

10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

12. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:



 Varillas William Eduardo
 Escuela de Informática y Sistemas
 - UNASAM -

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



“DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE LA ALBAÑILERIA
CONSTRUIDAS CON LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS
REFORZADA CON MALLA METALICA EN LA JUNTA HORIZONTAL EN LA
CIUDAD DE HUARAZ - 2019”

TESIS

PARA OPTAR POR EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER
CABRERA CABRERA WILLIAM JHON

ASESOR: ING. ARIAS ENRIQUEZ FERNANDO MIGUEL

HUARAZ – ANCASH – PERÚ
2021

DEDICATORIA

A mi familia.

*Porque tener un lugar a donde ir
es tener un hogar, pero tener un
lugar donde además de ello vivas
feliz es tener una familia.*

AGRADECIMIENTO

En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible realizar y culminar esta investigación forma satisfactoria apoyándome en los momentos buenos y malos, dándome ánimos para que no pierda la paciencia en el transcurso de todo este tiempo, estas palabras son para ustedes.

De manera extensiva y especial a mi familia que me apoyaron cada uno a su manera para lograr este objetivo, las incontables muestras de apoyo que valieron para tomar buenas y mejores decisiones a lo largo de mi formación académica y mi vida personal, este logro es para ustedes: "Mi Familia".

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE.....	IV
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES.....	1
1.0. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.2. MARCO REFERENCIAL.....	4
1.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES	16
1.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPÍTULO II	21
FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	21
2.0. UNIDAD DE ALBAÑILERIA.....	21
2.1. MALLA METÁLICA.....	23
2.2. OTROS MATERIALES	25
CAPÍTULO III.....	26
DATOS PREVIOS AL ENSAYO Y CONFIGURACIÓN	26
3.1. CONFIGURACIÓN PARA PROCESO CONSTRUCTIVO.....	26
3.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MALLA A TRACCIÓN.....	30
3.3. DATOS DE CARGA Y DEFORMACIÓN	33
3.3.1. DATOS DE CARGA.....	33
3.3.2. DATOS DE DEFORMACIÓN.....	35
CAPÍTULO IV	37
PILAS.....	37
4.1. DEFINICIÓN.....	37
4.2. GEOMETRÍA	39
4.3. SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN (NTP 399.605).....	39

4.4. COMPORTAMIENTO TEÓRICO A LA COMPRESIÓN.....	45
4.5. RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESION AXIAL.....	48
4.6. MÓDULO DE ELASTICIDAD (Em)	50
4.7. IDENTIFICACIÓN Y DATOS DE ESPECÍMIMENES.....	51
CAPÍTULO V	53
MURETES	53
5.1. DEFINICIÓN.....	53
5.2. GEOMETRÍA	55
5.3. SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN (NTP 399.621).....	56
5.4. COMPORTAMIENTO TEÓRICO A COMPRESIÓN DIAGONAL.....	60
5.5. RESISTENCIA CARACTERISTICA AL CORTE ($v' m$).....	64
5.6. MÓDULO DE RIGIDÉZ (Gm).....	64
5.7. IDENTIFICACIÓN Y DATOS DE ESPECÍMIMENES.....	65
CAPÍTULO VI	68
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	68
6.1. PILAS.....	68
6.1.1. TIPO DE FALLA Y RESISTENCIA MÁXIMA.....	68
6.1.2. COMPRESIÓN CARACTERÍSTICA ($f' m$)	81
6.1.3. MÓDULO DE ELASTICIDAD (Em)	82
6.1.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	89
6.2. MURETES	91
6.2.1. TIPO DE FALLA Y RESISTENCIA MÁXIMA.....	91
6.2.2. RESISTENCIA CARACTERÍSTICA AL CORTE ($v' m$).....	104
6.2.3. MÓDULO DE RIGIDÉZ (Gm).....	105
6.2.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	112
CAPÍTULO VII.....	117
CONCLUSIONES.....	117
CAPÍTULO VIII	120
RECOMENDACIONES.....	120
CAPÍTULO IX	122
BIBLIOGRAFÍA	122
ANEXOS.....	125

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de diámetro promedio	24
Tabla 2. Cálculo de abertura promedio	24
Tabla 3. Cálculo de carga Máxima por Hilo	32
Tabla 4. Resistencia Característica de Pilas	47
Tabla 5. Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prismas de albañilería	49
Tabla 6. Nomenclatura de Pilas	51
Tabla 8. Resistencia Característica de Muretes	61
Tabla 9. Nomenclatura de Muretes.....	66
Tabla 10. Datos Obtenidos de los muretes.....	67
Tabla 11. Resumen de cargas de rotura en pilas.....	81
Tabla 12. Cálculo de f_m en pilas de la Técnica 1	81
Tabla 13. Calculo de f_m en pilas de la Técnica 2	82
Tabla 14. Cálculo de datos de deformación ϵ - Técnica 1.....	83
Tabla 15. Cálculo de datos de f_m - Técnica 1	84
Tabla 16. Cálculo de datos de deformación ϵ - Técnica 2.....	86
Tabla 17. Cálculo de datos de f_m - Técnica 1	87
Tabla 18. Resumen de resultados.....	89
Tabla 19. Resumen de Cargas de rotura en Muretes.....	104
Tabla 20. Cálculo de v_m en muretes de la Técnica 1.....	104
Tabla 21. Cálculo de v_m en muretes de la Técnica 2.....	105
Tabla 22. Cálculo de datos de distorsión γ - Técnica 1	106
Tabla 23. Cálculo de datos de v_m - Técnica 1.....	107
Tabla 24. Cálculo de datos de distorsión γ - Técnica 2	109
Tabla 25. Cálculo de datos de v_m - Técnica 2.....	110
Tabla 26. Resumen de resultados.....	112

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.0. Cuadros de datos de ensayos de muretes a Compresión Diagonal.....	5
Figura 1.1. Cuadros de datos de ensayos de pilas a compresión axial.....	6
Figura 1.2. Cuadros de datos de ensayos de pilas a compresión axial.....	7
Figura 1.3. Cuadros de datos de ensayos de muretes a tracción Diagonal	8
Figura 1.4. Grafica comparativa.....	9
Figura 1.5. Grafica comparativa I de unidades de albañilería	10
Figura 1.6. Grafica comparativa II de unidades de albañilería	11
Figura 1.7. Carga Axial Vs. Desplazamiento axial (Pilas).....	11
Figura 1.8. Grafico fuerza vs desplazamiento Horizontal (murete).....	12
Figura 1.9. Caracterización de la albañilería confinada reforzada hechas con unidades huecas mediante pilas (izquierda) y muretes (derecha).....	14
Figura 1.10. Cargas máximas de las pilas sin refuerzo y reforzadas.....	15
Figura 1.11. Cargas máximas de muretes sin refuerzo y reforzadas.....	16
Figura 1.12. Izquierda: Compresión Diagonal, Derecha: Compresión Axial.	19
Figura 2.0. Ladrillos de arcilla (izquierda), sílice-cal (centro) y de concreto (derecha).	21
Figura 2.1. Características Generales.	23
Figura 2.2. Malla electrosoldada	25
Figura 3.0. Esquema de configuraciones	27
Figura 3.1. Superior: marcado y corte, Intermedio: vistas laterales, Inferior: vista interior de la traba.....	28
Figura 3.2. Superior: marcado y corte, Intermedio: vistas laterales, Inferior: vista interior de la traba.....	29
Figura 3.3. Configuración A (Arriba), Configuración B(Abajo).....	30
Figura 3.4. Ensayo a tracción de Malla electrosoldada – Configuración de 8 Hilos.....	31
Figura 3.5. Ensayo a tracción de Malla electrosoldada – Configuración de 4 Hilos.....	31
Figura 3.6. Ensayo a tracción de Malla electrosoldada Configuración de 1 Hilo.....	32
Figura 3.7. Equipo para determinar la carga	33
Figura 3.8. Diámetro Equivalente.....	34
Figura 3.9. Dial de Deformación 1(Izquierda), Dial de Deformación 2 (Derecha).	35

Figura 4.0. Configuración de Asentado – Técnica 1.....	38
Figura 4.1. Configuración de Asentado – Técnica 2.....	38
Figura 4.2. Geometría de las Pilas.	39
Figura 4.3. Construcción de prismas de albañilería.....	40
Figura 4.4. Corte de unidades huecas antes de la construcción de prismas.....	41
Figura 4.5. Unidad de Albañilería Limpia y Húmeda.	43
Figura 4.6. Asentado de Pilas.....	43
Figura 4.7. Capa de Refrantado	44
Figura 4.8. Colocación de la Pila en la Máquina de Ensayo.....	44
Figura 4.9. Compresión uniaxial de un prisma de albañilería.	45
Figura 4.10. Falla por tracción lateral (Izquierda).....	46
y falla por trituración (Derecha).	46
Figura 4.11. Esquemas de modo de falla.....	47
Figura 4.12. Esquema de toma de datos de medidas en pilas	52
Figura 5.0. Configuración de Asentado – Técnica 1.....	54
Figura 5.1. Configuración de Asentado – Técnica 2.....	54
Figura 5.2. Geometría del murete.	55
Figura 5.3. Corte de Unidad de Albañilería.....	57
Figura 5.4. Mortero.....	57
Figura 5.5. Asentado de Murete.....	58
Figura 5.6. Vista General de las Muestras	58
Figura 5.7. Capa de Refrentado	59
Figura 5.8. Colocación del Murete en la Máquina de Ensayo.	60
Figura 5.9. Compresión Diagonal en murete de albañilería.....	61
Figura 5.10 Fallas típicas en un estado de compresión diagonal en muretes de albañilería.	62
Figuras 5.11. Fallas por tracción diagona	63
Figura 5.12. Falla escalonada en murete y en muros.....	63
Figura 5.13. Esquema de toma de datos de medidas en muretes	66
Figura 6.0. Arriba: Muestra SM-P-1 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-P-1 posterior al ensayo con su carga máxima	69
Figura 6.1. Arriba: Muestra SM-P-2 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-P-2 posterior al ensayo con su carga máxima.	70
Figura 6.2. Arriba: Muestra SM-P-3 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-P-3 posterior al ensayo con su carga máxima.	71

Figura 6.3. Arriba: Muestra SM-P-4 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-P-4 posterior al ensayo con su carga máxima	72
Figura 6.4. Arriba: Muestra SM-P-5 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-P-5 posterior al ensayo con su carga máxima.	73
Figura 6.5. Arriba: Muestra SM-P-6 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-P-6 posterior al ensayo con su carga máxima.	74
Figura 6.6. Arriba: Muestra CM-P-1 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-P-1 posterior al ensayo con su carga máxima.	75
Figura 6.7. Arriba: Muestra CM-P-2 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-P-2 posterior al ensayo con su carga máxima.	76
Figura 6.8. Arriba: Muestra CM-P-3 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-P-3 posterior al ensayo con su carga máxima.	77
Figura 6.9. Arriba: Muestra CM-P-4 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-P-4 posterior al ensayo con su carga máxima.	78
Figura 6.10. Arriba: Muestra CM-P-5 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-P-5 posterior al ensayo con su carga máxima.	79
Figura 6.11. Arriba: Muestra CM-P-6 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-P-6 posterior al ensayo con su carga máxima	80
Figura 6.12. Arriba: Muestra SM-M-1 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-M-1 posterior al ensayo con su carga máxima.	92
Figura 6.13. Arriba: Muestra SM-M-2 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-M-2 posterior al ensayo con su carga máxima.	93
Figura 6.14. Arriba: Muestra SM-M-3 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-M-3 posterior al ensayo con su carga máxima.	94
Figura 6.15. Arriba: Muestra SM-M-4 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-M-4 posterior al ensayo con su carga máxima.	95
Figura 6.16. Arriba: Muestra SM-M-5 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-M-5 posterior al ensayo con su carga máxima.	96
Figura 6.17. Arriba: Muestra SM-M-6 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-M-6 posterior al ensayo con su carga máxima	97
Figura 6.18. Arriba: Muestra CM-M-1 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-M-1 posterior al ensayo con su carga máxima.	98
Figura 6.19. Arriba: Muestra CM-PM-2 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-M-2 posterior al ensayo con su carga máxima.	99
Figura 6.20. Arriba: Muestra CM-M-3 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-M-3 posterior al ensayo con su carga máxima.	100
Figura 6.21. Arriba: Muestra CM-M-4 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-M-4 posterior al ensayo con su carga máxima.	101

Figura 6.22. Arriba: Muestra CM-M-5 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-M-5 posterior al ensayo con su carga máxima. 102

Figura 6.23. Arriba: Muestra CM-M-6 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-M-6 posterior al ensayo con su carga máxima. 103

Anexo 1. Ensayos para calcular la resistencia a tracción de la malla metálica 126

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se determinó el uso de refuerzo de malla metálica en la junta de mortero horizontal de la albañilería para un aumento en la resistencia mecánica frente a cargas axiales y cortantes.

Para la evaluación y comparación realizada, se ha elaborado muestras de pilas y muretes convencionales y modificadas con la adición de malla metálica para su posterior ensayo y análisis de datos en base a las normas E-0.70 y las NTPs 399.605 y 399.621.

El procesamiento y obtención de datos de resistencia característica a compresión axial (f'_m) y resistencia característica al corte (v'_m) se obtuvo mediante valores de carga y deformación que se tienen de los ensayos de rotura y comparación entre los datos de las muestras convencionales y modificadas que nos brindan la información necesaria para una futura implementación de este sistema modificado.

PALABRAS CLAVES: Cargas axiales y cortantes, pilas, muretes, malla metálica, compresión axial, resistencia característica al corte.

ABSTRACT

In the present research work, the use of metal mesh reinforcement in the horizontal mortar joint of the masonry was determined for an increase in the mechanical resistance against axial and shear loads.

For the evaluation and comparison carried out, samples of conventional and modified piers and walls have been prepared with the addition of metallic mesh for subsequent testing and data analysis based on the E-0.70 standards and the NTPs 399.605 and 399.621.

The processing and obtaining data of characteristic resistance to axial compression (f'_m) and characteristic resistance to shear (v'_m) was obtained by means of load and deformation values obtained from the breaking tests and comparison between the data of the conventional and modified samples that provide us with the necessary information for a future implementation of this modified system.

KEY WORDS: Axial and shear loads, piers, walls, metal mesh, axial compression, characteristic resistance to shear.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación estudia la resistencia mecánica de la albañilería elaborada con ladrillos King Kong de 18 huecos reforzada con malla metálica. Se utiliza dos técnicas de construcción distintas para compararlas, una convencional y otra con refuerzo de malla en la junta horizontal, para incrementar la resistencia en conjunto de la albañilería. Se adopta la técnica de construcción especificada por la norma E-0.70 y las NTPs 399.605 y 399.621; cabe resaltar que son ensayos de rotura.

En este sentido se realiza muestras de pilas y muretes para su análisis y ensayo, empleando unidades de una única marca de ladrillos King Kong de 18 huecos.

Los resultados de la investigación servirán de base para posteriores investigaciones que requieran de sustento teórico y experimental para nuevas técnicas, formas o normas de construcción reforzada.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.0. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las unidades de albañilería de arcilla al ser usados en los muros de las construcciones de viviendas, constituyen un elemento estructural cuando son usados para muros portantes. Los muros ante un evento sísmico son sometidos a sollicitaciones externas (combinaciones de carga) las que son soportados por las unidades hasta un esfuerzo máximo, estos valores mínimos de resistencia están establecida en la norma E.070, para este caso, estos valores son $f' m = 65 \text{ kg/cm}^2$ y $v' m = 8.1 \text{ kg/cm}^2$.

Por lo general se encuentra fallas por descascaramiento de la unidad de albañilería lo que ocasiona que los muros logren la

resistencia de diseño, pero con una baja probabilidad de éxito y causen el colapso antes de lo esperado, generando incertidumbre ante eventos que causen daños significativos.

➤ **ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

El uso del ladrillo de arcilla para la construcción de muros en las viviendas se viene realizando desde las épocas antiguas, así se puede observar en las construcciones de las civilizaciones romanas, mesopotámicas y otras. Con el paso de los años, las técnicas de fabricación de ladrillos de arcilla se fueron afianzando y siendo construidos de acuerdo a las necesidades que se presentan para los diferentes tipos de construcciones, es así que en la actualidad se tiene una gran variedad de ladrillos de arcilla.

Durante el terremoto del 31 de mayo de 1970 en la región Ancash-Perú, la ciudad de Huaraz fue una de las ciudades más afectadas de toda la región Ancash. Durante la reconstrucción de la ciudad de Huaraz las personas optaron por materiales de albañilería en sus diversas formas y de esta manera se fue estableciendo nuevas edificaciones que optan por el uso del ladrillo de arcilla de diversos tipos. Las viviendas exceden los tres pisos en su mayoría.

Frente a esta gran demanda del uso de la albañilería, se debe implementar formas más eficientes y seguras para la construcción debido a que estas unidades en conjunto presentan una alta dispersión de resultados frente a esfuerzos mecánicos.

➤ **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿El refuerzo de la albañilería con malla metálica en forma horizontal embebido en el mortero mejorará la resistencia mecánica frente a cargas externas?

➤ **JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Es necesario conocer la resistencia de un muro construido con ladrillo industrial King Kong de 18 huecos de forma convencional y sin refuerzo en la ciudad de Huaraz y de esta manera generar alternativas más seguras y resistentes. Considerando la ciudad de Huaraz como una ciudad en la que se ha presentado sismos catastróficos, para esto debemos evitar el colapso de la estructura optimizando la resistencia mecánica de la albañilería haciendo uso de otras alternativas como la que se plantea: malla de refuerzo en forma horizontal en el mortero.

1.1. OBJETIVOS

➤ **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la resistencia de la albañilería construido con unidades King Kong de 18 huecos con refuerzo de malla metálica en la junta horizontal en la ciudad de Huaraz-2019.

➤ **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Determinar la resistencia mecánica de pilas y muretes contruidos sin refuerzo.
- ❖ Determinar la resistencia mecánica de pilas y muretes contruidos con refuerzo de malla metálica en la junta horizontal.
- ❖ Comparar las resistencias mecánicas entre un muro contruido con refuerzo y uno sin refuerzo.

1.2. MARCO REFERENCIAL

Para conocer el contexto en el que la presente investigación se desarrolla se hace referencia a investigaciones de tesis anteriores, estos estudios son de ámbito nacional y local (facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo), que presentan información relevante para el entendimiento de este proceso, como son:

En el ámbito local se tiene:

- **Mejia (2004) En su tesis: "DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO CON CAL, EN LA ADHERENCIA DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA"**, establece el comportamiento de la albañilería frente a esfuerzos mediante ensayos mecánicos normados para determinar una mejor adherencia del mortero con la unidad de albañilería con el uso de cal en una determinada proporción, donde se muestran los siguientes resultados:
- Resultados de los ensayos de murete a Compresión Diagonal, pag.137: (Mejia, 2004, p.137)

Mezcla en Volumen: Cemento; Arena, 1: 4

Vmp (kg/cm ²)	7.78	S ²	1.43
% CV		δ	1.19
CV			15.34%
V'm (kg/cm ²)			0.15
			6.59

Mezcla en Volumen: Cemento; Cal; Arena, 1: 1: 4

mp (kg/cm ²)	8.20	S ²	0.86
% CV		δ	0.93
CV			11.32%
V'm (kg/cm ²)			0.11
			7.27

Figura 1.0. Cuadros de datos de ensayos de muretes a Compresión Diagonal
Recuperado de Mejia (2004)

Donde el análisis del ensayo de compresión diagonal comparativo muestra un ligero aumento en la resistencia de muretes que contenían cal añadida al mortero.

Los resultados de los ensayos muestran que hay un grado de uniformidad de las resistencias, mayor uniformidad en la muestra de mortero con cal, que el del mortero simple, ver las desviaciones estándares. (Mejia, 2004, p.138)

Finalmente, en la mezcla de mortero se ha usado solo proporciones en volumen, por que es más usada en la práctica y otro es por el costo de la rotura de las muestras. (Mejia, 2004, p.138)

Resultados de los ensayos de pilas a compresión axial, pag.139: (Mejia, 2004, p.138)

Mezcla en Volumen: Cemento; Arena; 1: 4

fmp	23.31	S ²	13.42
δ			3.66
%Cv			15.71%
Cv			0.16
Cc			0.91
f'm	(kg/cm ²)	21.32	

Mezcla en Volumen: Cemento; Cal; Arena; 1: 1: 4

fmp	18.90	S ²	2.89
δ			1.70
%Cv			8.99%
Cv			0.09
Cc			1.02
f'm	(kg/cm ²)	19.19	

Figura 1.1. Cuadros de datos de ensayos de pilas a compresión axial
Recuperado de Mejia (2004)

El resumen mostrado en los siguientes cuadros, muestran que la resistencia adquirido con la proporción en peso indica que tiene mayor resistencia; dentro de ello cabe precisar que la pila que tiene mortero con cal es de menor resistencia; lo que indica desde el punto de vista de la resistencia, cumple por que está demostrando que la cal no es recomendable para los casos de resistencia. Está demostrando que en ambas proporciones la resistencia es mayor, de las pilas que no contiene cal en el mortero. En la rotura se observa fallas, por aplastamiento en algunos casos y en otros se nota que hay fallas más por la baja calidad de ladrillos. (Mejia, 2004, p.139)

- **Caballero (2000) En su Tesis: "COMPORTAMIENTO DE LAS UNIDADES Y ESPESOR DEL MORTERO EN MUROS DE ALBAÑILERIA FABRICADOS CON MORTERO DE CEMENTO EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE"**, establece el comportamiento físico mecánico enfocado a las unidades de albañilería que deja un precedente para la selección de material mediante procesos físicos que se emplean en esta investigación.

Discusión de resultados de compresión axial en pilas, pag.129:
(Caballero, 2000, p.129)

ESPESOR DEL MORTERO EN LAS JUNTAS e cm	RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL f_m , (Kg/cm ²) LADRILLO KING KONG MACIZO DE MORTERO CEMENTO 8.5x13x22 cm	
	f_m	%
1.0	30.69	100.0
2.0	27.46	89.47
3.0	25.13	81.88

Figura 1.2. Cuadros de datos de ensayos de pilas a compresión axial
Recuperado de Caballero (2000)

La resistencia a compresión axial con respecto al espesor del mortero, como se muestra en el siguiente cuadro, se obtiene el valor máximo de la resistencia a la compresión de 30.69 kg/cm² para el espesor del mortero de un centímetro. (Caballero, 2000, p.129)

Por lo que podemos afirmar que la resistencia a la compresión en muros de albañilería estudiados, se obtendrán valores máximos de la resistencia a la compresión cuando el espesor del mortero estén entre 1.00 cm a 2.0 cm y que para espesores superiores a 2.0 cm la resistencia a la compresión del muro disminuirá. (Caballero, 2000, p.129)

Estos valores no se encuentran dentro de los valores experimentales estudiados por otros autores en muros de albañilería y nos indica que la predicción de la resistencia a la compresión del muro a partir de la resistencia de la unidad no pueden darse valores generales, depende de la calidad del mortero, del tipo de unidad y del espesor del mortero entre las unidades de albañilería. (Caballero, 2000, p.130)

Discusión de resultados de compresión diagonal en muretes, pag.129: (Caballero, 2000, p.130)

ESPESOR DEL MORTERO EN LAS JUNTAS e cm	RESISTENCIA TRACCION DIAGONAL MAXIMO f't (k/cm2) LADRILLO KING KONG MACIZO MORTERO CEMENTO CHIMBOTE 8.5x13x22	
	f't	%
1.0	3.25	100.0
2.0	2.39	73.54
3.0	1.58	48.61

Figura 1.3. Cuadros de datos de ensayos de muretes a tracción Diagonal
Recuperado de Caballero (2000)

En el cuadro observamos que para los muretes se obtiene valores máximos de resistencia a la tracción máxima, para el espesor del mortero de 1 cm y luego disminuye con el espesor del mortero. (Caballero, 2000, p.130)

Por lo tanto podemos afirmar que muros con un determinado espesor del mortero en las juntas, donde se obtengan valores de la adherencia y fricción altos; estos desarrollaran mejor la resistencia al corte con la cual el muro fallara por tracción diagonal antes que falle por corte en las juntas. (Caballero, 2000, p.131)

Así mismo podemos afirmar que la predicción de los valores del esfuerzo cortante v_c y la resistencia a la tracción diagonal f'_t a partir de la resistencia a la compresión de muro f'_m , no puede hacerse sin antes realizar ensayos previos de las resistencia: v_c , f'_t y f'_m , que nos permita definir dichas relaciones para cada tipo de unidad teniendo en cuenta el espesor del mortero. (Caballero, 2000, p.131)

- **Ramirez (1990) En su tesis: "EVALUACION TECNICA DE LA ALBAÑILERIA DE LADRILLO EN LA CIUDAD DE HUARAZ"**, menciona datos cuantitativos y cualitativos sobre los estándares de las unidades de albañilería que en esa época eran muy inciertos para su buena selección y clasificación. Resistencia a la compresión de pilas de albañilería, pag.125: (Ramirez, 1990, p.125)

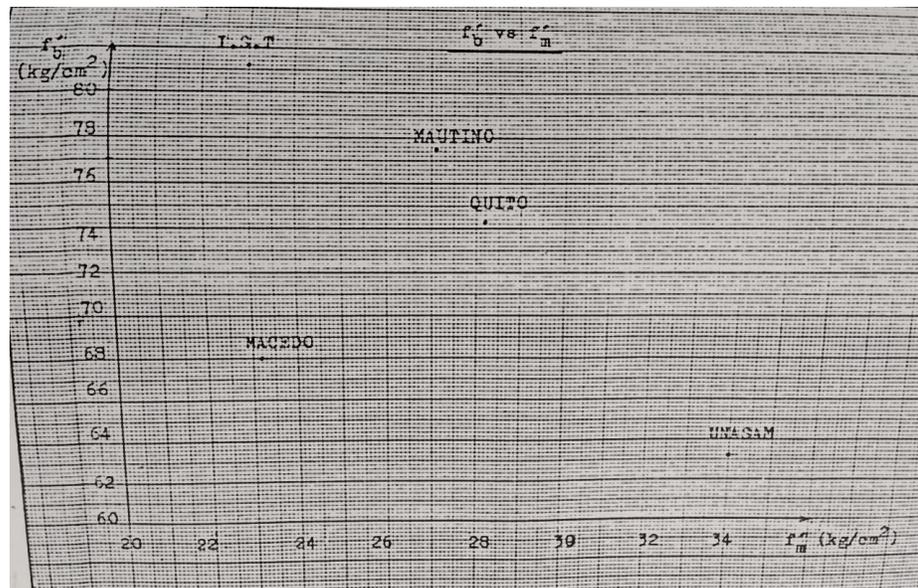


Figura 1.4. Grafica comparativa
Recuperado de Ramirez (1990)

En la realización de este ensayo se pudo notar que las pilas antes de colapsar presentan fisuras muy notorias que a

medida que se carga se van engrosando, además está acompañado de crujidos por los ladrillos que se comprimen. (Ramirez, 1990, p.126)

La resistencia a la carga en compresión de la albañilería comparado con la resistencia a la compresión de la unidad, es casi el 30% y no pudiéndose encontrar alguna relación entre ellos, como se puede mostrar en el gráfico adjunto. (Ramirez, 1990, p.126)

Extra: Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de la época, pag.129:

<u>LADRILLERA</u>	<u>fB (kg/cm²)</u>	<u>CLASIFICACION</u>
I. S.T.	81.28	II
Maximiliano Quito	74.37	II
Juan de Dios Mautino	77.56	II
Alejandro Macedo	68.02	I
UNASAM	63.24	I
Antonio Díaz Nieto	83.24	II
Tinoco	59.74	- I
Picón	57.50	- I
Rafael Quiñonez	57.12	- I
Asunción Flores	54.26	- I

Figura 1.5. Grafica comparativa I de unidades de albañilería
Recuperado de Ramirez (1990)

<u>LADRILLERA</u>	<u>CLASIFICACION UNIDADES</u>	<u>f'm (Kg/cm2)</u>	<u>CLASIF. DE RNC.</u>
I.S.T.	II	23.07	Incorrecto
Maximiliano Quito	II	28.19	Correcto
Juan de Dios Mautino	II	27.13	Correcto
Alejandro Macedo	I	23.24	Correcto
UNASAM	I	34.00	Correcto

Figura 1.6. Grafica comparativa II de unidades de albañilería
Recuperado de Ramirez (1990)

En el ámbito nacional se tiene:

- **Luján (2018)** En su tesis: **“REFORZAMIENTO DE LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADO CON MALLAS DE ACERO”**, establece una variante modificatoria de malla metálica para la reparación de muros de albañilería, basado en ensayos previos de pilas y muretes dando como resultados de pilas y muretes mostrados en la Figura 1.7 y Figura 1.8:

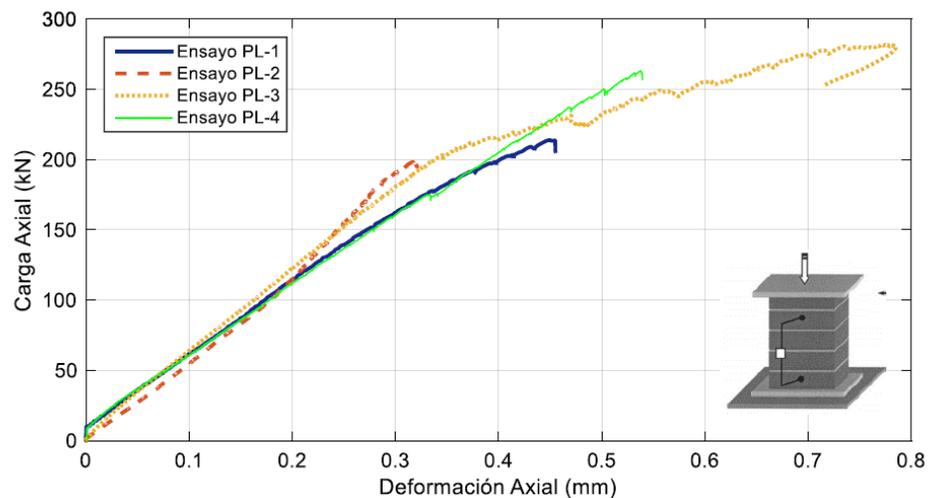


Figura 1.7. Carga Axial Vs. Desplazamiento axial (Pilas)
Recuperado de Luján (2018)

El **f_m** (promedio) resultó 10.16 MPa la desviación estándar 0.705 MPa y el **f'_m** resultó con el valor de 9.46 MPa.

Para el cálculo del módulo de elasticidad de cada una de las 4 pilas se utilizó la gráfica de fuerza vs desplazamiento en donde el rango linealmente elástico se definió como puntos el 10% y 50% de la carga máxima de la gráfica. Se pusieron los datos de la carga y desplazamiento de estos puntos en la tabla 2.2. Además de los sensores en cada cara de las pilas. (Luján, 2018, p.16)

El **E_m** (promedio) de las 4 pilas resultó 5716.2 MPa.

Según la norma E.070 el módulo de elasticidad se calcula como $E_m = 500 f'_m$. Obteniendo un E_m teórico de 4730 MPa menor que le calculado mediante ensayos (5716.2 MPa), es decir, una diferencia del 21%. (Luján, 2018, p.17)

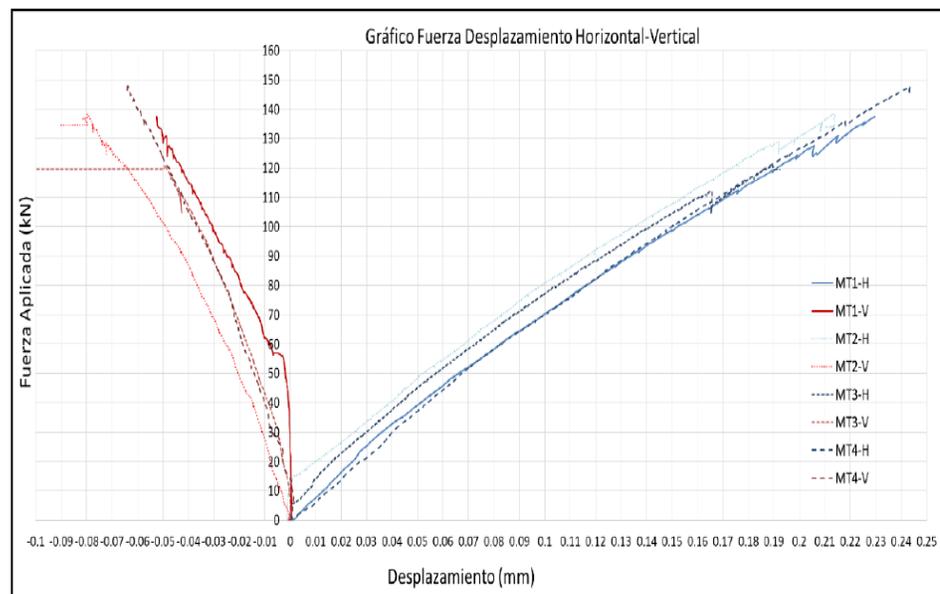


Figura 1.8. Grafico fuerza vs desplazamiento Horizontal (murete)
Recuperado de Luján (2018)

El **G_m** (promedio) resultó 2272 MPa.

Con ello se obtuvo la siguiente tabla de propiedades de la albañilería. (Luján, 2018, p.20)

- **Cueto (2018) En su tesis: "REFORZAMIENTO DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA MÁS UTILIZADA EN AREQUIPA CON MALLA ELECTROSOLDADA"**, La presente investigación se desarrolló con la finalidad de reforzar estas edificaciones de albañilería confinada, utilizando como refuerzo malla electrosoldada para aumentar la ductilidad y de esta manera evitar la falla frágil, para el cual se construyeron pilas y muretes de albañilería sin refuerzo y con refuerzo, los cuales son la representación más aproximada a un muro, a los que se realizaron ensayos de resistencia a compresión en pilas de albañilería con y sin refuerzo, y compresión diagonal en muretes de albañilería con y sin refuerzo. (Cueto, 2018, p.5)

El objetivo de realizar ensayos a pilas y muretes reforzados con malla electrosoldada será conocer su comportamiento frente a esfuerzos de compresión axial y compresión diagonal, así mismo se determinarán los módulos de elasticidad y corte de la albañilería reforzada haciendo uso de sensores de carga y deformación. (Cueto, 2018, p.45)

Los prismas de albañilería, pilas y muretes son pequeños especímenes cuyos ensayos de compresión axial y corte respectivamente, permiten obtener la resistencia a compresión axial en pilas ($f'm$) y resistencia a corte puro en muretes ($v'm$), de la albañilería. Así también los ensayos realizados en estos prismas nos permitirán predecir el comportamiento de los muros de albañilería en estudio. (Cueto, 2018, p.45)

Configuraciones de malla en la Figura 1.9.

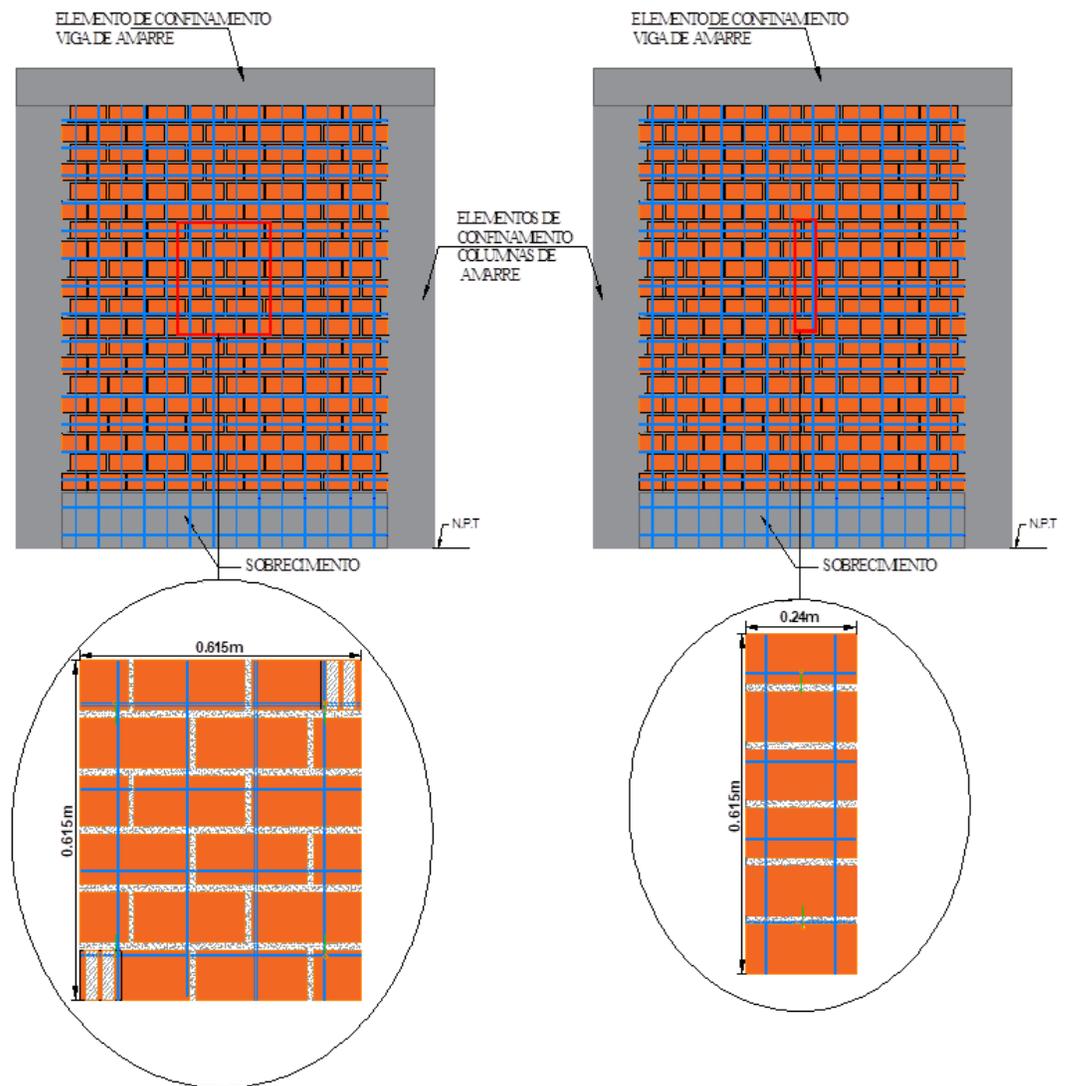


Figura 1.9. Caracterización de la albañilería confinada reforzada hechas con unidades huecas mediante pilas (izquierda) y muretes (derecha)
Recuperado de Cueto (2018)

Se puede observar que las cargas de las pilas reforzadas son mayores que las cargas que las pilas sin refuerzo. Procesando los datos determinamos que la carga promedio de las pilas sin refuerzo es de 23.37 Ton, y la carga promedio de las pilas reforzadas es de 33.44 Ton, el cual excede en 43.11% a las pilas sin refuerzo. (Figura 1.10) (Cueto, 2018, p.92)

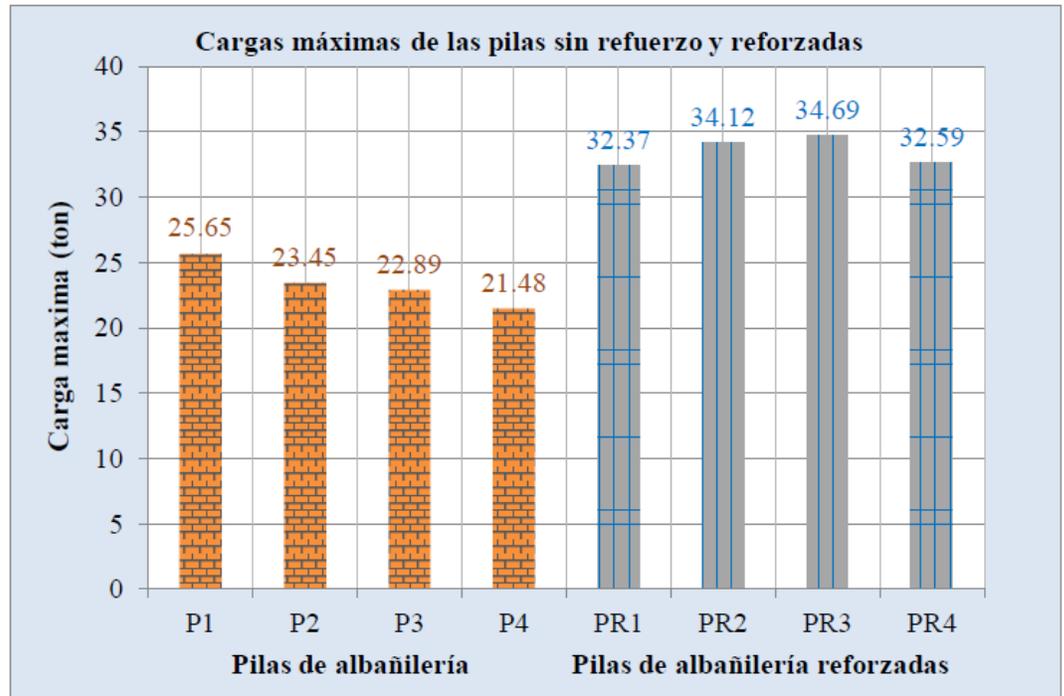


Figura 1.10. Cargas máximas de las pilas sin refuerzo y reforzadas
Recuperado de Cueto (2018)

Procesando los datos determinamos que la carga promedio de los muretes sin refuerzo es de 11.35 Ton, y la carga promedio de los muretes reforzados es de 20.53 Ton, el cual excede en 80.93% a los muretes sin refuerzo. (Figura 1.11) (Cueto, 2018, p.45)

La resistencia al corte (v/m) de las pilas sin refuerzo determinada de los ensayos es 0.81 MPa, mientras que la resistencia al corte de los muretes reforzados con malla electrosoldada es 1.19 MPa. Es así que las pilas reforzadas presentan un aumento de 47.10% de la resistencia al corte en comparación con los muretes sin refuerzo. (Cueto, 2018, p.45)

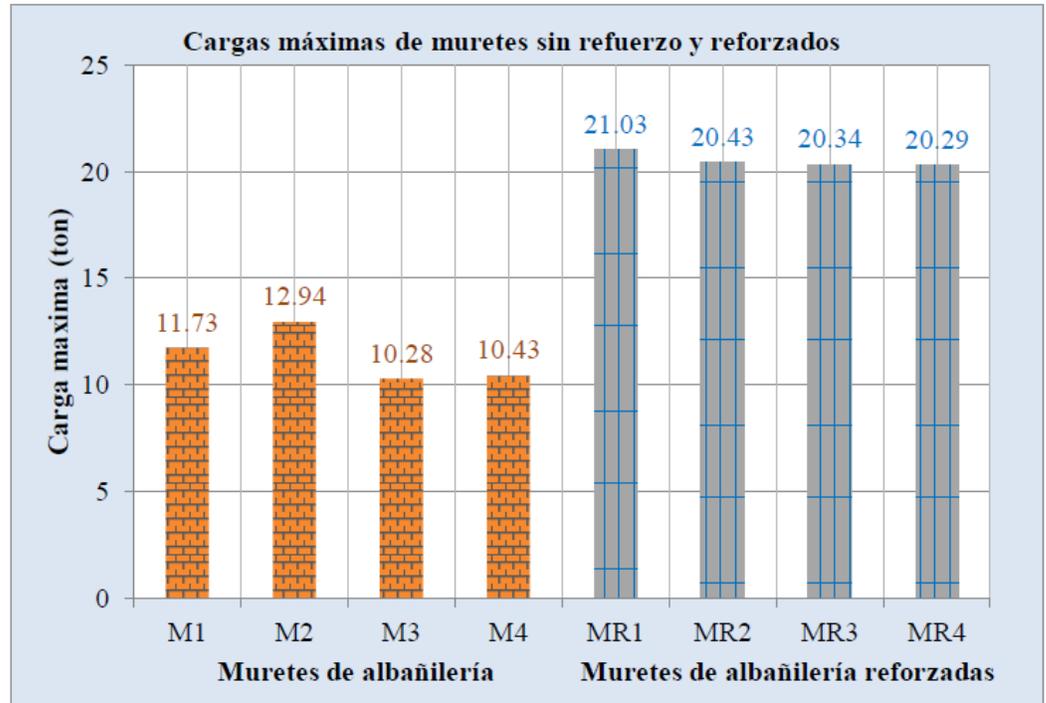


Figura 1.11. Cargas máximas de muretes sin refuerzo y reforzadas
Recuperado de Cueto (2018)

1.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

➤ HIPÓTESIS

El uso de refuerzo de malla metálica en la junta de mortero horizontal de la albañilería aumenta la resistencia mecánica frente a cargas axiales y cortantes.

➤ VARIABLES Y OPERACIÓN DE VARIABLES:

❖ VARIABLE INDEPENDIENTE:

- Malla metálica.
- La unida de albañilería.
- El mortero.

❖ **VARIABLE DEPENDIENTE:**

- Resistencia característica $f' m$ y $v' m$.

❖ **OPERACIÓN DE VARIABLES:**

- Definición Conceptual: Resistencia de la albañilería frente a esfuerzos mecánicos, como son: axial y corte.
- Definición Operacional: Grado de resistencia de la albañilería convencional, frente a la albañilería reforzada
- Indicadores: Datos de resistencia característica $f' m$ y $v' m$.

1.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

➤ **TIPO DE LA INVESTIGACIÓN:**

Investigación de enfoque cualitativo y cuantitativo con alcance experimental: el cual se lleva a cabo con una medición previa de un grupo de control convencional frente a un grupo modificado.

Investigación Aplicada que busca mejorar bajo parámetros específicos las características físicas de la albañilería.

➤ **LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN:**

La presente investigación se realiza en la ciudad de Huaraz del departamento de Ancash, donde se tiene las siguientes limitaciones:

- ❖ El tipo de unidad de albañilería son específicamente ladrillos de arcilla King Kong de 18 huecos de una única marca.
- ❖ Los ensayos normativos determinantes para el propósito de la investigación son ensayos mecánicos.

➤ **UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACIÓN Y MUESTRA**

❖ **POBLACIÓN:**

Para la presente investigación se toma como población los diversos muros elaborados con diversos tipos de unidades de albañilería en la ciudad de Huaraz, en esta población se presentan diversos muros según el sentido de asentado como son de sogá, de cabeza y de canto; y el tipo de unidad de albañilería artesanal, industrial y de concreto.

❖ **MUESTRA:**

Como muestra de estudio para la investigación, se realiza ensayos en unidades de análisis (pilas y muretes) contruidos con ladrillo industrial King Kong de 18 huecos, sin refuerzo y con refuerzo de malla metálica.

Para esta investigación se usa el método no probabilístico de muestreo por conveniencia, tomándose 6 muestras convencionales y 6 muestras modificadas para su posterior comparación.

➤ **MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:**

Los métodos y técnicas empleados serán basados en la norma E.070 y las Normas Técnicas Peruanas NTP 399.605 y NTP 399.621, que establecen los ensayos y técnicas estandarizados para la elaboración y ensayo de especímenes de albañilería (pilas y muretes).

Dentro de esto se emplea para la elaboración: palas (para la elaboración del mortero), wincha, plomada, reglas, escuadras, badilejos y nivel de mano.

➤ **PLAN DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN:**

Para el ensayo se emplea una máquina de ensayos para compresión diagonal y compresión axial (Figura 1.12), así como instrumentos de medición de carga y opcionalmente de deformación.

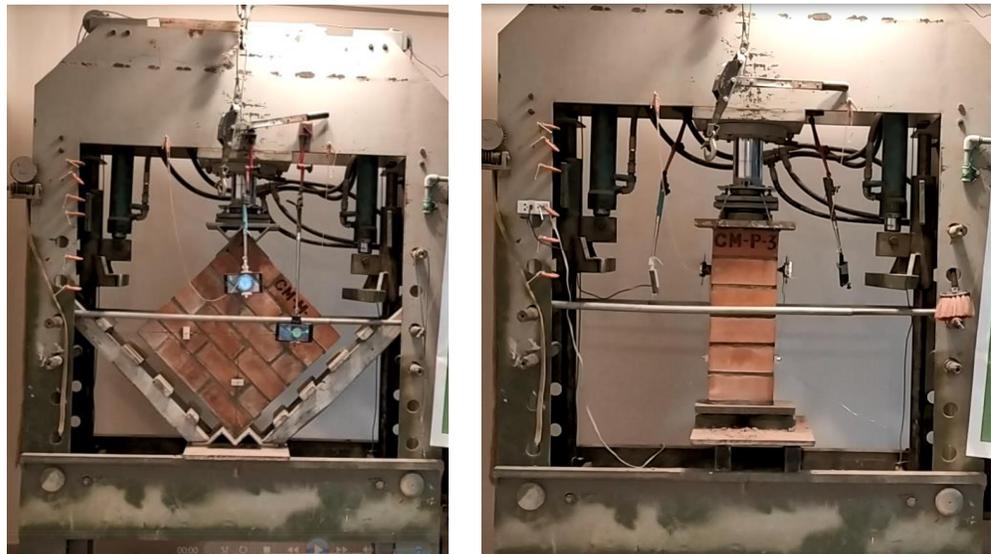


Figura 1.12. Izquierda: Compresión Diagonal, Derecha: Compresión Axial.
Elaboración Propia

➤ **PLAN DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN:**

Para el procesamiento de datos se empleará: Computadora personal con software de procesamiento de datos, tablas y gráficos (Ms Excel).

Para luego ser presentados de forma gráfica y tabular por medio de software de presentación de información (Ms Word).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.0. UNIDAD DE ALBAÑILERIA

Las unidades empleadas en las construcciones de albañilería son básicamente hechas de arcilla (cerámicas), arena-cal (sílice-cal cáreo) y de concreto (Figura 2.0). De acuerdo a su tamaño, éstas son denominadas Ladrillos y Bloques. Se les llama ladrillos cuando pueden ser manipulados y asentados con una mano; y bloques, cuando por su peso y dimensiones se tiene que emplear ambas manos. (San Bartolomé,1994, p.105)



Figura 2.0. Ladrillos de arcilla (izquierda), sílice-cal (centro) y de concreto (derecha).

Recuperado de San Bartolomé (2005)

A nivel internacional, las unidades se clasifican por el porcentaje de huecos (alveolos o perforaciones) que tienen en su superficie de asentado y por la disposición que éstos tengan; de la siguiente manera: (San Bartolomé,1994, p.105)

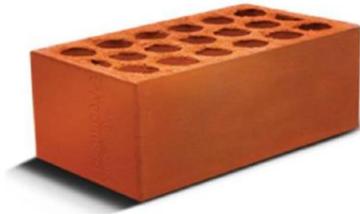
a) Unidades Sólidas o Macizas: Son las que no tienen huecos o, en todo caso, presentan alveolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento que cubren un área no mayor al 25% del área de la sección bruta. Sin embargo, los experimentos indican que es posible emplear unidades hasta con 33% de vacíos, más allá del cual su comportamiento se torna muy frágil. Estas unidades se emplean para la construcción de muros portantes. (San Bartolomé,1994, p.105)

b) Unidades Huecas. Son aquellas donde el área neta (en la cara de asiento) es menor al 75% del área bruta. En esta categoría clasifican los bloques de concreto vibrado (empleados en la albañilería armada) y también, las unidades con muchas perforaciones. (San Bartolomé,1994, p.105)

c) Unidades Tubulares. Son las que tienen sus alveolos o perforaciones dispuestos en forma paralela a la superficie de asiento; en este tipo clasifican los ladrillos panderetas, utilizados en los tabiques. (San Bartolomé,1994, p.105)

Para el estudio se empleará unidades de albañilería con características similares a las que se muestran (Figura 2.1):

CARACTERÍSTICAS GENERALES



Denominación del Bien	KING KONG 18 HUECOS
Denominación Técnica	KING KONG 50% VACIO
Dimensiones	9 x 12.5 x 23 cm.
Peso	2.70 kg.

Figura 2.1. Características Generales.
Recuperado de <https://www.ladrilloslark.com.pe>>1.pdf (2018)

2.1. MALLA METÁLICA

Las mallas metálicas son elementos ligeros, versátiles y de uso que está ampliamente difundido en diferentes industrias del sector construcción, que sirve para diversos usos, estos son fabricados con diferentes diseños de sección, por lo general son como material para la reparación o mejoramiento de estructuras de concreto, albañilería y adobe.

Estas tienen diversas características que determinan el tipo y forma de malla, estas características varían de acuerdo al uso y son las que determinan el espaciamiento, la forma de distribución, el espesor del alambre y el tipo de alambre tomando en consideración el ambiente por lo general se emplea alambre galvanizado para evitar la propagación de óxido por la humedad, para este caso se toman las características de la malla a emplear, como son:

- El diámetro del alambre en mm, para este caso se usa un alambre de 0.35 mm de diámetro promedio cuyo cálculo se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Cálculo de diámetro promedio

Medida de diámetro de malla (mm)	
0.3	0.35
0.4	0.35
0.35	0.35
0.35	0.35
0.35	0.35
Promedio	
0.35	

Elaboración Propia

- La abertura o luz de malla, que es la distancia en cm entre dos alambres contiguos, para este caso se usa malla de 1.25 cm de abertura promedio cuyo cálculo promedio se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Cálculo de abertura promedio

Medida de cuadrícula de malla (cm)	
1.20	1.20
1.26	1.24
1.31	1.25
1.36	1.28
1.13	1.30
1.25	1.25
Promedio	
1.25	

Elaboración Propia

- El material del alambre y el tipo de tejido son variados, para este caso se usa malla electrosoldada, rígida de elaboración robusta y diseño cuadrado fabricados en gris, galvanizado no toxico, como se muestra en la Figura 2.2.

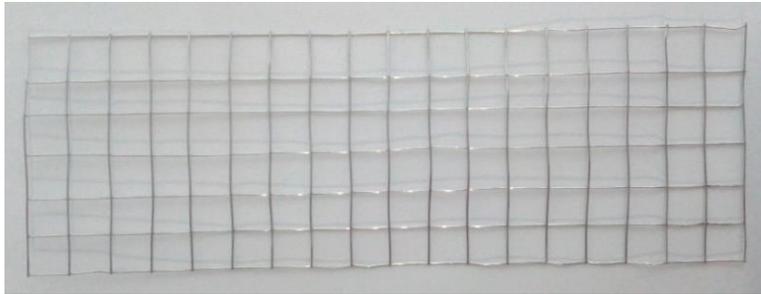


Figura 2.2. Malla electrosoldada.
Elaboración Propia

2.2. OTROS MATERIALES

- **CEMENTO:** Se utiliza básicamente el cemento portland tipo I.
- **AGUA:** Agua potable, libre de materias orgánicas y de otras sustancias.
- **ARENA GRUESA:** La arena gruesa es natural, libre de materia orgánica y sales. Su uso es para el mortero de asentado de unidades.
- **ARENA FINA:** La arena fina es natural, libre de materia orgánica y sales. Su uso es para el mortero de refrentado.

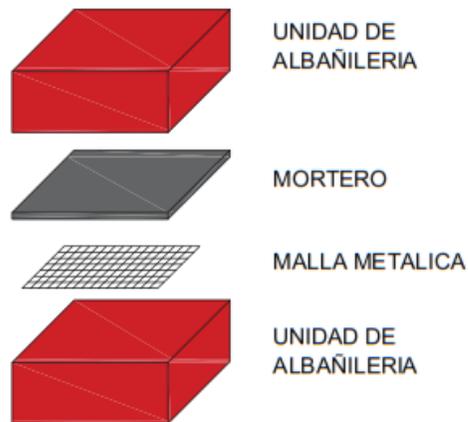
CAPÍTULO III

DATOS PREVIOS AL ENSAYO Y CONFIGURACIÓN

3.1. CONFIGURACIÓN PARA PROCESO CONSTRUCTIVO

Para la investigación se realizó dos técnicas constructivas (CONFIGURACIÓN A Y CONFIGURACIÓN B) para la configuración de malla, unidad de albañilería y mortero; las cuales se muestran en la Figura 3.0:

CONFIGURACIÓN A



CONFIGURACION B

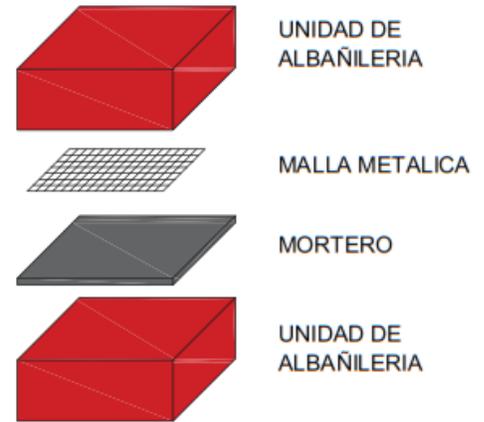


Figura 3.0. Esquema de configuraciones.
Elaboración Propia

- **CONFIGURACIÓN A:** Para este caso se coloca primero la unidad de albañilería, sobre ella la malla metálica, luego la capa de mortero y finalmente la siguiente unidad de albañilería.

Para esta configuración se elaboró una muestra representativa la cual fue cortada posteriormente en forma vertical y diagonal (Figura 3.1), para poder observar el comportamiento del mortero-malla y la cantidad de mortero que ingresa tanto en la unidad de albañilería superior e inferior, esto representa la traba del mortero con respecto a la unidad de albañilería.

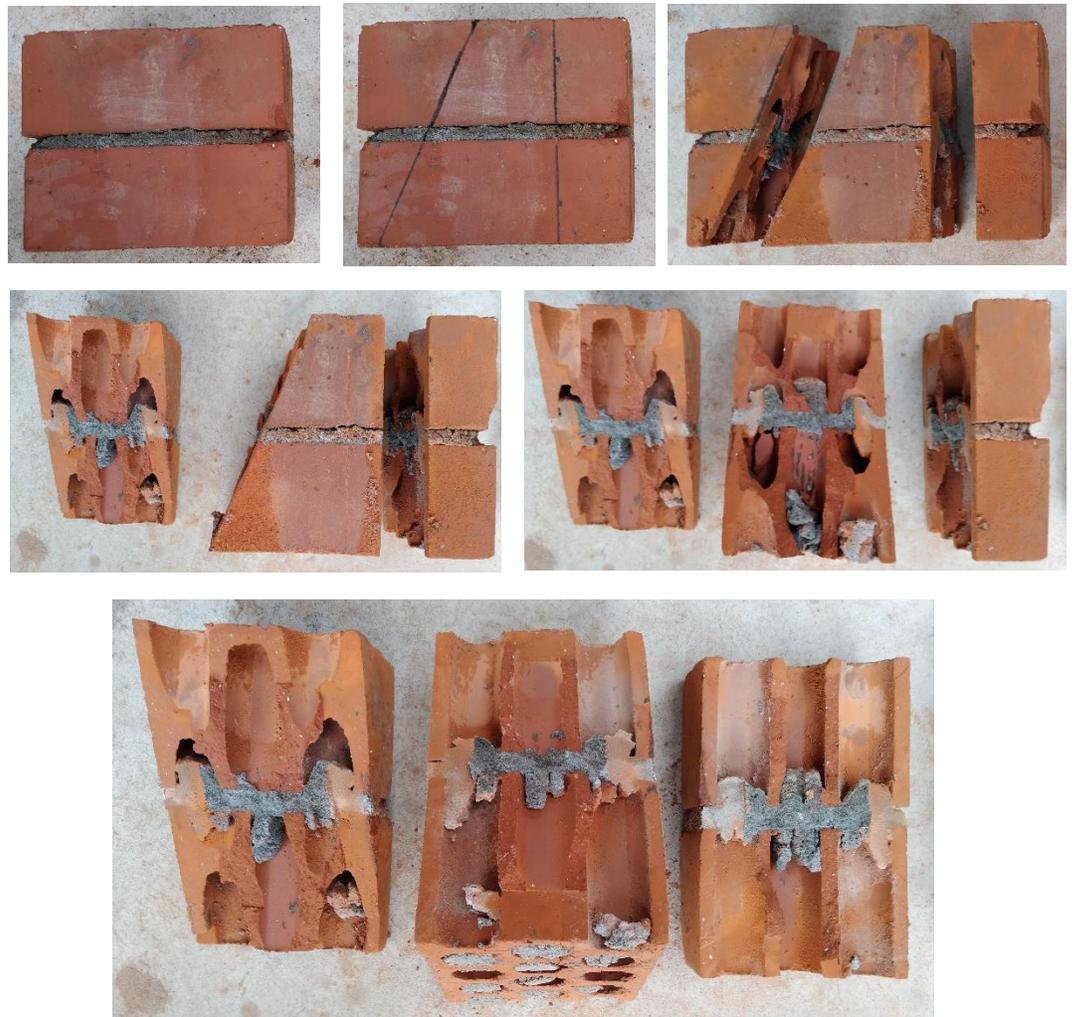


Figura 3.1. Superior: marcado y corte, Intermedio: vistas laterales, Inferior: vista interior de la traba.
Elaboración Propia

Se observa que para esta configuración el mortero se distribuye en forma proporcional en las dos unidades de albañilería, sin mostrar mucho impedimento o restricciones por parte de la malla metálica, lo que garantiza una traba distribuida.

- **CONFIGURACIÓN B:** Para este caso se coloca primero la unidad de albañilería, sobre ella la capa de mortero, luego la malla metálica y finalmente la siguiente unidad de albañilería.

Para esta configuración se elaboró una muestra representativa la cual fue cortada posteriormente en forma vertical y diagonal (Figura 3.2), para poder observar el comportamiento del mortero-malla y la cantidad de mortero que ingresa tanto en la unidad de albañilería superior e inferior, esto representa la traba del mortero con respecto a la unidad de albañilería.



Figura 3.2. Superior: marcado y corte, Intermedio: vistas laterales, Inferior: vista interior de la traba.
Elaboración Propia

Se observa que para esta configuración el mortero se ve limitado por la malla metálica colocada sobre el mortero por tanto tiende a ingresar en mayor cantidad a la unidad de albañilería inferior.

Se determina que la Configuración A tiene mejor distribución de mortero, garantizando una traba más uniforme frente a la Configuración B (Figura 3.3), por lo tanto, se empleara la configuración A para la presente investigación.



Figura 3.3. Configuración A (Arriba), Configuración B(Abajo).
Elaboración Propia

3.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MALLA A TRACCIÓN

Para el cálculo de la resistencia de la malla se realiza el ensayo tracción para las configuraciones de malla de 1, 4 y 8 hilos para determinar su resistencia a tracción, la cual se determinada en base a un promedio simple de los datos obtenidos en las Figuras 3.4, 3.5 y 3.6 y la Tabla 3.



Figura 3.4. Ensayo a tracción de Malla electrosoldada – Configuración de 8 Hilos.
Elaboración Propia

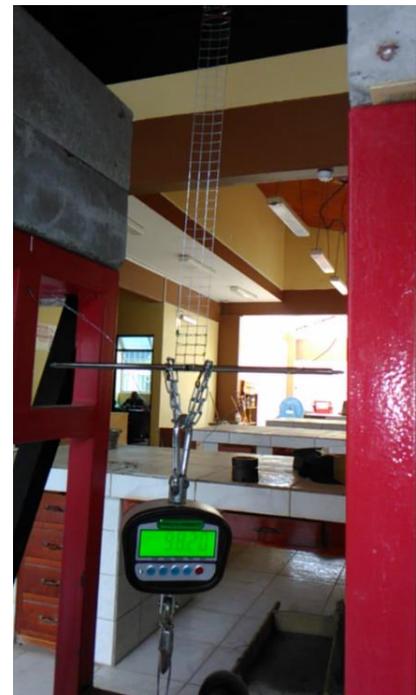


Figura 3.5. Ensayo a tracción de Malla electrosoldada – Configuración de 4 Hilos.
Elaboración Propia



Figura 3.6. Ensayo a tracción de Malla electrosoldada Configuración de 1 Hilo.

Elaboración Propia

Tabla 3. Cálculo de carga Máxima por Hilo

Muestra	Número de Hilos	Carga máxima (kg)	Carga máxima por Hilo (Kg)
Muestra 1	8	185.05	23.13
Muestra 2	8	151.40	18.93
Muestra 3	4	98.20	24.55
Muestra 4	4	90.40	22.60
Muestra 5	1	20.30	20.30
Promedio			21.90

Elaboración Propia

Dado que la configuración a emplear para las muestras será de 10 hilos, con los datos obtenidos se determina la carga máxima promedio representativa para una configuración de malla de 10 Hilos = $10 \times 21.90 = 219$ kg, esto nos permitirá tener un precedente para cálculos posteriores y líneas de investigación futura.

3.3. DATOS DE CARGA Y DEFORMACIÓN

3.3.1. DATOS DE CARGA

Para lograr un procesamiento de datos de carga correcto estos deben de ser transformados a valores que sean acorde a las unidades en las formulas a emplear, para esto se define los datos obtenidos directamente de los instrumentos de carga y las formulas debidamente explicadas para su conversión y posterior procesamiento.

Para lo cual se obtienen los datos de carga directamente del equipo digital de la marca MINIPRESS (Figura 3.7), el cual nos brinda los datos en unidades de PSI (lb/pulg²).



Figura 3.7. Equipo para determinar la carga.
Elaboración Propia

De estos datos se procede a realizar la conversión de PSI (lb/pulg²) a kg/cm² como se explica en la siguiente formula:

$$\frac{lb}{pulg^2} * \frac{1 kg}{2.2 lb} * \frac{1 pulg}{2.54 cm} = \frac{kg}{cm^2}$$

Posterior a la transformación estas deben expresarse en unidades de kg, para esto se necesita operar el valor obtenido en kg/cm² por el área de aplicación, esta área se determina por un diámetro equivalente del embolo como se muestra en la Figura 3.8.

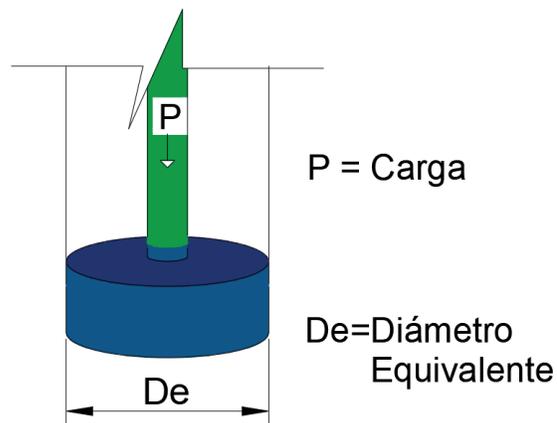


Figura 3.8. Diámetro Equivalente.
Elaboración Propia

Para este caso se tiene un diámetro equivalente único cuyo valor es $De = 18.83 \text{ cm}$ y el cual será considerado para la obtención de valores de carga expresados en kg, como se muestra en la siguiente formula:

$$\frac{kg}{cm^2} * \frac{\pi * De^2 cm^2}{4} = Kg$$

3.3.2. DATOS DE DEFORMACIÓN

Para lograr un procesamiento de datos de deformación correcto estos deben de ser transformados a valores que sean acorde a las unidades en las formulas a emplear, para esto se define los datos obtenidos directamente de los diales de deformación y el factor de conversión para su posterior procesamiento expresado en milímetros (mm).

Para lo cual se obtienen los datos de deformación directamente de dos equipos diferentes (Figura 3.9), los que brindan información con las siguientes características.



Figura 3.9. Dial de Deformación 1(Izquierda), Dial de Deformación 2 (Derecha).

Elaboración Propia

- Dial de Deformación 1:
 - ❖ Unidades: Pulgadas (pulg).
 - ❖ Precisión: 0.001 Pulgadas (pulg).
 - ❖ Factor de Conversión a milímetros: 25.4

- Dial de Deformación 2:
 - ❖ Unidades: Milímetros (mm).
 - ❖ Precisión: 0.01 Milímetros (mm).
 - ❖ Factor de Conversión a milímetros: 1

CAPÍTULO IV

PILAS

4.1. DEFINICIÓN

Conjunto de unidades de albañilería hecha de arcilla Y mortero de cemento las cuales son sometidas a pruebas de compresión de pilas. Para esta investigación se usa dos técnicas de elaboración.

- Técnica 1: Limpieza de los ladrillos y humedecimiento para luego asentarlos con mortero en proporción volumétrica 1:1/2:5 (cemento : agua : arena gruesa). Esta técnica es patrón de los especímenes (Figura 4.0).

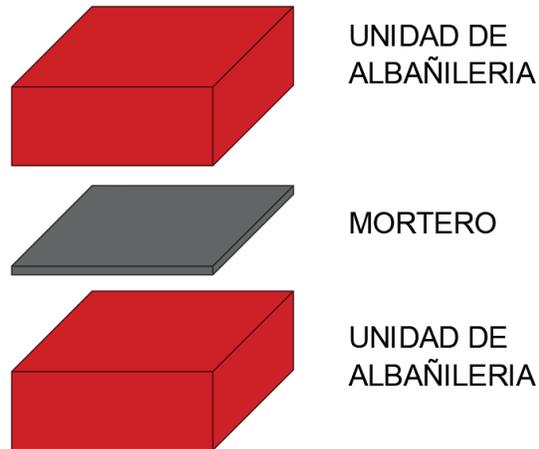


Figura 4.0. Configuración de Asentado – Técnica 1.
Elaboración Propia

- Técnica 2: Limpieza de los ladrillos y humedecimiento para luego asentarlos con mortero en proporción volumétrica 1:1/2:5 (cemento : agua : arena gruesa), más el uso de malla metálica empleando la Configuración A que fue previamente analizada (Figura 4.1).

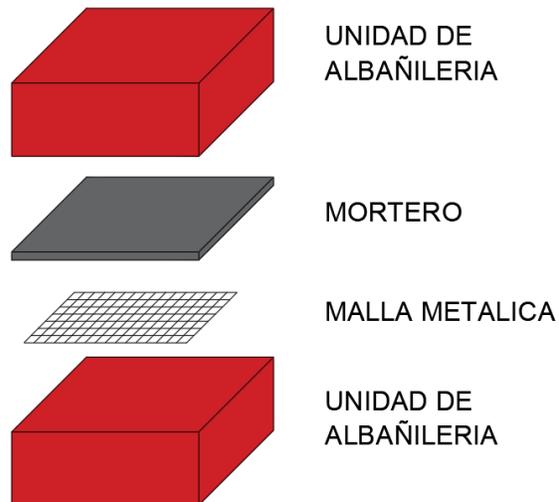


Figura 4.1. Configuración de Asentado – Técnica 2.
Elaboración Propia

4.2. GEOMETRÍA

Cada pila está compuesta por 6 ladrillos de arcilla King Kong de 18 huecos y se usa una junta promedio de 1cm de espesor, lo que da una altura total de 60 cm y brinda una esbeltez equivalente igual a 1 según la norma E.070 (Figura 4.2).

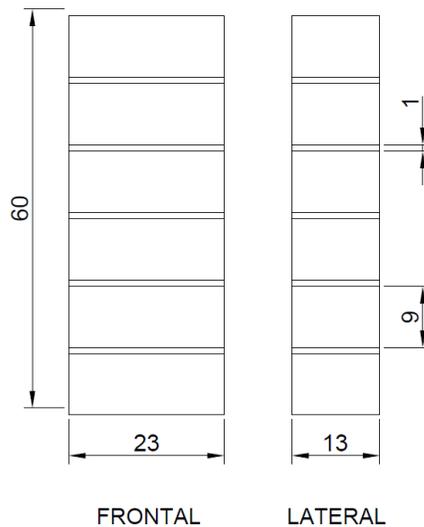


Figura 4.2. Geometría de las Pilas.
Elaboración Propia

4.3. SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN (NTP 399.605)

Este método de ensayo proporciona un medio para evaluar las características de resistencia a la compresión de la construcción en albañilería en campo, a través de pruebas de los prismas obtenidos a partir de aquella construcción cuando es muestreada de acuerdo con la práctica de la ASTM C1532. Las decisiones tomadas en la preparación de tales prismas extraídos en obra para la prueba, la determinación de la superficie neta, y la interpretación de los resultados de las pruebas de compresión requiere el juicio profesional. (NTP 399.605, 2013, p.3)

Se construirán los prismas con unidades representativas de aquellas usadas en la construcción. Si las unidades tienen pestañas, estrías o nervaduras que se proyecten 12.5 mm o más de la superficie de la unidad, se removerán esas salientes mediante corte con sierra. Cuando los prismas se utilizan para el control en obra de la calidad o seguridad, registrar la ubicación en la estructura que se corresponde con el conjunto de prismas construidos. (NTP 399.605, 2013, p.4)

Se construirán los prismas como se muestra en la Figura 4.3, con las unidades asentadas en forma de pila (una sobre la otra). Se colocarán las unidades en el prisma en la misma posición usada en la correspondiente construcción. En el momento de la construcción del prisma, las superficies de las unidades deberán estar libres de humedad. (NTP 399.605, 2013, p.4)

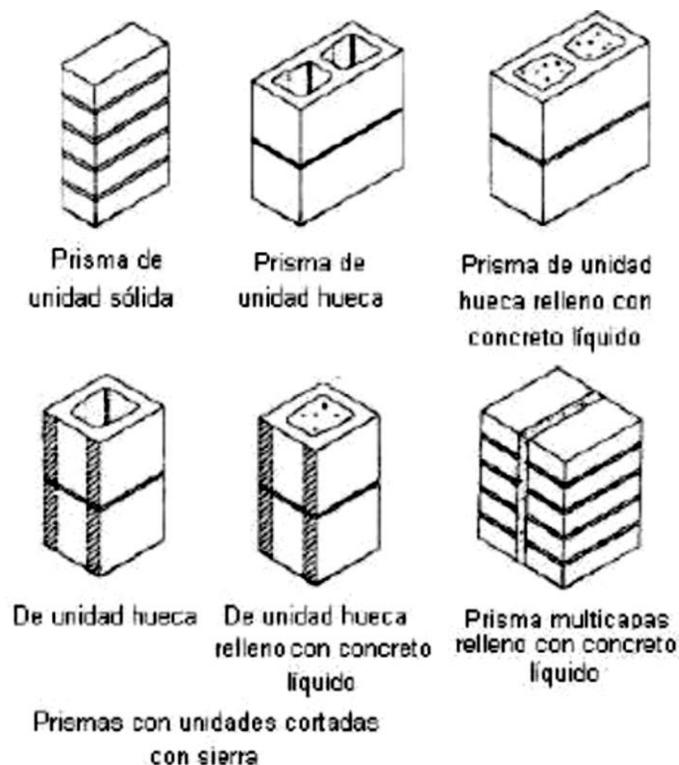


Figura 4.3. Construcción de prismas de albañilería.
Recuperado de NTP 399.605 (2013)

Construir los prismas con las unidades de longitud de tamaño completo o reducido. Cualquier corte requerido con sierra se llevará a cabo en las unidades antes de la construcción del prisma. El contenido de humedad de las unidades utilizadas para la construcción de los prismas deberá ser representativo de aquellos utilizados en la construcción. Los prismas compuestos de unidades huecas que contienen celdas cerradas tendrán por lo menos una celda completa con el espesor total de sus paredes en ambos lados (Figura 4.4). Prismas compuestos de unidades huecas con celdas abiertas, tendrán la sección transversal lo más simétrica posible. La longitud mínima de los prismas será de 100 mm. (NTP 399.605, 2013, p.5)

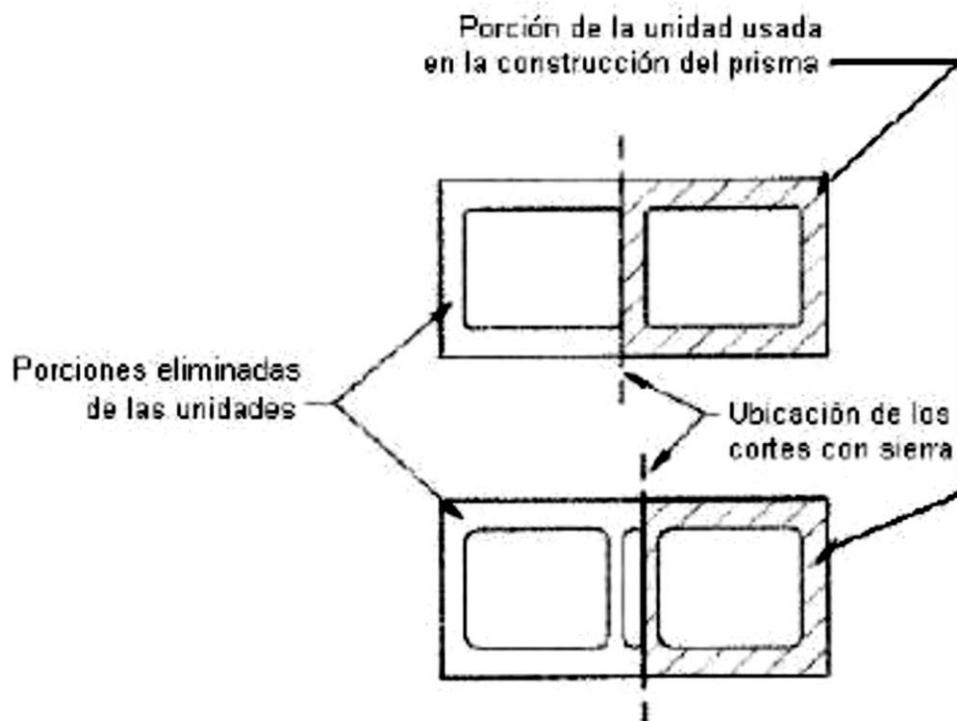


Figura 4.4. Corte de unidades huecas antes de la construcción de prismas.
Recuperado de NTP 399.605 (2013)

Después de las primeras 48 h de curado de prismas construidos, mantener los prismas en bolsas en una zona con una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($75\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{F}$). (NTP 399.605, 2013, p.8)

Dos días antes de la prueba, retire las bolsas de humedad apretada y continuar el almacenamiento a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($75\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{F}$) y una humedad relativa inferior al 80 %. (NTP 399.605, 2013, p.8)

Para los prismas obtenidos en la obra de albañilería, almacenar las muestras en el laboratorio a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($75\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{F}$) y una humedad relativa inferior al 80 % por lo menos dos días antes de la prueba. (NTP 399.605, 2013, p.9)

Prismas no será secados en horno o de lo contrario se expone a temperaturas superiores a los requisitos de temperatura de almacenamiento en cualquier momento antes de la prueba. Se ensayarán los prismas a la edad de 28 días o a la edad solicitada para el ensayo. Se ensayará una muestra de prismas para cada edad. La edad del prisma se determinará a partir del momento del asentado de la unidades para los prismas sin relleno y desde el momento de efectuado el relleno, para los prismas rellenos con concreto líquido. (NTP 399.605, 2013, p.9)

Para la elaboración se muestra el siguiente procedimiento.

- Identificar y limpieza de unidades previo al asentado (Figura 4.5).

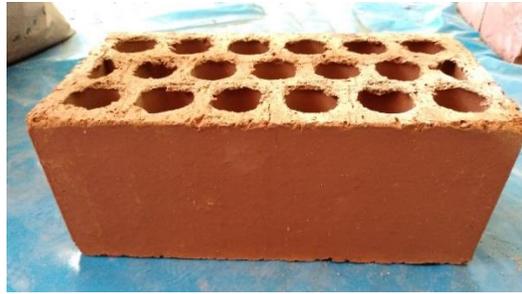


Figura 4.5. Unidad de Albañilería Limpia y Húmeda.
Elaboración Propia

- Construcción de primas con las unidades asentándolas en forma de pilas unidas con mortero 1:1/2:5 (Cemento : Agua : Arena gruesa) con una junta de 10 mm como mínimo y 15 mm como máximo (Figura 4.6).



Figura 4.6. Asentado de Pilas.
Elaboración Propia

- Realizar el curado por 28 días como mínimo, especificado en la norma NTP 399.605.
- Refrentar las pilas cubriéndolas con una capa delgada de mortero con la misma composición 1:1/2:5 (Cemento : Agua : Arena Grueso), y verificando la nivelación adecuada (Figura 4.7).



Figura 4.7. Capa de Refrantado.
Elaboración Propia

- Tomar datos de medidas de la muestra para posterior comparación.
- Colocar las pilas en la máquina de compresión y se aplica carga continua hasta ocasionar la falla o rotura. (Figura 4.8).

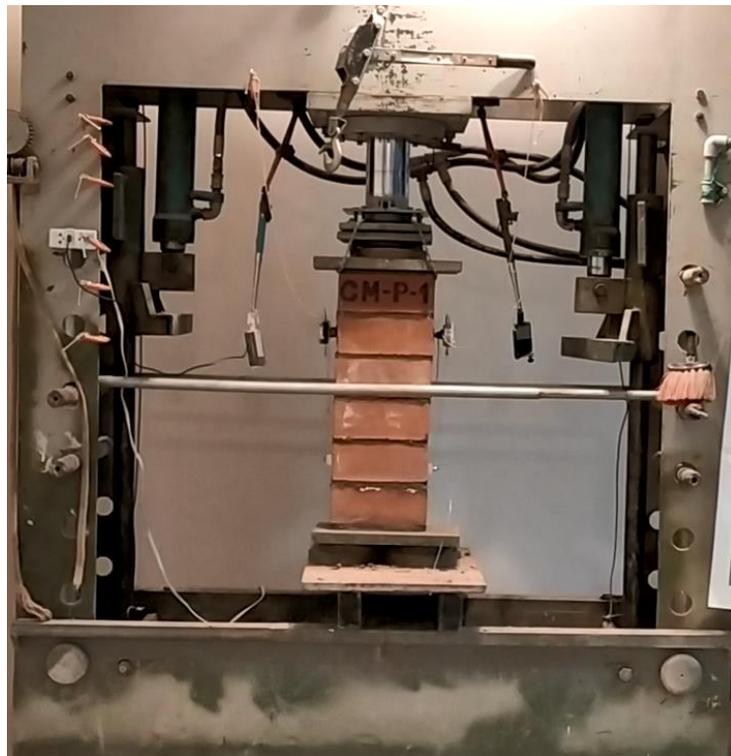


Figura 4.8. Colocación de la Pila en la Máquina de Ensayo.
Elaboración Propia

4.4. COMPORTAMIENTO TEÓRICO A LA COMPRESIÓN

El estado de compresión uniaxial en albañilería consiste en la aplicación de carga paralela al eje longitudinal del prisma. El caso más estudiado para este material es cuando las juntas de mortero se encuentran perpendicular al eje de aplicación de la carga, como se muestra en la Figura 4.9. Sin embargo, podría presentarse algún otro caso en el que las juntas de mortero y las unidades se encuentren asentadas con cierto ángulo de inclinación respecto al eje horizontal. (Ruiz, 2017, p.9)



Figura 4.9. Compresión uniaxial de un prisma de albañilería.
Recuperado de Ruiz (2017)

La Norma ASTM C 1314-03b *Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms* (2003) indica que los prismas deben ser hechos con un mínimo de dos unidades de ladrillo en altura y con una relación de esbeltez (altura/espesor) comprendida entre 1.3 y 5. La Norma Peruana NTP 339.605 (2013) recomienda que los prismas posean un mínimo de tres hiladas. (Ruiz, 2017, p.10)

Para el caso de los prismas de albañilería con junta de asiento perpendicular al eje de aplicación de la carga, el patrón de falla ideal se presenta con grietas verticales. Las grietas verticales se producen por la tracción que se genera en la dirección horizontal al aplicar la carga en el eje vertical. Fallas en las esquinas superiores e inferiores del prisma son indeseadas pues su causa se relaciona con una concentración de esfuerzos inducida en dichas zonas por un mal refrentado o malas condiciones de ensayo. (Ruiz, 2017, p.10)

Cabe destacar que la falla ideal de las pilas de albañilería es una grieta vertical que corta unidades y mortero, producida por tracción debida a la expansión lateral causada por la compresión aplicada; en cambio, las fallas por trituración (Fig.4.10) de la unidad son indeseables por ser muy frágiles y explosivas, esta falla se presenta por lo general cuando se utiliza unidades huecas. (San Bartolome, 2005, p.63)

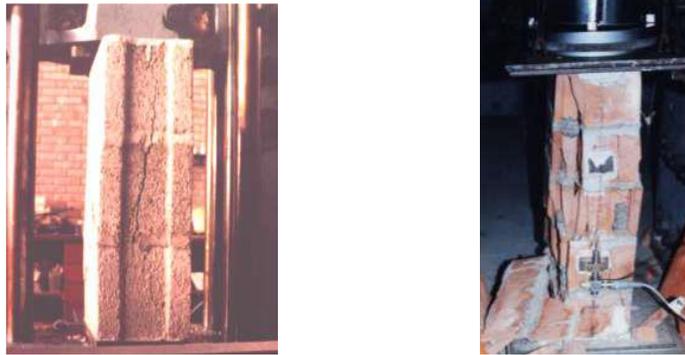


Figura 4.10. Falla por tracción lateral (Izquierda) y falla por trituración (Derecha).
Recuperado de San Bartolomé (2015)

Además, la norma E.070, presenta valores de resistencia característica como se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Resistencia Característica de Pilas

Resistencia Característica de la albañilería Mpa(kg/cm ²)		
Materia Prima	Denominación	Pilas f _m
	King Kong Artesanal	3.4 (35)
Arcilla	King kong Industrial	6.4 (65)
	Rejilla Industrial	8.3 (85)

Adaptado de Norma Técnica E.070 (2006)

Observaciones: Describir el modo de falla tan extensamente como sea posible, o ilustrar, o ambos, los patrones de grieta, y despostillamiento en un esquema o fotografía. Tenga en cuenta si el hecho se produjo en un lado o uno de los extremos del prisma antes de la fractura de la parte contraria o al final del prisma. Identificar el modo de fallo utilizando la Figura 4.11. (NTP 399.605, 2013, p.13)

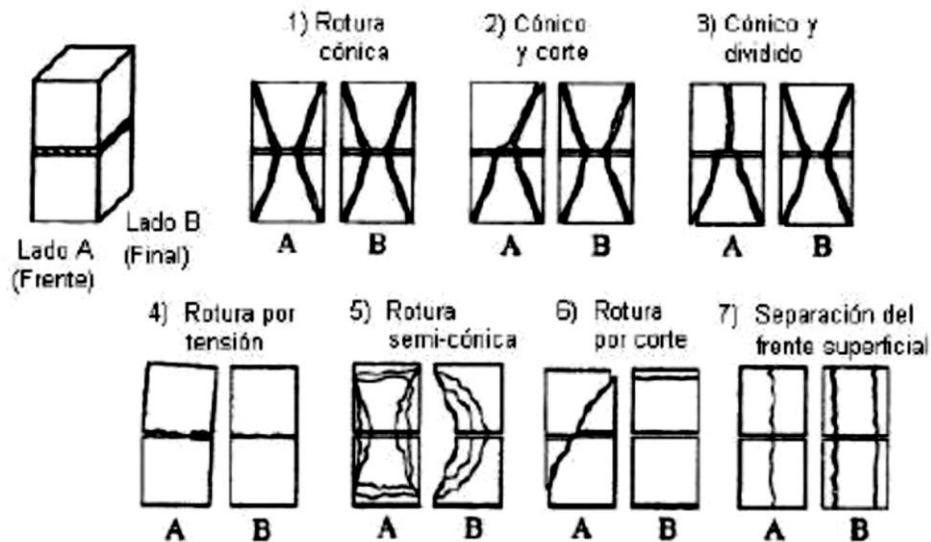


Figura 4.11. Esquemas de modo de falla
Recuperado de NTP 399.605 (2013)

Formas de falla de prismas

El tipo de falla en prismas está influenciado por la interacción entre las caras de asiento de las unidades y el mortero. Las unidades y el mortero tienen diferentes rigideces, pero están integrados en el prisma que al ser sometidos a esfuerzo axial el material más rígido restringe la deformación transversal del material más deformable que es el mortero, induciéndole esfuerzos de tracción lateral a la unidad que dan lugar a grietas verticales en el prisma. (Arias, 2018, p.54)

Según la NTP 399.605 los tipos de falla son: (Arias, 2018, p.54)

- Tipo I. Falla cónica, esta sería la falla ideal.
- Tipo II. Falla cónica y corte.
- Tipo III. Falla cónica y dividida.
- Tipo IV. Falla por tensión.
- Tipo V. Falla semicónica.
- Tipo VI. Falla por corte.
- Tipo VII. Falla por separación del frente superficial. (Arias, 2018, p.54)

4.5. RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESION AXIAL (f' m)

Para la resistencia a compresión (f_m) de cada pila se obtiene al dividir la carga de rotura entre el área bruta de la sección transversal de la pila a la que se aplica la carga.

Para la cual se emplea la formula siguiente: $f_m = \frac{Pu}{A}$

Donde:

- P_u : Carga de Rotura en kg.
- A : Área de la sección transversal.
- $A = L * B$
- L : Largo promedio del murete.
- B : Ancho promedio del murete.
- f_m : Resistencia a la compresión en kg/cm²

Multiplicar la resistencia del prisma de albañilería por el factor de Corrección (FCE) del prisma correspondiente. Calcular la resistencia a la compresión de albañilería (f_m), para cada conjunto de prismas promediando los valores obtenidos. (NTP 399.605, 2013, p.15)

Se calculará para cada prisma la relación hP/tP entre la altura (hP) y la menor dimensión lateral (tP) de ese prisma. Se determinará el factor de corrección de la Tabla 5. (NTP 399.605, 2013, p.15)

Para valores de hP/tP intermedios, el factor de corrección se calculará mediante interpolación lineal de los valores de la Tabla 5. Determinar el factor de corrección correspondiente por interpolación lineal entre los valores dados. (NTP 399.605, 2013, p.15)

Tabla 5. Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prismas de albañilería

Resistencia Característica de la albañilería Mpa(kg/cm ²)		
Materia Prima	Denominación	Pilas f'_m
	King Kong Artesanal	3.4 (35)
Arcilla	King kong Industrial	6.4 (65)
	Rejilla Industrial	8.3 (85)

h_p/t_p^A	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Factor de corrección	0,75	0,86	1,0	1,04	1,07	1,15	1,22

Recuperado de NTP 399.605 (2013)

Para el cálculo de la resistencia característica a compresión axial de cada técnica ($f'm$), este debe ser obtenido restando una desviación estándar al valor promedio de cada grupo de pilas ensayadas.

4.6. MÓDULO DE ELASTICIDAD (E_m)

El módulo de elasticidad es representado por una gráfica de Esfuerzo axial vs deformación, de la cual solo hará mención comparativa entre datos obtenidos de una muestra de cada grupo de control, debido a no haber obtenido datos consistentes durante el ensayo, para este caso se operan los valores de deformación y carga.

- Datos de Deformación:
 - ❖ Multiplicar el valor obtenido por la precisión y el factor de conversión de cada dial, para obtener el desplazamiento en milímetros.
 - ❖ Dividir el valor anterior entre la distancia D1 y D2, para obtener los valores de deformación ϵ
 - ❖ Obtener el ϵ promedio de ambos valores en forma tabular.

- Datos de Carga:
 - ❖ Hacer la conversión del valor de carga a unidades de kg/cm^2 .

- ❖ Dividir la carga entre el área bruta en forma tabular, para obtener fm.

Finalmente, con los datos obtenidos de forma tabular realizar la gráfica: Esfuerzo axial Vs Deformación.

4.7. IDENTIFICACIÓN Y DATOS DE ESPECÍMENES

Se realiza la construcción de 12 pilas, divididas de acuerdo a las técnicas de construcción en 2 grupos (Grupo SM-P Y Grupo CM-P), de los cuales se toma como patrón de comparación al Grupo SM-P.

Para la identificación de especímenes se emplea la nomenclatura descrita en la Tabla 6.

Los especímenes han sido construidos en una sola jornada de trabajo, por lo cual todos mantienen la misma edad de 28 días al momento de ser ensayados para mantener la uniformidad de resistencia en función al tiempo de curado.

Tabla 6. Nomenclatura de Pilas

TÉCNICA	PILAS	MORTERO	MALLA METÁLICA
Técnica 1	SM-P-1	1 : 1/2 : 5	SIN INCORPORAR
	SM-P-2		
	SM-P-3		
	SM-P-4		
	SM-P-5		
	SM-P-6		
Técnica 2	CM-P-1	1 : 1/2 : 5	INCORPORADA
	CM-P-2		
	CM-P-3		
	CM-P-4		
	CM-P-5		
	CM-P-6		

Elaboración Propia

Para los datos de las mediciones se sigue la referencia mostrada en la Figura 4.12, donde se determina las medidas y la ubicación de los demás componentes previos al ensayo (diales y anclajes), los que serán expresados en la Tabla 7.

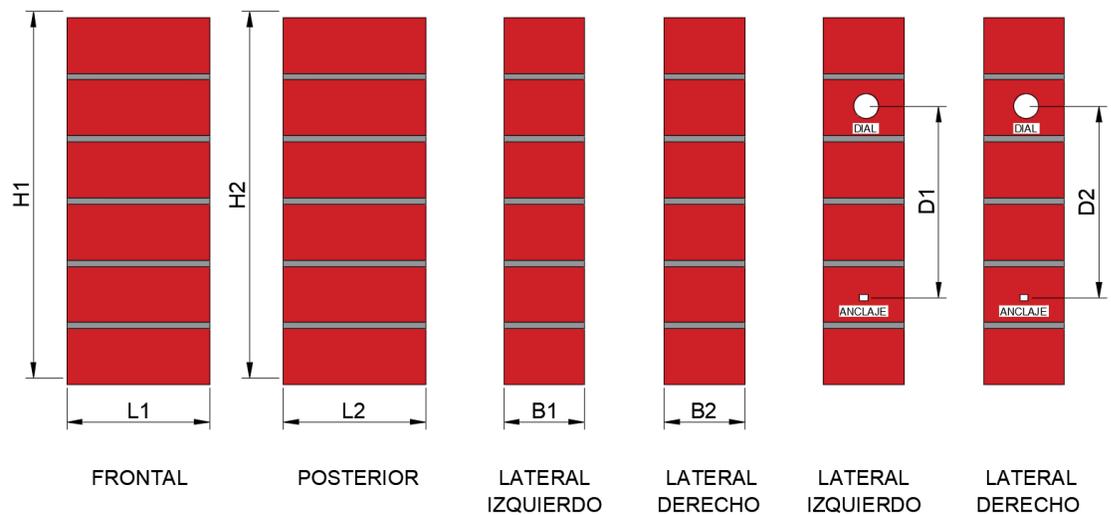


Figura 4.12. Esquema de toma de datos de medidas en pilas
Elaboración Propia

Tabla 7. Datos Obtenidos de las Pilas

PILAS	Alto (H1) cm	Alto (H2) cm	Largo (L1) cm	Largo (L2) cm	Ancho (B1) cm	Ancho (B2) cm	D1 cm	D2 cm
SM-P-1	62.7	62.7	23.0	23.0	12.5	12.5	31.8	30.2
SM-P-2	62.3	62.3	23.0	23.0	12.5	12.5	29.9	32.0
SM-P-3	62.2	62.2	23.0	23.0	12.5	12.5	32.0	32.5
SM-P-4	62.2	62.2	22.8	22.8	12.4	12.4	31.6	30.7
SM-P-5	62.3	62.3	23.0	23.0	12.7	12.7	31.7	32.8
SM-P-6	62.0	62.0	22.7	22.7	12.5	12.5	30.7	32.0
CM-P-1	62.5	62.5	23.0	23.0	12.5	12.5	30.9	32.7
CM-P-2	62.8	62.8	23.0	23.0	12.5	12.5	31.0	30.1
CM-P-3	62.4	62.4	22.8	22.8	12.7	12.7	31.5	32.5
CM-P-4	62.2	62.2	22.7	22.7	12.7	12.7	30.6	30.7
CM-P-5	62.0	62.0	22.9	22.9	12.5	12.5	30.5	32.4
CM-P-6	62.7	62.7	23.0	23.0	12.5	12.5	31.4	32.2

Elaboración Propia

Los datos de medición son obtenidos por medio del uso de regla metálica para obtener una precisión de 0.1 cm.

CAPÍTULO V

MURETES

5.1. DEFINICIÓN

Conjunto de unidades de albañilería hecha de arcilla y mortero de cemento las cuales son sometidas a pruebas de carga diagonal. Para esta investigación se usa dos técnicas.

- Técnica 1: Limpieza de los ladrillos y humedecimiento para luego asentarlos con mortero en proporción volumétrica 1:1/2:5 (cemento : agua : arena gruesa). Esta técnica es empleada como patrón de comparación (Figura 5.0).

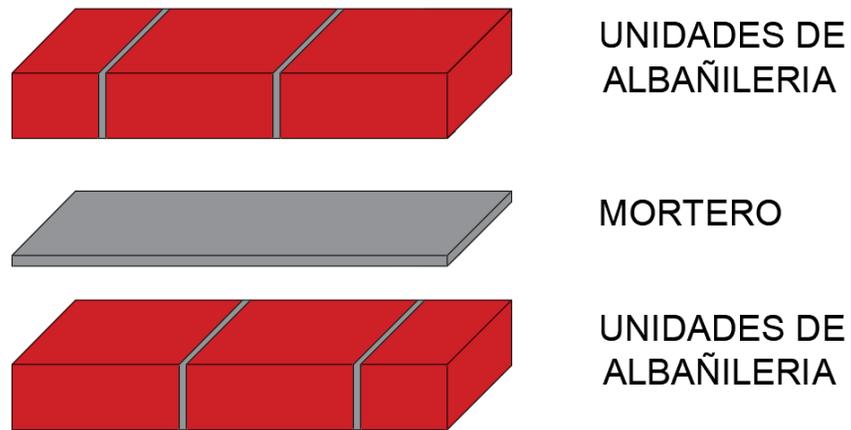


Figura 5.0. Configuración de Asentado – Técnica 1.
Elaboración Propia

- Técnica 2: Limpieza de los ladrillos y humedecimiento para luego asentarlos con mortero en proporción volumétrica 1:1/2:5 (cemento : agua : arena gruesa), más el uso de malla metálica empleando la Configuración A, antes mencionada (Figura 5.1).

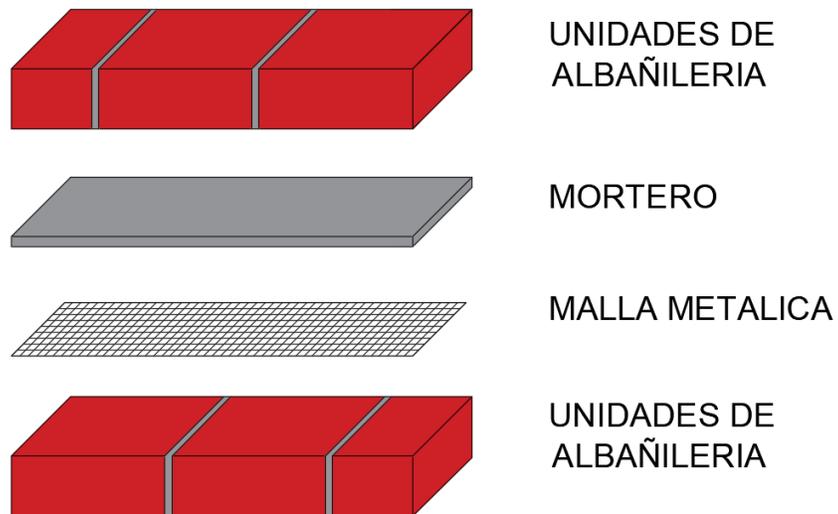


Figura 5.1. Configuración de Asentado – Técnica 2.
Elaboración Propia

Existen dos tipos de muros en una edificación las cuales son los muros portantes y los muros de tabiquería, los primeros soportan el peso de la estructura y resisten las fuerzas de los sismos, mientras que el segundo tipo se utiliza para separar ambientes.

5.2. GEOMETRÍA

Se prepara los muretes con las dimensiones de 0.60 x 0.60 m, las cuales son asentadas de soga, escuadradas con la ayuda de un nivel o plomada para mantener la verticalidad en la preparación de las muestras (Figura 5.2).

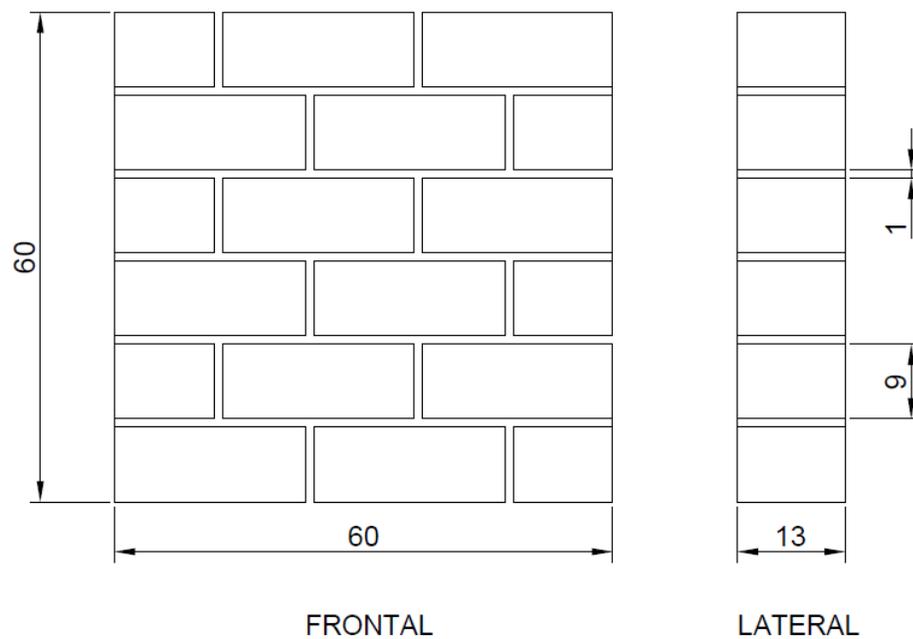


Figura 5.2. Geometría del murete.
Elaboración Propia

5.3. SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN (NTP 399.621)

Este método de ensayo fue desarrollado para medir con mayor precisión de la que era posible con otros métodos, la resistencia a la compresión diagonal (corte) de la albañilería. El tamaño del espécimen ha sido elegido como el menor tamaño que sería razonablemente representativo de un muro de albañilería a escala natural, y que permitirían el uso de máquinas de ensayo, tales como las que se emplean en muchos laboratorios. (NTP 399.621, 2004, p.3)

Tamaño y Forma: Los especímenes serán muretes cuadrados con una dimensión mínima de 600 mm x 600 mm, abarcando por lo menos dos unidades enteras de albañilería por hilada, por el espesor del tipo de muro que está siendo ensayado. (NTP 399.621, 2004, p.3)

Numero de Especímenes: Los ensayos se harán en por lo menos tres muretes iguales, construidos utilizando en todos la misma unidad de albañilería, mortero y mano de obra. En el caso de albañilería armada, se deberán ensayar muretes que tengan la misma característica que se usaran en obra, en cuanto al relleno o no con concreto liquido de las unidades, de acuerdo a lo especificado en el proyecto estructural. (NTP 399.621, 2004, p.3)

Curado: Después de la construcción, los muretes no deberán ser movidos por lo menos durante 7 días, serán almacenados al aire en el laboratorio por no menos de 28 dias, a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$, una humedad relativa entre 25% y 75 %, y libres de corrientes de aire. (NTP 399.621, 2004, p.4)

- Se seleccionan los ladrillos eliminando los que tienen esquinas defectuosas y rajaduras, posteriormente se efectúa el corte de las unidades para completar la hilada de asentado (Figura 5.3).



Figura 5.3. Corte de Unidad de Albañilería.
Elaboración Propia

- El mortero empleado en una proporción de 1:1/2:5 (Figura 5.4).



Figura 5.4. Mortero.
Elaboración Propia

- En el asentado de las unidades se debe controlar la verticalidad de los muros, los espesores de juntas, y las alturas de las hiladas. Las longitudes serán como mínimo de 60 cm x 60 cm

aproximadamente. Colocados en 6 hiladas de 2.5 ladrillos por hilada con una junta de 1 cm (Figura 5.5).



Figura 5.5. Asentado de Murete.
Elaboración Propia

- Los muretes deben ser almacenados a temperatura ambiente cuidando de que no estén sometidos a gradientes térmicas muy pronunciadas, a los 28 días de edad se procede al ensayo. (Figura 5.6).



Figura 5.6. Vista General de las Muestras
Elaboración Propia

- Se realiza el refrentado de dos de las esquinas opuestas de las muestras donde se aplica la carga de compresión diagonal (Figura 5.7).



Figura 5.7. Capa de Refrentado
Elaboración Propia

- Después de 25 días se traslada los muretes desde el lugar de construcción en forma adecuada, hacia el laboratorio evitando sacudidas, saltos y volteos. Este traslado de 3 días antes de cumplir la edad de ensayo (28 días) se realiza para acondicionar los especímenes y hacer la ubicación y medición previa.
- Se prepara el equipo a compresión diagonal y se coloca el murete verificando la posición correcta del mismo, centrando los cabezales tanto superior como inferior (Figura 5.8).

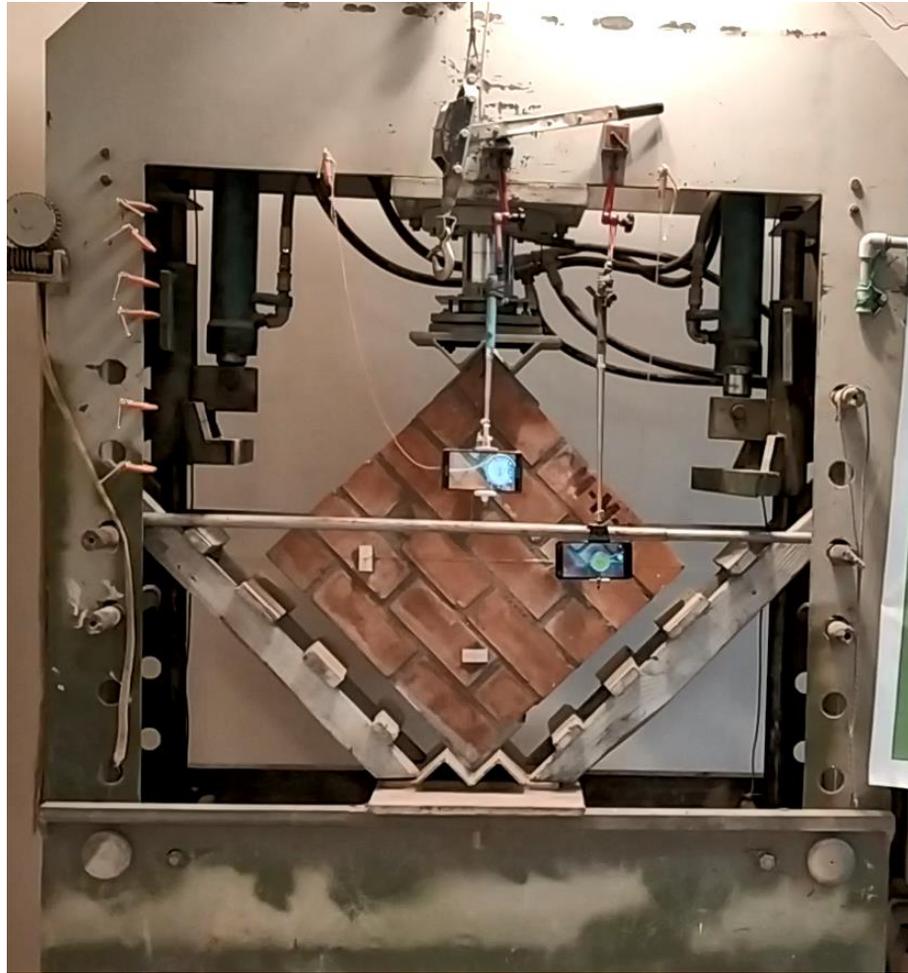


Figura 5.8. Colocación del Murete en la Máquina de Ensayo.
Elaboración Propia

5.4. COMPORTAMIENTO TEÓRICO A COMPRESIÓN DIAGONAL

Ruiz (2017), El estado de carga que se realiza para caracterizar a la albañilería es la compresión diagonal en muretes, este ensayo se realiza para conocer la resistencia a corte del material y el módulo de corte. La carga se aplica en sus esquinas de manera que la diagonal vertical se encuentra en un estado de compresión máximo y en el sentido perpendicular a esta, se genera tracción, como se muestra (Figura 5.9). De acuerdo con la NTP 399.621, los especímenes deben ser de 600x600 mm como mínimo, y

contener dos unidades enteras de albañilería por hilada. Además, al igual que para el caso de las pilas la norma E.070 propone los valores de resistencia mínimos referenciales para la albañilería que se muestran en Tabla 8.

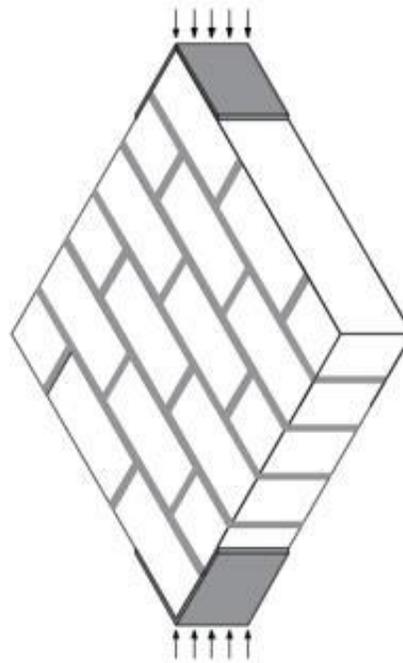


Figura 5.9. Compresión Diagonal en murete de albañilería.
Recuperado de Ruiz (2017)

Tabla 8. Resistencia Característica de Muretes

Resistencia Característica de la albañilería Mpa(kg/cm ²)		
Materia Prima	Denominación	Murete V _m
	King Kong Artesanal	0.5 (5.1)
Arcilla	King kong Industrial	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	0.9 (9.2)

Adaptado de Norma Técnica E.070 (2006)

La falla puede presentarse de diversos modos. Uno de ellos es cuando se aproxima a la dirección de la diagonal vertical, en tal

caso, se identifica una buena calidad de adherencia unidad/mortero. También, puede que la falla atraviese las juntas de mortero de forma escalonada. Un caso menos deseado es cuando la falla se concentra en las zonas próximas a las esquinas superior e inferior que son sometidas a cargas; en tal caso, no se desarrollan las máximas resistencias de corte en el material. En la Figura 5.10 se pueden ver las fallas descritas. (Ruiz, 2017)

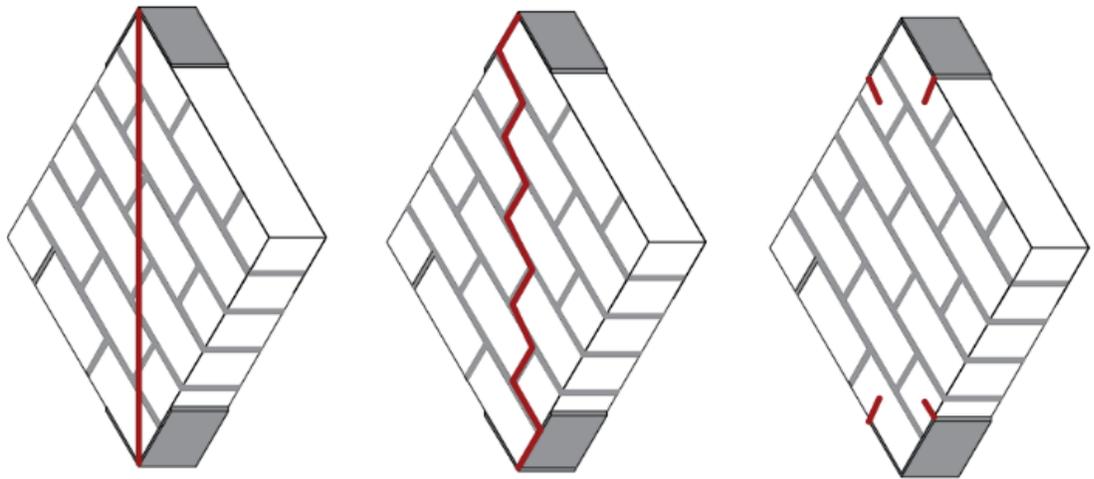


Figura 5.10 Fallas típicas en un estado de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Recuperado de Ruiz (2017)

Formas de falla de muretes

La resistencia a corte puro y la forma de falla respectiva dependen mucho del grado de adherencia que se desarrolle en la interface unidad-mortero. La NTP 399.621:2004 clasifica las fallas en los muretes así: (Arias, 2018, p.60)

- Tipo I. Falla por tracción diagonal. Esta sería la falla ideal.
- Tipo II. Falla mixta. Debido a la mala adherencia unidad mortero.
- Tipo III. Falla por deslizamiento. Debido a la mala adherencia
 - en la junta horizontal.
- Tipo IV. Falla escalonada. Debido a la mala adherencia en las
 - juntas horizontales y verticales. (Arias, 2018, p.60)

Se muestran modelos de falla en las Figuras 5.11 y 5.12.



Figuras 5.11. Fallas por tracción diagonal.
Recuperado de San Bartolomé (2005)



Figura 5.12. Falla escalonada en murete y en muros.
Recuperado de San Bartolomé (2005)

5.5. RESISTENCIA CARACTERÍSTICA AL CORTE (v_m)

Para la compresión diagonal (v_m) de cada pila se obtiene al dividir la carga de rotura entre el área bruta de la diagonal del murete al que se aplica la carga.

Para la cual se emplea la formula siguiente: $v_m = \frac{P_u}{A_d}$

Donde:

- P_u : Carga de Rotura en kg.
- A_d : Área bruta de la diagonal.
- $A_d = \sqrt{L^2 + H^2} * t$
- L : Longitud promedio del murete.
- H : Altura promedio del murete.
- t : Espesor promedio del murete.
- v_m : Resistencia al corte kg/cm²

Para el cálculo de la resistencia característica al corte de cada técnica (v_m), este debe ser obtenido restando una desviación estándar al valor promedio de cada grupo de muretes ensayados.

5.6. MÓDULO DE RIGIDÉZ (G_m)

El módulo de rigidez o corte es calculado de la gráfica de esfuerzo a corte vs distorsión, de la cual solo se hace mención comparativa entre datos obtenidos de una muestra de cada grupo de control.

- Datos de Deformación:
 - ❖ Multiplicar el valor obtenido por la precisión y el factor de conversión de cada dial para obtener la deformación.

- ❖ Sumar las deformaciones para la deformación promedio.
 - ❖ Dividir la distorsión entre el promedio de las distancias D_v (Distancia Vertical) y D_h (Distancia Horizontal), para obtener la distorsión γ .
- Datos de Carga:
- ❖ Hacer la conversión de unidades de carga.
 - ❖ Dividir la carga entre el área bruta diagonal, para obtener la resistencia a corte v_m .

Finalmente, con los datos obtenidos de forma tabular realizar la gráfica: Esfuerzo a corte vs Distorsión.

5.7. IDENTIFICACIÓN Y DATOS DE ESPECÍMENES

Se realiza la construcción de 12 muretes, divididos de acuerdo a la técnica de construcción en 2 grupos (Grupo SM-M Y Grupo CM-M), de los cuales se toma como patrón de comparación al Grupo SM-M.

Para la identificación de especímenes se emplea la nomenclatura descrita en el Cuadro 9.

Todos los especímenes han sido construidos en una sola jornada de trabajo, por lo cual todos mantienen la misma edad de 28 días al momento de ser ensayados para mantener la uniformidad de resistencia en función al tiempo de curado.

Tabla 9. Nomenclatura de Muretes

TÉCNICA	MURETES	MORTERO	MALLA METÁLICA
Técnica 1	SM-M-1	1 : 1/2 : 5	SIN INCORPORAR
	SM-M-2		
	SM-M-3		
	SM-M-4		
	SM-M-5		
	SM-M-6		
Técnica 2	CM-M-1	1 : 1/2 : 5	INCORPORADA
	CM-M-2		
	CM-M-3		
	CM-M-4		
	CM-M-5		
	CM-M-6		

Elaboración Propia

Para los datos de las mediciones se sigue la referencia mostrada en la Figura 5.13, donde se determina las medidas y la ubicación de los demás componentes previos al ensayo (diales y anclajes), los que serán expresados en la Tabla 10.

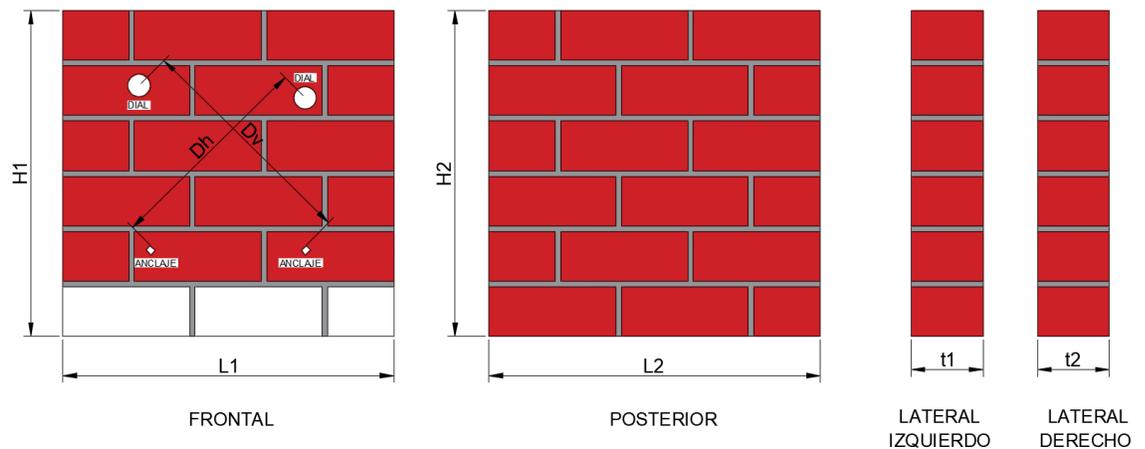


Figura 5.13. Esquema de toma de datos de medidas en muretes
Elaboración Propia

Tabla 10. Datos Obtenidos de los muretes

PILAS	Alto (H1) cm	Alto (H2) cm	Largo (L1) cm	Largo (L2) cm	Ancho (t1) cm	Ancho (t2) cm	Dv cm	Dh cm
SM-M-1	60.2	60.2	59.7	59.7	12.7	12.7	40.8	44.0
SM-M-2	59.7	59.7	59.9	59.9	12.7	12.7	40.5	44.1
SM-M-3	59.6	59.6	59.7	59.7	12.5	12.5	39.4	41.2
SM-M-4	59.9	59.9	59.9	59.9	12.5	12.5	40.7	44.7
SM-M-5	59.9	59.9	59.9	59.9	12.5	12.5	39.8	44.5
SM-M-6	59.7	59.7	59.7	59.7	12.5	12.5	39.5	44.4
CM-M-1	60.1	60.1	59.7	59.7	12.5	12.5	40.0	42.6
CM-M-2	60.0	60.0	59.8	59.8	12.5	12.5	38.4	42.6
CM-M-3	59.9	59.9	59.8	59.8	12.5	12.5	40.8	43.7
CM-M-4	59.9	59.9	59.8	59.8	12.5	12.5	38.5	42.4
CM-M-5	60.0	60.0	59.9	59.9	12.7	12.7	40.7	42.7
CM-M-6	60.0	60.0	60.0	60.0	12.7	12.7	38.0	44.0

Elaboración Propia

Los datos de medición son obtenidos por medio del uso de regla metálica para obtener una precisión de 0.1 cm.

CAPÍTULO VI

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. PILAS

6.1.1. TIPO DE FALLA Y RESISTENCIA MÁXIMA

Para mostrar el estado previo y posterior de cada espécimen se hace uso de las figuras con su respectiva nomenclatura, así como una miniatura del equipo de lectura de carga.

Haciendo mención anteriormente a la clasificación de tipos de falla según la NTP 399.605, se describe el tipo de falla correspondiente a cada pila.

El resumen de cargas máximas es presentado en la Tabla 11, donde se muestra el dato de carga obtenido en unidades de PSI, así como su transformación a unidades de Kg.

➤ Muestra: **SM-P-1**

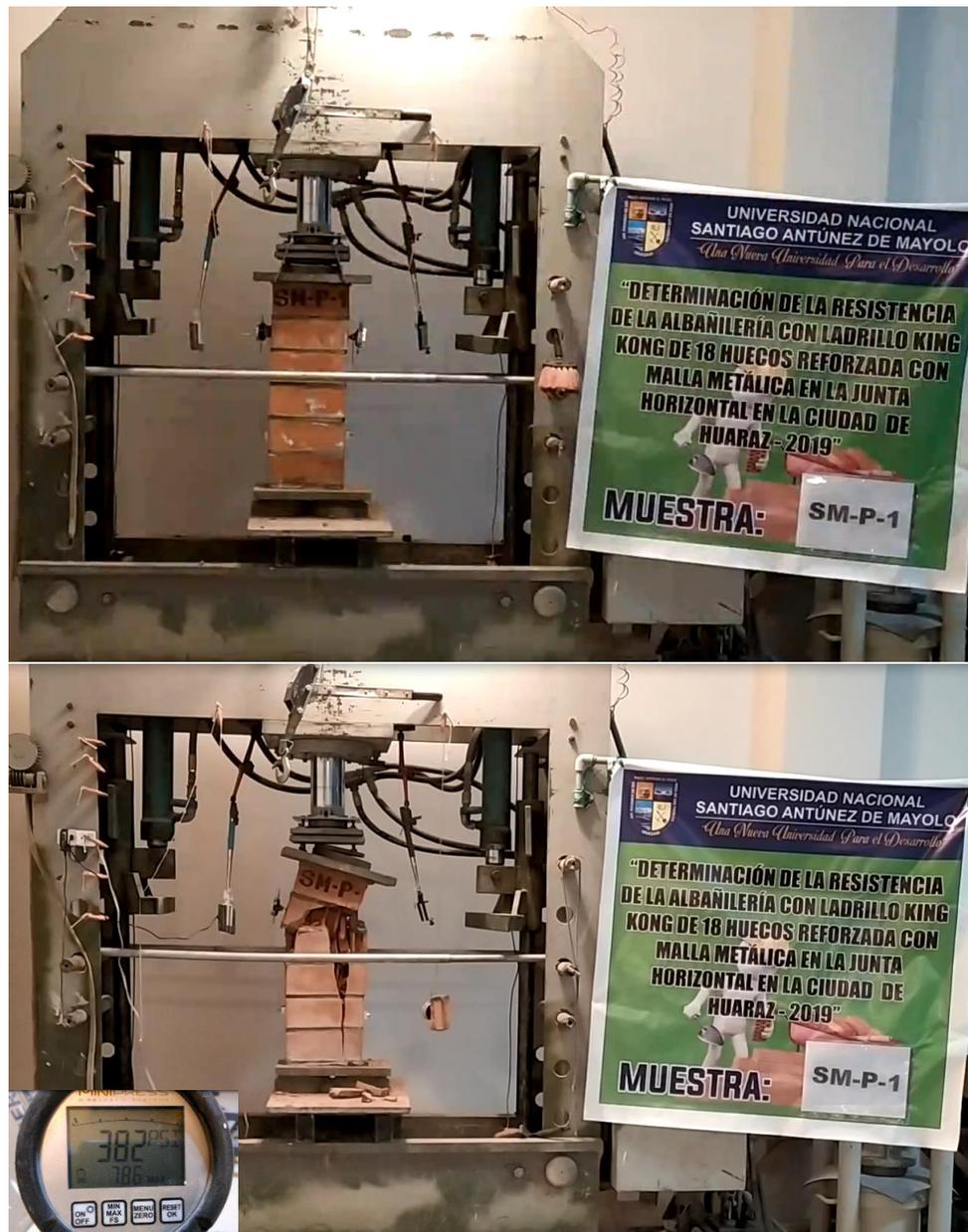


Figura 6.0. Arriba: Muestra SM-P-1 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-P-1 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo III (Falla cónica y dividida), con una carga máxima de 786 PSI.

➤ Muestra: **SM-P-2**



Figura 6.1. Arriba: Muestra SM-P-2 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-P-2 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo III (Falla cónica y dividida), con una carga máxima de 954 PSI.

➤ Muestra: **SM-P-3**



Figura 6.2. Arriba: Muestra SM-P-3 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-P-3 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo VI (Falla por corte), con una carga máxima de 811 PSI.

➤ Muestra: **SM-P-4**

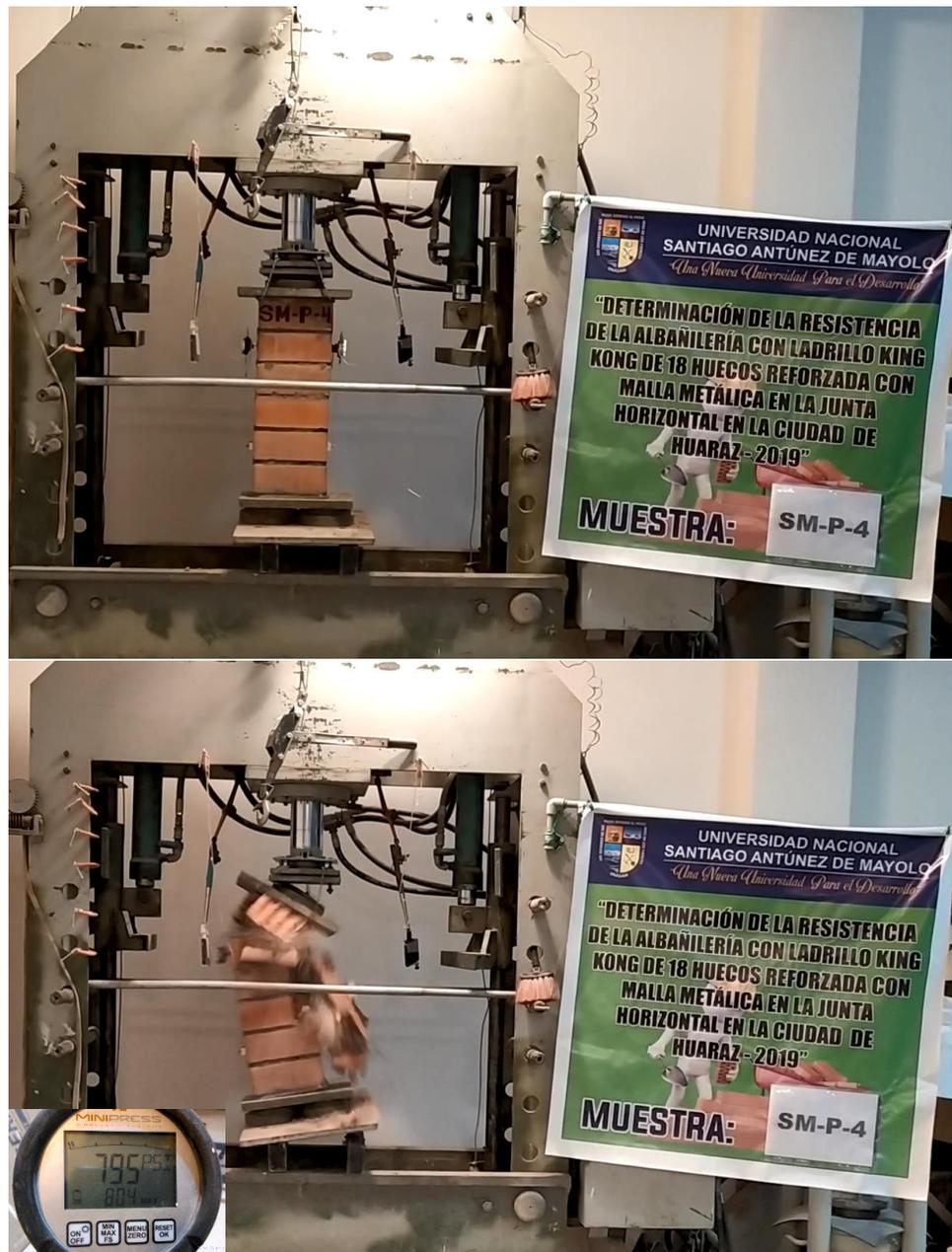


Figura 6.3. Arriba: Muestra SM-P-4 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-P-4 posterior al ensayo con su carga máxima.

Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo III (Falla cónica y dividida), con una carga máxima de 804 PSI.

➤ Muestra: **SM-P-5**



Figura 6.4. Arriba: Muestra SM-P-5 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-P-5 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo II (Falla cónica y corte), con una carga máxima de 983 PSI.

➤ Muestra: **SM-P-6**



Figura 6.5. Arriba: Muestra SM-P-6 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-P-6 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo I (Falla cónica), con una carga máxima de 949 PSI.

➤ Muestra: **CM-P-1**



Figura 6.6. Arriba: Muestra CM-P-1 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-P-1 posterior al ensayo con su carga máxima.

Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo II (Falla cónica y corte), con una carga máxima de 1029 PSI.

➤ Muestra: **CM-P-2**



Figura 6.7. Arriba: Muestra CM-P-2 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-P-2 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo V (Falla semicónica), con una carga máxima de 1079 PSI.

➤ Muestra: **CM-P-3**



Figura 6.8. Arriba: Muestra CM-P-3 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-P-3 posterior al ensayo con su carga máxima.

Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo II (Falla cónica y corte), con una carga máxima de 1080 PSI.

➤ Muestra: **CM-P-4**



Figura 6.9. Arriba: Muestra CM-P-4 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-P-4 posterior al ensayo con su carga máxima.

Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo II (Falla cónica y corte), con una carga máxima de 1102 PSI.

➤ Muestra: **CM-P-5**



Figura 6.10. Arriba: Muestra CM-P-5 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-P-5 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo I (Falla cónica), con una carga máxima de 1142 PSI.

➤ Muestra: **CM-P-6**

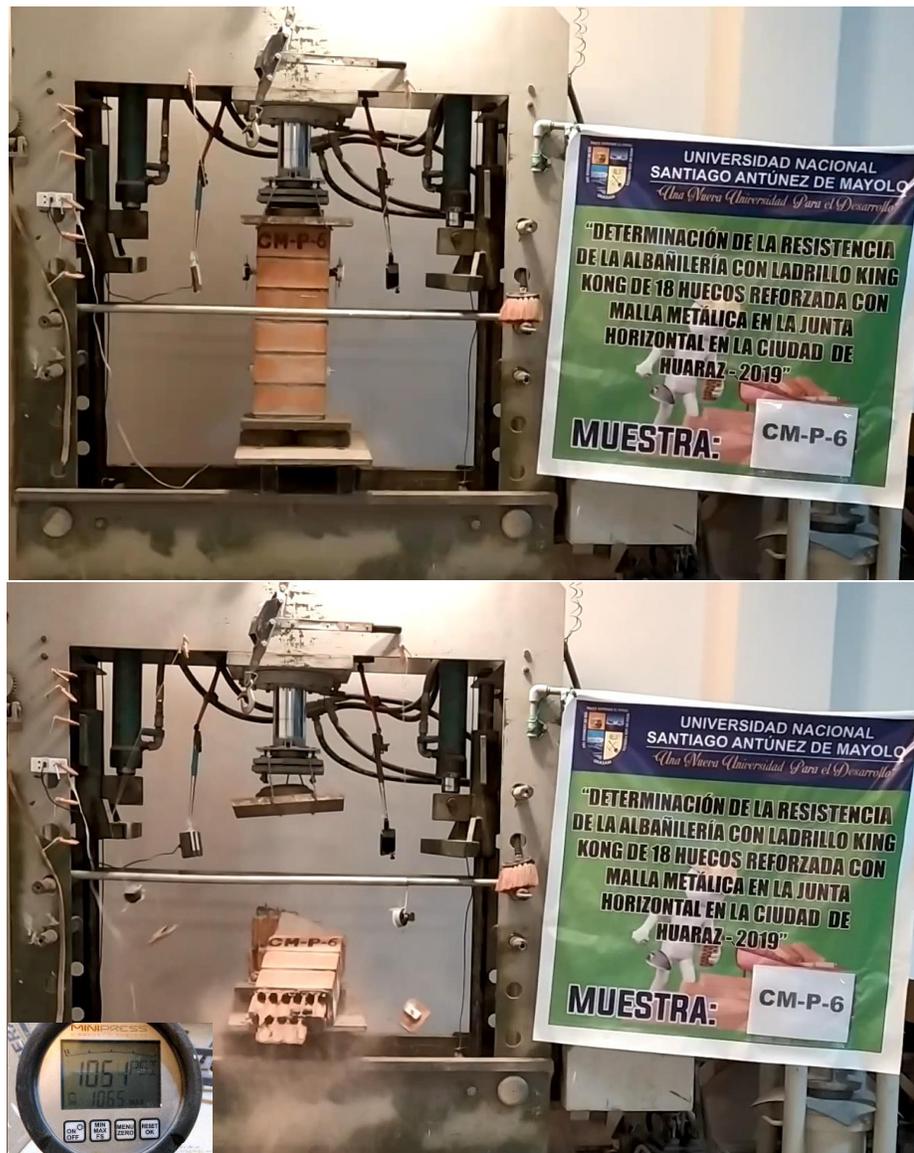


Figura 6.11. Arriba: Muestra CM-P-6 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-P-6 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo I (Falla cónica), con una carga máxima de 1065 PSI.

Tabla 11. Resumen de cargas de rotura en pilas.

TÉCNICA	PILAS	Pu PSI	Pu kg
Técnica 1	SM-P-1	786	15421.37
	SM-P-2	954	18717.54
	SM-P-3	811	15911.87
	SM-P-4	804	15774.53
	SM-P-5	983	19286.52
	SM-P-6	949	18619.44
Técnica 2	CM-P-1	1029	20189.05
	CM-P-2	1079	21170.05
	CM-P-3	1080	21189.67
	CM-P-4	1102	21621.31
	CM-P-5	1142	22406.11
	CM-P-6	1065	20895.37

Elaboración Propia

6.1.2. COMPRESIÓN CARACTERÍSTICA ($f' m$)

Para el cálculo de la compresión característica del grupo patrón se emplea la Tabla 12 y del grupo modificado se emplea la Tabla 13, donde se realizan los cálculos para la obtención del $f' m$, para luego obtener el $f' m$, que se necesita para la comparación entre los datos obtenidos del grupo patrón y del grupo modificado, los que determinaran la variación para su análisis e interpretación.

Tabla 12. Cálculo de $f m$ en pilas de la Técnica 1

PILAS	PROMEDIO (cm)			Área (cm ²)	Pu (Kg)	Esbeltez H/B	Corrección FCE	fm (kg/cm ²)
	H	L	B					
SM-P-1	62.7	23.0	12.5	287.5	15421.4	5.0	1.220	65.44
SM-P-2	62.3	23.0	12.5	287.5	18717.5	5.0	1.220	79.43
SM-P-3	62.2	23.0	12.5	287.5	15911.9	5.0	1.220	67.52
SM-P-4	62.2	22.8	12.4	282.7	15774.5	5.0	1.220	68.07
SM-P-5	62.3	23.0	12.7	292.1	19286.5	4.9	1.213	80.09
SM-P-6	62.0	22.7	12.5	283.8	18619.4	5.0	1.220	80.06

Elaboración Propia

Con los valores obtenidos se procede a calcular $f'm$:

- ❖ f_{mp} (Promedio) = 73.43 kg/cm²
- ❖ Desviación Estándar = 7.10 kg/cm²
- ❖ $f'm$ (Característico) = 66.34 kg/cm²

Tabla 13. Calculo de f_m en pilas de la Técnica 2

PILAS	PROMEDIO (cm)			Área (cm ²)	Pu (Kg)	Esbeltez H/B	Corrección FCE	f_m (kg/cm ²)
	H	L	B					
CM-P-1	62.5	23.0	12.5	287.5	20189.0	5.0	1.220	85.67
CM-P-2	62.8	23.0	12.5	287.5	21170.0	5.0	1.220	89.83
CM-P-3	62.4	22.8	12.7	289.6	21189.7	4.9	1.213	88.77
CM-P-4	62.2	22.7	12.7	288.3	21621.3	4.9	1.213	90.97
CM-P-5	62.0	22.9	12.5	286.3	22406.1	5.0	1.220	95.50
CM-P-6	62.7	23.0	12.5	287.5	20895.4	5.0	1.220	88.67

Elaboración Propia

Con los valores obtenidos se procede a calcular $f'm$:

- ❖ f_{mp} (Promedio) = 89.90 kg/cm²
- ❖ Desviación Estándar = 3.26 kg/cm²
- ❖ $f'm$ (Característico) = 86.64 kg/cm²

6.1.3. MÓDULO DE ELASTICIDAD (E_m)

Para el cálculo de datos de deformación y esfuerzo del grupo patrón se emplea la Tabla 14 y Tabla 15; y del grupo modificado se emplea la Tabla 16 y Tabla 17, donde se realiza los cálculos para la obtención de la tabulación de datos y posterior gráfica, los que determinan la variación para su análisis e interpretación.

Tabla 14. Cálculo de datos de deformación ϵ - Técnica 1

Muestra	T seg	DIAL 1				DIAL 2				ϵ Promedio
		Lectura und	Conversión mm	D1 mm	ϵ	Lectura und	Conversión mm	D2 mm	ϵ	
	0	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	3	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	6	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	9	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	12	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	15	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	18	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	21	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	24	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	27	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	30	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	33	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	36	0.0	0.000	307	0.0000	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
	39	3.0	0.030	307	0.0001	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
GENERAL	42	3.0	0.030	307	0.0001	0.0	0.000	320	0.0000	0.0000
SIN	45	5.0	0.050	307	0.0002	0.0	0.000	320	0.0000	0.0001
MALLA	48	6.9	0.069	307	0.0002	0.0	0.000	320	0.0000	0.0001
METÁLICA	51	9.9	0.099	307	0.0003	0.0	0.000	320	0.0000	0.0002
	54	9.9	0.099	307	0.0003	0.0	0.000	320	0.0000	0.0002
	57	13.1	0.131	307	0.0004	0.0	0.000	320	0.0000	0.0002
	60	13.1	0.131	307	0.0004	0.2	0.005	320	0.0000	0.0002
	63	17.0	0.170	307	0.0006	0.6	0.015	320	0.0000	0.0003
	66	23.0	0.230	307	0.0007	0.8	0.020	320	0.0001	0.0004
	69	23.0	0.230	307	0.0007	1.2	0.030	320	0.0001	0.0004
	72	25.2	0.252	307	0.0008	2.0	0.051	320	0.0002	0.0005
	75	28.0	0.280	307	0.0009	2.8	0.071	320	0.0002	0.0006
	78	33.0	0.330	307	0.0011	3.8	0.097	320	0.0003	0.0007
	81	33.0	0.330	307	0.0011	4.4	0.112	320	0.0003	0.0007
	84	38.0	0.380	307	0.0012	6.2	0.157	320	0.0005	0.0009
	87	41.0	0.410	307	0.0013	8.0	0.203	320	0.0006	0.0010
	90	45.1	0.451	307	0.0015	10.5	0.267	320	0.0008	0.0012
	93	47.0	0.470	307	0.0015	12.0	0.305	320	0.0010	0.0012

Elaboración Propia

Tabla 15. Cálculo de datos de fm - Técnica 1

Muestra	T	CARGA		L	B	Área	fm
	seg	PSI	kg	cm	cm	cm ²	kg/cm ²
	0	0	0.00	22.7	125	283.75	0.00
	3	0	0.00	22.7	12.5	283.75	0.00
	6	0	0.00	22.7	12.5	283.75	0.00
	9	0	0.00	22.7	12.5	283.75	0.00
	12	0	0.00	22.7	12.5	283.75	0.00
	15	0	0.00	22.7	12.5	283.75	0.00
	18	8	156.96	22.7	12.5	283.75	0.55
	21	17	333.54	22.7	12.5	283.75	1.18
	24	45	882.90	22.7	12.5	283.75	3.11
	27	64	1255.68	22.7	12.5	283.75	4.43
	30	93	1824.67	22.7	12.5	283.75	6.43
	33	115	2256.31	22.7	12.5	283.75	7.95
	36	129	2530.99	22.7	12.5	283.75	8.92
	39	158	3099.97	22.7	12.5	283.75	10.93
	42	190	3727.81	22.7	12.5	283.75	13.14
	45	220	4316.41	22.7	12.5	283.75	15.21
	48	258	5061.98	22.7	12.5	283.75	17.84
	51	292	5729.06	22.7	12.5	283.75	20.19
	54	325	6376.52	22.7	12.5	283.75	22.47
	57	370	7259.42	22.7	12.5	283.75	25.58
	60	411	8063.85	22.7	12.5	283.75	28.42
	63	454	8907.51	22.7	12.5	283.75	31.39
	66	490	9613.83	22.7	12.5	283.75	33.88
	69	544	10673.31	22.7	12.5	283.75	37.62
	72	595	11673.94	22.7	12.5	283.75	41.14
	75	645	12654.94	22.7	12.5	283.75	44.60
	78	690	13537.84	22.7	12.5	283.75	47.71
	81	751	14734.67	22.7	12.5	283.75	51.93
	84	809	15872.63	22.7	12.5	283.75	55.94
	87	875	17167.56	22.7	12.5	283.75	60.50
	90	921	18070.08	22.7	12.5	283.75	63.68
	93	949	18619.44	22.7	12.5	283.75	65.62

Elaboración Propia

Con los valores tabulares obtenidos se grafica la curva f_m vs ϵ , en función al esfuerzo axial vs deformación, para lo cual se analiza las curvas del Gráfico 1 Y Gráfico 2:

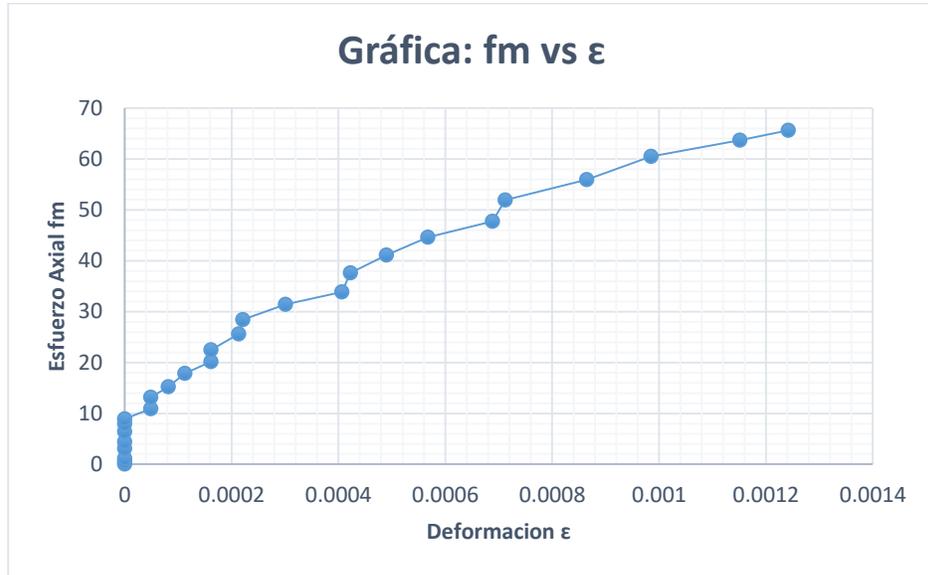


Gráfico 1. Curva esfuerzo axial vs deformación, hasta el punto de Rotura - Técnica 1
Elaboración Propia

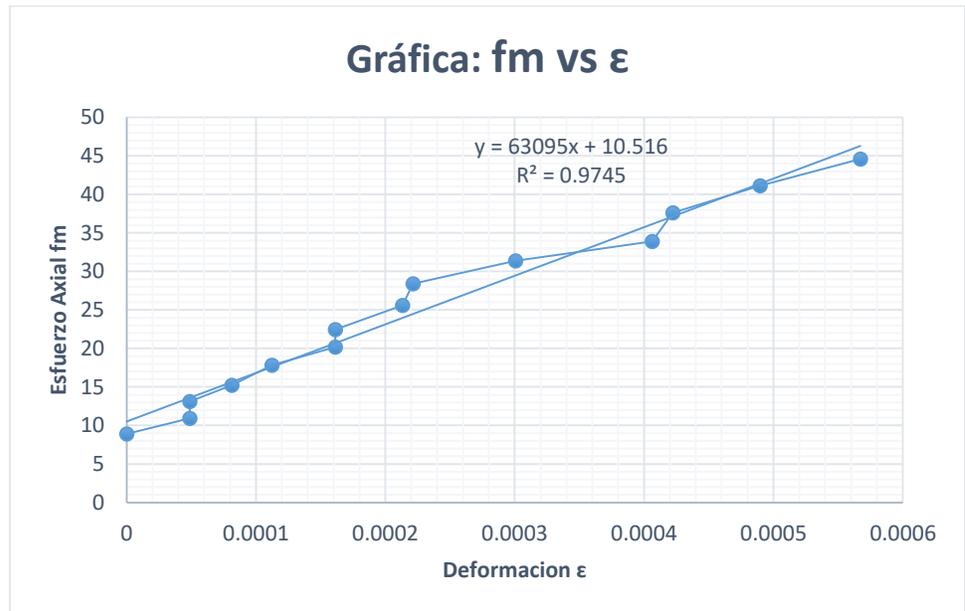


Gráfico 2. Curva esfuerzo axial vs deformación, rango elástico - Técnica 1
Elaboración Propia

Tabla 16. Cálculo de datos de deformación ϵ - Técnica 2

Muestra	T seg	DIAL 1				DIAL 2				ϵ Promedio
		Lectura und	Conversión mm	D1 mm	ϵ	Lectura und	Conversión mm	D2 mm	ϵ	
	0	0.0	0.000	315	0.0000	0.0	0.000	325	0.0000	0.0000
	3	0.0	0.000	315	0.0000	0.0	0.000	325	0.0000	0.0000
	6	0.0	0.000	315	0.0000	0.0	0.000	325	0.0000	0.0000
	9	0.0	0.000	315	0.0000	0.0	0.000	325	0.0000	0.0000
	12	0.0	0.000	315	0.0000	0.0	0.000	325	0.0000	0.0000
	15	0.0	0.000	315	0.0000	0.0	0.000	325	0.0000	0.0000
	18	0.0	0.000	315	0.0000	0.0	0.000	325	0.0000	0.0000
	21	0.0	0.000	315	0.0000	0.0	0.000	325	0.0000	0.0000
	24	0.0	0.000	315	0.0000	0.0	0.000	325	0.0000	0.0000
	27	0.0	0.000	315	0.0000	0.0	0.000	325	0.0000	0.0000
	30	0.0	0.000	315	0.0000	0.2	0.005	325	0.0000	0.0000
	33	0.0	0.000	315	0.0000	0.9	0.023	325	0.0001	0.0000
	36	0.0	0.000	315	0.0000	1.1	0.028	325	0.0001	0.0000
	39	0.0	0.000	315	0.0000	1.9	0.048	325	0.0001	0.0001
GENERAL	42	0.0	0.000	315	0.0000	2.5	0.064	325	0.0002	0.0001
SIN	45	0.0	0.000	315	0.0000	3.5	0.089	325	0.0003	0.0001
MALLA	48	0.0	0.000	315	0.0000	4.3	0.109	325	0.0003	0.0002
METÁLICA	51	10.8	0.108	315	0.0003	5.1	0.130	325	0.0004	0.0004
	54	11.0	0.110	315	0.0003	6.1	0.155	325	0.0005	0.0004
	57	11.0	0.110	315	0.0003	7.1	0.180	325	0.0006	0.0005
	60	20.5	0.205	315	0.0007	8.2	0.208	325	0.0006	0.0006
	63	20.5	0.205	315	0.0007	9.7	0.246	325	0.0008	0.0007
	66	20.5	0.205	315	0.0007	10.8	0.274	325	0.0008	0.0007
	69	28.8	0.288	315	0.0009	12.2	0.310	325	0.0010	0.0009
	72	29.0	0.290	315	0.0009	13.4	0.340	325	0.0010	0.0010
	75	29.0	0.290	315	0.0009	14.5	0.368	325	0.0011	0.0010
	78	36.8	0.368	315	0.0012	16.2	0.411	325	0.0013	0.0012
	81	36.8	0.368	315	0.0012	18.0	0.457	325	0.0014	0.0013
	84	47.5	0.475	315	0.0015	19.6	0.498	325	0.0015	0.0015
	87	47.5	0.475	315	0.0015	22.0	0.559	325	0.0017	0.0016
	90	53.0	0.530	315	0.0017	25.5	0.648	325	0.0020	0.0018
	93	67.0	0.670	315	0.0021	32.0	0.813	325	0.0025	0.0023

Elaboración Propia

Tabla 17. Cálculo de datos de fm - Técnica 1

Muestra	T	CARGA		L	B	Área	fm
	seg	PSI	kg	cm	cm	cm ²	kg/cm ²
	0	0	0.00	22.8	12.7	289.56	0.00
	3	0	0.00	22.8	12.7	289.56	0.00
	6	0	0.00	22.8	12.7	289.56	0.00
	9	6	117.72	22.8	12.7	289.56	0.41
	12	17	333.54	22.8	12.7	289.56	1.15
	15	49	961.38	22.8	12.7	289.56	3.32
	18	81	1589.23	22.8	12.7	289.56	5.49
	21	109	2138.59	22.8	12.7	289.56	7.39
	24	125	2452.51	22.8	12.7	289.56	8.47
	27	150	2943.01	22.8	12.7	289.56	10.16
	30	171	3355.03	22.8	12.7	289.56	11.59
	33	195	3825.91	22.8	12.7	289.56	13.21
	36	230	4512.61	22.8	12.7	289.56	15.58
	39	265	5199.32	22.8	12.7	289.56	17.96
GENERAL	42	292	5729.06	22.8	12.7	289.56	19.79
CON	45	343	6729.68	22.8	12.7	289.56	23.24
MALLA	48	392	7691.06	22.8	12.7	289.56	26.56
METÁLICA	51	446	8750.55	22.8	12.7	289.56	30.22
	54	489	9594.21	22.8	12.7	289.56	33.13
	57	537	10535.97	22.8	12.7	289.56	36.39
	60	588	11536.60	22.8	12.7	289.56	39.84
	63	645	12654.94	22.8	12.7	289.56	43.70
	66	697	13675.18	22.8	12.7	289.56	47.23
	69	765	15009.35	22.8	12.7	289.56	51.84
	72	816	16009.97	22.8	12.7	289.56	55.29
	75	869	17049.84	22.8	12.7	289.56	58.88
	78	920	18050.46	22.8	12.7	289.56	62.34
	81	967	18972.60	22.8	12.7	289.56	65.52
	84	1014	19894.74	22.8	12.7	289.56	68.71
	87	1048	20561.83	22.8	12.7	289.56	71.01
	90	1069	20973.85	22.8	12.7	289.56	72.43
	93	1080	21189.67	22.8	12.7	289.56	73.18

Elaboración Propia

Con los valores tabulares obtenidos se grafica la curva f_m vs ϵ , en función al esfuerzo axial vs deformación, para lo cual se analiza las curvas del Gráfico 3 Y Gráfico 4:

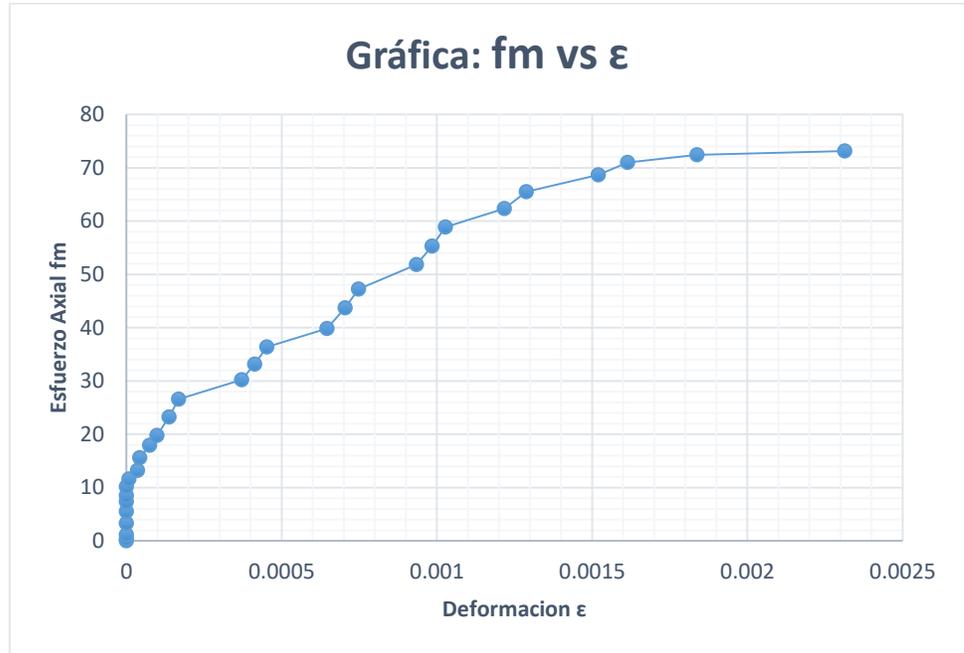


Gráfico 3. Curva esfuerzo axial vs deformación, hasta el punto de Rotura - Técnica 2
Elaboración Propia

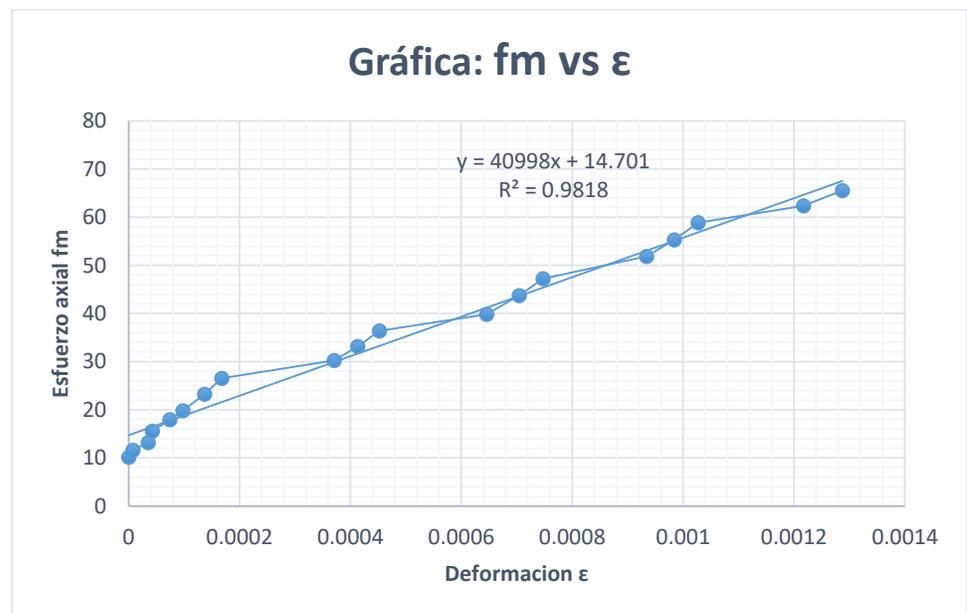


Gráfico 4 Curva esfuerzo axial vs deformación, rango elástico -
Técnica 2
Elaboración Propia

6.1.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para los ensayos de pilas se muestran los resultados en la Tabla 18, donde se define el f_{mp} , $f'm$ y desviación estándar de cada técnica, una variación porcentual VP tomando como un 100% al grupo patrón para obtener la variación y diferencia de la técnica 2.

Tabla 18. Resumen de resultados

PILAS	f_{mp} (kg/cm ²)	Desviación Estándar	$f'm$ (kg/cm ²)	CdV %	VP %
Técnica 1	73.43	7.10	66.34	9.66	100.00
Técnica 2	89.90	3.26	86.64	3.63	130.60
Variación	16.47		20.30	6.04	30.60

Elaboración Propia

Donde el coeficiente de variación CdV se obtiene de la variación porcentual de los valores de $f'm$ y f_{mp} , este coeficiente determina la dispersión en porcentaje de los datos obtenidos de todas las muestras de cada grupo.

Con los datos de la Tabla 18 y realizando el análisis comparativo de ambas técnicas se determina:

- La técnica 2 brinda un incremento de $f'm = 20.30$ kg/cm², que hace un incremento de 30.60%, esto define un incremento de más del 30% para los ensayos de compresión axial en pilas, lo que determina una mejora sustancial de la técnica 2 respecto al grupo patrón (técnica 1).

- La desviación estándar y el coeficiente de variación de la técnica 2 es menor a los resultados de la técnica 1, estos valores determinan que los datos obtenidos de la técnica 2 son menos dispersos y se acercan mas al $f'm$, concluyendo que el uso de la malla metálica reduce la dispersión de resultados haciendo que los datos que se obtienen son mas confiables.
- Del Grafico 2 (técnica 1) se obtiene un coeficiente de determinación $R^2=0.9745$, y del Grafico 4 (técnica 2) se obtiene un coeficiente de determinación $R^2=0.9818$.

De $R^2=0.9745$, se obtiene: $R=0.9872$, coeficiente de correlación. (técnica 1)

De $R^2=0.9818$, se obtiene: $R=0.9908$, coeficiente de correlación. (técnica 2)

Ambos coeficientes de correlación, son muy cercanos a $R=1$, lo que brinda una correlación positiva muy fuerte, sin embargo, la técnica 2 se acerca mas al valor de $R=1$, demostrando que el uso de malla metálica brinda mayor consistencia de resultados.

- De los datos de deformación hasta el punto de rotura de la técnica 1 se tiene $\epsilon = 0.0012$ y de la técnica 2 se tiene $\epsilon = 0.0023$, que determina un incremento de 91.67 %.
- De los datos de deformación en el límite elástico de la técnica 1 se tiene $\epsilon = 0.0006$ y de la técnica 2 se tiene $\epsilon = 0.0013$, que determina un incremento de 116.67 %.

- De los datos de E_m de la técnica 1 se tiene $E_m = 63095$ y de la técnica 2 se tiene $E_m = 40998$, que determina una reducción de 35.02 %.
- De estos datos de ε y E_m , se determina que la técnica 2 da como resultado especímenes mas dúctiles y con menor rigidez.
- La incorporación de malla metálica por medio de la técnica 2 no solo brinda un incremento de f'_m , esta incorporación da como resultado un espécimen con mayor deformación y menos rígidos.

6.2. MURETES

6.2.1. TIPO DE FALLA Y RESISTENCIA MÁXIMA

Para mostrar el estado previo y posterior de cada espécimen se hace uso de las figuras con su respectiva nomenclatura, así como una miniatura del equipo de carga.

Haciendo mención anteriormente a la clasificación de tipos de falla según la NTP 399.621, se describe el tipo de falla correspondiente a cada pila.

El resumen de cargas máximas es presentado en la Tabla 19, la cual muestra el dato de carga obtenido de forma directa en unidades de PSI, así como su transformación a unidades de Kg.

➤ Muestra: **SM-M-1**



Figura 6.12. Arriba: Muestra SM-M-1 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-M-1 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo III (Falla por deslizamiento), con una carga máxima de 624 PSI.

➤ Muestra: **SM-M-2**

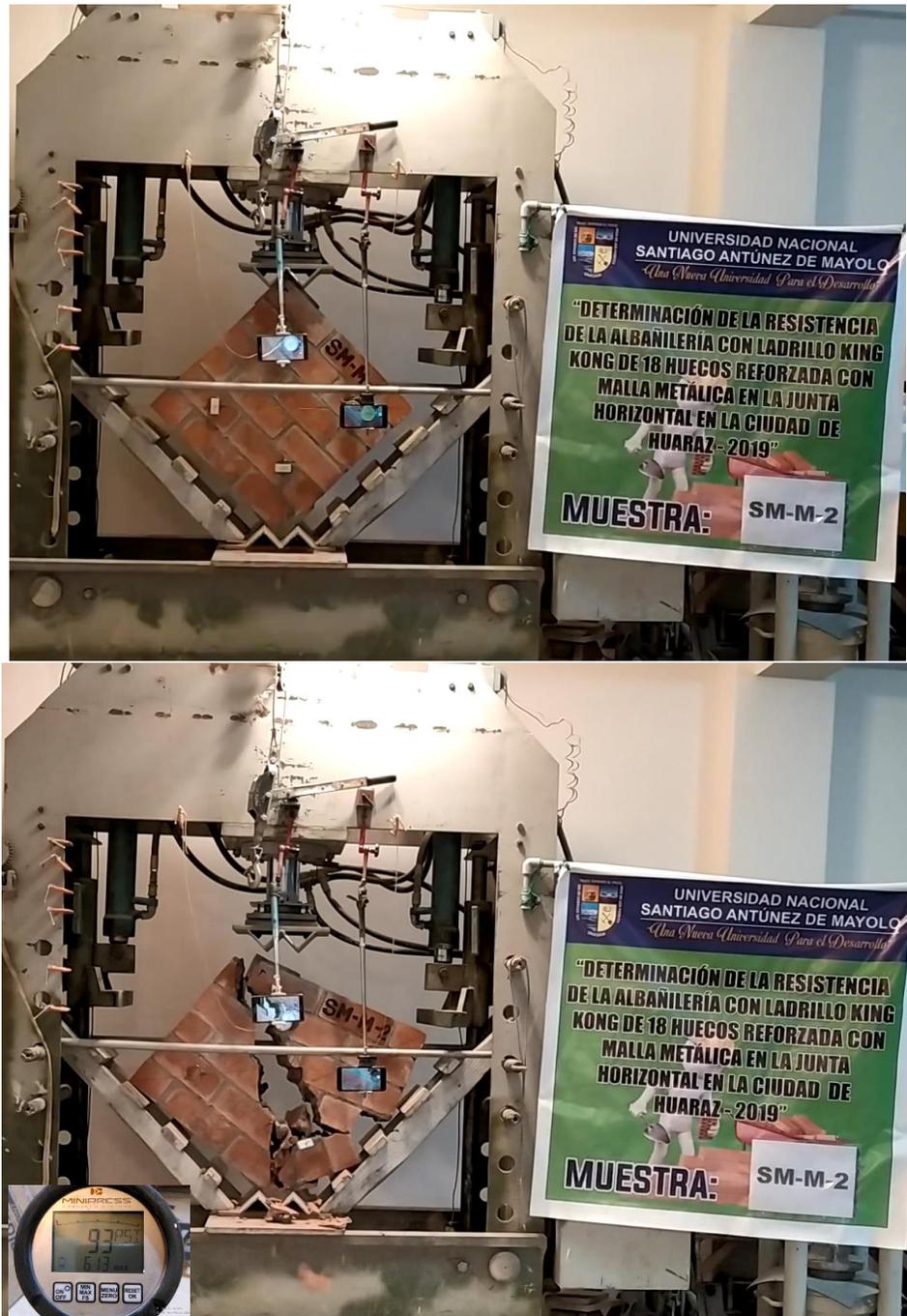


Figura 6.13. Arriba: Muestra SM-M-2 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-M-2 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo I (Falla por tracción diagonal), con una carga máxima de 613 PSI.

➤ Muestra: **SM-M-3**



Figura 6.14. Arriba: Muestra SM-M-3 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-M-3 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo IV (Falla escalonada), con una carga máxima de 613 PSI.

➤ Muestra: **SM-M-4**



Figura 6.15. Arriba: Muestra SM-M-4 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-M-4 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo I (Falla por tracción diagonal), con una carga máxima de 659 PSI.

➤ Muestra: **SM-M-5**

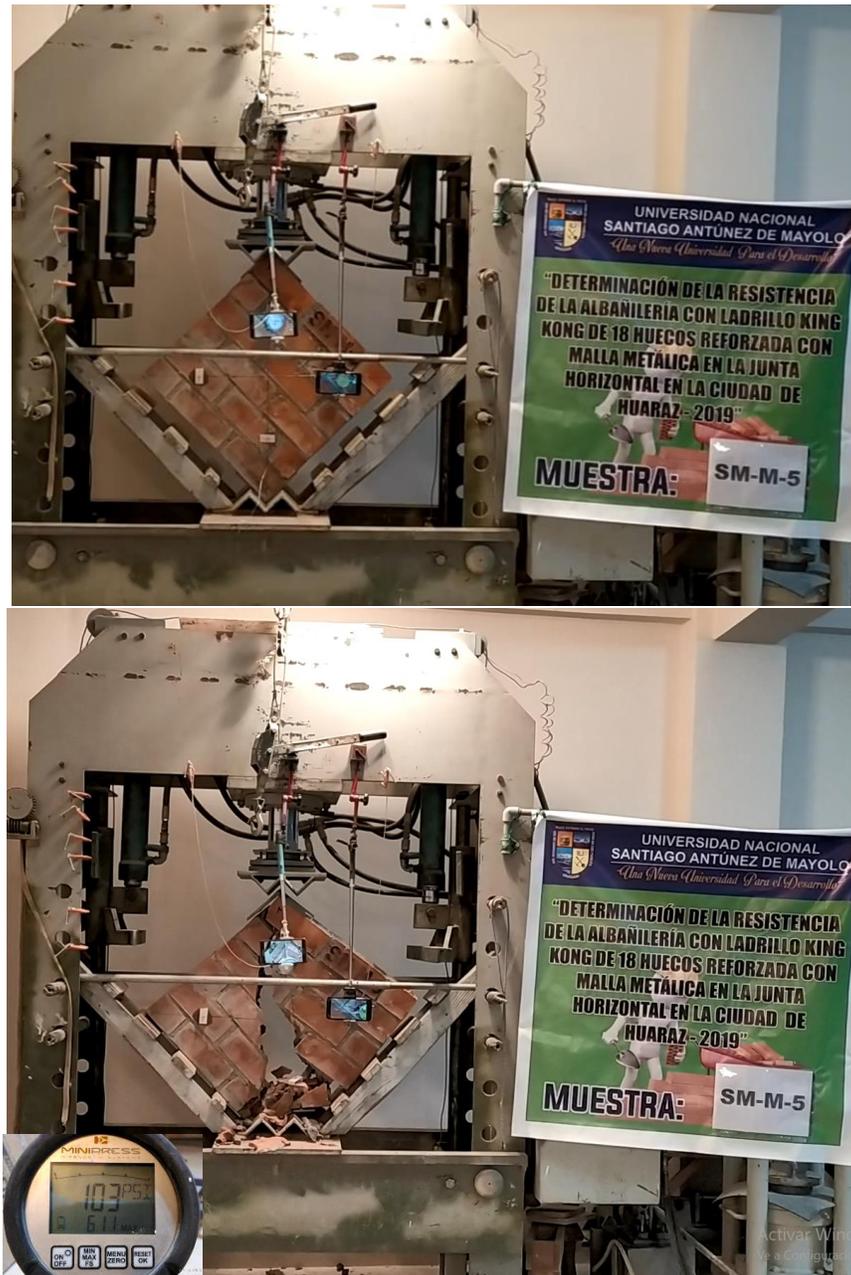


Figura 6.16. Arriba: Muestra SM-M-5 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-M-5 posterior al ensayo con su carga máxima.
Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo I (Falla por tracción diagonal), con una carga máxima de 611 PSI.

➤ Muestra: **SM-M-6**

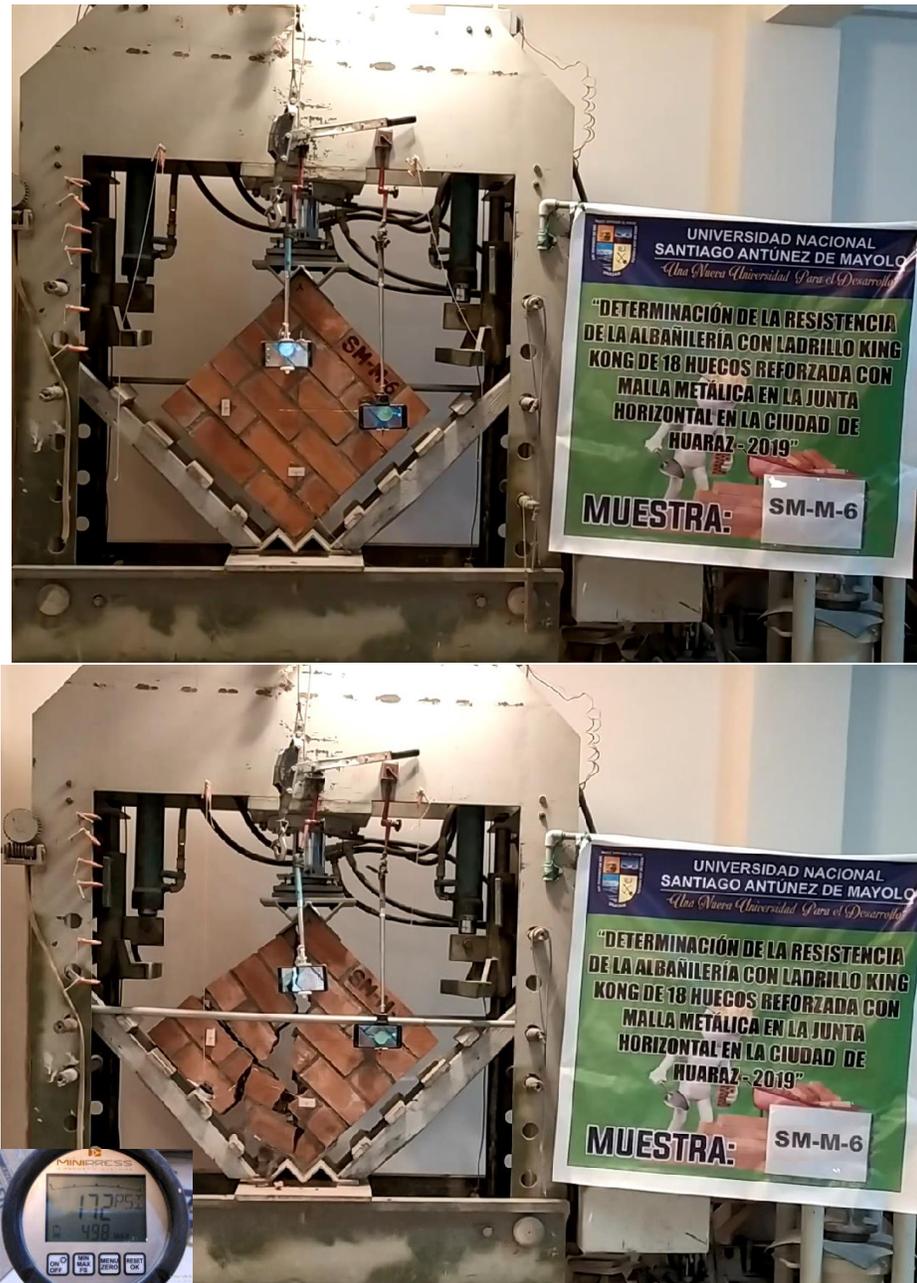


Figura 6.17. Arriba: Muestra SM-M-6 antes del ensayo; Abajo: Muestra SM-M-6 posterior al ensayo con su carga máxima.

Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo II (Falla mixta), con una carga máxima de 498 PSI.

➤ Muestra: **CM-M-1**



Figura 6.18. Arriba: Muestra CM-M-1 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-M-1 posterior al ensayo con su carga máxima.

Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo I (Falla por tracción diagonal), con una carga máxima de 628 PSI.

➤ Muestra: **CM-M-2**

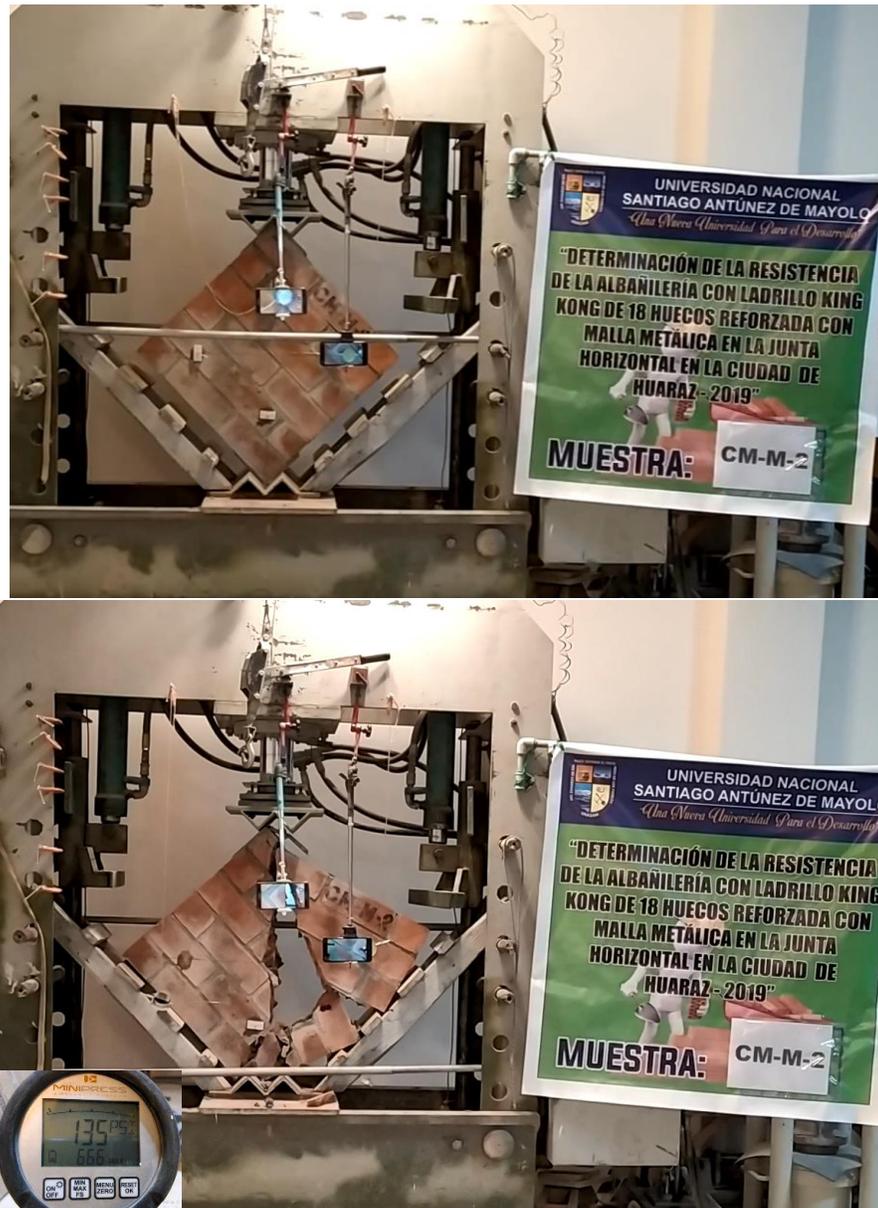


Figura 6.19. Arriba: Muestra CM-M-2 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-M-2 posterior al ensayo con su carga máxima.

Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo I (Falla por tracción diagonal), con una carga máxima de 666 PSI.

➤ Muestra: **CM-M-3**



Figura 6.20. Arriba: Muestra CM-M-3 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-M-3 posterior al ensayo con su carga máxima.

Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo I (Falla por tracción diagonal), con una carga máxima de 592 PSI.

➤ Muestra: **CM-M-4**

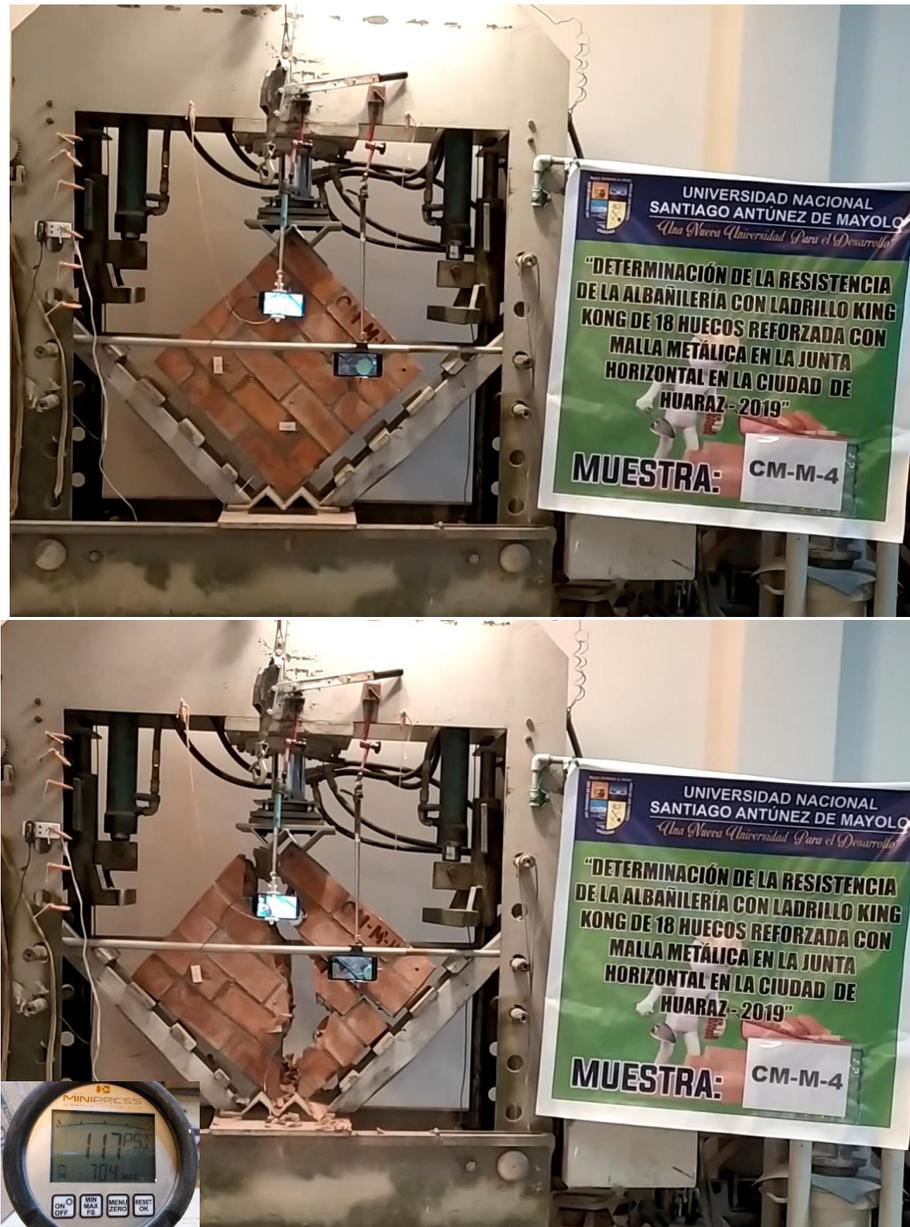


Figura 6.21. Arriba: Muestra CM-M-4 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-M-4 posterior al ensayo con su carga máxima.

Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo I (Falla por tracción diagonal), con una carga máxima de 704 PSI.

➤ Muestra: **CM-M-5**



Figura 6.22. Arriba: Muestra CM-M-5 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-M-5 posterior al ensayo con su carga máxima.

Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo I (Falla por tracción diagonal), con una carga máxima de 661 PSI.

➤ Muestra: **CM-M-6**

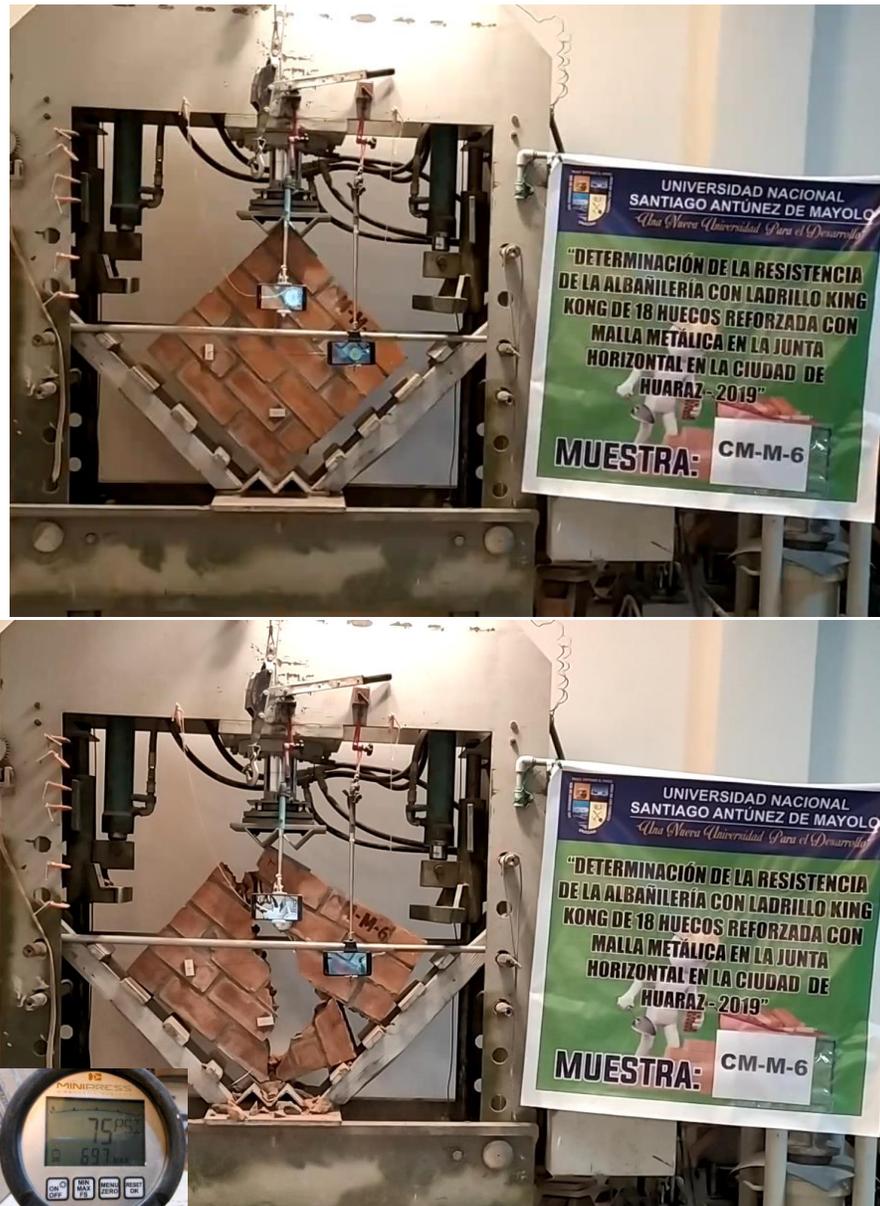


Figura 6.23. Arriba: Muestra CM-M-6 antes del ensayo; Abajo: Muestra CM-M-6 posterior al ensayo con su carga máxima.

Elaboración Propia

Se aprecia una falla Tipo I (Falla por tracción diagonal), con una carga máxima de 697 PSI.

Tabla 19. Resumen de Cargas de rotura en Muretes.

TÉCNICA	MURETES	Pu PSI	Pu kg
Técnica 1	SM-M-1	624	12242.92
	SM-M-2	613	12027.10
	SM-M-3	522	10241.67
	SM-M-4	659	12929.62
	SM-M-5	611	11987.86
	SM-M-6	498	9770.79
Técnica 2	CM-M-1	628	12321.40
	CM-M-2	666	13066.96
	CM-M-3	592	11615.08
	CM-M-4	704	13812.52
	CM-M-5	661	12968.86
	CM-M-6	697	13675.18

Elaboración Propia

6.2.2. RESISTENCIA CARACTERÍSTICA AL CORTE ($v' m$)

Para el cálculo de la resistencia característica al corte del grupo patrón se emplea la Tabla 20 y del grupo modificado se emplea la Tabla 21, donde se realizan los cálculos para la obtención del $v' m$, para luego obtener el $v' m$, que se necesita para la comparación entre los datos obtenidos del grupo patrón y del grupo modificado, lo que determina la variación para su análisis e interpretación.

Tabla 20. Cálculo de vm en muretes de la Técnica 1

MURETE	PROMEDIO (cm)			Área (cm ²)	Pu (Kg)	vm (kg/cm ²)
	H	L	t			
SM-M-1	60.2	59.7	12.7	1076.7	12242.9	11.37
SM-M-2	59.7	59.9	12.7	1074.0	12027.1	11.20
SM-M-3	59.6	59.7	12.5	1054.5	10241.7	9.71
SM-M-4	59.9	59.9	12.5	1058.9	12929.6	12.21
SM-M-5	59.9	59.9	12.5	1058.9	11987.9	11.32
SM-M-6	59.7	59.7	12.5	1055.4	9770.8	9.26

Elaboración Propia

Con los valores obtenidos se procede a calcular $v' m$:

- ❖ vmp (Promedio) = 10.85 kg/cm²
- ❖ Desviación Estándar = 1.12 kg/cm²
- ❖ $v' m$ (Característico) = 9.73 kg/cm²

Tabla 21. Cálculo de vm en muretes de la Técnica 2

MURETE	PROMEDIO (cm)			Área (cm ²)	Pu (Kg)	vm (kg/cm ²)
	H	L	t			
CM-M-1	60.1	59.7	12.5	1058.9	12321.4	11.64
CM-M-2	60.0	59.8	12.5	1058.9	13067.0	12.34
CM-M-3	59.9	59.8	12.5	1058.0	11615.1	10.98
CM-M-4	59.9	59.8	12.5	1058.0	13812.5	13.06
CM-M-5	60.0	59.9	12.7	1076.7	12968.9	12.04
CM-M-6	60.0	60.0	12.7	1077.6	13675.2	12.69

Elaboración Propia

Con los valores obtenidos se procede a calcular $v' m$:

- ❖ vmp (Promedio) = 12.12 kg/cm²
- ❖ Desviación Estándar = 0.75 kg/cm²
- ❖ $v' m$ (Característico) = 11.37 kg/cm²

6.2.3. MÓDULO DE RIGIDÉZ (Gm)

Para el cálculo de datos de distorsión y esfuerzo de corte del grupo patrón se emplea la Tabla 22 y Tabla 23; y del grupo modificado se emplea la Tabla 24 y Tabla 25, donde se realiza los cálculos para la obtención de la tabulación de datos y posterior gráfica, lo que determina la variación para su análisis e interpretación.

Tabla 22. Cálculo de datos de distorsión γ - Técnica 1

Muestra	T seg	DIAL 1			DIAL 2			Dprom. mm	γ Promedio
		Lectura und	Conversión mm	Dh mm	Lectura und	Conversión mm	Dv mm		
	0	0.0	0.000	441	0.0	0.000	405	423	0.0000
	3	0.0	0.000	441	0.0	0.000	405	423	0.0000
	6	0.0	0.000	441	0.0	0.000	405	423	0.0000
	9	0.0	0.000	441	0.0	0.000	405	423	0.0000
	12	0.0	0.000	441	0.0	0.000	405	423	0.0000
	15	0.0	0.000	441	0.0	0.000	405	423	0.0000
	18	0.0	0.000	441	0.0	0.000	405	423	0.0000
	21	0.0	0.000	441	0.0	0.000	405	423	0.0000
	24	0.0	0.000	441	0.0	0.000	405	423	0.0000
GENERAL	27	0.0	0.000	441	0.0	0.000	405	423	0.0000
SIN	30	0.0	0.000	441	0.0	0.000	405	423	0.0000
MALLA	33	0.0	0.000	441	0.3	0.008	405	423	0.0000
METÁLICA	36	0.0	0.000	441	0.5	0.013	405	423	0.0000
	39	0.0	0.000	441	0.6	0.015	405	423	0.0000
	42	0.0	0.000	441	1.8	0.046	405	423	0.0001
	45	0.0	0.000	441	2.5	0.064	405	423	0.0002
	48	0.0	0.000	441	3.5	0.089	405	423	0.0002
	51	0.0	0.000	441	4.5	0.114	405	423	0.0003
	54	0.5	0.005	441	5.8	0.147	405	423	0.0004
	57	1.0	0.010	441	6.9	0.175	405	423	0.0004
	60	7.0	0.070	441	8.0	0.203	405	423	0.0006

Elaboración Propia

Tabla 23. Cálculo de datos de vm - Técnica 1

Muestra	T	CARGA		L	H	t	Área	vm
	seg	PSI	kg	cm	cm	cm	cm ²	kg/cm ²
	0	0	0.00	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.00
	3	0	0.00	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.00
	6	0	0.00	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.00
	9	0	0.00	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.00
	12	0	0.00	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.00
	15	0	0.00	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.00
	18	8	156.96	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.15
	21	17	333.54	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.31
	24	45	882.90	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.82
GENERAL	27	64	1255.68	59.9	59.7	12.7	1074.04	1.17
SIN	30	93	1824.67	59.9	59.7	12.7	1074.04	1.70
MALLA	33	115	2256.31	59.9	59.7	12.7	1074.04	2.10
METÁLICA	36	129	2530.99	59.9	59.7	12.7	1074.04	2.36
	39	158	3099.97	59.9	59.7	12.7	1074.04	2.89
	42	190	3727.81	59.9	59.7	12.7	1074.04	3.47
	45	220	4316.41	59.9	59.7	12.7	1074.04	4.02
	48	258	5061.98	59.9	59.7	12.7	1074.04	4.71
	51	292	5729.06	59.9	59.7	12.7	1074.04	5.33
	54	325	6376.52	59.9	59.7	12.7	1074.04	5.94
	57	370	7259.42	59.9	59.7	12.7	1074.04	6.76
	60	411	8063.85	59.9	59.7	12.7	1074.04	7.51

Elaboración Propia

Con los valores tabulares obtenidos se grafica la curva τ vs γ , en función al esfuerzo a corte vs distorsión, para lo cual se analiza las curvas del Gráfico 5 Y Gráfico 6:



Gráfico 5. Curva esfuerzo al corte vs distorsión, hasta el punto de Rotura - Técnica 1
Elaboración Propia

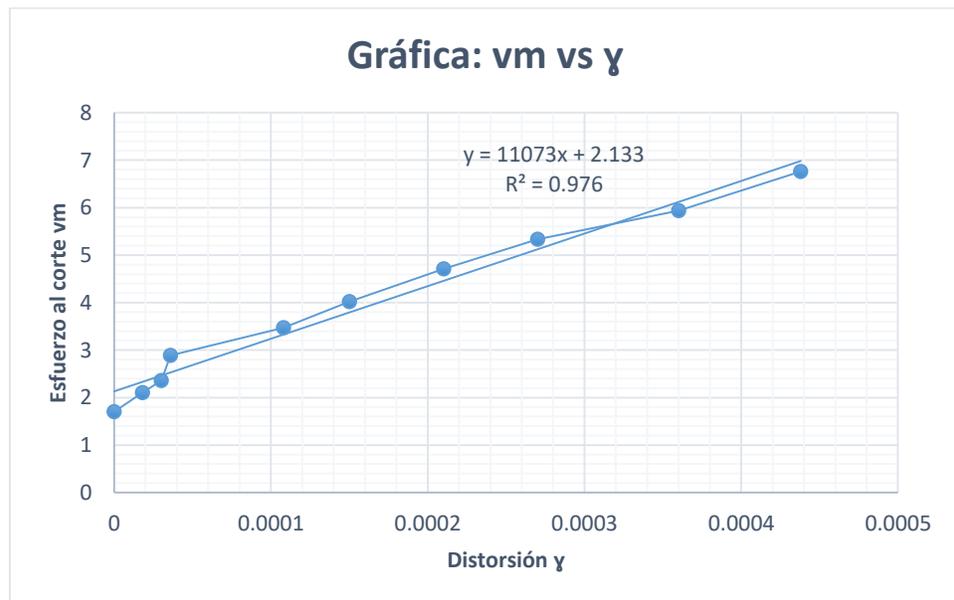


Gráfico 6. Curva esfuerzo al corte vs distorsión, rango elástico - Técnica 1
Elaboración Propia

Tabla 24. Cálculo de datos de distorsión γ - Técnica 2

Muestra	T seg	DIAL 1			DIAL 2			Dprom. mm	γ Promedio
		Lectura und	Conversión mm	Dh mm	Lectura und	Conversión mm	Dv mm		
	0	0.0	0.000	424	0.0	0.000	385	404.5	0.0000
	3	0.0	0.000	424	0.0	0.000	385	404.5	0.0000
	6	0.0	0.000	424	0.0	0.000	385	404.5	0.0000
	9	0.0	0.000	424	0.0	0.000	385	404.5	0.0000
	12	0.0	0.000	424	0.5	0.013	385	404.5	0.0000
	15	0.0	0.000	424	0.9	0.023	385	404.5	0.0001
	18	0.0	0.000	424	1.0	0.025	385	404.5	0.0001
	21	0.0	0.000	424	1.1	0.028	385	404.5	0.0001
	24	0.0	0.000	424	1.8	0.046	385	404.5	0.0001
	27	0.0	0.000	424	2.5	0.064	385	404.5	0.0002
GENERAL	30	0.0	0.000	424	3.0	0.076	385	404.5	0.0002
CON	33	0.0	0.000	424	3.5	0.089	385	404.5	0.0002
MALLA	36	0.0	0.000	424	4.0	0.102	385	404.5	0.0003
METÁLICA	39	0.0	0.000	424	4.8	0.122	385	404.5	0.0003
	42	0.0	0.000	424	5.0	0.127	385	404.5	0.0003
	45	0.0	0.000	424	5.8	0.147	385	404.5	0.0004
	48	0.0	0.000	424	6.8	0.173	385	404.5	0.0004
	51	0.0	0.000	424	7.1	0.180	385	404.5	0.0004
	54	0.0	0.000	424	7.8	0.198	385	404.5	0.0005
	57	0.0	0.000	424	8.4	0.213	385	404.5	0.0005
	60	0.0	0.000	424	9.0	0.229	385	404.5	0.0006
	63	0.0	0.000	424	9.9	0.251	385	404.5	0.0006
	66	0.0	0.000	424	10.5	0.267	385	404.5	0.0007
	69	2.5	0.025	424	11.8	0.300	385	404.5	0.0008

Elaboración Propia

Tabla 25. Cálculo de datos de vm - Técnica 2

Muestra	T seg	CARGA		L cm	H cm	t cm	Área cm ²	vm kg/cm ²
		PSI	kg					
	0	0	0.00	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.00
	3	0	0.00	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.00
	6	0	117.72	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.11
	9	0	274.68	59.9	59.7	12.7	1074.04	0.26
	12	0	1098.72	59.9	59.7	12.7	1074.04	1.02
	15	0	1863.91	59.9	59.7	12.7	1074.04	1.74
	18	8	2511.37	59.9	59.7	12.7	1074.04	2.34
	21	17	2982.25	59.9	59.7	12.7	1074.04	2.78
	24	45	3590.47	59.9	59.7	12.7	1074.04	3.34
	27	64	4022.11	59.9	59.7	12.7	1074.04	3.74
GENERAL	30	93	4630.33	59.9	59.7	12.7	1074.04	4.31
CON	33	115	5199.32	59.9	59.7	12.7	1074.04	4.84
MALLA	36	129	5886.02	59.9	59.7	12.7	1074.04	5.48
METÁLICA	39	158	6553.10	59.9	59.7	12.7	1074.04	6.10
	42	190	7063.22	59.9	59.7	12.7	1074.04	6.58
	45	220	7828.41	59.9	59.7	12.7	1074.04	7.29
	48	258	8573.97	59.9	59.7	12.7	1074.04	7.98
	51	292	9358.77	59.9	59.7	12.7	1074.04	8.71
	54	325	10320.15	59.9	59.7	12.7	1074.04	9.61
	57	370	11340.40	59.9	59.7	12.7	1074.04	10.56
	60	411	12027.10	59.9	59.7	12.7	1074.04	11.20
	63	412	12674.56	59.9	59.7	12.7	1074.04	11.80
	66	413	13498.60	59.9	59.7	12.7	1074.04	12.57
	69	414	13812.52	59.9	59.7	12.7	1074.04	12.86

Elaboración Propia

Con los valores tabulares obtenidos se grafica la curva τ vs γ , en función al esfuerzo a corte vs distorsión, para lo cual se analiza las curvas del Gráfico 7 Y Gráfico 8:

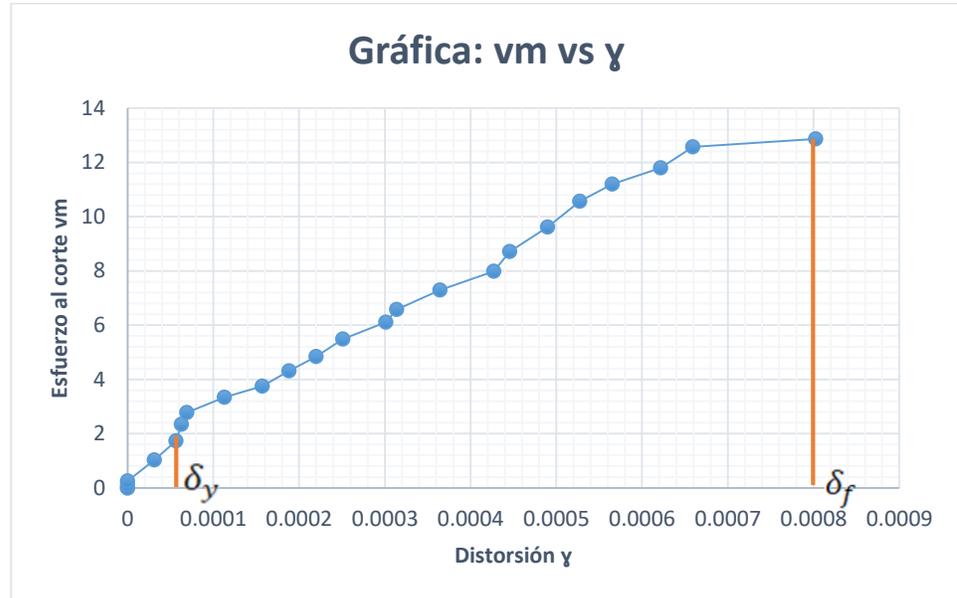


Gráfico 7. Curva esfuerzo al corte vs distorsión, hasta el punto de Rotura - Técnica 2
Elaboración Propia

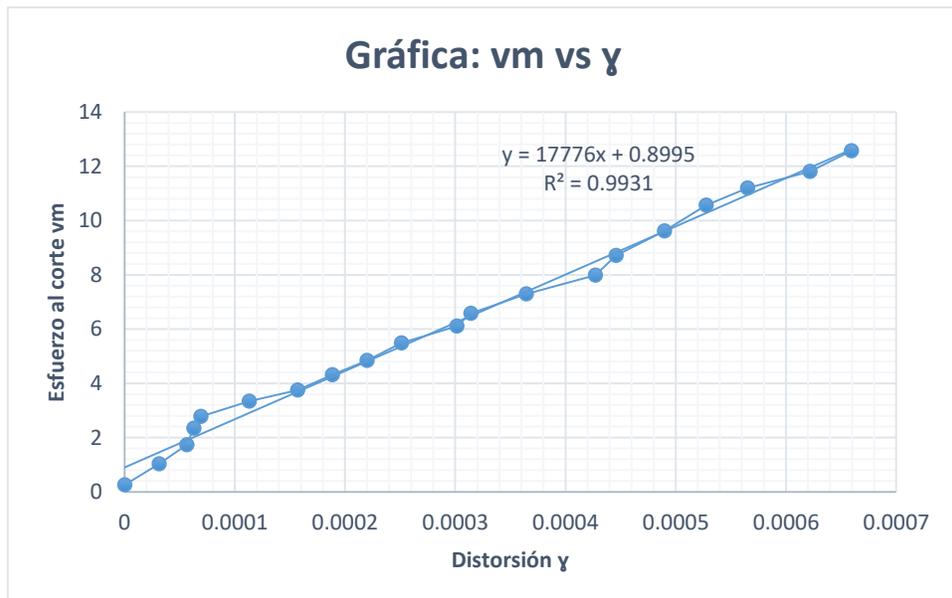


Gráfico 8. Curva esfuerzo al corte vs distorsión, rango elástico - Técnica 2
Elaboración Propia

6.2.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para los ensayos de muretes se muestran los resultados en la Tabla 26, donde se define el v_{mp} , $v'm$ y desviación estándar de cada técnica, una variación porcentual VP tomando como un 100% al grupo patrón para obtener la variación y diferencia de la técnica 2.

Tabla 26. Resumen de resultados

PILAS	vmp	Desviación	v'm	CdV	VP
	(kg/cm ²)	Estándar	(kg/cm ²)	%	%
Técnica 1	10.85	1.12	9.72	10.34	100.00
Técnica 2	12.12	0.75	11.38	6.16	117.01
Variación	1.28		1.65	4.18	17.01

Elaboración Propia

Donde el coeficiente de variación CdV se obtiene de la variación porcentual de los valores de $v'm$ y v_{mp} , este coeficiente determina la dispersión en porcentaje de los datos obtenidos de todas las muestras de cada grupo.

❖ CALCULO DE LA SOBRE RESISTENCIA:

Para la cual se emplea la formula siguiente: $S_r = \frac{\gamma_{max}(CM)}{\gamma_{max}(SM)}$

Donde:

- S_r : Sobre resistencia.
- $\gamma_{max}(CM)$: Distorsión máxima con adición de malla metálica.
- $\gamma_{max}(SM)$: Distorsión máxima sin adición de malla metálica.

Remplazando valores obtenemos:

$$S_r = \frac{\gamma_{max}(CM)}{\gamma_{max}(SM)}$$

$$S_r = \frac{0.000802769}{0.000645863}$$

$$S_r = 1.2429$$

❖ **CALCULO DE LA DUCTILIDAD:**

Para la cual se emplea la formula siguiente: $\mu_m = \frac{\mu(CM)}{\mu(SM)}$

Donde:

- μ_m : Ductilidad en Muretes.
- $\mu(CM)$: Ductilidad en muretes con adición de malla metálica.
- $\mu(SM)$: Ductilidad en muretes sin adición de malla metálica.

Para lo cual se determina $\mu(CM)$ y $\mu(SM)$ de la siguiente manera con los datos del rango inelástico de las Tablas 22 y 24:

$$\mu_{(CM)} = \frac{\delta_f}{\delta_y} \quad \text{y} \quad \mu_{(SM)} = \frac{\delta_f}{\delta_y}$$

Donde:

- δ_f : Distorsión final en cada caso.
- δ_y : Distorsión inicial en cada caso.

Remplazando valores obtenemos $\mu(CM)$:

$$\mu_{(CM)} = \frac{\delta_f}{\delta_y}$$
$$\mu_{(CM)} = \frac{0.000802769}{0.000043956}$$
$$\mu_{(CM)} = 18.263217$$

Remplazando valores obtenemos $\mu(SM)$:

$$\mu_{(SM)} = \frac{\delta_f}{\delta_y}$$
$$\mu_{(SM)} = \frac{0.000645863}{0.000036028}$$
$$\mu_{(SM)} = 17.926509$$

Finalmente obtenemos μ_m :

$$\mu_m = \frac{\mu(CM)}{\mu(SM)}$$
$$\mu_m = \frac{18.263217}{17.926509}$$
$$\mu_m = 1.0188$$

Con los datos de la Tabla 26, y realizando el análisis comparativo de ambas técnicas se determina:

- La técnica 2 brinda un incremento de $v' m = 1.28 \text{ kg/cm}^2$, y su equivalente de incremento porcentual de 17.01%, esto define un incremento de más del 15% para los ensayos en compresión, lo que determina una mejora de la técnica 2 respecto al grupo patrón (técnica 1).
- La desviación estándar y el coeficiente de variación de la técnica 2 es menor a los resultados de la técnica 1, estos valores determinan que los datos obtenidos de la técnica 2 son menos dispersos y se acercan mas al $v' m$, concluyendo que el uso de la malla metálica reduce la dispersión de resultados haciendo que los datos que se obtienen son mas confiables.
- Del Grafico 6 (técnica 1) se obtiene un coeficiente de determinación $R^2=0.976$, y del Grafico 8 (técnica 2) se obtiene un coeficiente de determinación $R^2=0.9931$.

De $R^2=0.976$, se obtiene: $R=0.9879$, coeficiente de correlación. (técnica 1)

De $R^2=0.9931$, se obtiene: $R=0.9965$, coeficiente de correlación. (técnica 2)

Ambos coeficientes de correlación, son muy cercanos a $R=1$, lo que brinda una correlación positiva muy fuerte, sin embargo, la técnica 2 se acerca mas al valor de $R=1$, demostrando que el uso de malla metálica brinda mayor consistencia de resultados.

- De los datos de distorsión hasta el punto de rotura de la técnica 1 se tiene $\gamma = 0.0006$ y de la técnica 2 se tiene $\gamma = 0.0008$, que determina un incremento de 33.30 %.
- De los datos de distorsión en el límite elástico de la técnica 1 se tiene $\gamma = 0.0004$ y de la técnica 2 se tiene $\gamma = 0.0007$, que determina un incremento de 75.00 %.
- De los datos de E_m de la técnica 1 se tiene $G_m = 11073$ y de la técnica 2 se tiene $G_m = 17776$, que determina un incremento de 60.53 %.
- De estos datos de γ y G_m , se determina que la técnica 2 da como resultado especímenes con mayor ductilidad y distorsión.
- La incorporación de malla metálica por medio de la técnica 2 no solo brinda un incremento de $v' m$, esta incorporación da como resultado un espécimen con mejoras de ductilidad y distorsión.
- Se obtiene una sobre resistencia de 1.2429
- Se obtiene una ductilidad en muretes de 1.0188

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

El desarrollo de la presente tesis brinda resultados concisos que permite llegar a conclusiones importantes y determinantes para futuras líneas de investigación y su aplicación práctica e inmediata a la albañilería.

- a) Por la variación de dosificación de mortero en la investigación, la técnica 1 (grupo patrón, $f^m = 66.34 \text{ kg/cm}^2$; 1:1/2:5) para pilas esta sobre el valor que brinda la norma E.070 ($f^m = 65 \text{ kg/cm}^2$; 1:1/2:4), lo que determina materiales de buena calidad y una mano de obra óptima.

- b) Por la variación de dosificación de mortero en la investigación, la técnica 1 (grupo patrón, $v^m = 9.7 \text{ kg/cm}^2$; 1:1/2:5) para muretes supera al valor que brinda la norma E.070 ($v^m = 8.1$

kg/cm²; 1:1/2:4), lo que determina materiales de buena calidad y una mano de obra óptima.

- c) La resistencia característica a compresión obtenida de la técnica 2 (grupo modificado, $f^m = 86.64$ kg/cm²; 1:1/2:5) para pilas muestra un incremento de 30.60%, logrando una mejora sustancial para estos especímenes.
- d) La resistencia característica a compresión diagonal obtenida de la técnica 2 (grupo modificado, $v^m = 11.4$ kg/cm²; 1:1/2:5) para muretes muestra un incremento de 17.01%, logrando una mejora sustancial para estos especímenes.
- e) Se obtiene una sobre resistencia de 1.2429, y una ductilidad en muros de 1.0188, que determina un factor de aumento de la resistencia y ductilidad.
- f) El incremento del 91.67% de la deformación ϵ hasta la rotura y el incremento de 116.67% de la deformación ϵ en el límite plástico demuestra una mejora de la ductilidad con la adición de malla metálica.
- g) La reducción de un 35.02% del módulo de elasticidad determina un material menos rígido por la adición de malla metálica.
- h) El incremento del 33.30% de la distorsión γ hasta la rotura y el incremento de 75.00% de la distorsión γ en el límite plástico, así como el incremento del módulo de corte de 60.53%, determina un aumento de la ductilidad y la rigidez por la adición de malla metálica.

- i) Como aporte adicional al estudio, la adición de malla metálica mantiene unido a gran parte del muro de albañilería después de ser sometido a cargas de rotura, manteniendo unido las partes divididas evitando la caída de unidades sueltas que podrían causar daños al ser expulsados ante un evento sísmico.

- j) Finalmente, por medio de la comparación directa de todo lo antes mencionado se concluye que la adición de malla metálica brinda un incremento de resistencia a la albañilería, cumpliendo satisfactoriamente con el objetivo de la investigación.

CAPÍTULO VIII

RECOMENDACIONES

Por el tipo de investigación que se tiene en la presente tesis se presentan problemas que son difíciles de determinar en un inicio y que se van presentando en durante el proceso, por tanto, se recomienda lo siguiente:

- a) Para evitar problemas uniformidad de resultados se recomienda usar materiales de buena calidad y de un solo proveedor, así como una mano de obra calificada.
- b) Para la obtención de un mortero uniforme se debe de pre mesclar en seco con uso de equipos estandarizados.

- c) Se recomienda realizar un ensayo previo de al menos dos a tres muestras de cada grupo para determinar posibles fallas de elaboración o en el proceso de ensayo, para no perder el lote completo como sucedió en esta investigación, esto debido a problemas de nivelación, refrentado y mala posición de la malla de los que se obtuvieron valores inexactos y dispersos.
- d) Para posteriores líneas de investigación se recomienda realizar un análisis de la cuantía del acero de la malla de refuerzo para poder realizar variaciones y poder estudiar posibles incrementos o mejoras para la albañilería en general.
- e) Se recomienda también realizar un transporte y montaje adecuado de los especímenes para evitar desprendimiento o rotura de los mismos que afecten a los resultados.

CAPÍTULO IX

BIBLIOGRAFÍA

MARCO REFERENCIAL:

Mejia, P. (2004) **Determinar el comportamiento del mortero con cal, en la adherencia de las unidades de albañilería.** Ancash, Perú: Tesis.

Caballero, R. (2000) **Comportamiento de las unidades y espesor del mortero en muros de albañilería fabricados con mortero de cemento en la ciudad de Chimbote.** Ancash, Perú: Tesis.

Ramirez, J. (1990) **Evaluación técnica de la albañilería de ladrillo en la ciudad de Huaraz.** Ancash, Perú: Tesis.

Luján, M. (2018) **Reforzamiento de los muros de albañilería confinado con mallas de acero**. Lima, Perú: Tesis.

Cueto, P. (2018) **Reforzamiento de la albañilería confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada**. Arequipa, Perú: Tesis.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA:

E.070 (2006) **Norma técnica E.070 Albañilería**. Lima, Perú:
RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 011-2006-VIVIENDA

NTP 399.605 (2013) **Norma técnica peruana 399.605, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería**. Lima, Perú: **R.0002-2013/CNB-INDECOPI**. Publicada el 2013-01-19

NTP 399.621 (2004) **Norma técnica peruana 399.621, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería**. Lima, Perú: **R.0058-2004/INDECOPI-CRT**. Publicada el 2004-07-12

San Bartolomé, A. (2005) **Comentarios a la norma técnica de edificación E.070 albañilería informe final (capítulos 1 a 10)**. Lima, Perú: SENCICO 042-2005.

San Bartolomé, A. (1994) **Construcciones de albañilería – comportamiento sísmico y diseño estructural**. Lima, Perú: Fondo Editorial 1994.

Perez, T. (2016) **Comportamiento físico - mecánico del ladrillo de concreto tipo IV**. Lima, Perú: Tesis.

Ruiz, M. (2017) **Macromodelación numérica de ensayos de pilas y muretes de albañilería de arcilla**. Lima, Perú: Tesis.

Quispe, M. (2016) **Determinación de las propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Cunyac, y cemento portland tipo IP**. Cusco, Perú: Tesis.

Arias, F. (2018) **Estudio de las características elástico resistentes de la albañilería con proposito estructural en la ciudad de Huaraz en el 2016**. Ancash, Perú: Tesis.

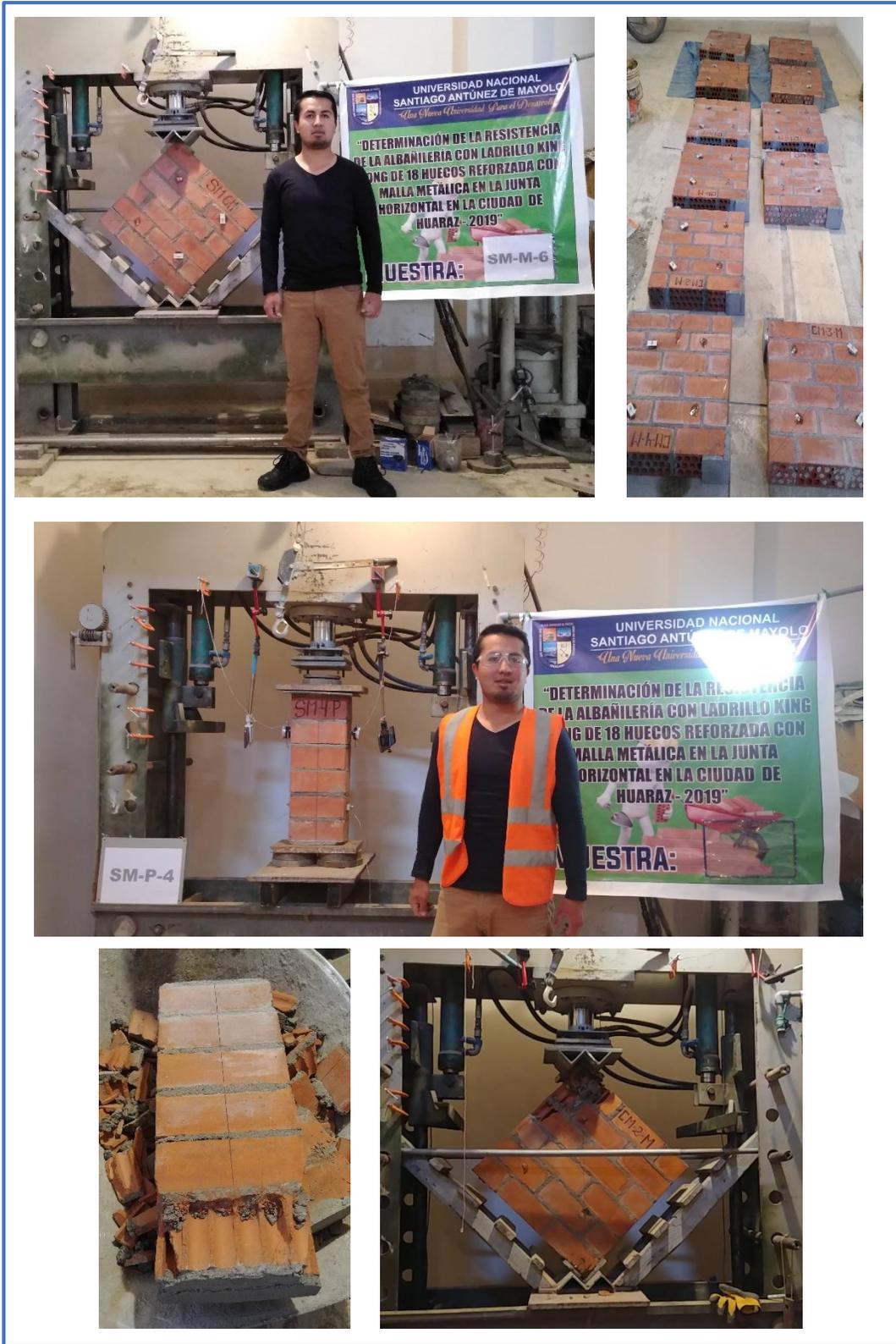
ANEXOS

Para la investigación se muestra como anexos diversas fotografías debidamente enmarcadas de los diversos procesos, ensayos y otros que se considera pertinente.



Anexo 1. Ensayos para calcular la resistencia a tracción de la malla metálica.

Elaboración Propia



Anexo 2. Primer ensayo – Lote descartado.
Elaboración Propia



Anexo 3. Segundo ensayo – Lote de la investigación.
Elaboración Propia



Anexo 4. Detalle de malla metálica posterior al ensayo.
Elaboración Propia



Anexo 5. Detalle de malla metálica posterior al ensayo.
Elaboración Propia