



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

Influencia de la geomalla biaxial como refuerzo en muros confinados de ladrillo
pandereta en Viviendas de Lima-2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Vara Mendoza, Jaime Percy (ORCID: 0000-0002-3264-0593)

ASESOR:

Mg. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494x)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la oportunidad de llegar hasta este punto,
Siendo parte de mi vida y guía para lograr uno de
mis objetivos.

A mi hija

Por ser mi motivo de fuerza y superación constante
en la vida.

AGRADECIMIENTO

A mi familia

Por brindarme su apoyo moral e incondicional,
y permitirme compartir momentos gratos e
Inolvidables.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, **VARA MENDOZA, Jaime Percy** 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:

"Influencia de la geomalla biaxial como refuerzo en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima - 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 20 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor VARA MENDOZA, Jaime Percy	
DNI: 10685525	Firma 
ORCID: 0000-0002-3264-0593	



ÍNDICE

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de Figuras.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I.- INTRODUCCIÓN.....	11
II.- MÉTODO.....	27
2.1 Diseño de Investigación.....	28
2.2 Variable, Operacionalización.....	28
2.3 Población y Muestra.....	31
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	31
2.5 Procedimiento.....	33
2.6 Aspectos Éticos.....	35
III.- RESULTADOS.....	36
3.1 Descripción de la zona de estudio.....	37
3.2 Materiales.....	38
3.3 Ensayos realizados a la unidad de albañilería.....	42
3.4 Ensayo del Mortero.....	50
3.5 Pilas de Albañilería.....	53
3.6 Muretes de Albañilería.....	59
3.7 Análisis y comparación de costos.....	69
3.8 Prueba de hipótesis general.....	72
IV.- DISCUSIÓN.....	76
V.- CONCLUSIONES.....	79
VI.- RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Utilización de los geosintéticos según su función primaria.....	22
Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente “Geomalla biaxial”.....	29
Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente “Muros confinados de ladrillo pandereta”.....	30
Tabla 4. Características comerciales y físicas del ladrillo pandereta.....	38
Tabla 5. Propiedades físicas cemento Sol.....	39
Tabla 6. Propiedades mecánicas y físicas de las geomallas.....	41
Tabla 7. Determinación de la variabilidad dimensional de las muestras de unidad de albañilería.....	44
Tabla 8. Determinación del Alabeo de las muestras de unidad de albañilería.....	46
Tabla 9. Determinación de la Absorción de las muestras de unidad de albañilería.....	47
Tabla 10. Determinación de la resistencia a compresión de las unidades de albañilería.....	49
Tabla 11. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	50
Tabla 12. Proporción de los componentes del mortero.....	51
Tabla 13. Determinación de la resistencia a compresión del mortero.....	52
Tabla 14. Determinación de la resistencia a compresión de pilas sin influencia de la geomalla biaxial.....	57
Tabla 15. Determinación de la resistencia a compresión de pilas con influencia de la geomalla biaxial.....	57
Tabla 16. Resistencia característica de la albañilería.....	58
Tabla 17. Determinación de la resistencia a compresión diagonal en muretes.....	67
Tabla 18. Resultados carga máxima vs tiempo resistencia al corte de muretes sin refuerzo..	68
Tabla 19. Resultados carga máxima vs tiempo resistencia al corte de muretes con geomalla biaxial.....	69
Tabla 20. Análisis de costo de muro sin refuerzo.....	70
Tabla 21. Análisis de costo de muro con refuerzo.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Refuerzo superficial en muros de ladrillo con Geomalla biaxial.....	21
Figura 2. Ensayo de tensión de Geosintéticos.....	23
Figura 3. Geomalla uniaxial.....	24
Figura 4. Geomalla biaxial.....	24
Figura 5. Geomalla multiaxial.....	24
Figura 6. Viviendas de albañilería confinada construidas con ladrillo pandereta.....	37
Figura 7. Mapa del distrito de carabayllo.....	37
Figura 8. Ladrillo pandereta – Lark.....	38
Figura 9. Bolsa de Cemento Sol.....	39
Figura 10. Arena Gruesa.....	40
Figura 11. Geomalla biaxial.....	41
Figura 12. Ensayo Variación Dimensional.....	42
Figura 13. Toma de medidas de la unidad.....	42
Figura 14. Ensayo de alabeo.....	45
Figura 15. Unidades colocadas al horno.....	47
Figura 16. Unidades sumergidas en agua.....	47
Figura 17. Ensayo de resistencia a compresión.....	48
Figura 18. Rotura de la unidad.....	48
Figura 19. Ensayo del mortero.....	51
Figura 20. Construcción de pilas.....	54
Figura 21. Ensayo de resistencia a compresión de pilas.....	55
Figura 22. Incremento de resistencia característica a compresión axial ($f'm$).....	58
Figura 23. Construcción de muretes sin refuerzo de geomalla biaxial.....	61
Figura 24. Construcción de muretes con refuerzo de geomalla biaxial.....	62
Figura 25. Falla por tracción diagonal murete 1.....	63
Figura 26. Falla por tracción diagonal murete 2.....	64
Figura 27. Falla por tracción diagonal murete 3.....	64
Figura 28. Falla por tracción diagonal murete 4.....	65
Figura 29. Falla por tracción diagonal murete 5.....	65
Figura 30. Falla por tracción diagonal murete 6.....	66
Figura 31. Incremento de resistencia característica a corte puro ($v'm$).....	67
Figura 32. Resistencia máxima al corte en muretes sin geomalla biaxial.....	68
Figura 33. Resistencia máxima al corte en muretes con geomalla biaxial.....	69
Figura 34. Costo de muretes por metro cuadrado.....	72

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “Influencia de la geomalla biaxial como refuerzo en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima-2019”, tiene como objetivo determinar la influencia de la geomalla biaxial como refuerzo estructural en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima.

El tipo de investigación es aplicada, de nivel Exploratorio, naturaleza cuantitativa y diseño experimental. La población está conformada por todas las viviendas de albañilería confinada de ladrillo pandereta en la ciudad de lima; el tipo de muestreo es no probabilística, para tal efecto se ha seleccionado como muestra una vivienda de 3 niveles ubicado en la urb. Esmeralda II, distrito de Carabayllo en la ciudad de Lima.

La conclusión de la presente investigación es que la influencia de la geomalla biaxial como refuerzo estructural en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de lima ha mejorado su comportamiento estructural en un 16% evitando una falla abrupta y explosiva.

Palabras claves: geomalla biaxial, muro confinado, ladrillo pandereta.

ABSTRACT

The present research work called “Influence of the biaxial geogrid as reinforcement in confined walls of tambourine brick in houses of Lima-2019”, aims to determine the influence of the biaxial geogrid as structural reinforcement in confined walls of tambourine brick in dwellings of Lima.

The type of research is applied, exploratory level, quantitative nature and experimental design. The population is confirmed by all the houses of brickwork confined of tambourine brick in the city of Lima; The type of sampling is not probabilistic, for this purpose a 3-level dwelling located in the urb has been selected as shown. Esmeralda II, district of Carabayllo in the city of Lima.

The conclusion of the present investigation is that the influence of the biaxial geogrid as structural reinforcement in confined walls of tambourine brick in lime dwellings has improved its structural behavior by 16% avoiding an abrupt and explosive failure.

Keywords: biaxial geogrid, confined wall, tambourine brick.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, muchas de las construcciones de viviendas o edificios utilizan ladrillos pandereta, como muros portantes de albañilería confinada, debido a su bajo costo en el mercado son utilizados por la población en la edificación de sus viviendas.

Gran parte de las construcciones de viviendas unifamiliares y/o multifamiliares no se considera la utilización de materiales de buena calidad ni tampoco requieren la asesoría de personal calificado en edificaciones y lo que es peor aún no siquiera con planos, convirtiéndose así en construcciones informales denominadas también viviendas autoconstruidas, es decir no tienen una dirección y/o supervisión, incumpliendo de esta manera con Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y esto se da para abaratar costos en su construcción, prevaleciendo más lo económico que la propia seguridad.

Estas viviendas auto construidas son peligrosas porque no brindan la seguridad necesaria a sus ocupantes ante un posible riesgo sísmico debido a que no respetan los procesos constructivos señalados en las normas de albañilería y sismo resistente.

Según el presidente (CAPECO), indico que, el 70% de viviendas en la capital están realizadas bajo estas condiciones y dicha información es confirmada por el colegio de Arquitectos del Perú (2017), además menciono que en la ciudad de lima 9 de cada 10 casas autoconstruidas están hechas con ladrillos que poseen entre el 40% y el 50% de vacíos, las cuales son menos densos y resistentes lo que indica el reglamento.

La norma técnica E.070 de albañilería señala su total prohibición. Según dicha norma solo se podrá utilizar el ladrillo pandereta como muro portante, si la vivienda se encuentra en la zona sísmica 1(selva peruana) y hasta viviendas de 2 pisos excluyendo así su utilización en la sierra y costa ubicadas en la zona sísmica 2 y 3 respectivamente.

Como ya se sabe nuestro país es altamente sísmico debido a que nos encontramos en el cinturón de fuego del océano pacífico.

Ante esta problemática es imprescindible tomar medidas de prevención afin de evitar el colapso de viviendas ante un sismo de gran magnitud, como el terremoto ocurrido en Ica en 1996 y en el terremoto de pisco en el 2007, donde sufrimos la pérdida de vidas humana y además muchas viviendas construidas con ladrillos pandereta colapsaron.

En la actualidad las geomallas se utilizan como refuerzo superficial a estructuras vulnerables como viviendas de adobe y de albañilería, mejorando la resistencia y ductilidad del muro

frente a esfuerzos horizontales permitiendo un mayor control de fisuras, evitando posibles colapsos.

Por lo tanto, por medio del presente trabajo se pretenderá realizar la comparación de la resistencia y el costo asociado entre muros no reforzados y muros reforzados con geomalla.

Para el trabajo de investigación se ha tomado como **Antecedentes Nacionales** de información a los siguientes autores para brindar mayor objetividad y veracidad.

CEVALLOS, Oscar y DIAZ, Víctor. *“Reforzamiento estructural de muros de ladrillos pandereta con mallas para tarrajeo y electrosoldada”* tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. El presente trabajo tuvo como finalidad comparar la resistencia y el costo asociado por m² entre muros sin reforzamiento y muros reforzados con malla electrosoldada y malla metálica para tarrajeo. Se realizó el control de todos los materiales utilizados en los ensayos para determinar el comportamiento y sus propiedades. Para dicho proyecto se tuvo que construir nueve muretes de 60cm x 60cm con unidades de pandereta, tres de ellos fueron elaborados de modo habitual otros tres reforzados con malla electrosoldada y los 3 últimos reforzados con malla para tarrajeo electrosoldada. A estos nueve muretes se les realizaron ensayos en el laboratorio de la PUCP. Para determinar su resistencia característica puro al corte en los muros sin refuerzo y en los muros reforzados. Se concluyó que los refuerzos realizados a los muros no permitieron la desintegración de los ladrillos pandereta presentándose un componente de falla gradual y además los costos de los muros de albañilería reforzada con mallas, se incrementó en un 13% y 29% respecto del muro sin refuerzo.

CÁRDENAS, Renato y LUNA Jimmy. *“Estudio experimental de la influencia de los diferentes tipos de mortero y substratos de albañilería en la adherencia con geomallas”* tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. El trabajo mencionado tuvo como finalidad estudiar la influencia del mortero y substratos de albañilería en adherencia con las geomallas como refuerzo superficial. Para lo cual se hizo ensayos de adherencia en tracción en geomalla envuelto en mortero y adherido al ladrillo, hasta el rompimiento o desprendimiento del mortero. Para este ensayo se usaron unidades de arcilla King Kong, pandereta, y ladrillos de concreto. En morteros sin cal y con cal en proporción de 1:5 en ambos casos se utilizaron dos tipos de geomallas biaxial BX 4100 y triaxial TX 160. Comprobándose que se obtiene mejor

comportamiento de adherencia cuando se utiliza el mortero con cal sobre el ladrillo pandereta debido a que su superficie es más rugosa.

ARCE, Rubén y RODRIGUEZ, Víctor. ***“Propuesta del empleo de adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo joven de Yanama – Ayacucho”*** Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014. La presente tesis tuvo como finalidad demostrar la resistencia del adobe reforzado con geomalla plástica en viviendas unifamiliares construidas en la provincia de Yanama, con el objetivo de evitar pérdidas de vidas humanas ante un evento telurico. En este proyecto se tomaron muestras del suelo en el lugar mencionado las cuales fueron ensayados en el laboratorio para evaluar determinar sus propiedades mecánicas y químicas para poder elaborar el adobe y luego construir la vivienda, así mismo mediante la ayuda del software SAP 2000 se pudo comprobar que la geomalla posee una alta capacidad de tensión. Se concluye que la utilización de la geomalla como refuerzo en la edificación de viviendas unifamiliares es favorable porque minimiza en gran medida su vulnerabilidad ante un sismo.

MAMANI, Plinio. ***“Comportamiento mecánico de muros de albañilería tubular confinada reforzadas con malla electrosoldada ante cargas sísmicas y gravitacionales”*** Tesis para obtener el grado de (Magister en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. La presente tesis tuvo como finalidad evaluar los muros de albañilería confinada reforzados con malla electrosoldada. Para dicho fin se elaboraron pilas, muretes y dos muros a escala natural hechas con unidades pandereta las cuales fueron reforzadas con con malla electrosoldada. La onda sísmica fue simulada mediante cargas laterales cíclicas que se aplicaron a los muros. Así mismo se emplearon cargas gravitacionales simulando de alguna forma las cargas de servicio presentes en una edificación. Los resultados que se obtuvieron fueron que el reforzamiento de muros confinados con malla electrosoldada aumentó de manera considerable la resistencia y al mismo tiempo impidió la trituración de las unidades de pandereta.

ENRIQUEZ PINEDO, jhim erick. ***“Influencia de la malla metálica en muros confinados de ladrillo pandereta en edificaciones de la provincia de huancayo 2017”*** Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Huancayo: universidad Peruana los Andes. La presente investigación tuvo como finalidad establecer la influencia de la malla metálica en

muros de albañilería confinada realizadas con ladrillo pandereta en viviendas de la provincia de Huancayo.

Para lo cual se tomó como muestra una vivienda de 3 niveles construida con ladrillos pandereta, ubicada en la Av. Centenario del distrito y provincia de Huancayo. Los resultados obtenidos fueron que la malla metálica mejoro el desempeño de los muros confinados en un 28.89%, considerándose como una estructura frágil ante un sismo severo.

Así mismo se menciona a algunos autores como **antecedentes internacionales** con sus respectivas investigaciones realizadas

SEPÚLVEDA, Leonardo. *“Estudio experimental de soluciones de reparación y refuerzo para muros de albañilería de ladrillos confinados”* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Santiago: Universidad de Chile, 2016. El presente trabajo tuvo como objetivo realizar estudios de reparación y refuerzo de muros confinados. Para ello se elaboraron dos series de 6 muros cada una, de dimensiones 2.4 m x 2.4 m; la primera serie con ladrillos realizadas a máquina del tipo rejilla con huecos y la segunda serie con ladrillos realizadas a mano, del tipo chonchón. Posteriormente se les aplico una carga que hacia la simulación de cargas sísmica en un edificio. La alternativa de solución adoptada para la reparación de los muros consistió en la elaboración de mortero de cemento realizada por medios neumáticos y en forma manual, incorporando la malla de acero de refuerzo electrosoldada, anclada a la albañilería.

LIZARRAGA, José. *“Diseño y construcción de pavimentos flexibles aplicando geomallas de polipropileno como sistema de reforzamiento estructural”* Tesis para obtener el grado de (Maestro en Ingeniería Civil). Ciudad de México D.F: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014. La presente investigación demuestra la eficiencia de la geomalla biaxial de polipropileno como refuerzo estructural de carreteras. Para demostrar tal estudio, se establecieron cuatro componentes de construcción con materiales de diversas propiedades mecánicas. La aplicación de la geomallas de polipropileno en situaciones de adherencia con la interfaz de la capa bituminosa permitió conseguir resultados muy favorables de reducción del espesor de la capa asfáltica, entre un 28% a 37%, debido a que la geomalla soporta los esfuerzos de tracción y disminuye las deformaciones horizontales presentadas en la fibra inferior de la capa. Por lo tanto, en el presente trabajo se concluye que el uso de la geomalla biaxial reduce los grosores de diseño de las capas, por lo cual minimiza económicamente los

gastos en nuevas construcciones, además, prolonga los periodos de conservación, rehabilitación y mantenimiento de pavimentos existentes.

ARIAS, Ana y LÓPEZ, Erika. ***“Análisis comparativo de muros de mampostería reforzado con y sin fibras de carbono”*** Tesis para optar el grado de licenciatura en Ingeniería en Construcción. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Edificación, 2018. El presente trabajo tuvo como finalidad primordial evaluar el desempeño de bloques de concreto reforzados con fibras de carbono. Para lo cual se establecieron tres fases, la primera fase consistió en la investigación de las propiedades físico mecánicas de la albañilería y fibra de carbono. La segunda fase radicó en la elaboración de las muestras y ejecución de los ensayos en los que se aplicarían cargas laterales a los muros determinándose las resistencias y desplazamientos máximos. Por último la tercera fase consistió en el modelamiento de las muestras a través de un software. Concluyéndose que con la presentación de fibra de carbono en laminado la resistencia del muro incremento en un 55% respecto al modelo sin reforzamiento de fibra de carbono y con la presentación en tejido incremento en un 27%. En los desplazamientos se obtuvo que las muestras reforzadas con fibra de carbono en tejido y laminado disminuyen en un 39% y 34% respectivamente en comparación con las muestras sin refuerzo.

BACCA, German y CLARO, Julián. ***“Resistencia de la mampostería reforzada exteriormente usando malla electrosoldada con fines de reforzamiento en viviendas en la ciudad de Ocaña”*** Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, 2014. El presente trabajo tiene como objetivo implementar un mecanismo de reforzamiento, a través de mallas electrosoldadas a viviendas de la ciudad de Ocaña, con la finalidad de disminuir la vulnerabilidad de la mampostería y pueda tener un desempeño adecuado ante un evento sísmico evitando la pérdida de vidas humanas. Para tal efecto se establecieron propiedades físico-mecánicas de las unidades de mampostería, así mismo la resistencia a la tracción diagonal, el módulo de elasticidad de muros sin refuerzo y muros con refuerzo en una cara. Los ensayos efectuados en dicha investigación se hicieron bajo las normas técnicas colombianas de construcción sismo resistente (NSR-10). Se concluye, que el sistema de refuerzo incrementa significativamente la resistencia al esfuerzo cortante de los muretes reforzados y además ayudo a tener un comportamiento más dúctil manteniendo la mampostería integra evitando la separación de piezas.

MARTINEZ, Washington. *“Influencia de ladrillo artesanal de Guayaquil en el comportamiento sísmico de edificaciones de albañilería confinada de mediana altura”* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Guayaquil: Universidad Católica de Guayaquil, 2018. El trabajo de investigación tiene como finalidad realizar pruebas de ensayo a unidades artesanales de la ciudad de Guayaquil, para reconocer sus características físicas y puedan ser empleadas en el sistema de mampostería confinada. Así mismo se realizó la modelación con el software Etab tres edificaciones con diferentes tipos de suelos. La investigación se basó en las normas NEC15, E.070 y E.030, lo que permitió realizar gráficos para tener un mejor control de esfuerzos en los muros por cargas de gravedad y corte. Por lo tanto, se concluye que no es recomendable la utilización de este ladrillo en construcciones.

C, T.G. and N, J.S., 2018. *“Técnicas De Refuerzo Sísmico Para La Recuperación Estructural Del Patrimonio Arquitectónico Chileno Construido En Adobe.”* *Informes De La Construcción*, vol. 70, no. 550 ProQuest Central. DOI <http://dx.doi.org/10.3989/ic.16.128> ISSN 00200883

Para definir las hipótesis de investigación, menciona lo siguiente: El terremoto ocurrido en la provincia de Maule - Chile en el año 2010 cuya magnitud fue de 8.8, dejó estructuras seriamente dañadas hechas de adobe las cuales formaban parte del patrimonio chileno. A partir de dicho evento el gobierno chileno realizó la tarea de recuperar y reconstruir las estructuras dañadas por el terremoto, para lo cual utilizó geomallas. De acuerdo a los ensayos que se hicieron en los laboratorios de la Universidad de Aveiro y la PUCP indican que las estructuras reforzadas a través de geomallas mejoran la capacidad de ductilidad y deformación, permitiendo un mejor control de las fisuras, evitando posibles colapsos.

COMERCIO, E., 2017. *“No Confían En La Fuerza De Sus Casas.”* Lima: Oct 21, ProQuest Central. <https://search.proquest.com/docview/1964642669?accountid=37408>

Para definir las hipótesis de investigación, (" No confían en las fuerza de sus casas", 2017) menciona lo siguiente: La población de Lima es consciente de la fragilidad que tienen sus casas ante un terremoto. Según la última encuesta de Ipsos para El Comercio, el 62% cree que su vivienda no está preparada para un sismo de gran magnitud. El 33% sí piensa que resistirá y un 5% no precisa su respuesta. Esta percepción de los ciudadanos recogida en el estudio, aplicado entre el 11 y 13 de octubre, no es un exceso de pesimismo. El Instituto

Nacional de Defensa Civil proyectó en el 2013 que un sismo de 8 grados dejaría 348 mil damnificados y 200 mil viviendas destruidas en la capital. Unas 51 mil personas morirían a causa de este desastre natural. Para Zenón Aguilar Bardales, subdirector (Cismid), la desconfianza de los entrevistados en la resistencia de sus viviendas es producto de la informalidad con la que se realizan las construcciones. La mayoría de casas se levanta sin un diseño adecuado y dejando de lado los lineamientos de las normas técnicas. Debido a la autoconstrucción, las viviendas tienen alta vulnerabilidad de derrumbe ante un fuerte sismo, más aún si se encuentran sobre suelos arenosos como los que existen en varios distritos de Lima. A los encuestados también se les preguntó sobre el tipo de trabajadores que emplearon para construir los ambientes de su vivienda. La mayoría no utilizó los servicios de un profesional. El 77% de entrevistados que tienen casa propia y levantaron una pared dijo que contrató a un albañil o maestro de obra. En el caso de quienes construyeron un techo, el 74% también empleó este tipo de servicio. Así mismo el decano del colegio de arquitectos del Perú, advierte los riesgos de recurrir a un albañil que edifica a partir de conocimientos empíricos y sin un sustento técnico así mismo considera que la autoconstrucción puede resultar más costosa, ya que si no se tiene un diseño de calidad, se deben hacer nuevos gastos para reforzar la estructura y así evitar un colapso.

En el presente trabajo de investigación se mencionara las **Teorías Relacionadas al tema de investigación**, las cuales hacen alusión a la variable dependiente e independiente del proyecto con el fin de dar a conocer los aspectos importantes de la albañilería confinada y sus posibles reforzamientos a través de la geomalla biaxial

La albañilería presenta un papel sustancial en el desarrollo del país, se trata de un arte que utiliza ladrillo, arena, cal, yeso, cemento y otros agregados que se emplean en la construcción de edificaciones para el uso de las personas, dicha actividad requiere de responsabilidad, trabajo y esfuerzo.

Tipos de albañilería cuando se habla de albañilería, se está haciendo referencia a la construcción, una actividad tan importante en donde se debe utilizar materiales de excelente calidad y contar con personal calificado para que la obra subsista en el tiempo. Acorde a cada trabajo existen diversos tipos de albañilería, tales como:

Albañilería simple

“Son muros que no presentan refuerzos o quizá teniendo no cumplen con los requisitos mínimos establecidos que cualquier muro reforzado debe presentar, así lo señala la Norma E-070, su uso está limitado solo a construcciones de un piso” (SAN BARTOLOMÉ, 1994 pág. 6).

Albañilería Confinada

Para definir la hipótesis de investigación, (SAN BARTOLOMÉ, 1994) sostiene lo siguiente:

La Albañilería Confinada se identifica porque está conformado por muros de unidades de albañilería simple perimetrado por elementos estructurales de concreto armado, y vaciadas luego de la construcción de los muros. Usualmente, se realiza una conexión dentada entre la albañilería y las columnas; siendo dicha conexión una costumbre peruana, debido que en Chile se realiza la conexión metódicamente a ras. (pág. 12).

Albañilería armada

Para definir la hipótesis de investigación, (N.T.E - 0.70, 2005) afirma lo siguiente:

Es un tipo de albañilería la cual esta reforzada internamente con varas de acero distribuidas en forma horizontal y vertical, unidas con concreto líquido, de tal forma que los distintos elementos estructurales interactúen colectivamente para poder soportar los esfuerzos transmitidos, a este tipo de muros también se les denomina muros armados. (pág. 18).

Muros de Albañilería Confinada

Para definir la hipótesis de investigación, (ALARCÓN GALINDO, 2016), menciona que:

Para la elaboración de muros confinados se pueden utilizar unidades de distintos materiales como arcilla, sílice – calcáreo y concreto, los cuales poseen características distintas una a la otra. Los muros de unidades de albañilería pueden soportar cargas a compresión, pero es indispensable reforzarlos mediante el confinamiento, dándole la característica de arriostre al muro y así puedan soportar mejor los desplazamientos generados por las cargas sísmicas. El confinamiento es otorgado por los refuerzos horizontales (vigas soleras) y refuerzos verticales (columnas de amarre), estos materiales son de concreto

armado y enmarcan la albañilería simple para así convertirla en albañilería confinada. (pág. 23).

Muro Portante

Son elementos estructurales de albañilería confinada que poseen una función estructural, y son diseñados para soportar cargas axiales de compresión provenientes de las estructuras de la edificación. Como las vigas, viguetas y losa, además están estructuras para resistir las cargas laterales de los sismos.

Muro No Portante.

“Es un muro creado y edificado de tal modo que solamente soporta cargas provenientes de su propio peso y cargas transversales a su plano. Como los cercas y parapetos”. (N.T.E - 0.70, 2005 pág. 23).

Unidades de Albañilería

Según, (SAN BARTOLOMÉ, 1994) menciona lo siguiente:

Son unidades usadas en las edificaciones de albañilería confinada están elaboradas fundamentalmente de arcilla, arena-cal y de concreto. Y de acuerdo a su dimensión son designadas Ladrillos y Bloques. Se les denomina ladrillos porque pueden ser maniobrados con una sola mano; y se denominaran bloques, cuando por su peso y dimensiones se tiene que maniobrar con las dos manos. (pág. 105).

Unidad tubular Es la unidad de albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento, en este tipo pertenecen los ladrillos panderetas que son utilizados en los tabiques.

Elementos de confinamiento son fundamentales para el confinamiento del muro, que garantizaran su comportamiento como una sola unidad; estas pueden ser horizontal y vertical que son las vigas y columnas respectivamente, las cuales son de concreto armado. Las columnas reciben cargas verticales y las vigas soleras reciben y distribuyen las cargas horizontales.

La Autoconstrucción de Viviendas En los años setenta la población demográfica aumento y con ello los problemas para obtener una vivienda se empeoraban, no existía asesoría técnica y tampoco financiamiento directo para la construcción de viviendas, estos

inconvenientes hicieron que los procedimientos de las construcciones de viviendas sean informales, es decir, no existía asesoría técnica ni mano calificada de profesionales en la construcción, esto origino un crecimiento desordenado e informal de viviendas. Además la población limeña se incrementó a raíz de las migraciones de personas hacia la capital, estas, personas se asentaron básicamente en los conos. Por lo cual, creció la necesidad de una vivienda y con ella la autoconstrucción. Uno de las causas principales por los que se produce la migración masiva, fue el terrorismo, que, con una política de violencia, muerte y destrucción, obligó a las personas a migrar a la capital. Dicho fenómeno de migración del campo a la ciudad provoco un déficit de viviendas, y por tal motivo, aumento la autoconstrucción de forma aceleradamente.

Los Geosintéticos son materiales flexibles, que se presentan en forma de láminas, elaborados para perfeccionar y mejorar el desempeño de los materiales de construcción, facilitando la ejecución de los trabajos y aminorando los costos de los proyectos, su utilización se da fundamentalmente en suelos y materiales térreos.

Existen varios tipos y formas de geosintéticos de acuerdo a la función primaria o principal que se le quiere dar este producto, se puede utilizar en distintos campos de la ingeniería civil y trabaja eficientemente cuando entra en contacto con el suelo.

En el presente trabajo la función que se le va a dar es el de reforzar superficialmente los muros de las viviendas de albañilería confinada las cuales tendrán como función primaria absorber las fuerzas de tensión recibidos por el muro de albañilería, por lo cual el más idóneo para dicha función sería la geomalla.biaxial.

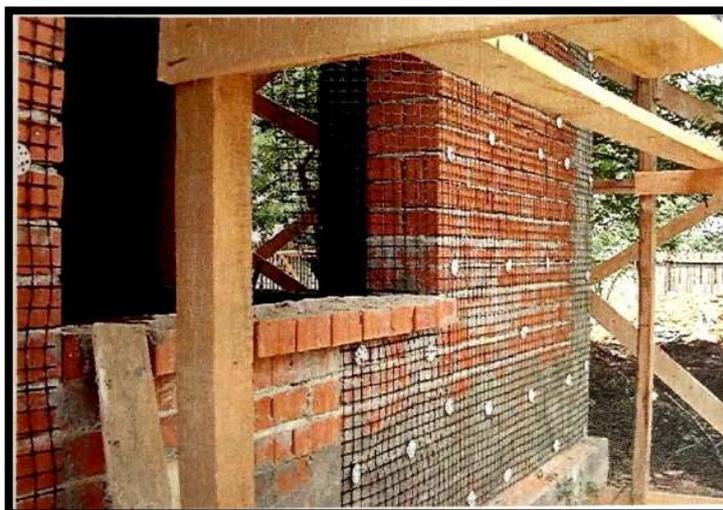


Figura 1. Refuerzo superficial en muros de ladrillo con Geomalla biaxial (Cárdenas, 2017)

Tabla 1. Utilización de los geosintéticos según su función primaria

Tipos de Geosintéticos	Función Primaria				
	Separación	Refuerzo	Filtración	Drenaje	Contención
<i>Geotextil</i>	✓	✓	✓	✓	
<i>Geomalla</i>		✓			
<i>Geonet</i>				✓	
<i>Geo membrana</i>					✓
<i>Revestimiento geosintético de arcilla</i>					✓
<i>Geodren</i>				✓	
<i>Geoespuma</i>	✓				
<i>Geocompuesto</i>	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: (Cárdenas Renato, 2017)

Las Geomallas son materiales geosintéticos constituidas básicamente por poliéster, polipropileno y/o polietileno de alta intensidad, viene en diferentes presentaciones en forma de rectángulo, tiras y triangulo unidas por puntos llamado nodos, su la alta resistencia a la tracción y rigidez la convierten en un material muy necesario para reforzar suelos y agregados.

Características

Las geomallas tejidas de PET poseen características de resistencia a la tracción excepcionalmente alta con bajos niveles de deformación y rendimiento antideslizante.

Ofrecen altas resistencias de diseño a largo plazo probadas por numerosas pruebas en laboratorio acreditados y certificados de productos.

Son altamente estables y duraderas contra la luz ultravioleta y la intemperie además posee una buena resistencia a la fluencia.

Presenta estructuras de mallas óptimas para acomodar diferentes tamaños de partículas de suelo, viene en rollos de 4m x 50m como mínimo.

Ventajas

Su elevada calidad y durabilidad garantizan en el tiempo la vida útil de la estructura, así mismo, la instalación es muy simple por lo cual reduce enormemente el tiempo y los costos de construcción

Garantiza la estabilidad de la estructura a reforzar y presenta menor deformabilidad ante los esfuerzos producidos.

Posee una alta resistencia a la tensión distribuyendo las cargas en un área más amplia y aumenta la eficiencia de la estructura tanto en el proceso de construcción como en su desempeño.

Propiedades Físicas y Mecánicas

Estas propiedades son determinadas en los laboratorios mediante ensayos a tracción siguiendo las descripciones de la norma ASTM D6631-01.

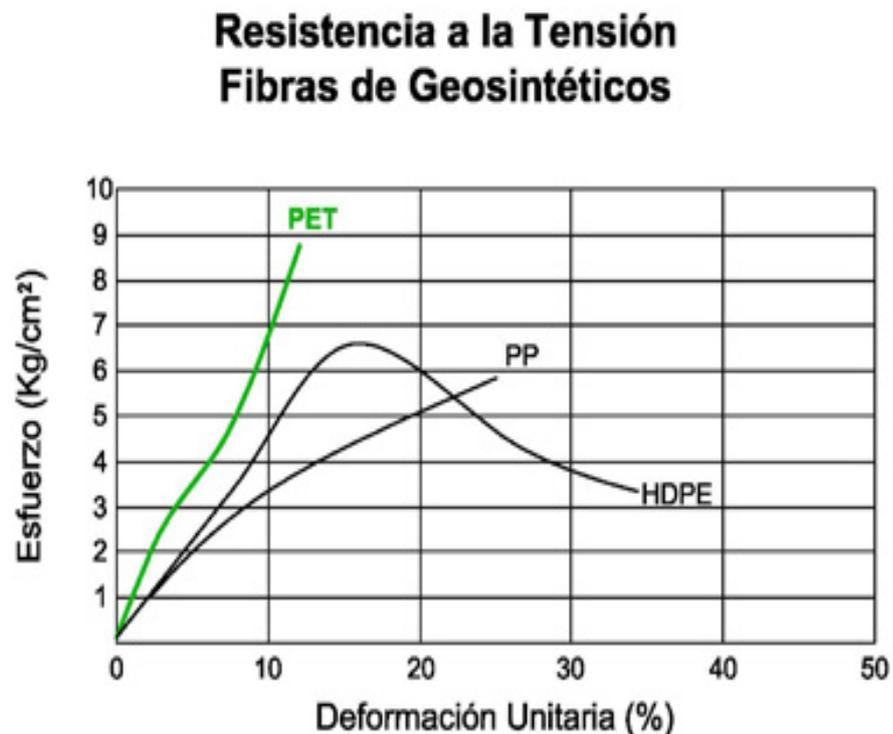


Figura 2. *Ensayo de tensión de Geosintéticos*

Clasificación de Geomallas Existen 3 tipos de geomallas en el mercado

Uniaxial: Están diseñadas para el refuerzo de elementos que están sometidos a tracción en una sola dirección.

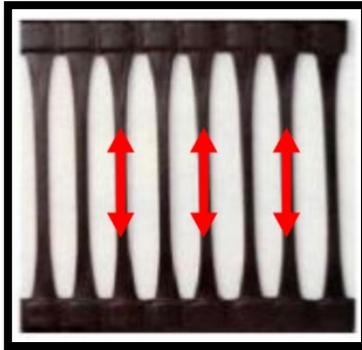


Figura 3. *Geomalla uniaxial.*

Biaxial: Están diseñadas para refuerzos de elementos que están sometidas a tracción biaxial en dos direcciones, tanto longitudinales como transversales, posee aberturas rectangulares.

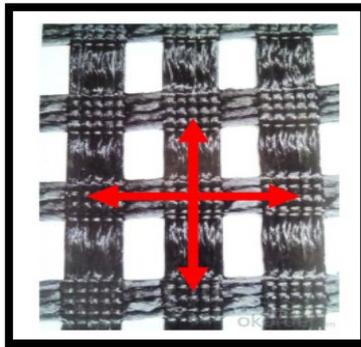


Figura 4. *Geomalla biaxial.*

Multiaxial: están diseñadas para reforzar estructuralmente en múltiples direcciones.

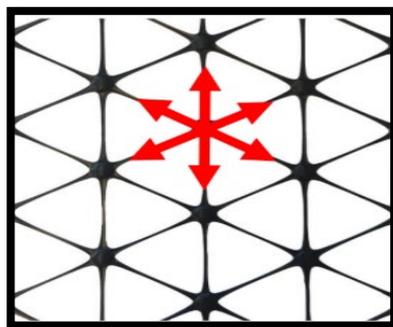


Figura 5. *Geomalla multiaxial.*

Los esfuerzos de tracción que se producen sobre el plano perpendicular al muro cuando ocurre un evento sísmico son esfuerzos biaxiales por lo tanto, La geomalla que se utilizará en esta investigación para refuerzo superficial será la biaxial:

Geomalla biaxial BX-4100: resistencias a la tensión última

Tensión última longitudinal: 12.8 kN/m

Tensión última transversal: 13.5 kN/m

Formulación del Problema

El Problema General de la presente investigación

¿Cómo influye la geomalla biaxial como refuerzo en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019?

Los Problemas Específicos

¿Cómo determinar la clasificación estructural de la unidad de albañilería en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019?

¿Cómo influye la geomalla biaxial en el ensayo de la resistencia característica a compresión axial ($f'm$) y resistencia característica a corte puro ($v'm$) en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019?

¿Cómo intervienen los costos asociados a la geomalla biaxial en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019?

Justificación del Estudio se basa en demostrar una alternativa de reforzamiento a viviendas y edificios hechos con ladrillo pandereta, debido a que muchas de las construcciones en la ciudad de Lima están hechas con este tipo de ladrillo el cual no brinda ninguna resistencia y seguridad a sus ocupantes.

El uso de dicha unidad de albañilería como muros portantes está totalmente prohibida así lo señala la norma E.070 de albañilería, sumado a esta actividad el uso de materiales de construcción de mala calidad y la ausencia de asesoría profesional en la construcción de viviendas para aminorar costos en su construcción hacen que las vidas de estas personas corran riesgos ante una actividad sísmica. Por tal motivo se pretende reforzar este tipo de construcciones a través de Geomallas Plásticas las cuales van a brindar mayor resistencia

y ductilidad a dichas construcciones afín de menguar los posibles daños ante eventos sísmicos, así como los ocurridos en Ica (1996) y Pisco (2007), por otro lado dicha investigación también contribuye con informar a la población que el uso de este tipo de ladrillos está totalmente prohibido para la construcción de viviendas , así mismo, tomen conciencia de los riesgos asumidos al momento de utilizar estos ladrillos.

La Hipótesis General de esta investigación es evaluar si la influencia de la geomalla biaxial mejorara el desempeño en muros confinados de ladrillos pandereta en viviendas de Lima – 2019.

Las Hipótesis Específicas

La determinación de la clasificación estructural de la unidad de albañilería disminuye la resistencia de muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019

La influencia de la geomalla biaxial en el ensayo de la resistencia característica a compresión axial (f'_m) y resistencia característica a corte puro (v'_m) mejorara las propiedades físicas en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019

Los costos asociados a la geomalla biaxial es viables en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019

El Objetivo General de esta investigación es determinar la influencia de la geomalla biaxial como refuerzo en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de lima - 2019

Los Objetivos Específicos

Determinar la clasificación estructural de la unidad de albañilería en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019.

Determinar la influencia de la geomalla biaxial en el ensayo de la resistencia característica a compresión axial (f'_m) y resistencia característica a corte puro (v'_m) en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019.

Determinar los costos asociados a la geomalla biaxial como refuerzo en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

Consiste en generar un plan para determinar las respuestas de la interrogante planteadas inicialmente y comprobar la hipótesis de investigación. El presente proyecto se clasifica de la siguiente forma.

Método de Investigación

Para (BORJA SUÁREZ, 2012), “los métodos científicos, son procedimientos y estrategias sistematizadas que tiene como fin la confirmación de la hipótesis pero las conclusiones no necesariamente son verdades absolutas” (pág. 8).

Tipo de la Investigación

Es de **tipo aplicada** porque busca argumentar y conocer una realidad problemática.

Nivel de Investigación

Es **exploratorio** porque existe poca información abordada sobre el objeto de estudio en mención reforzamiento de muros de albañilería confinada con geomalla plástica biaxial.

Naturaleza de la Investigación

La naturaleza de investigación del trabajo será **cuantitativo** porque se utilizara fichas para recolección de datos, para luego analizarlos y hacer uso de software informático y ensayos de laboratorio.

Diseño de Investigación

Es **experimental** porque se manipulara la variable independiente (geomalla plástica) con la finalidad de verificar la hipótesis en estudio.

2.2 Variables, Operacionalización

V1: Geomalla biaxial

V2: Muros confinados de ladrillo pandereta

Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente “Geomalla biaxial”.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Geomalla biaxial	(LIZARRAGA, 2014). Son estructuras fabricadas 100% de polipropileno, Están diseñadas para refuerzos de elementos que están sometidas a tracción biaxial en dos direcciones, tanto longitudinales como transversales, se caracteriza por tener aberturas rectangulares o triangulares que permite al suelo pasar a través del plano, el arreglo está conformado por tiras o costillas de material unidos en un punto llamado nodo (pág. 18).	La geomalla biaxial para el reforzamiento de muros de albañilería confinada, se mide a través de sus dimensiones e indicadores de la siguiente manera: Material de fabricación, modos de uso, cantidad y propiedades mecánicas.	Material de fabricación	Polipropileno	Nominal
			Forma geométrica	Rectangular	
			Cantidad y costos	Cantidad de geomalla biaxial	
				Costo de geomalla biaxial	
			Pasadores de rafia	Cantidad de rafia	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente “Muros confinados de ladrillo pandereta”.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Muros confinados de ladrillo pandereta	(MOSQUERA MORENO, y otros, 2005) Los tabiques son muros cuyo único fin es la separación de ambientes y no se diseñan como parte de los elementos de la vivienda que resisten la fuerza sísmica. Así mismo los tabiques solo soportan cargas generadas por su propio peso y deben ser construidos con ladrillos panderetas o tubulares. (pág. 9).	Se determinaran los resultados de los ensayos realizados a las unidades y prismas de albañilería para verificar el comportamiento estructural de los muros de las viviendas de albañilería confinada hechos con ladrillo pandereta comparando con la norma técnica peruana E.070	Unidades de albañilería	Variación dimensional de la unidad de albañilería (v)	Ficha de recolección de datos
				Alabeo	
				Resistencia a compresión de la unidad de albañilería (f ^b)	
				Absorción (A) a 24 horas en unidades de albañilería	
			Prismas de albañilería	Ensayo de compresión axial en pilas de albañilería sin y con geomalla biaxial (f ^m)	
				Ensayo de compresión diagonal de murete (v ^m) sin geomalla biaxial	
				Ensayo de compresión diagonal de murete (v ^m) con geomalla biaxial	

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población y Muestra

Población

En la presente investigación el tipo de población será infinita debido a que la población lo constituyen miles de viviendas de albañilería confinada construidas con ladrillo pandereta en la ciudad de lima.

Muestra

(BORJA SUÁREZ, 2012 pág. 32), “El tipo de muestra es no probabilístico o dirigida, porque depende del criterio del investigador (conveniencia)”.

Los Criterios de selección y consideraciones para la elección de la muestra fueron las siguientes:

La población lo constituye todas las viviendas de albañilería confinada construidas con ladrillo pandereta en la ciudad de lima resultando ser demasiado grande para evaluar y considerar a toda la población.

Por esta razón la muestra será no probabilística y será tomado por juicio del investigador a conveniencia propia en base al conocimiento y criterio personal, pero al mismo tiempo tiene que guardar representatividad de la población.

Por cuestiones de costo, efectividad y de fácil disponibilidad además de reunir las condiciones representativas de la población que son la de utilizar ladrillos pandereta como muros portantes , no contar con los servicios de un profesional calificado así como también emplear materiales de baja calidad en su construcción se eligió a una vivienda ubicado en la urbanización esmeralda del distrito de carabayllo a la cual se le realizara Ensayos destructivos a las unidades, pilas y muretes de albañilería para determinar el comportamiento de los muros de la vivienda las cuales serán representadas mediante prismas de albañilería.

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

Técnicas de recolección de datos

Los datos observados se recolectarán en fichas, detallándose en forma descriptiva y sistémica. La técnica utilizada fue la observación directa porque es la más idónea para realizar proyectos de investigación de ingeniería debido a que el objeto de análisis y/o observación es un acontecimiento propio de la realidad.

Elementos de observación:

Objeto de observación. El objeto observado en la investigación es la geomalla biaxial y los muros confinados de ladrillo pandereta.

Observador. Es el Investigador

Circunstancias en que ocurre la observación. Se da debido a la preocupación de construcciones de viviendas con ladrillo pandereta en una zona altamente sísmica.

Medios de observación:

Formado por instrumentos de medición y procedimientos.

Instrumentos de recolección de datos

Para este trabajo de investigación se ha visto por conveniente elaborar los siguientes instrumentos de recolección de datos, tales como:

Formato 1: Resistencia a Compresión Axial de la unidad de Albañilería.

Formato 2: Resistencia a Compresión del mortero.

Formato 3: Resistencia a Compresión Diagonal del Murete.

Formato 4: Resumen de Ensayos de Albañilería.

Formato 5: Ficha de Registro de Datos.

Por ejemplo se realizara una lista de preguntas cerradas, relacionadas a la construcción de viviendas de albañilería confinada hechas con ladrillo pandereta mediante (Formato 5), así mismo mediante los formatos de laboratorio (Formatos 1; 2; 3 y 4) se contrastará lo indicado por la norma E.070 de Albañilería, la cual prohíbe el uso de la unidad de albañilería en mención como muro portante debido a su baja resistencia a compresión de la unidad (f'_{b}).

Validez del instrumento

La validez que se otorgara al presente trabajo de investigación es a través de los Formatos de Resistencia y las Fichas de registro de datos, estarán a cargo de un grupo de juicios de expertos, entendidos en la materia los cuales tendrán la responsabilidad de validar los instrumentos elaborados. Tal como se muestra en el ítem del Anexo 2.

Confiabilidad del instrumento

La confiabilidad de los instrumentos de medición se da mediante la calibración y certificación basadas en la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

Métodos de análisis de datos

El método de análisis es aquel que se aplica al concluir las etapas de recolección y procesamiento de datos, es una de las etapas más importantes entre las fases de una investigación. En ese sentido una vez obtenido la información de los formatos de recolección de datos, se procesará sus resultados incluyéndolos en fórmulas para calcular la resistencia de la unidad de albañilería y del murete de muestra.

2.5 Procedimiento

Para el presente proyecto de investigación se tendrá que recopilar la información en los instrumentos de recolección de datos y en los formatos de ensayos, dichos resultados conseguidos en el laboratorio de ensayos se deben de analizar, ordenar e interpretar.

Se utilizaran los siguientes materiales: concreto, ladrillo pandereta acanalada, mortero etc. Además las juntas verticales y horizontales serán de 1.5 cm de espesor y la mano de obra será la misma en todo el proceso constructivo de muretes y pilas, la proporción del mortero de asentado será (1:5), 1 cemento y 5 arena gruesa.

A continuación se detallaran los procedimientos a realizar:

Se procederá a realizar la adquisición del material de refuerzo geomalla biaxial BX-4100: la cual está estructurada bidimensionalmente de Polipropileno y producidas mediante un proceso de extrusión, posee una alta resistencias a la tensión última longitudinal: 12.8 kN/m y tensión ultima transversal: 13.5 kN/m además posee un alto módulo de elasticidad.

Se llevara a cabo el ensayo de las unidades de albañilería (ladrillo pandereta) y sus propiedades mecánicas, según la Norma Técnica NTP 399.613

Resistencia a compresión (f'_b)

Variación dimensional (v)

Medida del alabeo

Absorción (A) a 24 horas

Se preparan 3 probetas de mortero de 5cm cada uno, para realizar la resistencia a compresión axial f'_m , según la Norma Técnica NTP 399.610

Se preparan 6 pilas de albañilería de 3 hiladas cada una asentados con mortero de cemento con juntas de 1.5cm de las cuales 3 serán sin refuerzo y las otras 3 reforzadas con geomalla biaxial para luego determinar la resistencia a compresión axial (f'_m), según la Norma Técnica NTP 399.605

Se realizara la construcción de 3 muretes de 60cm x 60cm asentados con mortero de cemento con juntas de 1.5 cm y tarrajados a ambos lados con un espesor de 1.5cm, las cuales posteriormente serán sometidas a ensayo de compresión diagonal para determinar la resistencia característica a corte puro (v'_m), según la Norma Técnica 399.621

Para la elaboración de los muretes reforzados se procederá a colocar la geomalla en ambas caras del murete tensándolas uniformemente, las cuales se conectan a través del muro y son sujetadas con rafia distanciados cada 15 cm a lo ancho del murete y de este modo asegurar la estabilidad e indeformabilidad de la misma, se preparan 3 muretes de 60cm x 60cm asentados con mortero de cemento con juntas de 1.5 cm, utilizando geomalla biaxial y tarrajados a ambos lados con un espesor de 2cm hasta cubrir completamente la geomalla, las cuales serán sometidas a ensayo de compresión diagonal para determinar la resistencia característica a corte puro (v'_m), según la Norma Técnica NTP 399.621

Posteriormente mediante gráficas carga vs tiempo se procesara los ensayos de compresión diagonal realizados a los muretes.

Finalmente se realizara el análisis y comparación de costos de muretes sin refuerzo y con refuerzo de geomalla biaxial.

Los resultados obtenidos en la experimentación se registraran en las fichas técnicas a fin de alcanzar los objetivos planteados en esta investigación, que consiste en determinar la influencia de la geomalla biaxial como refuerzo estructural en muros confinados de ladrillo pandereta.

2.6 Aspectos Éticos

Para el presente trabajo de investigación se ha tomado información brindada de diversas tesis, libros, artículos y revistas indexadas relacionada a la variable dependiente e independiente, para de esta manera obtener información acerca del tema reforzamiento de muros de albañilería confinada de ladrillo pandereta con geomalla biaxial.

Además, Las fuentes mencionadas en el presente trabajo fueron citadas y referenciadas correctamente según la norma ISO, norma que se emplea para la elaboración de proyectos de investigación en lo referente al campo de la ingeniería.

III. RESULTADOS

3.1 Descripción de la zona de estudio

Ubicación

La gran mayoría de viviendas ubicadas en Lima están construidas con unidades de albañilería tubular o hueca conocidas como ladrillos pandereta, estas viviendas son construidas mediante el sistema de albañilería confinada la cual se puede apreciar en todos los distritos de Lima sobre todo en el distrito de Carabayllo en donde por ser una zona en expansión se construyen viviendas con este tipo de ladrillo.



Figura 6. *Viviendas de albañilería confinada construidas con ladrillo pandereta*

Datos geográficos

Región: Lima

Departamento: Lima Metropolitana

Distrito: Carabayllo



Figura 7. *Mapa del distrito de Carabayllo*

3.2 Materiales

3.2.1 Unidad de Albañilería

Para esta investigación se utilizaron ladrillos de arcilla elaborados en forma industrial, los de tipo pandereta acanalado de la ladrillera LARK a las cuales la norma E. 070 de albañilería lo califica como unidad de albañilería tubular con huecos paralelos a la superficie de asiento. Este tipo de ladrillos son los más utilizados en la ciudad de lima para la construcción de viviendas debido a que aligeran el peso de los muros y poseen bajo costo en el mercado así mismo presenta en sus caras laterales canales para una mejor adherencia con el mortero de sentado y tarrajeo.



Figura 8. Ladrillo pandereta – Lark

En seguida se detallan las especificaciones técnicas de las unidades, de acuerdo a la ficha técnica de la ladrillera LARK.

Tabla 4. Características comerciales y físicas del ladrillo pandereta

Características Generales			
Dimensiones	Largo:23cm	Ancho:10.5cm	Alto:9cm
Peso	1.90kg		
Rendimiento (m ²)	36 und		
Características Físicas			
Variación de la dimensión	-/+ 2.0mm		
Alabeo	1mm		
Resistencia a la compresión	39.8 kg/cm ²		
Absorción	13%		

Fuente: Ficha Técnica ladrillera LARK

3.2.2 Cemento

Es un conglomerante compuesto por diversas sustancias como el Clinker y el yeso, que al reaccionar y combinarse con el agua, se hidrata, dando lugar a una serie de transformaciones físicoquímicas que se manifiesta con el fraguado, es decir endurecimiento progresivo de la masa. En el presente proyecto de investigación utilizaremos el cemento Portland Tipo I de la marca sol, que es un producto de la empresa cementera cementos lima s.a. debido a que esta marca es la más utilizada entre las personas para realizar las construcciones de sus viviendas.



Figura 9. Bolsa de Cemento Sol

En seguida se detallan las especificaciones técnicas del cemento Sol, de acuerdo a la ficha técnica de la Empresa Cementos Lima s.a

- Cemento Portland Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.
- Bolsas de 42.5 kg: 04 pliegos (03 de papel +0.1 film plástico)

Tabla 5. Propiedades físicas cemento Sol

Parámetro	unidad	Cemento Sol	Según NTP-334.009 / ASTM C-150
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la Compresión a 7 días	kg/cm ²	357	Mínimo 194
Resistencia a la Compresión a 28 días	kg/cm ²	427	Mínimo 285
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Final	min	305	Mínimo 375

Fuente: Ficha Técnica Cemento Sol

3.2.3 Agregados

Es un material granular utilizado como un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico y se utiliza en las construcciones de edificaciones. En la presente investigación se utilizó el Agregado Fino, cuyas partículas deben poseer una dimensión máxima de 1 mm y se utilizó en la preparación de la mezcla para el tarrajeo de los muretes. Así como también arena gruesa cuyas partículas deben de tener un máximo tamaño de 5mm y se utilizó en la preparación de la mezcla para el asentado de los ladrillos.



Figura 10. *Arena Gruesa*

3.2.4 Agua

El agua utilizada en la preparación del mortero fue limpia, libre de impurezas, fresca, sin olor, color ni sabor, de tal forma que no afecten la composición del conglomerado, es decir debe ser agua potable. Esto según la Norma Técnica Peruana NTP 339.088

3.2.5 Geomalla Biaxial

Las geomallas son estructuras bidimensionales hechas de polipropileno, producidas mediante un proceso de extrusión, garantizando elevada Resistencia a la tensión. Sin embargo en la actualidad ya se ha usado este material para realizar reforzamiento en viviendas de adobe y viviendas de albañilería a partir del 28 de marzo del 2008 el ministerio de vivienda aprobó una resolución para el uso de geomalla en viviendas de adobe como refuerzo mediante la Norma Técnica E 080 “Adobe”

A continuación se indica las propiedades mecánicas y físicas de la geomalla biaxial

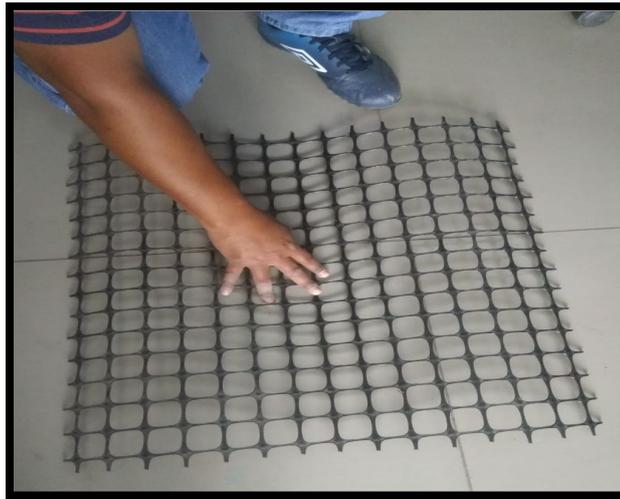


Figura 11. *Geomalla biaxial.*

Tabla 6. *Propiedades mecánicas y físicas de las geomallas*

PROPIEDADES MECANICAS	unidad	Norma	BX 4100
Resistencia a la tensión 2% deformación (SL/ST)	kN/m	ASTM D 6637	(4.0/6.0)
Resistencia a la tensión 5% deformación (SL/ST)	kN/m	ASTM D 6637	(11.0/12.0)
Resistencia ultima a la tracción (SL/ST)	kN/m	ASTM D 6637	(12.8/13.5)
Tamaño de abertura (SL/ST)	mm	Medido	(35/40)
Espesor de costillas (SL/ST)	mm	ASTM D 1777	(1.5/1.5)

Fuente: Ficha Técnica Geo sistemas Pavco

- Valores denotados en la tabla son los valores mínimo promedio por rollo (VMPR)

- Las siglas SL y ST denotan los sentidos de la geomalla

SL: sentido longitudinal y ST: sentido transversal

3.3 Ensayos realizados a la unidad de albañilería

Para poder clasificar a las unidades de albañilería se tuvo que realizar ensayos, para ello se tomó 10 unidades al azar de un lote de 50 millares al pie de la obra, tal como lo señala la Norma E.070, posterior a ello se le practicó los ensayos de variación dimensional y alabeo luego, de estas 10 unidades se cogieron 5 unidades para realizar el ensayo de absorción y 5 unidades restantes para la resistencia a compresión.

3.3.1 Variación dimensional

La realización de dicho ensayo determina el espesor de las juntas de albañilería, por lo tanto, a mayor variación dimensional, mayor será el espesor de la junta y mientras mayor sea el espesor de la junta, menor será la resistencia a compresión y fuerza cortante de los muros de albañilería. Para el siguiente ensayo se ubicó a las 10 unidades en una superficie plana, para luego tomar las medidas milimétricamente del largo, ancho y altura a cada una de ellas utilizando el vernier electrónico. Las medidas se realizaron en los puntos medios de las aristas que limitan la cara de la unidad luego, para cada una de las dimensiones se registró cuatro medidas y se tomó el promedio de estas con una proximidad de 0.5mm, para posteriormente promediar toda la muestra.



Figura 12. *Ensayo Variación Dimensional*



Figura 13. *Toma de medidas de la unidad*

Para calcular la variabilidad dimensional se utiliza la siguiente ecuación tal como lo señala la Norma Técnica E.070, en donde se utilizaran las medidas del fabricante y las dimensiones promedio de la muestra.

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

Dónde:

V: variabilidad dimensional en porcentaje (%)

De: dimensión nominal específica del fabricante (mm)

Dp: dimensión promedio de las cuatro medidas tomadas en una arista (mm)

A continuación se muestran los resultados de las dimensiones para determinar la variación dimensional.

Tabla 7. Determinación de la variabilidad dimensional de las muestras de unidad de albañilería

Dimensiones Nominales del fabricante	Le = 230 mm	Ae = 105 mm	He = 90 mm
--------------------------------------	-------------	-------------	------------

Muestra	Tipo de Muestra	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
		1	2	3	4	prom.	1	2	3	4	prom.	1	2	3	4	prom.
M - 1	Pandereta	224.2	227.1	224.3	224.1	224.9	110.1	112.1	108.3	110.0	110.1	90.8	92.6	90.9	92.4	91.7
M - 2	Pandereta	226.4	226.3	226.7	228.8	227.0	111.0	111.1	110.0	110.5	110.6	93.8	93.4	93.3	93.1	93.4
M - 3	Pandereta	230.1	231.1	229.7	229.7	230.2	110.7	110.9	110.5	110.2	110.5	93.6	95.1	93.5	93.7	94.0
M - 4	Pandereta	223.5	224.7	223.3	223.2	223.7	107.0	108.8	109.2	106.9	108.0	92.1	91.5	91.4	93.4	92.1
M - 5	Pandereta	222.2	223.6	224.2	222.4	223.1	110.5	109.9	109.2	109.3	109.7	92.2	92.3	91.5	91.1	91.8
M - 6	Pandereta	221.8	221.5	221.2	223.5	222.0	112.0	112.1	112.1	111.2	111.9	93.6	93.4	93.1	93.4	93.4
M - 7	Pandereta	221.8	223.4	221.7	221.4	222.1	112.6	113.1	113.1	111.7	112.6	93.5	93.5	93.8	93.5	93.6
M - 8	Pandereta	218.1	220.5	218.8	218.7	219.0	111.0	110.8	111.9	112.0	111.4	93.4	92.7	92.8	93.4	93.1
M - 9	Pandereta	224.6	224.4	222.9	222.9	223.7	112.7	112.9	112.7	112.2	112.6	95.1	94.2	93.9	93.9	94.3
M - 10	Pandereta	222.4	221.8	224.1	222.1	222.6	111.2	110.7	110.6	111.5	111.0	93.2	93.4	94.3	93.9	93.7
					Σ	2219.0					Σ	1119.0			Σ	936
					Dp	221.90					Dp	111.90			Dp	93.6
					De	230.0					De	105.0			De	90.0
					V(%)	+3.52					V(%)	-6.57			V(%)	-4.00

Después de haber culminado con las medidas de todas las muestras para determinar las dimensiones promedio, se pudo apreciar que la variación de la dimensión del largo es +3.52 %, ancho es -6.57 % y altura es -4.00 %, la Norma Técnica E.070 mediante la tabla N° 1 indica las variaciones máximas de las dimensiones de unidades y los clasifica por clase, según dicha tabla tenemos un ladrillo de tipo II.

3.3.2 Alabeo

La realización de dicho ensayo determinara la convexidad o concavidad que presenta las caras de las bases de la unidad de albañilería (ladrillo pandereta), ya que si se tiene un mayor alabeo, estas conducirán a un mayor espesor de la juntas y de esta manera disminuiría la adherencia de la unidad con el mortero formándose vacíos en las zonas horizontales alabeadas, las cuales afectaran directamente la resistencia y la fuerza cortante del muro de albañilería. . Para el siguiente ensayo se tuvo que limpiar con una brocha a las 10 unidades de albañilería luego se las ubico en una superficie plana y se procedió a medir el alabeo en cada diagonal de la cara de asiento con una regla metálica y una cuña graduada al milímetro.



Figura 14. *Ensayo de alabeo*

Tabla 8. *Determinación del Alabeo de las muestras de unidad de albañilería*

Muestra	Tipo de Muestra	Concavidad				Convexidad			
		Cara Superior (mm)			Prom.	Cara Inferior (mm)			Prom.
M - 1	Pandereta	1.0	1.0	1.0	1.00	0.2	0.2	0.1	0.17
M - 2	Pandereta	1.0	1.0	0.9	0.97	0.2	0.2	0.1	0.17
M - 3	Pandereta	0.0	0.1	0.0	0.03	0.1	0.1	0.1	0.10
M - 4	Pandereta	0.9	0.9	0.9	0.90	0.2	0.2	0.1	0.17
M - 5	Pandereta	0.7	0.7	0.7	0.70	0.2	0.2	0.1	0.17
M - 6	Pandereta	0.3	0.3	0.3	0.30	0.1	0.1	0.1	0.10
M - 7	Pandereta	0.4	0.4	0.4	0.40	0.1	0.1	0.1	0.10
M - 8	Pandereta	0.5	0.5	0.5	0.50	0.1	0.3	0.2	0.20
M - 9	Pandereta	0.0	0.1	0.0	0.03	0.1	0.1	0.1	0.10
M - 10	Pandereta	0.0	0.0	0.1	0.03	0.2	0.3	0.1	0.20
Promedio:					0.49	Promedio:			0.15

Fuente: Elaboración propia

Del ensayo de alabeo realizado a las muestras, se obtuvo una concavidad de 0.49 mm y convexidad de 0.15 mm, como dichas medidas son menores de 2mm y de acuerdo a la tabla N° 1 de la Norma Técnica E.070 tenemos un ladrillo de tipo V.

3.3.3 Absorción

La realización de este ensayo mide el grado de permeabilidad de la unidad de albañilería, las unidades de arcilla no serán mayores que 22% de ser así, serán más porosos y por lo tanto menos resistentes al intemperismo, la unidad porosa absorberá agua del mortero, secándolo e impidiendo la adherencia con el mortero, lo que influye en la disminución de la resistencia del muro. Para tal efecto se tomaron 5 unidades de albañilería, las cuales fueron colocadas al horno a una temperatura de 112⁰C, durante 24 horas para evitar que tenga humedad y posteriormente determinar su peso (Peso Seco), después se deja enfriar aproximadamente por el espacio de 4 horas para luego, ser sumergidas totalmente en un depósito con agua durante 24 horas y posteriormente se procedió a pesarlos (Peso Saturado).



Figura 15. Unidades colocadas al horno



Figura 16. Unidades sumergidas en agua

Para calcular la Absorción se utiliza la siguiente ecuación tal como lo señala la Norma Técnica E.070.

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

Dónde:

Ws: Peso del espécimen saturado

Wd: Peso del espécimen seco

Tabla 9. Determinación de la Absorción de las muestras de unidad de albañilería

Muestra	Tipo de Muestra	Peso Seco (gr)	Peso Saturado (gr)	Porcentaje Absorción (%)
M - 1	Pandereta	2096.25	2360.0	12.58
M - 2	Pandereta	2126.24	2398.6	12.81
M - 3	Pandereta	2094.37	2360.6	12.71
M - 4	Pandereta	2116.12	2388.5	12.87
M - 5	Pandereta	2096.08	2351.6	12.19
Promedio		2105.8	2371.9	12.63

La absorción promedio de las muestras fue de 12.63%, cuyo valor es menor que el 22% que es límite máximo asignado por la norma E. 070

3.3.4 Resistencia a la Compresión ($f''b$)

Dicho ensayo permite conocer la resistencia a compresión axial, dicho ensayo es la propiedad principal de la unidad de albañilería y la que posteriormente determinara la resistencia del muro de albañilería ($f''m$), cabe recalcar que unos valores altos en la resistencia señalaran una buena calidad para todos los fines estructurales y que por el contrario los valores bajos son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistentes y durables. Para tal ensayo se tomaron 5 unidades de albañilería secos y limpios, a estas se le coloco un capping de yeso con cemento en ambas caras del sentado de la unidad, para que las superficies queden parejas y planas y tengan un mejor contacto con el cabezal de la maquina por donde se transmitió la carga. Una vez colocado la unidad y apoyado debajo de un bloque metálico se les aplico la carga hasta la mitad de la carga esperada con una velocidad uniforme de no menos de un minuto ni más de dos minutos y finalmente se tomó lectura de la máxima carga de rotura de las cinco unidades de albañilería.



Figura 17. Ensayo de resistencia a compresión



Figura 18. Rotura de la unidad

La resistencia de compresión de cada unidad ($f''b$) se determinó utilizando la siguiente ecuación.

$$fb = \frac{Pm}{Ab}$$

Dónde:

fb: Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)

Pm: Carga máxima de rotura (kg)

Ab: Área bruta de la superficie de asiento unidad de albañilería (cm²)

Mientras que la resistencia a la compresión característica (f'b) se obtiene de la siguiente manera:

$$f'b = fb \text{ prom.} - \sigma$$

Dónde:

f'b: Resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)

fb prom. : Resistencia promedio a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)

σ : Desviación estándar

A continuación se muestra los resultados obtenidos de la medición y ensayos a compresión de las muestras de unidades de albañilería.

Tabla 10. Determinación de la resistencia a compresión de las unidades de albañilería

Muestra	Tipo de Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia fb (kg/cm ²)
M - 1	Pandereta	22.2	11.2	9.4	248.64	8126	32.68
M - 2	Pandereta	22.4	10.9	9.3	244.16	10734	43.96
M - 3	Pandereta	22.4	10.6	9.3	237.44	9910	41.74
M - 4	Pandereta	22.9	11.1	9.4	254.19	9127	35.91
M - 5	Pandereta	22.4	11.2	9.3	250.88	9510	37.91
Promedio							38.44
Desv. Estándar (σ)							4.51
Resistencia (f'b)							33.93

Fuente: Elaboración propia

La Resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería fue de 33.93 kg/cm², inferior a lo indicado por el fabricante que fue de 39.8 kg/cm², por lo tanto las unidades ensayadas según la tabla N^o1 de la Norma Técnica E.070 corresponderían, al ladrillo clase I.

Tabla 11. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN			ALABEO	RESISTENCIA característica a compresión f_b mínimo en Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100	Hasta 150	Más de 150mm		
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)

Fuente: Norma Técnica. E. 070

EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

De los ensayos realizados a las muestras de unidades de albañilería se obtuvo los siguientes resultados.

Variación dimensional: Ladrillo tipo II

Alabeo: Ladrillo tipo V

Resistencia a la compresión: Ladrillo tipo I

Para fines de clasificación estructural de la unidad de albañilería, se debe emplear el resultado **más desfavorable** por lo tanto las unidades ensayadas corresponden al Ladrillo clase I.

3.4 Ensayo del Mortero

3.4.1 mortero para asentado de la unidad de albañilería

La realización de este ensayo nos proporciona la resistencia a compresión del mortero y los resultados son utilizados para determinar el cumplimiento de las especificaciones técnicas en obra. Para dicho ensayo se prepararon 3 probetas de mortero de 5 cm de arista, utilizando un molde metálico las que previamente fueron limpiadas y engrasadas para posteriormente ser cubiertas con mortero en su totalidad, la dosificación realizada fue de

1:5, es decir un volumen de cemento por 5 volúmenes de arena gruesa, la cual es recomendada para viviendas de albañilería en muros portantes, luego las probetas fueron sumergidas en agua durante 28 días, para luego ser ensayadas a compresión axial a una velocidad uniforme.

Tabla 12. *Proporción de los componentes del mortero*

TIPOS DE MORTERO			
COMPONENTES			USOS
Tipo	Cemento	Arena	
P1	1	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: Norma Técnica. E. 070



(a)



(b)



(c)

Figura 19. (a) *Llenado del mortero en molde metálico*

(b) *Probetas de mortero antes del ensayo a compresión*

(c) *Probetas de mortero después del ensayo a compresión*

La resistencia de compresión de cada probeta se determinó mediante la división de la carga de rotura entre el área bruta de la superficie de contacto, utilizando la siguiente ecuación.

$$f_{mortero} = \frac{P_m}{A_b}$$

Dónde:

$f_{mortero}$: Resistencia a compresión del mortero (kg/cm²)

P_m : Carga máxima de rotura (kg)

A_b : Área bruta de la superficie de contacto del mortero (cm²)

Mientras que la resistencia a compresión característica ($f'_{mortero}$) se obtiene de la siguiente manera:

$$f'_{mortero} = f_{mortero\ prom} - \sigma$$

Dónde:

$f'_{mortero}$: Resistencia característica a la compresión del mortero (kg/cm²)

$f_{mortero\ prom}$: Resistencia promedio a la compresión del mortero (kg/cm²)

σ : Desviación estándar

En seguida se muestran los resultados de los ensayos realizados a las probetas de mortero para sentado.

Tabla 13. Determinación de la resistencia a compresión del mortero

Muestra	Tipo Muestra	Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia f_b (kg/cm ²)
M - 1	Cubo	5.0	5.0	5.0	25.00	3805	152.2
M - 2	Cubo	5.0	5.0	5.0	25.00	6018	240.7
M - 3	Cubo	5.0	5.0	5.0	25.00	5450	218.0
$f_{mortero\ prom}$							203.6
Desv. Estándar (σ)							45.97
$f'_{mortero}$							157.63

Fuente: Elaboración propia

EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

Los ensayos realizados a las probetas de mortero para asentado de las unidades de albañilería arrojaron que la resistencia a la compresión del mortero fue de 157.63kg/cm^2 por lo cual se espera que al tener mayor resistencia a compresión que las unidades de albañilería exista mayor adherencia entre la unidad - mortero y que además la falla no sea debido al mortero.

3.5 Pilas de Albañilería

Las pilas están compuestas por dos o más unidades de albañilería, asentadas una encima de otra con mortero, no deben tener demasiada altura para poder facilitar su construcción y transporte al laboratorio de ensayo. Así mismo, son elaboradas en pie de obra, utilizando el mismo contenido de humedad de los ladrillos, espesor de juntas, mortero y mano de obra que se emplearan en la construcción final. Las pilas serán ensayadas a compresión axial a los 28 días de edad y los resultados son utilizados para diseñar estructuralmente los muros de la edificación y así mismo controlar calidad en la construcción.

Los ensayos de las pilas determinan la resistencia característica a compresión axial ($f'm$) y si se instrumentase adecuadamente se obtendrá el módulo de elasticidad (E_m), así mismo la resistencia característica a compresión axial de las pilas depende de la esbeltez, que viene a hacer la relación entre la altura y el espesor del prisma.

3.5.1 Características de las pilas

Se construyeron 6 Pilas de albañilería utilizando para su construcción ladrillos pandereta de las cuales 3 de ellas fueron construidas sin refuerzo y las otras 3 reforzadas con geomalla biaxial. Las pilas construidas presentan las siguientes características

Tipo de las unidades de albañilería: Pandereta acanalado

Dimensiones de la unidad: $9 \times 10.5 \times 23$ cm

Altura de la pila: 33.1cm

Ancho de la pila: 11.1cm

Largo de la pila: 22.7cm

Espesores de junta vertical y horizontal: 1.5cm

Dosificación del mortero: 1.5 (cemento: arena)

Espesor de tarrajeo: 1.5 ~2.0 cm

Capping: espesor 3mm, dosificación 1:3 (cemento: yeso)

3.5.2 Proceso constructivo

Se construyeron en total 6 pilas de las cuales 3 de ellas fueron construidas sin refuerzo de manera tradicional y las otras 3 reforzadas con geomalla biaxial. Se regó con agua las unidades de albañilería aproximadamente media hora un día antes de la construcción de las pilas, luego las unidades fueron asentadas unas sobre y controladas verticalmente mediante un nivel y un plomo. El espesor de las juntas de mortero fue de 1.5cm las cuales fueron medidas con el escantillón. Luego se le colocó un capping de yeso con cemento en ambas caras del sentado de las pilas, para que las superficies queden parejas y planas y tengan un mejor contacto con el cabezal de la máquina al momento de ser ensayadas. Finalmente luego de los 28 días se procedió a realizar el ensayo a compresión axial.



(a)



(b)

Figura 20. (a) y (b) Construcción de las pilas

3.5.3 Ensayo de resistencia a compresión de pilas

Antes de realizar el ensayo se procedió a desempolvar las superficies de contacto de las pilas y los platos de carga de la máquina con una brochita para quitar el polvo y posibles residuos de otros ensayos realizados luego se procedió a introducir las pilas ubicándolas en

el centro de los cabezales de la máquina y se colocó bloques metálicos en ambas superficies de las mismas para que la transmisión de la carga sea uniforme en la superficie de ensayo, posteriormente se le aplicó la carga a una velocidad uniforme hasta la rotura. En este procedimiento se efectuó el ensayo de las pilas mediante el control de cargas. La resistencia a compresión axial (f_m) de cada pila, se determinó dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la superficie de asiento de la unidad de albañilería (hueca o sólida), luego este valor se corrigió utilizando el factor de esbeltez, y posteriormente para calcular la resistencia característica a compresión axial (f'_m) se obtuvo restando la desviación estándar de la resistencia promedio a la compresión.



(a)



(b)



(c)

Figura 21. (a) Limpieza de las pilas antes del ensayo
(b) Colocación de pilas en el centro de la máquina
(c) Rotura de pilas después del ensayo a compresión

Utilizaremos las siguientes ecuaciones para calcular la resistencia característica a compresión axial (f_m) y (f'_m) respectivamente.

Ecuación: (1)

$$f_m = \frac{P_m}{A_b}$$

Dónde:

f_m : Resistencia a la compresión axial (kg/cm^2)

P_m : Carga máxima de rotura (kg)

A_b : Área bruta de la superficie de asiento unidad de albañilería (cm^2)

Ecuación: (2)

$$f'_m = f_m \text{ prom.} - \sigma$$

Dónde:

f'_m : Resistencia característica a la compresión axial (kg/cm^2)

$f_m \text{ prom.}$: Resistencia promedio a la compresión axial (kg/cm^2)

σ : Desviación estándar

Para determinar la resistencia característica a compresión axial (f'_m), previamente se debe corregir la esbeltez de cada pila, esto es según la Norma E.070 con la siguiente expresión.

Coefficiente de corrección por esbeltez

$$CC = - 0.0053E^3 + 0.051E^2 - 0.0631E + 0.7074$$

Las siguientes tablas nos muestran los datos que se obtuvieron después de realizar los ensayos de compresión axial en pilas.

Tabla 14. *Determinación de la resistencia a compresión de pilas sin influencia de la geomalla biaxial*

Muestra	Tipo de Muestra	Dimensiones			Esbeltez ($E = \frac{H}{t}$)	Area (cm ²)	Carga máx (kg)	fm (kg/cm ²)	Coef. Corrección (CC)	fm (kg/cm ²) corregido
		L(cm)	t(cm)	H(cm)						
Pila - 1	Pandereta	22.8	11.1	33.5	3.02	252.40	8454	33.50	0.836	28.01
Pila - 2	Pandereta	22.6	11.0	33.4	3.04	249.28	11833	47.50	0.838	39.81
Pila - 3	Pandereta	22.7	11.1	32.5	2.93	250.84	13596	54.20	0.827	44.82
fm prom.										37.55
Desv. Estándar (θ)										8.63
f'm										28.92

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. *Determinación de la resistencia a compresión de pilas con influencia de la geomalla biaxial*

Muestra	Tipo de Muestra	Dimensiones			Esbeltez ($E = \frac{H}{t}$)	Area (cm ²)	Carga máx (kg)	fm (kg/cm ²)	Coef. Corrección (CC)	fm (kg/cm ²) corregido
		L(cm)	t(cm)	H(cm)						
Pila - 1	Pandereta	22.9	11.2	33.6	3.00	256.48	10692	41.69	0.834	34.77
Pila - 2	Pandereta	22.5	11.1	33.3	3.00	249.75	12903	51.66	0.834	43.08
Pila - 3	Pandereta	22.9	11.1	32.7	2.95	254.19	13120	51.61	0.829	42.78
fm prom.										40.21
Desv. Estándar (θ)										4.71
f'm										35.50

Fuente: Elaboración propia

EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

La resistencia característica a compresión axial ($f'm$) de las pilas sin geomalla fue de 28.92kg/cm² cuyo valor está por debajo de lo señalado según la Norma Técnica E.070. En tanto que la resistencia característica a compresión axial ($f'm$) de las pilas con geomalla fue de 35.50 kg/cm² cuyo valor es igual al mínimo señalado por la Norma Técnica E.070.

Tabla 16. Resistencia característica de la albañilería

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

Fuente: Norma Técnica. E. 070

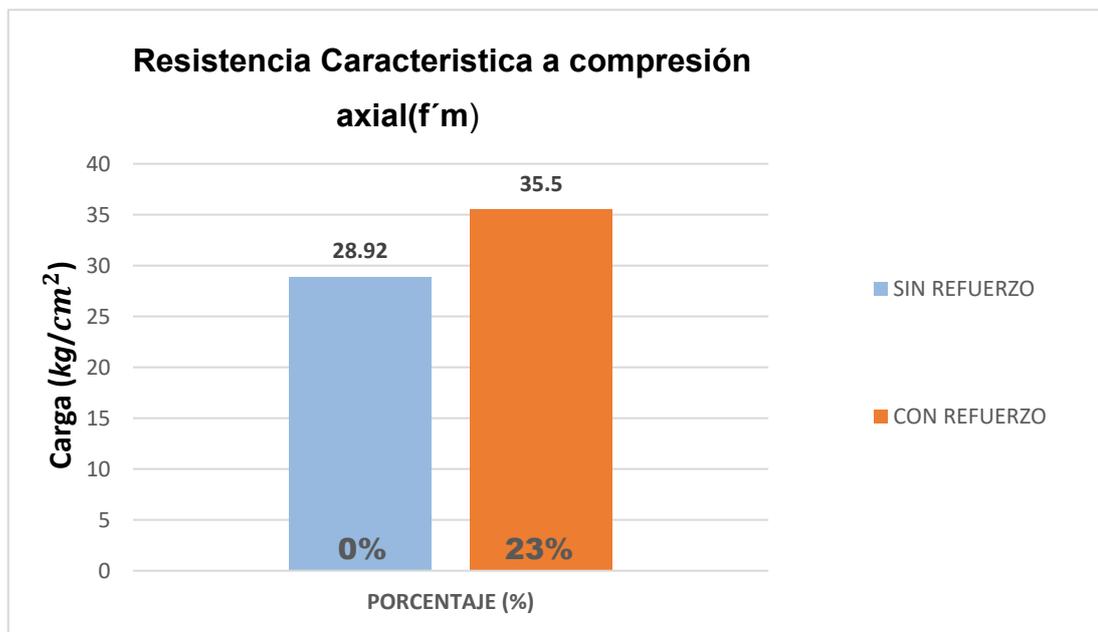


Figura 22. Incremento de resistencia característica a compresión axial (f'm)

3.6 Muretes de Albañilería

El tamaño de los muretes debe ser mínima para poder manipularlas en el transporte y montaje sobre los dispositivos de ensayo, además debe de representar las condiciones reales con las que se construirá la edificación. Los ensayos a los muretes determinan la resistencia característica a corte puro ($v'm$) y si se instrumentase adecuadamente se obtendrá el módulo de corte (Gm)

Los muretes serán ensayados a compresión diagonal a los 28 días de edad y los resultados son utilizados para diseñar estructuralmente los muros de las edificaciones y también para controlar la calidad de la albañilería en la obra.

3.6.1 Características de los muretes

En la presente investigación se elaboraron 6 muretes de albañilería utilizando para su construcción ladrillos pandereta de las cuales 3 de ellas fueron construidas sin refuerzo de geomalla biaxial y las otras 3 con refuerzo de geomalla biaxial y todos los muretes fueron tarrajeados en ambos lados.

3.6.2 Muretes sin refuerzo de geomalla biaxial

Los 3 muretes construidos sin reforzamiento de la geomalla biaxial presentan las siguientes características

- Tipo de la unidad de albañilería: Pandereta acanalado
- Aparejo: soga
- Dimensiones: 60x60x11 cm
- Espesores de junta vertical y horizontal: 1.5cm
- Dosificación del mortero de sentado: 1.5 (cemento: arena)
- Espesor de tarrajeo: 1.5cm

En los alveolos tubulares de las unidades enteras de albañilería ubicados en las esquinas opuestas del murete se rellenó con mortero hasta una profundidad aproximada de 10 cm debido a que estas unidades estarán en contacto con el cabezal metálico del equipo de ensayo y así evitar la falla local por aplastamiento al momento de aplicar las cargas.

a) Proceso Constructivo

Antes de empezar con la construcción de los muretes sin refuerzo se tuvo que regar previamente a los ladrillos pandereta, luego se buscó una superficie lisa y plana para realizar el asentado de ladrillos y rellenar con mortero en las juntas, así mismo se usó el escantillón para controlar el espesor de las juntas y el plomo para controlar la verticalidad de los muretes. Al terminar la construcción de los muretes se tuvo que rellenar con mortero las cavidades de los ladrillos enteros, ubicados en las esquinas debido a que estas estarán en contacto con el cabezal del equipo de ensayo. Finalmente los muretes fueron tarrajeados con un espesor de 1.5cm y luego de 28 días de su construcción se realizó el ensayo a compresión diagonal.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 23. (a) *Comienzo de Asentado de ladrillos y relleno de mortero en las juntas*
 (b) *Murete terminado y relleno con mortero en las esquinas*
 (c) *Tarrajeo de los muretes*
 (d) *Muretes tarrajeados*

3.6.3 Muretes con refuerzo de geomalla biaxial

Los 3 muretes construidos con reforzamiento de la geomalla biaxial presentan las siguientes características

- Tipo de la unidad de albañilería: Pandereta acanalado
- Aparejo: soga
- Dimensiones: 60x60x11 cm
- Espesores de junta vertical y horizontal: 1.5cm

- Dosificación del mortero de sentado: 1.5 (cemento: arena)
- Espesor de tarrajeo: 2cm
- Geomalla biaxial: 0.36 cm²
- Uso de rafia para sujetar la geomalla biaxial

En las cavidades tubulares de las unidades enteras ubicados en las esquinas opuestas del murete se rellenó con mortero hasta una profundidad aproximada de 10 cm debido a que estas unidades estarán en contacto con el cabezal metálico del equipo de ensayo y así evitar la falla local por aplastamiento al momento de aplicar las cargas.

b) Proceso Constructivo

Para la construcción de los muretes reforzados, adicionalmente a lo antes mencionado se utilizó geomalla biaxial como medio de refuerzo las cuales fueron adheridos y sujetados por pasadores de rafia que previamente fueron colocadas adecuadamente durante la construcción de los muretes para que permitan sujetar la geomalla biaxial. Finalmente los muretes fueron tarrajeados con un espesor de 2cm y luego de 28 días de su construcción se realizó el ensayo a compresión diagonal.



(a)

(b)

(c)

Figura 24. (a) colocación de rafia para sujetar la geomalla biaxial

(b) fijación de la geomalla biaxial en murete

(c) tarrajeo de murete reforzado

3.6.4 Ensayo de compresión diagonal de muretes

Los 6 muretes de albañilería fueron elaborados y transportados por el personal de la empresa Planet Consultores E.I.R.L al laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) para realizar el Ensayo de Compresión Diagonal en muretes y así determinar la resistencia característica a corte puro.

Para el levantamiento y colocación de los muretes en el centro de la máquina de Ensayo, se necesitó la ayuda de un patín hidráulico la cual fue manipulada por el personal del laboratorio quienes posteriormente realizaron el ensayo de los muretes en una maquina universal con una capacidad de carga de 100 toneladas hasta llegar a la carga máxima de rotura.

a) Muretes sin refuerzo

Murete N°1: presentó una falla por tracción diagonal siendo esta en forma frágil y explosiva atravesando la unidad y el mortero.



(a)



(b)

Figura 25. (a) y (b) Falla por tracción diagonal murete 1

Murete N°2: presentó falla por tracción diagonal en forma frágil y explosiva atravesando la unidad y el mortero, adicionalmente hubo desprendimiento del mortero de tarrajeo.



Figura 26. *Falla por tracción diagonal murete 2*

Murete N°3: presentó falla por tracción diagonal en forma frágil y explosiva atravesando la unidad y el mortero.



Figura 27. *Falla por tracción diagonal murete 3*

b) Muretes reforzados con geomalla biaxial

Murete N°4: presentó falla por tracción diagonal, se pudo observar una fisura leve solo en el tarrajeo en tanto la unidad y la geomalla biaxial no sufrieron rotura alguna



(a)



(b)

Figura 28. *Falla por tracción diagonal murete 4*

Murete N°5: presentó falla por tracción diagonal, se observó fisura en el tarrajeo y el aplastamiento del ladrillo en las esquinas por donde se le aplico la carga, así mismo la geomalla biaxial no sufrió deformación alguna.



(a)



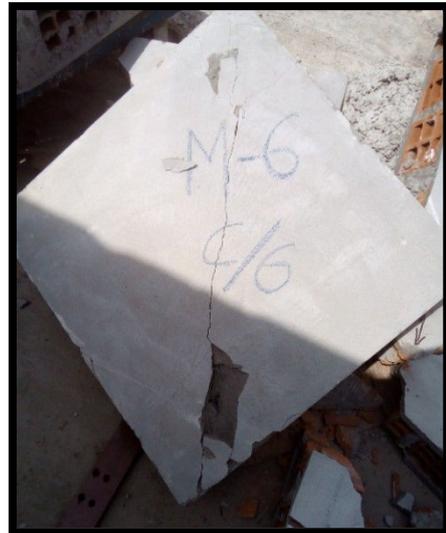
(b)

Figura 29. *Falla por tracción diagonal murete 5*

Murete N°6: presentó falla por tracción diagonal, se observó fisura en el tarrajeo y en la unidad además hubo desprendimiento del tarrajeo, la geomalla biaxial no sufrió rotura ni deformación.



(a)



(b)

Figura 30. *Falla por tracción diagonal murete 6*

Para determinar la resistencia a corte puro de los muretes de albañilería (v_m) se utilizó la siguiente ecuación

$$v_m = \frac{P_{max}}{Dt}$$

Dónde:

v_m : Resistencia al corte (kg/cm^2)

P_{max} : Carga máxima diagonal de rotura (kg)

Dt : Área bruta de la diagonal cargada, incluye tarrajeo (cm^2)

Ecuación para determinar, La resistencia característica a corte puro (v'_m)

$$v'_m = v_m \text{ prom.} - \sigma$$

Dónde:

v'_m : Resistencia característica a corte puro (kg/cm^2)

$v_m \text{ prom.}$: Resistencia promedio a corte puro (kg/cm^2)

σ : Desviación estándar

Las siguientes tablas nos muestran los resultados obtenidos de los Ensayos de compresión diagonal en muretes.

Tabla 17. Determinación de la resistencia a compresión diagonal en muretes

Muestra	Tipo de Reforzamiento	Dimensiones			Area bruta (cm ²)	Carga máx (kg)	Vm (kg/cm ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)			
Murete 1	Sin reforzamiento	61.0	61.7	14.0	858.9	20100	16.5
Murete 2	Sin reforzamiento	61.2	62.5	15.2	940.1	25000	18.8
Murete 3	Sin reforzamiento	60.0	62.2	14.2	867.6	17600	14.3
Murete 4	Geomalla Biaxial	61.8	60.9	16.0	981.6	28100	20.2
Murete 5	Geomalla Biaxial	61.2	60.7	16.1	981.3	24700	17.8
Murete N°6	Geomalla Biaxial	62.0	60.5	16.3	998.4	22300	15.8
Tipo de Reforzamiento		Vm (kg/cm²)		V' m (kg/cm²) = Vm - σ			
Sin reforzamiento		16.53		14.28 = 16.53 - 2.25			
Geomalla Biaxial		17.93		15.73 = 17.93 - 2.20			

Fuente: Elaboración propia

EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

La Resistencia característica a corte puro ($v'm$) de los muretes sin geomalla fue de 14.28kg/cm² mientras que la resistencia característica a corte puro ($v'm$) de los muretes con geomalla fue de 15.73 kg/cm² ambas resistencias sobrepasaron el mínimo establecido por la Norma Técnica E.070.

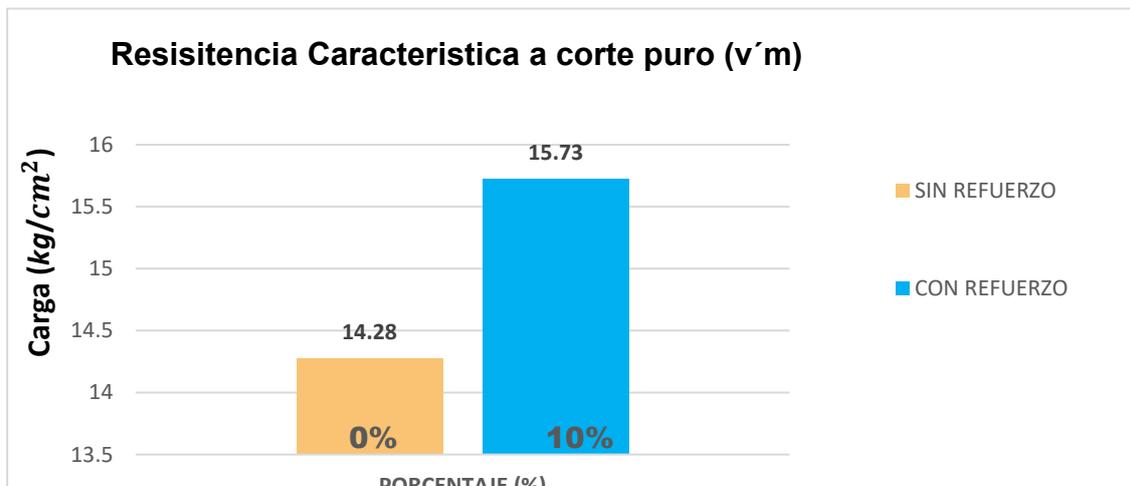


Figura 31. Incremento de resistencia característica a corte puro ($v'm$)

3.6.5 Gráficas de carga

Los ensayos de compresión diagonal en muretes sin y con refuerzo realizados en el laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) determinaron la resistencia característica a corte puro ($v'm$) y con las cargas obtenidas se procedió a realizar graficas Carga vs Tiempo.

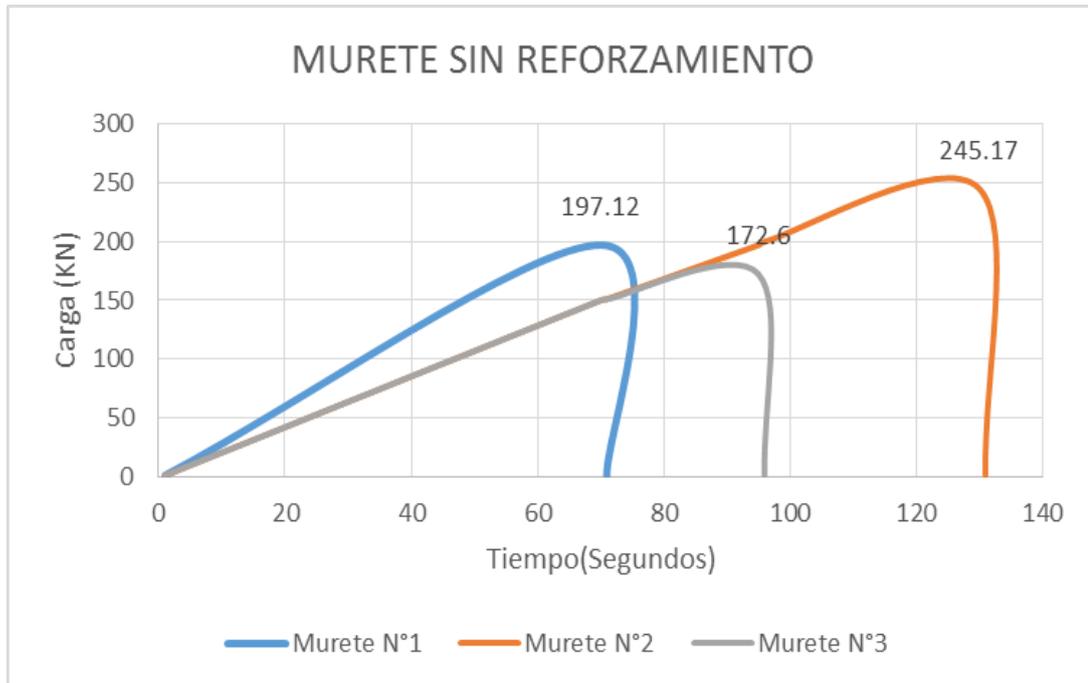


Figura 32. Resistencia máxima al corte en muretes sin geomalla biaxial

Tabla 18. Resultados carga máxima vs tiempo resistencia al corte de muretes sin refuerzo

Murete	Pmax (KN)	T (seg.)
Murete N°1	197.12	70
Murete N°2	245.17	95
Murete N°3	172.60	130
Promedio	204.96	98

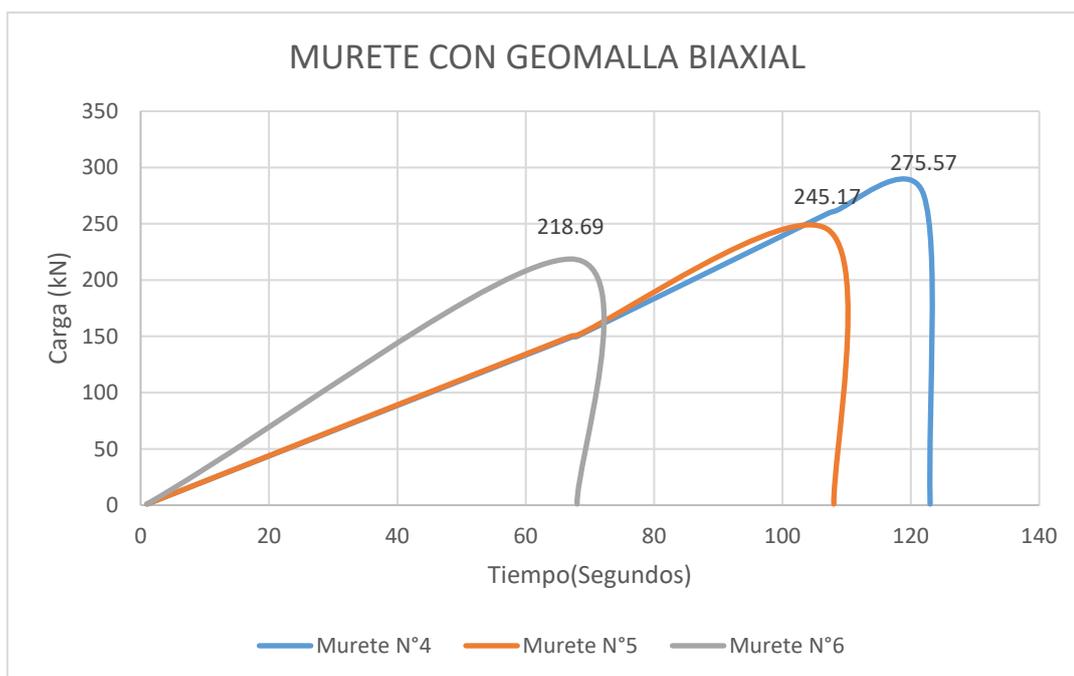


Figura 33. Resistencia máxima al corte en muretes con geomalla biaxial

Tabla 19. Resultados carga máxima vs tiempo resistencia al corte de muretes con geomalla biaxial

Murete	Pmax (KN)	T (seg.)
Murete N°4	275.57	122
Murete N°5	245.17	107
Murete N°6	218.69	97
Promedio	246.48	109

3.7 Análisis y comparación de costos

El precio en el mercado del millar de ladrillo pandereta es de S/550 mientras que el millar de ladrillo King kong 18 huecos el cual es ideal para recibir y transmitir cargas es de S/690, esta diferencia hace que las personas prefieran comprar ladrillos pandereta para la construcción de sus viviendas por ser más cómodo sin importar la seguridad de sus ocupantes y el reglamento nacional de edificación.

A continuación se detalla en las tablas 19 y 20 los costos de los materiales y la mano de obra utilizados en la elaboración de los muretes, cabe mencionar que para dicha

construcción se requirió en todo momento un operario y un peón asimismo los materiales fueron adquiridos con el precio actual del mercado.

3.7.1 Análisis de costo unitario de muretes sin refuerzo

PARTIDA: Muro de ladrillo pandereta de soga sin refuerzo y Tarrajeo

ESPECIFICACIONES: Ladrillos de 23x10.5x9, juntas de 1.5cm, mezcla 1:5, espesor de tarrajeo 1.5cm

Tabla 20. Análisis de costo de muro sin refuerzo

Costo de muro sin geomalla biaxial por m ²						
Rendimiento	10.9 m ² /día costo unitario directo por m ² : S/. 41.78					
Descripción	unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio unitario S/.	Parcial S/.	Total
Mano de obra						
Operario	hh	1	0.73	8.4	6.13	
Peón	hh	0.5	0.37	6.78	2.51	8.64
Materiales						
Ladrillo	und		36	0.55	19.8	
Cemento	bolsa		0.163	23	3.75	
Arena gruesa	m ³		0.023	60	1.38	24.93
Rendimiento	20 m ² /día					
Mano de obra						
Operario	hh	1	0.4	8.4	3.36	
Peón	hh	0.5	0.2	6.78	1.36	4.72
Materiales						
Cemento	bolsa		0.117	23	2.69	
Arena fina	m ³		0.016	50	0.8	3.49

Fuente: Elaboración propia

3.7.2 Análisis de costo unitario de muretes con refuerzo de geomalla biaxial

PARTIDA: Muro de ladrillo pandereta de sogá con refuerzo y Tarrajeo

ESPECIFICACIONES: Ladrillos de 23x10.5x9, juntas de 1.5cm, mezcla 1:5, espesor de tarrajeo 2cm

Tabla 21. Análisis de costo de muro con refuerzo

Costo de muro con geomalla biaxial por m ²						
Rendimiento	10.9 m ² /día costo unitario directo por m ² : S/. 49.46					
Descripción	unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio unitario S/.	Parcial S/.	Sub total
Mano de obra						
Operario	Hh	1	0.73	8.4	6.13	
Peón	Hh	0.5	0.37	6.78	2.51	8.64
Materiales						
Ladrillo	und		36	0.55	19.8	
Cemento	bolsa		0.163	23	3.75	
Arena gruesa	m ³		0.023	60	1.38	24.93
Rendimiento	16 m ² /día					
Mano de obra						
Operario	Hh	1	0.5	8.4	4.2	
Peón	Hh	0.5	0.25	6.78	1.7	5.9
Materiales						
Cemento	bolsa		0.117	23	2.69	
Arena fina	m ³		0.016	50	0.8	
Rafia	Kg		0.147	4.9	0.72	
Geomalla biaxial	m ²		1	5.78	5.78	9.99

Fuente: Elaboración propia

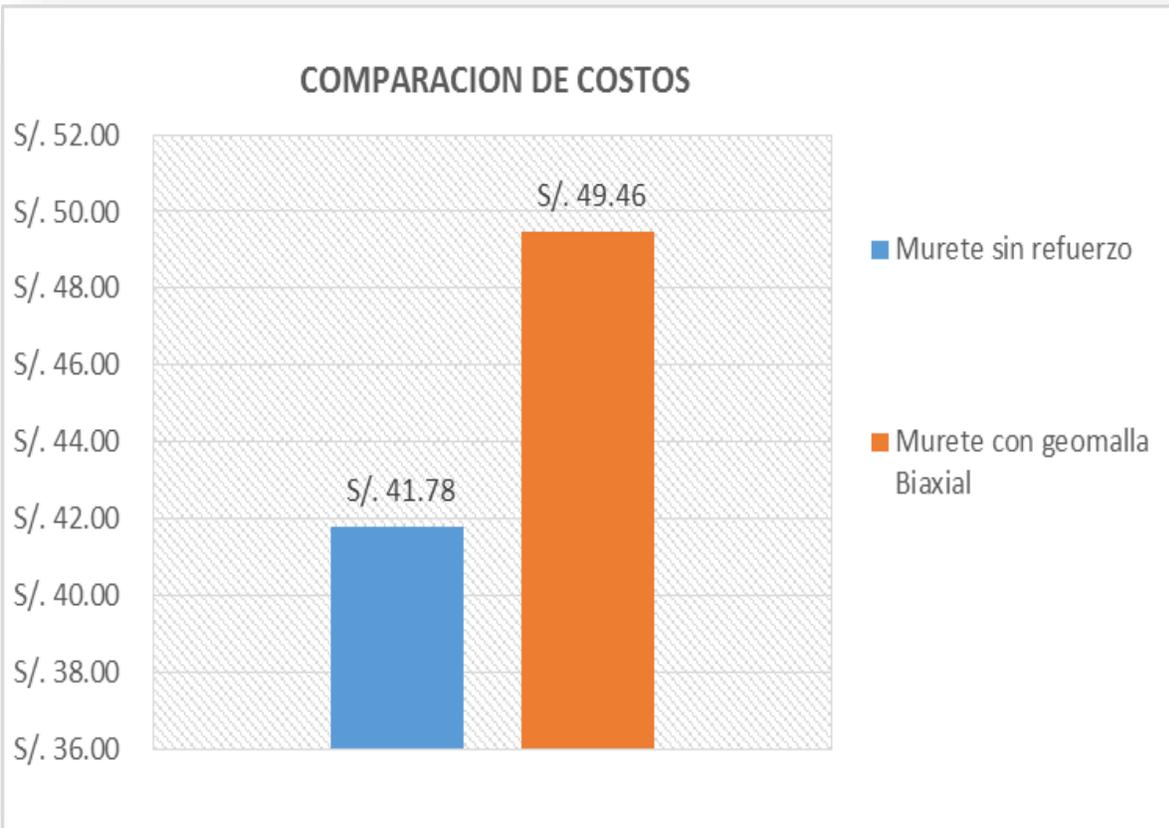


Figura 34. Costo de muretes por metro cuadrado

Como se puede apreciar en la figura Fig. 34 el costo por metro cuadrado del muro reforzado se incrementó en un 18 % respecto del muro sin refuerzo tal como era de esperarse debido a la compra del material de refuerzo. Pero los beneficios estructurales que nos brindan son de mayor seguridad ante un evento sísmico evitando explosión de manera abrupta de los ladrillos. Además se pudo observar que los muros aumentaron su resistencia, ductilidad y rigidez lateral de la estructura en 16% en relación a los muros sin refuerzo.

3.8 Prueba de hipótesis general

Para realizar la contrastación de hipótesis partiremos según lo planteado al inicio del presente trabajo.

Hipótesis General

Hipótesis Nula (H0)

La influencia de la geomalla biaxial mejorara el desempeño en muros confinados de ladrillos pandereta en viviendas de Lima – 2019.

Hipótesis Alternativa (H1)

La influencia de la geomalla biaxial no mejorara el desempeño en muros confinados de ladrillos pandereta en viviendas de Lima – 2019.

Los ensayos realizados a los prismas de albañilería arrojaron los siguientes resultados, el ensayo a compresión de pilas (f'_m) sin influencia de la geomalla biaxial es de 28.87 kg/cm^2 y con influencia de la geomalla biaxial es de 35.50 kg/cm^2 llegando a mejorar las propiedades de resistencia estructural en un 23%. En cuanto a los ensayos a compresión diagonal de muretes (v'_m) sin influencia de la geomalla biaxial es de 14.28 kg/cm^2 y con influencia de la geomalla biaxial es de 15.73 kg/cm^2 llegando a mejorar su comportamiento estructural en un 10% aumentado así las propiedades físicas respecto a su resistencia y ductilidad además el costo económico por metro cuadrado es de S/49.46 considerándose viable. Por lo cual procedemos a rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la hipótesis nula, es decir: La influencia de la geomalla biaxial mejorara el desempeño en muros confinados de ladrillos pandereta en viviendas de Lima – 2019.

Hipótesis Específica

Primera Hipótesis Específica

Hipótesis Nula (H0)

La determinación de la clasificación estructural de la unidad de albañilería disminuye la resistencia de muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019

Hipótesis Alternativa (H1)

La determinación de la clasificación estructural de la unidad de albañilería no disminuye la resistencia de muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019.

De los ensayos de clasificación estructural de la unidad de albañilería se obtuvo los siguientes resultados: La variación dimensional promedio (V%) fue largo +3.52 %, ancho -6.57% y altura -4.00 %. El alabeo fue de 0.49 mm en concavidad y 0.15mm en convexidad además la resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería fue de 33.93 kg/cm², por lo tanto las unidades ensayadas corresponden al Ladrillo clase I. siendo consideradas de baja resistencia las cuales al ser empleadas disminuyeron la resistencia de los muros de albañilería . Por lo cual procedemos a rechazar la hipótesis alterna y aceptar la hipótesis nula, es decir: La determinación de la clasificación estructural de la unidad de albañilería disminuye la resistencia de muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019

Segunda Hipótesis Específica

Hipótesis Nula (H0)

La influencia de la geomalla biaxial en el ensayo de la resistencia característica a compresión axial ($f'm$) y resistencia característica a corte puro ($v'm$) mejorara las propiedades físicas en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019

Hipótesis Alterna (H1)

La influencia de la geomalla biaxial en el ensayo de la resistencia característica a compresión axial ($f'm$) y resistencia característica a corte puro ($v'm$) no mejorara las propiedades físicas en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019

Los ensayos arrojaron como resultado que la compresión de pilas ($f'm$) con influencia de la geomalla biaxial fue de 35.50 kg/cm² llegando a aumentar su resistencia en un 23%. , en relación a las pilas no reforzadas En cuanto a los ensayos a compresión diagonal de muretes ($v'm$) con influencia de la geomalla biaxial fue de 15.73 kg/cm² llegando a aumentar su resistencia en un 10%, en relación a los muretes no reforzados, mejorando las propiedades físicas. Por lo que se procede a rechazar la hipótesis alterna y aceptar la hipótesis nula, es decir: La influencia de la geomalla biaxial en el ensayo de la resistencia característica a compresión axial ($f'm$) y resistencia característica a corte puro ($v'm$) mejorara las propiedades físicas en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019

Tercera Hipótesis Específica

Hipótesis Nula (H0)

Los costos asociados a la geomalla biaxial es viables en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019

Hipótesis Alterna (H1)

Los costos asociados a la geomalla biaxial no es viable en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019

Realizando el análisis de precios unitarios (APU) se pudo determinar que el costo por metro cuadrado del muro sin refuerzo fue de S/41.78 y del muro reforzado con geomalla biaxial fue de S/49.46 incrementándose en un 18% dicho incremento se debe básicamente al costo del material de refuerzo que bien puede valer la pena en cuestión de prevención y seguridad.

Por lo que se procede a rechazar la hipótesis alterna y aceptar la hipótesis nula, es decir: Los costos asociados a la geomalla biaxial es viables en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019

IV. DISCUSIÓN

A partir de los resultados encontrados aceptamos la hipótesis general que establece que la influencia de la geomalla biaxial mejorara el desempeño en muros confinados de ladrillos pandereta en viviendas de Lima – 2019.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene CÁRDENAS, Renato y LUNA Jimmy (2017); ARCE, Rubén y RODRIGUEZ, Víctor (2015) y SOLIS, M y TORREALVA, D (2015) quienes sostiene que la utilización de la geomalla como refuerzo en construcciones de viviendas familiares mejora el comportamiento de los muros y reduce la vulnerabilidad sísmica. Ello es acorde con el estudio de la presente investigación.

En lo que respecta a la determinación de la clasificación estructural de la unidad de albañilería ENRIQUEZ PINEDO, jhim erick. (2017) determina los siguientes resultados: La variación dimensional promedio ($v\%$) es 1.09%; El alabeo en concavidad es 0.125 mm y convexidad 0.100 mm, El porcentaje promedio de absorción ($\%A$) es 10.231% y la Resistencia a compresión de la unidad de albañilería ($f'b$) es 48.06 kg/cm² por lo cual sostiene que el ladrillo tubular no debe ser usado para fines estructurales. Los resultados obtenidos en nuestra investigación determinaron que la variación dimensional de la unidad en largo es +3.52 %, ancho es -6.57 % y altura es -4.00 %, en alabeo la concavidad de 0.49 mm y convexidad de 0.15 mm, la absorción promedio de las muestras es de 12.63%, y la Resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería es de 33.93 kg/cm², por los resultados obtenidos de nuestros ensayos la unidad de albañilería clasifica como ladrillo de clase I, el cual posee poca resistencia a compresión. Guardando concordancia por lo mencionado por el autor podemos concluir que la utilización de estas unidades disminuye la resistencia de los muros de albañilería.

En lo que respecta a la influencia de la geomalla biaxial en el ensayo de la resistencia característica a compresión axial ($f'm$) y resistencia característica a corte puro ($v'm$) observamos que al realizar los ensayos respectivos de compresión axial en pilas y compresión diagonal de muretes ambos reforzados con geomalla biaxial se puede apreciar que la resistencia ha incrementado en un 16%, mejorando así las propiedades físicas de los muros de albañilería.

En lo que concierne a la viabilidad de los costos asociados en muros reforzados de albañilería CEVALLOS, Oscar y DIAZ, Víctor (2018) obtienen que el costo de muro reforzado con

malla metálica y malla electrosoldada es de S/ 50.29 y S/ 57.53 respectivamente incrementándose en un 13% y 29% respecto del muro sin refuerzo así mismo, ENRIQUEZ PINEDO, jhim erick. (2017) determina que el costo económico de la colocación de la malla metálica es de S/ 5278.85 (Cinco mil doscientos setenta y ocho con 85/100 soles) en los 427.44 m² de toda la edificación, siendo el costo de S/ 12.35 soles por metro cuadrado (m²).ambos autores determinan la viabilidad de costos en muros reforzados. En el presente trabajo de investigaciom el costo económico de la construcción de los muros de albañilería sin reforzamiento es de S/41.78 mientras que el costo de los muros reforzados con geomalla biaxial es de S/49.46 por metro cuadro de muro, incrementándose en un 18% estos incrementos se deben básicamente al costo del material. Por consiguiente se puede concluir en base a esta discusión que los costos asociados en muros confinados son viables por motivo de prevención sísmica.

V. CONCLUSIONES

1.- La influencia de la geomalla biaxial como refuerzo en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de lima – 2019 ha logrado mejorar el desempeño en un 16%, siendo considerado una estructura frágil ante un sismo severo.

2.-luego de realizar los ensayos de clasificación estructural de la unidad de albañilería tales como variación dimensional, alabeo y resistencia a compresión. Señalados en la NTP 399.613, el ladrillo pandereta resulto ser de clase I. Por lo cual no se debe utilizar este tipo de unidad como muro portante en edificaciones de viviendas ubicadas en la ciudad de lima por ser de baja resistencia y presentar falla frágil y explosiva.

3.- la resistencia características de compresión axial (f'_m) de las pilas fue de 28.92 kg/cm² a 35.50 kg/cm² observándose un incremento de su resistencia en un 23% mientras que la resistencia característica corte puro (v'_m) de los muretes fue 14.28 kg/cm² a 15.73 kg/cm² incrementándose su resistencia en un 10%. Por lo que se puede concluir que la geomalla biaxial mejoro las propiedades físicas de los muros de las viviendas de la cuidad de lima

4.- el costo económico de la construcción de los muros de albañilería sin reforzamiento es de S/41.78 mientras que el costo de los muros reforzados con geomalla biaxial es de S/49.46 por metro cuadro de muro, este incremento de S/7.68 representa un 18% debido al material de refuerzo siendo viable el reforzamiento de muros en viviendas de albañilería.

5.- las fallas en pilas y muretes con refuerzo de geomalla biaxial fue de manera dúctil y progresiva, se pudo observar en los muretes fisuras en el tarrajeo y en las unidades pero no hubo desprendimiento de ellos debido a que la geomalla sirvió de confinamiento evitando una explosión en los muretes de albañilería.

6.- las fallas en pilas y muretes sin refuerzo fueron de manera frágil y explosiva mostrando trituración de las unidades en las pilas y fisuras atravesando la unidad y el mortero en muretes.

VI. RECOMENDACIONES

- 1.- se recomienda reforzar los muros de las viviendas existentes de albañilería confinada de ladrillo pandereta con la utilización de la geomalla biaxial debido a que proporciona ductilidad a los muros evitando y controlando una falla explosiva ante un sismo severo brindando seguridad y mayor tiempo para la evacuación.
- 2.- evitar el uso definitivo del ladrillo pandereta como muros portantes en la construcción de viviendas de albañilería confinada debido a que presenta una baja resistencia a la compresión y no brinda seguridad ante un evento sísmico.
- 3.- brindar información en los medios de comunicación el correcto empleo de los ladrillos pandereta dentro de una vivienda afín de tomar conciencia sobre los riesgos y consecuencias que se produciría ante un evento sísmico de mediana magnitud.
- 4.- la geomalla es un geosintético que se utiliza principalmente como refuerzo y estabilización de suelos debido a su alta resistencia a la tracción, sin embargo no existe mucha información de este material como refuerzo en muros de viviendas de albañilería esto hace que la geomalla no sea tan comercial pues la compra de este material solo se adquiere por rollos mayores a 200m² haciendo difícil su adquisición.
- 5.- para futuras investigaciones emplear otra forma de colocación de la geomalla sujetándolas tal vez con escarpas clavadas al muro para luego tarrajearlo de tal forma que cualquier albañil con experiencia en construcción pueda realizarlo sin tener alguna capacitación sobre el tema.

REFERENCIAS

Bibliografía

"*No confían en las fuerza de sus casas*". **EL COMERCIO**. 2017. Lima : Grupo de Diarios América, 21 de Octubre de 2017. 1964642669.

"*Comportamiento Mecanico del Polietileno Tereftalato (PET) y sus aplicaciones geotecnicas*". **JARAMILLO, eduardo botero, y otros**. 2014. 70, Medellin : Universidad de Antioquia, marzo de 2014, págs. 207 - 219. 01206230.

ABANTO CASTILLO, tomás flavio. 2016. *Analisis y Diseño de Edificios de Albañileria*. Lima : San Marcos E.I.R.L, 2016. 9786123154103.

AGUIRRE LOPEZ, JOSUE DAVID y CRUZ BENITEZ. 2017. "*Estudio experimental de dos tecnicas de intervencion estructural aplicada en manposteria reforzada*". El Salvador : s.n., 2017.

ALARCÓN GALINDO, hans diego. 2016. "*Comportamiento estructural en muros de albañileria confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricadas en Huancayo - Concepción - 2016*". Huancayo : Universidad Peruana Los Andes, 2016.

Analisis termico de Geosinteticos utilizados en la rehabilitación de pavimentos. **NORAMBUENA CONTRERAS, josé, y otros**. 2009. 17, Arica : Universidad de Tarapacá, Abril de 2009, Ingeniare : Revista Chilena de Ingenieria; Arica, págs. 95 - 100. 07183291.

ARCE, rubén y RODRIGUEZ, victor. 2014. "*Propuesta del empleo de adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo joven de Yanama - Ayacucho*". Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2014.

ARIAS, ana y LOPEZ, ericka. 2018. "*Analisis comparativo de muros de manposteria reforzado con y sin fibra de carbono*". Cartago : Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2018.

BACCA, german y CLARO, julián. 2014. "*Resistencia de la manposteria reforzada exteriormente usando malla electrosoldada con fines de reforzamiento en viviendas en la ciudad de Ocaña*". Ocaña : Universidad Francisco de Paula Santander, 2014.

BORJA SUÁREZ, manuel. 2012. *"Metodología de la investigación científica para ingenieros"*. Chiclayo : s.n., 2012.

CARDENAS, renato y LUNA, jimmy. 2017. *"Estudio experimental de la influencia de los diferentes tipos de mortero y substratos de albañilería en la adherencia con geomallas"*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.

CEVALLOS, oscar y DIAZ, victor. 2018. *"Reforzamiento estructural de muros de ladrillos pandereta con mallas para tarrajeo y electrosoldada"* . Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.

EL COMERCIO, diario. 2017. <https://elcomercio.pe/peru/ica/cinco-aspectos-terremoto-2007-debes-conocer-noticia-450334>. [En línea] 15 de Agosto de 2017.

ENRIQUEZ PINEDO, jhim erick. 2017. *Influencia de la malla metálica en muros confinados de ladrillo pandereta en edificaciones de la provincia de huancayo 2017*. Huancayo : s.n., 2017.

ENRIQUEZ PINEDO, Jhim Erick. 2017. *"Influencia de la malla metálica en muros confinados de ladrillo pandereta en edificaciones de la provincia de huancayo"*. Huancayo - Perú : s.n., 2017.

FLORES SÁNCHEZ, conrado elvis. 2017. *"Determinación y evaluación de las patologías de los muros de albañilería confinada del Instituto de Educación Superior Tecnológico Vicente Ferrer - Tumpa del distrito de Yungay; provincia de Yungay ; departamento de Ancash - 2017"*. Ancash : Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2017.

GESTIÓN, DIARIO. 2017. Capeco: "Autoconstruir una vivienda resulta hasta 40% mas caro". 2017.

GIRALDO, santiago. 2018. *"vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de albañilería en el distrito de Tarica - Ancash 2018"*. Ancash : Universidad Privada César vallejo, 2018.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, carlos y BAPTISTA LUCIO, pilar. 2010. *Metodología de la investigación*. México D.F : s.n., 2010. 9786071502919.

LIZARRAGA, josé. 2014. *"Diseño y construcción de pavimentos flexibles aplicando geomallas de polipropileno como sistema de refuerzo estructural"* . México D.F : Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

MAMANI, plinio. 2015. *"Comportamiento mecanico de muros de albañileria tubular confinada reforzadas con malla electrosoldada ante cargas sismicas y gravitacionales"*. Lima : Pontificia Unversidad Católica del Perú, 2015.

MARTINEZ, washington. 2018. *"Influencia de ladrillo artesanal de Guayaquil en el comportamiento sísmico de edificaciones de albañileria confinada de mediana altura"*. Guayaquil : Universidad Católica de Guayaquil, 2018.

MOSQUERA MORENO, miguel ángel y TARQUE RUÍZ, sabino nicola. 2005. *"Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañileria confinada de la costa peruana"*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005.

N.T.E - 0.70. 2005. *Comentario a la Norma Tecnica de Edificaciones E.070 Albañileria Informe Final*. Lima : s.n., 2005.

R.N.E. 2014. Lima : Macro, 2014. 9786123042462.

R.N.E. 2006. Perú : Primera Edición 2006, 2006.

REBAZA CASTREJÓN, flor karina. 2018. *"Análisis tecnico - economico del diseño con metodo AASHTO y el diseño con uso de geomalla Multiaxial en el pavimento rigido de la via de evitamiento norte,entre el jr. Carlos Malpica y la Av. Hoyos Rubio - Sector 10 san Antonio, Provincia Cajamarca"*. Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.

SAN BARTOLOMÉ, ángel. 1994. *Construcciones de Albañileria*. Lima : Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Catolica del Perú, 1994. 8483909650.

SEPULVEDA, leonardo. 2016. *"Estudio experimental de soluciones de reparación y refuerzo para muros de albañileria de ladrillos confinados"*. Santiago : Universidad de Chile, 2016.

SOLIS, M, TORREALVA, D y SANTILLAN, P. 2015. *"Análisis del comportamiento a flexión de muros de adobe reforzado con geomallas"*. Lima - Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. 0020-0883.

Técnica de refuerzo sísmico para la recuperación estructural del patrimonio arquitectónico Chileno construido en Adobe. **TORRES GILLES, c y JORQUERA SILVA, n. 2018.** 550, Barcelona : Consejo Superior de Investigación Científicas, 09 de setiembre de 2018, pág. 550. 00200883.

Técnicas de refuerzo sísmico para la recuperación estructural del patrimonio arquitectónico Chileno construido en adobe. **TORRES GILLES, c y JORQUERA SILVA, n. 2018.** 550, Barcelona : Consejo Superior de Investigación, 2018. 00200883.

VARGAS JIMENEZ, j, MONCAYO THEURER, m y CORDOVA RIZO, J. 2017. *la geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles.* Merida : Universidad Autónoma de Yucatan, 2017. 1665-529x.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de Consistencia

Influencia de la geomalla biaxial como refuerzo en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima- 2019

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTOS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL		Material de fabricación	Polipropileno	Formato de ensayos y fichas de registro de datos
¿Cómo influye la geomalla biaxial como refuerzo en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019?	Determinar la influencia de la geomalla biaxial en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de lima - 2019	La influencia de la geomalla biaxial mejorara el desempeño en muros confinados de ladrillos pandereta en viviendas de Lima - 2019	Geomalla biaxial	Forma geométrica	Rectangular	
				Cantidad y costos	Cantidad de geomalla biaxial	
					Costo de geomalla biaxial	
				Pasadores de rafia	Cantidad de rafia	
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA			Variación dimensional (v)	
¿Cómo determinar la clasificación estructural de la unidad de albañilería en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019?	Determinar la clasificación estructural de la unidad de albañilería en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019.	La determinación de la clasificación estructural de la unidad de albañilería disminuye la resistencia de muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019		Unidades de albañilería	Alabeo	
					Resistencia a compresión de (f' b)	
					Absorción (A) a 24 horas	
¿Cómo influye la geomalla biaxial en el ensayo de la resistencia característica a compresión axial (f'm) y resistencia característica a corte puro (v'm) en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019?	Determinar la influencia de la geomalla biaxial en el ensayo de la resistencia característica a compresión axial (f'm) y resistencia característica a corte puro (v'm) en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019.	La influencia de la geomalla biaxial en el ensayo de la resistencia característica a compresión axial (f'm) y resistencia característica a corte puro (v'm) mejora las propiedades físicas en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019	Muros confinados de ladrillo pandereta		Ensayo de compresión axial en pilas (f'm) sin y con geomalla biaxial	
¿Cómo intervienen los costos asociados a la geomalla biaxial en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019?	Determinar los costos asociados a la geomalla biaxial como refuerzo en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019.	Los costos asociados a la geomalla biaxial son viables en muros confinados de ladrillo pandereta en viviendas de Lima – 2019			Prismas de albañilería	Ensayo de compresión diagonal de murete (v'm) sin geomalla biaxial
						Ensayo de compresión diagonal de murete (v'm) con geomalla biaxial

Anexo 02. Certificados de Ensayos del 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 : VARA MENDOZA JAIME PERCY
Obra : TESIS: INFLUENCIA DE LA GEOMALLA BIAIXIAL COMO REFUERZO EN MUROS CONFINADOS DE LADRILLO PANDERETA EN VIVIENDAS DE LIMA - 2019
Ubicación : CARABAYLLO
Asunto : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería
Expediente N° : 19-4807
Recibo N° : 68818
Fecha de emisión : 02/12/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Muretes elaborados con ladrillos denominados PANDERETA proporcionados e identificados por el solicitante con las siguientes características; Murete patrón y muretes reforzados con geomalla (ambos presentan tarrajeo en sus caras).
 El murete fue elaborado con una proporción en volumen de mortero de 1 : 5 y un espesor de junta de 1.5 cm.

2.0. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura ambiente = 22.1 °C H.R. = 65.3 %

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.

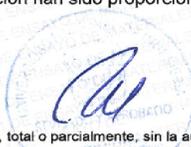
4.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.621:2015 y E-070 del RNE.
 Procedimiento interno AT-PR-08.

5.0. RESULTADOS :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm²)
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1-1: Murete patrón	2/12/2019	61.0	61.7	14.0	858.9	20100	16.5
M - 1-2: Murete patrón	2/12/2019	61.2	62.5	15.2	940.1	25000	18.8
M - 1-3: Murete patrón	2/12/2019	60.0	62.2	14.2	867.6	17600	14.3
M - 2-1: Murete reforzado con geomalla	2/12/2019	61.8	60.9	16.0	981.6	28100	20.2
M - 2-2: Murete reforzado con geomalla	2/12/2019	61.2	60.7	16.1	981.3	24700	17.8
M - 2-3: Murete reforzado con geomalla	2/12/2019	62.0	60.5	16.3	998.4	22300	15.8

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.



MS⁰¹ 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



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

SOLICITANTE : VARA MENDOZA JAIME PERCY
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA GEOMALLA BIAJIAL COMO REFUERZO EN MUROS CONFINADOS DE LADRILLO PANDERETA EN VIVIENDAS DE LIMA - 2019
 UBICACIÓN : URB. ESMERALDA II ETAPA, CALLE LAS MANZANAS Lt. 12, DISTRITO CARABAYLLO - LIMA
 FECHA DE RECEPCION : 01/07/2019
 FECHA DE EMISION : 01/10/2019
 REALIZADO POR : J.C.E.F.

DIMENSIONAMIENTO EN LADRILLOS NTP 399.613

RESULTADOS DE MEDIDAS

MUESTRA LADRILLO	TIPO DE LADRILLO	LARGO (mm)				prom.
		1	2	3	4	
M - 1	Pandereta	224.2	227.1	224.3	224.1	224.9
M - 2	Pandereta	226.4	226.3	226.7	228.8	227.0
M - 3	Pandereta	230.1	231.1	229.7	229.7	230.2
M - 4	Pandereta	223.5	224.7	223.3	223.2	223.7
M - 5	Pandereta	222.2	223.6	224.2	222.4	223.1
M - 6	Pandereta	221.8	221.5	221.2	223.5	222.0
M - 7	Pandereta	221.8	223.4	221.7	221.4	222.1
M - 8	Pandereta	218.1	220.5	218.8	218.7	219.0
M - 9	Pandereta	224.6	224.4	222.9	222.9	223.7
M - 10	Pandereta	222.4	221.8	224.1	222.1	222.6
promedio					221.9	

	ANCHO (mm)				prom.
	1	2	3	4	
M - 1	110.1	112.1	108.3	110.0	110.1
M - 2	111.0	111.1	110.0	110.5	110.6
M - 3	110.7	110.9	110.5	110.2	110.5
M - 4	107.0	108.8	109.2	106.9	108.0
M - 5	110.5	109.9	109.2	109.3	109.7
M - 6	112.0	112.1	112.1	111.2	111.9
M - 7	112.6	113.1	113.1	111.7	112.6
M - 8	111.0	110.8	111.9	112.0	111.4
M - 9	112.7	112.9	112.7	112.2	112.6
M - 10	111.2	110.7	110.6	111.5	111.0
promedio					111.9

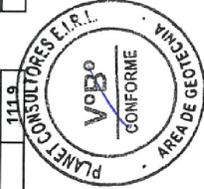
	ALTURA (mm)				prom.
	1	2	3	4	
M - 1	90.8	92.6	90.9	92.4	91.7
M - 2	93.8	93.4	93.3	93.1	93.4
M - 3	93.6	95.1	93.5	93.7	94.0
M - 4	92.1	91.5	91.4	93.4	92.1
M - 5	92.2	92.3	91.5	91.1	91.8
M - 6	93.6	93.4	93.1	93.4	93.4
M - 7	93.5	93.5	93.8	93.5	93.6
M - 8	93.4	92.7	92.8	93.4	93.1
M - 9	95.1	94.2	93.9	93.9	94.3
M - 10	93.2	93.4	94.3	93.9	93.7
promedio					93.6

*OBSERVACION: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE.

*NOTA 1:

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.

INGENIERO CIVIL
WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
Reg. CIP N° 146025



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.

INGENIERO CIVIL
JOSÉ ESTEBAN FERNÁNDEZ
LABORATORIO DE SUELOS



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

SOLICITANTE : VARA MENDOZA, JAIME PERCY
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA GEOMALLA BIAJIAL COMO REFUERZO EN MUROS CONFINADOS DE LADRILLO PANDERETA EN VIVIENDAS DE LIMA - 2019
 UBICACIÓN : URB. ESMERALDA II ETAPA, CALLE LAS MANZANAS, L1. 12, DISTRITO DE CARABAYLLO - LIMA
 FECHA DE RECEPCION : 01/10/2019
 FECHA DE EMISION : 07/10/2019
 REALIZADO POR : J.C.E.F.

DETERMINACION DE ALABEO EN LADRILLOS NTP 399.613

RESULTADO DE LAS MEDIDAS

MUESTRA	TIPO DE LADRILLO	CONCAVIDAD		PROM
		PRESENTA CONCAVIDAD (SI/NO)	CARA SUPERIOR (mm)	
M-1	Pandereta	si	1.0	1.0
M-2	Pandereta	si	1.0	0.9
M-3	Pandereta	No	0.0	0.03
M-4	Pandereta	si	0.9	0.9
M-5	Pandereta	si	0.7	0.7
M-6	Pandereta	si	0.3	0.3
M-7	Pandereta	si	0.4	0.4
M-8	Pandereta	si	0.5	0.5
M-9	Pandereta	No	0.0	0.03
M-10	Pandereta	No	0.0	0.03
PROMEDIO				0.49

PRESENTA CONCAVIDAD (SI/NO)	CONCAVIDAD (mm)		PROM
	CARA INFERIOR	CARA SUPERIOR	
SI	0.2	0.1	0.17
SI	0.2	0.1	0.17
SI	0.1	0.1	0.10
SI	0.2	0.1	0.17
SI	0.2	0.1	0.17
SI	0.1	0.1	0.10
SI	0.1	0.1	0.10
SI	0.1	0.3	0.20
SI	0.1	0.1	0.10
SI	0.2	0.3	0.20
PROMEDIO			0.15

*OBSERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE
 *NOTA:



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
 WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 146023



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
 WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 146023

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

SOLICITANTE : VARA MENDOZA JAIME PERCY
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA GEOMALLA BIAIXIAL COMO REFUERZO EN MUROS CONFINADOS DE LADRILLO PANDERETA EN VIVIENDAS DE LIMA - 2019
 UBICACIÓN : URB. ESMERALDA II ETAPA CALLE LAS MANZANAS Lt. 12, DISTRITO CARABAYLLO - LIMA
 FECHA DE RECEPCION : 01/10/2019
 FECHA DE EMISION : 07/10/2019
 REALIZO POR : J.C.E.F.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN EN LADRILLOS "NTP 399.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	TIPO DE LADRILLO	PESO SECO LADRILLO (gr)	PESO SATURADO EN AGUA FRIA (gr)	PORCENTAJE ABSORCION (%)
M-1	Pandereta	2096.25	2360.0	12.58
M-2	Pandereta	2126.24	2398.6	12.81
M-3	Pandereta	2094.37	2360.6	12.71
M-4	Pandereta	2116.12	2388.5	12.87
M-5	Pandereta	2096.08	2351.6	12.19
PROMEDIO		2105.8	2371.9	12.63

* OBSERVACION: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE.

* NOTA:

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.

WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146028



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.

JOSE C. ESCALANTE FERNANDEZ
DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

SOLICITANTE : VARA MENDOZA JAIME PERCY
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA GEOMALLA BIAIXIAL COMO REFUERZO EN MUROS CONFINADOS DE LADRILLO PANDERETA EN VIVIENDAS DE LIMA - 2019
 UBICACIÓN : URB. ESMERALDA II ETAPA , CALLE LAS MANZANAS, Lt. 12, DISTRITO DE CARABAYLLO - LIMA
 FECHA DE RECEPCION : 01/10/2019
 FECHA DE EMISION : 07/10/2019
 REALIZADO POR : J.C.E.F.

RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD EN LADRILLOS (FB) - NTP 399.613

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	TIPO DE LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M - 1	Pandereta	22.2	9.4	11.2	248.64	8126	32.68
M - 2	Pandereta	22.4	9.3	10.9	244.16	10734	43.96
M - 3	Pandereta	22.4	9.3	10.6	237.44	9910	41.74
M - 4	Pandereta	22.9	9.4	11.1	254.19	9127	35.91
M - 5	Pandereta	22.4	9.3	11.2	250.88	9510	37.91
PROMEDIO		22.46	9.34	11.00	247.06	9481.40	38.44

*OBRERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONAS POR EL CLIENTE

*NOTA 1:

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.

WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146028



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.

JOSE FRANCISCO FERNANDEZ
LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

SOLICITANTE : VARA MENDOZA JAIME PERCY
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA GEOMALLA BIAIXIAL COMO REFUERZO EN MUROS CONFINADOS DE LADRILLO PANDERETA EN VIVIENDAS DE LIMA - 2019
 UBICACIÓN : URB. ESMERALDA II ETAPA , CALLE LAS MANZANAS, Lt. 12, DISTRITO DE CARABAYLLO - LIMA
 FECHA DE RECEPCION : 01/10/2019
 FECHA DE EMISION : 20/11/2019
 REALIZADO POR : J.C.E.F.

RESISTENCIA A LA COMPRESION CUBOS DE MORTERO

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA CUBO DE MORTERO	TIPO DE MUESTRA	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M - 1	CUBO	5.0	5.0	5.0	25.00	3805	152.2
M - 2	CUBO	5.0	5.0	5.0	25.00	6018	240.7
M - 3	CUBO	5.0	5.0	5.0	25.00	5450	218.0
PROMEDIO		5.0	5.0	5.0	25.0	5091.0	203.6

*OBRERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONAS POR EL CLIENTE

*NOTA 1:

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
 WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 145028



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
 JOSE CESAR CALANTE FERNANDEZ
 INGENIERO DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

SOLICITANTE : VARA MENDOZA JAIME PERCY
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA GEOMALLA BIAXIAL COMO REFUERZO EN MUROS CONFINADOS DE LADRILLO PANDERETA EN VIVIENDAS DE LIMA - 2019
 UBICACIÓN : URB. ESMERALDA II ETAPA , CALLE LAS MANZANAS, Lt. 12, DISTRITO DE CARABAYLLO - LIMA
 FECHA DE RECEPCION : 01/10/2019
 FECHA DE EMISION : 20/11/2019
 REALIZADO POR : J.C.E.F.

RESISTENCIA A LA COMPRESION POR PILAS EN LADRILLOS (Fm) - NTP 399.613

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA PILA	TIPO DE LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
PILA M - 1	Pandereta	22.8	33.5	11.1	252.40	8454	33.5
PILA M - 2	Pandereta	22.6	33.4	11.0	249.28	11833	47.5
PILA M - 3	Pandereta	22.7	32.5	11.1	250.84	13596	54.2
PROMEDIO		22.7	33.1	11.1	250.8	11294.3	45.1

*OBRERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONAS POR EL CLIENTE
 *NOTA 1: JUNTAS DE 1.5 cm.

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
 WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 146028



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
 JOSE ESCOBAR FERNANDEZ
 DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

SOLICITANTE : VARA MENDOZA JAIME PERCY
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA GEOMALLA BIAXIAL COMO REFUERZO EN MUROS CONFINADOS DE LADRILLO PANDERETA EN VIVIENDAS DE LIMA - 2019
 UBICACIÓN : URB. ESMERALDA II ETAPA , CALLE LAS MANZANAS, Lt. 12, DISTRITO DE CARABAYLLO - LIMA
 FECHA DE RECEPCION : 01/10/2019
 FECHA DE EMISION : 20/11/2019
 REALIZADO POR : J.C.E.F.

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PILAS EN LADRILLOS CON GEOMALLA (Fm) - NTP 399.613

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA PILA	TIPO DE LADRILLO	LARGO cm	ANCHO cm	ALTO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
PILA M - 4	Pandereta	22.9	11.2	33.6	256.48	10692	41.69
PILA M - 5	Pandereta	22.5	11.1	33.3	249.75	12903	51.66
PILA M - 6	Pandereta	22.9	11.1	32.7	254.19	13120	51.61
PROMEDIO		22.7	11.1	33.2	253.47	12238.3	48.32

*OBRERVACION : LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONAS POR EL CLIENTE
 *NOTA 1: JUNTAS DE 1.5 cm.

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
 WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 145028



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
 ESCALANTE FERNANDO
 LABORATORIO



Anexo 03. Certificados de Calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-066-2019

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería
Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería
Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera " FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.
Tipo de equipo : Máquina Universal N° 2
Capacidad del equipo : 20,000 kgf ; 50,000 kgf; 10,000 kgf ; 5,000 kgf ; 100,000 kgf.
División de escala : 20 kgf; 100 kgf; 10 kgf ; 10 kgf ; 100 kgf.
Marca : TOKYOKOKI SEIZOSHO
N° de serie del equipo : 177 T 128
Código Interno UNI : MUNV-2
Panel digital : Analógico.
Número serie panel digital : N.I.
Procedencia : JAPAN.
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,8°C / 76%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19,8°C / 76%
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518
Número de páginas : 3
Fecha de calibración : 2019-06-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-06-19	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 64286

CMC-066-2019

Página 1 de 4

Resultados de medición

 Dirección de carga : Compresión Escala : 20000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	2000	2054	2092	2102	2083	-4,0	0,3
20	4000	4057	4084	4112	4084	-2,1	0,2
30	6000	6045	6092	6010	6049	-0,8	0,1
40	8000	8045	7992	8006	8014	-0,2	0,1
50	10000	10056	10011	10003	10024	-0,2	0,1
60	12000	12043	11996	11998	12012	-0,1	0,1
70	14000	13945	13991	13998	13978	0,2	0,1
80	16000	15931	15905	15989	15942	0,4	0,1

 Dirección de carga : Compresión Escala : 50000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	5000	5057	5101	5041	5066	-1,3	0,2
20	10000	10121	10120	10102	10114	-1,1	0,2
30	15000	15137	15107	15071	15105	-0,7	0,1
40	20000	20138	20157	20160	20152	-0,8	0,1
50	25000	25284	25241	25172	25232	-0,9	0,1
60	30000	30173	30154	30059	30129	-0,4	0,1
70	35000	35211	35183	35102	35165	-0,5	0,1
80	40000	40173	40222	40130	40175	-0,4	0,1



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión Escala : 10000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	1000	1055	1058	1019	1044	-4,2	0,3
20	2000	2017	2006	1964	1996	0,2	0,1
30	3000	3065	3061	2962	3029	-1,0	0,2
40	4000	4024	4014	4043	4027	-0,7	0,1
50	5000	4990	4968	5013	4990	0,2	0,1
60	6000	5973	5964	5961	5966	0,6	0,1
70	7000	7020	6939	7014	6991	0,1	0,1
80	8000	7976	7935	7960	7957	0,5	0,1

0

Dirección de carga : Compresión Escala : 5000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	500	527	533	522	527	-5,2	0,3
20	1000	986	980	951	972	2,9	0,2
30	1500	1586	1525	1466	1526	-1,7	0,2
40	2000	1982	1960	1956	1966	1,7	0,2
50	2500	2481	2491	2489	2487	0,5	0,1
60	3000	2966	3020	3007	2998	0,1	0,1
70	3500	3465	3465	3508	3479	0,6	0,1
80	4000	3970	3962	3983	3972	0,7	0,1



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Escala : 100000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso (kgf)	2º ascenso (kgf)	3º ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	10000	10392	10462	10329	10394	-3,8	0,4
20	20000	20220	20198	20204	20207	-1,0	0,2
30	30000	30133	29952	29925	30003	0,0	0,1
40	40000	39904	39790	39782	39825	0,4	0,1
50	50000	49695	49650	49765	49703	0,6	0,1
60	60000	59356	59320	59414	59364	1,1	0,2
70	70000	69275	69145	69099	69173	1,2	0,2
80	80000	78988	79091	79124	79067	1,2	0,2

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado





Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 7893 - 2019

Humedad Relativa	73,9 %	7
------------------	--------	---

Página : 1 de 5

PROFORMA : 2861A

Fecha de emisión: 2019 - 09 - 30

SOLICITANTE: PLANET CONSULTORES E.I.R.L

Dirección : Av. Calle 30 Mzaj W1 Lote. 6 Urb. El Alamo Lima - Lima - Comas.

EQUIPO : Marca : Modelo : **HORNO**
 N° de Serie :TECNICAS
 Tipo de Ventilación :STHX-3A
 Procedencia :130777
 Identificación :Natural
INSTRUMENTO DE MEDICION : No Indica
 Marca :006
 Alcance :TERMOMETRO DIGITAL
 Resolución :AUTOCOMPACT
TIPO DE CONTROLADOR :110 °C
 Marca :0,1 °C
 Alcance :DIGITAL
 Resolución :AUTOCOMPACT
 Fecha de Calibración :110 °C
 Ubicación :0,1 °C
 2019 - 09 - 30
 SALA DE ENSAYOS

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de Instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o Internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACION

Instalaciones de PLANET CONSULTORES E.I.R.L

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,0 °C	20,2 °C

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este Instrumento, ni de una Incorrecta Interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Páucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado: TC - 7893 - 2019

Página: 2 de 5 TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
----------------------	-------------------	----------------------------

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital - 200 °C a 400 °C	LT-247-2018
--	---	-------------

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra								
110 °C ± 5 °C	110	40 min	80 min	50 %	ARENA Y PIEDRAS								
Tiempo (hh:mm)	Termómetro	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} [®] (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
	Horno (°C)	Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		

0:00	110,0	109,1	110,5	107,6	110,9	110,5	111,5	109,0	111,1	112,5	110,3	110,3	4,9
0:02	110,0	109,1	110,6	107,6	111,0	110,8	111,4	109,1	111,1	112,6	110,4	110,4	5,1
0:04	110,0	109,1	110,6	107,6	111,0	110,8	111,4	109,1	111,1	112,6	110,4	110,4	5,1
0:06	110,0	109,1	110,6	107,6	111,1	110,7	111,6	109,0	111,0	112,6	110,3	110,4	5,0
0:08	110,0	109,1	110,6	107,6	111,1	110,7	111,6	109,0	111,0	112,6	110,3	110,4	5,0
0:10	110,0	109,1	110,6	107,6	111,2	110,7	111,7	109,1	111,0	112,6	110,3	110,4	5,0
0:12	110,0	109,1	110,6	107,6	111,2	110,7	111,7	109,1	111,0	112,6	110,3	110,4	5,0
0:14	110,0	109,2	110,7	107,7	111,0	110,6	111,5	108,9	111,1	112,6	110,5	110,4	5,0
0:16	110,0	109,2	110,7	107,7	111,0	110,6	111,5	108,9	111,1	112,6	110,5	110,4	5,0
0:18	110,0	109,1	110,6	107,6	111,1	110,7	111,6	109,0	111,1	112,6	110,4	110,4	5,1
0:20	110,0	109,1	110,6	107,6	111,1	110,7	111,6	109,0	111,1	112,6	110,4	110,4	5,1
0:22	110,0	109,1	110,6	107,6	111,1	110,9	111,5	108,9	111,1	112,7	110,3	110,4	5,0
0:24	110,0	109,1	110,6	107,6	111,1	110,9	111,5	108,9	111,1	112,7	110,3	110,4	5,0
0:26	110,0	109,1	110,5	107,6	111,1	110,7	111,7	109,0	111,1	112,7	110,4	110,4	5,1
0:28	110,0	109,1	110,5	107,6	111,1	110,7	111,7	109,0	111,1	112,7	110,4	110,4	5,1
0:30	110,0	109,2	110,7	107,7	111,1	110,7	111,6	108,9	111,0	112,6	110,4	110,4	4,9
0:32	110,0	109,2	110,7	107,7	111,1	110,7	111,6	108,9	111,0	112,6	110,4	110,4	4,9
0:34	110,0	109,1	110,5	107,7	111,1	110,7	111,5	109,0	110,9	112,6	110,4	110,3	4,9
0:36	110,0	109,1	110,5	107,7	111,1	110,7	111,5	109,0	110,9	112,6	110,4	110,3	4,9
0:38	110,0	109,0	110,5	107,6	111,1	110,7	111,5	109,0	110,9	112,6	110,4	110,3	5,1
0:40	110,0	109,0	110,5	107,6	111,1	110,7	111,5	109,0	110,9	112,6	110,4	110,3	5,1
0:42	110,0	109,1	110,5	107,7	111,0	110,6	111,5	109,0	111,1	112,6	110,4	110,3	5,0
0:44	110,0	109,1	110,5	107,7	111,0	110,6	111,5	109,0	111,1	112,6	110,4	110,3	5,0
0:46	110,0	109,2	110,7	107,7	111,0	110,6	111,5	109,1	111,1	112,6	110,4	110,4	4,9
0:48	110,0	109,2	110,7	107,7	111,0	110,6	111,5	109,1	111,1	112,6	110,4	110,4	4,9
0:50	110,0	109,2	110,8	107,6	111,2	110,8	111,7	109,1	111,2	112,6	110,4	110,5	5,0
0:52	110,0	109,2	110,8	107,6	111,2	110,8	111,7	109,1	111,2	112,6	110,4	110,5	5,0
0:54	110,0	109,1	110,6	107,7	111,1	110,7	111,7	109,2	111,2	112,7	110,5	110,5	5,0
0:56	110,0	109,1	110,6	107,7	111,1	110,7	111,7	109,2	111,2	112,7	110,5	110,5	5,0
0:58	110,0	109,1	110,6	107,7	111,0	110,6	111,5	109,2	111,0	112,6	110,4	110,4	5,0
1:00	110,0	109,1	110,6	107,7	111,0	110,6	111,5	109,2	111,0	112,6	110,4	110,4	5,0
T. PROM [®]	110,0	109,1	110,6	107,6	111,1	110,7	111,6	109,0	111,1	112,6	110,4		
T. MAX [®]	110,0	109,2	110,8	107,7	111,2	110,9	111,7	109,2	111,2	112,7	110,5		
T. MIN [®]	110,0	109,0	110,5	107,6	110,9	110,5	111,4	108,9	110,9	112,5	110,3		
DTT [®]	0,0	0,2	0,3	0,1	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2		

Certificado: TC - 7893 - 2019

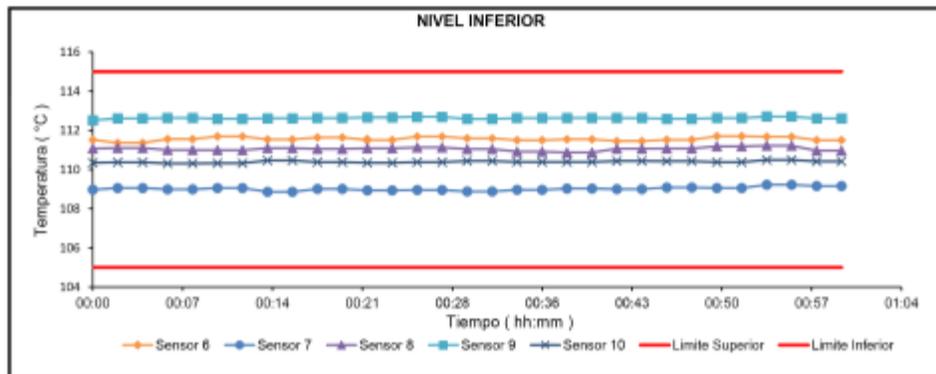
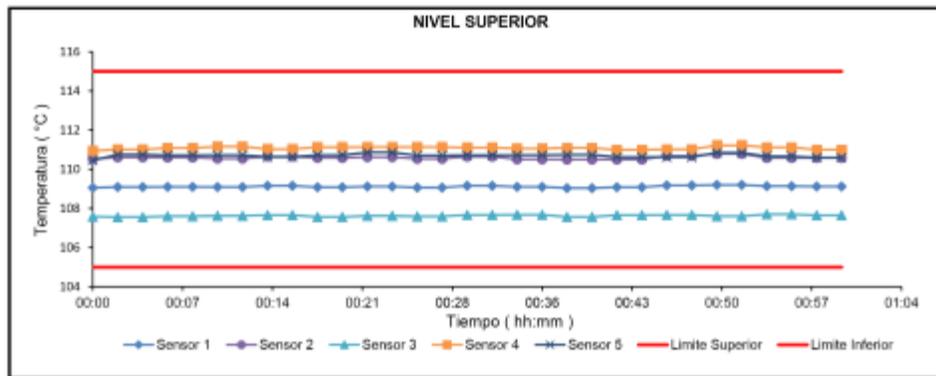
Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

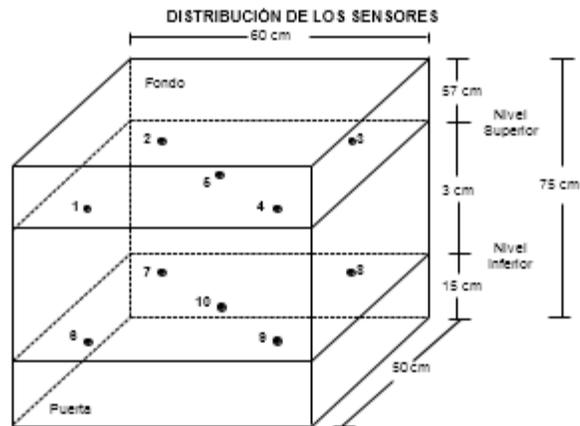
DE MEDICION

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,7	0,3
Mínima Temperatura Medida	107,6	0,4
Desviación Temperatura en el Tiempo	0,4	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	5,0	0,3
Estabilidad Medida (±)	0,20	0,04
Uniformidad Medida	5,1	0,3

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura



- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 5 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales y a 7 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,1 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 7888 - 2019

PROFORMA : 2861A Fecha de emisión : 2019-09-30 Página : 1 de 2

SOLICITANTE: PLANET CONSULTORES E.I.R.L

Dirección : Av. Calle 30 Mza. W1 Lote. 8 Urb. El Álamo Lima - Lima - Comas.

INSTRUMENTO DE MEDICION : PRENSA HIDRAULICA

Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

Marca : ELE
Modelo : 36-0735/06
Serie : 140800027
Alcance : 1555 kN
Resolución : 0,1 kN :
Procedencia : U.S.A.
Identificación : 0003
Ubicación : Sala de Ensayos

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Fecha de Calibración : 2019-09-30

LUGAR DE CALIBRACION

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Instalaciones de PLANET CONSULTORES E.I.R.L

METODO DE CALIBRACION

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 " Procedimiento Interno de Calibración de Prensas, Celdas y Anillos de Carga".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,6 °C	21,6 °C
HUMEDAD RELATIVA	61,0%	62,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una Incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento. El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. *Nicolas Ramos Paucar*

Gerente Técnico.

CFP :0316

Certificado : TC - 7888 - 2019

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Manómetro Digital 700 bar TEST & CONTROL	CELDA ANYLOAD	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (KN)	Indicación del Patrón (KN)	Error (KN)	Incertidumbre (KN)
100,00	96,97	-3,03	0,10
200,00	196,41	-3,59	0,10
300,00	299,62	-0,38	0,10
400,00	401,38	1,38	0,10
500,00	503,72	3,72	0,10
600,00	603,50	3,50	0,10
700,00	703,90	3,90	0,10
800,00	805,30	5,30	0,10
900,00	905,60	5,60	0,10
1500,00	1505,30	5,30	0,10

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 7894 - 2019

PROFORMA : 2861A Fecha de emisión: 2019-09-30

SOLICITANTE : PLANET CONSULTORES E.I.R.L
Dirección : AV. CALLE 30 MZA. W1 LOTE. 8 URB. EL ALAMO LIMA - LIMA - COMAS.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA
Tipo : ELECTRONICA
Marca : OHAUS
Modelo : CS200
N° de Serie : No Indica
Capacidad Máxima : 200 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 2 g
Procedencia : CHINA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : 0
Variación de ΔT Local Fecha de Calibración : 3 °C : 2019-09-30

Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de PLANET CONSULTORES E.I.R.L

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM INACAL.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico CFP: 0316

Certificado de Calibración TC - 7894 - 2019 TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
--------------	-------------------	----------------------------

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-2424-2019 Abril 2019
--	--	----------------------------

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

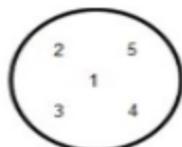
Ajuste de Cero	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Cursor	No Tiene
Plataforma	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	20,1 °C
Humedad Relativa	72 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	100,0	100,1	0,01	0,14	1	200,0	200,0	0,02	0,03
2		100,1	0,01	0,14	2		200,1	0,02	0,13
3		100,0	0,01	0,04	3		200,1	0,01	0,14
4		100,1	0,01	0,14	4		200,1	0,01	0,14
5		100,1	0,02	0,13	5		200,1	0,01	0,14
6		100,1	0,02	0,13	6		200,1	0,01	0,14
7		100,0	0,02	0,03	7		200,1	0,01	0,14
8		100,0	0,02	0,03	8		200,1	0,01	0,14
9		100,0	0,02	0,03	9		200,1	0,02	0,13
10		100,1	0,02	0,13	10		200,1	0,01	0,14
E _{max} - E _{min} (g)				0,11	E _{max} - E _{min} (g)				0,11
error máximo permitido (±g)				0,20	error máximo permitido (±g)				0,20

Certificado de Calibración
TC - 7894 - 2019



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	73 %	72 %

N°	Determinación de Error E _o				Determinación de Error Corregido E _c					e.m.p. (±g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	2,0	2,0	0,01	0,04	70,0	70,0	0,01	0,04	0,00	0,20
2		2,0	0,01	0,04		70,0	0,01	0,04	0,00	
3		2,0	0,01	0,04		70,0	0,01	0,04	0,00	
4		2,0	0,02	0,03		70,1	0,02	0,13	0,10	
5		2,0	0,01	0,04		70,1	0,01	0,14	0,10	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
----------	---------	-------



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (=g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
	1,0	1,0	0,01	0,04					
2,0	2,0	0,01	0,04	0,00	2,0	0,01	0,04	0,00	0,10
5,0	50,0	0,01	45,04	45,00	50,0	0,01	45,04	45,00	0,10
10,0	10,0	0,02	0,03	-0,01	10,0	0,02	0,03	-0,01	0,10
20,0	20,1	0,01	0,14	0,10	20,1	0,01	0,14	0,10	0,10
40,0	40,0	0,02	0,03	-0,01	40,0	0,02	0,03	-0,01	0,10
50,0	50,1	0,01	0,14	0,10	50,1	0,01	0,14	0,10	0,10
70,0	70,1	0,02	0,13	0,09	70,1	0,02	0,13	0,09	0,20
80,0	80,0	0,01	0,04	0,00	80,0	0,01	0,04	0,00	0,20
100,0	100,1	0,01	0,14	0,10	100,1	0,01	0,14	0,10	0,20
200,0	200,1	0,01	0,14	0,10	200,1	0,01	0,14	0,10	0,20

Donde:

I : Indicación de la balanza

ΔL : Carga adicional

Eo : Error en cero

R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)

E : Error del instrumento

Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	:	$R_{corregida} = R - 6,79 \times 10^{-4} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{4,49 \times 10^{-4} \times R^2 + 2,58 \times 10^{-4} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 198,2 g para una carga de valor nominal 200 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



**SALIDA DE MATERIAL / EQUIPO
N° 001/2019**

Por el presente, hacemos constar que el Sr. JAIME PERCY VARA MENDOZA, DNI N° 10685525, está autorizado a retirar - EN CALIDAD DE DONACIÓN - del Campus Universitario el siguiente material:

8 mts. de GEOMALLA BIAxIAL, de 4 mts de ancho x 2 mts de largo, material de polipropileno.

San Miguel, Octubre 15, 2019


Ing. Daniel Torrealva Dávila
Jefe del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas




Sr. Jaime Percy Vara Mendoza
DNI N° 10685525