



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Implementación de malla electrosoldada en muros de albañilería tradicional
para viviendas unifamiliares Los Olivos 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Carrasco Rojas, Pablo Ruben (ORCID: 0000-0002-1309-2042)

ASESOR:

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0003-0817-7057)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos y sus valores impartidos en mí; a mis familiares por entusiasmarme en momentos difíciles y sus consejos que me ayudaron a mi desarrollo como profesional, de igual manera a mis amigos por el empeño y apoyo emocional en diversas circunstancias.

AGRADECIMIENTO

A mis profesores y compañeros de trabajo por haberme apoyado en mi proceso de aprendizaje como profesional. A mis familiares por ser la inspiración, el apoyo emocional y las alegrías que impartieron en mí en cada instante. A todos ellos muchas gracias por todo.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, **CARRASCO ROJAS, Pablo Rubén** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

“Implementación de malla electrosoldada en muros de albañilería tradicional para viviendas unifamiliares Los Olivos 2019”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 12 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor CARRASCO ROJAS, Pablo Rubén	
DNI: 77070329	Firma 
ORCID: 0000-0002-1309-2042	



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	23
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	24
2.2. Operacionalización de variables.....	25
2.3. Población, muestra y muestreo.....	27
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	27
2.5. Procedimiento.....	29
2.6. Métodos de análisis de datos.....	89
2.7. Aspectos éticos.....	89
III. RESULTADOS.....	90
IV. DISCUSIÓN.....	96
V. CONCLUSIONES.....	99
VI. RECOMENDACIONES.....	101
REFERENCIAS.....	103
ANEXOS.....	110
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	111

Anexo 2: Ficha de recolección de datos, ensayo de compresión axial en unidades de albañilería.....	112
Anexo 3: Ficha de recolección de datos, ensayo de compresión axial en pilas de albañilería.....	113
Anexo 4: Ficha de recolección de datos, ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.....	114
Anexo 5: Resultados de los ensayos realizados en laboratorio.....	115
Anexo 6: Plano arquitectónico de vivienda unifamiliar	127

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar cuál sería el comportamiento mecánico de los muros de albañilería elaborado con unidades tubulares, con la finalidad de implementar la malla electrosoldada como refuerzo para aumentar la ductilidad y evitar la forma de falla frágil y explosiva. A través de la metodología experimental, un nivel de investigación explicativa y un enfoque de investigación cuantitativa se realizaron ensayos en prismas de albañilería reforzados y sin refuerzo, los cuales serían la representación más aproximada al muro de albañilería, a los que se realizaron ensayos de compresión axial en pilas reforzadas y sin refuerzo, de igual manera ensayos de compresión diagonal en muretes reforzados y sin refuerzo. Entre los primeros resultados, se identificó la forma de falla frágil y explosiva del muro de albañilería tubular, asimismo utilizando el reforzamiento de la malla electrosoldada se identificó una forma de falla controlada, es decir las unidades no se trituraron, por lo tanto, se llegó a la conclusión que el uso de la malla electrosoldada galvanizada como refuerzo en muros de albañilería tubular incrementó un 4.34% la resistencia característica a la compresión axial (f'_m), de igual manera incrementó un 14.70% la resistencia característica a la compresión diagonal (v'_m) así mismo incrementó un 4.34% el módulo de corte de la albañilería (G_m).

Palabras claves: Malla electrosoldada, muros tubulares, albañilería confinada, compresión diagonal, compresión axial.

ABSTRACT

The objective of this investigation was to determine the mechanical behavior of the masonry walls made with tubular units, with the purpose of implementing the welded mesh as reinforcement to increase ductility and avoid the form of fragile and explosive failure. Through the experimental methodology, an explanatory research level and a quantitative research approach were tested trials in reinforced and unreinforced masonry prisms, which the closest representation to the masonry wall, to which axial compression tests were tested in reinforced and unreinforced batteries, likewise diagonal compression tests on reinforced and unreinforced walls. Among the first results, it identified the form of fragile and explosive failure of the tubular masonry wall, using the reinforcement of the electro-welded mesh a controlled failure form was identified, that is, the units were not crushed, therefore, the Conclusion that the use of galvanized electro-welded mesh as reinforcement in tubular masonry walls increased the characteristic resistance to axial compression (f'_m) by 4.34%, similarly increased the characteristic resistance to diagonal compression by 1470% (v'_m) Likewise, the masonry cutting module (G_m) increased by 4.34%.

Keywords: Welded mesh, tubular walls, confined masonry, diagonal compression, axial compression.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

A lo largo del tiempo se originaron diversos eventos sísmicos en distintas partes del mundo, por lo cual la ingeniería implementó una normativa de diseño estructural, con la finalidad de salvaguardar las vidas humanas y evitar el colapso de estas. Los parámetros de diseño estructural han ido evolucionando frente a los diversos eventos sísmicos registrados, pese a ello gran parte de las estructuras no cumplen con la normativas de diseño establecidas, por lo cual estas estructuras se encuentran vulnerables antes un próximo evento sísmico.

En una investigación del Ing. Ángel San Bartolomé, determinó la albañilería confinada como un sistema estructural que tradicionalmente se emplea para la construcción de viviendas en casi toda Latinoamérica, pese a ello se presenta el fenómeno de la construcción informal o autoconstrucción tanto en grandes ciudades como en pueblos de ámbitos rural, en el cual se realiza la construcción de las viviendas sin considerar la asesoría técnica por parte de un profesional responsable en la especialidad.

En las investigaciones realizadas por el Censo, se determinó que al paso de los años las antiguas viviendas de adobe han ido siendo remplazadas por viviendas de albañilería en la mayor parte del país. Según el INEI censos nacionales de población y vivienda, se determinó que el 81.94% de edificaciones destinadas para el uso de viviendas en el departamento de Lima se encuentran construidas a base de unidades de albañilería, por lo cual se concluyó que la albañilería confinada es el sistema estructural más predominante para la construcción de viviendas.

Tabla 1. Cuadro estadístico VII Censo de viviendas.

Departamento	Total	Material predominante en las paredes exteriores de la vivienda						
		Ladrillo o bloque de cemento	Piedra o sillar con cal o cemento	Adobe o tapia	Quincha (caña con barro)	Piedra con barro	Madera (tornillo, etc.)	Otro material
Lima	2418047	1981354	11705	130745	12163	2767	208178	71135

Fuente: INEI. Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda.

Debido a la falta de asesoría técnica o supervisión de los procesos constructivos se hace uso inadecuado de materiales en la elaboración de los elementos estructurales, la principal causa es el empleo de las unidades de albañilería hueca o tubular en muros portantes de albañilería confinada, lo cual se encuentra prohibido en la normativa de diseño establecida

debido a la zona sísmica que pertenece, ya que el empleo de estas unidades de albañilería en muros portantes representan un riesgo particular debido a la falla frágil y explosiva que poseen estas unidades durante eventos sísmicos, a esto se le suma las diversas irregularidades o no conformidades que presentan las edificaciones (Figura 1), de tal manera que se obtienen construcciones vulnerables ante sollicitaciones sísmicas, por lo cual es indispensable reforzar estos elementos estructurales que forman parte de la edificación.



Figura 1. Vivienda de albañilería confinada

Fuente: VII Congreso Internacional Ingeniería Estructural, Sísmica y Puentes.

Durante los últimos años las estructuras de albañilería se han ido reforzando mediante técnicas tradicionales, ya sea utilizando el post-tensado o aplicando capas de lechada, así mismo implementando un refuerzo lateral con mallas de acero y hormigón en ambas caras del muro (Vilardi, 2016, p.27).

En el presente trabajo de investigación se implementará la malla electrosoldada galvanizada como refuerzo en el muro de albañilería elaborada con unidades tubulares, así mismo mediante un software de cálculo se evaluará el comportamiento estructural de una edificación basándose en las normas técnicas vigentes, a su vez se desarrollará la verificación estructural con las propiedades mecánicas del elemento, simultáneamente se realizará el diseño con la misma geometría estructural implementando las nuevas propiedades mecánicas del elemento reforzado, permitiendo así comparar la respuesta del elemento estructural ante la sollicitación de fuerzas sísmicas y el diseño por desempeño de los elementos que lo conforman.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Antecedentes nacionales

Cueto y Vilca (2018, p.184) realizaron una tesis de manera grupal para obtener el título de ingenieros civiles la cual titularon “Reforzamiento de la albañilería confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada”, presentada en la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, la cual tiene como objetivo analizar y determinar el comportamiento mecánico de la albañilería confinada mediante muretes y pilas realizados con unidades de albañilería hueca sin reforzar y reforzada mediante malla electrosoldada. A través del método experimental se determinará los esfuerzos máximos que son capaces de soportar las muestras realizadas, con la finalidad de poder realizar una comparación de resultados obtenidos en la muestra reforzada y la muestra sin reforzar. Los investigadores concluyen que la implementación de malla electrosoldada como refuerzo aumenta el comportamiento estructural de los muros.

Escamilo (2017, p.217) en la tesis de pregrado para obtener el título de ingeniero civil titulada “Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, la Libertad” presentada en la Universidad Privada Antenor Orrego”, la cual tiene como objetivo el diseño sísmico de una edificación de 8 niveles de albañilería confinada, aplicando los parámetros de diseño y criterios de resistencia vigentes según la norma técnica E070. A través del método no experimental se diseñó la estructura para evaluar su desempeño frente a distorsiones de entrepiso, y comprobar si la edificación cuenta con la rigidez necesaria para soportar las demandas solicitadas. El investigador concluye que para realizar este tipo de edificaciones de gran altura en base a su sistema estructural se deberá al menos una densidad de muros 30% mayor que la densidad mínima establecida en la norma técnica E070.

Lujan (2018, p.106) en la tesis de pregrado para obtener el título de ingeniero civil titulada “Reforzamiento de los muros de albañilería confinado con mallas de acero”, presentada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, la cual tiene como objetivo estudiar la ductilidad y factibilidad técnico-económica de los muros de albañilería confinada implementado un soporte de malla de acero. A través del método experimental se realizó el reforzamiento y la reparación de muros de albañilería a escala natural para verse afectadas a cargas cíclicas hasta su límite de reparabilidad, dando como resultados el incremento de

la ductilidad y un costo alto en para el reforzamiento de un muro existente. El investigador concluye que la implementación del refuerzo de acero incrementa la rigidez del muro y que el costo reduciría considerablemente si el refuerzo se realiza en la etapa de construcción.

Ruiz (2017, p.84) en la tesis de pregrado para obtener el título de ingeniero civil titulada “Macro modelación numérica de ensayos de pilas y muretes de albañilería de arcilla” presentada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, el cual tiene como objetivo estudiar las propiedades plásticas de la albañilería, para así caracterizar su comportamiento estructural ya sea a compresión o tracción. A través del método experimental se desarrollaron los ensayos de compresión diagonal y esfuerzo axial a diferentes muestras con el propósito de analizar y determinar las propiedades mecánicas inelásticas, mediante el cual se realizará una comparación de resultados de las muestras ensayadas. El investigador concluye que existen diferentes tipos de falla en la albañilería, pero estas se ven influenciadas por las propiedades físicas y mecánicas de los componentes que lo conforman.

Sáenz (2016, p.78) en la tesis de pregrado para obtener el título de ingeniero civil titulada “Comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillos pandereta” presentada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, la cual tiene como objetivo evaluar el comportamiento sísmico de tabiques elaborados con ladrillos pandereta para un pórtico con relleno de tabiquería y para un pórtico con tabiquería arriostrada a las columnetas. A través del método experimental se realizó un análisis de los resultados obtenidos de los ensayos con la norma E.070. El investigador concluye que el ladrillo pandereta cuenta con una baja resistencia a la compresión, por el cual es recomendable usar en tabiques de relleno arriostrado y aislado a un sistema de pórtico, debido a que tiene un comportamiento estructural adecuado.

1.2.2. Antecedentes internacionales

Aguilar (2018, p.123) en la tesis de pregrado para obtener el título de ingeniero civil titulada “Estudio de estructuras de albañilería confinada con perfiles de acero en Chile” presentada en la Universidad de Chile, la cual tiene como objetivo analizar el desempeño de las estructuras de albañilería confinada implementando los perfiles de acero construidos en Chile, considerando la norma técnica de albañilería y los parámetros de diseño sismo resistente de Chile. A través de la metodología no experimental se evaluó el

comportamiento sísmico del modelo estructural. El investigador concluye que la inclusión de conectores de perfiles de acero en viviendas aumenta considerablemente la rigidez y resistencia ante la solicitación de fuerzas dinámicas y gravitatorias, a su vez proporciona ductilidad a la estructura.

Jaberi (2018, p.257) en la tesis de postgrado para obtener el título de doctorado titulada “Strengthening of reinforced masonry walls subjected to out-of-plane pseudo-static cyclic load using advanced composite”, presentada en la Missouri Universidad de Ciencia y Tecnología, la cual tiene como objetivo la recopilación, análisis e implementación del polímero reforzado con fibras adheridas utilizadas como montaje en la cara externa de la superficie del muro. A través de la metodología experimental se desarrolló un modelo analítico con el propósito de calcular la capacidad de flexión de los muros de mampostería reforzadas. El investigador concluye que al implementar este elemento como reforzamiento en muros de mampostería mejora la resistencia a flexión, la rigidez y la ductilidad de los muros.

Jácome (2016, p.143) en su tesis para obtener el título de ingeniero civil titulada “Determinación de las técnicas de reforzamiento para mejorar el desempeño estructural de un edificio mixto” presentada en la Universidad Técnica de Ambato, el cual tiene como objetivo dar a conocer distintas opciones para el reforzamiento de los elementos estructurales. A través de la metodología no experimental se evaluó el comportamiento estructural de la edificación, para implementar un reforzamiento estructural basadas en las normas técnicas establecidas e implementando un software de cálculo para obtener los resultados. El investigador concluye que el reforzamiento de las estructuras ayuda a refaccionar y rehabilitar a éstas, logrando un desempeño adecuado para soportar las solicitaciones gravitatorias y dinámicas requeridas, por lo cual se pueden utilizar diversas alternativas de reforzamiento para obtener un resultado óptimo y económico.

Salmanpour (2017, p.127) en la tesis de postgrado para obtener el título de doctorado titulada “Displacement capacity of structural masonry”, presentada en el Instituto Internacional de Ingeniería Sísmica y Sismología, la cual tiene como objetivo el análisis e investigación del límite de la capacidad de desplazamiento de los muros de mampostería. A través de la metodología experimental se efectuaron los ensayos a escala real de los muros de mampostería, con la finalidad de determinar el agrietamiento, el fisuramiento y el máximo desplazamiento. El investigador concluye que el parámetro de la capacidad de

desplazamiento es un factor importante respecto al análisis sísmico, por lo cual realizó un análisis comparativo de los diversos resultados obtenidos con el propósito proporcionar información necesaria para el mejoramiento de la norma vigente.

Saloustros (2017, p.319) en la tesis de postgrado para obtener el título de doctorado titulada “Tracking localized cracks in the computational analysis of masonry structures”, presentada en la Universidad Politécnica de Catalunya, la cual tiene como objetivo simular el comportamiento estructural de las estructuras de mampostería en condiciones de carga con la finalidad de determinar los diferentes criterios de propagación de las fisuras. A través de la metodología experimental se llevó a cabo los ensayos de tracción, corte y flexión en estructuras de mampostería de menor a mayor escala, con la finalidad de comprar los resultados analíticos, experimentales y numéricos obtenidos mediante las normas establecidas. El investigador concluye que la diferenciación entre el daño originado por la tracción y compresión, mejora la interpretación del agrietamiento y aplastamiento acumulado del material durante su tiempo de vida útil.

1.2.3. Artículos científicos

Amouzadeh y Soltani (2017, p.1643) en su artículo de investigación titulada “In-plane response of unreinforced masonry walls confined by reinforced concrete tie-columns and tie-beams”, publicado en *Advances in Structural Engineering*, la cual tiene como objetivo evaluar y analizar el comportamiento analítico de los muros de mampostería reforzado por elementos de confinamiento. A través de la metodología experimental se realizó un análisis comparativo de los resultados experimentales realizados en muros de mampostería confinada y sin confinar, las cuales fueron sometidas a cargas laterales cíclicas invertidas con el propósito de determinar el comportamiento no lineal de estos elementos estructurales. Los investigadores concluyen que basándose en el estudio analítico se determinó que los elementos de confinamiento aumentan la resistencia y ductilidad de los muros de mampostería, debido a que la interacción de ambos elementos tiene un comportamiento estructural aceptable ante las demandas sísmicas.

Bellini, Incerti y Mazzotti (2017, p.165) en su artículo de investigación titulada “Out-of-plane strengthening of masonry walls with FRCC composite materials”, publicado en *Key Engineering Materials*, la cual tiene como objetivo evaluar el comportamiento estructural de los muros de mampostería reforzado con compuestos de matriz de cemento reforzado

con fibras (FRCM). A través de la metodología experimental se realizaron paneles de mampostería a gran escala, los cuales fueron sometidos a fuerzas verticales como horizontales con el propósito de determinar el esfuerzo máximo obtenido, la forma de falla y su comportamiento sísmico. Los investigadores concluyen que el sistema de reforzamiento de FRCM en muros de mampostería llegó a ser efectivo, debido a que hubo un incremento en la máxima resistencia a tracción en el muro, evitando así la formación de fisuras en la parte central del muro, lo cual es la forma de falla típica en muros de mampostería no reforzada sometida a solicitaciones sísmicas.

Carvalho, Cecchi, Meroi y Oliveira (2017, p.195) en su artículo de investigación titulada “Experimental and numerical investigations on the behaviour of masonry walls reinforced with an innovative Sisal FRCM system”, publicado en Key Engineering Materials, la cual tiene como objetivo realizar una investigación experimental y numérica sobre un compuesto innovador reforzado con fibras de sisal para el reforzamiento de la mampostería. A través de la metodología experimental se evaluó el comportamiento de sistemas compuestos que utilizan fibras de sisal, con la finalidad de establecer si este tipo de material natural puede reemplazar eficientemente las fibras sintéticas que se utilizan actualmente para el reforzamiento estructural. Los investigadores concluyen que basándose en las características de FRCM (matriz de cemento reforzada con fibra) para evaluar la efectividad de este sistema compuesto en función a las características de resistencia y ductilidad, se obtuvieron resultados adecuados y muy similares con respecto al sistema tradicional de refuerzo en muros de mampostería.

Houalard, Abo, Assi y Nollet (2017, p.1055) en su artículo de investigación titulada “Vulnerability assessment of seismic induced out-of-plane failure of unreinforced masonry wall buildings”, publicado en Canadian Science Publishing, la cual tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de los edificios existentes de mampostería no reforzada, debido a que gran parte de estas edificaciones fueron construidas sin tener en cuenta los parámetros de diseño sísmico. A través de la metodología no experimental se evaluó la caracterización estructural de los edificios existentes de mampostería no reforzada, con el fin de identificar la fragilidad y la posible forma de falla al cual se encuentran expuestos. Los investigadores concluyen que basándose en probabilidades estimadas y en la opinión de expertos se determinó que gran parte de estas edificaciones tendrán un daño significativo ante un evento sísmico severo, a su vez una pequeña fracción de estas

viviendas tendrán una gran probabilidad de colapso debido a la fragilidad que presentan los muros de mampostería no reforzada como elementos estructurales.

Rodríguez y Furtado (2015, p.127) en su artículo de investigación titulada "Modelling of masonry infill walls participation in the seismic behaviour of RC buildings using OpenSees", publicado en International Journal of Advanced Structural Engineering, la cual tiene como objetivo presentar la propuesta de un modelo numérico mejorado en función a los muros de mampostería de relleno, basado en investigaciones analíticas anteriores. A través de la metodología no experimental se llevó a cabo el análisis y evaluación de los muros de mampostería basándose en el software OpenSees, el cual fue utilizado para determinar el comportamiento sísmico del elemento y realizar un análisis comparativo entre los resultados de las investigaciones anteriores y los resultados obtenidos mediante el software. Los investigadores concluyen que al implementar muros de mampostería utilizado como relleno en edificios de concreto armado, estos aumentan la rigidez y resistencia inicial, a su vez reduce la máxima deriva de entrepiso.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Albañilería confinada

El comportamiento estructural del muro de albañilería se enfoca en la calidad de los elementos que forman parte del muro, las características, dimensiones y la cuantía de refuerzo en los elementos de confinamiento, de tal manera que al trabajar ambos elementos de forma compuesta se obtenga la resistencia a los esfuerzos demandados (Astroza y Schmidt, 2004, p.62).

Se denomina muro confinado al muro de albañilería bordeado en sus 4 lados por los elementos de concreto armado, cuyos elementos enmarcan al muro de forma horizontal y vertical, con la finalidad de proveer ductilidad al muro portante.

1.3.2. Unidad de albañilería

Se define a la unidad de albañilería al ladrillo elaborado mediante arcilla, sílice-cal o concreto (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018, p.37).

De igual manera el proceso de fabricación varía en diversas partes del país, por lo cual se obtienen diferentes tipos de unidades, ya sean mecanizadas o artesanales; lo cual origina diversas calidades en las unidades de albañilería.

1.3.2.1. Unidad de albañilería sólida

Según el artículo E.070 del R.N.E. (2018), se define a la “unidad de albañilería que presenta un área de perforaciones menor al 30% del área bruta en la cara de asentamiento” (p.543).

La norma E070 recomienda que se empleen ladrillos sólidos (Figura 2) para la elaboración de los muros portantes, debido a que estas unidades de albañilería tienen una buena adherencia con el mortero y una distribución de peso uniforme a la cimentación.

1.3.2.2. Unidad de albañilería tubular

Es la unidad de albañilería con huecos transversales a la superficie de asiento (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018, p.54).

La norma E070 no permite que el empleo de ladrillos tubulares (Figura 3) para la elaboración de los muros portantes en zonas de alto riesgo sísmico, debido a que estas unidades de albañilería se trituran ante las sollicitaciones sísmicas.

1.3.2.3. Unidad de albañilería hueca

Según el artículo E.070 del R.N.E. (2018), se define a la “unidad de albañilería que presenta un área de perforaciones mayor al 30% del área bruta en la cara de asentamiento” (p.543).

La norma E070 no permite el uso de ladrillos huecos (Figura 4) para la construcción de los muros portantes en zonas que presentan alto riesgo sísmico, debido al gran porcentaje de vacíos que presenta la unidad de albañilería.



Figura 2. Unidad sólida

Fuente: www.pinterest.com



Figura 3. Unidad tubular

Fuente: www.pinterest.com



Figura 4. Unidad hueca

Fuente: www.pinterest.com

1.3.3. Propiedades mecánicas

La propiedad mecánica es aquella virtud cuantitativa que tiene un material en diversos campos de aplicación cumpliendo una o más propiedades que responden ante fenómenos, las propiedades mecánicas de la albañilería responderán ante un fenómeno provocado y manipulable que son las cargas aplicadas a las pilas de albañilería, muretes de albañilería y a la misma unidad, con el propósito de recibir una respuesta de estas.

La albañilería cuenta con propiedades mecánicas cuantificables (de valor numérico) las cuales son de mucha utilidad para el diseño de los muros portantes, ya que estas propiedades influyen y también son limitantes para la edificación dependiendo de la envergadura del proyecto.

Estas propiedades mecánicas se determinan mediante distintos ensayos según la propiedad que se desee hallar, a su vez estos ensayos responden a una normativa la cual dictamina; el procedimiento, dimensiones, detalles y criterios que hay que tener en cuenta.

1.3.4. Ensayos a la unidad de albañilería

1.3.4.1. Resistencia a la compresión

Se lleva a cabo el ensayo de resistencia a la compresión axial mediante el procedimiento establecido en las normas vigente NTP 399.613 y NTP 399.604, con la finalidad de obtener el máximo esfuerzo a compresión aplicado sobre en las unidades de albañilería (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018, p.74).

La resistencia a la compresión axial es la propiedad principal de la unidad de albañilería, en el cual se determina el esfuerzo máximo que puede soportar, por lo cual al tener una mayor resistencia se obtiene una mayor densidad y mejorará la durabilidad de la unidad de albañilería.

1.3.4.2. Variación dimensional

Se determinará la variación dimensional en unidades de albañilería, mediante los procedimientos establecidos en las normas vigentes NTP 399.613 y NTP 399.604 (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018, p.57).

Mediante este ensayo se identifica si existe una alteración respecto a las dimensiones de las unidades de albañilería, de igual manera se define el espesor de las juntas de mortero horizontales, ya que si las dimensiones incrementan o disminuyen, estas generarían juntas de mayor o menor espesor a 1.5 cm.

1.3.4.3. Alabeo

Según el artículo E.070 del R.N.E. (2018) “se determinará el alabeo de las unidades de albañilería, mediante el procedimiento establecido en la norma vigente NTP 399.613” (P.545).

Mediante este ensayo se determina el índice de convexidad o concavidad que se presenta en la cara de asentamiento de las unidades de albañilería, la presencia de alabeo en la unidad de albañilería puede reducir el área de interacción con el mortero, de manera que afecta principalmente el espesor de la junta horizontal.

1.3.5. Mortero

El mortero cuenta con diversas similitudes respecto al concreto, así mismo el mayor inconveniente es determinar las propiedades mecánicas de este material debido a las diversas proporciones de los componentes (Campbell y Durán, 2017, p.191).

El mortero permite la adherencia de las unidades de albañilería proporcionándoles rigidez en la hilada, para permitir el asentamiento de la próxima hilada, permitiendo así formar un elemento estructural con una adecuada resistencia a los esfuerzos de tracción, así mismo deberá corregir las irregularidades dimensionales respecto a la altura que estas poseen, a su vez protege la unidad de albañilería ante la intemperie y evita la presencia de la humedad.

1.3.6. Viga

Según el artículo E.070 del R.N.E. (2018) “la viga se define como un elemento de concreto armado que trabaja principalmente a esfuerzos de flexión y corte” (p.453).

En una estructura aporricada, la viga (Figura 5) tiene la función de transmitir las cargas solicitadas hacia las columnas, mediante este proceso el elemento estructural es sometido a diversos esfuerzos de corte como flexión. En una estructura de albañilería confinada, las vigas son denominadas vigas soleras y tienen como función principal proveerle arriostre y confinamiento al muro de albañilería.

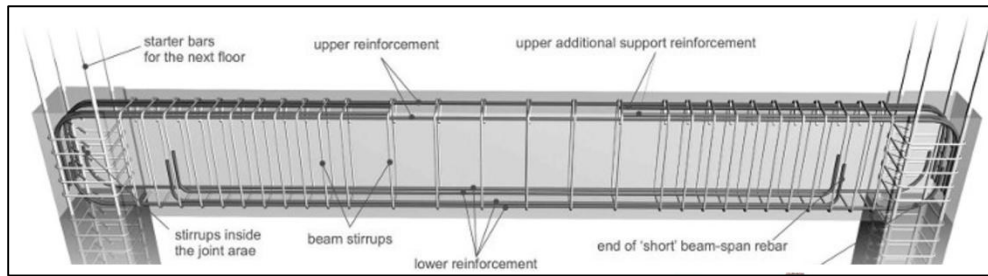


Figura 5. Detalle de viga de concreto armado

Fuente: www.civilweeks.com

1.3.7. Columna

Las columnas son elementos estructurales que generalmente son sometidos a esfuerzos combinados, los cuales se generan cuando sobre la sección del elemento actúan simultáneamente un esfuerzo axial de compresión o tracción y un momento flector, denominándose así el esfuerzo de flexo-compresión o flexo-tracción (Pestana y Rodríguez, 2016, p.2).

En un sistema aporticado las columnas son los pilares de la edificación, las cuales absorben la carga gravitatoria de la misma, la distribución y dimensionamiento de este elemento estructural se realiza mediante cálculos y depende de las solicitaciones de carga que amerite.

En un muro portante de albañilería confinada, las columnas son denominadas columnas de confinamiento y tienen como función principal proveer ductilidad al muro de albañilería, a su vez absorben parte de la fuerza cortante cuando el muro es sometido a solicitaciones sísmicas.

1.3.8. Muro portante

Un muro portante se define como un elemento estructural construido en base de albañilería confinada (Figura 6), que tiene como propósito soportar y transmitir las cargas horizontales y verticales de un nivel o de los niveles superiores hacia la cimentación (Figura 7), por lo cual estos muros forman parte de la estructura de una edificación de albañilería y deben tener continuidad vertical (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018, p.32).

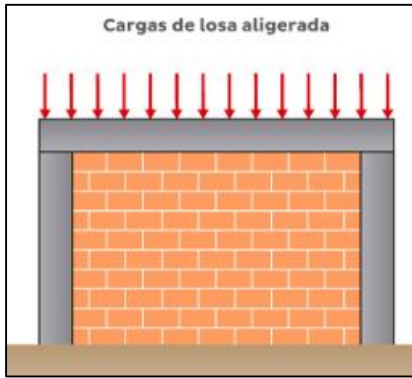


Figura 6. Muro portante

Fuente: www.acerosarequipa.com

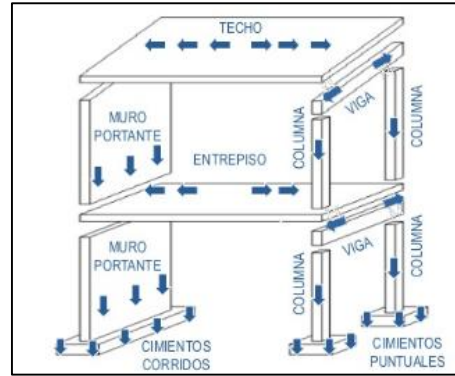


Figura 7. Estructura- transferencia de cargas

Fuente: www.sequencememoizer.com

Los muros portantes se emplean como elementos estructurales de un edificio de albañilería, a su vez estos muros están sujetos a diversas sollicitaciones demandadas, ya sea por cargas verticales o fuerzas laterales.

1.3.9. Muro no portante

Es recomendable aislar los muros no portantes que presenten discontinuidad vertical, de igual manera los muros altos y alfeizares, debido que estos elementos pueden originar efectos de torsión en la estructura (San Bartolomé y Quiun, 2004, p.39).

El muro no portante se define como un elemento no estructural (Figura 8), que solo provee su propio peso a la edificación, se le conoce mayormente como muro divisorio o tabique. Los tabiques son elementos divisorios de ambientes en la edificación, mientras que en parapetos son utilizados como cerramientos de azoteas o barandas para escaleras, en el cual es recomendable utilizar el ladrillo pandereta en muros no portantes o tabiques de albañilería (Figura 9), con el propósito de aliviar el peso de estos elementos.

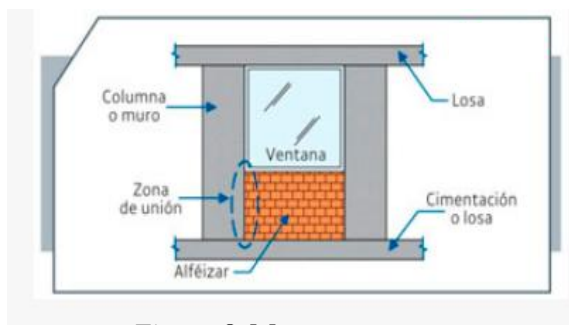


Figura 8. Muro no portante

Fuente: www.acerosarequipa.com

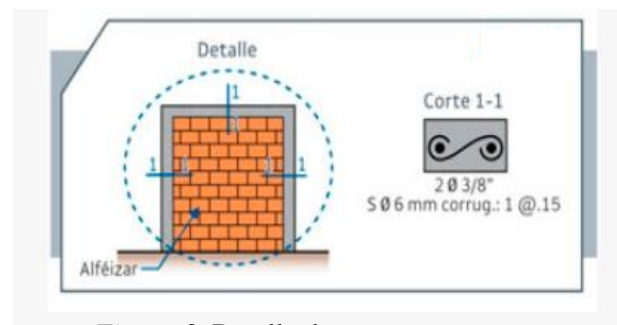


Figura 9. Detalle de muro no portante

Fuente: www.acerosarequipa.com

1.3.10. Ensayo de compresión axial en pilas (NTP 399.605)

Las pilas de albañilería se definen como prismas conformadas por dos o más hiladas de unidades (bloques de concreto o unidades de albañilería), en el cual mediante la interacción del mortero se logra el asentamiento (Durand y Benites, 2017, p.28).

Mediante este ensayo se podrá obtener el factor máximo de deformación axial ejercida en la cara de asentamiento transversal respecto a la pila de albañilería (Figura 10), este factor se obtiene mediante el promedio ponderado de los valores determinados en los ensayos y la desviación estándar obtenida de las muestras.

$$F'm = fm - \sigma$$

Dónde:

F'm = Resistencia característica a la compresión axial de la albañilería

Fm = Valor promedio de la resistencia de compresión axial de las pilas ensayadas

σ = desviación estándar

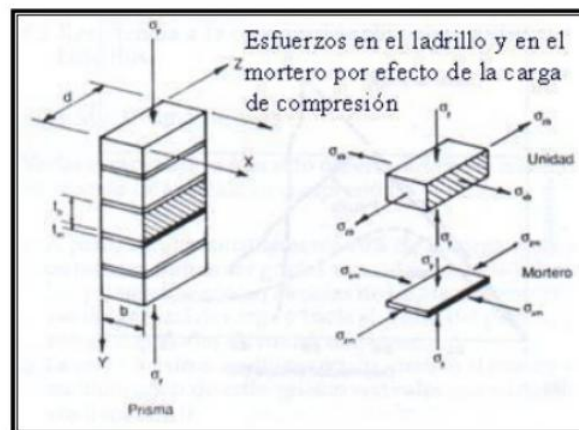


Figura 10. Esfuerzo de compresión axial en las pilas de albañilería

Fuente: www.slideshare.com

1.3.10.1. Esbeltez de la pila

La esbeltez es definida como un factor de corrección que va en función de la relación entre de la altura-espesor o esbeltez, este factor es utilizado para corregir el valor promedio de las pilas ensayadas.

1.3.10.2. Módulo de elasticidad

Se define como la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente a los esfuerzo de compresión o tensión, los cuales son inferiores al límite proporcional del material. (Abanto, 2017, p.22)

Para determinar el módulo de elasticidad es necesario promediar los resultados de las muestras ensayadas a carga vertical (ΔP) y desplazamiento axial (ΔD).

$$E_m = \Delta\sigma / \Delta\varepsilon$$

Dónde:

E_m = Módulo de elasticidad de la albañilería

Esfuerzo axial ($\Delta\sigma$): Se determinará entre la relación del promedio de la carga vertical y el área bruta respecto a la sección transversal de la pila.

$$\Delta\sigma = \Delta P / A$$

Deformación unitaria ($\Delta\varepsilon$): Se determinará entre la relación del promedio del desplazamiento axial y la separación entre las bases del LVDT (instrumento utilizado para el ensayo).

$$\Delta\varepsilon = \Delta D / L$$

1.3.11. Ensayo de compresión diagonal en muretes (NTP 399.621)

Este ensayo tiene como propósito determinar el máximo esfuerzo característico al corte puro de la albañilería (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018, p.89).

Este ensayo registra las deformaciones diagonales ejercidas en el murete con la finalidad de obtener el módulo de corte de la albañilería (G_m).

1.3.11.1. Resistencia característica al corte puro ($V'm$)

Este factor se obtiene mediante la relación del esfuerzo de rotura y el área bruta de la diagonal cargada (D_t). Para poder determinar la resistencia característica al corte puro (Figura 11) es necesario obtener el valor promedio y la desviación estándar.

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

Dónde:

V_m = Valor promedio de la resistencia unitaria al corte puro en muretes ensayados

σ = desviación estándar

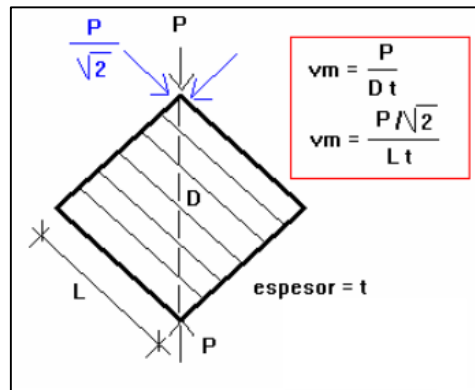


Figura 11. Esfuerzo de compresión diagonal en muretes de albañilería

Fuente: San Bartolomé

1.3.11.2. Formas de falla

La tipo de falla depende significativamente del nivel de adherencia que exista en la interface unidad de albañilería-mortero, cuando existe una buena adherencia el tipo de falla es óptima, debido a que el fisuramiento atraviesa tanto las unidades de albañilería como al mortero, logrando así maximizar la resistencia a la fuerza cortante, en caso contrario cuando no existe una adecuada adherencia la falla es de tipo escalonada.

1.3.11.3. Módulo de corte

Para determinar este factor es necesario promediar los resultados de las muestras ensayadas a carga vertical (ΔP) y desplazamiento (ΔD) captada por cada instrumento de medición (LVDT).

Esfuerzo cortante ($\Delta\tau$): Se determinará entre la relación del promedio del esfuerzo vertical y el área bruta de la diagonal cargada.

$$\Delta\sigma = \Delta P / A$$

Deformación unitaria asociada a ΔP de cada LVDT ($\Delta\varepsilon$): Se determinará entre la relación del promedio del desplazamiento y la separación entre bases del LVDT (instrumento utilizado para el ensayo).

$$\Delta\varepsilon = \Delta D / L$$

La deformación angular (γ) es obtenida mediante la sumatoria de las deformaciones unitarias obtenidas de cada instrumento utilizado para el ensayo (LVDT).

$$\gamma = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$

De tal forma:

$$Gm = \Delta\tau / \Delta\gamma$$

Dónde:

Gm = Módulo de corte de la albañilería

$\Delta\tau$ = valor promedio del esfuerzo cortante

$\Delta\gamma$ = valor promedio de la deformación angular

1.3.12. Diseño estructural

Toda estructura debe cumplir por lo menos los tres principios fundamentales de la mecánica de materiales, los cuales son la resistencia, rigidez y ductilidad.

1.3.12.1. Resistencia

Es la propiedad de un elemento que se encuentra sometido a soportar fuerzas gravitatorias o perpendiculares a su eje, ya sean por peso propio del elemento, cargas variables o cargas sísmicas.

1.3.12.2. Ductilidad

Es la capacidad que tiene un material de deformarse más allá del rango elástico.

1.3.12.3. Rigidez

Es la capacidad que posee un elemento de oponerse a la deformación producida por esfuerzos sometidos en dicho elemento.

1.3.13. Malla electrosoldada

Las mallas electrosoldadas son aplicadas mayormente para incrementar la resistencia a la tracción ocasionada por las fuerzas horizontales perpendiculares al plano del muro, debido al gran esfuerzo generado es recomendable realizar el reforzamiento con el fin de evitar el posible desprendimiento o desmoronamiento de los elementos que conforman el muro (Torres y Jorquera, 2018, pp. 6-7).

Para este proyecto de investigación se implementará la malla electrosoldada galvanizada de mayor uso estándar (Figura 12), el cuales están elaboradas con fierro galvanizado, material que ofrece un alto nivel de resistencia ante la rigurosidad del clima, ofreciendo una mayor protección contra la corrosión y oxidación, así mismo una de las más importantes características es el diámetro del alambre el que posee una alta tolerancia a golpes e impactos, manteniendo su calidad y resistencia sin sufrir deformaciones.

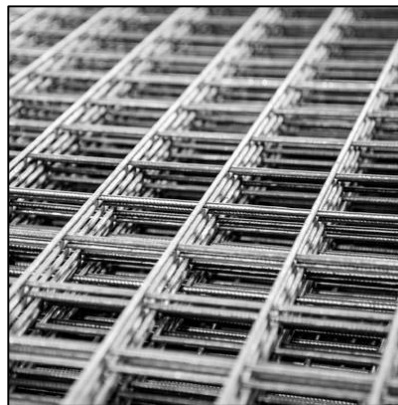


Figura 12. Malla electrosoldada galvanet

Fuente: www.prodac.bekeart.com

Dimensiones: 1.00m x 2.00m x 3.40mm, tipo cuadrada (5cm x 5cm)

La malla electrosoldada a implementar en el proyecto de investigación, está fabricada por la empresa PRODAC, las cuales se caracterizan por ser la únicas en el mercado recubiertas con una pesada capa de zinc (140 gr/m²), con la finalidad de brindar una mayor resistencia ante la corrosión, incluso en los puntos de intersección, ya que los alambres están soldados por fusión eléctrica, es decir, sin aporte del material.

Los paneles Galvanet, por ser altamente rígidos, pueden emplearse en múltiples aplicaciones, con respecto a la construcción se puede emplear como refuerzo externo.

1.4. Formulación del problema

La proyección del problema es establecer y organizar la idea principal de la investigación en base a los conocimientos existentes, así mismo la formulación del problema debe ser novedosa, factible y eficaz, fundamentándose en una concepción teórica y estableciéndose de forma clara y sencilla (Comas, Medina, Nogueira y Sosa, 2013, p.189).

1.4.1. Problema general

¿Cuál será el comportamiento mecánico de los muros de albañilería tradicional sin refuerzo y reforzada con malla electrosoldada para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019?

1.4.2. Problemas específicos

¿Cuál será la resistencia a la compresión axial de pilas hechas con unidades de albañilería sin reforzar y reforzada con malla electrosoldada para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019?

¿Cuál será el módulo de corte de muretes hechas con unidades de albañilería sin reforzar y reforzada con malla electrosoldada para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019?

¿Cuál será la clasificación de las unidades de albañilería en muros tradicionales de las viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019?

1.5. Justificación del estudio

La justificación consiste en la fundamentación de la pertinencia, la relevancia y la factibilidad del tema a investigar; además de exponer los beneficios que se obtendrán (Altair, 2009, p.6).

1.5.1. Justificación teórica

La presente investigación se realizará con la finalidad de aportar conocimiento existente sobre el reforzamiento de muros portantes en viviendas, cuyos resultados serán de utilidad para la implementación y mejoramiento de esta propuesta, a su vez el proyecto de investigación formará parte de un compendio de investigaciones que serán utilizadas en beneficio para la mejora de próximas construcciones.

1.5.2. Justificación práctica

Para realizar el diseño de los muros portantes reforzados se requiere evaluar el tipo y las características de las unidades que formarán parte del elemento estructural, se va ejecutar los ensayos en la unidad y en prismas de albañilería, los cuales van a interpretar o representar el muro portante de albañilería de las viviendas de Los Olivos, cuyos muros tienen como sistema estructural la albañilería confinada con unidades tubulares, de esta manera se evaluará su comportamiento mecánico frente a esfuerzos sujetos al plano del muro, de igual manera se determinará el módulo elástico y el módulo de corte de la albañilería a través de los ensayos que se realizarán

1.5.3. Justificación metodológica

Para la metodología es primordial reconocer el tipo de falla que presentaría el muro de albañilería, puesto que se determinará sus propiedades mecánicas para implementar un reforzamiento. Para el presente estudio se representará el muro de albañilería confinada tubular mediante prismas de albañilería, los cuales serán sometidos a ensayos de compresión axial y compresión diagonal, cuyos parámetros obtenidos deberán cumplir las especificaciones técnicas de la N.T.P. correspondiente.

1.6. Hipótesis

La hipótesis busca la validez lógica del entorno a investigar, de manera de posibilitar la suposición y la explicación de cuestiones significativas (Pulido. 2015, pp.1142-1143).

1.6.1. Hipótesis general

La implementación de malla electrosoldada mejora el comportamiento mecánico de los muros de albañilería tradicional para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.

1.6.2. Hipótesis específicas

La resistencia a la compresión axial de pilas permitirá identificar el incremento del comportamiento mecánico del muro de albañilería tradicional para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.

El módulo de corte de muretes permitirá identificar el incremento del comportamiento mecánico del muro de albañilería tradicional para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.

La clasificación de las unidades de albañilería permitirá identificar si cumple con los parámetros estructurales en muros tradicionales para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.

1.7. Objetivos

El objetivo refleja la esencia del problema de investigación, así mismo describe la realidad de lo que se intenta conocer o realizar durante el proceso (Lafuente y Marín, 2008, p.3).

1.7.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento mecánico de los muros de albañilería tradicional sin refuerzo y reforzada con malla electrosoldada para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.

1.7.2. Objetivos específicos

Determinar la resistencia a la compresión axial de pilas hechas con unidades de albañilería sin reforzar y reforzada con malla electrosoldada para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.

Determinar el módulo de corte de muretes hechas con unidades de albañilería sin reforzar y reforzada con malla electrosoldada para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.

Determinar la clasificación de las unidades de albañilería en muros tradicionales para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Método: Científico

El método científico se define como un conjunto de procedimientos racionales y sistemáticos propuestos para encontrar la solución al problema (Niño, 2011, p.26).

2.1.2. Tipo: Aplicada

La investigación aplicada es aquella que utiliza el conocimiento del investigador para aplicarlo en los estudios de campo, este tipo de investigación se encuentra relacionada con la investigación básica (Sanca, 2011, p.622).

En el presente proyecto de investigación se desarrollará fórmulas matemáticas para determinar el diseño de los elementos estructurales en el rango elástico por el método de esfuerzos permisibles, a su vez se evaluará su desempeño estructural cuando interactúe en el rango inelástico. Por lo tanto, el tipo de investigación será aplicada.

2.1.3. Diseño: Experimental

En el estudio experimental el investigador manipula el contexto de la investigación (Behar, 2008, p.19)

El proyecto de investigación tiene como una variable independiente que será manipulada para generar cambios en la variable dependiente, con la finalidad de obtener nuevos resultados que se implementarán para el diseño estructural. Por consiguiente, el diseño de investigación es experimental.

2.1.4. Nivel de investigación

Para Behar (2008), el nivel de investigación busca responder el porqué del objeto de investigación, así mismo describe el fenómeno y busca la explicación del comportamiento de las variables. (Behar, 2008, pp.21-22)

Con la premisa hecha, el nivel de investigación es de tipo explicativa ya que se determinarán resultados cuantitativos que por sí solos no expresan una legible respuesta a la problemática, para la interpretación de los resultados el investigador deberá explicarlos a través de comparaciones y/o análisis de las nuevas muestras y su aplicación de las mismas.

2.1.5. Enfoque de investigación

La investigación cuantitativa se ve relacionada con la “cantidad”, por lo cual se basa en la medición y el cálculo (Niño, 2011, p.30).

El enfoque del proyecto de investigación es cuantitativo, ya que mediante los ensayos a realizar se obtendrán resultados con valor numérico cuantificable, haciendo posible la comprobación de datos y la comparación de los mismos, con la finalidad de optimizar las propiedades de la muestra. De igual manera se implementará los datos para el diseño de una edificación donde las mejoras también son medibles.

2.2. Operacionalización de variables

2.2.1. Identificación de variables

-V.I.: Implementación de malla electrosoldada.

-V.D: Comportamiento mecánico del muro de albañilería tradicional.

Las variables, dimensiones e indicadores son mostrados en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: Implementación de malla electrosoldada	Las mallas electrosoldadas están constituidas por varillas lisas o corrugadas, laminadas en frío, dispuestas en mallas cuadradas o rectangulares y soldadas en todas sus intersecciones. (Medina, 2005 p.7)	La variable se estudiará como un elemento de refuerzo en función al muro de albañilería, será ensayada a compresión axial y diagonal para determinar las características mecánicas del elemento reforzado.	Compresión diagonal en muretes reforzados y sin refuerzo	Resistencia al corte puro	Ensayo de compresión diagonal en muretes (NTP 399.621)	En Mpa, según los datos obtenidos mediante el ensayo NTP. 399.621
				Módulo de corte		
				Forma de falla		
			Compresión axial en pilas reforzadas y sin refuerzo	Resistencia a la compresión	Ensayo de compresión en pilas de albañilería (NTP 399.605)	En Mpa, según los datos obtenidos mediante el ensayo NTP. 399.605
				Forma de falla		
				Módulo de elasticidad		
			Diseño estructural	Ductilidad	Diseño Sísmico y modulación	Valor variable, según el comportamiento mecánico del elemento.
				Resistencia		
				Rigidez		
VARIABLE DEPENDIENTE: Comportamiento mecánico del muro de albañilería tradicional	Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical (Abanto, 2007 p.23)	La variable será ensayada a compresión axial y diagonal, a su vez se ensayará las unidades de albañilería que lo conforman para determinar las características mecánicas del elemento.	Muro de albañilería elaborado con unidades tubulares	Prismas de albañilería	Ensayo en prismas de albañilería según NTP.	Valor variable, según el comportamiento mecánico del elemento.
				Propiedades y características		
				Proceso constructivo		
			Muro de albañilería elaborado con unidades k.k.18huecos	Prismas de albañilería	Ensayo en prismas de albañilería según NTP.	En Mpa, según los datos obtenidos mediante el ensayo NTP. 399.621
				Propiedades y características		
				Proceso constructivo		
			Ensayos en las unidades de albañilería	Variación dimensional	Ensayo de unidades de albañilería (NTP 399.613)	En Mpa, según los datos obtenidos mediante el ensayo NTP. 399.605
				Alabeo		
				Resistencia a la compresión		

Fuente: Elaboración Propia.

2.3. Población, muestra y muestreo

Se debe identificar y describir con claridad el fragmento de la población total con la que se llevará a cabo la investigación, así mismo si se realizó un muestreo aleatorio probabilístico o no probabilístico (Henríquez y Zepeda, 2004, p.19).

2.3.1. Población

La población serán los prismas de albañilería, los cuales representarán a los muros de las viviendas unifamiliares de Los Olivos, así mismo estos prismas de albañilería serán utilizados en los ensayos de compresión axial y compresión diagonal.

2.3.2. Muestra

La muestra se determinará según el criterio del investigador y en función de la norma técnica peruana establecida, por cual se utilizarán 10 unidades de albañilería, 6 pilas de albañilería y 6 muretes de albañilería para llevar a cabo los ensayos.

2.3.3. Muestreo: No probabilístico

El muestreo no probabilístico es el método que permite seleccionar muestras a través de un criterio preestablecido (Niño, 2011, p.58).

En el muestreo intencionado el investigador determina los elementos representativos desde su punto de vista, por lo cual se requiere un conocimiento previo de la población a investigar (Behar, 2008, p.53).

Por ende, se realizará el muestro no probabilístico – intencionado debido a que la muestra no será seleccionada aleatoriamente, y esta se verá regida por el criterio del investigador ya sea por el conocimiento de la población o necesidad de la misma.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnica de recolección de datos: Observación

La investigación no tendría sentido sin la implementación de técnicas para recolectar datos, las cuales conducen a la comprobación del problema establecido (Behar, 2008, p.55).

La técnica que se empleará será la observación sistemática, mediante el cual se podrá determinar los resultados obtenidos a través de los ensayos, esta técnica es indispensable debido a que se requerirá la toma de datos en los diversos aspectos del comportamiento físico-mecánico de la albañilería reforzada y sin refuerzo.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos tienen como función la captura de datos e información requerida, con la finalidad de comprobar el logro de los objetivos de investigación, la medición de las variables y la validación de la hipótesis en caso de que se complementen. (Niño, 2011, p.87).

El instrumento de recolección de datos deberá plasmar las solicitudes de la investigación a través de los parámetros establecidos y correlacionados en función al ensayo que se realizará. De igual manera se evaluará el comportamiento y las propiedades físico-mecánicas de la muestra. Ver anexos (del 2 al 5).

2.4.3. Validez

La validez de la investigación de estar planificada en base de una metodología rigurosa que conduzca a la obtención de resultados válidos (Chárriez, 2012, p.60).

La validez del instrumento que se utilizará para la recolección de los datos dependerá de la evaluación de 3 especialistas, los cuales determinarán si los datos solicitados en las fichas son los requeridos para la investigación que se realizará.

2.4.4 Confiabilidad

Para determinar si un instrumento es confiable, este deberá medir con veracidad al objeto de muestra en distintos momentos y proyectar los mismos resultados (Niño, 2011, p.87).

En el proyecto de investigación, la confiabilidad se encuentra relacionada en función a la calibración de la maquinaria que se utilizará para llevar a cabo los ensayos requeridos, así mismo dicha calibración certificará que los resultados obtenidos tendrán un alto grado de confiabilidad.

2.5. Procedimiento

En el presente trabajo de investigación se realizaron diversos ensayos para determinar las propiedades y características del elemento estructural, cuyos resultados serán de utilidad para el posterior análisis.

2.5.1 Propiedades y características de los materiales

➤ Unidades de albañilería industrial

Se utilizaron las unidades de albañilería de distribuidores muy reconocidos ya sea por su venta a nivel nacional, cuyas especificaciones técnicas son:

a) Unidad de albañilería k.k.18 huecos

- ✓ Tipo: Ladrillo King Kong Hércules 18 huecos.
- ✓ Altura: 9.0 cm - +/- 4% máximo del alto.
- ✓ Ancho: 13.0 cm - +/- 3% máximo del ancho.
- ✓ Largo: 23.0 cm - +/- 2% máximo del largo.
- ✓ Resistencia a la compresión: 130 kg/cm²
- ✓ Alabeo: < 4 mm máximo.
- ✓ % Vacíos: 41-45%



Figura 13. Ladrillo K.K.18 huecos - Hércules

Fuente: www.ladrilleraeldiamante.com.

b) Unidad de albañilería tubular

- ✓ Tipo: Ladrillo Pandereta Pirámide rayado.
- ✓ Altura: 9.3 cm - +/- 2% máximo del alto.
- ✓ Ancho: 11.0 cm - +/- 3% máximo del ancho.
- ✓ Largo: 23.0 cm - +/- 3% máximo del largo.
- ✓ Resistencia a la compresión: 40 kg/cm²
- ✓ Alabeo: < 4 mm máximo.



Figura 14. Ladrillo Pandereta rayado - Pirámide

Fuente: www.ladrillospiramide.com.

➤ Mortero

El mortero se encuentra conformado por los siguientes elementos:

a) Cemento

Para la elaboración del mortero se utilizará el Cemento Portland Tipo I (Figura 15).

- ✓ Tipo: Cemento Portland Tipo I
- ✓ Peso: 42.50 kg
- ✓ Marca: APU
- ✓ Cumple con la N.T.P-334.082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-1157.



Figura 15. Bolsa de cemento APU

Fuente: Elaboración propia.

b) Agregado fino

El agregado fino utilizado será la arena gruesa natural (Figura 16) y arena fina natural (Figura 17), libre de materia orgánica y sales, con las características del R.N.E. E.070, a su vez es importante que el agregado fino contenga poco polvo para evitar un fraguado rápido, debido que al endurecer el mortero disminuirá su adherencia con la unidad inmediata superior.



Figura 16. Bolsa de arena gruesa

Fuente: www.maestro.com.



Figura 17. Bolsa de arena fina

Fuente: www.maestro.com.

➤ Malla electrosoldada

Para este proyecto de investigación se implementará la malla electrosoldada galvanizada de mayor uso estándar (Figura 18), el cuales están elaboradas con fierro

galvanizado, material que ofrece un alto nivel de resistencia ante la rigurosidad del clima, ofreciendo una mayor protección contra la corrosión y oxidación, así mismo una de las más importantes características es el diámetro del alambre el que posee una alta tolerancia a golpes e impactos, manteniendo su calidad y resistencia sin sufrir deformaciones.

- ✓ Nomenclatura: Malla electrosoldada Galvanet
- ✓ Panel: Rectangular
- ✓ Medidas: 1.00 m x 2.00 m.
- ✓ Cocada: Cuadrada
- ✓ Dimensiones de la cocada: 5 cm x 5 cm.
- ✓ Diámetro: 3.40 mm



Figura 18. Malla electrosoldada galvanet

Fuente: Elaboración propia.

2.5.2. Ensayos clasificatorios en unidades de albañilería

➤ Variación dimensional en unidades de k.k.18 huecos

En función de las 10 muestras de albañilería (K.K. 18 huecos), se realizó la medición del ancho a través de los dos extremos y en ambas caras (Figura 19), desde el punto medio de los bordes que limitan las caras.



Figura 19. Variación dimensional en las unidades de k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Variación dimensional en las unidades de k.k.18 huecos.

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTURA
L-1	220.00	120.50	90.00
L-2	220.00	120.00	90.00
L-3	219.00	119.50	89.50
L-4	219.00	120.50	89.50
L-5	220.00	120.00	89.50
L-6	219.50	119.50	89.50
L-7	220.00	120.00	89.50
L-8	220.00	120.50	90.50
L-9	218.50	119.50	90.00
L-10	219.50	120.50	90.00
PROMEDIO	219.50	120.10	89.80
Desviación estándar	0.1423	0.1170	0.0949
% Variabilidad	4.57%	7.62%	0.22%

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la **Tabla 3**. Se puede apreciar los resultados obtenidos en el ensayo de variación dimensional en unidades de k.k.18 huecos, en el cual se determinó un mayor porcentaje de variabilidad, presentándose un incremento de 2.57% con respecto al largo y un incremento del 4.62% con respecto al ancho.

➤ **Variación dimensional en unidades de albañilería tubular**

En función de las 10 muestras de albañilería tubular (pandereta), se realizó la medición del ancho a través de los dos extremos y en ambas caras (Figura 20), desde el punto medio de los bordes que limitan las caras.



Figura 20. Variación dimensional de la unidad de albañilería tubular

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Variación dimensional en las unidades tubulares

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTURA
L-1	228.00	104.50	91.50
L-2	227.00	104.50	90.50
L-3	226.50	104.00	90.50
L-4	226.50	104.00	90.50
L-5	226.50	105.00	90.00
L-6	227.00	105.00	90.50
L-7	226.50	105.00	90.50
L-8	226.50	105.00	90.00
L-9	227.50	104.00	90.50
L-10	226.50	105.00	90.50
PROMEDIO	226.90	104.60	90.50
Desviación estándar	0.1360	0.1265	0.0632
% Variabilidad	1.35%	4.91%	2.69%

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la **Tabla 4**. Se puede apreciar los resultados obtenidos en el ensayo de variación dimensional en unidades tubulares, se determinó un mayor porcentaje de variabilidad con respecto a las características proporcionadas por el proveedor, habiendo un incremento de 2.91% con respecto al ancho.

➤ **Alabeo en unidades de k.k. 18 huecos**

El ensayo se realizó colocando la superficie de asiento de la unidad de albañilería sobre una superficie plana y a través de una regla y una cuña metálica graduada al milímetro, se registraron los valores de alabeo en los puntos de mayor deformación (Figura 21).



Figura 21. Alabeo en la unidad k.k. 18 huecos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Alabeo en unidades de k.k.18 huecos

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD
	PROMEDIO (mm)
L-1	1
L-2	2
L-3	1
L-4	0
L-5	2
L-6	2
L-7	1
L-8	1
L-9	2
L-10	1
PROMEDIO	1.3

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la **Tabla 5**. Se puede apreciar los resultados obtenidos mediante el ensayo de alabeo en unidades de k.k.18 huecos, en el cual el alabeo promedio obtenido se encuentra dentro del rango establecido con respecto a las características proporcionadas por el proveedor.

➤ **Alabeo en unidades de albañilería tubular**

El ensayo se realizó colocando la superficie de asiento de la unidad de albañilería sobre una superficie plana y a través de una regla y una cuña metálica graduada al milímetro, se registraron los valores de alabeo en los puntos de mayor deformación (Figura 22).



Figura 22. Alabeo en la unidad de albañilería tubular

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Alabeo en unidades tubulares

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD
	PROMEDIO (mm)
L-1	2
L-2	1
L-3	2
L-4	1
L-5	1
L-6	1
L-7	1
L-8	1
L-9	0
L-10	2
PROMEDIO	1.2

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la **Tabla 6**. Se puede apreciar los resultados obtenidos del ensayo de alabeo en unidades tubulares, en el cual el alabeo obtenido se encuentra dentro del rango establecido con respecto a las características proporcionadas por el proveedor.

➤ **Resistencia a la compresión en unidades de k.k. 18 huecos**

Se les colocó un refrentado de mortero en las superficies de contacto de la unidad (Figura 23), con el fin de uniformizar la transmisión de esfuerzos en el proceso de ensayo; finalmente se tomaron las medidas de las muestras y se procedió con el ensayo utilizando la máquina de compresión del laboratorio (Figura 26).



Figura 23. Refrentado inicial en unidades de k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.



Figura 24. Refrentado terminado en unidades de k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.



Figura 25. Colocación de las unidades antes de realizar el ensayo de compresión

Fuente: Elaboración propia.



Figura 26. Ensayo de compresión axial en unidades k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.

La resistencia a compresión de cada unidad de albañilería (Figura 27), se obtendrá a través de la siguiente ecuación:

$$C = W/A$$

Dónde:

- ✓ C = Resistencia a la compresión de la muestra, MPa.
- ✓ W = Carga máxima en N, indicada según la máquina de ensayo.
- ✓ A = Valor promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior de la muestra ensayada, mm².



Figura 27. Ensayo de compresión en unidades de k.k.18 huecos terminado

Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. Falla de trituración en unidades de k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Ensayo de compresión en unidades de k.k.18 huecos

MUESTRAS	DIMENSIONES			AREA BRUTA (mm)	CARGA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	LARGO	ANCHO	ALTURA		(Kg)	(N)	(Kg/cm ²)	(Mpa)
M-1	220.00	121.00	90.00	26620	50899	499319	207.80	20.80
M-2	221.00	120.00	91.00	26520	53039	520313	217.40	21.70
M-3	219.00	121.00	90.00	26499	55565	545093	227.90	22.80
M-4	221.00	120.00	90.00	26520	47435	465337	194.40	19.40
M-5	221.00	121.00	90.00	26741	58637	575229	238.30	23.80

Fuente: Elaboración propia.

PROMEDIO	217.2	(Kg/cm ²)
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	17.1	(Kg/cm ²)
f' b c (Resistencia característica)	200.1	(Kg/cm ²)
Coefficiente de variación	7.9	(%)

Con respecto a la **Tabla 7**. Se puede apreciar los resultados del ensayo de compresión en unidades de k.k.18 huecos, así mismo se pudo determinar que la resistencia característica a la compresión obtenida fue de 200.1 kg/cm², la cual es superior y presenta un coeficiente de variación de 7.9% con respecto a las características proporcionadas por el proveedor.

➤ Resistencia a la compresión en unidades de albañilería tubular

Las unidades de albañilería tubulares fueron seleccionadas y llevadas al horno por 24 horas a una temperatura de 110°C para eliminar la humedad natural, luego se les colocó un refrentado de mortero en las superficies de contacto entre la unidad (Figura 29), para poder uniformizar la transmisión de esfuerzos en el proceso de ensayo.



Figura 29. Refrentado en unidades tubulares

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se tomó las medidas de las muestras y se procedió con el ensayo utilizando la máquina de compresión del laboratorio de ensayo de materiales.



Figura 30. Colocación de las unidades antes de realizar el ensayo de compresión

Fuente: Elaboración propia.



Figura 31. Ensayo de compresión axial en unidades tubulares

Fuente: Elaboración propia.

La resistencia a compresión, se obtendrá a través de la siguiente ecuación:

$$C = W/A$$

Dónde:

- ✓ C = Resistencia a la compresión de la muestra, MPa.
- ✓ W = Carga máxima en N, indicada según la máquina de ensayo.
- ✓ A = Valor promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior de la muestra ensayada, mm².



Figura 32. Falla por trituración en unidades tubulares

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Ensayo de compresión en unidades tubulares

MUESTRAS	DIMENSIONES			AREA BRUTA (mm)	CARGA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	LARGO	ANCHO	ALTURA		(Kg)	(N)	(Kg/cm2)	(Mpa)
M-1	229.00	107.00	91.00	24503	15100	148131	67.00	6.70
M-2	227.00	105.00	91.00	23835	15165	148769	69.20	6.90
M-3	228.00	105.00	90.00	23940	13011	127638	59.10	5.90
M-4	226.00	106.00	91.00	23956	11615	113943	52.70	5.30
M-5	227.00	106.00	90.00	24062	12915	126696	58.30	5.80

Fuente: Elaboración propia.

PROMEDIO	61.3	(Kg/cm2)
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	6.7	(Kg/cm2)
f'b c (Resistencia característica)	54.5	(Kg/cm2)
Coefficiente de variación	11.0	(%)

Con respecto a la **Tabla 8**. Se puede apreciar los resultados del ensayo de compresión en unidades tubulares, así mismo se pudo determinar que la resistencia característica a la compresión obtenida fue de 54.5 kg/cm², la cual es superior y presenta un coeficiente de variación de 11.0% con respecto a las características del proveedor.

2.5.3. Evaluación de resultados en unidades de albañilería

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos clasificatorios, las unidades de albañilería serán clasificadas en función a los parámetros establecidos en la N.T.E.070.

Tabla 9. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

TIPO	ZONA SISMICA 2 Y 3		ZONA SISMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Solido Artesanal	No	Si, hasta dos pisos	Si
Solido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si Celdas totalmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta dos pisos

Fuente: Norma técnica E.070.

Tabla 10. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACION DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION f'b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP (2)	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

Fuente: Norma técnica E.070.

➤ **Evaluación de resultados en unidades de albañilería de k.k.18 huecos**

a) Variación dimensional

Altura: 0.22%, Ancho: 7.62%, Largo: 4.57% = Clasifica como ladrillo tipo I.

b) Alabeo

Concavidad máxima: 1.3 mm = Clasifica como ladrillo tipo V.

c) Resistencia característica a la compresión

Fb c = 200.1 kg/cm² = Clasifica como ladrillo tipo V

Para clasificar a la unidad con fines estructurales, debe emplearse los resultados más desfavorables de los ensayos indicados según la N.T.E.070.

Con respecto a la **Tabla 9** y **Tabla10**. La unidad de albañilería King Kong 18 huecos Hércules clasifica como tipo V, debido a su alta resistencia característica a la compresión, Así mismo el porcentaje de vacíos de la unidad oscila entre el 41% - 45% por lo cual la unidad se considera de tipo hueca.

➤ **Evaluación de resultados en unidades de albañilería tubular**

a) Variación dimensional

Altura: 2.69%, Ancho: 4.91%, Largo: 1.35% = Clasifica como ladrillo tipo III.

b) Alabeo

Concavidad máxima: 1.2 mm = Clasifica como ladrillo tipo V.

c) Resistencia característica a la compresión

$F_b c = 54.5 \text{ kg/cm}^2$ = Clasifica como ladrillo tipo I

Para clasificar a la unidad con fines estructurales, debe emplearse los resultados más desfavorables de los ensayos indicados según la N.T.E.070.

Con respecto a la **Tabla 9** y **Tabla 10**. La unidad de albañilería pandereta Pirámide clasifica como tipo I, debido a su baja resistencia característica a la compresión.

2.5.4. Ensayos en prismas de albañilería

2.5.4.1. Ensayos en pilas de albañilería

Las pilas son clasificadas como un prisma de albañilería (Figura 33), las cuales cuenta con unidades asentadas una sobre otra con mortero, se recomienda que las pilas consten de por lo menos 3 hiladas, para esta investigación se realizaron 4 hiladas. La altura debe ser tal que permita una construcción correcta y adecuada además que facilite su transporte y almacenaje hacia los equipos en el laboratorio a ensayar.

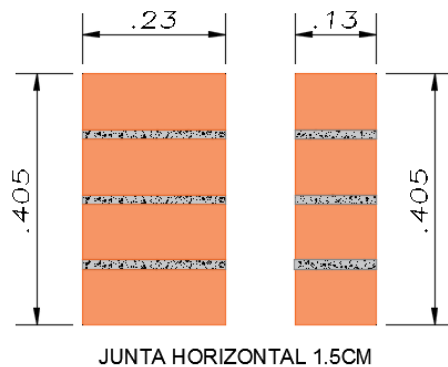


Figura 33. Detalle típico de pilas de albañilería

Fuente: Elaboración propia.

Proceso constructivo en pilas de albañilería:

- ✓ ***Unidades humedecidas:*** para empezar la elaboración de las pilas, las unidades de albañilería fueron humedecidas previamente antes de realizar el asentamiento de la primera hilada.
- ✓ ***Preparación del mortero:*** para la mezcla de mortero se preparó con la relación 1:4 (cemento: arena gruesa), para medir dicha relación se usó un balde, posteriormente se uniformizó la mezcla con un badilejo, seguidamente la mezcla se puso en una batea en la cual se le añadió el agua hasta que la mezcla obtenga una consistencia adecuada.
- ✓ ***Apilado de las unidades de albañilería:*** se asentaron las unidades de albañilería una sobre otra uniéndolas con mortero, utilizando regla, cordel y plomada, verificándose que las juntas tanto verticales como horizontales sean de 1.5cm aproximadamente, hasta alcanzar las 4 hiladas. Cabe mencionar que se asentaron al mismo tiempo todas las pilas dispuestas en una fila, esto se realizó con la finalidad de que las pilas tengan mayor uniformidad durante el proceso constructivo.
- ✓ ***Refrentado:*** un día previo al ensayo de compresión se colocó un refrentado de yeso en los extremos de la pila, con el fin de garantizar la transmisión de esfuerzos de manera uniforme hacia el espécimen.

➤ **Pilas de albañilería con unidades de k.k. 18 huecos**

Mediante los ensayos realizados en pilas de albañilería (Figura 34) se determinará la resistencia característica a la compresión (f'_m) y el módulo de elasticidad (E_m) de la albañilería elaborada a base de unidades de k.k.18 huecos.



Figura 34. Pilas k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.

Las pilas de albañilería de k.k.18 huecos, cuenta con las siguientes características:

- ✓ Tipo de ladrillo: Ladrillo King Kong Hércules 18 huecos.
- ✓ Dimensiones de ladrillo: 9 x 13 x 23cm.
- ✓ Altura de la pila: 40.5 cm (4 hiladas).
- ✓ Ancho de la pila: 13 cm.
- ✓ Espesor junta horizontal: 1.5cm – Mortero 1:4 (cemento: arena gruesa).
- ✓ Refrentado con yeso: espesor 3mm.



Figura 35. Refrentado en pilas

Fuente: Elaboración propia.



Figura 36. Montaje de pilas de k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo se llevó a cabo el ensayo de compresión axial en pilas de albañilería elaboradas en base a ladrillos k.k.18 huecos, con el fin de determinar las propiedades mecánicas correspondientes e identificar la forma de falla de las muestras.



Figura 37. Muestra P-1 Pila k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.



Figura 38. Muestra P-2 Pila k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.

a) Formas de falla en pilas elaboradas a base de ladrillos k.k.18 huecos

La falla de las pilas de albañilería elaboradas a base de ladrillos de k.k.18 huecos Hércules fue un poco adecuada, debido a que se originaron grietas verticales en la de cara de menor dimensión, lo cual fue originada por tracción debido a la expansión lateral producido por el esfuerzo de compresión aplicado en las muestras.



Figura 39. Forma de falla Muestra P-1

Pila k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.



Figura 40. Forma de falla Muestra P-1

Pila k.k.18 huecos desmontado

Fuente: Elaboración propia.



Figura 41. Forma de falla Muestra P-2

Pila k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.



Figura 42. Forma de falla Muestra P-2

Pila k.k.18 huecos desmontado

Fuente: Elaboración propia.

- **Forma de falla muestra P-1 pila k.k.18 huecos**

El tipo de falla fue por compresión (Figura 39), en el cual se originaron grietas verticales que atravesaron las unidades y el mortero, posteriormente debido al aplastamiento la unidad de albañilería superior se desprendió ligeramente en diversos trozos durante en la fase de desmontaje (Figura 40).

- **Forma de falla muestra P-2 pila k.k.18 huecos**

El tipo de falla fue por compresión (Figura 41), en el cual se originó una grieta vertical que atravesó las unidades y el mortero, posteriormente debido al aplastamiento la unidad de albañilería superior se desprendió ligeramente en diversos trozos (Figura 42).

b) Cálculo de la resistencia a compresión axial en pilas k.k.18 huecos

La resistencia característica a compresión axial de la albañilería ($f'm$) elaborada a base de ladrillos k.k.18 huecos se obtendrá como el valor promedio de las muestras ensayadas menos la desviación estándar.

Tabla 11. *Ensayo de compresión axial en pilas k.k.18 huecos*

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	F'c	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
	LARGO	ANCHO	ALTURA					
P - 1	22.00	12.00	40.20	264.00	20200	1.10	84.17	Separación del frente superficial
P - 2	22.10	12.10	40.40	267.41	18600	1.10	76.51	Separación del frente superficial

Fuente: Elaboración propia.

PROMEDIO	80.34	(Kg/cm ²)
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	3.83	(Kg/cm ²)
f'm (Resistencia característica)	76.51	(Kg/cm ²)
Coefficiente de variación	-17.71	(%)

Con respecto a la **Tabla 11**. Se puede apreciar los ensayos realizados en las pilas elaboradas a base de unidades de k.k.18 huecos, en el cual se determinó una resistencia característica a compresión axial ($f'm$) de 76.51 kg/cm², así mismo el valor obtenido es superior a la resistencia característica a compresión axial establecida según la norma ($f'm = 65$ kg/cm²), presentando un coeficiente de variación del 17.71%.

➤ **Pilas de albañilería con unidades tubulares**

Mediante los ensayos realizados en pilas de albañilería (Figura 43) se determinará la resistencia característica a la compresión (f^m) y el módulo de elasticidad (E_m) de la albañilería elaborado a base de unidades tubulares (pandereta).



Figura 43. Pilas tubulares

Fuente: Elaboración propia.

Las pilas de albañilería tubulares, cuenta con las siguientes características:

- ✓ Tipo de ladrillo: Ladrillo Pandereta Rayado Pirámide.
- ✓ Dimensiones de ladrillo: 9.3 x 11 x 23cm.
- ✓ Altura de la pila: 41.7 cm (4 hiladas).
- ✓ Ancho de la pila: 11 cm.
- ✓ Espesor junta horizontal: 1.5cm – Mortero 1:4 (cemento: arena gruesa).
- ✓ Refrentado de yeso: espesor 3mm.



Figura 44. Refrentado en pilas tubulares

Fuente: Elaboración propia.



Figura 45. Montaje de pilas tubulares

Fuente: Elaboración propia.

a) Formas de falla en pilas elaboradas a base de ladrillos tubulares

La falla de las pilas de albañilería elaboradas a base de ladrillos tubulares Pirámide fue indeseable, así mismo de carácter frágil y explosivo con respecto a su falla por trituración de la unidad, generalmente esta falla aparece de forma brusca, debido a que se trata de materiales frágiles no reforzados.

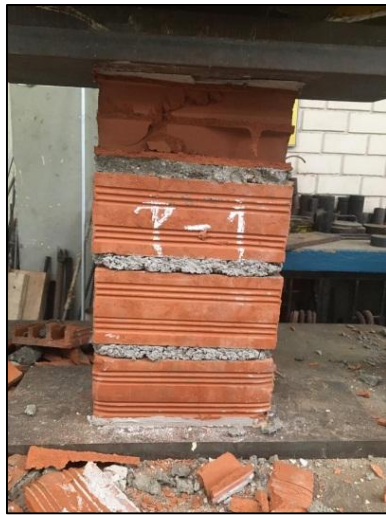


Figura 46. Forma de falla Muestra P-1

Pila tubular

Fuente: Elaboración propia.



Figura 47. Forma de falla Muestra P-1

Pila tubular desmontada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 48. Forma de falla Muestra P-2

Pila tubular

Fuente: Elaboración propia.



Figura 49. Forma de falla Muestra P-2

Pila tubular desmontada

Fuente: Elaboración propia.

- **Forma de falla muestra P-1 pila tubular**

El tipo de falla fue por compresión (Figura 46), así mismo fue frágil y explosiva. En el cual la unidad superior se trituró debido al aplastamiento y sus caras exteriores salieron despedidas en trozos (Figura 47). No se observó ninguna grieta que atravesase las unidades y el mortero.

- **Forma de falla muestra P-2 pila tubular**

El tipo de falla fue por compresión (Figura 48), similar al caso anterior la forma de falla fue frágil y explosiva. En el cual la unidad superior se trituró debido al aplastamiento y sus caras exteriores salieron despedidas en trozos (Figura 49).

b) Cálculo de la resistencia a compresión axial en pilas tubulares

La resistencia característica a compresión axial de la albañilería ($f'm$) elaborada a base de ladrillos pandereta se obtendrá como el valor promedio de las muestras ensayadas menos la desviación estándar.

Tabla 12. *Ensayo de compresión axial en pilas tubulares*

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	F'c	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
	LARGO	ANCHO	ALTURA					
P - 1	23.00	11.10	42.50	255.30	5200	1.14	23.00	Separación del frente superficial
P - 2	22.90	11.10	42.70	254.20	6000	1.14	27.00	Separación del frente superficial

Fuente: Elaboración propia.

PROMEDIO	25.00	(Kg/cm ²)
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	2.00	(Kg/cm ²)
f'm (Resistencia característica)	23.00	(Kg/cm ²)
Coefficiente de variación	64.62	(%)

Con respecto a la **Tabla 12.** Se puede apreciar los ensayos realizados en las pilas elaboradas a base de unidades tubulares (pandereta), en el cual se determinó una resistencia característica a compresión axial ($f'm$) de 23.00 kg/cm², así mismo el valor obtenido es inferior a la resistencia característica a compresión axial establecida según la norma ($f'm = 65$ kg/cm²), presentando un coeficiente de variación del 64.62%.

➤ Pilas de albañilería con unidades tubulares reforzadas

Las pilas de albañilería elaboradas con unidades tubulares serán reforzadas con malla electrosoldada y tartajeadas en una sola cara (Figura 50), para posteriormente llevar a cabo el ensayo de compresión axial.

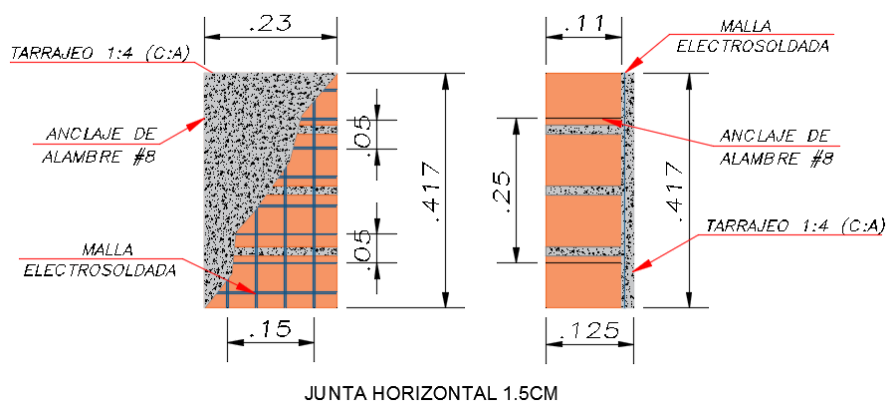


Figura 50. Detalle típico de pilas de albañilería reforzada

Fuente: Elaboración propia.

Mediante los ensayos realizados en pilas de albañilería reforzadas se obtendrá la nueva resistencia característica a la compresión (f'_m) y el módulo de elasticidad (E_m) de la albañilería elaborado a base de unidades tubulares, las cuales cuentan con las siguientes características:

Proceso constructivo en pilas de albañilería reforzadas:

Se realizó el mismo proceso constructivo de las pilas de albañilería tubular, para posteriormente al fraguado del mortero, se procedió a la colocación del refuerzo sobre la pila de albañilería, el cual cuenta con el siguiente proceso constructivo:

- ✓ **Habilitación del refuerzo:** se procedió a recortar el acero de la malla electrosoldada haciendo uso de un esmeril, de acuerdo a las dimensiones de la pila.
- ✓ **Colocación del alambre #8:** se procedió a la colocación del alambre #8 en las perforaciones del ladrillo, esto para sujetar la malla electrosoldada a la pila.
- ✓ **Colocación del refuerzo:** Se colocó la malla electrosoldada en una de las caras de la pila, fijando la malla con el alambre #8 @ 15cm, quedando así la malla impregnada a la pila.
- ✓ **Tarrajeo de la pila:** se llevó a cabo el tarrajeo en la superficie reforzada con la malla electrosoldada, dicho tarrajeo se realizó con un espesor de 1.5cm.

- ✓ **Refrentado:** un día previo al ensayo de compresión se colocó un refrentado de yeso en los extremos de la pila, con el fin de garantizar la transmisión de esfuerzos de manera uniforme hacia el espécimen.



Figura 51. Reforzamiento de pilas tubulares

Fuente: Elaboración propia.



Figura 52. Tarrajeo de las pilas reforzadas

Fuente: Elaboración propia.

Las pilas de albañilería tubular reforzada cuenta con las siguientes características:

- ✓ Tipo de ladrillo: Ladrillo Pandereta Rayado Pirámide.
- ✓ Dimensiones de ladrillo: 9.3 x 11 x 23 cm.
- ✓ Altura de la pila: 41.7 cm (4 hiladas).
- ✓ Ancho de la pila: 11 cm.
- ✓ Espesor de juntas horizontal: 1.5cm - Mortero 1:4 (cemento: arena gruesa).
- ✓ Refrentado de yeso: espesor 3mm.
- ✓ Espesor del tarrajeo: 1.5cm - Mortero 1:4 (cemento: arena fina).
- ✓ Malla electrosoldada: diametro de barra 3.4mm.



Figura 53. Montaje de pilas tubulares

Fuente: Elaboración propia.

a) Formas de falla en pilas reforzadas elaboradas a base de ladrillos tubulares

La falla de las pilas de albañilería reforzadas elaboradas a base de ladrillos tubulares Pirámide fue controlada con respecto a su falla por trituración, debido a que el reforzamiento evita que los trozos y esquirlas de la unidad de albañilería salieran despedidos de forma brusca.



Figura 54. Forma de falla Muestra P-1

Pila tubular reforzada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 55. Forma de falla Muestra P-1

Pila tubular reforzada desmontada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 56. Forma de falla Muestra P-2

Pila tubular reforzada

Fuente: Elaboración propia.



Figura 57. Forma de falla Muestra P-2

Pila tubular reforzada desmontada

Fuente: Elaboración propia.

- **Forma de falla muestra P-1 pila tubular reforzada**

El tipo de falla fue por compresión (Figura 54), así mismo el trituramiento fue controlado por el refuerzo. En el cual debido al aplastamiento se trituró la cara exterior de la unidad de albañilería superior (Figura 55). Se pudo observar grietas que atraviesen las unidades y el mortero.

- **Forma de falla muestra P-2 pila tubular reforzada**

El tipo de falla fue por compresión (Figura 56), así mismo el trituramiento fue controlado por el refuerzo. En el cual debido al aplastamiento se trituró la cara exterior de la unidad de albañilería superior (Figura 57). Se pudo observar grietas en la muestra.

b) Cálculo de la resistencia a compresión axial en pilas tubulares reforzadas

La resistencia característica a compresión axial de la albañilería (f'_m) elaborada a base de ladrillos pandereta reforzada se obtendrá como el valor promedio de las muestras ensayadas menos la desviación estándar.

Tabla 13. *Ensayo de compresión axial en pilas tubulares reforzadas*

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	F'c	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
	LARGO	ANCHO	ALTURA					
P - 1	23.50	12.50	41.50	293.80	6300	1.10	24.00	Separación del frente superficial
P - 2	23.20	12.80	41.80	297.00	7000	1.09	26.00	Separación del frente superficial

Fuente: Elaboración propia.

PROMEDIO	25.00	(Kg/cm ²)
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.00	(Kg/cm ²)
f'm (Resistencia característica)	24.00	(Kg/cm ²)
Coefficiente de variación	63.08	(%)

Con respecto a la **Tabla 13**. Se puede apreciar los ensayos realizados en las pilas reforzadas y elaboradas a base de unidades tubulares, en el cual se determinó una resistencia característica a compresión axial (f'_m) de 24.00 kg/cm², así mismo el valor obtenido es inferior a la resistencia característica a compresión axial establecida según la norma ($f'_m = 65$ kg/cm²), presentando un coeficiente de variación de 63.08%.

2.5.4.2. Ensayos en muretes de albañilería

Los muretes de albañilería (Figura 58), son pequeños muros elaborados mediante unidades de albañilería asentadas con mortero cuyos lados deberán ser cuadrados y contar por lo menos con una longitud de 60cm, a fin de obtener resultados representativos, sus dimensiones deben ser tal que permita una adecuada construcción, a su vez facilite su almacenaje y transporte hacia los equipos en el laboratorio a ensayar.

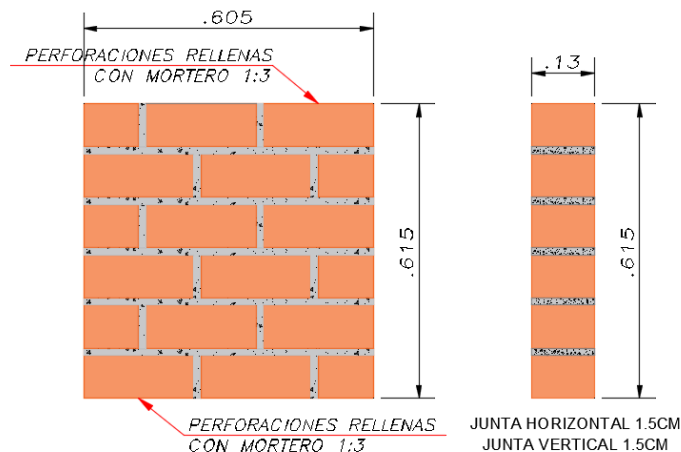


Figura 58. Detalle típico de muretes de albañilería

Fuente: Elaboración propia.

Proceso constructivo en muretes de albañilería:

- ✓ **Unidades humedecidas:** para empezar la elaboración de las pilas, las unidades de albañilería fueron humedecidas previamente antes de realizar el asentamiento de la primera hilada (Figura 59).
- ✓ **Preparación del mortero:** para la mezcla de mortero se preparó con la relación 1:4 (cemento: arena gruesa), para medir dicha relación se usó un balde, posteriormente se uniformizó la mezcla con un badilejo, seguidamente la mezcla se puso en una batea en la cual se le fue añadiendo agua hasta que la mezcla obtenga una consistencia adecuada (Figura 60).
- ✓ **Apilado de las unidades de albañilería:** se asentaron las unidades de albañilería una sobre otra uniéndolas con mortero, utilizando regla, cordel y plomada, verificándose que las juntas tanto verticales como horizontales sean de 1.5cm aproximadamente, hasta alcanzar las 4 hiladas. Cabe mencionar que se asentaron al mismo tiempo todas pilas dispuestas en una fila, esto se realizó con la finalidad de que las pilas tengan

mayor uniformidad durante el proceso constructivo, en comparación de asentarlas pila por pila.



Figura 59. Unidades de albañilería humedecidas

Fuente: Elaboración propia.



Figura 60. Preparación del mortero

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ **Relleno de alveolos:** se realizará el relleno de alveolos siempre y cuando la unidad de albañilería las posea, se aplicó mortero 1:3 (cemento: arena gruesa), en las perforaciones de los ladrillos que están en contacto con los cabezales angulares metálicos, a fin de evitar fallas locales al momento de realizar el ensayo.

➤ **Muretes de albañilería con unidades de k.k. 18 huecos**

Mediante el ensayo de compresión diagonal en muretes, se podrá determinar la resistencia al corte ($V'm$) y el módulo de corte (Gm), de igual forma el ensayo de compresión diagonal en muretes permite predecir el comportamiento del agrietamiento diagonal y también el tipo de falla de los muros de albañilería a escala natural.

Los muretes de albañilería k.k.18 huecos cuenta con las siguientes características:

- ✓ Tipo de ladrillo: ladrillo King Kong Hercules 18 huecos.
- ✓ Dimensiones de ladrillo: 9 x 13 x 23cm.
- ✓ Altura del murete: 61.5cm.
- ✓ Largo del murete: 60.5cm.
- ✓ Ancho del murete: 13 cm.
- ✓ Espesor de las juntas horizontales: 1.5cm.
- ✓ Espesor de las juntas verticales: 1.5cm.
- ✓ Mortero: 1:4 (cemento: arena gruesa).
- ✓ Relleno de alveolos: 1:3 (cemento: arena gruesa).

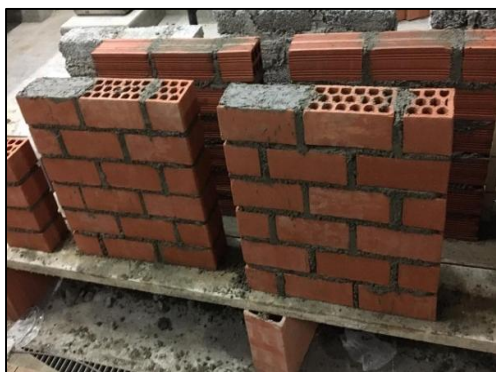


Figura 61. Muretes k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo se llevó a cabo el ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería elaboradas a base de ladrillos k.k.18 huecos, con el fin de determinar las propiedades mecánicas correspondientes e identificar la forma de falla de las muestras.

a) Formas de falla en muretes elaboradas a base de ladrillos k.k. 18 huecos

La falla de los muretes de albañilería elaboradas a base de ladrillos k.k.18 huecos Hércules fue moderada, con respecto a su forma de falla mixta (falla por tracción diagonal y falla escalonada), debido a tener una adherencia moderada del mortero y las unidades de albañilería.



Figura 62. Colocación de la Muestra M-1

Murete k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.



Figura 63. Forma de falla Muestra M-1

Murete k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.

- **Forma de falla muestra M-1 murete k.k.18 huecos**

El tipo de falla fue escalonada y por tracción diagonal (Figura 63), formando una grieta principal en la diagonal del murete que atravesó las unidades y el mortero, también se formaron grietas menores en las diagonales de la muestra.



Figura 64. Colocación de la Muestra M-2

Murete k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.



Figura 65. Forma de falla Muestra M-2

Murete k.k.18 huecos

Fuente: Elaboración propia.

- **Forma de falla muestra M-2 murete k.k.18 huecos**

El tipo de falla fue escalonada y por tracción diagonal (Figura 65), formando una grieta principal en la diagonal del murete que atravesó las unidades y el mortero, también se formaron grietas menores en las diagonales de la muestra.

b) Determinación de la resistencia a compresión diagonal en muretes k.k.18 huecos

La resistencia característica a compresión diagonal de la albañilería ($V'm$) elaborada a base de ladrillos k.k.18 huecos se obtendrá como el valor promedio de las muestras ensayadas menos la desviación estándar.

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

Dónde:

Vm = Valor promedio de la resistencia unitaria al corte puro en muretes ensayados

σ = desviación estándar

Tabla 14. Ensayo de compresión diagonal en muretes k.k.18 huecos

MUESTRA	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			AREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm ²)
	LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPELOR (t)			
MURETE - 1	61.40	57.80	12.10	721.20	9200	9.00
MURETE - 2	61.00	58.00	12.00	714.00	11600	11.50

Fuente: Elaboración propia.

PROMEDIO	10.25	(Kg/cm ²)
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.25	(Kg/cm ²)
V'm (Resistencia característica)	9.00	(Kg/cm ²)
Coefficiente de variación	-11.11	(%)

Con respecto a la **Tabla 14**. Se puede apreciar los ensayos realizados en los muretes elaborados a base de unidades k.k.18 huecos, en el cual se determinó una resistencia característica al corte puro ($V'm$) de 9.00 kg/cm², así mismo el valor obtenido es superior a la resistencia característica al corte puro establecida según la norma ($V'm = 8.1$ kg/cm²), presentando un coeficiente de variación del 11.11%.

➤ Muretes de albañilería con unidades tubulares

Mediante el ensayo de compresión diagonal en muretes, se podrá determinar la resistencia al corte ($V'm$), y el módulo de corte (G_m) de la unidad de albañilería tubular, de igual forma el ensayo de compresión diagonal en muretes permite predecir el comportamiento del agrietamiento diagonal y también el tipo de falla de los muros de albañilería a escala natural.

Los muretes de albañilería elaborados con unidades tubulares (pandereta), cuenta con las siguientes características:

- ✓ Tipo de ladrillo: ladrillo Pandereta Pirámide.
- ✓ Dimensiones de ladrillo: 9.3 x 11 x 23 cm.
- ✓ Altura del murete: 63.3cm.
- ✓ Largo del murete: 60.5cm.
- ✓ Ancho del murete: 11 cm.
- ✓ Espesor de las juntas horizontales y verticales: 1.5cm.
- ✓ Mortero: 1:4 (cemento: arena gruesa).
- ✓ Refrentado de yeso: espesor 3mm.



Figura 66. Muretes tubulares

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo se llevó a cabo el ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería elaboradas a base de ladrillos tubulares, con el fin de determinar las propiedades mecánicas correspondientes e identificar la forma de falla de las muestras.

a) Formas de falla en muretes elaboradas a base de ladrillos tubulares

La falla de los muretes de albañilería elaboradas a base de ladrillos tubulares Pirámide fue variada, debido a que presentó diversas formas de falla en las muestras a ensayar, ya sea falla por tracción diagonal y trituración local de la unidad, de igual manera durante el proceso de ensayo se detectó el primer tipo de falla debido al carácter frágil que presentan estos muretes.



Figura 67. Colocación de la Muestra M-1

Murete tubular

Fuente: Elaboración propia.

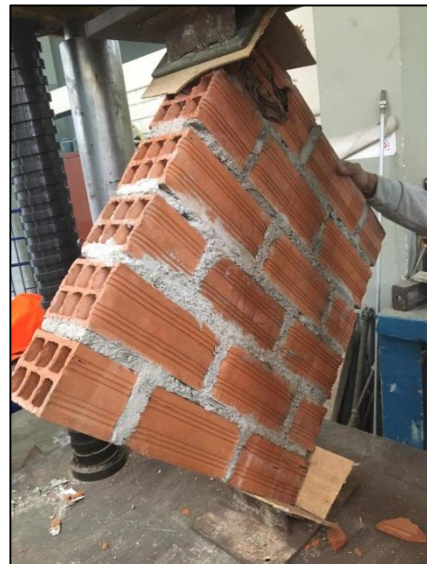


Figura 68. Forma de falla Muestra M-1

Murete tubular

Fuente: Elaboración propia.

- **Forma de falla muestra M-1 murete tubular**

El tipo de falla fue por trituración local de la unidad de albañilería (Figura 68), la cual se encuentra ubicada en la zona de contacto con el cabezal angular del equipo de ensayo, generalmente este tipo de falla ocurre cuando se utilizan unidades huecas o tubulares, por lo cual la siguiente muestra se rellenará las perforaciones de la unidad con una dosificación mayor de relación 1:3 (cemento:arena), así mismo los resultados de la muestra M-1 serán considerados para la obtención de las propiedades mecánicas.



Figura 69. Colocación de la Muestra M-2

Murete tubular

Fuente: Elaboración propia.



Figura 70. Forma de falla Muestra M-2

Murete tubular

Fuente: Elaboración propia.

- **Forma de falla muestra M-2 murete tubular**

El tipo de falla fue por tracción diagonal (Figura 70), formando una grieta principal en la diagonal del murete que atravesó las unidades y el mortero, de igual manera se identificó el desprendimiento de una unidad con respecto al murete, debido a tener una menor adherencia entre la unidad y el mortero en esa zona.

b) Determinación de la resistencia a compresión diagonal en muretes tubulares

La resistencia característica a compresión diagonal de la albañilería ($V'm$) elaborada a base de ladrillos tubulares se obtendrá como el valor promedio de las muestras ensayadas menos la desviación estándar.

Tabla 15. Ensayo de compresión diagonal en muretes tubulares

MUESTRA	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			AREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm ²)
	LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
MURETE - 1	60.20	60.30	11.10	668.80	6400	6.80
MURETE - 2	60.20	60.80	11.20	667.60	7300	7.60

Fuente: Elaboración propia.

PROMEDIO	7.20	(Kg/cm ²)
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.40	(Kg/cm ²)
V'm (Resistencia característica)	6.80	(Kg/cm ²)
Coefficiente de variación	16.05	(%)

Con respecto a la **Tabla 15**. Se puede apreciar los ensayos realizados en los muretes elaborados a base de unidades tubulares, en el cual se determinó una resistencia característica al corte puro ($V'm$) de 6.80 kg/cm², así mismo el valor obtenido es inferior a la resistencia característica al corte puro establecida según la norma ($V'm = 8.1$ kg/cm²), presentando un coeficiente de variación del 16.05%.

➤ Muretes de albañilería con unidades tubulares reforzadas

Los muretes de albañilería elaborados con unidades tubulares serán reforzados con malla electrosoldada y tartajeados en una sola cara (Figura 71), para posteriormente llevar a cabo el ensayo de compresión diagonal.

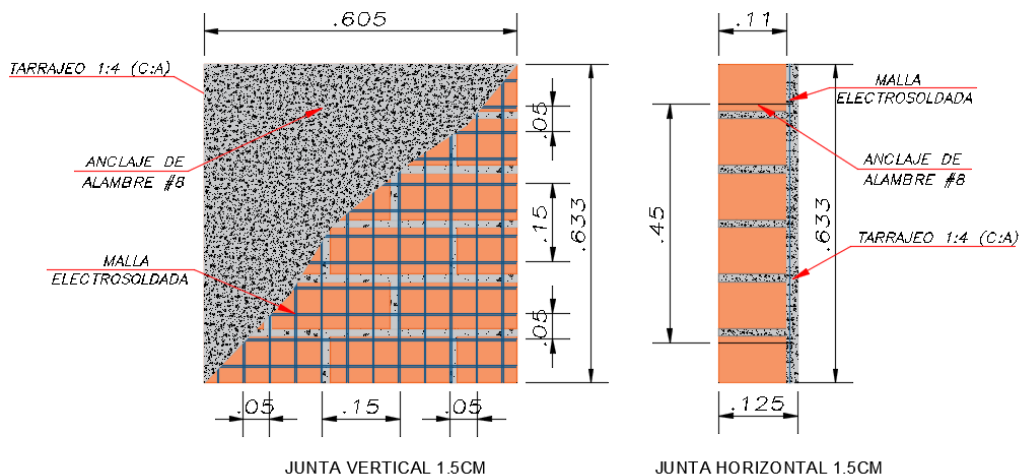


Figura 71. Detalle típico de murete de albañilería reforzado

Fuente: Elaboración propia.

Mediante el ensayo de compresión diagonal en muretes reforzado, se podrá determinar la resistencia al corte ($V'm$), y el módulo de corte (Gm) de la albañilería elaborada a base de unidades de albañilería tubular, de igual forma el ensayo de compresión diagonal en muretes permite predecir el comportamiento del agrietamiento diagonal y también el tipo de falla de los muros de albañilería a escala natural, dichos muretes cuentan con las siguientes características:

- ✓ Tipo de ladrillo: ladrillo Pandereta Rayado Pirámide.
- ✓ Dimensiones de ladrillo: 9.3 x 11 x 23 cm.
- ✓ Altura del murete: 63.3cm.
- ✓ Largo del murete: 60.5cm.
- ✓ Ancho del murete: 11 cm.
- ✓ Espesor de las juntas: 1.5cm - Mortero 1:4 (cemento: arena gruesa)
- ✓ Refrentado de yeso: espesor 3mm.
- ✓ Espesor del tarrajeo: 1.5cm - Mortero 1:4 (cemento: arena fina)
- ✓ Malla electrosoldada: diametro de barra 3.4mm.

Proceso constructivo en muretes de albañilería reforzados:

Se realizó el mismo proceso constructivo de los muretes de albañilería tubular, para posteriormente al fraguado del mortero, se procedió a la colocación del refuerzo sobre el murete de albañilería, el cual cuenta con el siguiente procedimiento:

- ✓ ***Habilitación del refuerzo:*** se procedió a recortar el acero de la malla electrosoldada haciendo uso de un esmeril, de acuerdo a las dimensiones de los muretes.
- ✓ ***Perforación de los muretes:*** haciendo uso de un taladro se procedió a realizar las perforaciones en el murete para posteriormente colocar el alambre.
- ✓ ***Colocación del alambre y refuerzo:*** Se colocó la malla en una de las caras del murete, fijando la malla electrosoldada con el alambre #8 en las perforaciones realizadas, quedando así la malla impregnada al murete (Figura 72).
- ✓ ***Tarrajeo del murete:*** se llevó a cabo el tarrajeo en la superficie reforzada con la malla electrosoldada, dicho tarrajeo se realizó con un espesor de 1.5cm (Figura 73).
- ✓ ***Refrentado:*** un día previo al ensayo de compresión se colocó un refrentado de cemento y mortero en los extremos de la pila, con el fin de garantizar la transmisión de esfuerzos de manera uniforme hacia el espécimen.



Figura 72. Refuerzo de murete tubular

Fuente: Elaboración propia.



Figura 73. Tarrajeo de murete reforzado

Fuente: Elaboración propia.

a) Formas de falla en muretes reforzados y elaborados a base de ladrillos tubulares

La falla de los muretes de albañilería reforzados y elaborados a base de ladrillos tubulares Pirámide fue moderada y controlada con respecto al falla frágil y explosiva que presentan los muretes tubulares sin refuerzo, así mismo se presentó la forma de falla por trituración local de la unidad de albañilería en las diversas muestras ensayadas, de igual manera durante el proceso de ensayo de identifico el comportamiento del murete reforzado ante los esfuerzos solicitados.



Figura 74. Forma de falla Muestra M-1

Murete tubular reforzado

Fuente: Elaboración propia.



Figura 75. Forma de falla Muestra M-1

Murete tubular reforzado desmontado

Fuente: Elaboración propia.

- **Forma de falla muestra M-1 murete tubular reforzado**

El tipo de falla fue por trituración local de la unidad de albañilería (Figura 75), la cual se encuentra ubicada en la zona de contacto con el cabezal angular del equipo de ensayo, en el cual el refuerzo y la unidad de albañilería de ambas diagonales del murete fueron trituradas debido al esfuerzo ejercido, de igual manera no se apreciaron grietas en ambas caras del murete reforzado



Figura 76. Colocación de la Muestra M-2

Murete tubular reforzado

Fuente: Elaboración propia.



Figura 77. Forma de falla Muestra M-2

Murete tubular reforzado desmontado

Fuente: Elaboración propia.

- **Forma de falla muestra M-2 murete tubular reforzado**

El tipo de falla fue por trituración local de la unidad de albañilería (Figura 77), la cual se encuentra ubicada en la zona de contacto con el cabezal angular del equipo de ensayo, en el cual el refuerzo y la unidad de albañilería de ambas diagonales del murete fueron trituradas debido al esfuerzo ejercido, de igual manera no se apreciaron grietas en ambas caras del murete reforzado

b) Determinación de la resistencia a compresión diagonal en muretes reforzados

La resistencia característica a compresión diagonal de la albañilería ($V'm$) elaborada a base de ladrillos tubulares reforzados se obtendrá como el valor promedio de las muestras ensayadas menos la desviación estándar.

Tabla 16. *Ensayo de compresión diagonal en muretes tubulares reforzados*

MUESTRA	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			AREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm ²)
	LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPELOR (t)			
MURETE - 1	64.00	62.00	12.20	768.60	8500	7.80
MURETE - 2	64.20	60.70	12.30	768.10	8800	8.10

Fuente: Elaboración propia.

PROMEDIO	7.95	(Kg/cm ²)
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.15	(Kg/cm ²)
V'm (Resistencia característica)	7.80	(Kg/cm ²)
Coefficiente de variación	3.70	(%)

Con respecto a la **Tabla 16**. Se puede apreciar los ensayos realizados en los muretes elaborados a base de unidades tubulares, en el cual se determinó una resistencia característica al corte puro ($V'm$) de 7.80 kg/cm², así mismo el valor obtenido es inferior a la resistencia característica al corte puro establecida según la norma ($V'm = 8.1$ kg/cm²), presentando un coeficiente de variación del 3.70%.

2.5.5. Análisis y descripción estructural en viviendas unifamiliares

2.5.5.1. Parámetros, propiedades y descripción estructural

➤ Aspectos generales

El proyecto “Vivienda Unifamiliar”, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Los Olivos, Departamento de Lima, tiene como factor principal el alto grado de sismicidad, debido a que la vivienda se encuentra ubicada en una zona de alto riesgo sísmico, por lo cual deben estar diseñadas para resistir adecuadamente a las cargas que estarán sometidas, ya sean: cargas por efectos de gravedad o por efectos dinámicos, por lo cual requiere que su configuración estructural sea sismo resistente.

➤ Descripción de la distribución estructural

El proyecto contempla una estructuración de 2 niveles y azotea, a su vez teniendo una altura de entrepiso de 2.40 m. La estructura presenta un sistema estructural de albañilería confinada para el eje Y-Y y un sistema estructural dual en la dirección X-X.

Así mismo, para el análisis estructural se optó por modelar la estructura de una vivienda unifamiliar con plantas arquitectónicas típicas del distrito de Los Olivos, así mismo se está considerando los mismos criterios constructivos informales, debido a la falta de asesoría técnica durante el proceso de ejecución.

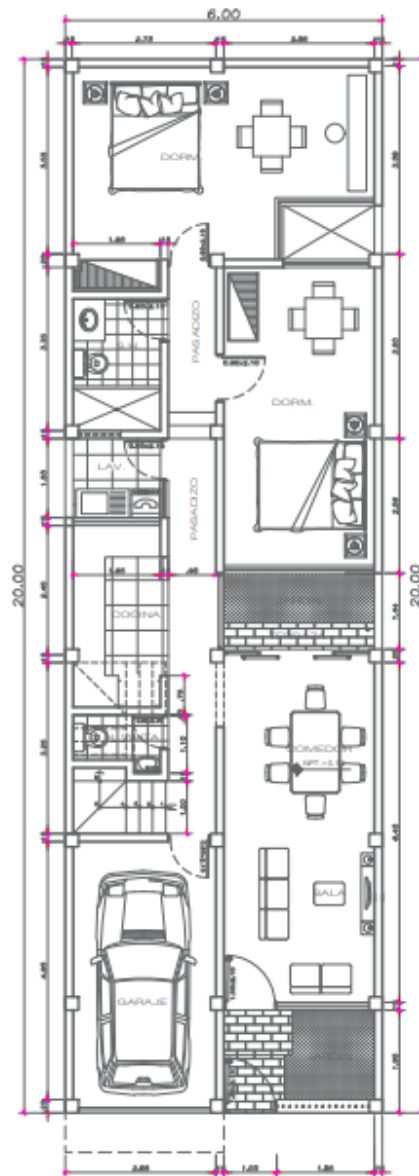


Figura 78. Planta típica del 1° nivel – Vivienda unifamiliar

Fuente: Elaboración propia.

a) Planta Arquitectónica 1° Nivel

En la Figura 81, se puede apreciar la planta típica del primer nivel de una vivienda unifamiliar, en las cuales mayormente la carga transmitida de la losa aligerada va directamente a los muros portantes, cuyos muros bordean el perímetro de la estructura,

de igual manera cabe resaltar que la construcción de estos muros portantes de albañilería son en base a mortero y unidades de albañilería sólida utilizando el conocido ladrillo King Kong de 18 huecos, de tal forma que el uso de estas unidades sólidas son adecuadas para la fabricación de muros portantes según la norma vigente E.070.

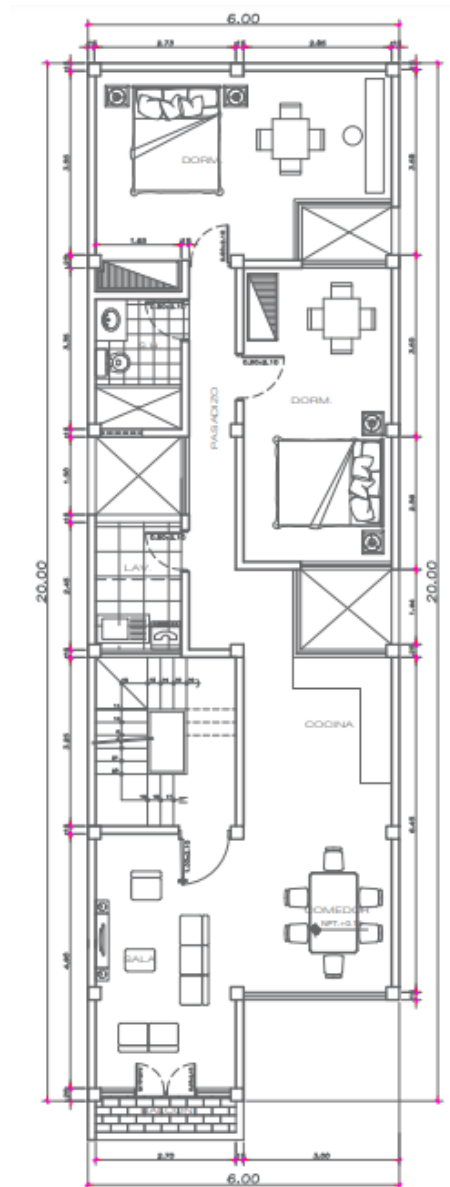


Figura 79. Planta típica del 2° nivel – Vivienda unifamiliar

Fuente: Elaboración propia.

b) Planta Arquitectónica 2° Nivel

En la Figura 82, se puede apreciar la planta típica del segundo nivel de una vivienda unifamiliar, en el cual la elaboración de los muros portantes varía en función a la unidad

de albañilería, ya sea reemplazando el ladrillo industrial King Kong de 18 huecos por los ladrillos tubulares o también conocidos como pandereta, los cuales su uso para la elaboración de muros portantes se encuentra prohibido debido a que los muros portantes elaborados en base a estas unidades presentan formas de falla frágiles y explosivas ante sollicitaciones sísmicas.

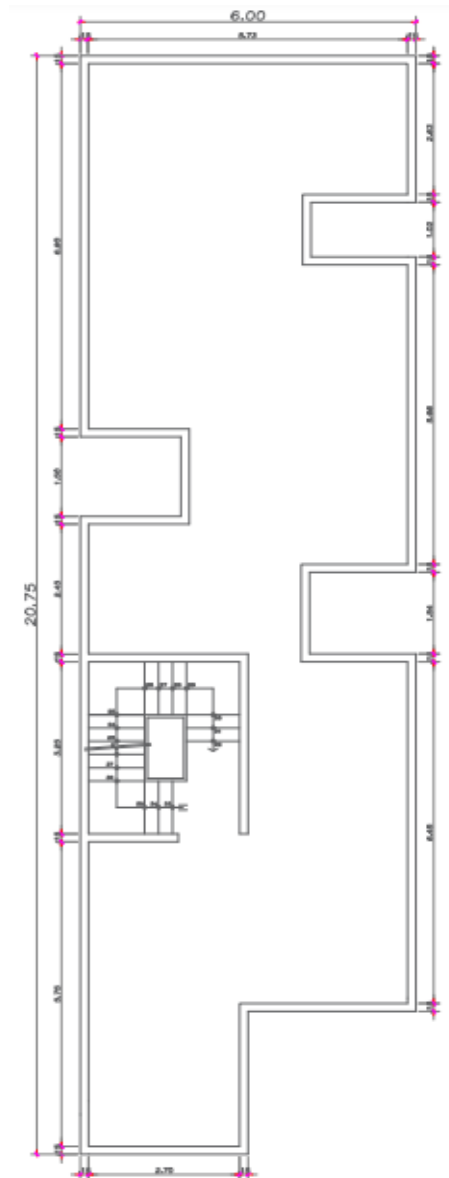


Figura 80. Planta típica de la azotea – Vivienda unifamiliar

Fuente: Elaboración propia.

c) Planta Arquitectónica Azotea

En la Figura 83, se puede apreciar la planta típica de la azotea de una vivienda unifamiliar, cuya planta no presenta una sobrecarga mayor o igual como en el resto de

niveles pero se considerará lo mínimo establecido en la norma E.020, cabe resaltar que los muros de parapeto generan una carga adicional a los muros portantes o elementos de borden que presenta la estructura, los cuales se considerarán en el análisis estructural como una carga distribuida ejercida en los muros portantes.

Normatividad y cargas de diseño

- ✓ N.T. E020 (Norma de Cargas) correspondientes al RNE vigente.
- ✓ N.T. E030 (Norma Sismo-resistente) correspondientes al RNE vigente.
- ✓ N.T. E060 (Norma de Concreto Armado) correspondientes al RNE vigente.
- ✓ N.T. E070 (Norma de Albañilería) correspondientes al RNE vigente.
- ✓ N.T.P. 399.621 (Norma de muretes de albañilería).
- ✓ N.T.P. 399.605 (Norma de pilas de albañilería).
- ✓ N.T.P. 399.613 (Norma de unidades de albañilería).

- ✓ **Cargas Muertas (CM)**, las cargas muertas incluyen el peso de las estructuras permanentes y componentes no estructurales de una edificación, ya sea el peso propio de los elementos estructurales, peso de los tabiques, muros, parapetos o elementos no estructurales que aporten una carga adicional a la estructura.

• Elementos de Concreto Armado	:	2400.00 kg/m ³
• Losa aligerada h=0.20m	:	300.00 kg/m ²
• Tabiquería	:	100.00 kg/m ²
• Acabados	:	100.00 kg/m ²

- ✓ **Cargas vivas (CV)**, son las cargas producidas por el uso o la ocupación de una estructura o edificio. Ellas incluyen el peso de todas las cargas móviles, herramientas, equipos misceláneos, partes de equipos desmontables y material de almacenaje. Las cargas vivas y sus reducciones deberán satisfacer los requerimientos del RNE.

• Sobrecarga 1° y 2° Nivel	:	200 kg/m ²
• Sobrecarga azotea	:	100 kg/m ²

- ✓ **Cargas sísmicas (S)**, las cargas de sismo se obtendrán mediante los parámetros sísmico establecidos en el reglamento nacional de edificaciones vigente N.T.E.030 diseño sismoresistente.

➤ **Parámetros y propiedades de los materiales**

Esfuerzo de diseño de los materiales

-Resistencia a la compresión del concreto	$f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
-Módulo de elasticidad del concreto	$Ec = 217370.7 \text{ Kg/cm}^2$
-Peso específico del concreto	$\Upsilon c = 2400 \text{ kg/cm}^2$
-Esfuerzo de fluencia del acero	$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
-Módulo de elasticidad del acero	$Ea = 2000000 \text{ Kg/cm}^2$
-Coeficiente de Poisson de la albañilería	$\mu = 0.25$
-Resistencia a la compresión de la albañilería (sólida)	$f'm = 76.51 \text{ Kg/cm}^2$
-Módulo de elasticidad de la albañilería (sólida)	$Em = 38255 \text{ Kg/cm}^2$
-Peso específico de la albañilería (sólida)	$\Upsilon m = 1800 \text{ kg/cm}^2$
-Resistencia a la compresión de la albañilería (tubular)	$f'm = 23.00 \text{ Kg/cm}^2$
-Módulo de elasticidad de la albañilería (tubular)	$Em = 11500 \text{ Kg/cm}^2$
-Peso específico de la albañilería (tubular)	$\Upsilon m = 1350 \text{ kg/cm}^2$
-Resistencia a la compresión de la albañilería reforzada	$f'm = 24.00 \text{ Kg/cm}^2$
-Módulo de elasticidad de la albañilería reforzada	$Em = 14000 \text{ Kg/cm}^2$
-Peso específico de la albañilería reforzada	$\Upsilon m = 1500 \text{ kg/cm}^2$

2.5.6. Análisis y modelamiento estructural

➤ Identificación de elementos estructurales

De acuerdo con la N.T. E.070. Los elementos estructurales predominantes en viviendas son los muros portantes o muros que aporten rigidez a la estructura, cuyos muros deben tener continuidad en el resto de niveles y poseer elementos de confinamiento en los 4 bordes del muro de albañilería.

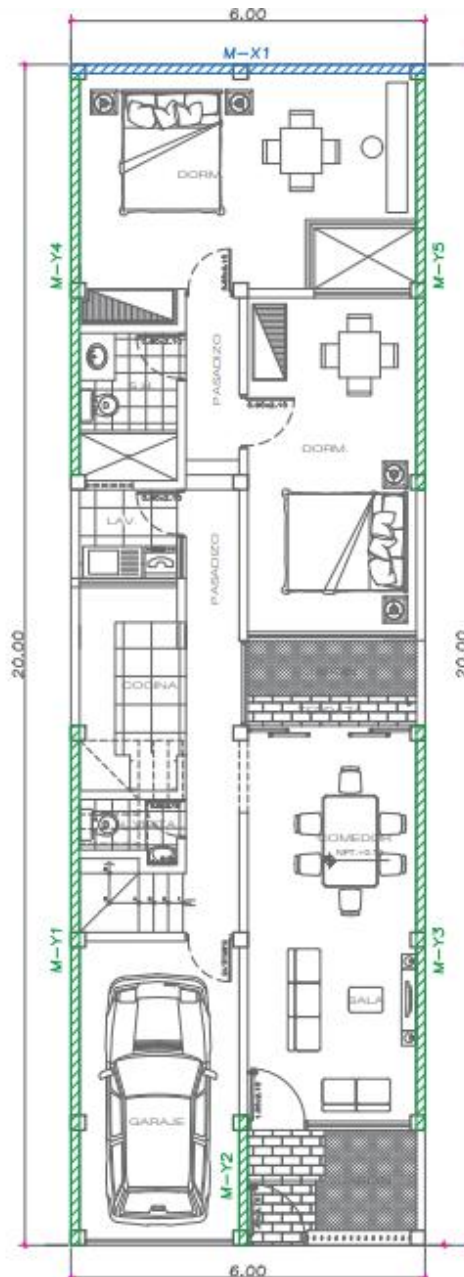


Figura 81. Estructuración – Muros confinados continuos

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 84, se puede apreciar la identificación de los muros que serán analizados mediante el software de análisis estructural ETABS versión 2017, con la finalidad de obtener los datos de los esfuerzos requeridos para el análisis.

➤ **Verificación de la densidad de muros**

Para la evaluación de la densidad de muros en cada dirección de análisis, se ha considerado la expresión especificada en la Norma técnica E.070.

Z **0.45** Zona 4
 U **1** Vivienda
 S **1.05** Suelo tipo 2
 N **2** N° Pisos

$$\frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Área en Planta = **120.00**

ZUSN/56 = 0.016875

• **Densidad de muros dirección X-X**

Tabla 17. Densidad de muros dirección x-x

Muros	Longitud	Espesor	Am
MX1	6.00	0.13	0.78
		ΣLt x-x =	0.780

Fuente: Elaboración propia.

$\Sigma Lt / Ap =$ **0.0065** \geq **0.01688** **NO**

• **Densidad de muros dirección Y-Y**

Tabla 18. Densidad de muros dirección y-y

Muros	Longitud	Espesor	Am
MY1	8.80	0.13	1.144
MY2	2.20	0.13	0.286
MY3	6.85	0.13	0.8905
MY4	7.20	0.13	0.936
MY5	7.05	0.13	0.9165
		ΣLt y-y =	4.173

Fuente: Elaboración propia.

$\Sigma Lt / Ap =$ **0.0384** \geq **0.01688** **OK**

Se identificó que en la dirección de análisis Y-Y, cuenta con una buena densidad de muros debido a que posee ,mayor densidad de muros que lo mínimo establecido, no obstante en la direccion de análisis X-X cuenta con una densidad de muros menor a lo reglamentario.

2.5.7. Análisis sísmico

El análisis se hizo con el programa ETABS (versión 17).

La estructura fue analizada con modelos tridimensionales, realizando el modelo de masas concentradas en los nudos, considerando 3 grados de libertad de oscilación por nudo En el análisis sísmico se asumió el comportamiento lineal y elástico, a su vez se desarrolló el método de los elementos finitos.

➤ Parámetros sísmicos

- ✓ **P:** Es el peso del edificio que carga sobre la estructura y que considera, además de la carga muerta, el 25 % de la carga viva para edificaciones de la categoría C.
- ✓ **Z:** Es el factor de zona, que este caso le corresponde zona 4, por lo que $Z = 0.45$.

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES		Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_d (*)	SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Acero:		Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8	Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7	Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6	Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8					
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6					
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8					
Concreto Armado:						
Pórticos	8					
Dual	7					
De muros estructurales	6					
Muros de ductilidad limitada	4					
Albañilería Armada o Confinada.	3					
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7					

Tabla N° 4 PERÍODOS "T _p " Y "T _L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Figura 82. Parámetros sísmicos de la estructura

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ **U:** Es el factor de importancia, que para edificaciones tipo C corresponde $U = 1.00$.
- ✓ **C:** Es el factor de amplificación sísmica de la respuesta estructural a la aceleración del suelo, corresponde $C = 2.50 (T_p / T)$.

- ✓ **S:** Es el factor de amplificación de suelos ($S = 1.05$) correspondiente para suelo intermedio con un $T_p = 0,6$.
- ✓ **R:** Es el factor de reducción sísmica, al cual se le multiplicará los factores de irregularidad que presente la estructura.

➤ **Análisis Estático**

Se realizará el análisis estático en primera instancia, para posteriormente determinar las irregularidades tanto en planta como en altura que posee la estructura. Para la evaluación del análisis estático en cada dirección de análisis, se ha considerado las siguientes expresiones especificadas en la N.T. E.030.

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot H_i^k}{\sum P_i \cdot H_i^k}$$

Z	0.45	Zona 4
U	1	Vivienda común
S	1.05	Suelo tipo 2
C	2.5	Coefficiente de amplificación
R _x	7	Sistema dual
R _y	3	Sistema albañilería confinada
I _p	1	Irregularidad en planta
I _a	1	Irregularidad en altura
T _p	0.6	Factor en función del suelo
TL	2	Factor en función del suelo
K	1	Coefficiente relacionado al periodo
H _t	8.2	Altura total de la estructura

• **Análisis estático dirección X-X**

Factor de fuerzas sísmicas V x-x = 0.169

Cortante basal dirección X-X = 33.28 Tonf.

Tabla 19. Fuerzas inerciales y cortantes por nivel – dirección x-x.

Pisos	P _i (Tonf)	H _i (m)	P _i · H _i (Tonf/m)	α = P _i · H _i / ΣP _i ·H _i	F _i (Tonf)	V _i (Tonf)
2	72.6074	5.4	392.08	0.529	17.61	17.61
1	124.6083	2.8	348.90	0.471	15.67	33.28
	197.216		740.98		33.28	

Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis estático dirección Y-Y**

Factor de fuerzas sísmicas V y-y = 0.394

Cortante basal dirección Y –Y = 77.65 Tonf.

Tabla 20. Fuerzas inerciales y cortantes por nivel – dirección y-y.

Pisos	Pi(kg)	Hi(m)	Pi . Hi (kg/m)	$\alpha = \frac{P_i \cdot H_i}{\sum P_i \cdot H_i}$	Fi (kg)	Vi(kg)
2	72.6074	5.4	392.08	0.529	41.09	41.09
1	124.6083	2.8	348.90	0.471	36.56	77.65
	197.216		740.98		77.65	

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Verificación de regularidad estructural**

Para la evaluación de la regularidad estructural en cada dirección de análisis, se ha considerado los parámetros establecidos en la N.T. E.030. No obstante es necesario determinar si la estructura posee irregularidades, con la finalidad de obtener el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas, el cual será requerido posteriormente para realizar el análisis dinámico.

A través del software de análisis estructural ETABS, se podrá identificar los valores requeridos según el análisis de regularidad ya sea tanto en planta como en altura.

➤ **Irregularidades en altura (Ia)**

- **Irregularidad de discontinuidad de sistemas resistentes** (No presenta)

No presenta discontinuidad de sistemas resistentes, debido a que los muros portantes son elementos estructurales que predominan continuamente en el resto de niveles superiores.

- **Irregularidad geométrica vertical** (No presenta)

$$L(m)= 20 \quad \boxed{\frac{L}{L_o} < 1.3} \quad 0.964 < 1.3 \text{ OK}$$

$$L_o(m)= 20.75$$

No presenta irregularidad geométrica vertical, debido a que el factor de relación de análisis de ambas direcciones es menor al factor establecido según la norma N.T.E.030 Sismo resistente.

- Irregularidad de rigidez – Piso blando (No presenta)

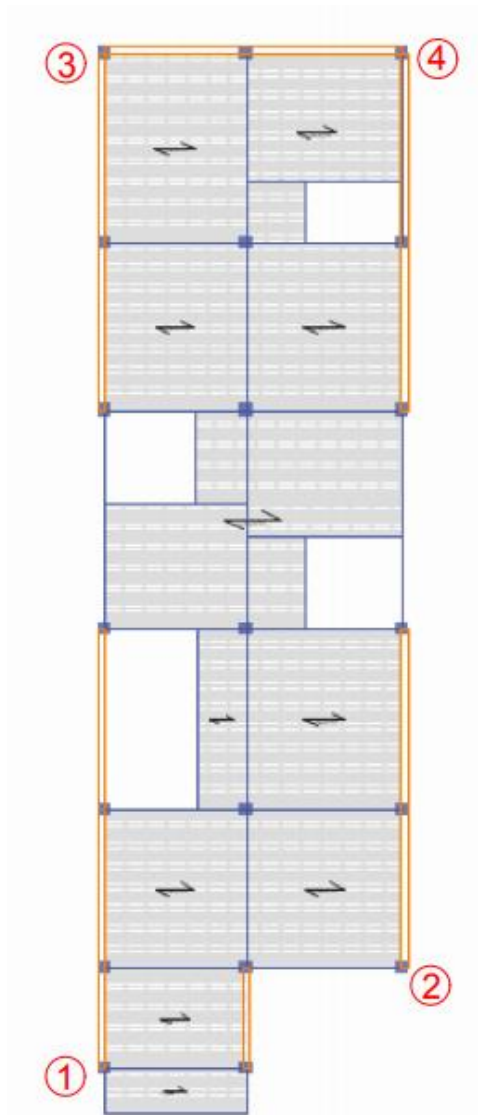


Figura 83. Identificación de los puntos de dirección de análisis

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 86, se identificaron los puntos de dirección de análisis de la estructura, con el fin de determinar los datos necesarios para la verificación de irregularidad de rigidez y posteriormente determinar si presenta irregularidad torsional.

Tabla 19. Desplazamiento en dirección x-x, puntos de análisis 1-4

Nivel	Punto	Combo	Desp.	H entrepiso	Desp. Relativos	Deriva
Piso 2	1	S. Estático X	0.004941	2.6	0.002467	0.000949
Piso 1	1	S. Estático X	0.002474	2.8	0.002474	0.000884
Piso 2	4	S. Estático X	0.002052	2.6	0.00113	0.000435
Piso 1	4	S. Estático X	0.000922	2.8	0.000922	0.000329

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. *Desplazamiento en dirección y-y, puntos de análisis 1-4*

Nivel	Punto	Combo	Desp.	H entrepiso	Desp. Relativos	Deriva
Piso 2	1	S. Estático Y	0.000665	2.6	0.00038	0.000146
Piso 1	1	S. Estático Y	0.000285	2.8	0.000285	0.000102
Piso 2	4	S. Estático Y	0.000831	2.6	0.000489	0.000188
Piso 1	4	S. Estático Y	0.000342	2.8	0.000342	0.000122

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. *Desplazamiento en dirección x-x, puntos de análisis 2-3*

Nivel	Punto	Combo	Desp.	H entrepiso	Desp. Relativos	Deriva
Piso 2	2	S. Estático X	0.004655	2.6	0.002334	0.000898
Piso 1	2	S. Estático X	0.002321	2.8	0.002321	0.000829
Piso 2	3	S. Estático X	0.002052	2.6	0.00113	0.000435
Piso 1	3	S. Estático X	0.000922	2.8	0.000922	0.000329

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. *Desplazamiento en dirección y-y, puntos de análisis 2-3*

Nivel	Punto	Combo	Desp.	H entrepiso	Desp. Relativos	Deriva
Piso 2	2	S. Estático Y	0.000831	2.6	0.000489	0.000188
Piso 1	2	S. Estático Y	0.000342	2.8	0.000342	0.000122
Piso 2	3	S. Estático Y	0.000665	2.6	0.00038	0.000146
Piso 1	3	S. Estático Y	0.000285	2.8	0.000285	0.000102

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. *Verificación de irregularidad de rigidez, puntos de análisis 1-4*

S. Estático X-X	Nivel	Promedio	Normativa	
	Piso 2	0.000692	<1.4 Deriva	
	Piso 1	0.000606	0.876683	OK
S. Estático Y-Y	Nivel	Promedio	Normativa	
	Piso 2	0.000167	<1.4 Deriva	
	Piso 1	0.000112	0.669982	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. *Verificación de irregularidad de rigidez, puntos de análisis 2-3*

S. Estático X-X	Nivel	Promedio	Normativa	
	Piso 2	0.000666	<1.4 Deriva	
	Piso 1	0.000579	0.869329	OK
S. Estático Y-Y	Nivel	Promedio	Normativa	
	Piso 2	0.000167	<1.4 Deriva	
	Piso 1	0.000112	0.669982	OK

Fuente: Elaboración propia.

No presenta Irregularidad de rigidez – Piso Blando, debido a que el factor de relación entre derivas de entrepiso es menor a lo máximo permitido.

- **Irregularidad de resistencia – Piso débil** (No presenta)

Tabla 25. Verificación de irregularidad de resistencia, dirección de análisis x-x

Nivel	Combo	V x-x	80% V. Superior	
Piso 2	S. Estático X	17.610	14.088	OK
Piso 1	S. Estático X	33.280		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Verificación de irregularidad de resistencia, dirección de análisis y-y

Nivel	Combo	V y-y	80% V. Superior	
Piso 2	S. Estático Y	41.089	32.871	OK
Piso 1	S. Estático Y	77.654		

Fuente: Elaboración propia.

No presenta Irregularidad de resistencia – Piso débil, debido a que el 80% de la cortante del piso superior es menor a la cortante del piso inmediato inferior.

- **Irregularidad de peso o masa** (No presenta)

No presenta irregularidad, debido a que la azotea no se considera como piso superior.

➤ Irregularidades en planta (Ip)

- **Irregularidad torsional** (No presenta)

Tabla 27. Verificación de irregularidad torsional, dirección de análisis x-x

Nivel	Combo	Desp.	Desp. Relativos	H entrepiso	Deriva	50% Deriv.	
Piso 2	S. Estático X	0.003439	0.001786	2.6	0.0006869		OK
Piso 1	S. Estático X	0.001653	0.001653	2.8	0.0005903	0.0035	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Verificación de irregularidad torsional, dirección de análisis y-y

Nivel	Combo	Desp.	Desp. Relativos	H entrepiso	Deriva	50% Deriv.	
Piso 2	S. Estático Y	0.000746	0.000433	2.6	0.0001665	0.0025	OK
Piso 1	S. Estático Y	0.000313	0.000313	2.8	0.0001117		

Fuente: Elaboración propia.

No presenta irregularidad torsional, debido a que la deriva obtenida es menor al 50% de la permisible según la normativa.

- **Irregularidad de sistemas no paralelos** (No presenta)

No presenta irregularidad de sistemas no paralelos, debido a que los ejes de los elementos estructurales no forman un ángulo de inclinación mayor a 30°.

- **Irregularidad de discontinuidad de diafragma** (No presenta)

No presenta irregularidad de discontinuidad de diafragma, debido a que el diafragma no cuenta con aberturas abruptas mayores al 50% del área bruta del diafragma, ni variaciones importantes de rigidez.

- **Irregularidad de esquinas entrantes** (Si Presenta)

Longitud total x-x = 6 m
 Longitud total y-y = 20 m

Dimensiones de abertura

dx =	3.00	m	$\frac{d}{L} < 20\%$	Ix =	50.00%	> 20 %	NO CUMPLE
dy =	1.95	m		Iy =	9.75%	< 20 %	OK

Para la dirección de análisis Y-Y no presenta irregularidad de esquinas entrantes, no obstante en la dirección X-X si presenta debido a que el factor obtenido es superior a lo máximo establecido según lo normativo.

➤ **Resumen de Irregularidades**

Ia x-x = 1 ----- No presenta irregularidad en altura en la dirección x-x.

Ia y-y = 1 ----- No presenta irregularidad en altura en la dirección y-y.

Ip x-x = 0.9 ----- Presenta irregularidad en planta en la dirección x-x.

Ip y-y = 1 ----- No presenta irregularidad en planta en la dirección y-y.

➤ Análisis Dinámico

Para el análisis dinámico se han considerado todas las combinaciones de carga que se encuentran establecidas en la norma vigente, considerando la combinación de sismo para ambas direcciones de análisis.

Combinaciones de carga:

- ✓ COMB 1: 1.4CM + 1.7CV
- ✓ COMB 2: 1.25CM + 1.25CV + - SX
- ✓ COMB 3: 1.25CM + 1.25CV + - SY
- ✓ COMB 4: 0.9CM + - SX
- ✓ COMB 5: 0.9CM + - SY
- ✓ ENVOL = COMB1 + COMB2 + COMB3 + COMB4 + COMB5

Según la N.T.E.030, la aceleración espectral se obtendrá de la siguiente manera:

$$Sa = \frac{ZUCS}{R} g P \quad (\text{Aceleración Espectral})$$

R_x = 6.3 : Sistema estructural dual (esquinas entrantes).

R_y = 3 : Sistema estructural albañilería confinada.

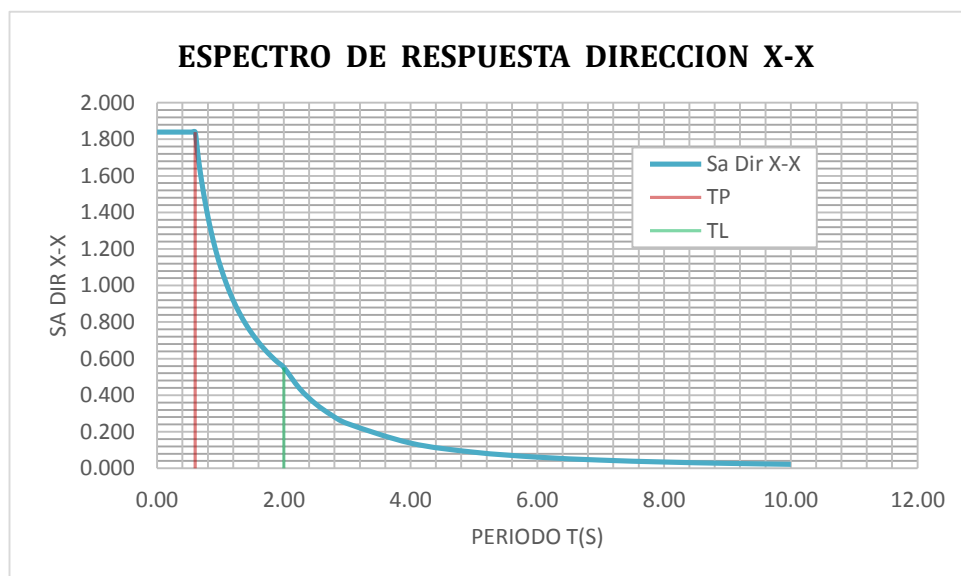


Figura 84. Espectro de respuesta, dirección de análisis x-x

Fuente: Elaboración propia.

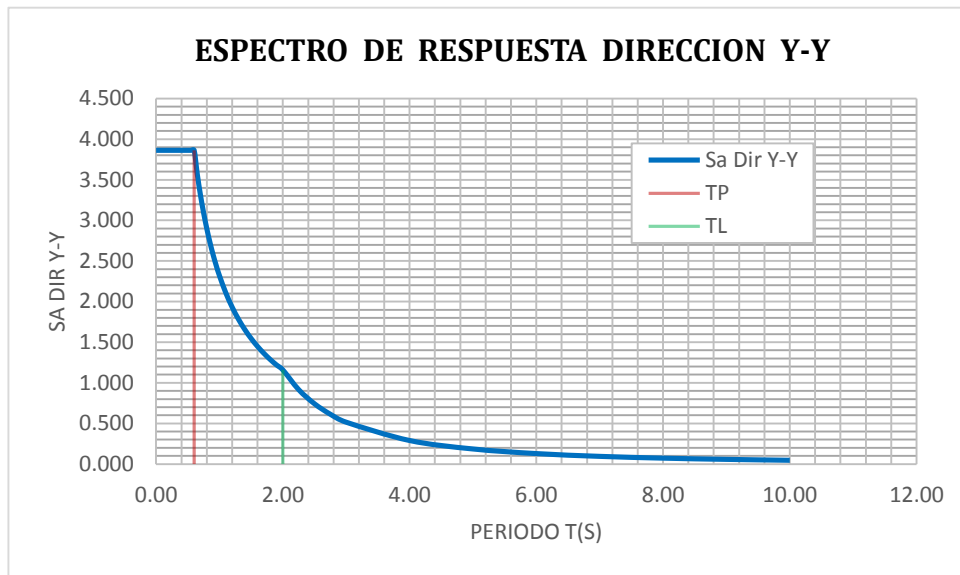


Figura 85. Espectro de respuesta, dirección de análisis y-y

Fuente: Elaboración propia.

➤ Desplazamientos laterales de entrepiso

Se determinaron los desplazamientos laterales obtenidos en el análisis, estos valores fueron determinados multiplicando los resultados obtenidos mediante el software de análisis por 0.85 R para sistemas estructurales irregulares y 0.75 R para sistemas estructurales regulares, conforme se especifica en la norma vigente.

- *Distorsión de entrepiso dirección X-X*

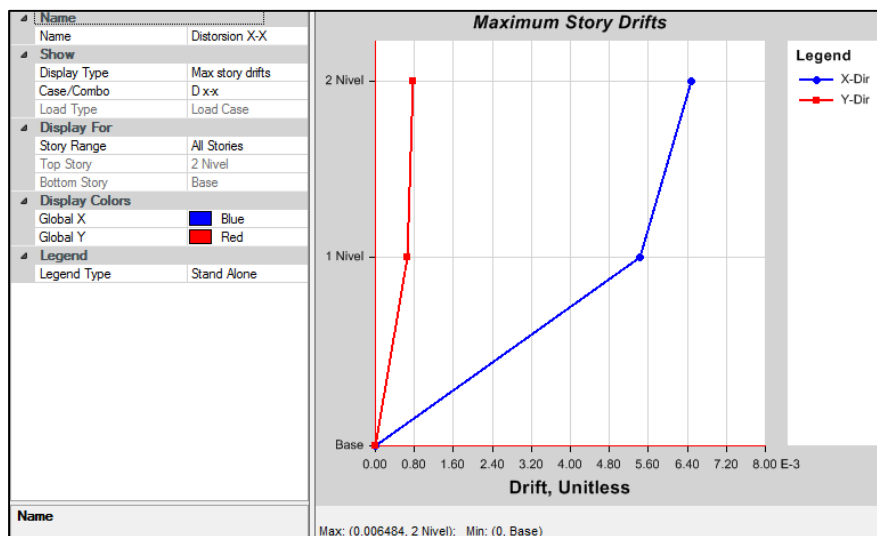


Figura 86. Distorsiones de entrepiso, dirección de análisis x-x

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Distorsiones de entrepiso, dirección de análisis x-x

Nivel	Carga	Dx-x		NORMA <0,007
		X	Y	
Piso 2	SDX	0.00654	0.00081	OK
Piso 1	SDX	0.00565	0.00067	OK

Fuente: Elaboración propia.

- **Distorsión de entrepiso dirección Y-Y**

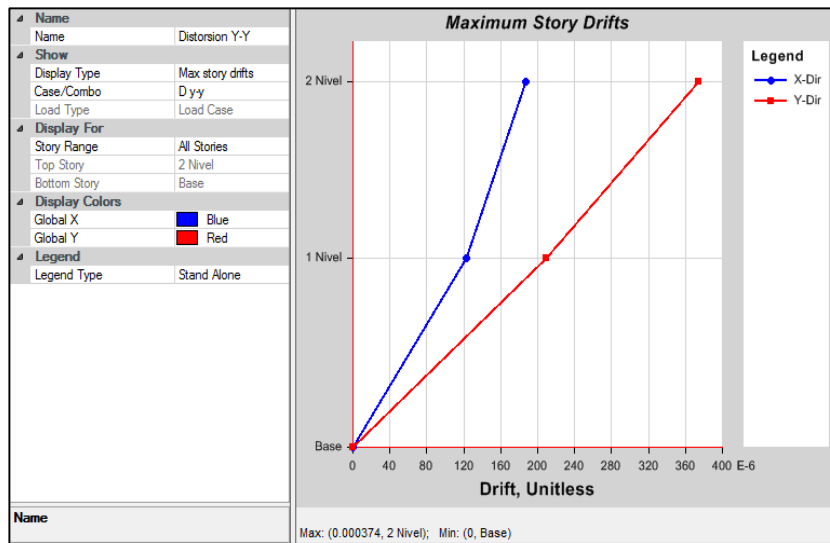


Figura 87. Distorsiones de entrepiso, dirección de análisis y-y

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Distorsiones de entrepiso, dirección de análisis y-y

Nivel	Carga	Dy-y		NORMA <0,005
		X	Y	
Piso 2	SDY	0.00029	0.00036	OK
Piso 1	SDY	0.00015	0.00023	OK

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó que tanto en la dirección de análisis Y-Y como X-X, las distorsiones de entrepiso son menores que el máximo permitido según lo normativo.

➤ **Verificación de la fuerza cortante mínima**

A partir de la obtención de las irregularidades en ambas direcciones de análisis, se procederá a obtener la nueva cortante estática y posteriormente se verificará con un

factor de corrección en función a la cortante dinámica, de tal manera se obtendrá una cortante de diseño para la verificación de los elementos estructurales.

V. Din. > 90% V. Est. (Irregular)

V. Din. > 80% V. Est. (Regular)

V. Dinámico X = 26.16 Tonf

V. Dinámico Y = 55.98 Tonf

90% V. Estático X = 25.94 Tonf

80% V. Estático Y = 55.33 Tonf

V. Dinámico > 90% V. Estático

V. Dinámico > 80% V. Estático

2.5.8. Verificación del diseño estructural de muros de albañilería

Se realizó la comprobación de los esfuerzos solicitados en los elementos estructurales, permitiendo así verificar si estos cumplen con la demanda solicitada de acuerdo a los datos obtenidos mediante los ensayos realizados.

A partir de las siguientes ecuaciones se llevará a cabo la comprobación de datos:

$$V_m = 0,5 \cdot v'm \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P_g$$

$$2 < V_{m1}/V_{e1} < 3$$

$$0.33 < \alpha < 1$$

$$\alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e}$$

Dónde:

- ✓ V_e = Fuerza cortante sismo moderado.
- ✓ M_e = Momento flector sismo moderado.
- ✓ α = Factor de reducción de la resistencia al corte por esbeltez.
- ✓ P_g = Carga axial por gravedad.
- ✓ V_m = Resistencia a la fuerza cortante.
- ✓ V_{m1}/V_{e1} = Factor de amplificación para pasar a sismo severo.
- ✓ V_u = Fuerza cortante última ante sismo severo.
- ✓ M_u = Momento flector último ante sismo severo.

Para los cuales según la N.T.E.070 se tendrá en consideración:

- ✓ Ningún muro debe agrietarse ante el sismo moderado: $V_e < 0.55 V_m$
- ✓ V_{m1}/V_{e1} : Se calcula solo para los muros del primer piso: $2 < V_{m1}/V_{e1} < 3$

➤ **Verificación de muros de albañilería del primer piso - King Kong 18 huecos**

Tabla 31. Verificación de diseño estructural, muro de albañilería King Kong 18 huecos

Muro	Largo (m)	Espesor (m)	Pg (tonf)	Ve (tonf)	Me (tonf.m)	α	Vm (tonf)	Vm1/Ve1	Vu (tonf)	Mu (tonf.m)
MY-1	8.55	0.13	11.24	7.365	20.71	1.00	52.60	3.00	22.10	62.13
MY-2	1.95	0.13	4.638	0.515	1.96	1.00	12.47	3.00	1.55	5.88
MY-3	6.60	0.13	8.556	6.068	16.57	1.00	40.58	3.00	18.20	49.71
MY-4	6.95	0.13	9.096	5.681	17.25	1.00	42.75	3.00	17.04	51.76
MY-5	6.95	0.13	9.087	6.288	19.33	1.00	42.75	3.00	18.86	57.99
MX-1	6.00	0.13	7.592	8.99	35.08	1.00	36.85	3.00	26.97	105.24

Fuente: Elaboración propia.

Verificación del diseño del muro más crítico

De acuerdo a los datos obtenidos en el software se realizará la comprobación del elemento estructural que se encuentre sometido a mayores esfuerzos respecto a una combinación de carga sísmica.

VERIFICACION DEL MURO MX-1

h = 2.6 m

Pg (Carga por gravedad del muro)	7.5923	Tonf
Vm (Cortante de agrietamiento diagonal)	36.85	Tonf
Mu (Momento flector ante el sismo severo)	105.24	Tonf.m
L (Longitud del muro incluyendo columnas de confinamiento)	6	m
Lm (Longitud mayor del paño, en un solo paño Lm = L)	3	m
Nc (Numero de columnas de confinamiento en el muro)	3	

• **Momento Residual**

$$M = Mu - Vm \frac{h}{2}$$

M = 57.34 Tonf.m

M = 57.5 Tonf.m

• **Fuerza Axial producida por "M" en una columna externa**

$$F = \frac{M}{L}$$

F = 9.583 Tonf

• **Carga axial producida por Pg en una columna**

$$Pc = \frac{Pg}{Nc}$$

Pc = 2.531 Tonf

- **Carga tributaria proveniente del muro transversal a la columna de análisis**

$$P_g \text{ (transversal)} = 9.09 \text{ Tonf}$$

$$25\% P_g = 2.27 \text{ Tonf}$$

- **Tracción en columnas**

$$\text{Extremo } \boxed{T = F - P_c - P_t} \quad T = 4.78 \text{ Tonf}$$

- **Compresión en columna**

$$\text{Extremo } \boxed{C = P_c + F} \quad C = 12.11 \text{ Tonf}$$

- **Cortante en la columna**

$$\text{Extremo } \boxed{V_c = \frac{1.5Vm \cdot Lm}{L \cdot (N_c + 1)}} \quad V_c = 6.909 \text{ Tonf}$$

$$\mathbf{V_c = 6.91 \text{ Tonf}}$$

- **Área de acero vertical requerida**

$$\varnothing = 0.85 \quad \mu = 0.80$$

$$\boxed{A_s = \frac{(T + V_c/\mu)}{(F_y \cdot \varnothing)}} \quad A_s = 2.42 \text{ cm}^2$$

Usualmente en construcciones de viviendas unifamiliares se utiliza 4 \varnothing 1/2" en columnas de confinamiento, lo cual cuenta con un $A_s = 5.08 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 5.08 \text{ cm}^2 > A_s = 2.42 \text{ cm}^2 \quad \mathbf{OK}$$

- **Dimensiones de columna a emplear**

Usualmente en construcciones de viviendas unifamiliares se utiliza columnas de confinamiento con dimensiones de 25cm x 25cm.

- **Área de concreto en columna definitiva**

$$\text{Columna } 25\text{cm} \times 25\text{cm} \quad A_c = 625 \text{ cm}^2$$

- **Área del núcleo de columna definitiva**

$$\text{Columna } 21\text{cm} \times 21\text{cm} \quad A_{nc} = 441 \text{ cm}^2$$

- **Comprobación del área de acero vertical mínima**

$$A_{smin} = \frac{0,1 \cdot f'c \cdot Ac}{Fy} \quad A_{smin.} = 3.125 \text{ cm}^2$$

$A_s = 5.08 \text{ cm}^2 > A_s = 3.125 \text{ cm}^2$ **OK**

- **Espaciamiento de estribos por compresión**

Espesor de núcleo confinado $t = 21 \text{ cm}$

Área de estribos $\emptyset 1/4$ $A_v = 0.633 \text{ cm}^2$

Peralte de la columna $d = 25 \text{ cm}$

Máximo espaciamiento de estribos por compresión

$$S1 = \frac{A_v \cdot f_y}{(0,3 \cdot t_n \cdot f'c \cdot (\frac{Ac}{An} - 1))}$$

$$S1 = \frac{A_v \cdot f_y}{(0,3 \cdot t_n \cdot f'c \cdot (\frac{Ac}{An} - 1))}$$

$$S3 = \frac{1}{4} d$$

Se utilizará el mayor valor de las expresiones: $s = 5.016 \text{ cm}$

Zona de confinamiento en los extremos de cada columna (45cm)

Usualmente en construcciones de viviendas unifamiliares se utiliza un estribaje mínimo en columnas de confinamiento, lo cual cumple con el espaciamiento mínimo.

Estribaje = $\emptyset 1/4$ " 1 @5, 4@10, Resto @20 cm **OK**

- **Tracción en la viga solera**

$$T_s = \frac{Vm \cdot Lm}{2 \cdot L} \quad T_s = 13.15 \text{ Tonf}$$

- **Área de acero horizontal requerida**

$$A_s = \frac{T_s}{f_y \cdot \emptyset} \quad \emptyset = 0.9$$

$$A_s = 3.479 \text{ cm}^2$$

Usualmente en construcciones de viviendas unifamiliares se utiliza 4 $\emptyset 1/2$ " en vigas de confinamiento, lo cual cuenta con un $A_s = 5.08 \text{ cm}^2$, de igual manera se utiliza un estribaje mínimo en vigas soleras.

$$A_s = 5.08 \text{ cm}^2 > A_s = 3.479 \text{ cm}^2 \quad \text{OK}$$

Estribaje = Ø1/4 " 1 @5, 4@10, Resto @20 cm **OK**

Por consiguiente el muro de albañilería del primer piso elaborado con ladrillos King Kong de 18 huecos, tiene una gran capacidad de resistencia y rigidez, por lo cual al emplear una cuantía mínima de acero en los elementos de confinamiento del muro estaría cumpliendo con los esfuerzos solicitados.

➤ Verificación de muros de albañilería del segundo piso - Pandereta

Tabla 32. Verificación de diseño estructural, muro de albañilería pandereta

Muro	Largo (m)	Espesor (m)	Pg (tonf)	Ve (tonf)	Me (tonf.m)	α	Vm (tonf)	Vm1/Ve1	Vu (tonf)	Mu (tonf.m)
MY-1	8.55	0.13	5.01	3.651	9.846	1.00	38.94	2.00	7.30	19.69
MY-2	1.95	0.13	1.65	0.217	1.043	1.00	9.00	2.00	0.43	2.09
MY-3	6.60	0.13	3.86	3.128	8.165	1.00	30.06	2.00	6.26	16.33
MY-4	6.95	0.13	4.06	2.727	7.123	1.00	31.65	2.00	5.45	14.25
MY-5	6.95	0.13	4.06	3.225	8.423	1.00	31.65	2.00	6.45	16.85
MX-1	6.00	0.13	3.36	3.794	9.919	1.00	27.29	2.00	7.59	19.84

Fuente: Elaboración propia.

Verificación del diseño del muro más crítico

De acuerdo a los datos obtenidos en el software se realizará la comprobación del elemento estructural que se encuentre sometido a mayores esfuerzos respecto a una combinación de carga sísmica.

VERIFICACION DEL MURO MX-1

$$h = 2.6 \text{ m}$$

Pg (Carga por gravedad del muro)	3.36	Tonf
Vm (Cortante de agrietamiento diagonal)	27.29	Tonf
Mu (Momento flector ante el sismo severo)	19.84	Tonf.m
L (Longitud del muro incluyendo columnas de confinamiento)	6	m
Lm (Longitud mayor del paño, en un solo paño $L_m = L$)	3	m
Nc (Numero de columnas de confinamiento en el muro)	3	

• Momento Residual

$$M = Mu - Vm \frac{h}{2}$$

$$M = -15.643 \text{ Tonf.m}$$

$$M = -15.643 \text{ Tonf.m}$$

Debido a que el muro de albañilería elaborado con unidades de ladrillo pandereta absorberá toda la fuerza sísmica, se empleará acero mínimo tanto en vigas como en columnas de confinamiento.

➤ **Verificación de muros de albañilería del segundo piso – Pandereta reforzado**

Tabla 33. Verificación de diseño estructural, muro de albañilería pandereta reforzado

Muro	Largo (m)	Espesor (m)	Pg (tonf)	Ve (tonf)	Me (tonf.m)	α	Vm (tonf)	Vm1/Ve1	Vu (tonf)	Mu (tonf.m)
MY-1	8.55	0.13	5.01	3.651	9.846	1.00	46.17	2.00	7.30	19.69
MY-2	1.95	0.13	1.65	0.217	1.043	1.00	10.65	2.00	0.43	2.09
MY-3	6.60	0.13	3.86	3.128	8.165	1.00	35.64	2.00	6.26	16.33
MY-4	6.95	0.13	4.06	2.727	7.123	1.00	37.53	2.00	5.45	14.25
MY-5	6.95	0.13	4.06	3.225	8.423	1.00	37.53	2.00	6.45	16.85
MX-1	6.00	0.13	3.52	3.984	10.415	1.00	32.40	2.00	7.97	20.83

Fuente: Elaboración propia.

Verificación del diseño del muro más crítico

De acuerdo a los datos obtenidos en el software se realizará la comprobación del elemento estructural que se encuentre sometido a mayores esfuerzos respecto a una combinación de carga sísmica.

VERIFICACION DEL MURO MX-1

h = 2.6 m

Pg (Carga por gravedad del muro)	3.36	Tonf
Vm (Cortante de agrietamiento diagonal)	32.40	Tonf
Mu (Momento flector ante el sismo severo)	20.83	Tonf.m
L (Longitud del muro incluyendo columnas de confinamiento)	6	m
Lm (Longitud mayor del paño, en un solo paño Lm = L)	3	m
Nc (Numero de columnas de confinamiento en el muro)	3	

• **Momento Residual**

$$M = Mu - Vm \frac{h}{2} \quad \mathbf{M = -22.43 \text{ Tonf.m}}$$

Debido a que el muro de albañilería elaborado con unidades de ladrillo pandereta reforzado absorberá toda la fuerza sísmica, se empleará acero mínimo tanto en vigas como en columnas de confinamiento.

2.5.9. Verificación del esfuerzo axial

La verificación del muro de albañilería expuesta a cargas gravitatorias contempla que en el muro se presenta un esfuerzo axial con cargas de servicio menor al esfuerzo admisible del elemento estructural, la verificación se realizó en el muro expuesto a mayores esfuerzos.

Esfuerzo actuante

$$\sigma_{axial} = \frac{Pg}{L.t}$$

Esfuerzo admisible

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

Dónde:

- ✓ σ_m : Esfuerzo máximo axial.
- ✓ Pm : Carga de gravedad máxima de servicio.
- ✓ t : Espesor efectivo del muro de albañilería ($t=0.13m$)
- ✓ L : Longitud del muro de albañilería.
- ✓ $f'm$: Resistencia característica a la compresión axial.
- ✓ h : Altura del muro.

➤ Verificación del esfuerzo axial – Muro ladrillo King Kong 18 huecos

Tabla 34. Verificación de esfuerzo axial, muro de albañilería k.k.18 huecos

Muro	Largo (m)	Espesor (m)	Altura (m)	Pg (tonf)	f'm (kg/cm2)
MX-1	6.00	0.13	2.60	7.5923	76.51

Fuente: Elaboración propia.

Esfuerzo actuante

$$\sigma_{axial} = 9.73 \text{ Tonf}$$

Esfuerzo admisible

$$\sigma_{adm.} = 114.77 \text{ Tonf} \quad \text{OK}$$

➤ Verificación del esfuerzo axial – Muro ladrillo Pandereta

Tabla 35. Verificación de esfuerzo axial, muro de albañilería pandereta

Muro	Largo (m)	Espesor (m)	Altura (m)	Pg (tonf)	f'm (kg/cm2)
MX-1	6.00	0.13	2.60	3.36	23.00

Fuente: Elaboración propia.

$$\begin{array}{l} \text{Esfuerzo actuante} \qquad \qquad \text{Esfuerzo admisible} \\ \sigma_{\text{axial}} = 4.31 \text{ Tonf} \leq \sigma_{\text{adm.}} = 34.50 \text{ Tonf} \quad \text{OK} \end{array}$$

➤ **Verificación del esfuerzo axial – Muro ladrillo Pandereta reforzado**

Tabla 36. *Verificación de esfuerzo axial, muro de albañilería pandereta reforzado*

Muro	Largo (m)	Espesor (m)	Altura (m)	Pg (tonf)	f'm (kg/cm ²)
MX-1	6.00	0.13	2.60	3.528	24.00

Fuente: Elaboración propia.

$$\begin{array}{l} \text{Esfuerzo actuante} \qquad \qquad \text{Esfuerzo admisible} \\ \sigma_{\text{axial}} = 4.52 \text{ Tonf} \leq \sigma_{\text{adm.}} = 36.00 \text{ Tonf} \quad \text{OK} \end{array}$$

2.6. Métodos de análisis de datos

El análisis de datos debe reflejar que los procedimientos estadísticos que se utilizaron fueron los apropiados para el nivel de medición de datos y para el análisis en relación con los objetivos de investigación (Henríquez y Zepeda, 2004, p.20).

El método de análisis será cuantitativo, debido a que los resultados se obtendrán a través de ensayos (datos numéricos) y en función del análisis, los cuales se representarán por medio de tablas con el propósito de realizar la comparación de resultados.

2.7. Aspectos éticos

Los aspectos éticos de una investigación se basan en dos dimensiones fundamentales, la primera implica la búsqueda de la aprobación por parte de un comité de expertos, y la segunda es el aspecto representativo en la toma de decisiones frente a los dilemas prácticos (Chárriez, 2012, p.59).

Para alcanzar los objetivos propuestos en esta investigación, el investigador se verá vinculado en respetar y obedecer los resultados obtenido mediante las normas técnicas que serán útiles en el proceso de investigación, respetando así los datos obtenidos en el trabajo a realizar.

III. RESULTADOS

3.1. Evaluación de los resultados del elemento estructural

A continuación, se representará las diversas propiedades mecánicas de la albañilería reforzada y sin refuerzo a través de gráficos, donde se puede apreciar el máximo esfuerzo soportado con respecto a las características y propiedades de las unidades que conforman el elemento estructural.

3.1.1. Evaluación del módulo de elasticidad (E_m)

El valor del módulo de elasticidad de la albañilería reforzada y sin reforzar, será obtenida mediante la función expresada en la N.T.E.070, en la cual se considerará la resistencia característica a la compresión axial (f'_m) como valor fundamental.

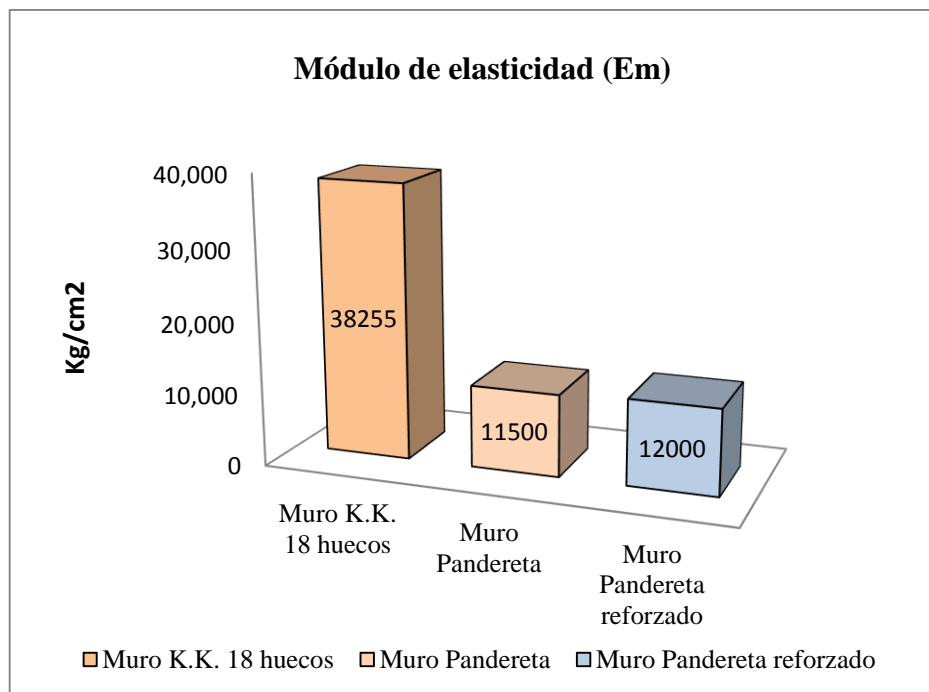


Figura 88. Evaluación del módulo de elasticidad

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Con respecto a la Figura 78. El muro de albañilería elaborado con ladrillos King Kong Hércules 18 huecos tiene un módulo de elasticidad superior al normativo, el cual fue de 38255 Kg/cm^2 . Por consiguiente el muro de albañilería elaborado con ladrillos Pandereta Pirámide fue de 11500 Kg/cm^2 y el muro de albañilería elaborado con ladrillos Pandereta reforzado fue de 12000 Kg/cm^2 , por lo cual se determinó que el reforzamiento con malla

electrosoldada galvanizada en el muro de albañilería con ladrillos pandereta Pirámide aumentó su módulo de elasticidad en un 4.34%.

3.1.2. Evaluación de la resistencia característica a la compresión axial ($f'm$)

El valor de la resistencia característica a la compresión axial de la albañilería reforzada y sin reforzar, será obtenida mediante los resultados obtenidos a través de los ensayos realizados en las pilas de albañilería, así mismo los resultados fueron proporcionados por el laboratorio de materiales.

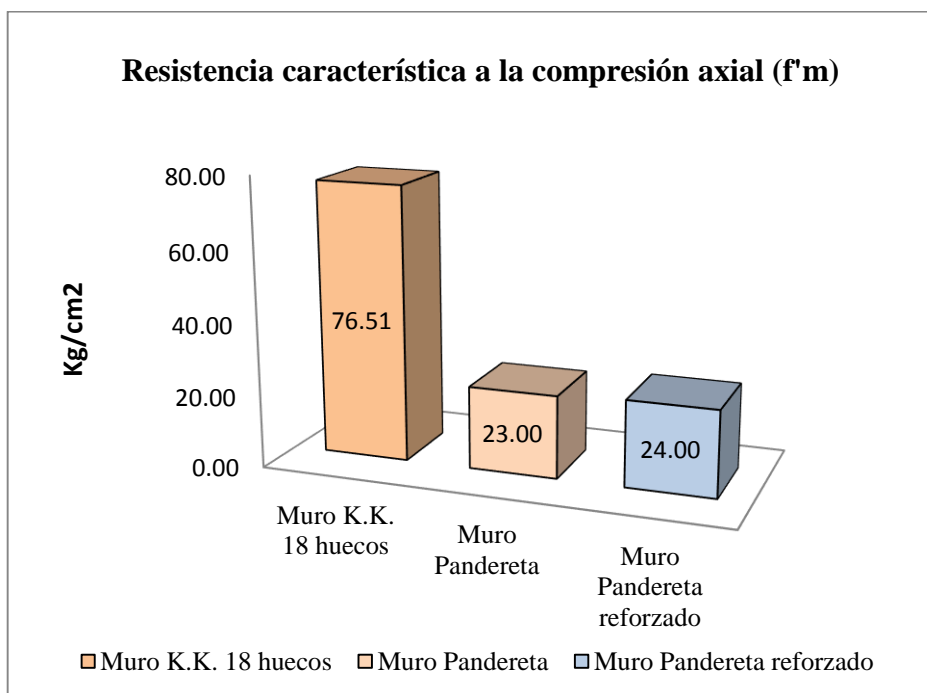


Figura 89. Evaluación de la resistencia característica a la compresión axial

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Con respecto a la Figura 79. El muro de albañilería elaborado con ladrillos King Kong Hércules 18 huecos tiene una resistencia característica a la compresión superior a lo normativo, el cual fue de 76.51 Kg/cm. Por consiguiente el muro de albañilería elaborado con ladrillos Pandereta Pirámide fue de 23.00 Kg/cm y el muro de albañilería elaborado con ladrillos Pandereta reforzado fue de 24.00 Kg/cm, por lo cual se

determinó que el reforzamiento incremento la resistencia característica a la compresión en un 4.34%, así mismo sigue siendo inferior al parámetro establecido en la N.T.E.070.

3.1.3. Evaluación de la resistencia característica al corte ($V'm$)

El valor de la resistencia característica al corte de la albañilería reforzada y sin reforzar, será obtenida mediante los resultados obtenidos a través de los ensayos realizados en los muretes de albañilería, así mismo los resultados fueron proporcionados por el laboratorio de materiales.

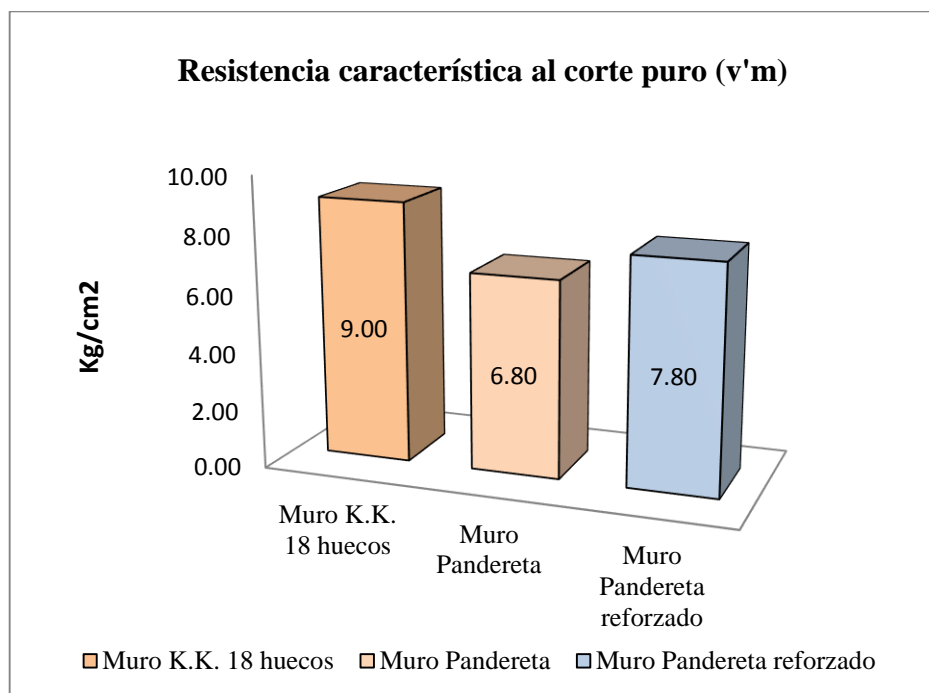


Figura 90. Evaluación de la resistencia característica al corte puro

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Con respecto a la Figura 80. El muro de albañilería elaborado con ladrillos King Kong Hércules 18 huecos tiene una resistencia característica al corte superior a lo normativo, el cual fue de 9.00 Kg/cm. Por consiguiente el muro de albañilería elaborado con ladrillos Pandereta Pirámide fue de 6.80 Kg/cm y el muro de albañilería elaborado con ladrillos Pandereta reforzado fue de 7.80 Kg/cm, por lo cual se determinó que el reforzamiento incremento la resistencia característica al corte en un 14.70%.

3.2. Evaluación de los resultados del análisis estructural

3.2.1. Evaluación de la resistencia al esfuerzo axial del muro de albañilería

A continuación, se presentarán gráficos de barra en el cual se puede apreciar la resistencia a fuerza axial del muro de albañilería más crítico de la estructura, en el cual se determinará el máximo esfuerzo soportado con respecto a las características y propiedades de las unidades que conforman el elemento estructural.

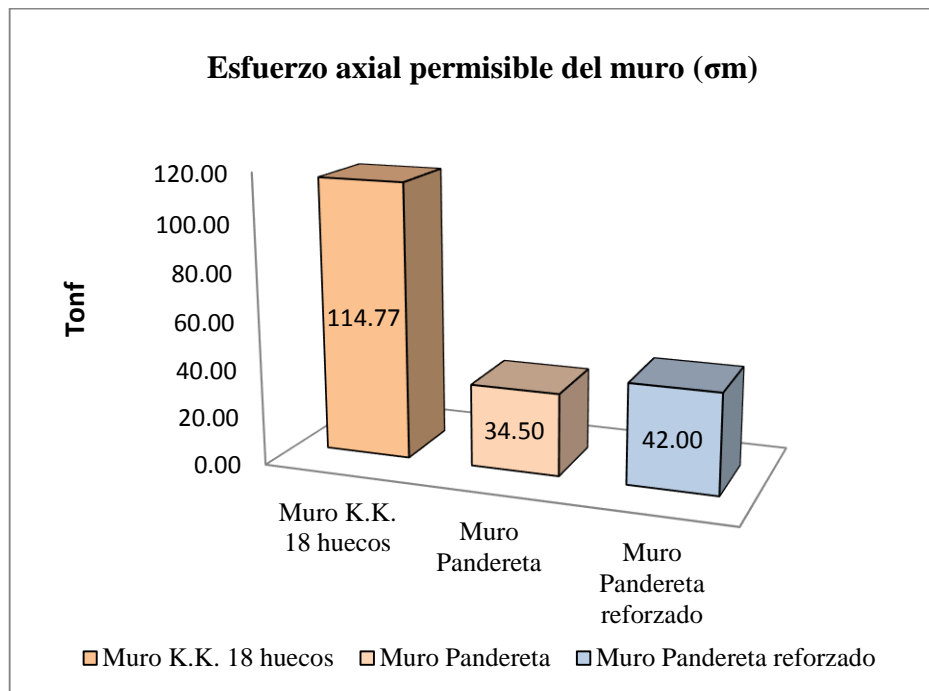


Figura 91. Evaluación de la resistencia a esfuerzo axial

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Con respecto a la Figura 91, el muro de albañilería elaborado con ladrillos King Kong 18 huecos del primer nivel posee un esfuerzo axial permisible de 114.77 Tonf, el cual cumple los esfuerzos solicitados. Por consiguiente en el segundo nivel esfuerzo permisible del muro de albañilería elaborado con ladrillos Pandereta es de 34.50 Tonf y el muro de albañilería elaborado con ladrillos Pandereta reforzado es de 42.00 Tonf, asimismo se determinó que el muro de albañilería con ladrillos pandereta reforzado tiene una mayor capacidad de resistencia y rigidez a esfuerzos dinámicos que los muros de albañilería elaborados con ladrillos pandereta, por lo cual el reforzamiento en estos muros aumenta considerablemente en un 17.85% el esfuerzo axial.

3.2.2. Evaluación de la resistencia a fuerza cortante del muro de albañilería

A continuación, se presentarán gráficos de barra en el cual se puede apreciar la resistencia a fuerza cortante del muro de albañilería más crítico de la estructura, en el cual se determinará el máximo esfuerzo soportado con respecto a las características y propiedades de las unidades que conforman el elemento estructural.

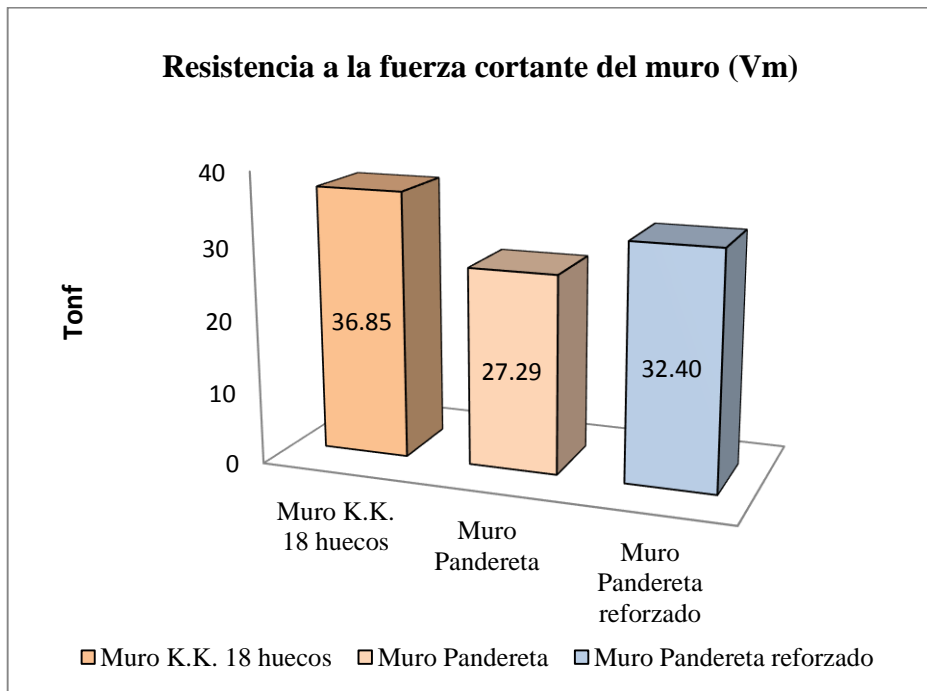


Figura 92. Evaluación de la resistencia a fuerza cortante

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Con respecto a la Figura 92, el muro de albañilería elaborado con ladrillos King Kong 18 huecos del primer nivel posee una resistencia a fuerza cortante de 36.85 Tonf, el cual cumple los esfuerzos solicitados. Por consiguiente en el segundo nivel la resistencia a fuerza cortante del muro de albañilería elaborado con ladrillos Pandereta es de 27.29 Tonf y el muro de albañilería elaborado con ladrillos Pandereta reforzado es de 32.40 Tonf, asimismo se determinó que el muro de albañilería con ladrillos pandereta reforzado tiene una mayor capacidad de resistencia y rigidez a esfuerzos dinámicos que los muros de albañilería elaborados con ladrillos pandereta, por lo cual el reforzamiento en estos muros aumenta considerablemente en un 15.77% la resistencia a fuerza cortante.

IV. DISCUSIÓN

DISCUSIÓN 1:

Con respecto a la hipótesis planteada *“La implementación de malla electrosoldada mejora el comportamiento mecánico de los muros de albañilería tradicional para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019”*

Según Cueto y Vilca en su tesis “Reforzamiento de la albañilería confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada” concluye que las unidades de albañilería más utilizadas para muros portantes son los ladrillos k.k.18 huecos Hércules, los cuales mediante los ensayos realizados obtuvieron una clasificación tipo IV con respecto a las tablas normativas según la N.T. E.070, no obstante en esta presente investigación se obtuvo una clasificación tipo V, debido a la alta resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería.

Así mismo dentro de los resultados obtenidos a través de estudios experimentales en prismas de albañilería realizados a base de ladrillos k.k.18 huecos Hércules concluye una resistencia característica a la compresión ($f'_m=76.51\text{kg/cm}^2$), comparado con esta investigación se obtuvo una resistencia característica a la compresión ($f'_m=61.65\text{kg/cm}^2$), presentándose un coeficiente de variación de 19.42%, de igual manera concluye una resistencia característica al corte puro ($V'_m=9.00\text{kg/cm}^2$); comparado con la presente investigación se obtuvo una resistencia característica al corte puro ($V'_m=8.25\text{kg/cm}^2$), presentándose un coeficiente de variación 8.33%, siendo estos resultados similares a los datos obtenidos con respecto al antecedente estudiado

DISCUSIÓN 2:

Con respecto a la hipótesis planteada *“La implementación de malla electrosoldada mejora el comportamiento mecánico de los muros de albañilería tradicional para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019”*

Según Sáenz en su tesis “Comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillos pandereta” concluye que la unidad de análisis fue el ladrillo pandereta rayado Pirámide; el cual fue utilizado para la elaboración de los prismas de albañilería, de tal forma concluye una resistencia característica a la compresión ($f'_m=13.00\text{kg/cm}^2$), comparado con la presente investigación se obtuvo una resistencia característica a la compresión

($f'm=23.00\text{kg/cm}^2$) presentándose un coeficiente de variación de 76.92%, de igual manera concluye una resistencia característica al corte puro ($V'm=9.51\text{kg/cm}^2$), comparado con la presente investigación se obtuvo una resistencia característica al corte puro ($V'm=6.80\text{kg/cm}^2$) presentándose un coeficiente de variación de 28.49%, siendo estos resultados superiores en función a las propiedades mecánicas de la unidad de análisis con respecto al antecedente estudiado.

Así mismo se identificó el tipo de falla en prismas de albañilería con respecto a los ensayos realizados en las unidades tubulares (ladrillo pandereta), en el cual los autores concluyen que las pilas de albañilería obtuvieron una forma de falla frágil y los muretes de albañilería obtuvieron una forma de falla mixta, comparado con la presente investigación se presentó una forma de falla frágil en las pilas de albañilería y se presentaron fallas por tracción diagonal y falla escalonada en los muretes de albañilería, siendo estos resultados similares con respecto al antecedente estudiado.

DISCUSIÓN 3:

Con respecto a la hipótesis planteada *“La implementación de malla electrosoldada mejora el comportamiento mecánico de los muros de albañilería tradicional para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019”*

Según Lujan en su tesis “Reforzamiento de los muros de albañilería confinado con mallas de acero” concluye que la unidad de análisis fueron los muros de albañilería elaborados con unidades tubulares (ladrillo pandereta rayado), los cuales fueron reforzados a través de mallas de acero, con lo que se determinó que este reforzamiento incremento la resistencia al corte puro de la albañilería en un 36%, comparado con la presente investigación en la cual se reforzó a través de malla electrosoldada galvanizada se obtuvo un incremento del 14.70%, así mismo el autor concluye que el reforzamiento incremento la resistencia a compresión axial en un 32%, comparado con la presente investigación en la cual se reforzó a través de malla electrosoldada galvanizada se obtuvo un incremento del 4.34%, siendo estos resultados inferiores a las conclusiones obtenidos con respecto al antecedente estudiado. Así mismo se pudo identificar un incremento en las propiedades mecánicas del elemento reforzado, por ello se concluye que los objetivos propuestos en la investigación fueron logrados.

V. CONCLUSIONES

Conclusión 1:

Se determinó la clasificación de la unidad de albañilería mayormente utilizada para la elaboración de muros portantes, con respecto a los parámetros clasificatorios en unidades de albañilería establecidos en la N.T.E070, el ladrillo k.k.18 huecos Hércules presenta un porcentaje de vacos de 41%, el cual se denominaría como unidad hueca, pero es clasificado como ladrillo tipo V debido a su alta resistencia a la compresión de 200.1 kg/cm², la cual fue obtenida a través de los ensayos realizados.

Conclusión 2:

De acuerdo a los ensayo de clasificación en la unidad de albañilería; el ladrillo pandereta rayado Pirámide clasifica como ladrillo tipo I, debido a su baja resistencia la compresión. Así mismo se concluye que el reforzamiento en los muros de albañilería elaborados a base de ladrillos tubulares; presenta un comportamiento favorable con respecto a la forma de falla, mejorando el comportamiento como un elemento rígido y a su vez evitando el tipo de falla frágil que presenta estos elementos sin reforzamiento.

Conclusión 3:

Se determinó el valor de la resistencia característica a la compresión axial de la albañilería elaborada a base de ladrillos k.k.18 huecos Hércules, el cual fue de 76.51 kg/cm², así mismo se determinó el valor de la resistencia característica a la compresión axial de la albañilería tubular fue de 23.00 kg/cm² y la resistencia característica a la compresión axial de la albañilería tubular reforzada fue de 24.00 kg/cm², presentándose un incremento de 4.34% como se puede apreciar en la Figura 89.

Conclusión 4:

Se determinó el valor de la resistencia característica al corte puro de la albañilería elaborada a base de ladrillos k.k.18 huecos Hércules, el cual fue de 9.00 kg/cm², así mismo se determinó el valor de la resistencia característica al corte puro de la albañilería tubular fue de 6.80 kg/cm² y la resistencia característica al corte puro de la albañilería tubular reforzada fue de 7.80 kg/cm², presentándose un incremento de 14.70% como se puede apreciar en la Figura 90.

VI. RECOMENDACIONES

Recomendación 1:

Se recomienda emplear unidades de albañilería solidas en la construcción de muros portantes, las cuales cumplan con todos las características establecidas para la clasificación de unidades de albañilería según la N.T.E70 vigente.

Recomendación 2:

Se recomienda evitar el uso de los ladrillos pandereta para la fabricación de los muros portantes, debido a que estos elementos no son estructurales y presentan una forma de falla muy frágil ante respuestas sísmicas. Así mismo estos ladrillos pueden utilizarse para la elaboración de muros divisorios o muros de tabiquería debido a su baja resistencia a la compresión.

Recomendación 3:

Se recomienda reforzar los muros portantes elaborados a base de ladrillos pandereta con malla electrosoldada u otro elemento que proporcione una mayor rigidez y aumente sus propiedades mecánicas como elemento estructural, con la finalidad de evitar la falla frágil y explosiva por trituración que presentan estos muros de albañilería ante un evento sísmico.

Recomendación 4:

Para futuras investigaciones se recomienda analizar y plantear un reforzamiento hacia los muros portantes elaborados a base de ladrillos pandereta en viviendas multifamiliares, debido a que estos muros se encuentran sometidos a mayores esfuerzos y presentan mayores problemas de rigidez en la dirección más desfavorable con respecto a la densidad de muros.

REFERENCIAS:

- ABANTO, Flavio. Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería. 2° ed. Lima: Editorial San Marcos, 2017. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2019].
ISBN: 9786123154103
- AGUILAR, Christian. Estudio de estructuras de albañilería confinada con perfiles de acero en Chile. (Título de Ingeniero Civil). Chile: Universidad de Chile, facultad de ciencias físicas y matemáticas, departamento de ingeniería civil, 2018.
Disponible en:
<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/159577>
- ALTAIR, Jessica. La elaboración del proyecto de investigación: guía para la presentación de proyectos de monografías de grado en ciencia política. Instituto de Ciencia Política. Universidad de la República [en línea]. Agosto 2009, Vol. 2 [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2019].
ISSN: 1688-5058
Disponible en:
http://biblioteca.clacso.edu.ar/Uruguay/icp-unr/20170112025613/pdf_570.pdf
- AMOUZADEH, Tabrizi y SOLTANI, Masoud. In-plane response of unreinforced masonry walls confined by reinforced concrete tie-columns and tie-beams. Revista Advances in Structural Engineering [en línea]. Enero 2017, Vol. 20 [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2019].
ISSN: 2048-4011
Disponible en:
<https://doi.org/10.1177%2F1369433216689569>
- ASTROZA, Maximiliano y SCHMIDT, Andrés. Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño. Revista Ingeniería Sísmica [en línea]. Enero 2004, Vol. 70 [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2019].
ISSN: 0185-092X
Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61807003>
- BEHAR, Daniel. Metodología de la investigación [en línea]. 1°ed. Colombia: Editorial Shalom, 2008. 92 pp.

ISBN: 978-959-212-783-7

Disponible en:

<http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

- BELLINI, S. [et al]. Out-of-plane strengthening of masonry walls with FRCM composite materials. Revista Key Engineering Materials [en línea]. Julio 2017, Vol. 747 [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2019].

ISSN: 1662-9795

Disponible en:

<https://www.scientific.net/KEM.747.158>

- CAMPBELL, Jaime y DURAN, Mario. Modelo numérico para el análisis no lineal de muros de albañilería. Revista de la Construcción [en línea]. Abril 2017, Vol. 16 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2019].

ISSN: 0718-915X

Disponible en:

<http://revistadelaconstruccion.uc.cl/index.php/rdlc/article/view/964>

- CARVALHO, C. [et al]. Experimental and numeral investigations on the behaviour of masonry walls reinforced with an innovative Sisal FRCM system. Revista Key Engineering Materials [en línea]. Julio 2017, Vol. 747 [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2019].

ISSN: 1662-9795

Disponible en:

<https://www.scientific.net/KEM.747.190>

- CHARRIEZ, Mayra. Historias de vida: Una metodología de investigación cualitativa. Revista Griot [en línea]. Diciembre 2012, Vol. 5 [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2019].

ISSN: 1949-4742

Disponible en:

https://www.uv.mx/psicologia/files/2017/12/historias_de_vida_una_metodologia_de_investigacion_cualitativa.pdf

- COMAS, Raúl. [et al]. Propuesta metodológica para la formulación del problema científico. Revista Ingeniería Industrial [en línea]. Agosto 2013, Vol. 34 [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2019].

ISSN: 1815-5936

Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362013000200008

- CUETO Y VILCA. Reforzamiento de la albañilería confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, facultad de Ciencias e Ingeniería, 2018.

Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6473/ICcusapt.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- DURAND, Rocío y BENITES, Luis. Unidades de albañilería fabricadas con suelo-cemento como alternativa para la construcción sostenible. Revista Ciencia y Tecnología [en línea]. Febrero 2017, Vol. 13 [Fecha de consulta: 24 de mayo de 2019].

ISSN: 1810-6781

Disponible en:

<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1843>

- ESCAMILO, James. Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo. La Libertad: Universidad Privada Antenor Orrego, facultad de Ciencias e Ingeniería, 2017.

Disponible en:

<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3587>

- FURTADO, André y RODRIGUEZ, Hugo. Modelling of masonry infill walls participation in the seismic behaviour of RC buildings using OpenSees. Revista International Journal of Advanced Structural Engineering [en línea]. Junio 2015, Vol. 7 [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2019].

ISSN: 2008-6695

Disponible en:

<https://doi.org/10.1007/s40091-015-0086-5>

- GONZALES, Antonio y SALIDO, Ginés. Diseño de un proyecto de investigación básico. Universidad de Extremadura. Servicio de publicaciones [en línea]. Diciembre 2013, Vol. 1 [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2019].

ISSN: 1135-870-X

Disponible en:

<http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/2458/978-84-695-64158.pdf?sequence=1>

- HENRIQUEZ, Elena y ZEPEDA, María. Elaboración de un artículo científico de investigación. Revista de Ciencia y Enfermería [en línea]. Junio 2004, Vol. 10 [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2019].

ISSN: 0717 - 2079

Disponible en:

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/cienf/v10n1/art03.pdf>

- HOUALARD, C. [et al]. Vulnerability assessment of seismic induced out-of-plane failure of unreinforced masonry wall buildings. Revista Canadian Journal of Civil Engineering [en línea]. Agosto 2017, Vol. 44 [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2019].

ISSN: 0315-1468

Disponible en:

<https://doi.org/10.1139/cjce-2016-0555>

- Instituto nacional de Estadística e Informática. Censos nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2019].

Disponible en:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf

- JABERI, Zuhair. Strengthening of reinforced masonry walls subjected to out-of-plane pseudo-static cyclic load using advanced composite. Missouri: Missouri Universidad de Ciencia y Tecnología, facultad de ingeniería civil, 2018.

Disponible en:

https://scholarsmine.mst.edu/doctoral_dissertations/2661/

- JACOME, Pablo. Determinación de las técnicas de reforzamiento para mejorar el desempeño estructural de un edificio mixto. (Título de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de ingeniería civil y mecánica, carrera de ingeniería civil. 2016.

Disponible en:

<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/20275>

- LAFUENTE, Carmen y MARÍN, Ainhoa. Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: fases, fuentes y selección de técnicas. Revista Escuela de Administración de Negocios [en línea]. Diciembre 2008, Vol. 64 [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2019].
ISSN: 0120-8160
Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20612981002>
- LUJAN, Martin. Reforzamiento de los muros de albañilería confinado con mallas de acero. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de Ciencias e Ingeniería, 2018.
Disponible en:
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12793>
- NIÑO, Víctor. Metodología de la investigación Diseño y ejecución [en línea]. 1. ° ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011 [fecha de consulta: 27 de abril de 2019].
ISBN: 9789588675947
Disponible en:
<http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>
- NTP 399.605:2018.UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería, 3ra Edición. Perú, 2018. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2019].
- NTP 399.621:2004.UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. Perú, 2015. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2019].
- NTP 399.613:2017.UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería, 2ª Edición. Perú, 2018. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2019].
- PESTANA, Limnavel y RODRIGUEZ, Carlos. Análisis de parámetros influyentes en el diseño de columnas esbeltas según la NC 207:2003. Revista de Arquitectura e Ingeniería [en línea]. Noviembre 2016. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2019].
ISSN: 1990-8830
Disponible en:
<https://www.redalyc.org/html/1939/193945713006/>

- PULIDO, Marta. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. Universidad de Zulia [en línea]. Setiembre 2015, Vol. 31 [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2019].
ISSN: 1012-1587
Disponible en:
<https://www.redalyc.org/html/310/31043005061>
- Reglamento nacional de edificaciones. Consideraciones generales E.020, 2018. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2019].
- Reglamento nacional de edificaciones. Consideraciones generales E.030, 2018. [Fecha de consulta: 15 de agosto de 2019].
- Reglamento nacional de edificaciones. Consideraciones generales E.070, 2018. [Fecha de consulta: 15 de agosto de 2019].
- RUIZ, María. Macro modelación numérica de ensayos de pilas y muretes de albañilería de arcilla. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de Ciencias e Ingeniería, 2017.
Disponible en:
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12906>
- SAENZ, Luis. Comportamiento sísmico de tabiques construidos con ladrillos pandereta. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de Ciencias e Ingeniería, 2016.
Disponible en:
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6861>
- SALMANPOUR, Amir. Displacement capacity of structural masonry. Iran: Instituto Internacional de Ingeniería Sísmica y Sismología, facultad de ingeniería civil e ingeniería sísmica, 2017.
Disponible en:
<https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/172566>
- SALOUSTROS, Savvas. Tracking localized cracks in the computational analysis of masonry structures. España: Universidad Politécnica de Catalunya, facultad de ingeniería civil e ambiental, 2017.
Disponible en:
<https://www.tdx.cat/handle/10803/461714>

- SAN BARTOLOMÉ, Ángel y QUIUN, Daniel. Propuesta normativa para el diseño sísmico de edificaciones de albañilería confinada. Revista Internacional Construlink [en línea]. Julio 2004, Vol. 2 [Fecha de consulta: 24 de mayo de 2019]. ISSN: 1645-5576
Disponible en:
<http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2007/08/Propuesta-en-Alba-Con-Construlink.pdf>
- SAN BARTOLOMÉ, QUIUN Y SILVA. Diseño y construcción de estructuras sismo resistentes de albañilería. 2° ed. Lima: Fondo editorial PUCP, 2018. 344pp. ISBN: 9786123174552
- SANCA, Daen. Tipos de investigación científica. Revista de Actualización Clínica [en línea]. Setiembre 2011, Vol. 12 [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2019]. ISSN: 2304-3768
Disponible en:
http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2304-37682011000900011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- TORRES, C y JORQUERA, N. Técnicas de refuerzo sísmico para la recuperación estructural del patrimonio arquitectónico chileno construido en adobe. Revista Informes de la Construcción [en línea]. Junio 2018, Vol. 70 [Fecha de consulta: 24 de mayo de 2019]. ISSN: 0020-0883
Disponible en:
<https://doi.org/10.3989/ic.16.128>
- VILARDI, Alessandra. Comparación entre redes de fibras sintéticas y redes de fibras de cáñamo para el refuerzo de muros de albañilería. Revista Anales de Edificación [en línea]. Marzo 2016, Vol. 3 [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2019]. ISSN: 2444-1309
Disponible en:
<https://dx.doi.org/10.20868/ade.2016.3469>

ANEXOS

IMPLEMENTACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA EN MUROS DE ALBAÑILERÍA TRADICIONAL PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES LOS OLIVOS 2019.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál será el comportamiento mecánico de los muros de albañilería tradicional sin refuerzo y reforzada con malla electrosoldada para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019?	Determinar el comportamiento mecánico de los muros de albañilería tradicional sin refuerzo y reforzada con malla electrosoldada para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.	La implementación de malla electrosoldada mejora el comportamiento mecánico de los muros de albañilería tradicional para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.	VI: IMPLEMENTACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA	Compresión diagonal en muretes reforzados y sin refuerzo	Resistencia al corte puro	Tipo de investigación: Tipo aplicada Diseño de investigación: El diseño es experimental debido a que cuenta con variables independientes, las cuales serán manipuladas por el investigador para obtener cambios en la variable dependiente. Enfoque de la investigación: Cuantitativo Muestra: Las muestras responden a ser 6 muretes de albañilería, 6 pilas de albañilería y 20 unidades de albañilería. Técnica: La técnica a emplear será la observación, para poder tomar los datos necesarios en las distintas fases de los ensayos. Instrumento de recolección de datos: Se utilizará una ficha de recolección de datos, los cuales se utilizarán para el diseño estructural
				Compresión axial en pilas reforzadas y sin refuerzo	Resistencia a la compresión	
					Forma de falla	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS			Módulo de elasticidad	
¿Cuál será la resistencia a la compresión axial de pilas hechas con unidades de albañilería sin reforzar y reforzada con malla electrosoldada para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019?	Determinar la resistencia a la compresión axial de pilas hechas con unidades de albañilería sin reforzar y reforzada con malla electrosoldada para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.	La resistencia a la compresión axial de pilas permitirá identificar el incremento del comportamiento mecánico del muro de albañilería tradicional para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.	VD: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL MURO DE ALBAÑILERÍA TRADICIONAL	Diseño estructural	Ductilidad	
					Resistencia	
					Rigidez	
¿Cuál será el módulo de corte de muretes hechas con unidades de albañilería sin reforzar y reforzada con malla electrosoldada para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019?	Determinar el módulo de corte de muretes hechas con unidades de albañilería sin reforzar y reforzada con malla electrosoldada para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.	El módulo de corte de muretes permitirá identificar el incremento del comportamiento mecánico del muro de albañilería tradicional para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.		Muro de albañilería elaborado con unidades tubulares	Prismas de albañilería	
					Propiedades y características	
					Proceso constructivo	
¿Cuál será la clasificación de las unidades de albañilería en muros tradicionales de las viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019?	Determinar la clasificación de las unidades de albañilería en muros tradicionales para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.	La clasificación de las unidades de albañilería permitirá identificar si cumple con los parámetros estructurales en muros tradicionales para viviendas unifamiliares, Los Olivos 2019.		Muro de albañilería elaborado con unidades k.k.18huecos	Prismas de albañilería	
					Propiedades y características	
					Proceso constructivo	
				Ensayos en las unidades de albañilería	Variación dimensional	
					Alabeo	
					Resistencia a la compresión	

Anexo 1. Matriz de consistencia.

Anexo 5, Resultados de los ensayos realizados en laboratorio.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : CARRASCO ROJAS PABLO RUBEN
Obra : TESIS UCV - CONTROL DE CALIDAD
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Dimensionamiento en Unidades de Albañilería
Expediente N° : 19-4140
Recibo N° : 68113
Fecha de emisión : 29/10/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos de arcilla cocida denominado PANDERETA RAYADO, con los alveólos paralelos a la cara de asiento, marca PIRAMIDE.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.
 Procedimiento interno AT-PR-04.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 29 de Octubre del 2019

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
L - 1	228.0	104.5	91.5
L - 2	227.0	104.5	90.5
L - 3	226.5	104.0	90.5
L - 4	226.5	104.0	90.5
L - 5	226.5	105.0	90.0
L - 6	227.0	105.0	90.5
L - 7	226.5	105.0	90.5
L - 8	226.5	105.0	90.0
L - 9	227.5	104.0	90.5
L - 10	226.5	105.0	90.5
PROMEDIO	226.9	104.6	90.5

4.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M./E.G.V.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

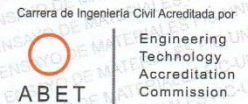




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : CARRASCO ROJAS PABLO RUBEN
 Obra : TESIS UCV - CONTROL DE CALIDAD
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Dimensionamiento en Unidades de Albañilería
 Expediente N° : 19-4140
 Recibo N° : 68113
 Fecha de emisión : 29/10/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos de arcilla cocida king kong de 18 huecos, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca HERCULES.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.
 Procedimiento interno AT-PR-04.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 29 de Octubre del 2019

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
L - 1	220.0	120.5	90.0
L - 2	220.0	120.0	90.0
L - 3	219.0	119.5	89.5
L - 4	219.0	120.5	89.5
L - 5	220.0	120.0	89.5
L - 6	219.5	119.5	89.5
L - 7	220.0	120.0	89.5
L - 8	220.0	120.5	90.5
L - 9	218.5	119.5	90.0
L - 10	219.5	120.5	90.0
PROMEDIO	219.6	120.1	89.8

4.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M./E.G.V.

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

MSc. Ing. Isabel Moromí Nakata
 Jefe (e) del laboratorio



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : CARRASCO ROJAS PABLO RUBEN
 Obra : TESIS UCV - CONTROL DE CALIDAD
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Alabeo en Unidades de Albañilería
 Expediente N° : 19-4140
 Recibo N° : 68113
 Fecha de emisión : 29/10/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos de arcilla cocida denominado PANDERETA RAYADO, con los alveólos paralelos a la cara de asiento, marca PIRAMIDE.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.
 Procedimiento interno AT-PR-05.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 29 de Octubre del 2019

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
L - 1	2
L - 2	1
L - 3	2
L - 4	1
L - 5	1
L - 6	1
L - 7	1
L - 8	1
L - 9	0
L - 10	2

4.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M./E.G.V.



NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por
Engineering
Technology
Accreditation
Commission
ABET

INFORME

Del A : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
Obra : CARRASCO ROJAS PABLO RUBEN
Ubicación : TESIS UCV - CONTROL DE CALIDAD
Asunto : LIMA
Expediente N° : Ensayo de Alabeo en Unidades de Albañilería
Recibo N° : 19-4140
Fecha de emisión : 68113
Fecha de emisión : 29/10/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos de arcilla cocida king kong de 18 huecos, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca HERCULES.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.
 Procedimiento interno AT-PR-05.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 29 de Octubre del 2019

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
L - 1	1
L - 2	2
L - 3	1
L - 4	0
L - 5	2
L - 6	2
L - 7	1
L - 8	1
L - 9	2
L - 10	1

4.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M./E.G.V.



MSc. Ing. Isabel Moroni Nakata
 Jefe (e) del laboratorio



NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : CARRASCO ROJAS PABLO RUBEN
 Obra : TESIS UCV - CONTROL DE CALIDAD
 Ubicación : LIMA
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería
 Expediente N° : 19-4140
 Recibo N° : 68113
 Fecha de emisión : 29/10/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Ladrillos de arcilla cocida denominado PANDERETA RAYADO, con los alveólos paralelos a la cara de asiento, marca PIRAMIDE.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, PROETI
 Certificado de calibración: CMC-067-2019

3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.
 Procedimiento interno AT-PR-09.

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo; 29 de Octubre del 2019

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN* (Kg/cm ²)	
	LARGO	ANCHO	ALTURA		(Kg)	(Newton)	(kg/cm ²)	(MPa)
M - 1	229.0	107.0	91.0	24503	15100	148131	67.0	6.7
M - 2	227.0	105.0	91.0	23835	15165	148769	69.2	6.9
M - 3	228.0	105.0	90.0	23940	13011	127638	59.1	5.9
M - 4	226.0	106.0	91.0	23956	11615	113943	52.7	5.3
M - 5	227.0	106.0	90.0	24062	12915	126696	58.3	5.8
PROMEDIO =							61.3	6.1

* Resistencia a la compresión corregida por el coeficiente de relación entre la resistencia a la compresión de unidades de albañilería enteras y medias unidades, indicado en el Anexo A de la NTP 399.613

f' b (Resistencia promedio) = 61.3 (kg/cm²)
 Desviación Estandar = 6.7 (kg/cm²)
 f' b c (resistencia característica) = 54.5 (kg/cm²)
 CV (Coeficiente de variación) = 11.0 (%)

5.0. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M./E.G.V.

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

MSC. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio



UNI-LEM

La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET | Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

INFORME

Del A Obra : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 : CARRASCO ROJAS PABLO RUBEN
 : TESIS UCV - CONTROL DE CALIDAD

Ubicación : LIMA

Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería

Expediente N° : 19-4140

Recibo N° : 68113

Fecha de emisión : 29/10/2019

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de arcilla cocida king kong de 18 huecos, con los alveólos perpendiculares a la cara de asiento, marca HERCULES.
- 2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, PROETI
 Certificado de calibración: CMC-067-2019
- 3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.613:2017.
 Procedimiento interno AT-PR-09.
- 4.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo; 29 de Octubre del 2019

MUESTRAS	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (mm ²)	CARGA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN* (Kg/cm ²)	
	LARGO	ANCHO	ALTURA		(kg)	(Newton)	(kg/cm ²)	(MPa)
M - 1	220.0	121.0	90.0	26620	50899	499319	207.8	20.8
M - 2	221.0	120.0	91.0	26520	53039	520313	217.4	21.7
M - 3	219.0	121.0	90.0	26499	55565	545093	227.9	22.8
M - 4	221.0	120.0	90.0	26520	47435	465337	194.4	19.4
M - 5	221.0	121.0	90.0	26741	58637	575229	238.3	23.8
PROMEDIO =							217.2	21.7

* Resistencia a la compresión corregida por el coeficiente de relación entre la resistencia a la compresión de unidades de albañilería enteras y medias unidades, indicado en el Anexo A de la NTP 399.613

$f' b$ (Resistencia promedio) = 217.2 (kg/cm²)

Desviación Estandar = 17.1 (kg/cm²)

$f' b c$ (resistencia característica) = 200.1 (kg/cm²)

CV (Coeficiente de variación) = 7.9 (%)

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. R. V. M./E.G.V.

 MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

- NOTAS: C.V.M.
- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 - 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET
 Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : CARRASCO ROJAS PABLO RUBEN
Obra : IMPLEMENTACION DE MALLA ELECTROSOLDADA EN MUROS DE ALBAÑILERIA TRADICIONAL PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES LOS OLIVOS 2019
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería
Expediente N° : 19-4337
Recibo N° : 68316
Fecha de emisión : 24/06/2019

1.0. DE LA PILAS : Pilas elaboradas a base de ladrillos pandereta rayado de arcilla cocida, proporcionados por el solicitante. Se utilizo una proporción en volumen del mortero de: 1 : 4 (cemento, arena) y espesor del mortero de 1.5 cm, marca PIRAMIDE.
 Las pilas fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de calibración CMC-066-2019

3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.605:2018.
 Procedimiento interno AT-PR-08.

4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AREA BRUTA (Kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
			LARGO	ANCHO	ALTURA					
M - 1	30/10/2019	20/11/2019	23.0	11.1	42.5	255.3	5200	1.14	23	Separación del frente superficial
M - 2	30/10/2019	20/11/2019	22.9	11.1	42.7	254.2	6000	1.14	27	Separación del frente superficial

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. E.G.V.

MSc. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del A Obra : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
: CARRASCO ROJAS PABLO RUBEN
: IMPLEMENTACION DE MALLA ELECTROSOLDADA EN MUROS DE ALBAÑILERIA TRADICIONAL PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES LOS OLIVOS 2019

Ubicación : LIMA

Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería

Expediente N° : 19-4337

Recibo N° : 68316

Fecha de emisión : 03/12/2019

1.0. DE LA PILAS : Pilas elaboradas a base de ladrillos pandereta rayado de arcilla cocida presenta malla electrosoldada, proporcionados por el solicitante. Se utilizo una proporción en volumen del mortero de; 1 : 4 (cemento, arena) y espesor del mortero de 1.5 cm, marca PIRAMIDE.

Las pilas fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO
Certificado de calibración CMC-066-2019

3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.605:2018.
Procedimiento interno AT-PR-08.

4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AREA BRUTA (Kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
			LARGO	ANCHO	ALTURA					
M - 1	30/10/2019	3/12/2019	23.5	12.5	41.5	293.8	6300	1.10	24	Separación del frente superficial
M - 2	30/10/2019	3/12/2019	23.2	12.8	41.8	297.0	7000	1.09	26	Separación del frente superficial

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
Técnico : Sr. E.G.V.

MSc. Isabel Moromi Nakata
Jefe (e) laboratorio

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : CARRASCO ROJAS PABLO RUBEN
Obra : IMPLEMENTACION DE MALLA ELECTROSOLDADA EN MUROS DE ALBAÑILERIA TRADICIONAL PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES LOS OLIVOS 2019
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería
Expediente N° : 19-4337
Recibo N° : 68316
Fecha de emisión : 21/11/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Muretes elaborados a base de ladrillos king kong de 18 huecos de arcilla cocida, proporcionados por el solicitante. Se utilizo una proporción en volumen del mortero de; 1 : 4 (cemento, arena) y espesor del mortero de 1.5 cm, marca HERCULES.

2.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura ambiente = 21.6 °C H.R. = 68.5 %

3.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de Calibración: CMC-066-2019
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

4.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.621:2015 y E-070 del RNE.
 Procedimiento interno AT-PR-08.

5.0. RESULTADOS :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm ²)
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
MURETE - 1	21/11/2019	61.4	57.8	12.1	721.2	9200	9.0
MURETE - 2	21/11/2019	61.0	58.0	12.0	714.0	11600	11.5

Resistencia compresión promedio del mortero = 196 (kg/ cm²)

6.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. D.A.Z./R.V.M./E.G.V.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : CARRASCO ROJAS PABLO RUBEN
Obra : IMPLEMENTACION DE MALLA ELECTROSOLDADA EN MUROS DE ALBAÑILERIA TRADICIONAL PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES LOS OLIVOS 2019
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería
Expediente N° : 19-4337
Recibo N° : 68316
Fecha de emisión : 21/11/2019

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Muretes elaborados a base de ladrillos pandereta rayado de arcilla cocida, proporcionados por el solicitante. Se utilizo una proporción en volumen del mortero de; 1 : 4 (cemento, arena) y espesor del mortero de 1.5 cm, marca PIRAMIDE.
- 2.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 21.6 °C H.R. = 68.5 %
- 3.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de Calibración: CMC-066-2019
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.
- 4.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621:2015 y E-070 del RNE.
 Procedimiento interno AT-PR-08.
- 5.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm²)
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
MURETE - 1	21/11/2019	60.2	60.3	11.1	668.8	6400	6.8
MURETE - 2	21/11/2019	60.2	60.8	11.2	677.6	7300	7.6

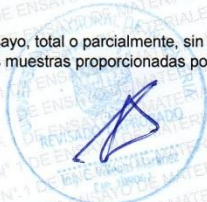
Resistencia compresión promedio del mortero = 196 (kg/ cm²)

6.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. D.A.Z./R.V.M./E.G.V.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : CARRASCO ROJAS PABLO RUBEN
Obra : IMPLEMENTACION DE MALLA ELECTROSOLDADA EN MUROS DE ALBAÑILERIA TRADICIONAL PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES LOS OLIVOS 2019
Ubicación : LIMA
Asunto : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería
Expediente N° : 19-4337
Recibo N° : 68316
Fecha de emisión : 03/12/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Muretes elaborados a base de ladrillos pandereta rayado de arcilla cocida, presenta malla electrosoldada, proporcionados por el solicitante. Se utilizó una proporción en volumen del mortero de; 1 : 4 (cemento, arena) y espesor del mortero de 1.5 cm, marca PIRAMIDE.

2.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura ambiente = 21,6 °C H.R. = 69,3 %

3.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de Calibración: CMC-066-2019
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

4.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.621:2015 y E-070 del RNE.
 Procedimiento interno AT-PR-08.

5.0. RESULTADOS

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm ²)
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
MURETE - 1	3/12/2019	64.0	62.0	12.2	768.6	8500	7.8
MURETE - 2	3/12/2019	64.2	60.7	12.3	768.1	8800	8.1

Resistencia compresión promedio del mortero = 196 (kg/ cm²)

6.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sr. D.A.Z./R.V.M./E.G.V.

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



M.Sc. Ing. Isabel Moromí Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

UNI-LEM

La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe

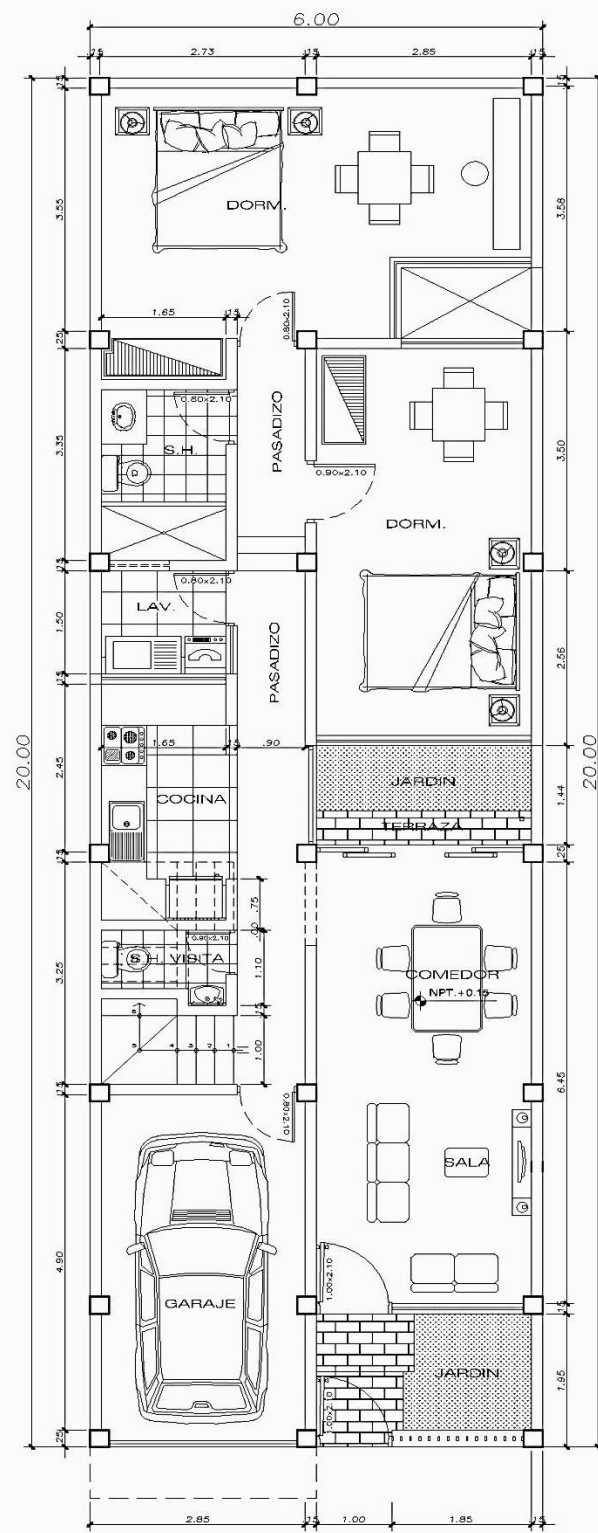


lem@uni.edu.pe

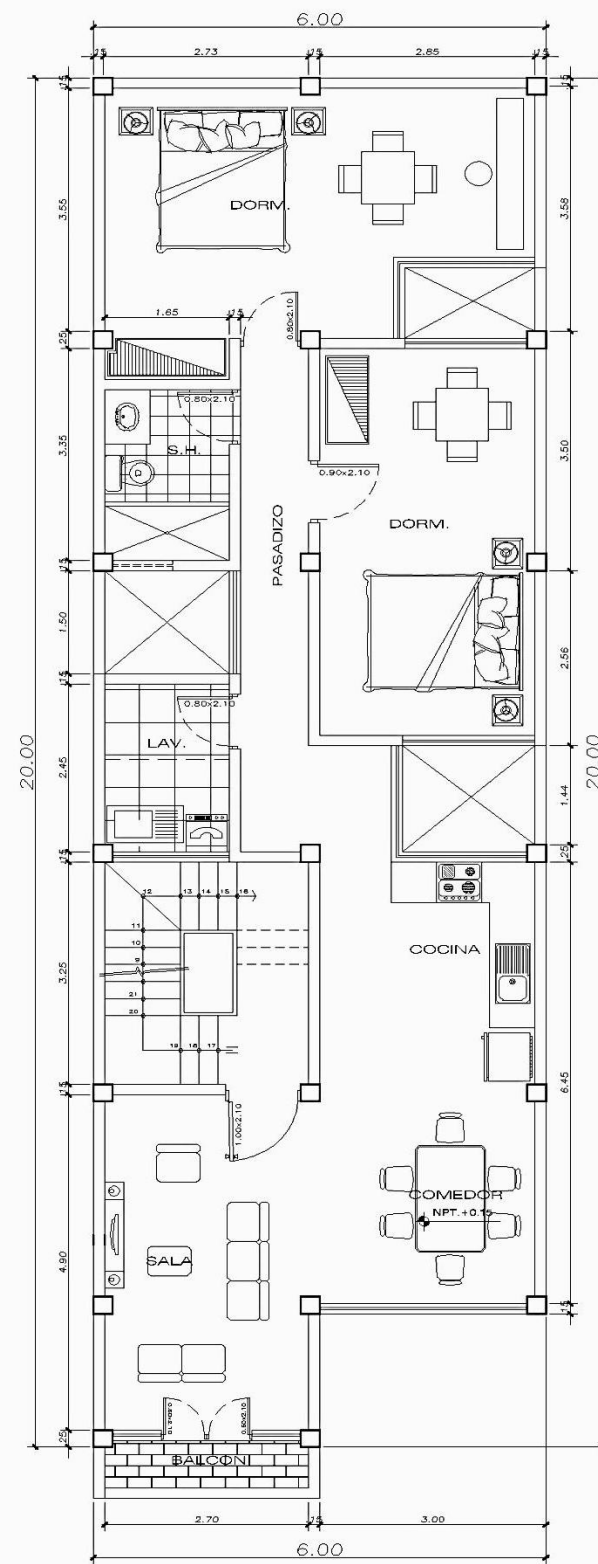


Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

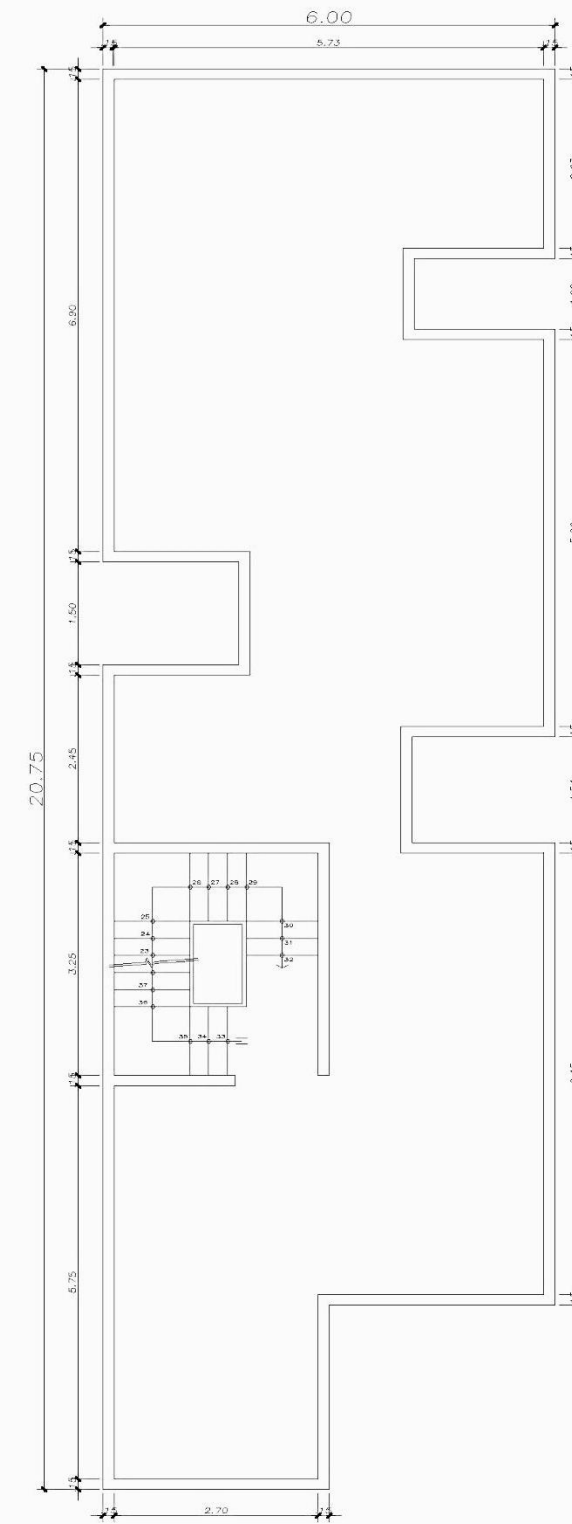




PRIMER PISO



SEGUNDO PISO



AZOTEA

Anexo 6, Plano arquitectónico de vivienda unifamiliar

	PROYECTO: VIVIENDA UNIFAMILIAR			
	PROPIETARIO: _____	UBICACION: MZ. 1731 - LOTE AA.HH. "ENRIQUE MILLA OCHOA" DISTRITO LOS OLIVOS	LÍNEA: _____	
	PLANO: ARQUITECTURA PLANTA 1º, 2º PISO	PROFESIONAL RESPONSABLE: ARQº JUAN A. DEL VALLE C. C.A.P. Nº 3718	A-01	
	RESP. DE PROYECTO: INGº LUIS AMAYA	UAD: LGAA	ESCALA: 1/50	FECHA: MAYO 2018
				PLANO: 01 de 03