



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del refuerzo con mallas vegetales y madera de arriostre
para aumentar propiedades mecánicas en muros de adobe en
viviendas, Canta 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Aguilar Salazar, Elmer (ORCID: 0000-0003-0343-2792)

ASESOR:

Mg. Benites Zuñiga, Jose Luis (ORCID:0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, por bendecirme en la vida, a mis padres y mis hermanos por ser una fuente de inspiración brindándome su amor y apoyo incondicional, a mis amigos que me apoyaron en este camino, y mis asesores por su incansable colaboración.

Agradecimiento

Agradezco a mis padres Gilberto y Angélica por guiarme en mi camino, a mis hermanos y amigos, que me alientan y me motivan a ser mejor persona cada día.

Índice de contenidos

| | |
|--|------------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas | v |
| Índice de figuras | vii |
| Resumen | viii |
| Abstract | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 8 |
| III. METODOLOGÍA | 47 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 47 |
| 3.2. Variables, operacionalización | 49 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 51 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 52 |
| 3.5. Procedimientos | 54 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 56 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 56 |
| IV. RESULTADOS | 57 |
| V. DISCUSIÓN | 100 |
| VI. CONCLUSIONES | 105 |
| VII. RECOMENDACIONES | 108 |
| REFERENCIAS | 109 |
| ANEXOS | 120 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tipos de falla y agrietamientos..... | 28 |
| Tabla 2. Procedimientos..... | 55 |
| Tabla 3. Clima de Canta..... | 58 |
| Tabla 4. Clasificación del suelo, Villegas y Esquivel | 69 |
| Tabla 5. Clasificación del suelo, Valle | 70 |
| Tabla 6. Tabla de evolución del daño MSR P E..... | 79 |
| Tabla 7. Tabla de evolución del daño MCR30 P E..... | 80 |
| Tabla 8. Tabla de evolución del daño MCR20 P E..... | 81 |
| Tabla 9. Evolución del daño del MSR D N | 82 |
| Tabla 10. Evolución del daño del MCR D N | 83 |
| Tabla 11. Evolución de daño del MSR D E | 84 |
| Tabla 12. Evolución del daño del MCR D E | 85 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Etemenanki zigurat de la cultura de Sumeria..... | 23 |
| Figura 2. Elección de una buena tierra para hacer adobe..... | 25 |
| Figura 3. Zonas sísmicas del Perú..... | 27 |
| Figura 4. Criterios de configuración de arriostre..... | 29 |
| Figura 5. Colocación y Traslape de las mallas..... | 30 |
| Figura 6. Fijación de la malla longitudinal y sus conectores..... | 31 |
| Figura 7. Colocación de la driza encima de la viga collar..... | 32 |
| Figura 8. Ensayo de Límite Líquido..... | 33 |
| Figura 9. Ensayo de Límite Plástico..... | 34 |
| Figura 10. Prueba cinta de barro..... | 34 |
| Figura 11. Procedimiento prueba "Resistencia seca"..... | 35 |
| Figura 12. Curva granulométrica..... | 36 |
| Figura 13. Análisis granulométrico por hidrómetro..... | 37 |
| Figura 14. Ensayo de cubos a compresión..... | 38 |
| Figura 15. Ensayo de resistencia del mortero a tracción..... | 39 |
| Figura 16. Ensayo de pilas a compresión..... | 39 |
| Figura 17. Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta..... | 40 |
| Figura 18. Ensayo de tracción del PET..... | 41 |
| Figura 19. Elaboración de sogas PET como refuerzo..... | 42 |
| Figura 20. Métodos para hallar la fluencia..... | 42 |
| Figura 21. Actuador electro - hidráulico..... | 43 |
| Figura 22. Laso histerético y medida de disipación de energía..... | 44 |
| Figura 23. Modelo elasto-plástico..... | 45 |
| Figura 24. Mapa Político del Perú..... | 57 |

| | |
|--|----|
| Figura 25. Ubicación geográfica de Lima | 57 |
| Figura 26. Distribución geográfica de Canta | 58 |
| Figura 27. Muro típico investigación 1 | 63 |
| Figura 28. Desplazamientos del muro..... | 65 |
| Figura 29. Análisis granulométrico, Villegas y Esquivel | 68 |
| Figura 30. Análisis granulométrico, Valle | 68 |
| Figura 31. Límites de Atterberg | 70 |
| Figura 32. Compresión de cubos | 71 |
| Figura 33. Tracción directa del mortero..... | 72 |
| Figura 34. Compresión axial en pilas de adobe | 73 |
| Figura 35. Módulo de elasticidad..... | 74 |
| Figura 36. Compresión diagonal de muretes..... | 75 |
| Figura 37. Tracción directa de los refuerzos | 76 |
| Figura 38. Esfuerzo cortante Villegas y Esquivel | 77 |
| Figura 39. Esfuerzo cortante de los muros a escala natural | 78 |
| Figura 40. Esfuerzo cortante de los muros a escala reducida..... | 78 |
| Figura 41. Evolución del daño del MSR P E..... | 79 |
| Figura 42. Evolución del daño del MCR30 P E | 80 |
| Figura 43. Evolución del daño del MCR20 P E | 81 |
| Figura 44. Evolución del daño del MSR D N | 82 |
| Figura 45. Evolución del daño del MCR D N..... | 83 |
| Figura 46. Evolución del daño del MSR D E | 85 |
| Figura 47. Evaluación del daño del MCR D E | 86 |
| Figura 48. Comportamiento histerético del MSR P E..... | 87 |
| Figura 49. Comportamiento histerético del MCR30 P E..... | 88 |

| | |
|--|----|
| Figura 50. Comportamiento histerético del MCR20 P E..... | 89 |
| Figura 51. Comportamiento histerético del MSR D N..... | 90 |
| Figura 52. Comportamiento histerético del MCR D N | 91 |
| Figura 53. Comportamiento histerético del MSR D E..... | 92 |
| Figura 54. Comportamiento histerético del MCR D E..... | 93 |
| Figura 55. Energía disipada en muros de escala reducida | 94 |
| Figura 56. Energía disipada en muros de escala natural | 95 |
| Figura 57. Energía disipada en muros de escala reducida | 96 |
| Figura 58. Degradación de rigidez lateral, Villegas y Esquivel 2019..... | 96 |
| Figura 59. Degradación de rigidez lateral, Valle 2019..... | 97 |
| Figura 60. Ductilidad máxima por desplazamiento..... | 97 |
| Figura 61. Ductilidad, Villegas y Esquivel 2019..... | 98 |
| Figura 62. Ductilidad, Valle 2019..... | 99 |

Resumen

La construcción de viviendas de adobe en el Perú presenta características empíricas dentro de su proceso constructivo, sin sustento por parte de personal calificado que lo hace sísmicamente vulnerable, partiendo de esta problemática se tuvo como objetivo, evaluar la influencia del refuerzo de PET reciclado o drizas en las propiedades mecánicas en muros de adobe.

La metodología empleada dentro del enfoque cuantitativo, la investigación es de tipo no experimental de corte transversal y muestra 7 muros de adobe, donde se empleó un análisis comparativo de dos tesis propuestas, asimismo se discutió las conclusiones a partir de los ensayos realizados bajo el protocolo FEMA 461 en el laboratorio por los investigadores. De los resultados se obtiene, que la configuración del refuerzo y las características del muro son determinantes al momento de evaluar las propiedades mecánicas, el comportamiento histerético, la disipación de la energía, degradación de la rigidez y la ductilidad.

Se logró determinar que el fuerza con mallas de PET reciclado o drizas, ayudan a mejorar considerablemente las propiedades de los muros reforzados, a su vez cuando presentan características como vanos o cargas verticales reducen sus cualidades. Las cargas verticales puntuales causan discontinuidad y saltos en el momento de la respuesta.

Palabras clave: Refuerzo, mallas, propiedades mecánicas, histéresis.

Abstract

The construction of adobe houses in Peru has empirical characteristics within its construction process without sustenance by qualified personnel, which makes it seismically vulnerable based on this problem. The objective was to evaluate the influence of recycled PET reinforcement or halyards on the mechanical properties of adobe walls.

The methodology used within the quantitative approach, the research is of a non-experimental cross-sectional type and shows 7 adobe walls, where a comparative analysis of two proposed theses was used, and the conclusions from the tests carried out under the protocol were discussed. FEMA 461 in laboratory by researchers. From the results, it is obtained that the configuration of the reinforcement and the characteristics of the wall are determining when evaluating the mechanical properties, as well as the hysterical behavior, the dissipation of energy, degradation of stiffness and ductility.

It was possible to determine that the force with recycled PET meshes or halyards, help to considerably improve the properties of reinforced walls, in turn when they present characteristics such as spans or vertical loads reduce their qualities. Point vertical loads cause discontinuity and jumps at the time of response.

Key words: Reinforcement, meshes, mechanical properties, hysteresis.

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemoriales los seres humanos han tenido la necesidad de buscar refugios contra los agentes externos que puedan dañar su integridad, es decir un lugar donde habitar y protegerse, cuando el hombre se volvió sedentario buscó un lugar donde cobijarse y tuvo como primera alternativa las cuevas, después se edificaron refugios con técnicas más sofisticadas, con el paso del tiempo se fue transformando y dio pase a construcciones de adobe que podemos ver en pleno siglo XXI. En el mundo entero se encuentran restos arqueológicos de civilizaciones que usaron ladrillo no cocido para edificar sus plazas, centros, templos y toda su arquitectura.

En la actualidad, se considera que a nivel mundial más del 15 % de los habitantes del mundo vive en construcciones de tierra, las cuales presentan resistencias bajas ante excitaciones externas, a esto, se suman las diferentes prácticas y técnicas con la que se desarrollaron estas estructuras; ya que no se tomaron en consideración las recomendaciones para realizar este tipo construcciones y así presenten un comportamiento sismorresistente. Alrededor del mundo existen más de 100 normas que tratan de regular las construcciones de tierra, países como España, Francia, Irán, India, China entre otros, que en base a sus investigaciones han realizado normas con la finalidad de estandarizar este tipo de construcciones, teniendo en consideración las vulnerabilidades que presentan las construcciones de tierra sin refuerzo.

A nivel continental considerando que estamos dentro de una zona altamente sísmica y la cantidad de desastres naturales que ocurren en esta parte del hemisferio, existen esfuerzos de diversos países que buscaron una solución técnica para normalizar esta clase de edificaciones, con lo cual, han dado lugar a nuevos procesos constructivos y refuerzos de estas estructuras. Se debe considerar que estas construcciones son accesibles a la mayoría de hogares, al presentar un costo considerablemente bajo en comparación con otra clase de edificaciones, este es el principal motivo por el cual muchas personas de diversos países realizan autoconstrucciones de adobe sin ningún sustento técnico, las cuales al ser sometido a excitaciones externas han colapsado parcial o totalmente, generando

así, lesiones leves, lesiones graves e incluso muertes. Los países como Estados Unidos de Norte América, Canadá, México, Brasil, Perú entre otros, han implementado normativas que dan las directrices para construir y reforzar, a fin de mitigar las fallas que presentan estas estructuras.

Considerando la problemática a nivel nacional, en el Perú el Gobierno a través del Ministerio de viviendas, construcción y saneamiento, publicó la Norma E.080 "Diseño y construcción con tierra reforzada", la cual nos ofrece las directrices y recomendaciones al realizar este tipo de estructuras, además de ciertas configuraciones y materiales de refuerzos a usar con la finalidad de reducir la vulnerabilidad sísmica que presentan estas construcciones. Se considera el factor económico el principal agente para realizar construcciones de ladrillo no cocido en nuestro territorio, además estas presentan características de construcción empíricas, sin ningún sustento ni asesoramiento técnico por parte del personal calificado, al no tener criterios de una edificación sismorresistente son más vulnerables, así lo demostró el terremoto de Ica en el 2007, que causó alrededor de 600 muertes. De acuerdo con cifras del INEI en su informe final de reconstrucción, más de 5200 viviendas quedaron totalmente destruidas, alrededor 23 600 viviendas resultaron severamente dañadas y un total de 116 700 de viviendas quedaron afectadas por el terremoto, de los cuales el 65.20% eran de adobe o tapia pisada, esto nos dio un panorama claro de lo que tenemos que tener en cuenta al momento de reforzar las estructuras existentes en la actualidad, para así no tener pérdidas humanas ni materiales.

El INEI en el censo del 2017, nos da una cifra de 2 148 494 viviendas de adobe o tapial en el Perú, estas construcciones son muy vulnerables ante movimientos telúricos y los cuales involucran alrededor de 14 millones de habitantes. A esto se puede decir que estamos propensos a sufrir terremotos y otros desastres naturales que azotan a nuestro país, en la localidad de Canta se siguen construyendo en su gran mayoría edificaciones con este tipo de material, el principal motivo que conlleva para construir una edificación de estas características es el factor económico. Estando muy propensos a sufrir colapsos parciales o totales que pueden presentar diversos riesgos para la vida, el cuerpo y salud de los habitantes.

Dada la coyuntura actual (COVID-19), no se llevó a cabo la investigación experimental, por la inmovilización obligatoria decretada por el gobierno donde solo los servicios de primera necesidad se mantuvieron operando; por lo tanto, no se obtuvo datos de laboratorio al no estar prestando servicios al público, el planteamiento inicial (refuerzo con mallas vegetales y madera de arriostre) no fue abordado, al no existir laboratorios para realizar los ensayos nos apoyamos en otras investigaciones que se asemejan a nuestros objetivos planteados, para de esta manera describir el comportamiento de una estructura reforzada.

Para este fin, se plantearon dos sistemas de refuerzos estructurales a muros de adobes en viviendas, con fin de mitigar las fallas comunes que presentan las construcciones de adobe y así salvaguardar la integridad de las personas y animales que habitan en esta clase de estructuras, así como el lugar donde habitan. A esta investigación le anteceden estudios con diferentes materiales de refuerzo y diversas configuraciones, las cuales aumentan sus propiedades mecánicas cuando son sometidos a ensayos pseudo-estáticos y pueden ser usados como refuerzos en estructuras existentes como en futuras edificaciones de tierra.

Los refuerzos en su mayoría presentan un costo elevado por metro cuadrado, para lo cual los investigadores propusieron alternativas de refuerzo que los propios pobladores pueden realizar, dicho refuerzo fue de configuración tipo malla con PET reciclado, convertido en sogas a través de un proceso artesanal y en otra investigación refuerzo con sogas con configuración de malla, se realizó un análisis documental con dos tipos de refuerzo y así verificar cual es modelo más óptimo para reforzar estas estructuras.

Formulación del problema, para esta investigación se analizó dos tipos diferentes de refuerzos en viviendas de adobe, puesto que estas estructuras son muy vulnerables, porque poseen propiedades mecánicas inferiores en comparación con otros tipos de estructuras, además en las construcciones insitu no siguieron las recomendaciones de las normas y/o manuales durante el proceso constructivo, para lo cual tenemos que buscar alternativas de solución ante las vulnerabilidades que padece nuestro país, el reforzamiento de las estructuras existentes con nuevos

modelos que sean eficientes estructuralmente y económicamente viable para los pobladores. A su vez, existen investigaciones con diversos tipos de refuerzos que han proporcionado alternativas de solución para esta clase estructuras.

Problema general

¿Cómo influye el refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en las propiedades mecánicas en muros de adobe en viviendas?

Problema específico 1

¿Cómo influye el refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en el comportamiento histerético en muros de adobe en viviendas?

Problema específico 2

¿Cómo influye el refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en la disipación de la energía en muros de adobe en viviendas?

Problema específico 3

¿Cómo influye el refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en la degradación de la rigidez en muros de adobe en viviendas?

Problema específico 4

¿Cómo influye el refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en la ductilidad en muros de adobe en viviendas?

Justificación del estudio, esta investigación es conveniente, porque pretende dar una alternativa de solución a las construcciones de adobe existentes, teniendo en consideración la necesidad del refuerzo de estas estructuras, ya que, son vulnerables a un evento sísmico. En la investigación se enfocó en analizar 2 tipos de refuerzos (sogas de PET y drizas) compuestos por diferentes configuraciones. Se realizó una comparación sobre la alternativa de solución que es más óptima al momento de reforzar estructuralmente las construcciones de adobe. Se justificará este proyecto de las siguientes maneras:

Justificación técnica, esta investigación logró contribuir con la diversa gama de refuerzos existentes, realizados de acuerdo al material, configuración y características del muro, para tal fin los resultados al compararlos nos mostraron datos de propiedades mecánicas, comportamiento histerético, energía, rigidez, así como ductilidad.

Justificación económica, las propuestas que se analizaron fueron económicamente viables en comparación a otras técnicas que presentan un costo considerable, el refuerzo con drizas tienen un costo razonable los cuales son muy accesibles a cualquier persona. El refuerzo con tereftalato de polietileno reciclado presentó un costo menor que las drizas; porqué es de material reciclado y su proceso de fabricación es de manera artesanal, reduciendo cualquier tipo de costo para su elaboración.

Justificación teórica, esta investigación generó nuevas directrices al analizar el tipo de material y la configuración que componen el refuerzo, para aumentar las propiedades mecánicas mediante el uso de PET reciclado y drizas a fin mitigar las fallas existentes por agentes externos.

Justificación ambiental, la investigación ayudó a contribuir con el medio ambiente porque ayuda a reciclar el PET el cual sirve para realizar sogas en un proceso artesanal y utilizarlo como refuerzo, generando así mitigación de la contaminación ambiental.

Objetivos, es el enunciado claro y preciso que permite plasmar lo que queremos lograr, alcanzar o conseguir, es decir, buscar una finalidad del cual conseguimos dar respuestas al problema planteado. Los objetivos fueron las directrices a donde nos dirigimos con la investigación, teniendo en cuenta lo que queremos investigar, las acciones que debemos tomar para verificar y obtener resultados en base a los problemas planteados. Para esta investigación se realizó un análisis documental, a fin de realizar un análisis explicativo de las configuraciones de los refuerzos usados, así como las características de los muros, a fin de estudiar que material de refuerzo y configuración es más eficiente.

Objetivo General

Evaluar la influencia del refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en las propiedades mecánicas en muros de adobe en viviendas.

Objetivo específico 1

Evaluar la influencia del refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en el comportamiento histerético en muros de adobe en viviendas.

Objetivo específico 2

Evaluar la influencia del refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en la disipación de la energía en muros de adobe en viviendas.

Objetivo específico 3

Evaluar la influencia del refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en la degradación de la rigidez en muros de adobe en viviendas.

Objetivo específico 4

Evaluar la influencia del refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en la ductilidad en muros de adobe en viviendas.

Hipótesis, es una conjetura o presunción que puede ser verdadera o falsa y debe ser determinada mediante su validez, tanto por los hechos o fenómenos de la realidad estudiada. En síntesis, es la explicación supuesta de ciertas afirmaciones que pueden determinarse como verdaderas o falsas. La explicación sobre la hipótesis es relacionada directamente con las variables planteando una conjetura o argumento explicándolos con los resultados de los ensayos realizados por los investigadores.

Hipótesis general

El refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas mejora las propiedades mecánicas en muros de adobe en viviendas.

Hipótesis específica 1

El refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas mejora el comportamiento histerético en muros de adobe en viviendas.

Hipótesis específica 2

El refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas mejora la disipación de la energía en muros de adobe en viviendas.

Hipótesis específica 3

El refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas mejora la degradación de la rigidez en muros de adobe en viviendas.

Hipótesis específica 4

El refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas mejora la ductilidad en muros de adobe en viviendas.

II. MARCO TEÓRICO

Condor y Molina (2019), en la tesis que publicó para la obtención de su título de ingeniero civil titulada **“Reforzamiento estructural de muros de adobe y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural Hotel comercio “El Cordano” – Patrimonio Cultural Lima – Perú” de la Universidad San Martín de Porres** tuvo como **objetivo de investigación** evaluar el reforzamiento estructural con la aplicación de la geomalla biaxial y cómo influye su aplicación en los esfuerzos de tracción, esfuerzos de corte y los desplazamientos en los muros de adobe según el sistema de modelamiento ETABS, su **tipo de diseño** fue cuantitativa; ya que, se usaron datos medibles de acuerdo al modelamiento y un diseño de investigación no experimental, la **población** tomada para esta investigación fue el centro histórico de Lima y la **muestra** se indicó al Hotel comercio “El Cordano”. En las **técnicas e instrumentos** se contaron con herramientas y programas como Microsoft Excel para elaboración de cuadros, gráficas estadísticas, el programa ETABS para el modelamiento del proyecto. Los **resultados** indicados fueron bajo la Norma E.080 donde en el acápite 8.2 la resistencia a tracción corresponde a 0.81 kg/cm², sin embargo con la utilización de refuerzos de geomallas biaxial se obtuvo una optimización al sismo en X-X de 81.48 % y al sismo Y-Y de 64.20% comprobándose la compatibilidad para la transmisión de esfuerzos donde la geomalla resiste a tracción y el adobe a compresión; en el caso de los esfuerzos de corte en el acápite 8.5 de la norma menciona que la resistencia última de corte es de 0.25 kg/cm², mediante los estudios realizados sin reforzamiento se obtuvo un esfuerzo al corte para el sismo X-X de 3.32 kg/cm² y para el sismo Y-Y 3.23 kg/cm² denotando que supera lo dicho en la norma y tras el modelamiento con refuerzos de geomalla el esfuerzo a corte dieron una optimización en el sismo X-X de 10% y el sismo Y-Y de 5% estos resultados se compararon con un parámetro obtenido por ensayos experimentales donde indica que la resistencia de corte debe alcanzar 0.40 kg/cm². De los datos obtenidos se **concluyó** que mediante el reforzamiento ayuda a controlar los esfuerzos de corte mejorando la ductilidad y manteniendo una capacidad de rango elástico en la deformación. Por último, en el desplazamiento utilizaron la Norma E0.30 tomando como consideración el límite de la distorsión del entrepiso de albañilería de 0.0005 donde se obtuvo para un sismo intermedio de 0.175 g.

Villegas y Esquivel (2019), en su tesis para obtener su título de ingeniero civil titulada **“Evaluación del comportamiento ante cargas laterales cíclicas de muros de adobe no reforzados y muros reforzados con sogas de tereftalato de polietileno reciclado”**, de la Universidad Nacional de Trujillo tuvo como **objetivo de investigación** evaluar el comportamiento ante cargas laterales cíclicas aplicados en los muros de adobe reforzados con sogas de tereftalato de polietileno reciclados, su **población** fueron todos los muros de adobe ubicados en las zonas altamente sísmicas con una **muestra** de modo intencional por lo que se construyeron 18 muretes en el sector Alto Trujillo, su **instrumento** fue recolección de datos a través del ensayo de carga lateral cíclica aplicando estadísticas descriptivas. Los **resultados** de la caracterización de las unidades de adobe se realizó 6 muestras obteniendo una resistencia promedio a la compresión de 17.79 Kg/cm² con un alabeo de 4.09mm. Para el ensayo de tracción indirecta fue de 0.21 kg/cm² y un esfuerzo a compresión de 11.46 kg/cm², para los ensayos de muretes sin refuerzo el esfuerzo cortante fue de 0.49 kg/cm², en los muretes reforzados con soga PET a 20 cm y a 30 cm su cortante máximo fue de 0.76 kg/cm² en ambos casos. Los resultados más importantes partieron del ensayo a carga lateral cíclica donde el muro sin refuerzo fue sometido a 4 fases conformadas por ciclos de carga y descarga llegando a una falla completa del muro en la fase 4 con una resistencia de 460.23 kg y un desplazamiento de 17.97 mm considerándose una falla frágil, para el muro reforzado a 30 cm se sometido a 5 fases presentando su primera fisura en la fase 3 y alcanzó su máxima resistencia de 997.17 kg ya en la fase 5 se apreció una caída en su resistencia con una carga de 369.19 kg y desplazándose a 28.97 mm, en el último caso del muro reforzado a 20 cm se alcanzó una resistencia de 1108.28 kg y un desplazamiento de 24.98mm. Se **concluyó** que los muretes reforzados a 20 cm y los muretes sin refuerzo incremento su resistencia hasta en un 57% y para los módulos reforzados a 20 cm como a 30 cm se apreció una mejor distribución de esfuerzos y un tipo de falla dúctil. Según lo determinado en las curvas histeréticas el MR-20 posee una mayor capacidad de disipación de energía, en la envolvente de los lazos histeréticos los valores de carga máxima se representó un incremento de 117% en MR-20 y 95% en MR-30, para la curva de capacidad donde se calculó la ductilidad en un incremento de 28% en MR-20 y 24% en MR-30.

Valle (2019), en la publicación de su tesis para obtener el título de ingeniero civil titulada **“Evaluación experimental del comportamiento de muros de adobe reforzados con cuerdas sometidas a carga lateral cíclica”** de la Pontificia Universidad Católica del Perú tuvo como **objetivo de investigación** contribuir a mitigar el alto riesgo sísmico mediante el uso de refuerzos con cuerdas en un modelo de dos pisos comparando así las respuesta ante carga cíclica con y sin refuerzo, su **diseño de investigación** forma parte de un proyecto experimental donde su **población** fue las construcciones de adobe a nivel nacional y la muestra representativa son las viviendas coloniales en Lima con **instrumentos** fue conformado por los protocolos de los ensayos los cuales midieron el desplazamiento y la carga de los diferentes módulos. Los **resultados** se obtuvieron del ensayo cuasi - estático de muros de adobe a escala natural en caso del muro sin refuerzo MUENSR en la fase 1 presentó un desplazamiento de 0.1 mm con una carga máxima de 37 kN en su fase cuatro se obtuvo un desplazamiento de 2.5 mm con carga de 40 kN, ya en la fase 7 su desplazamiento fue de 25 mm y su carga máxima aplicada de 68 kN creando una grieta de corte que inició desde el punto de aplicación hasta el extremo derecho del muro y en el caso de la fase 8 su desplazamiento fue de 50 mm soportando una carga máxima de 35 kN, se presentó un ancho de grietas de 70mm. En el ensayo cuasi - estático de muros de adobe a escala reducida de 1:2 MUERCR se observó grietas durante la fase 6 con un ancho de grietas de 3mm. Se **concluyó** en el primer ensayo que el periodo de vibración de 0.12 s. en la curva de histéresis del muro se obtuvo que la resistencia máxima fue a un desplazamiento de 12 mm con una fuerza de 68 kN presentando un periodo de vibración igual a 0.11 s y en el segundo ensayo el muro falló por corte en la fase 8 con un desplazamiento de 50 mm, para la curva de histéresis del muro se obtuvo que la resistencia máxima fue a un desplazamiento de 10 mm con fuerza de 57 kN.

Huamán y Neyra (2018), en la publicación de su tesis para obtener el título de ingeniero civil titulada **“Propuesta de reforzamiento en adobe para la mitigación de la vulnerabilidad sísmica del local municipal de Acraquia”** de la Universidad César Vallejo tuvo como **objetivo de investigación** analizar la aplicación de viga collar y compararla con el refuerzo de malla metálica y geomalla comprobados según el modelamiento ETABS V16 con la finalidad **diseño de investigación**

aplicativa calificada como experimental, su **población** fue del local municipal ubicado en el distrito de Acraquia del Huancavelica y la **muestra** el local municipal, los **instrumentos** que se usaron fue una ficha guía revisión documental, ficha de inspección técnica de la edificación equipo y software para evaluación de la vulnerabilidad sísmica con reforzamiento como el software ETABS para el modelamiento del local con refuerzo antisísmico. Los **resultados** se obtuvieron con los análisis del local municipal, el cual cuenta con dos niveles íntegramente construida con adobe, se consideró una carga muerta de 100 kg/m² y 250 kg/m² de carga viva con un espesor de muro de 40 cm todos estos datos para el software de análisis. La respuesta sísmica de la modelación en ETABS usaron diferentes refuerzos en el adobe, se sabe que la Municipalidad consta de dos niveles; en el primer piso sin reforzamiento en Dx fue de 1.23 cm y en Dy de 0.86 para el segundo piso en Dx es de 21 cm y Dy de 15 cm; se usó el refuerzo de viga collar usando madera de eucalipto colocándose alrededor de los elementos verticales así integrarlos de tal forma que los esfuerzos inducidos por un sismo sean distribuidos de manera uniforme dando como resultado en el primer piso de Dx 1.2 cm y Dy 1.1 cm, en el segundo piso Dx 5.28 cm y Dy 5.9 cm; para el refuerzo de malla electrosoldada estas propiedades mecánicas usan como base el acero estructural así se obtuvo en el primer piso Dx 0.2 cm en Dy 0.18 cm para el segundo piso Dx 3.8 cm y Dy 3.31 cm y para el refuerzo de geomalla se obtuvieron resultados para el primer piso de Dx 0.18 cm y en Dy 0.1 cm y para el segundo piso Dx 3.6 cm y en Dy 3.4 cm. Se **concluyó** que la aplicación de la malla electrosoldada y la geomalla tuvieron mejores efectos sobre la respuesta sísmicas, por lo que este tipo de reforzamiento resultaría más eficiente que la sola aplicación de viga collar. La aplicación de la malla electrosoldada permitió reducir los desplazamientos desde los 21 cm, en estructura no reforzada, hasta los 3.8 cm, en estructura reforzada, reduciendo hasta en 5.6 veces los efectos del sismo. En la aplicación de la Geomalla permitió reducir los desplazamientos desde los 21 cm, en estructura no reforzada, hasta los 3.6 cm, en estructura reforzada, reduciendo los efectos del sismo en 5.5 veces y por último la aplicación de la viga collar permitió reducir los desplazamientos desde los 21 cm, en el caso de la estructura no reforzada, hasta los 5.28 cm, en el caso de la estructura reforzada, el efecto del sismo se redujo en 4 veces.

Según **Ojeda** (2012), en la publicación de su tesis para obtener el grado académico magister titulada **“Evaluación del comportamiento estructural de módulos de adobe durante ensayos de simulación sísmica”** de la Universidad Católica del Perú, tuvo como **objetivo de investigación** determinar la resistencia al corte en los muros de adobe presentando tres modelos, uno reforzado con geomalla y tarrajeo, un muro reforzado con el mismo material pero sin tarrajeo haciendo una comparación con un muro sin ningún refuerzo para la aplicación del ensayo dinámico en los módulos, esta tesis tuvo un **diseño de investigación** experimental, su **población** abarcó a todas las construcciones de adobe del Perú con la finalidad de la evaluación en su comportamiento estructural usando como **instrumento** datos anteriores de los proyectos COPASA y el proyecto GETTY y los diferentes ensayos según la normativa peruana. Los **resultados** partieron de los proyectos anteriormente mencionados probando diferentes refuerzos externos, estos módulos de dimensiones 3.21m x 3.21m fueron ensayados en la mesa vibradora sometidos a 7 movimientos de intensidad creciente (fases). Para el módulo sin refuerzo (M1) el desplazamiento máximos fue de 50 mm ocurridos en la fase 3, para el módulo reforzado con malla electrosoldada (M2) el desplazamiento máximo fue de 76 mm ocurrido en la fase 5, y el módulo reforzado con malla + viga solera de concreto armado (M3) el desplazamiento máximo fue de 75 mm ocurrido en la fase 5, el módulo reforzado con caña (M4) tuvo un desplazamiento máximo de 280 mm ocurridos en la fase 5 y el módulo reforzado con geomalla (M5) el desplazamientos máximo fue 142 mm ocurridos en la fase 7. Se realizaron ensayos de carga lateral cíclica en los módulos de muros planteados donde se evaluó la resistencia al corte VR, tras los ensayos aplicados en cada muro de dimensiones de 3.21 m x 3.21 m usando un actuador hidráulico de 500 KN aplicados en la parte superior del muro denominada como ensayo de carga cíclica lateral. Para el muro sin refuerzo el cortante máximo fue de 37.85 kN, con una pérdida de resistencia de 40% produciéndose un colapso; para el muro de refuerzo sin tarrajeo el cortante máximo fue de 38.81 kN comprobando la misma resistencia igual al muro sin refuerzo, sin embargo, el comportamiento dúctil se mantuvo. Para el módulo reforzado con geomalla + tarrajeo el cortante máximo fue de 50.1 KN incrementando su resistencia, por lo tanto, en la comparación del comportamiento de los módulos propuestos considerándose la curva esfuerzo cortante vs distorsión angular se

observó un comportamiento elástico en el muro con geomalla llegando a obtener una resistencia de 0.050 MPa. Se **concluyó** que para él (M1) y el muro reforzado con caña (M4) presentan poca ductilidad y resisten menor fuerza cortante que los demás módulos, en el muro reforzado con geomalla (M5) tiene mayor ductilidad y el muro (M2) tiene una buena resistencia al corte. En el caso del muro reforzado + tarrajeo alcanza un esfuerzo cortante de 0.085 MPa con una desviación angular de 0.025 mientras que sin tarrajeo solo resiste 0.05 MPa donde a concluir que el tarrajeo incrementa un 70% la resistencia del muro.

Catalán (2013), en su tesis para obtener su título de ingeniero civil titulada **“Comportamiento sísmico de la vivienda de adobe basado en pruebas en mesa vibradora de dos modelos a escala”**, de la Universidad Nacional Autónoma de México tuvo como **objetivo de investigación** estudiar el comportamiento frente a un sismo en la vivienda de adobe en Guerreo, México mediante modelos a escala de 1:2 y aplicando el ensayo de mesa vibratoria obteniendo esfuerzo a compresión axial y diagonal, tensión por flexión, módulo de elasticidad y cortante además los desplazamientos, amortiguamiento, rigidez y cortante basal del modelo durante la aplicación de un comportamiento sísmico, es un estudio de **tipo** de diseño experimental, su **población** son las viviendas de muros de adobe ubicadas en Guerreo, los **instrumentos** son determinados por los ensayos aplicados en la investigación. Los **resultados** parten de la investigación se realizaron diversas pruebas en especímenes de adobe para poder obtener las principales propiedades mecánicas del material utilizado en la construcción de este tipo de viviendas comunes en el sur de México. Las características geométricas en las 9 pilas construidas con la finalidad de determinar la resistencia a compresión axial y el módulo de elasticidad del adobe. En el prototipo la malla hexagonal será fijada a los muros con unos conectores, alambroón de ¼” (6 mm), que atraviesen el muro de adobe y se anclen por ambos lados a la malla hexagonal, logrando un mejor trabajo conjunto entre el adobe y las capas de refuerzo. Con un espesor de mortero de va de 3 a 4 cm. En el MOD 1 se inició con un ensayo de intensidad de 25% (0.07 g) en una dirección horizontal donde no se observó ningún daño en el modelo propuesto. Con la aplicación de intensidad de 50% (0.13 g) se presentó fisuras visibles en las esquinas de puertas y ventanas y en la intensidad de 75% (0.21 g) y

de 100% (0.28 g) las apariciones de grietas fueron acentuadas en las esquinas interiores y exteriores. Para el modelo MOD2 tuvo como características un comportamiento rígido, por tanto, sus daños fueron menores, del mismo modo se observó el tamaño de grietas donde se verifica la eficacia de esta técnica de reforzamiento simple con intensidad de 25% (0.08 g) lo cual no provocó daño alguno, pero se decidió realizar para su comparación en el proyecto. Se **concluyó** ambos modelos en el intervalo de aceleraciones aplicadas en la base del modelo sin refuerzo, por ello se concluyó que la respuesta en aceleración del modelo sin refuerzo (MOD1) es mayor que el modelo reforzado (MOD2) se presentan diferencias de hasta 39% más de aceleración en los muros del modelo sin refuerzo que la registrada en el modelo reforzado en general las aceleraciones máximas se presentaron en los modelos MOD1 y MOD2 y sólo en el último ensayo del modelo sin refuerzo, el sistema de techo presentó una aceleración 12% mayor que la registrada en el muro.

Astorga (2011),), en su tesis para obtener su título de ingeniero civil “ **Análisis del comportamiento de muros de adobe reforzado con geomalla ante esfuerzos cíclicos laterales**” de la Universidad de Sevilla tuvo como **objetivo de investigación** determinar la cortante de las construcciones de adobe con la finalidad de prevenir los colapsos de una estructura cuando estén sometidos bajo esfuerzos sísmicos desarrollando modelos números mediante el programa ANSYS de elementos finitos, el **diseño de investigación** es experimental y cuya **población** no detalla. **instrumento** hoja Excel. Los principales **resultados** se obtuvieron de los siguientes datos, para los ensayos de pilas de abobe sometidas a comprensión se determinó el módulo de elasticidad $E=766.7579$ MPa. Los datos entre una y otra dirección difieren en alrededor de un 50%, siendo la tensión de rotura para los ensayos en la dirección transversal de unos 25 KN/m y en la dirección longitudinal de 15KN/m. Se ensayaron en total seis muros, tres muros de espesor 25cm y otros tres de espesor 40cm todos ellos reforzados con geomalla. Los ciclos de carga se aplicaron dos veces para consolidar la fase de carga en los muros de 40cm y a los muros de 25cm se le aplicará tan sólo un ciclo de carga de 2mm de amplitud, comparando los resultados de los muros de 25 y 40cm de espesor puede decirse que los muros de 40cm son más dúctiles que los de 25cm, en el sentido en que

logran una mayor deformación antes de alcanzar la ruptura así pues presentaron una mayor rigidez los muros de 40cm y se denota cómo el muro de 25cm alcanza una menor deformación angular y por consiguiente un menor esfuerzo cortante. **Se concluyó** experimentalmente que, en el ensayo reforzado con geomalla, su capacidad de resistencia es de una respuesta satisfactoria, si bien se observó en el modelo que las zonas a tracción como las esquinas presentaron grietas abandonando su comportamiento elástico, su resistencia aumento considerablemente hasta en un 65% determinado que entre los elementos de albañilería es crucial el tipo de arcilla y la tierra empleada a pesar de que las rupturas suelen producirse en el mortero.

Chinchilla (2006), en su tesis para obtener el título de ingeniero titulada **“Alternativa de refuerzos contra efectos de sismo, para viviendas de adobe existentes”**, de la Universidad de San Carlos de Guatemala tuvo como **objetivo de investigación** proponer alternativas de refuerzo en las viviendas de adobe cumpliendo parámetros económicos y funcionales para su aplicación en modelos futuros para las comunidades rurales analizaron también el refuerzo de bandas a base de mallas electrosoldadas más mortero. El **diseño de investigación** fue experimental y la **población** abarcó las viviendas ya existentes de adobe en Guatemala usando como **instrumento** los ensayos de comprensión, adherencia y la prueba con gatos hidráulicos para evaluarlo en distintos simulacros sísmicos. Los principales **resultados** se determinaron mediante un sistema de reforzamiento basado en la aplicación de malla electrosoldada + mortero aplicándolo solo en partes específicas de la vivienda. Se evaluaron ocho tipos de morteros resaltando el que determinaron TIPO 2 (1:4 cemento: arena de río) este fue ensayado a compresión y por adherencia, registrando así el máximo esfuerzo soportado al aplicarle una fuerza de tensión, en la resistencia a compresión se obtuvo 100.60 Kg/cm² y en adherencia de 2.66 Kg/cm². En el refuerzo con mallas electrosoldadas de $\frac{3}{4}$ los resultados en el esfuerzo a tensión fue de 5399.83 kg/cm² con una carga distribuida de 1520.59 kg/m con un cemento UGC (4000psi de resistencia). Se consideró que si en caso los módulos presenten alguna grieta deberán rellenarse con mortero de 1:4 para su posterior aplicación de las mallas donde simularan vigas y columnas, éstas fueron colocadas en las esquinas de los muros, así como los

vanos de puertas y ventanas de aberturas muy grandes siendo sujetadas por clavos de 2 ½ de largo. En cuanto a los ensayos principales para analizar el comportamiento sísmico se utilizaron dos gatos hidráulicos de 13.38 cm² de área con una capacidad de 10 toneladas, sus cargas aplicadas de 500psi ocasionaron la primera grieta, se aplicó una carga de 300psi hasta una carga máxima que soportaron los módulos de 4000psi. Se **concluyó** que la carga mayor fue de 3770.73 kg de fuerza presentando su falla, por otro lado, en los datos teóricos la falla se presentó a los 2459.447 kg reconociendo que ya se había realizado previamente algunos ensayos en estos módulos para un trabajo de graduación donde se representó una fuerza de 1921.40kg, se obtuvieron un 53% más de resistencia en comparación con los datos teóricos y un 96% en comparación con el ensayo previo.

Según **Escamirosa, Ocampo, Arroyo y Peralta (2019)** en su investigación titulada **“Structural improvement of the traditional housing of adobe from Chiapa de Corzo, Chiapas”** de la Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas tuvo **como objetivo de investigación** la evaluación de la capacidad sismorresistente de las viviendas de adobe que fueron reforzadas a través de membranas de concreto y malla de alambre electrosoldada fijadas en ambas caras de los muros de adobe, el **diseño de investigación** es experimental siendo su **población** las viviendas de adobe ubicadas en Chiapa México la **muestra** es dos viviendas una localiza en la avenida Miguel Hidalgo, esquina con calle Tomás Cuesta (V1) y la segunda se localiza en la calle Tomas Cuesta n.º80 entre las avenidas Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo en el barrio de San Vicente (V2), además los **instrumentos** usaron un modelo analítico tridimensional, las mediciones en campo y los análisis de los espectros de Fourier en cada registro, lo cual permitió obtener la razón espectral con la técnica de Nakamura. Los **resultados** fueron obtenidos de dos muestras la vivienda V1 que tiene más de 80 años elaborada con piedra bola y mortero cal-arena, con muros de 40 cm de espesor y techumbre con estructura conformada con vigas redondas y fajillas de madera para soportarla cubierta de teja de barro presentando diversas fisuras en la intersección de los muros y al pie de las puertas, la vivienda V2 tiene más de 70 años con características constructivas similares a la anterior, excepto el espesor de los muros

que varían de 38 cm en la fachada principal a 30 cm en la fachada posterior, se observó fisuras y severos problemas estructurales en un muro cabecero que se halla ligeramente desplomado. Se realizó el reforzamiento insitu en la V1 el cual fue cubierto con una capa de mortero cemento - arena de 1:3 (resistencia a la compresión de 227 kg/cm²) y se procedió a colocar la malla de acero (6x6/10x10) cuadrícula con alambres de acero calibre 10 en ambos sentidos), con traslapes de 60cm colocándose una fina capa de cemento-cal hidra, proporción 1:10, para obtener el terminado final en los muros, en la vivienda V2 se colocó la malla de acero directamente en los muros sin una capa previa de mortero aplicaron la primera capa de mortero con un espesor mínimo de 1 cm y luego de dos horas se colocó la segunda capa. Se registros acelerográficos en tres direcciones ortogonales y con una duración aproximada de 120 segundos cada uno, donde el V1 dio un valor máximo promedio del período fundamental de 0.135 segundos en la dirección X y 0.128 segundos en la dirección Y para el V2 muestra las frecuencias de mayor amplificación de la respuesta espectral los máximos periodos fundamentales promedio fueron 0.125 segundos en la dirección Y, en la dirección X 0.1191 segundos. Se **concluyó** que después de la rehabilitación estructural se evidenció una reducción significativa es decir, los valores máximos pasaron de 0.151 a 0.135 segundos en la dirección X, y de 0.142 a 0.128 segundos en la dirección Y, en los períodos fundamentales promedio calculados en el lado largo se redujeron de 0.151 a 0.114 segundos en la dirección X, y de 0.142 a 0.116 segundos en la dirección Y, en el lado corto los valores pasaron de 0.1506 a 0.1089 segundos en la dirección X, y de 0.142 a 0.109 segundos en la dirección X. Por último, en el modelo analítico que se elaboró en el programa SAP2000 no lineal V1 indican que los valores de los periodos fundamentales de vibración de la vivienda se redujeron aproximadamente 13%, además los desplazamientos laterales ocasionados por los efectos sísmicos se pueden disminuir hasta 45%.

Para **Ruiz, Silva, Cerón y López** (2017) en su investigación titulada “**Seismic performance of rammed earth town halls reinforced with confinement wooden element**” en la Revista Ingeniería de Construcción, tuvo como **objetivo de investigación** estudiar un método de rehabilitación de ayuntamiento de tierra apisonada a través de elementos de madera de confinamiento. El **diseño de**

investigación es experimental con una **población** de los ayuntamientos pertenecientes de Cogua que corresponde patrimonios colombianos. Usaron como **instrumento** tres deformímetros de tipo LVDT con dos acelerómetros uniaxiales, los LVDT se colocaron en el área superior de las paredes y los acelerómetros registraron desplazamientos longitudinal y transversal. Los principales **resultados** se obtuvieron de los ensayos de refuerzo con madera de confinamiento utilizando el “cedro” que mostró una buena capacidad de ductilidad para unir la tensión (comprensión) con una deformación del 4% y una resistencia a la tracción de 0.27%. Se construyeron cuatro muestras de 150*150*20 mm, dos con refuerzo y dos sin refuerzo, demorando 1 mes en la prueba de secado así se realizó prueba de tracción diagonal según el estándar ASTM E519. Las pruebas dinámicas fueron impulsadas por un actuador hidráulico con una capacidad de carga dinámica 100 KN, en el caso del modelo sin reforzar las deficiencias de las estructuras son muy vulnerables dado que no tienen un diagrama rígido, las paredes no funcionan juntas produciéndose por falta de conexiones por ello tienden a separarse debido a las grietas que se presentaron en las esquinas o los puntos de concentración de tensión, en el modelo reforzado el uso de elementos de madera confinados impidió la formación de grietas considerando que solo se observaron 5 grietas que no comprometían la estabilidad de las paredes, con un desplazamiento en el techo de 2.40 mm, en la pared posterior de 9.47 mm y en la pared lateral izquierda de 4.40mm. Se **concluyó** que mediante este reforzamiento permitieron que los muros puedan trabajar en conjunto e incrementar la capacidad de disipación de energía, así mismo, se reduce hasta un 69% los desplazamientos de estos ante cualquier sismo presentado, de los ensayos realizados en una mesa vibratoria se han comprobado la eficiencia de la aplicación de maderas de confinamiento utilizándolas para la rehabilitación tanto de viviendas de tapia pisada como de adobe preservando el patrimonio histórico de Colombia y otros países.

Para **Gómez y López** (2016) en su investigación titulada “**Seismic rehabilitation of rammed-earth heritage buildings: study case of doctrinal churches reinforced with metallic mesh and confinement wooden elements**” en la Revista Informes de la Construcción tuvo como **objetivo de investigación** evaluar el comportamiento de los muros reforzados mediante una diferente aplicación puesto que solo se aplicaron el refuerzo en las caras externas de los muros, este

diseño de investigación es experimental y su **población** fue determinado por las capillas doctrineras ubicadas en los Andes Colombianos así mismo el **instrumento** comprende de dos modelos a escala 1:50 de capillas de adoctrinamiento y la mesa vibratoria para su evaluación a un comportamiento sísmico. Los **resultados** se obtuvieron de los tres modelos ensayados, el primer modelo sin ningún tipo de refuerzo, el segundo modelo constó de un refuerzo de malla + mortero y por último el tercer modelo se reforzó con maderas de confinamiento, se instalaron en la mesa vibratoria en dirección al desplazamiento de la misma con un ángulo de 45° grados generando fuerzas de flexión y cortante, se utilizó un actuador dinámico MTS con una capacidad de carga 100 kN. Para el modelo reforzado con malla metálica no presenta mayor afectación apreciando solo seis fisuras sin colapso alguno, mientras que en el refuerzo con madera de confinamiento las fisuras encontradas fueron menores a las encontradas en el anterior refuerzo sin ningún tipo de daño en el arco principal en la zona frontal. Los resultados obtenidos en la mesa vibratoria nos indican que el muro sin refuerzo tuvo un desplazamiento permanente de 3.7 mm, para el refuerzo con malla fue de 1.01 y el refuerzo de madera con 0.42 mm. En **conclusión** de los tres modelos planteados el refuerzo de madera de confinamiento tuvo un mejor comportamiento pues presentó menos fisuras y grietas obteniendo un desplazamiento máximo de 48% en comparación con el muro sin refuerzo, se obtuvo así la reducción del desplazamiento hasta en un 89% por tanto se comprobó que si es posible la rehabilitación sísmica estructural de muros de tapia en capillas doctrineras tan solo aplicando los refuerzos en la cara externa, de manera muy insignificante se observó y se recomendó la aplicación de los refuerzos en ambas caras para presentar un menor nivel de daño.

San **Bartolomé y Quiun** (2015) en su investigación titulada “**Diseño de mallas electrosoldadas para el reforzamiento sísmico de viviendas de adobe típicas del Perú**” de la Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V tuvo como **objetivo principal** demostrar el comportamiento del refuerzo de mallas que permitan su resistencia según un procedimiento de cálculo sencillo de las fuerzas de este refuerzo, su **diseño de investigación** es experimental con una **población** de las viviendas típicas de adobe en el Perú y en países andinos y el **instrumento** se basa a través de un análisis de ejemplo numérico mediante el SAP 2000. Los **resultados**

indicaron que en el diseño de las mallas esquineras la resistencia en las mallas de rotura de (2.15 kN/m) las mallas esquineras internas tendrán 0.9 m de ancho y se extendió verticalmente toda la altura del muro con un doble de 0.45 en cada muro, en la parte externa fue compuesta por varias franjas continuas de una altura de 0.90 m con un traslape de 0.1 m. El diseño de las mallas longitudinales se diseñó para controlar la presencia de grietas a tracción por flexión localizada en la parte central, del mismo modo se protegió el refuerzo recubriéndolo con un tarrajeo de cemento y arena fina de (1:5). Los resultados fueron verificados a través del análisis mediante el modelamiento del SAP 2000 donde se demostró el momento flector en la zona central superior donde los resultados fueron de $M=247 \text{ kg/m}$ y usaron una tracción de $T=876 \text{ kg}$, la cual se obtuvo sumando el total de las reacciones para el análisis manual. Se **concluyó** del modelamiento realizado en SAP que los refuerzos aportan resistencia de flexión a base del buen comportamiento a través del refuerzo de la malla electrosoldada proponiendo una metodología de diseño estructural donde las fuerzas causadas por los sismos son resistidas por esta malla de alambre electrosoldada.

Para **Solis, Torrealva, Santillán y Montoya** (2015) en su investigación titulada **“Análisis del comportamiento a flexión de muros de adobe reforzados con geomallas”** de la Revista Informes de la Construcción tuvo como **objetivo de investigación** plantear el mejoramiento del comportamiento mecánico del adobe, su **diseño de investigación** es experimental con una **población** de muros de adobe del Perú y los **instrumentos** son los ensayos experimentales donde se determinó la cortante con y sin refuerzo de muros con geomalla. Los **resultados** se apreciaron que de las cuatro pilas presentan una tensión de compresión máxima de 1.1 MPa, en cuanto a la deformación de compresión con 0.4% teniendo una dimensión de 1.60 m * 0.80m *0.22m en los tres muros de ensayo, se presentaron un muro sin ningún refuerzo y dos muros reforzados con geomalla aplicando ciclos de carga y descarga para verificar el comportamiento dúctil del muro y su capacidad de cada deformación después de realizar cada ciclo. En **conclusión**, los resultados mostraron como el refuerzo de geomalla constituye una técnica eficaz y significativa en la resistencia a flexión de los muros como su ductilidad. Para el caso de los muros ensayados su nivel de resistencia llegó a triplicar lo que un muro

sin refuerzo puede resistir, mientras que en su ductilidad representada en la curvatura asociada al momento máximo se multiplicó por 7. Los resultados obtenidos dan paso a trabajos de investigación que permitiesen profundizar en diferentes aspectos con la finalidad de mejorar este comportamiento del refuerzo propuesto.

Según **Martínez, Herrera, Romarión y Herrera J.** (2018) en su investigación titulada **“Refuerzo estructural en viviendas de adobe”** de la publicación referida al X Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura tuvo como **objetivo de investigación** reforzar la estructura de viviendas de adobe haciéndola estructuralmente más seguras en el área rural del Departamento Jáchal contando con un **diseño de investigación** experimental y una **población** que abarca las viviendas rurales de adobe del Departamento Jáchal, el **instrumento** consta de una mesa vibratoria del IDIA permitiendo aplicar al modelo y cuatro acelerómetros ubicados en las esquinas del techo con dos sensores de desplazamiento (LVDT), instaladas en la misma dirección del desplazamiento de la mesa vibratoria. Los **resultados** obtenidos fueron del modelo a una escala de 1:2 con muros de 10 cm. de espesor y techo de rollizo de madera con machimbre siendo reforzados los encuentros tanto por dentro y fuera de los muros para observar su comportamiento en la mesa vibratoria anclándolo en la base revocando la malla metálica con mezcla cementicia. Se ensayaron dos prototipos de adobe construidos por el IRPHA uno totalmente libre de refuerzo y el otro reforzado en geomembrana permitiendo relacionar los prototipos a ensayar del CIRCOT con los ensayados del IRPHA. En los ensayos realizados se aplicaron un movimiento de frecuencia predominante de 4.6 HZ y una amplitud de aceleración de 0.93g hasta su colapso parcial, para el último ensayo se aplicó un movimiento armónico con una frecuencia de 3.2 Hz y una aceleración de 0.96g lo cual provocó la caída de gran parte de los muros laterales del modelo y en la aplicación de una frecuencia de 4.5 Hz y una aceleración de 0.8g resultaron con grietas muy importantes en las zonas restantes. Se **concluyó** del ensayo de modelo reforzado donde se sometió a aceleración muy intensas y un gran número de ciclos de intensidad donde solo presentó un colapso parcial sin perder su capacidad de soporte de cargas del techo, en las esquinas reforzadas se obtuvieron un buen comportamiento en las dos direcciones

ortogonales por tanto este refuerzo parcial tiene en consideración el equilibrio costo/resultado pues estuvo dirigida a un nivel social de bajos recursos económicos.

Construcciones de tierra, esta técnica constructiva mantiene fuerza aún al pasar los años. Se sigue desarrollando en la actualidad en zonas donde los materiales industrializados no llegan, siendo accesible por la abundancia del material y facilidad en su proceso constructivo. Sus orígenes se remontan con la aparición de los primeros refugios en las diversas construcciones que prevalecen en los tiempos y espacios, a pesar de sus principales agentes detractores como el agreste clima y los movimientos telúricos.

A lo largo del tiempo confluyeron varias culturas con relación a la construcción de tierra cruda una de ellas fue la cultura Sumeria. Para la ciudad de Ur perteneciente de la cultura Sumeria hace unos 3000 años a.c. fue llevado al horno por primera vez el ladrillo de arcilla. Esta tercera ciudad más antigua del mundo empezó a levantar enormes construcciones de ladrillo sentados, entre ellos se destaca “Etemenanki” conocido también como la Torre de Babel.

Un ejemplar de edificación en nuestro país es el Templo del Acllawasi de Pachacamac o casa de las escogidas, este santuario de estilo Inca fue construido alrededor del siglo XIII. El daño estructural acumulado provocó que esta construcción fuera destruida por los sismos y reconstruida en 1945. En la actualidad se encuentra nuevamente dañada por varios terremotos este constituye una muestra de la necesidad de encontrar un nuevo paradigma de conservación de obras de tierra en áreas sísmicas.



Figura 1. Etemenanki zigurat de la cultura de Sumeria

“For example, the Chan-Chan archeological site (1200 CE), located on the coast of Peru, is considered to be one of the world’s largest mud citadels, and has survived many severe earthquakes during the past 600 years”. La importancia de Chan Chan en la época Chimú es innegable, se consideraba como la capital de todo el reino, ya que residía el máximo mandatario de esta cultura. Otra construcción antigua representativa de Perú es la ciudad de Caral, es la ciudad más antigua con 5 000 años teniendo como diversidad edificios monumentales con funciones variadas ceremoniales y administrativas. Esta construcción urbana recrea en sus múltiples montículos, pirámides y anfiteatros sagrados con una complejidad morfológica y funcional bastante desarrollada que algunas ciudades Mesopotamia y Egipto.

Tapia pisada, se define como un muro compuesto de arcilla y arena prensado para su mayor soporte. La tapia pisada es una técnica que corresponde en dar forma a la tierra húmeda mediante un encofrado llamado tapial. Se ha tenido un gran desarrollo en los inicios de la civilización occidental, últimos ensayos comprobaron una resistencia en los muros hasta un 40% en esfuerzos de tensión, compresión y cortante. Este elemento reposa sobre los mechinales, para ajustar las hojas del tapial y no se abran con el impacto de compactación. Si se presentan las juntas reforzadas curvas se evitan el apisonamiento en los rincones del tapial donde se evidencia una mayor dificultad de la compactación de tierra. [La tapia pisada presenta una gran deficiencia] “tiene una capacidad nula a flexión de muros de

tierra”. Estas construcciones se realizan en ambientes rurales en su gran mayoría porque ocupan espacios y se requiere bastante material. Se propone refuerzos estructurales para aumentar la capacidad portante de muro ante las diferentes cargas que puede ser sometido.

El adobe, según la Norma E.080 es la unidad de tierra cruda, que al estar mezclada con paja y arena gruesa mejora su resistencia y durabilidad. La mezcla de adobe está constituida por materiales finos y gruesos con una proporción de agua adecuada, siendo una de sus propiedades la dosificación de arcilla/arena, ya que con ello se verifica la consistencia necesaria para soportar las cargas sometidas. Su composición respecta a los siguientes porcentajes: arcilla 10% – 20%, limo 15%– 25 % y arena 55% – 70%. La arcilla es maleable al agregarse un porcentaje de agua, por ello se deduce que contiene plasticidad. Se contrae al estar seca y se expande al estar húmeda produciendo muchas grietas, sin embargo, al agregar arena producen una unión fuerte, teniendo así una relación para poder controlar el fisuramiento de las grietas que pueden aparecer al momento de fraguado.

“Since clay has cohesive nature, it imparts plasticity to the soil when under moist conditions [...] the clay layers thus linking the particles together leads to plasticity. Thus, the clay minerals act as natural binding agents for the cohesionless granular fractions of a soil (gravel, sand, and silt). However the drawbacks associated with the clay is the fact that it has a high affinity towards water”. “Sand helps to limit the quantity of cracking due to both the shrinkage that appear during the initial drying as well as the expansion that results from relative amounts of moisture at other times”.

Se debe considerar la arena como un reductor de grietas en la construcción de tierra puesto que ayuda al fraguado de la arcilla evitando así el fisuramiento. Si dichos porcentajes son menores a los detallados, estos se fisurarán debido al encogimiento de la arcilla o adicionar fibras, estas disminuyen estas fisuras por retracción, ya que, genera cambios en el volumen de la tierra, estos refuerzos se aconsejan añadirlo en seco previa adición del agua.

Ventajas del adobe, “la arquitectura de tierra presenta numerosas ventajas: rapidez de construcción, coste mínimo, economía de moderada, aislamiento térmico, transformación en abono en la demolición, resistencia al fuego, solidez y durabilidad”. Pese a los grandes avances que contiene la construcción, se pretende la recuperación de este material ya que brinda una gran conciencia sobre la preservación del medio ambiente. Del mismo modo se está recuperando su atractivo mejorando sus puntos débiles como: fragilidad ante cualquier forma de contacto de agua y el boom de la resistencia sísmica mediante refuerzos de los muros y arriostamiento.

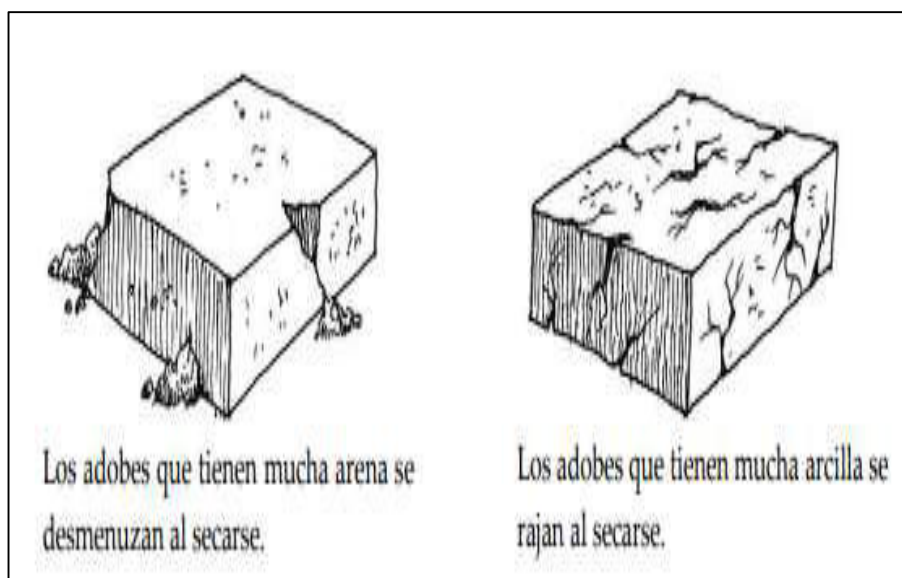


Figura 2. Elección de una buena tierra para hacer adobe

“[...] it is considered to be a sustainable and durable building material, in comparison with the use of concrete, concrete blocks, and fired bricks. If adobe block houses are built correctly, they offer sufficient insulation and can be earthquake resistant”. El autor sostiene que este material si es sísmicamente resistente si se edifican correctamente, además se resalta su ventaja respecto al aislamiento térmico y acústico de los ambientes. En la actualidad se realiza ensayos destinados al refuerzo del mismo que contribuye a un buen comportamiento sísmico y a los diversos beneficios que atribuye esta construcción sostenible.

Desventajas del adobe, una de ellas reside en su capacidad de absorción de humedad atmosférica perdiendo resistencia a los esfuerzos y siendo vulnerable a su propio peso, por ello es considerado hidrófilo. “These have been identified mainly as with less durability and low compressive strength of which low durability has been seen as a very prominent factor affecting the use of earth”. Una de las principales desventajas en mayor proporción es que estas contienen una baja resistencia a compresión, en la norma E.080 de los ensayos que se realizan en el laboratorio a muestras de pilas a compresión se determina que su resistencia última es de 0.6 MPa equivalente a 6.12 kgf/cm². Y adicionalmente a esto su escasa resistencia a la tracción para lo cual se deberá plantear refuerzos.

Norma E.080, nos basamos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, esta es elaborada a través de un Comité Técnico Especializado constituido de diferentes instituciones que se encuentran involucradas en el tema. El objetivo es proyectar edificaciones de interés social, de bajo costo, bajo consumo energético y aislamiento térmico - acústico asimismo llevar un lineamiento adecuado en su proceso constructivo confiriendo seguridad sísmica, durabilidad en edificaciones de tierra reforzada frente a los fenómenos naturales y antrópicos.

Comportamiento sísmico en las viviendas de adobe del Perú, históricamente sabemos que nuestro territorio ha sufrido grandes movimientos telúricos, los cuales no se pueden predecir, sin embargo, podemos mitigar las posibles consecuencias generadas en viviendas de adobe. De acuerdo a las cifras del INEI hay un total de 3 millones 688 mil 452 (47,1%) viviendas en donde predomina en sus paredes exteriores el adobe, tapia o quincha; piedra con barro; madera; estera; u otros materiales que las hacen vulnerables a movimientos telúricos, lo que involucrarían a 14 millones 441 mil 645 habitantes. En su informe final de reconstrucción, más de 5200 viviendas quedaron totalmente destruidas, alrededor 23 600 viviendas resultaron severamente dañadas y un total de 116 700 de viviendas quedaron afectadas por el terremoto, de los cuales el 65.20% son de adobe o tapia, esto nos da un panorama claro al momento de reforzar las estructuras existentes en la actualidad, para así tener un porcentaje menor de pérdidas humanas y materiales.

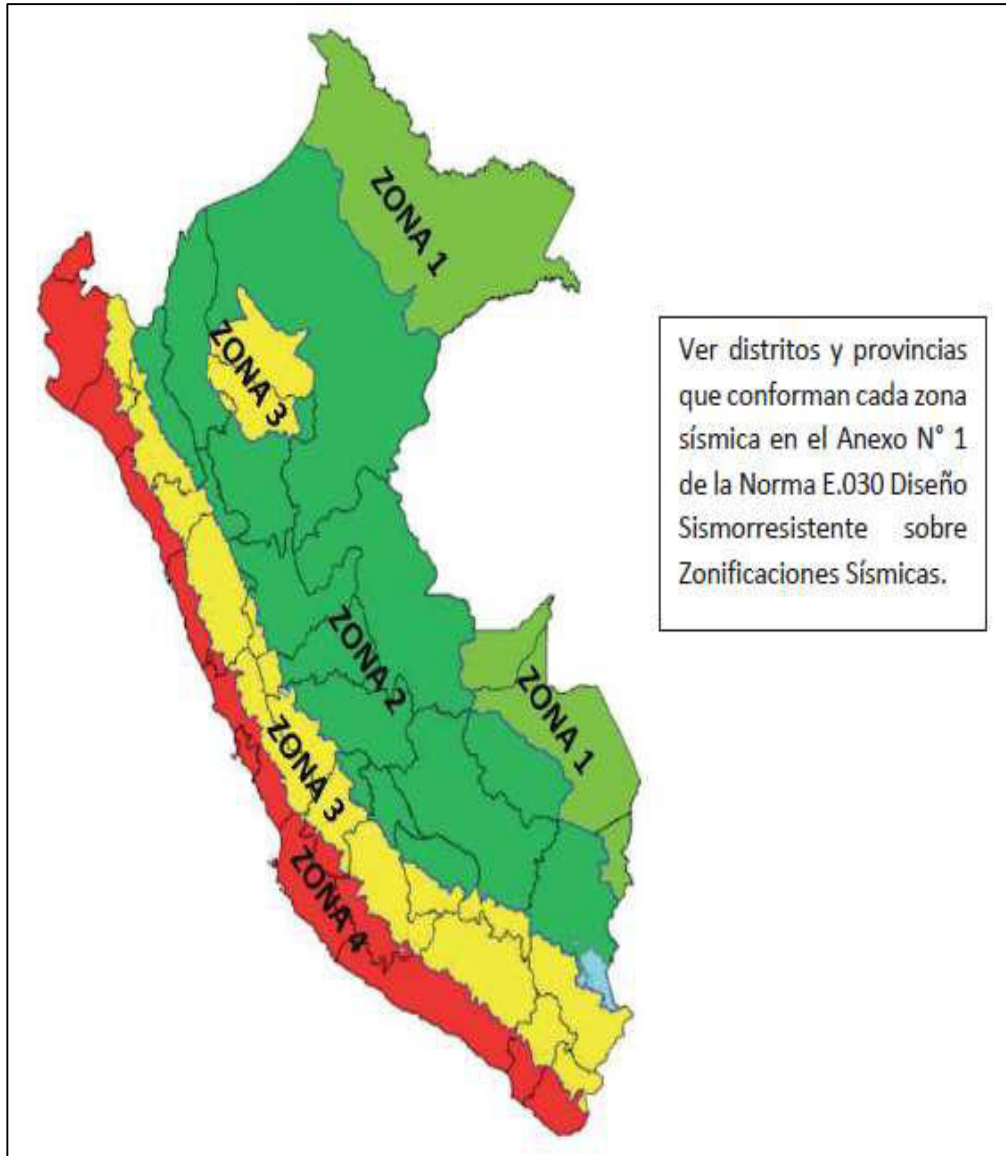
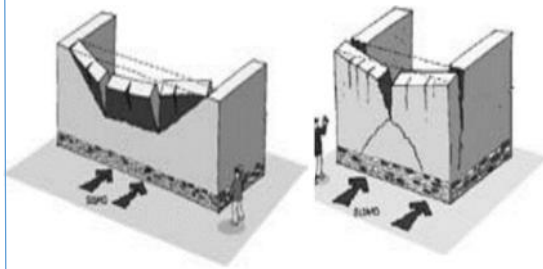


Figura 3. Zonas sísmicas del Perú

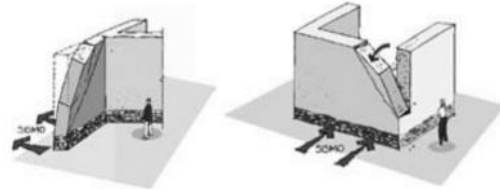
Tipos de fallas, Los diversos factores que involucran al aumento de la vulnerabilidad sísmica se refleja en el error más común, la inadecuada conexión entre muros y la pérdida de recubrimiento en esa zona, también las irregularidades en planta y altura, otro factor es el uso de materiales no compatibles apoyo y anclaje inadecuado de elementos de entrepiso y cubiertas sobre muros, entrepisos muy flexibles y luces muy largas.

Tabla 1. Tipos de falla y agrietamientos

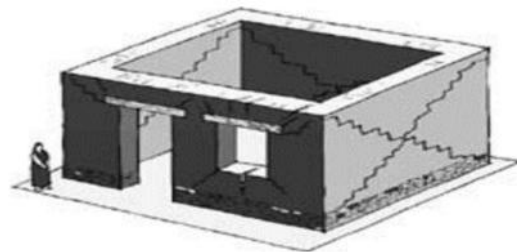
Falla por flexión perpendicular al plano del muro, se verifica un agrietamiento vertical en la zona central y un agrietamiento diagonal que constituye falla y fisuración en la parte superior, agrietamiento horizontal en la base o en una altura intermedia



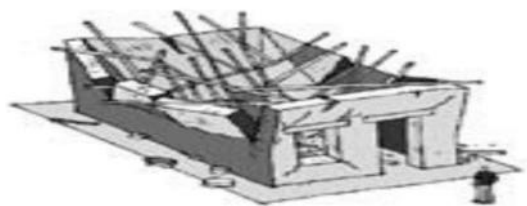
Falla por flexión perpendicular al plano en partes de la esquina no confinadas o en esquinas no conectadas con los muros transversales.



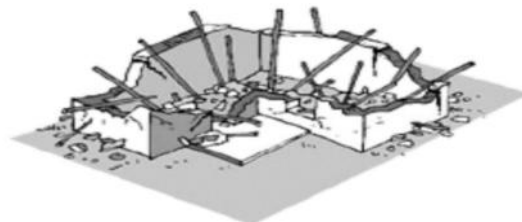
Falla por cortante asociada a altos empujes horizontales. Estos agrietamientos están asociados a entresijos o cubiertas con gran peso presentándose en las aberturas de las puertas y ventanas en los muros.



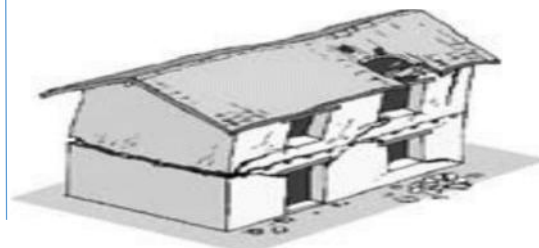
Caída de la cubierta hacia el interior de la vivienda, ya que estuvo mal apoyada sobre los muros generando fallas en zonas superiores de los muros.



Falla generalizada de la cubierta por ausencia de un apoyo adecuado o una mala estructuración, frecuente en cubiertas muy pesadas o con alto grado de deterioro.



Falla que se presenta por mala conexión de los muros. La falla entre el entrespacio rompe los muros principales en forma horizontal generando inestabilidad en caso haya un segundo piso.



Fuente: YAMIN, y otros, 2007, p.289

Tipos de refuerzo en construcciones de adobe, estos sistemas se aplican en obras en las cuales los paramentos han presentado lesiones menores luego del terremoto (en las cuales se mantiene la unidad estructural y el comportamiento mecánico de los muros) o bien, cuando existen lesiones, pero reparables. Los refuerzos aumentan la seguridad sísmica de una estructura, en este caso más si es una vivienda de adobe, ya que, mejora la resistencia de los muros y controla su desplazamiento evitando un colapso abrupto. Estos refuerzos si aplican mayormente para mejorar el comportamiento de la estructura frente a empujes sísmicos.

Arriostre, es “cuando un modelo es sólido indeformable no es estable, para convertirlo en una estructura estable se puede recurrir a elementos específicos llamados arriostramientos, que ante cambios de la configuración teórica de la estructura generan fuerzas que tienden a restituirla”. Por otro en la norma E.080 nos indica que el arriostre es el “Componente que impide significativamente el libre desplazamiento del borde de muro, considerándose un apoyo. El arriostre puede ser vertical (muro transversal o contrafuerte) u horizontal”. Los muros deben tener arriostres horizontales (entrepisos y techos) así como arriostres verticales (contrafuerte o muros transversales) límites geométricos a ser cumplidos como se verifica en la imagen (Figura 4).

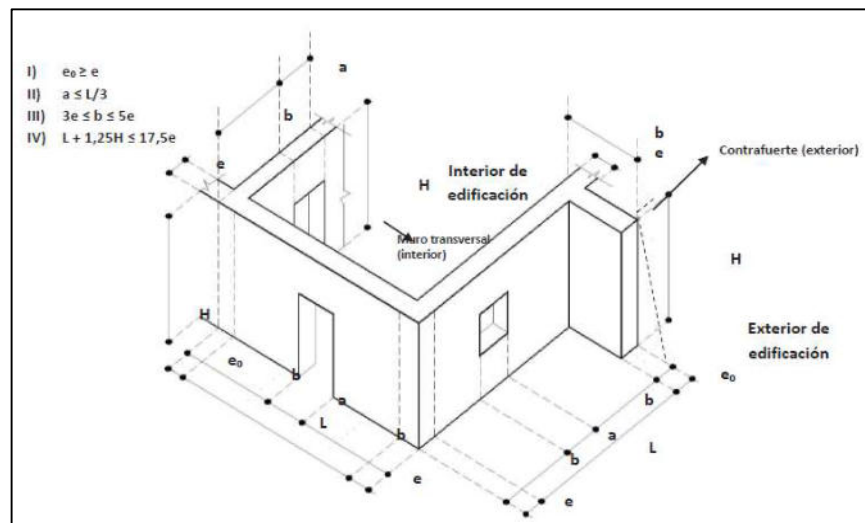


Figura 4. Criterios de configuración de arriostre

Refuerzos con geomalla, “They are polymeric material consisting of regular open network of connected tensile elements with square or rectangular openings”. Las geomallas están construidas de polímero de alta densidad, poseen propiedades como mayor rigidez y resistencia. Al ser alargadas en dos o tres direcciones se obtiene una malla biaxial o triaxial. Este tipo de refuerzo aumenta la estructura de ductilidad y capacidad de disipación de energía mediante grietas controladas. La capacidad de resistencia última a tracción de las geomallas es de 3,5 kN/m, (356.9 kgf/m) en ambas direcciones, para una elongación de 2% según la Norma E.080. Es necesario tomar en cuenta las diferencias de magnitudes presentando algunas discrepancias entre los datos reportados por el fabricante y los obtenidos en un proceso de control de calidad para verificar un comportamiento homogéneo durante las fallas aplicadas.

El método de refuerzo con geomalla consta en amarrar este material con cintas plásticas, cubriendo de forma continua toda el área de muro en sentido horizontal. Para poder amarrarlas es necesario hacer pequeñas perforaciones cada 30 cm y utilizar rafia o nylon para poder fijarlos. “The mesh was placed at critical locations: vertical bands at wall corners and window edges, and horizontal bands at window level and at top and center of transverse walls. The covered surface, without considering overlapping, was about 75% of the total surface of the walls”.

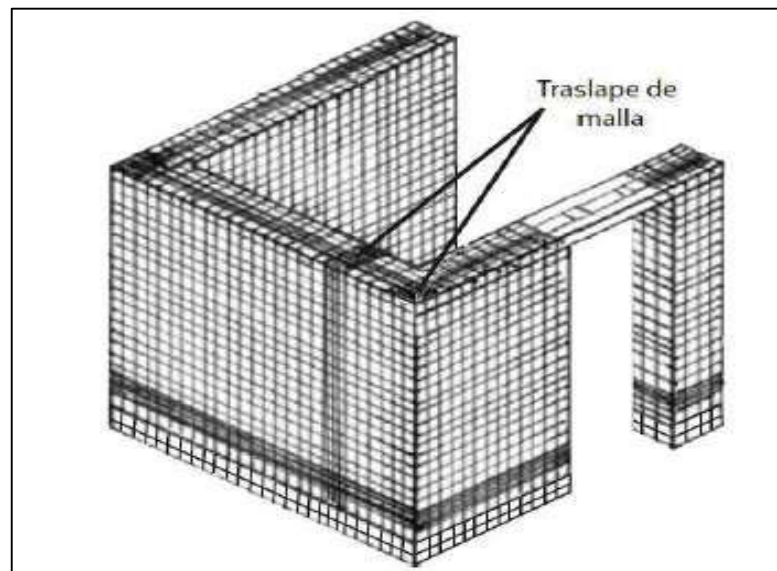


Figura 5. Colocación y Traslape de las mallas

Refuerzos con malla electrosoldada, su primera aplicación fue en 1998 en Perú, en zonas andinas. Este tipo de refuerzos con mallas electrosoldadas constan de una armadura colocada de forma longitudinal y transversal, está formado por barras o alambres corrugadas. Presentan cocada cuadrada de $\frac{3}{4}$ " con alambres de 1 mm de diámetro, éstas miden entre 30 a 50 metros de largo por 90 cm de ancho con una resistencia a la tracción de 220 kg por metro lineal. Este refuerzo se les adiciona a los muros de adobe para que actúen como una viga o columna de confinamiento.

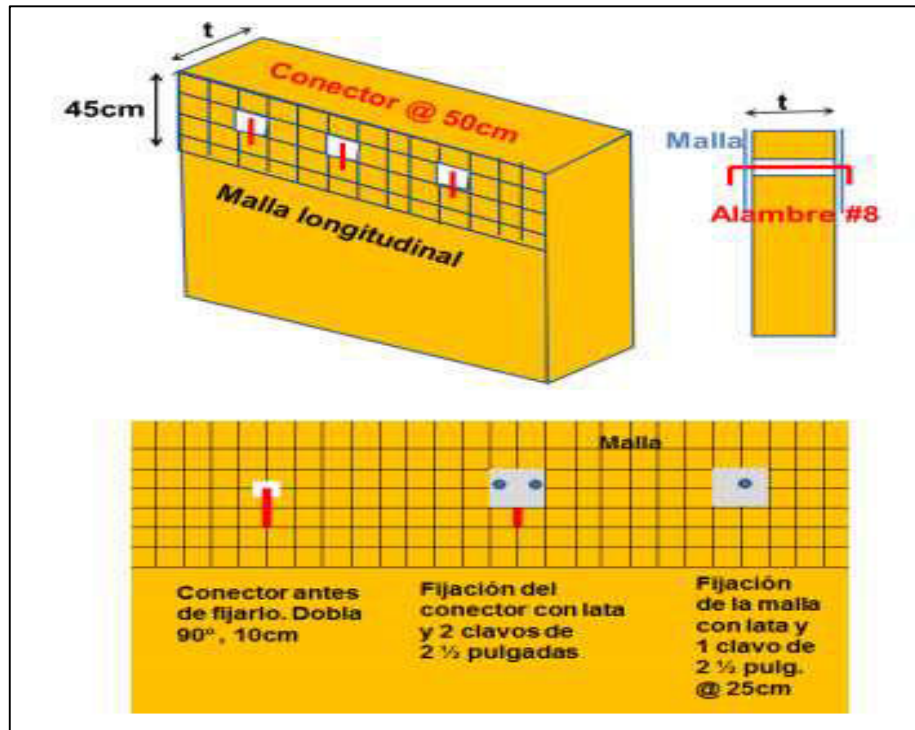


Figura 6. Fijación de la malla longitudinal y sus conectores

Aplicando este refuerzo se integra los muros conformados por adobe de forma transversal para mejorar su comportamiento sísmico y se evite la separación repentina de estos. No solo cumple con un rol sísmico, también se destaca por proteger los muros de las erosiones de viento y aire, su aplicación es inmediata y fácil sin tirar el techo. “Application of mortar: the first layer of cement-sand mortar was placed, ensuring a minimum thickness of 1 cm; after a long enough time for the mortar to set (2 hrs.), the second layer of a minimum thickness of 1 cm was applied. Which was smoothed with wooden trowel”.

Refuerzos con sogas sintéticas (drizas), fue realizado por primera vez en el año 2013, en la Pontificia Universidad Católica del Perú por el ingeniero Julio Neumann, tras el terremoto producido en Huaraz, este sistema que envuelven los muros horizontal y verticalmente, se encuentra trenzada brindando como beneficio que la vivienda no colapse ante movimientos sísmicos. Según la Norma E.080 la resistencia última de las seis muestras de ensayos a tracción y el área indicada es de 120 MPa = 1200 kgf/cm².

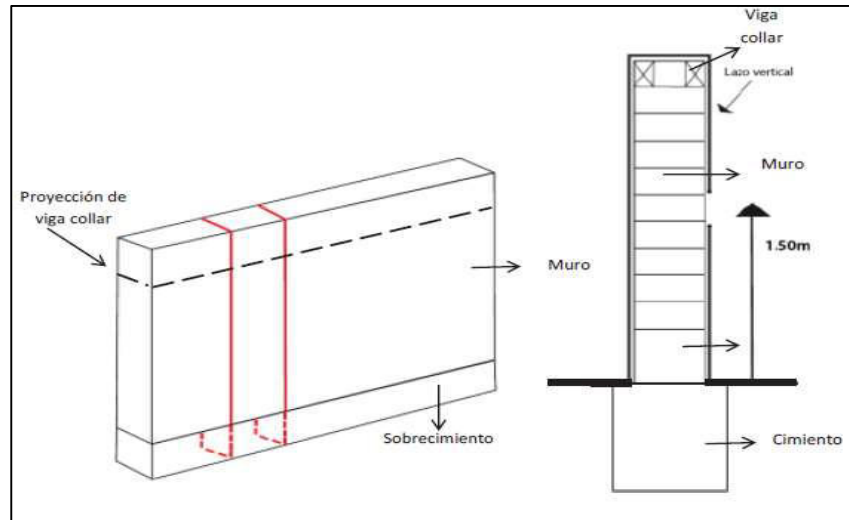


Figura 7. Colocación de la driza encima de la viga collar

La driza rodea el muro horizontal en las esquinas donde se deben perforar el muro transversal con un taladro para poder pasar las drizas de un extremo a otro y acercarlo a 0.20 m a uno de los bordes (aristas) del muro. Con la punta de la driza superior (que cuelga) debe hacerse una U y formar un nudo de dos cordones para crear un lazo, en la driza inferior tendrá un nudo llano a 0.50 m de su extremo.

Para la Normativa Peruana de albañilería nos detalle que los procedimientos de refuerzos deben repetirse y una vez amarradas las caras de cada se deberá aplicar un revestimiento o tarrajeo de barro con paja. Además, la madera en rodillos o aserrada debe tener un diámetro no menor a 25 mm para el refuerzo vertical y sogas naturales de mínimo de 6 mm de diámetro para refuerzo horizontal usando nudo llano.

Pruebas de laboratorio

Límites de Atterberg, suministran los elementos para la clasificación de las arcillas y valorar muchas de sus propiedades, el sueco Atterberg fue el primero en indicar la plasticidad relacionados directamente con la cantidad de agua que contiene un material y su capacidad de absorción en otras palabras se verificará como las partículas se comportan como un verdadero coloide, estos se clasifican en límite líquido y límite plástico.

Límite líquido (LL), el procedimiento para la prueba está dada por ASTM D-4318 la cual consiste en una copa de latón donde se suelta sobre su base una manivela. Se colca un apasta de suelo en la capa y se hace un corte en el centro de la base usando una herramienta ranurada. El contenido de humedad en porcentaje necesario para cerrar a una distancia de 12.7 mm a lo largo de la parte inferior después de 25 golpes se define como el límite líquido, al menos se requiere cuatro pruebas para el mismo suelo para determinar el número de golpes N que varía de 15 a 35 necesario para lograr el cierre. El porcentaje de contenido de humedad y el número de golpes correspondiente se representan gráficamente en papel cuadrículado semilogarítmico.

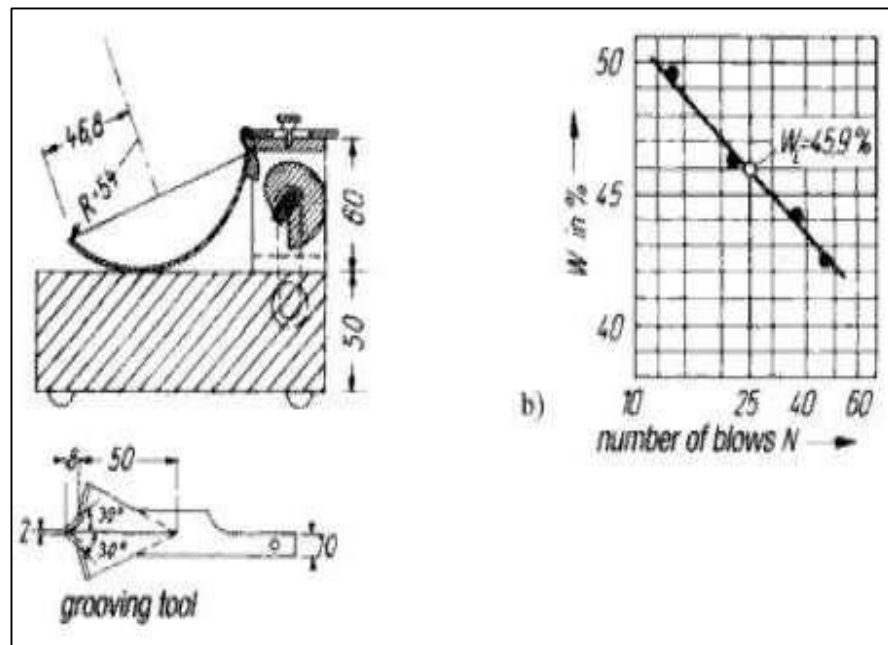


Figura 8. Ensayo de Límite Líquido

Límite plástico (PL), se define como el contenido de humedad en porcentaje en el que el suelo al enrollarse en hilos de 3.2 mm de diámetro se desmorona. La prueba es simple y se realiza mediante rodados repetidos por parte de una masa de tierra de tamaño elipsoidal sobre una placa de vidrio esmerilado. El índice de plasticidad (PI) es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo.



Figura 9. Ensayo de Límite Plástico

Pruebas de campo

Prueba cinta de barro, para la normativa, que regula las construcciones de tierra indica que se puede realizar una prueba insitu para demostrar la existencia de arcilla en u-na cantera o de donde se extraerá el material para hace los adobes, que se realiza en 10 minutos y la norma lo detalla como prueba “cinta de barro”. Se procede aplanando la muestra entre los dedos pulgares índice. Se formó una cinta con un espesor de 4 mm alargándose lo más que se pueda. Si la cinta alcanza una longitud de 20 a 25 cm se determina un suelo arcilloso si por el contrario es menor a 10 cm se indicará que el suelo contiene poca arcilla.



Figura 10. Prueba cinta de barro

Prueba “Presencia de arcilla”, con este análisis verificamos que tan apto está el suelo, un suelo de poca arcilla puede mejorarse con estabilizadores cumpliendo con la relación (cantidad/calidad) para poder usarlas en la construcción de viviendas sostenibles. Se forman 4 bolitas de barro usando la tierra de zona de estudios. Según la especificación de la norma E.080 se recomienda la mínima cantidad de agua sin que se pueda deformar al secarse. Se deberá presionar las cuatro bolitas elaboradas insitu, con un tiempo de secado de 48 horas. La prueba al romperse o agrietarse se deberá realizar nuevamente el mismo procedimiento creando nuevas bolitas. En caso en la segunda prueba se vuelve a quebrar a romperse se deberá eliminar la cantera. Se debe determinar la cantera útil si esta prueba de bolitas no se rompe o agrieta.



Figura 11. Procedimiento prueba "Resistencia seca"

Ensayos de laboratorio, “Las propiedades mecánicas del adobe se caracterizan por una heterogeneidad significativa. Para la campaña de pruebas experimentales, se seleccionó un conjunto de muestras representativas de diferentes tipologías de construcción de adobe existentes”. Los ensayos de compresión se realizaron considerando los lineamientos de la Norma ASTM E519-02, y el ensayo cíclico de muros se efectuó considerando el protocolo 1 FEMA 461 (2007) y la norma ASTM E2126 (2011).

Análisis granulométricos por tamizado, se determinó la distribución de acuerdo al tamaño de sus partículas mediante dos procedimientos, se realizó el cuarteo, donde se reduce la muestra representativa aplicados mayormente en muestras cuya grava no es limpia o el método de todo el agregado grueso.

El procedimiento consta de: La cantidad del material se pasará a través de una serie de tamices con aberturas de malla vez más reducidas. Se usaron tamizadores con el objetivo de vibrar de manera continua las cribas (tamices) en un intervalo de tiempo. La escala estándar de estas aberturas cuadradas se basa desde el tamiz n° 200 hasta las mallas de abertura 75 μm y los resultados se representan gráficamente el % pasante acumulado o retenido vs el tamaño de partícula en una escala logarítmico – cartesiana para comparan las curvas de % vs el tamaño de la partícula de forma sinusoidal lo cual origina los diagramas congestionados en los extremos de la gráfica. Este cambio de escala hace que se expanda unas zonas y se contraigan otras.

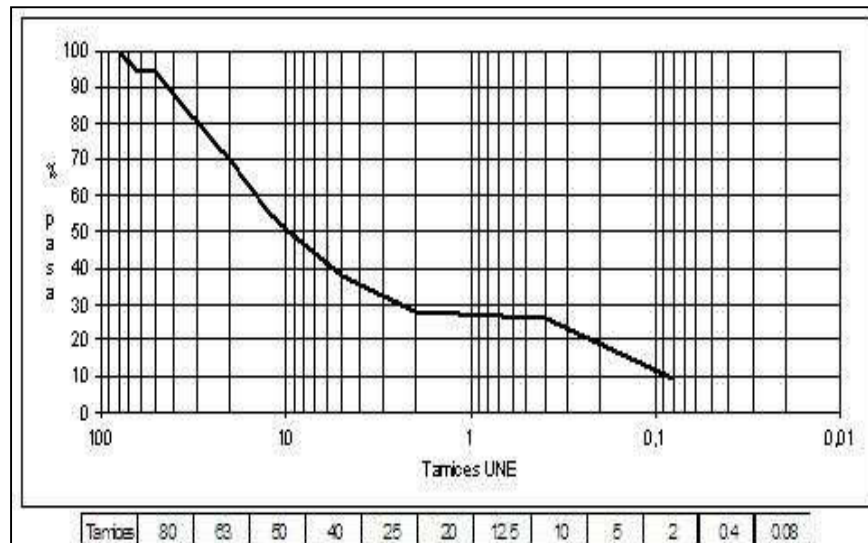


Figura 12. Curva granulométrica

Análisis granulométricos por sedimentación, este análisis hidrométrico se usó para obtener un estimado en base de la ley Stokes, esta ley se aplica a una masa de suelo dispersado con partículas de varias formas y tamaños, este ensayo se realiza con el estándar en las normas INV E 124-07 y ASTM D422-63.

En el procedimiento para determinar el análisis granulométrico a través del hidrómetro se considera: La muestra es secada al horno se deben apuntar los pesos para los respectivos cálculos y se debe agregar el agente dispersante a la muestra en suelo seco. Posteriormente se llevó la muestra al vaso de dispersión lavando cualquier residuo con agua destilada y en el cilindro de sedimentación de 1 litro se procurará cubrir la superficie agitando la suspensión durante varios segundos para remover los sedimentos y sea más uniforme aproximadamente de un minuto.

Se colocará el cilindro sobre la mesa y si en caso presente espuma se retirará con un papel absorbente para introducir el hidrómetro en la suspensión. Los resultados se obtendrán al minuto y a los dos minutos de haber colocado el cilindro sobre la mesa. Luego se introduce el hidrómetro nuevamente y se realizaran a los 5, 15, 30, 60, 120, 250, 1440 minutos del inicio de la suspensión y tomar medidas de temperatura ya que un cambio brusco afectara los resultados.



Figura 13. Análisis granulométrico por hidrómetro

Resistencia a compresión, Se analizó muestras en forma de cubo que debe ser 0.1 m de arista donde la carga es uniforme en toda la sección cumpliendo con el promedio de las cuatro mejores muestras de las seis muestras. “La fuerza por unidad de área que soporta un material es denominado como esfuerzo”, además este esfuerzo se maximiza si la carga es perpendicular a la sección. Para determinar la resistencia última se calcula conforme a la expresión $f_0 = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$. Es importante reconocer que el adobe trabaja mejor transmitiendo esfuerzos de compresión por lo que es muy importante determinar la cantidad de compresión que pueda soportar este material.

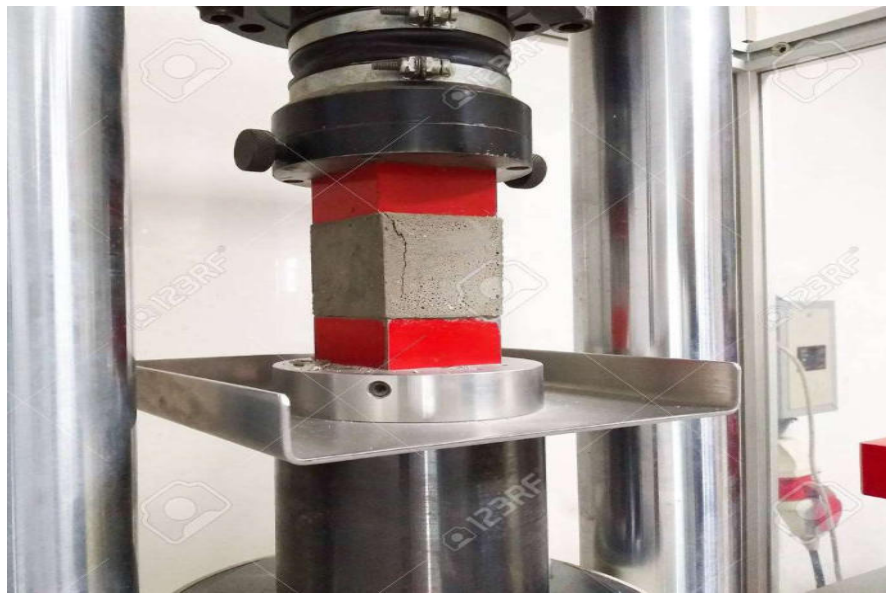


Figura 14. Ensayo de cubos a compresión

Resistencia del material tierra a la tracción, Dentro de la composición del adobe se encuentra la presencia de arcilla siendo resistente a los esfuerzos de compresión, pero posee una escasa resistencia a cargas que generen esfuerzos a tracción. Esto se puede analizar en los movimientos sísmicos, ya que en los muros se produce esfuerzos de tracción que es incapaz de soportar presentándose en los encuentros de los muros. Para la Norma E.080 la resistencia se debe determinar mediante el ensayo brasileño de tracción, estas dimensiones de los cilindros son de 6" x 12" o 15.24 cm x 30.48 cm de diámetro y largo. También se especifica que esta resistencia última es de 0.08 MPa = 0.81 kgf/cm² teniendo una humedad inicial de 20% a 25% con un secado de 28 días.

Resistencia del mortero a la tracción

En los ensayos de resistencia de mortero se determinó mediante probetas de dos adobes unidos por mortero, la resistencia última es de 0.012 MPa = 0.12 kgf/cm², cumpliendo con lo especificado en la Normativa Peruana de seis muestras se promedie las cuatro mejores muestras, este resultado sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

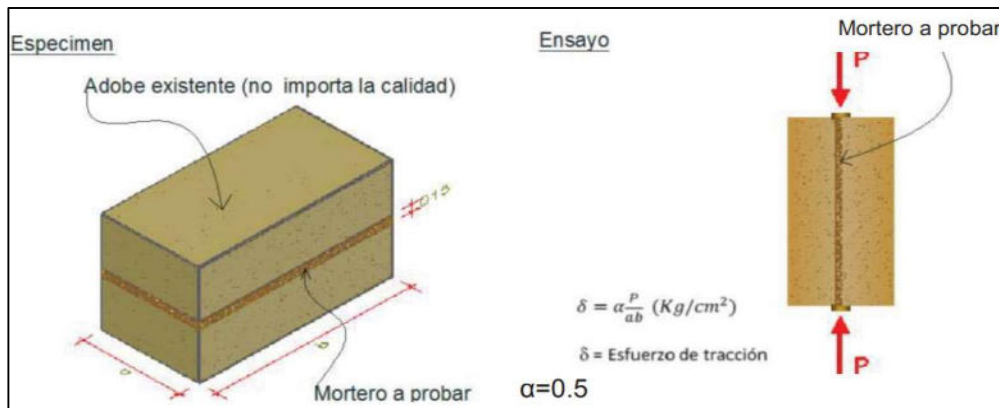


Figura 15. Ensayo de resistencia del mortero a tracción

Ensayo de pilas a compresión, con este ensayo se determina el esfuerzo de compresión admisible de la mampostería de adobe y el módulo de elasticidad del material. En la Norma E.080 en la resistencia del murete se debe tener una resistencia última de 0.6 MPa = 6.12 kgf/cm², su altura debe ser igual a tres veces la menor dimensión de la base con 28 días de secado. El esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento 1,25 fm.

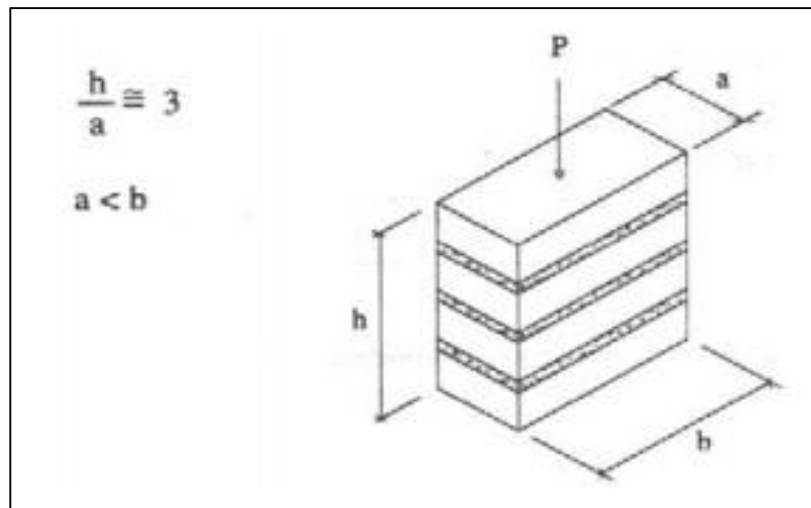


Figura 16. Ensayo de pilas a compresión

Prueba de compresión diagonal en muretes, mediante esta prueba se obtiene el esfuerzo a compresión diagonal (V_m) y el módulo de rigidez al corte (G_m). El esfuerzo cortante (V_m) se obtuvo como el cociente de la carga máxima (P) aplicada en la sección diagonal del ensayo ($t \times L_c$) y el módulo de rigidez al corte (G_m) obtenidas de las gráficas esfuerzo cortante - deformación angular de los muretes ensayados a compresión diagonal calculando la relación del esfuerzo y la deformación dentro del comportamiento elástico.

Según la normativa indica la resistencia última es de $0.025 \text{ MPa} = 0.25 \text{ kgf/cm}^2$ con dimensiones de $0.65 \text{ m} \times 0.65 \text{ m} \times e_m$ teniendo un esfuerzo admisible de corte $V_m = 0.4ft$, es girado a 45 grados con el eje horizontal.

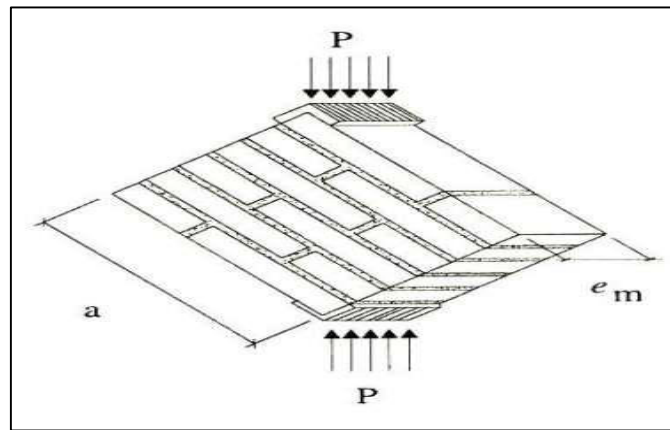


Figura 17. Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta

“Las deformaciones horizontales y verticales también se midieron para determinar el módulo de corte (G), que se ha calculado con la pendiente de la curva de esfuerzo - deformación, entre 20% y 40% del esfuerzo máximo”. Para los ensayos con refuerzo se les atribuye una gran ductilidad y resistencia a las viviendas con un comportamiento sísmico, ya que se conoce que este ensayo demuestra la falla a corte.

Tereftalato de polietileno (PET), este material a base de fibras de poliéster sirve para la elaboración de geotextiles y geomallas de refuerzo debido a su buena resistencia a la tensión y su baja capacidad de absorción de agua además de su beneficio ambiental del reciclaje de desechos sólidos. Este material sirve para

diversos usos entre los cuales tenemos la creación de geomallas, debido a su costo y a que ayuda a mitigar el impacto ambiental.

El PET tiene como característica su alta rigidez y resistencia, además de ser un material muy estable a la intemperie e indeformable al calor a un máx. 150 °C, en los ensayos a tracción se observa que las tiras cortadas en vertical son capaces de asumir una deformación superior al 100% muy por encima de las tiras horizontales e inclinadas con un 40 y 35% respectivamente. Es un buen material que presenta propiedades mecánicas elevadas en comparación a otros materiales, es poco degradable y se usa para fabricación de plástico entre otros. Peso específico de 1.39 gr/cm³.

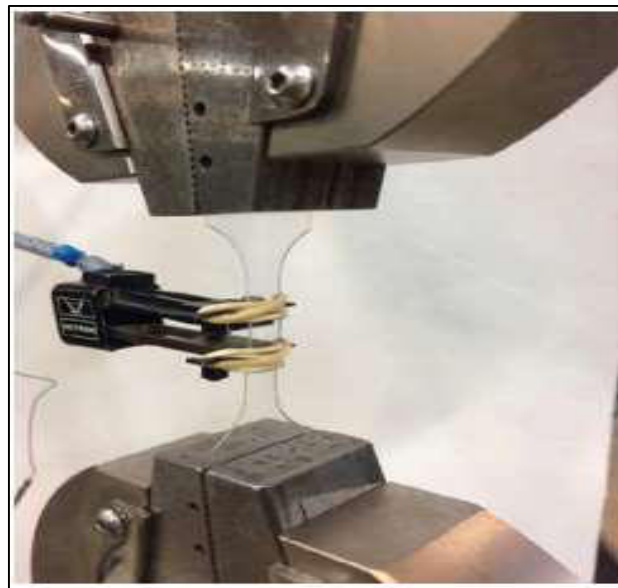


Figura 18. Ensayo de tracción del PET

Sogas de PET, el proceso para la elaboración de sogas de PET deberá disponer de un fileteador que se usa para convertir una botella a una tira, se debe reusar botellas sin chancar y limpias para ser cortado. Así se obtendrá las tiras y se procederá a torcer las tiras en un dispositivo de poleas y una faja con un motor de taladro torciendo para convertirlas en sogas motor. La preparación artesanal de estas sogas hace que sean económicamente viable, para lo cual se puede utilizar de diversos usos, ya que presenta un considerable punto de fluencia y una elongación de 5% aproximadamente.



Figura 19. Elaboración de sogas PET como refuerzo

Disipación de energía, se logra con la incorporación de dispositivos en una estructura reduciendo las deformaciones y esfuerzos antes ciclos de carga y descarga producidos en los sismos llegando a una optimización de 50% menor a una estructura sin disipadores. La disipación de la energía se mide como el área bajo la curva en la fase de carga y descarga, la diferencia de la misma es la que se presenta como la disipación de la energía.

“La disipación de energía en la estructura más allá de su punto de fluencia es tomada en cuenta con el amortiguamiento histerético”. Los refuerzos ayudan a disipar la energía una vez que se obtenga la pérdida de elasticidad del muro, considerando que estos ayudan al amortiguar y dar estabilidad al muro durante el ensayo

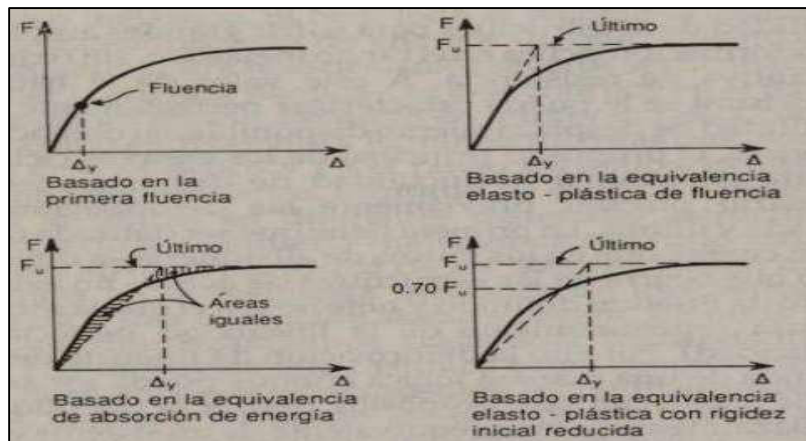


Figura 20. Métodos para hallar la fluencia

Ensayo cíclico, “The cyclic load condition aims to portray the reinforcement response under seismic-like actions that alternatively invert the sign of the stress”. Este ensayo determina el comportamiento dinámico de la estructura, abarca tanto el comportamiento elástico e inelástico del espécimen. Se obtendrá así la curvatura de carga y descarga versus el desplazamiento lateral, pudiendo identificar la fisura por tracción, rotura diagonal, límite de reparación y falla final. El parámetro de la ductilidad presentado en los muros, el cual permite conocer la habilidad de la estructura tras sufrir grandes amplitudes de deformación cíclica, es determinado por el diagrama de comportamiento histérico. Con este ensayo se genera el diagrama de comportamiento histerético.

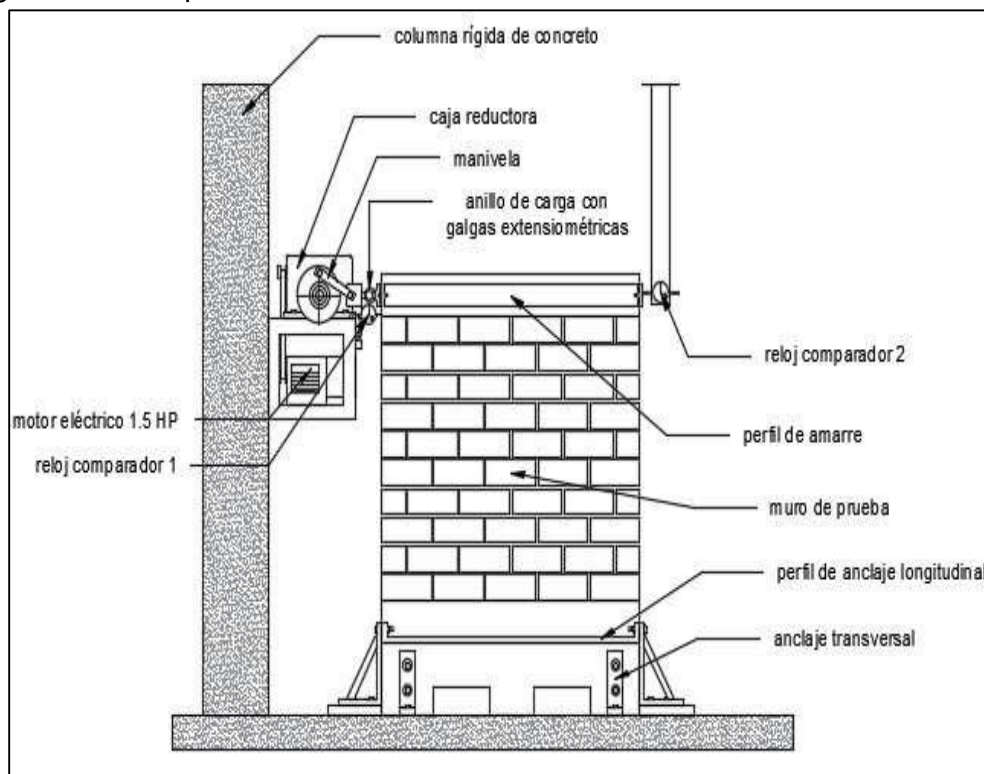


Figura 21. Actuador electro - hidráulico

FEMA 461, todo ensayo consiste en 10 fases de desplazamiento y por cada fase está comprendida de dos ciclos de desplazamiento lateral teniendo en consideración el protocolo FEMA 461. “En el protocolo, estos efectos sísmicos se replican mediante la aplicación cíclica lenta de cargas (o deformaciones) cuyo historial (en términos de la carga aplicada o en términos de la deformación causada por una carga aplicada) sigue un valor predeterminado modelo”.

Lazos de histerético, “se debe a que parte de la energía mecánica que se pone en juego al cargar y descargar el material se convierte en energía térmica”. Los materiales con esta estadística absorben las vibraciones mecánicas o amortiguarlas rápidamente, al representar un modelo elastoplástico siendo un modelo simple para describir la histéresis de curvas fuerza- desplazamiento. El marco de reacción del actuador dinámico que aplica una carga vertical constante y la gráfica típica de carga – desplazamiento del muro ensayado presenta por cada fase de desplazamiento horizontal controlado, se aplican ciclos de carga y descarga hasta estabilizar el lazo histerético. El parámetro más significativo del ensayo cíclico es la ductilidad disponible del muro y entender el comportamiento dinámico inelástico.

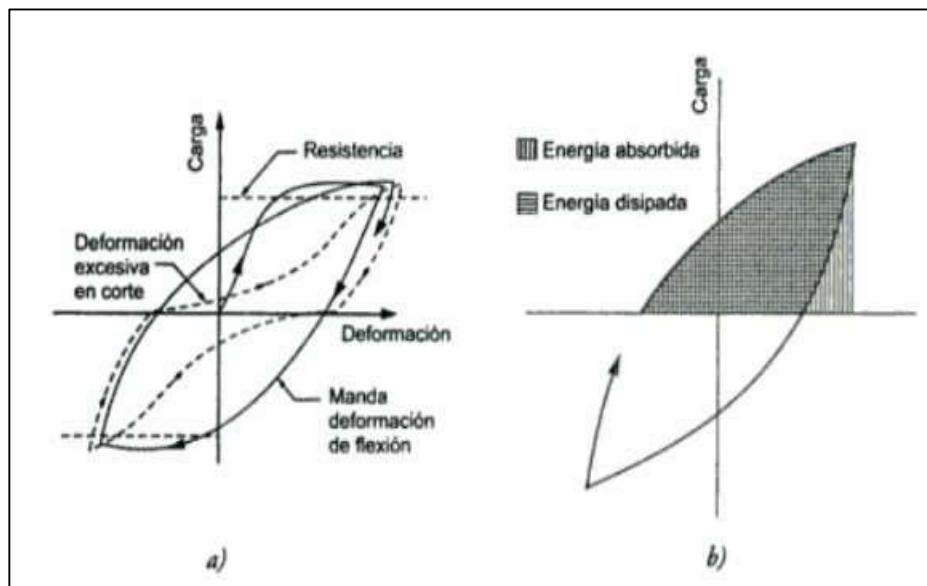


Figura 22. Lazo histerético y medida de disipación de energía

Modelo analítico del comportamiento histerético, existe una gran cantidad de variables que influyen en el comportamiento histerético, tales como la forma de las secciones transversales, el tipo de refuerzo, la distribución y la calidad de los materiales integrados. Es de los modelos más simples para describir la histéresis de curvas fuerza-desplazamiento, dentro de este modelo el material se comporta como un material totalmente elástico, con rigidez k hasta que llega a la fuerza de fluencia F_y a partir de ese punto hay deformación.

Modelo de rigidez degradante, variante del modelo elasto- plástico que incorpora el efecto de la degradación de rigidez. Este modelo es relativamente simple y ha sido utilizado ampliamente para el análisis no lineal de estructuras, pero incorporando las características de endurecimiento por deformación. “Es así que se emplea un sistema elastoplástico de rigidez reducida, alcanzando un 70% de la resistencia última, se puede suponer que se igualan las áreas entre la curva real y la supuesta y por lo tanto no se altera el balance de energía”.

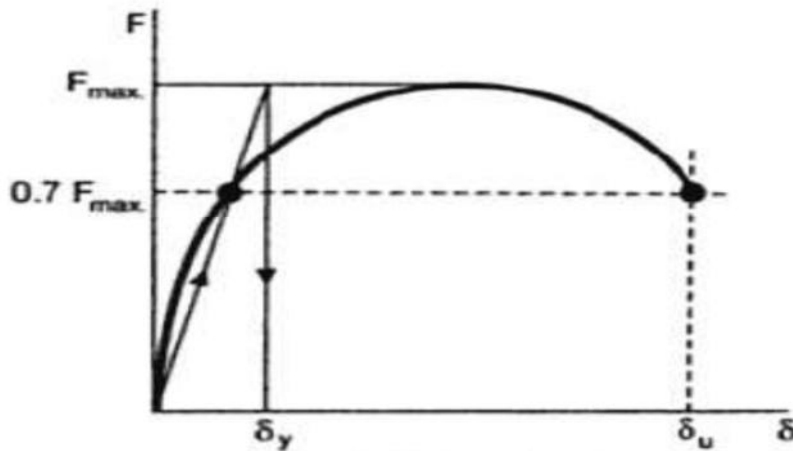


Figura 23. Modelo elasto-plástico

Rigidez lateral experimental, para el modelamiento propuesto es necesario el cálculo de la rigidez considerando los lazos estabilizados del primer ciclo, obteniendo una línea tendencia que nos permite calcular una rigidez lateral a través de la pendiente de esta línea, esta rigidez lateral experimental se define como:

$$K = \frac{\Delta F}{\Delta D}$$

K: Rigidez Lateral elástica

ΔF : Variación de fuerza

ΔD : Variación de desplazamiento

Refuerzo, según la norma E.080, llama al elemento cuya resistencia a tracción sea alto. Los cuales darán soporte y control a desplazamiento en caso de fisuras a la estructura. Deben ser flexibles para que no dañen la estructura. Se verificaron las resistencias a tracción del material de refuerzo a usar y así verificar si cumple con las normativas la cual nos limita a tracción directa de 1200 Kg/cm². Para poder realizar este tipo de procedimientos usar como refuerzo material.

Las propiedades mecánicas del adobe, están determinados por los módulos de elasticidad, resistencia a la compresión, cortante, flexión, ductilidad y rigidez los cuales describen las características principales de las viviendas de adobe. Se realizaron ensayos de muros prototipo a escala natural y escala reducida, con y sin refuerzo con diferente tipo de refuerzo. Estos fueron sometidos a cargas laterales cíclicas y conforme lo establece el protocolo FEMA 461. Los cuales fueron medidos por sensores de desplazamiento LVDT, y obtener comportamiento histerético.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Investigación según su diseño, En la metodología propone que respecto a la investigación de diseño no experimental los autores refieren que: Se caracteriza por no tener ninguna intervención en las variables. Podemos decir que no se realiza intervención alguna en la variable independiente, para verificar el comportamiento de las variables dependientes. Podemos concluir que nuestra investigación es de diseño no experimental, puesto que no vamos a manipular las variables, vamos a dejar que fluctúen libremente.

Los diseños no experimentales transversales son los que recopilan información en un tiempo determinado, el cual no se prolonga en el tiempo. Tiene como finalidad detallar las variables y ver su comportamiento en un tiempo establecido. Se puede decir que este tipo de investigación es una foto instantánea de la realidad, para la cual se ha recopilado toda la información en un tiempo de lapso corto y para verificar el comportamiento que presentan las variables.

Investigación según su finalidad, la investigación es de carácter aplicativo; ya que, presenta como principal requisito resolver un planteamiento o una problemática específica, teniendo en cuenta la búsqueda y afianzamiento del conocimiento para su aplicación. La finalidad de la investigación aplicada da las posibilidades para que las investigaciones sean llevadas a su ejecución. En síntesis, las teorías generadas en esta clase de investigación están dirigidas a dar solución a problemas y/o necesidades de la población, teniendo como objetivo generar nuevos conocimientos que se apliquen de manera directa en la sociedad.

La investigación aplicada aporta nuevos hechos; puesto que, esta información puede ser útil y estimable para la teoría teniendo como objetivo de estudio desde una problemática a una acción propuesta. Este tipo de investigación se centró en llevar a prácticas todas las teorías relacionadas con la investigación. En este ámbito se preocupó no solo por organizar conceptos o ideas sino también entender la complejidad de la problemática buscando una solución para estas.

Investigación según su alcance, Para la investigación de alcance correlacional, parte del objetivo general y específico, tuvo como finalidad interpretar hechos, fenómenos y leyes de un ámbito real. Mediante este proceso se descubre y evalúa las relaciones entre las variables, midiéndose por su concepto o comportamiento. En consecuencia, el nivel de esta investigación es de tipo correlacional; ya que, detalló el grado de incidencia de una variable sobre la otra, es decir las dos variables van relacionadas determinando una resultante, presentando la variable dependiente e independiente.

Se va recopilando datos durante el proceso de la investigación determinando los causales y posibles efectos en diferentes puntos. La investigación presentó carácter causal, porque trata de ver las causas y efectos que intervienen para obtener los resultados. En síntesis, esta investigación es de alcance correlacional-causal, porque se trató de verificar las causas y efectos de la correlación que presentan las variables dependientes de las independientes, para tal fin se recopilaron datos de otras investigaciones durante su proceso, con la finalidad de verificar el grado de incidencia que presenta los diferentes tipos de refuerzo en base a su material, propiedades mecánicas del suelo y refuerzos a usar. Determinando de esta manera las posibles causas que generan efectos en diferentes resultados.

Investigación según su enfoque, en el enfoque cuantitativo se basa entre la realidad de la investigación y la percepción del investigador para poder reflejar una hipótesis que pruebe las teorías planteadas. Se refiere a cuantificar el problema mediante el uso de diferentes herramientas y resultados, que expliquen la naturaleza del objetivo de estudio. La investigación cuantitativa es un proceso sistemático relacionado directamente a los métodos de investigación aproximándose al objetivo de estudio. El enfoque es cuantitativo, porque presentó un proceso ordenado y sistemático, que se enfocó necesariamente en comprobar los postulados mediante el análisis de los resultados y la medición numérica.

3.2. Variables, operacionalización

Variables, son características que van cambiando y son medidos durante el proceso de la investigación, la cual está determinada por las características o propiedades del objetivo de estudio. En este proceso de la investigación se obtuvieron una variable dependiente e independiente, donde se determinó la relación de la hipótesis relacionada directamente con causa y efecto haciendo referencia a una característica estudiada. Son características que pueden variar, son susceptible a ser medidas y observadas, toda investigación gira entorno a sus variables. En consecuencia, las variables presentadas a continuación son medidas y fueron manipuladas dentro de los factores de los que realizaron las investigaciones, donde dieron resultados para responder a las hipótesis planteadas.

Variable independiente, la variable independiente tiene la capacidad de afectar e influir a otras variables, identificándose como una causante o antecedente. Es la que determina la investigación y tiene poder para modificar el resultado el cual es medido y observado, su nivel de influencia es determinado en base a la relación que exista entre la variable independiente y dependiente.

Conocida como causa o explicación, puede ser manipulada por el investigador. El fenómeno analizado ha sido modificado o excitado, temporal o permanentemente para obtener los resultados. En esta investigación se ha consignado como variable independiente al refuerzo con mallas.

Variable dependiente, la variable dependiente posee la capacidad de ser influida por la variable independiente, mide los efectos que tiene la variable independiente sobre esta. Es la responsable de medir el efecto que presentó la variable independiente al ser sometida a una excitación, la cual tendrá consecuencias para poder contractar las hipótesis planteaas. En esta investigación se ha reconocido como variable dependiente a las propiedades mecánicas en muros de adobe.

Operacionalización de variables, mediante la operacionalización de variables define de manera cómo fueron medidas las variables asignadas para el

planteamiento de la investigación. Se identifica como operacionalización el poder identificar, describir en base a sus dimensiones e indicadores la forma fueron medibles las variables. Como se sabe esta investigación cuantitativa trata de definir de forma exacta la realidad, aplicando así cálculos numéricos y modelamientos para poder plantear una solución frente a una problemática.

En cuanto a la variable independiente designada fue “refuerzo con mallas”, por su parte la variable dependiente fue “las propiedades mecánicas en muros de adobe”, del cual serán el objeto de estudio comparativo. En el anexo 3 y 5, se detalló la operacionalización de variables y la matriz de consistencia respectivamente.

Indicadores, se refiere a mostrar algo a través de indicios y señales, este instrumento de medición vinculado con el objetivo inicial. Estos indicadores tienen que objetar las observaciones de la investigación. Aportan evidencia cuantitativa referida a la condición de la investigación, arrojando un valor, magnitud o criterio de la comparación proporcionando datos indispensables para el investigador.

Los elementos en el **proceso de medición**, parten de la teoría obligando al investigador conocer a profundidad los fundamentos relacionada a su pregunta de investigación. Por tanto, los conceptos sobre el fenómeno de estudio requieren de indicadores que aporten medidas empíricas asignando valores a estos indicadores y poder interpretar nuestras observaciones.

Escala de medición, se refiere al conjunto de valores que cierta variable puede tomar, puede ser cualitativa o cuantitativa. La validez, consistencia y confiabilidad de los datos de investigación dependen de la escala de medición. Teniendo en consideración de que el nivel de esta escala se determina por las propiedades de medición de la variable, el tipo de operación y los procedimientos estadísticos. Es la forma en que una variable va a ser cuantificada, por lo general se distinguen cuatro niveles de medición: nominal, ordinal, intervalos y escalas de proporción.

3.3. Población, muestra y muestreo

Para esta tesis titulada: "Evaluación del refuerzo con mallas vegetales y madera de arriostre para aumentar propiedades mecánicas en muros de adobe en viviendas, Canta 2019." **Unidad de análisis**, muros de adobe en viviendas.

Población, es un conjunto finito o infinito procedentes de los fenómenos observados dentro del lugar de estudio el cual determinado así el tamaño de la población. Este conjunto de individuos que tienen características similares las cuales serán el elemento principal de nuestro objeto de estudio.

Es un conjunto finito o infinito procedentes de los fenómenos observados dentro del lugar de estudio el cual determinando así el tamaño de la población. La población que se determinó posee ciertas características esenciales, las cuales se propuso para nuestro estudio. En síntesis, teniendo en cuenta este criterio, esta investigación tiene como población a 7 muros repartido en 2 investigaciones de adobe en viviendas, estas fueron evaluadas mediante la norma E.080 y FEMA 461.

Muestra, se define como el subgrupo del total de la población de estudio dentro del cual se recolectarán todos los datos mediante procesos científicos definiendo la precisión para los resultados obtenidos. Se procedió a tomar la muestra representativa con la finalidad que la muestra represente el total de la población. Para este fin, se analizaron un total 7 muros de adobe, 5 escala 1:2 y 2 a escala natural, las cuales han sido secadas y llevadas a ensayar al laboratorio, después de un mínimo 28 días de haber sido construidas.

Muestreo, es el conjunto de todos procedimientos, criterios y reglas por el cual se escogen un conjunto de la población, el cual va a representar fielmente las características o hechos que suceden en esta población. Podemos inferir que se refiere a la forma de cómo se va a seleccionar la muestra representativa el cual va a ser estudiada, para estos procedimientos existes diversas maneras de obtener el muestreo.

[...] Se hace referencia a intencional, cuando el investigador es el que elige a su criterio los elementos que integraran la muestra, teniendo en consideración que los elementos son típicos del universo que se desea conocer, son de carácter subjetivo. De las formas que podemos realizar el muestreo por conveniencia del investigador, no es de manera aleatoria, por este motivo no se conoce la probabilidad ser seleccionado cada elemento de la población.

El muestreo forma parte de la población, con la finalidad que la proporción que fue objeto de estudio sea parte fiel representación de esta. Son los procedimientos para recolectar datos de una parte de la población de estudio, donde se precisa la recolección de datos mediante métodos científicos. Para el proyecto se evaluó una investigación no probabilística intencional, es decir las investigaciones relacionadas a las propiedades mecánicas en muros de adobe, además del comportamiento que tiene el muro a someterse a un estrés, las cuales estuvieron establecidos por el criterio del investigador. Se procedió a recolectar información sobre investigaciones que contemplen refuerzo con mallas en estructuras de adobe las cuales fueron sometidos a ensayos cíclicos laterales.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para esta investigación, se asume las reglas y los procedimientos dentro del enfoque cuantitativo, de los cuales se discutió y se llegó a conclusiones a partir de los análisis de los ensayos realizados en laboratorio por dos investigadores.

Técnicas de recolección de datos, es un conjunto de estrategias, operaciones y tácticas, que tiene por finalidad recolectar datos para producir un resultado final que compruebe o descarte las hipótesis planteadas. Se usó diferentes técnicas o herramientas que planteen desarrollar la información, ya sea mediante encuestas, estadísticas, diagramas de flujos, etc. Mediante las técnicas de recolección de datos se verifica la problemática planteada, aplicándose herramientas, instrumentos o técnicas para determinar el tipo de investigación. Se asume las reglas y los procedimientos que se deben realizar en las investigaciones dentro del enfoque cuantitativo, los cuales se discutieron y se llegaron a conclusiones a partir del análisis realizadas a las investigaciones.

Teniendo en consideración la teoría de la investigación, se empleó como fuente el análisis documental de investigaciones realizadas por terceros. Se analizó el efecto que tubo al realizar refuerzos con diferentes tipos de materiales y configuraciones, para ver el comportamiento de las propiedades mecánicas en muros de adobe con los refuerzos que se adicionó, luego se procedió a recolectar datos de los resultados obtenidos de los ensayos, se tomó como referencias las investigaciones realizadas respecto al mismo tema para poder profundizar más la investigación.

Instrumento de recolección de datos, son las herramientas que se utilizaron para recopilar y acopiar información. Para recolectar datos desde el inicio de la investigación, parte de diferentes instrumentos. Estos instrumentos sirvieron para extraer información y analizar, con la finalidad de verificar los objetivos e hipótesis mediante el instrumento de recolección de datos se determina medios materiales para adquirir nuevos conocimientos.

Para tal fin, se ha creado una tabla donde describe los ensayos y pruebas a realizar, para lo cual se recurrió a los laboratorios a realizar las preguntas respectivas, para tener mayor claridad en los ensayos, la jerarquía de los mismos y el presupuesto que se tiene que manejar. De instrumento se usó ficha de recolección de datos.

Validez, la validez se refiere, al grado que el instrumento mide o pretende medir la variable. Para la validación de los instrumentos se realizaron fichas de los diferentes ensayos que permitan tener un resultado verídico. Se realizaron formatos los cuales fueron validados por la firma de 3 Ingenieros Civiles especializados en la materia, dando fe que los formatos de ensayo de laboratorio son válidos; los cuales presentaron la rúbrica y el sello de cada experto, los cuales se verán en el anexo 4. En los ensayos designados se comprobó la variación en las propiedades mecánicas del muro de adobe al adicionarle refuerzo con configuraciones características que los investigadores le asignaron.

Confiabilidad, el grado de aplicación al individuo u objeto se relaciona con el instrumento de medición que es la confiabilidad. Este se refiere al grado de seguridad con los cuales se obtiene los resultados, dependiendo de diferentes

procedimientos como la observación y el contexto determinado. Por ello la idea de confiabilidad se debe obtener resultados concretos mediante las pruebas, iguales o idénticas bajo las mismas condiciones, es decir que todos los resultados tiendan a mismo valor en un rango considerable. En esta investigación la confiabilidad la dio:

1.- El documento que acredita que la máquina donde se realiza los ensayos esta calibrada.

2.- Firma del ingeniero a cargo del laboratorio, a fin comprobar que los resultados de los ensayos realizados en dicho laboratorio son confiables y se puede llegar a demostrar resultados óptimos en cuando a refuerzo de estructuras de adobe.

Para esta investigación se realizó el análisis de los ensayos realizado por terceros, a fin de comprobar si comportamiento de las propiedades mecánicas debido a los refuerzos implementados han mejorado ante excitaciones externas.

3.5. Procedimientos

Dada la coyuntura actual (COVID-19), no se llevó a cabo la investigación experimental, por la inmovilización obligatoria decretada por el gobierno donde solo los servicios de primera necesidad se mantuvieron operando; por lo tanto, no se obtuvo datos de laboratorio al no estar prestando servicios al público, el planteamiento inicial (refuerzo con mallas vegetales y madera de arriostre) no fue abordado; ya que, al no existir ensayos nos apoyamos en otras investigaciones que se asemejan a nuestros refuerzos planteados, para de esta manera describir el comportamiento de una estructura reforzada. Para llevar a cabo esta investigación de acuerdo a las dimensiones citadas y para contrastar a las hipótesis planteadas, se realizaron diversos análisis a investigaciones que preceden a esta, teniendo como resultado dos investigaciones con características de material similares las cuales nos presentaron resultados idénticos. Se verificó las características del suelo, se realizaron ensayos de laboratorio para para caracterizar el tipo de suelo y medir los esfuerzos máximos a comprensión, tracción, entre otros, los ensayos se realizaron para cada investigación.

Tabla 2. Procedimientos

| N° | NOMBRE DEL ENSAYO | DURACIÓN | PROCESO |
|----|------------------------------------|------------|---|
| 1 | Clasificación de suelo | 5 días | Se requiere muestras de las canteras extraídas para clasificar el suelo, análisis granulométrico por tamizaje y sedimentación, para delimitar los límites de Atterberg, y la gravedad específica. |
| 2 | Ensayo de Comprensión de cubos | 30 minutos | Para este ensayo se fabricarán cubos de 0.1 m de arista con las mismas condiciones de la cantera, secado a los 28 días. Mediante este ensayo se determina la resistencia a comprensión, los resultados de este ensayo sirven para verificar si la cantera cumple con lo que detalla la norma lo cual su resistencia última tendría que ser $1\text{MPa } 10.2 \text{ kgf / cm}^2$. |
| 3 | Resistencia a la comprensión pilas | 30 minutos | Se construirán pilas de adobe con una esbeltez de 3 mortero de 1cm-2cm (recomendado E.080) dejado secar a los 28 días, los cuales serán sometidos a un ensayo de comprensión para medir su resistencia, esto se aplicará a 6 muros, estos ensayos nos detallaron la carga máxima y la elasticidad del adobe. $0.6 \text{ MPa} = 6.12 \text{ kgf/cm}^2$. |
| 4 | Ensayo a tracción | 30 minutos | Se construyen emparedados mortero 1cm-2cm dejado secar a los 28 días, los cuales serán sometidos a un ensayo a tracción para medir su resistencia, esto se aplicará a 6 emparedados, estos ensayos nos detallaron la carga tracción de mortero. $0.012 \text{ MPa} = 0.12 \text{ kgf/cm}^2$. |
| 5 | Resistencia a corte | 30 minutos | Se construirán muretes de adobe con las siguientes características 65cm x 65cm x 65cm y 2.00cm mortero dejado secar a los 28 días, los cuales serán sometidos a un ensayo de comprensión diagonal para medir su resistencia al corte, esto se aplicó a 6 muros, este ensayo nos detallara el esfuerzo admisible al corte de los muretes. |
| 6 | Ensayo cíclico lateral | 2.15 horas | Se requiere formar muros (sea tamaño real o escala) como mortero de 1cm-2cm secados a 28 días, las cuales cuentan con cimentación y viga de coronamiento, bajo condiciones controladas, para ser forzados a desplazamientos por cargas máximas, cada fase cuenta con dos ciclos |

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Es una amplia gama de técnicas donde se organiza y extrae información orientadas a la aplicación en la investigación. Después de recopilar datos del instrumento y comenzar a analizar las características de la muestra se establece el método de análisis de datos.

Nos quiere decir que para el proyecto de investigación se necesitan programas que puedan procesar los datos obtenidos, por tal motivo utilizaremos el software Microsoft Office Excel, para procesar los datos obtenidos en los ensayos por las dos investigaciones analizadas a fin de verificar el comportamiento fluctuante de las propiedades mecánicas de los muros de adobe.

3.7. Aspectos éticos

Al transcurrir el tiempo se habilita un factor de relación entre el conocimiento moderno y el proceso científico- tecnológico, siendo fundamental para el proceso y desarrollo de la misma sociedad aplicando principios de autonomía, justicia y beneficencia.

De tal manera, para realizar esta investigación se actuó de manera ética y moral siguiendo todas las directrices que se inculcan en la universidad, respetando sobre todo la propiedad intelectual, las ideas de cada uno de los asesores, actuando con los principios respeto y honradez ante la sociedad. Se afirma la autenticidad y originalidad de los resultados obtenidos en esta investigación.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación Política

La zona de estudio está ubicada en la región de Lima, provincia de Canta, distrito de Canta, la cual limita con los siguientes distritos:



Figura 25. Ubicación geográfica de Lima

Norte: Con el distrito de Huaros

Sur: Con el distrito de Lanchaqui

Este: Con la provincia de Huarochiri

Oeste: Con el distrito de San Buenaventura.

La zona que se eligió para realizar esta investigación, se debió a que presenta vulnerabilidad ante los sismos y otros agentes naturales, en el lugar predominan las construcciones de tierra sin refuerzo, para lo cual se presenta esta investigación, así mitigar los efectos de las vulnerabilidades.



Figura 24. Mapa Político del Perú

Ubicación Geográfica, la zona de estudio se encuentra en las coordenadas 11°28'00"S 76°37'00"O, presenta una altitud de 2385 m.s.n.m. aproximadamente, cuenta con un área de 123.09 km² y tiene una densidad de 19.38 hab./km². Lugar exacto de la investigación es el distrito de Canta, que está representado por el color naranja en la figura 26.



Figura 26. Distribución geográfica de Canta

Clima que Canta percibe, se detalló a continuación a través de los meses, en la siguiente tabla.

Tabla 3. Clima de Canta

| Parámetros climáticos promedio de Canta | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Mes | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Anual |
| Temp. Máx. media (°C) | 18.7 | 18.7 | 18.4 | 18.9 | 18.2 | 17.7 | 17.5 | 17.9 | 18 | 18.3 | 18.7 | 18.7 | 18.3 |
| Temp. media (°C) | 12.5 | 12.8 | 12.4 | 12.2 | 10.8 | 9.7 | 9.3 | 9.9 | 10.7 | 11.4 | 11.7 | 11.9 | 11.3 |
| Temp. mín. media (°C) | 6.4 | 7 | 6.4 | 5.5 | 3.5 | 1.8 | 1.2 | 1.9 | 3.4 | 4.5 | 4.8 | 5.2 | 4.3 |
| Precipitación total (mm) | 61 | 84 | 106 | 22 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 | 9 | 28 | 324 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla podemos apreciar del clima que goza Canta, la mayoría de los días del año de un clima.

Acceso a la zona de investigación, el ingreso a la zona de estudio se realiza a través de la ruta (especificada desde la Universidad cesar Vallejo sede Lima Norte), accediendo en auto particular. Se toma la Av. Alfredo Mendiola 6232 de Sur a Norte, luego al llegar a la Autopista Chillón Trapiche tomar el desvío a la derecha, luego doblar a la derecha en la Av. Chimpum Oclo. Hasta la intercepción de la Av. Túpac Amaru (doblar a la izquierda), continuar por la Av. Túpac Amaru y luego en la continuación en la carretera Lima - Canta (20 A) 1.5 horas aproximadamente 90 km aproximadamente. Ahí podemos ubicarnos en la carretera 20 A. Todo el tramo es una vía asfaltada, hasta llegar a la Municipalidad de Canta, de ahí todo el camino será trocha, hasta llegar al lugar donde se realizará la investigación.

Trabajo de campo, para esta investigación se analizaron los datos de las tesis que se describen a continuación:

Tesis1: Evaluación del comportamiento ante cargas laterales cíclicas de muros de adobe no reforzados y muros reforzados con sogas de tereftalato de polietileno reciclado. Realizada por: Villegas Delgado Weimer Manuel y Esquivel Alayo David Ricardo, para optar el título de INGENIERO CIVIL, en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO, en el año 2019.

Tesis2: Evaluación experimental del comportamiento de muros de adobe reforzados con cuerdas sometidos a carga lateral cíclica. Realizada por Valle Castro Angely Paola, para optar el grado académico de MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL, en la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, en el año 2019.

En adelante se hará referencia a investigación 1 e investigación 2 refiriendo a las tesis mencionadas, las cuales ayudaron a determinar las características, propiedades mecánicas del suelo y la evaluación del refuerzo con cada uno de los materiales empleados. Así mismo se reprodujeron 7 muestras en total, las cuales se asemejaron a las condiciones insitu y presentan las siguientes características:

Investigación 1: Se verificó los procedimientos que caracterizaron a esta investigación los cuales fueron:

Dosificación, adobe no existen detalles. Mortero no existen detalles. En toda la investigación.

Ensayos de mecánica de suelos, se obtiene la muestra de la calicata de Alto Trujillo, el cual no detallo el lugar preciso de donde se extrajo dicha muestra, la cual se utilizó para la fabricación de adobes presentó ciertas características bajo los criterios de las normas ASTM D854 (Gravedad Específica); ASTM C117 (Granulometría por Lavado); ASTM D422; (Granulometría por Tamizado) ASTM D422 (Granulometría por Sedimentación); ASTM D4318 (Límite Líquido); ASTM D4318 (Límite Plástico). Además de clasificación del suelo según SUCSS. Las características del adobe se detallan a continuación.

Resistencia a la compresión, norma E.080 detalla crear un cubo de 10cm de arista, con las mismas características que se creó el adobe, después de un mínimo de 28 días de secado se lleva a laboratorio para realizar en ensayo a compresión según lo que detallan las NTP. Se toman 4 de las mejores 6 muestras, según recomendación de norma, además detallo que los esfuerzos mínimos de rotura a compresión debe ser mayor igual a $f = 1.0 \text{MPa} = 10.2 \text{ kgf / cm}^2$.

Ensayo de compresión de pilas, (ASTM C- 1314) se conformaron 6 pilas con una esbeltez de 3 aproximadamente como recomienda la norma, presentó dimensiones de 23cmx40cmx13cm, un mortero horizontal y vertical que oscila entre 1.5cm a 2.5cm de espesor luego de 120 días de secado, los ensayos nos detallaron la carga máxima y la elasticidad del adobe.

Se toman 4 de las mejores 6 muestras, además detalla que los esfuerzos mínimos de rotura a compresión de pilas debe ser mayor igual a $0.6 \text{ MPa} = 6.12 \text{ kgf/cm}^2$. Y si no se obtiene datos de E (módulo de elasticidad trabajar con $200 \text{ MPa} = 2040 \text{ kgf/cm}^2$).

Ensayo de compresión diagonal, Según el criterio de la ASTM E 519 se realizaron muros de 0.60m x 0.60m x 0.125m, se almacenaron por 40 días, se analizaron los resultados con la finalidad de obtener la resistencia al corte y para verificar si cumple con lo que especifica la norma E.080. Se toman 4 de la mejores de las 6 muestras. La norma detalló que los esfuerzos mínimos de rotura a tracción indirecta debe ser mayor igual a $0.025 \text{ MPa} = 0.25 \text{ kgf/cm}^2$.

Elaboración de sogas sintéticas de PET reciclado, se recolectaron botellas del SEGAT para la elaboración de sogas, el proceso consiste en cortar en tiras las botellas de 4mmx27mmx0.29mm ancho, largo y espesor respectivamente, el cual con un dispositivo unido a un taladro se logra torcer para obtener fibra homogénea. La soga está conformada por 18 tiras.

Ensayo de tracción para las sogas de PET reciclado, para el criterio del ISO 2307 se ensayó 3 muestras a una carga de tracción pura de 5 cm, las cuales fueron fiel representación de la muestra, sometiendo a una carga que va en aumento hasta la rotura. La norma E.080 detalló que los esfuerzos mínimos de rotura a tracción directa debe ser mayor igual a $120 \text{ MPa} = 1200 \text{ kgf/cm}^2$.

Ensayo de carga cíclica lateral (FEMA 461), para la investigación de mampostería de adobe presenta una respuesta dinámica que va más allá del rango elástico, al realizar el ensayo tendremos datos que van de acuerdo al rango elástico e inelástico, tales como ductilidad, degradación de rigidez, disipación de energía, etc. El ensayo cíclico genera una gráfica de capacidad (fuerza – deformación) la propiedad más representativa vino a ser la ductilidad. En la albañilería de adobe no se puede precisar con exactitud la fluencia definida; por lo tanto, se trabajó con el modelo elastoplástico para describir la ductilidad. Para la investigación 1 se contó con la máquina ensamblada que consta de un motor LINTON de 1.5 HP y una velocidad de 1705 RPM para reducir la velocidad se usó un sistema de poleas la cual redujo hasta una velocidad de 34.1 RPM. El ensayo se realiza mediante una deformación controlada por fases y cada fase cuenta con 2 ciclos de carga y de descarga para que se estabilizaron los lazos histerético.

Características del muro sometido a cargas cíclicas laterales, para la investigación 1 presentó los siguientes componentes:

Cimentación, fue de concreto armado, el acero usado es la cuantía mínima, con una dosificación de 1:5:5 de cemento, piedra y arena. El cual presenta las dimensiones de 25cm x 25cm x 120cm de ancho, alto y largo respectivamente. Y un acero longitudinal $4 \phi 1/2"$ y estribo de $\phi 3/8" @0.25m$.

Sobrecimiento, fue de concreto simple, con una dosificación de 1:5:5 de cemento, piedra y arena; presentó las dimensiones de 0.15cm x 0.13cm x 120cm ancho, alto y largo respectivamente. El vaciado del cimiento y sobrecimiento se realizó de manera monolítica.

Muro, se realizó con adobes con la tierra que se caracterizó, las cuales tuvieron como medidas a 23cmx13cmx9cm aparejo de soga. Presentó un mortero variable que va entre 1.5 cm a 2.5 cm horizontal como vertical. El muro presentó una distribución de 10 hiladas verticales y 6 horizontales, sus dimensiones fueron de 9cm x 90cm x 120cm ancho, alto y largo respectivamente. Una esbeltez de 7.

Viga de transmisión, realizada de concreto simple para transmisión de cargas, dimensiones son 10cmx90cmx120cm alto, ancho y largo respectivamente, no se obtiene más detalles.

Muros a ensayar, se realizaron 3 muestras en total, 1 patrón y 2 con refuerzo de sogas de tereftalato de polietileno (PET) reciclado, las cuales presentan configuración malla de 30cm y 20cm de separación vertical y horizontal. Los muros se realizaron a escala 1:2 el cual no presentó revoque luego del refuerzo. Para mayor comprensión se realizó una codificación para cada muro la cual se detalló a continuación:

MSR P E, hizo referencia al muro sin refuerzo, muestra patrón.

MCR30 P E, hizo referencia al muro con refuerzo con espaciamiento (configuración) vertical y horizontal de 30 cm.

MCR20 P E, hizo referencia al muro con refuerzo con espaciamiento (configuración) vertical y horizontal de 20 cm.

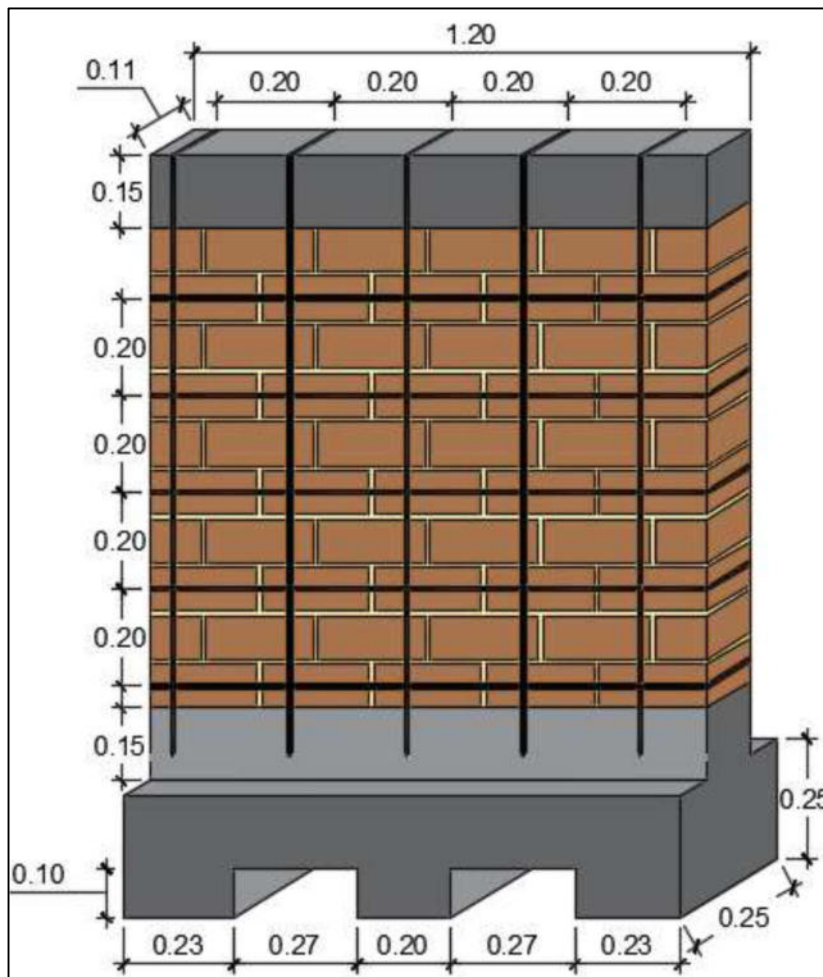


Figura 27. Muro típico investigación 1

Fuente: Villegas y Esquivel, 2019

Otras consideraciones: Muro sólido sin vanos, no presentó carga vertical, su peso propio es 5.20kN. Duración del ensayo no especificada. Velocidad de salida 6RPM.

Investigación 2: Se verificó los procedimientos que caracterizaron a esta investigación, para realizar un análisis con los parámetros que nos ofrece la norma E.080 y los procedimientos que se usaron fueron:

Dosificación, adobe 1:1:5 arena, paja y suelo respectivamente. Mortero 1:1 arena y suelo respectivamente. Para toda la investigación.

Ensayos de mecánica de suelos, no se detalló el lugar preciso de donde se extrajo la muestra, dicha muestra se utilizó para la fabricación de adobes, las cuales presentó ciertas características bajo los criterios de las normas ASTM D854 (Gravedad Específica); ASTM C117 (Granulometría por Lavado); ASTM D422; (Granulometría por Tamizado) ASTM D422 (Granulometría por Sedimentación); ASTM D4318 (Límite Líquido); ASTM D4318 (Límite Plástico). Además de la clasificación del suelo según el procedimiento por el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCSS). La tierra si cumple con todas las especificaciones para crear adobes. Las características del adobe se detallan a continuación.

Resistencia a la compresión, se determinó la resistencia a compresión del material que se realizó los adobes. Norma E.080 nos detalló crear un cubo de 10cm de arista con las mismas características que se creó el adobe, después de un mínimo de 28 días de secado se llevó a laboratorio para realizar en ensayo a compresión según lo que detallan las NTP. Se toman 4 de las mejores 6 muestras, según recomendación de norma. La velocidad de la carga aplicada fue de 5kN/min.

Ensayo de compresión de pilas, (ASTM C- 1314) midió la compresión admisible de la mampostería del adobe y el módulo de elasticidad del material, se conformaron 6 pilas con una esbeltez de 3.3 como recomendó la norma, presentó las dimensiones 21cmx21cmx70cm un mortero horizontal y vertical que oscila entre 0.8 cm a 1.0cm de espesor. Luego de 31 días de secado se realizaron los ensayos los cuales dieron como resultado, carga máxima a compresión de la albañilería y el módulo de elasticidad del adobe. Se toman 4 de las mejores 6 muestras. Se ensayó con una velocidad de 5kN/min.

Ensayo de compresión diagonal, se mide la resistencia al corte según el criterio de la ASTM E 519, se realizaron muros de 0.65m x 0.65m x 0.21m, se almacenaron por 31 días. La velocidad del ensayo fue de 1kN/min, sus fallas presentaron por cizallamiento y tracción diagonal.

Ensayo tracción al material de refuerzo, se usaron drizas de 5/32", 1/4" y 1/8" como refuerzo, se caracterizó a las drizas por sus diámetros. Para cada diámetro de drizas se ensayó 3 muestras a tracción pura, cada muestra presentó una medida de 5 cm, las cuales fueron fiel representación de la muestra, sometiendo a una carga que va en aumento hasta la rotura. La velocidad del ensayo fue de 10mm/min.

Ensayo de carga cíclica lateral, (FEMA 461), este ensayo es controlado por desplazamientos. Se sigue lo que recomienda el protocolo FEMA 461, el cual consta de 10 fases de desplazamiento y cada fase en dos ciclos, se usaron 14 sensores de deformación (LVDTs). Para esta investigación se contó con un actuador dinámico de 500kN. Adicionalmente se contaron con 3 gatas hidráulicas para evitar el desplazamiento y volteo de muro. Tiempo de ensayo 1.4 horas cada uno.

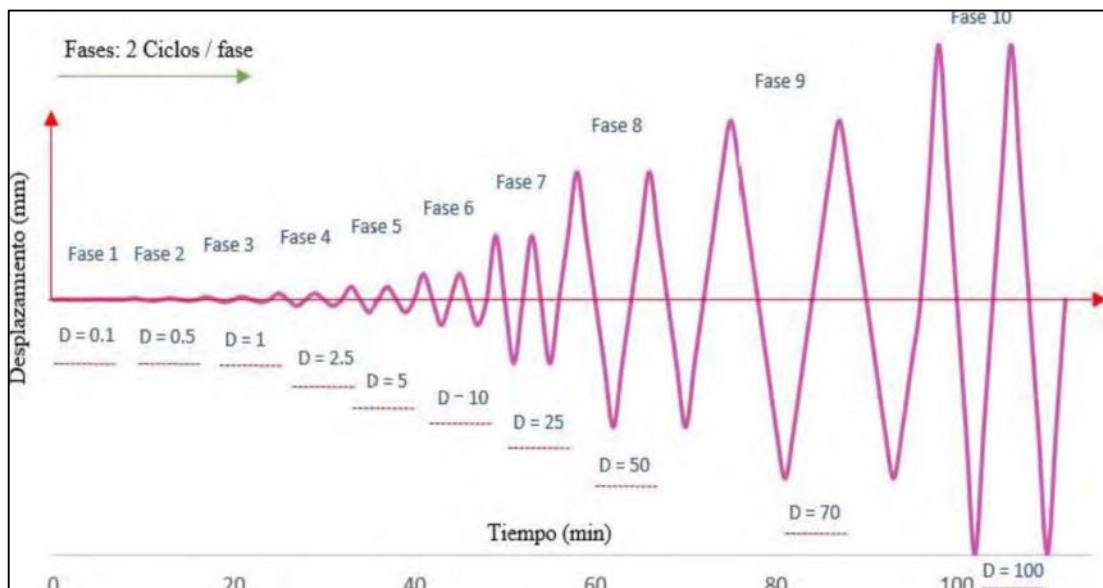


Figura 28. Desplazamientos del muro

Fuente: Valle, 2019

Características del muro sometido a cargas cíclicas laterales, para la investigación presentó los siguientes componentes: Muro a escala real

Cimentación, fue de concreto armado de 21 MPa. El cual presenta las dimensiones de 44cm x 450cm x 513cm de ancho, alto y largo respectivamente. Acero longitudinal 6 ϕ 5/8" y estribo de ϕ 3/8" 1@.05; rto@15 c/ext.

Muro, se realizó con adobes con la tierra que se caracterizó, las cuales tuvieron como medidas a 43cmx43cmx10cm aparejo de soga. Presentó un mortero de 1.5 cm horizontal como vertical. El muro presentó un vano de 93cmx115cm de base y altura respectivamente, una distribución de 19 hiladas verticales y sus dimensiones fueron de 43cm x 253cm x 407cm ancho, alto y largo respectivamente.

Viga de transmisión, se colocó viga collar de madera de 407cm, las maderas largueras de 2"x4" y una viga de solera realizada de concreto simple para transmisión de cargas, dimensiones son 30cmx43cmx407cm alto, ancho y largo respectivamente, para que esta represente el peso propio del techo, la viga tuvo una resistencia de diseño de 21 MPa, Acero longitudinal 4 ϕ 1/2" y estribo de ϕ 3/8" 1@.05; rto@15 c/ext. no se obtiene más detalles.

Muros a ensayar, se realizaron 4 muestras en total, 2 a escala natural, 1 sin refuerzo (muestra patrón) y 1 con refuerzo de drizas 1/4" las cuales presentan configuración de malla de 23cm de separación vertical y horizontal, se usaron 11 drizas horizontales y 18 drizas verticales y para la unión de las mismas se usas crossties con drizas de 1/8". Los nudos que utilizaron son tipo 8 como lo detallo la norma E.080. Los muros se realizaron a escala natural cual presentó revoque de 2.5cm luego del refuerzo, con una dosificación 1-1 volumen de tierra y arena. Para mayor comprensión se realizó una codificación la cual se detalló a continuación:

MSR D N, Hizo referencia al muro sin refuerzo, muestra patrón.

MCR D N, Hizo referencia al muro con refuerzo con configuración vertical y horizontal de 23 cm.

Otras consideraciones: Muro presenta un vano, no presentó carga vertical y su peso propio es 100kN. Duración del ensayo 1.45 horas.

Características del muro sometido a cargas cíclicas laterales, para la investigación presentó los siguientes componentes: Muro a escala reducida 1:2

Cimentación, fue de concreto armado de 21 MPa. El cual presenta las dimensiones de 22cm x 30cm x 306cm de ancho, alto y largo respectivamente. Acero longitudinal 4 ϕ 5/8" y estribo de ϕ 3/8" 1@.05; rto@15 c/ext.

Muro, se realizó con adobes con la tierra que se caracterizó, las cuales tuvieron como medidas a 22.1cmx22.1cmx5cm aparejo de soga. Presentó un mortero de 1.5 cm horizontal como vertical. El muro presentó un vano de 47cmx63cm de base y altura respectivamente, una distribución de 22 hiladas verticales, y sus dimensiones fueron de 22cm x 136.5cm x 204cm ancho, alto y largo respectivamente.

Viga de transmisión, se colocó viga collar de manera de 7cm de alto, viga solera de concreto armado, no se obtienen más detalles.

Muros a ensayar, se realizaron 4 muestras en total, 2 a escala reducida, 1 sin refuerzo (muestra patrón) y 1 con refuerzo de drizas 1/8", las cuales presentan configuración de maya de 11cm de separación vertical y horizontal. A este ensayo se aplicó una carga vertical de 10 kN con el fin de tener una simulación del segundo nivel. Tiempo de duración del ensayo 2.15 horas

MSR D E, hizo referencia al muro sin refuerzo, muestra patrón.

MCR D E, hizo referencia al muro con refuerzo con configuración vertical y horizontal de 11 cm.

Otras consideraciones: Muro presentó un vano, carga vertical y su peso propio es ambos sumaron 23.5kN. Duración del ensayo 2.15 horas.

Ensayos de mecánica de suelos

Análisis granulométrico, para caracterizar el suelo con el que se conformó los adobes, los morteros y los revoques, se realizó el análisis granulométrico por tamizado y el análisis granulométrico por sedimentación, para cada tesis obtuvieron los valores:

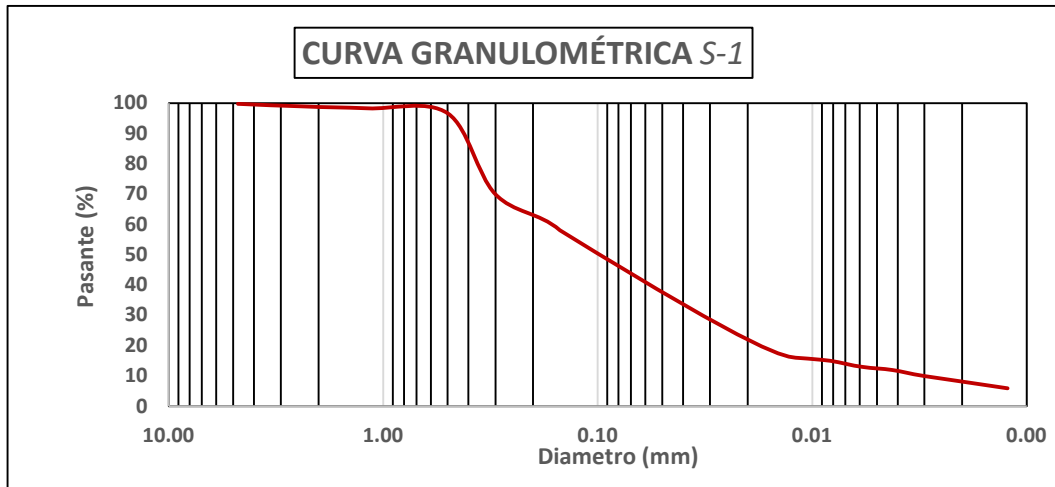


Figura 29. Análisis granulométrico, Villegas y Esquivel

En el gráfico se puede apreciar el análisis granulométrico, para una cantera del Sector Alto Trujillo en Región La Libertad, la cual se encuentra a norte de la ciudad de Trujillo, en la zona costera de dicha región, para la cual se siguió el lineamiento de las normas ASTM D-22, no se obtiene más detalle respecto al lugar exacto de donde se obtuvo la muestra (calicata), la profundidad, los estrados inspeccionados. Para mayor detalle de la curva granulométrica ver anexo 6.

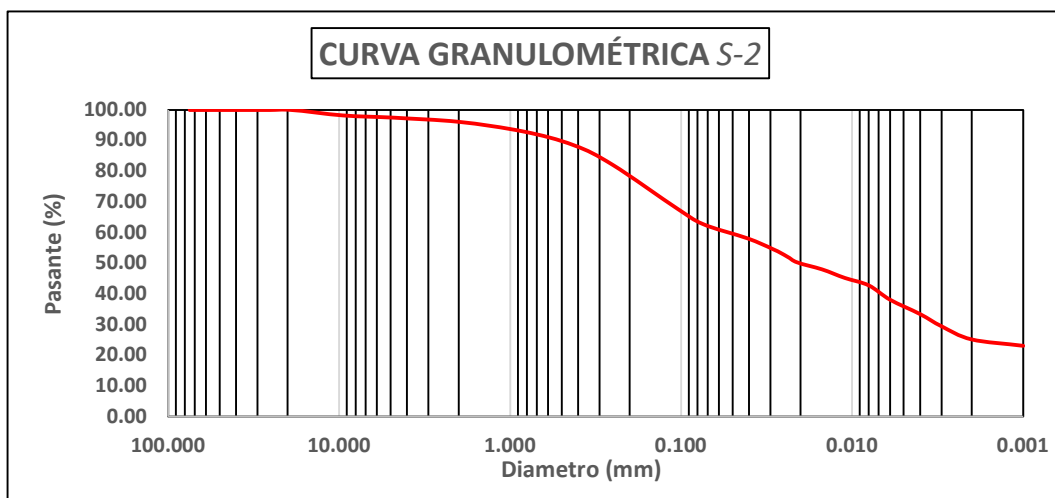


Figura 30. Análisis granulométrico, Valle

Se aprecia, la distribución granulométrica del suelo, para este ensayo se recurrió a las NTP 339.127, 339.128, 339.129 entre otras, las cuales se estandarizan por las normas ASTM. No se obtiene mayor detalle del lugar de procedencia de las muestras, el certificado emitido por el laboratorio de mecánica de suelos de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Para mayor detalle ver anexo 6.

Realizando un análisis comparativo entre las 2 curvas granulométricas se pueden observar que la investigación realizada por Villegas y Esquivel presenta una menor cantidad de arcilla en comparación a la investigación realizada por Valle, hacemos referencia a que el suelo de la investigación 1 está dentro del rango mínimo para la elaboración de adobes por presentar arcilla de baja plasticidad.

Tabla 4. Clasificación del suelo, Villegas y Esquivel

| CLASIFICACIÓN DEL SUELO S-1 | | |
|-----------------------------|-------------|--------|
| ANÁLISIS | ABREVIATURA | VALOR |
| Límite líquido | LL | 20% |
| Límite plástico | LP | 16% |
| Índice de plasticidad | IP | 4% |
| Gravedad específica | Gs | 2.66 |
| Límite de contracción | LC | ---- |
| Arena | S | 66.93% |
| Limo | M | 28.78% |
| Arcilla | C | 4.29% |
| Clasificación | (SUCS) | CL-ML |

Fuente: Elaboración propia

Para determinar los límites de Atterberg y las propiedades inherentes de la muestra del suelo, se procedió conforme a las Normas Técnicas Peruanas (NTP) guía para realizar dichos ensayos y las directrices que se siguieron los autores, el cual se encuentra detallado en el capítulo 2. De la investigación 1 se obtuvo los valores mostrados en la tabla 4 dichos resultados se encuentran detallados en el anexo 6, para clasificar la muestra teniendo los valores de Límite líquido e índice de plasticidad, con ayuda de la carta plástica se obtiene los valores de arcilla limosa de baja plasticidad. La cantidad máxima de porcentaje de humedad que acepta la norma es de 20%.

Tabla 5. Clasificación del suelo, Valle

| CLASIFICACIÓN DEL SUELO S-2 | | |
|-----------------------------|-------------|-------|
| ANÁLISIS | ABREVIATURA | VALOR |
| Límite líquido | LL | 32% |
| Límite plástico | LP | 20% |
| Índice de plasticidad | IP | 12% |
| Gravedad específica | Gs | 2.69 |
| Límite de contracción | LC | 12 |
| Clasificación | (SUCS) | CL |

Fuente: Elaboración propia

Para obtener estos resultados se usó las NTP correspondientes, se obtienen los resultados de la tabla 4 y 5, la clasificación según SUCS arrojo un CL, por su límite líquido e índice de plasticidad, el suelo es una arcilla de baja plasticidad. Es un suelo apto para realizar adobes según la norma E.080.

Los resultados obtenidos nos ofrecieron un mejor panorama para poder detallar cual suelo es apto para realizar adobes. De las muestras analizadas, se apreció que la investigación realizada por Valle tiene mejores componentes para realizar adobes. También se aprecia que la investigación realizada por Villegas y Esquivel presenta las condiciones menos favorables para la construcción de adobes.

Límites de Atterberg

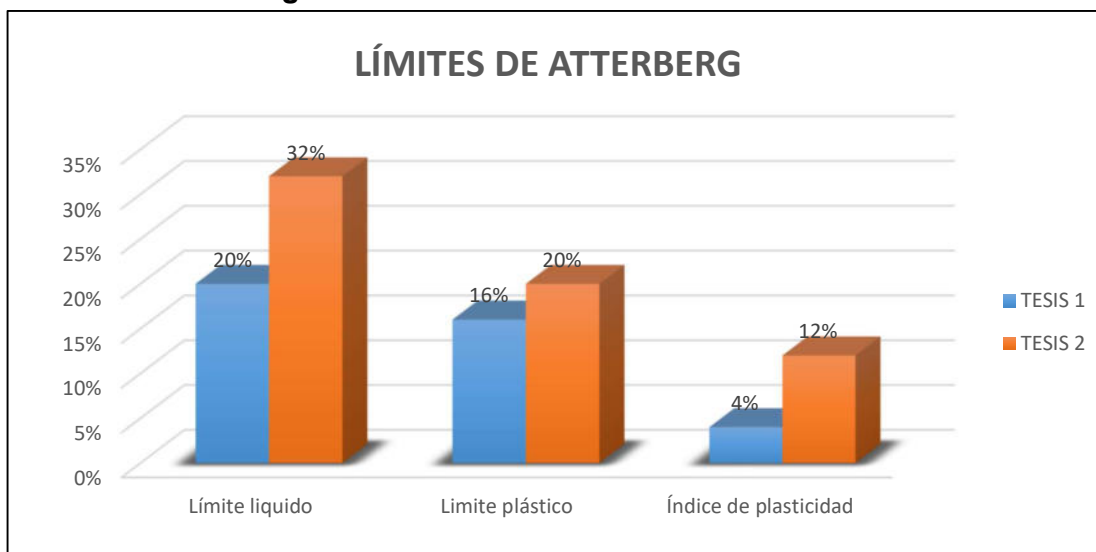


Figura 31. Límites de Atterberg

Se puede apreciar en análisis comparativo de los resultados entre los límites de la investigación 1 e investigación 2, mostrando una diferencia de límite líquido entre ambos suelos de 12%. Esto nos pretendió indicar que el suelo de la investigación 1 presenta menos plasticidad que el suelo de la tesis 2 y respecto a su índice de plasticidad se observa que su diferencia es de 8% entre dos suelos lo que la investigación 1 presenta menos arcilla que la investigación 2.

Ensayo de compresión de cubos

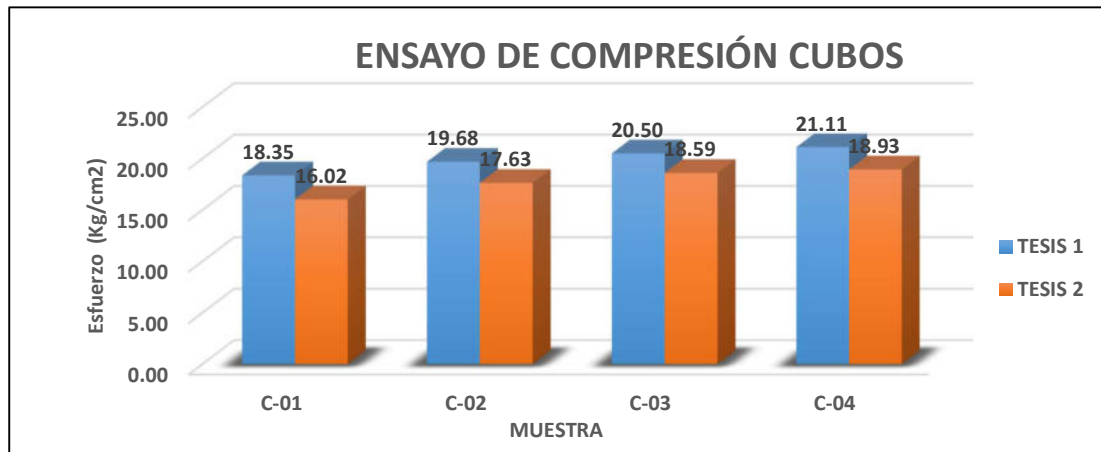


Figura 32. Compresión de cubos

La normativa vigente E.080 nos obliga a trabajar con un material óptimo que cumpla ciertas características como los esfuerzos a rotura mínimos, para caracterizar si la tierra resiste a sollicitaciones, se apreció que los resultados en la figura 32 (ensayo de compresión de cubos de 10cm) sobrepasan el umbral que detallo la norma como resistencia última de esfuerzo mínimo de 10.2 Kg/cm². Como se puede apreciar todas las muestras sobrepasan dicho valor y este es un buen indicativo para realizar adobes y morteros de este material sin ningún tipo de agregado. En la investigación 1 se utilizó una velocidad del ensayo de 0.05KN/s, obteniendo un promedio para este ensayo de 17.79Kg/cm², la investigación 2, se realizó el ensayo con 0.083KN/s, obteniendo un promedio para este ensayo de 19.32Kg/cm². Para ver mayor detalle ver el anexo 6.

Ensayo de tracción directa del mortero

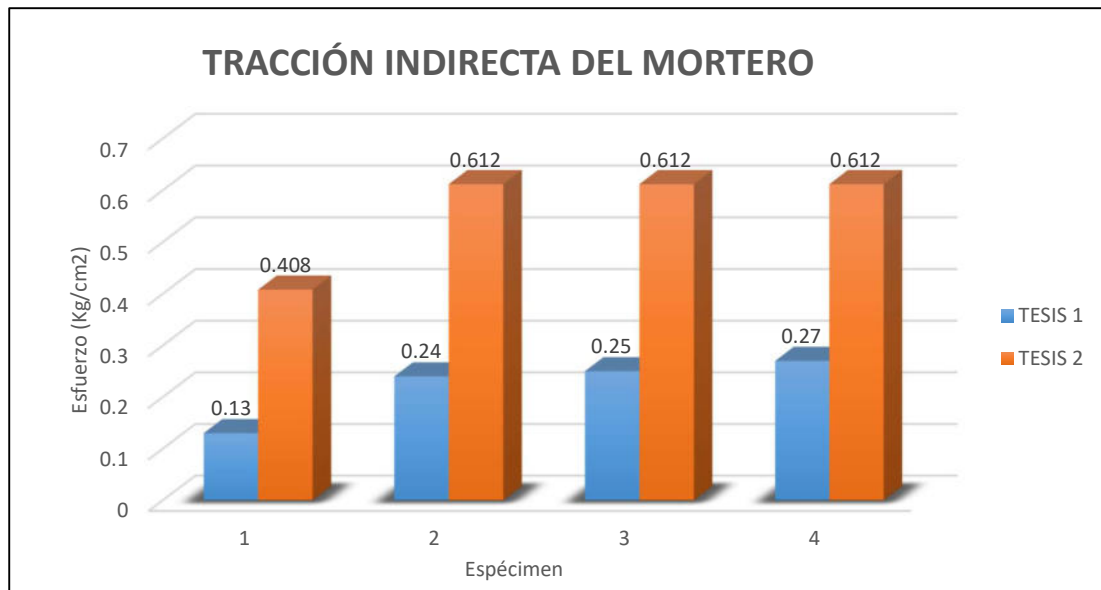


Figura 33. Tracción directa del mortero

El ensayo para caracterizar el mortero a tracción indirecta, se realizaron 6 emparedados de los cuales se muestran 4 de las 6 mejores muestras, como lo indica el reglamento nacional de edificaciones, teniendo como resistencia última 0.122Kg/cm², como se puede apreciar todos los resultados todas las gráficas sobrepasan ese valor, esto nos indica que no se necesitó ninguna dosificación para aumentar las propiedades del mortero a tracción.

En la investigación 1 se utilizó un mortero que varía de 1cm – 2cm, la velocidad de ensayo no detalla, teniendo un esfuerzo promedio de 0.22 Kg/cm² y la cantidad de muestras realizadas 6. También en la tesis 2 se usó un mortero de 0.5cm y la velocidad de ensayo es de 0.2mm/min, teniendo un esfuerzo promedio de 0.571 Kg/cm² y la cantidad de muestras realizadas 6. Para mayor detalle ver anexo 6.

Ensayo de compresión axial en pilas de adobe

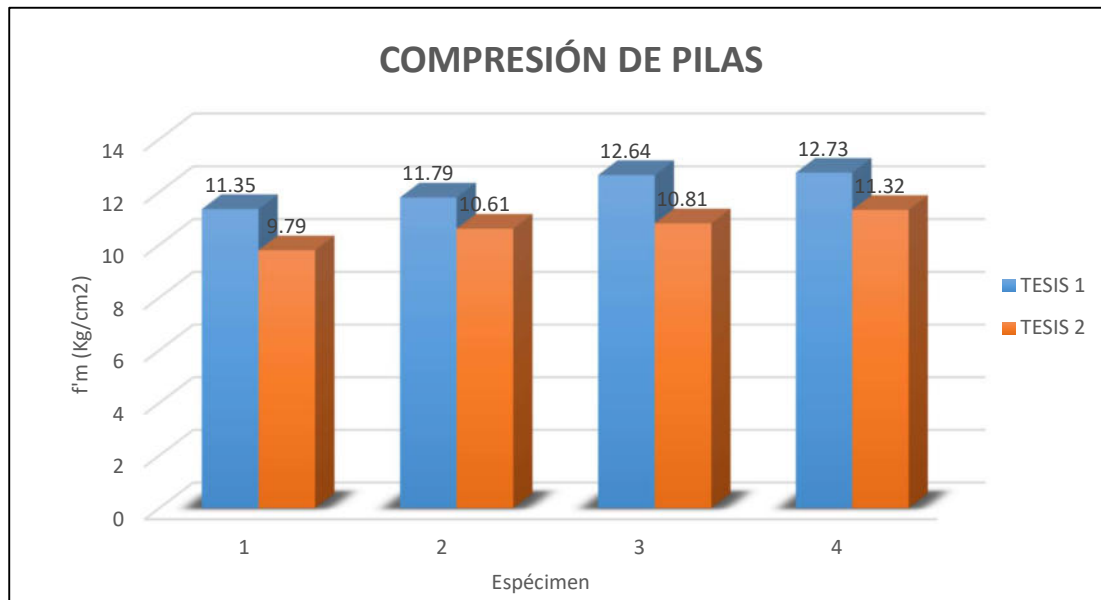


Figura 34. Compresión axial en pilas de adobe

Se muestra los mejores 4 resultados de los ensayos realizados a compresión de pilas, el cual indico el comportamiento que tubo las pilas a compresión, la norma detalla que este ensayo se realiza a los 28 días de secado mínimo, la relación de esbeltez tiene que ser cercana a 3. La resistencia se halla como se en el capítulo II. En los resultados se observa el buen comportamiento de la albañilería cuando es sometido a compresión.

En la investigación 1, se utilizó un mortero de 1.5 cm – 2.5 cm, una relación de esbeltez cercana a 3, la velocidad de la carga del ensayo fue de 16.67 Kg/s, una resistencia a la compresión promedio de 11.46 Kg/cm² y la cantidad de muestras realizadas 7. Por parte la investigación 2, se utilizó un mortero de 0.8cm – 1cm, una relación de esbeltez de 3.3, la velocidad de la carga del ensayo fue de 5 KN/min, una resistencia a la compresión promedio de 10.63 Kg/cm² y la cantidad de muestras realizadas 4. Para mayor detalle ver anexo 6.

Módulo de elasticidad

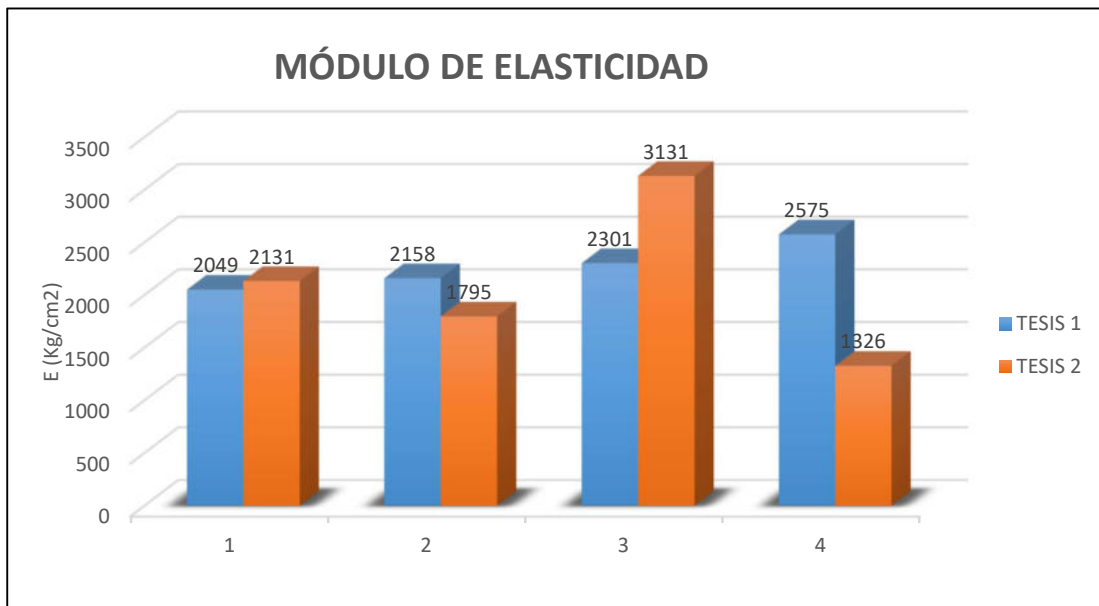


Figura 35. Módulo de elasticidad

Del ensayo compresión de pilas, también se determinó el módulo elástico que se puede apreciar figura 35, la norma nos da un valor no limitante de 2040 Kg/cm² (usar en caso no tengan los datos del módulo de elasticidad), si no se cuenta con resultados, lo que se contrasta con nuestros resultados. Investigación 1 el promedio fue 2179.97 Kg/cm² y para la investigación 2 un promedio de 2095.52 Kg/cm², para ambas tesis están cercanas de lo que recomienda la norma.

Ensayos de compresión diagonal en muretes

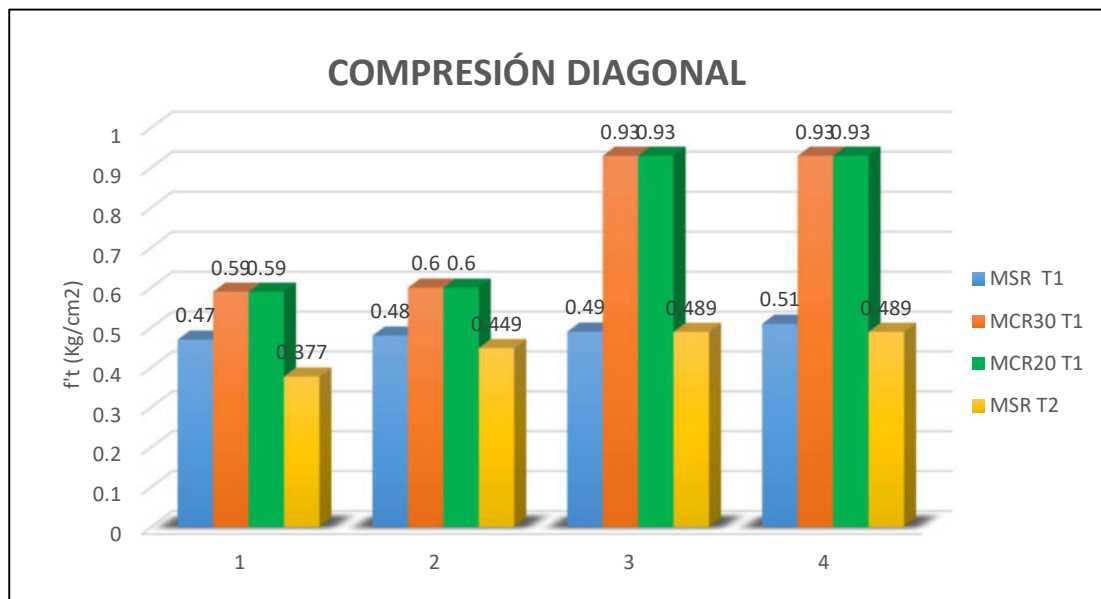


Figura 36. Compresión diagonal de muretes

Este ensayo se realiza para verificar la resistencia al corte de los muretes de adobe, como lo detalla la norma E.080 que su resistencia última deberá ser 0.25 Kg/cm^2 , se debe cumplir con las 4 mejores muestras de las 6 ejecutadas a los 28 días de secado, las dimensiones y el cálculo lo detalla en el capítulo II. En este ensayo la investigación 1 realizó un refuerzo para sus 18 especímenes, 6 para muestra sin refuerzo, 6 de sogas de PET reciclado con una malla con configuración de 30cm y 6 de sogas de PET reciclado con una malla con configuración de 20cm, como se detalló en la figura 36, por su parte la investigación 2, solo realizó los ensayos a su unidad patrón.

Para la investigación 1 se utilizó mortero 1.5 cm - 2.5 cm, las dimensiones del murete fueron $0.6\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.125\text{m}$ cortado en las esquinas, la velocidad del ensayo se realizó a 0.02 N/s , la resistencia promedio para el MSR P E, es 0.49 Kg/cm^2 , para el MCR30 P E, su resistencia promedio fue 0.76 Kg/cm^2 , para el MCR20 P E, su resistencia promedio fue 0.76 Kg/cm^2 y la cantidad de muestras realizadas 18. Para la tesis 2 se realizó con un mortero "no detallado", la velocidad del ensayo se realizó a 1 KN/min , del MSR D N su resistencia promedio fue 0.45 Kg/cm^2 y la cantidad de muestras realizadas 4.

Ensayos de tracción en refuerzos

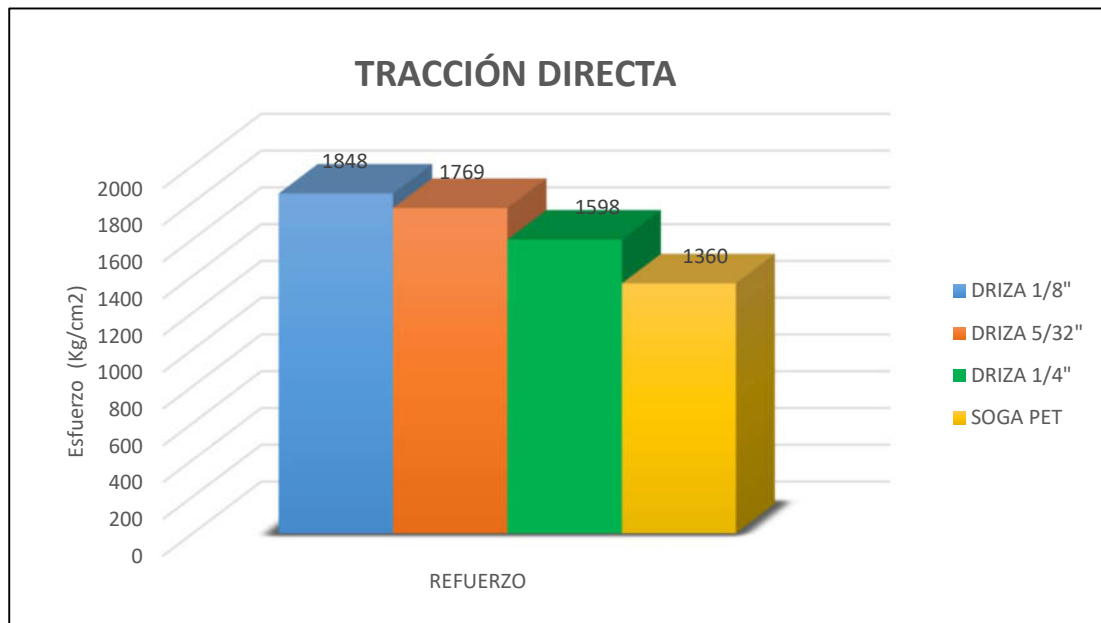


Figura 37. Tracción directa de los refuerzos

Para realizar el refuerzo con sogas tiene un esfuerzo mínimo permitido por la norma E.080 de 1200 Kg/cm², también se detalló que se tiene que usar diámetros mayores a 5/32", en dicha normativa también nos indica que se pueden usar sogas de cualquier tipo siempre y cuando se demuestren su respuesta ante ensayos cíclicos, como se puede apreciar en el gráfico 37 todas las drizas sobrepasan el esfuerzo mínimo a tracción directa establecido por la norma. Como se puede apreciar los promedios se encuentran por encima del mínimo valor para reforzar estas estructuras, y se medirán el comportamiento que tendrán cuando son usado como refuerzo ante un ensayo cíclico lateral.

Para la investigación 1, el tipo de refuerzo implementado es sogas de tereftalato de polietileno reciclado, su resistencia promedio fue 1360 Kg/cm², la cantidad de muestras realizadas 3. Por su parte la investigación 2 realizó su refuerzo con drizas de diversos tamaños, su resistencia promedio fue 1598 Kg/cm² en drizas de 1/4", su resistencia promedio fue 1769 Kg/cm² en drizas de 1/8" y resistencia promedio fue 1848 Kg/cm² en drizas de 5/32".

Propiedades mecánicas de la mampostería de adobe

En los resultados de la investigación realizada por tesistas Villegas y Esquivel en el 2019, los muros **MSR P E**, **MCR30 P E** y **MCR20 P E** fueron sometidos a 4, 5 y 4 fases respectivamente, se caracterizaron sus propiedades mecánicas durante los ensayos cíclicos laterales para el cual tenemos como que el muro **MCR30 P E** soporto 114% más amplitud de esfuerzo cortante que el muro sin refuerzo, por su parte el **MCR20 P E** llegó a 141 % más amplitud de esfuerzo cortante. Cabe destacar que el muro construido es de tierra sin vanos, no recibe una carga vertical adicional. Por lo tanto, los refuerzos aumentan su resistencia por los refuerzos adicionales.

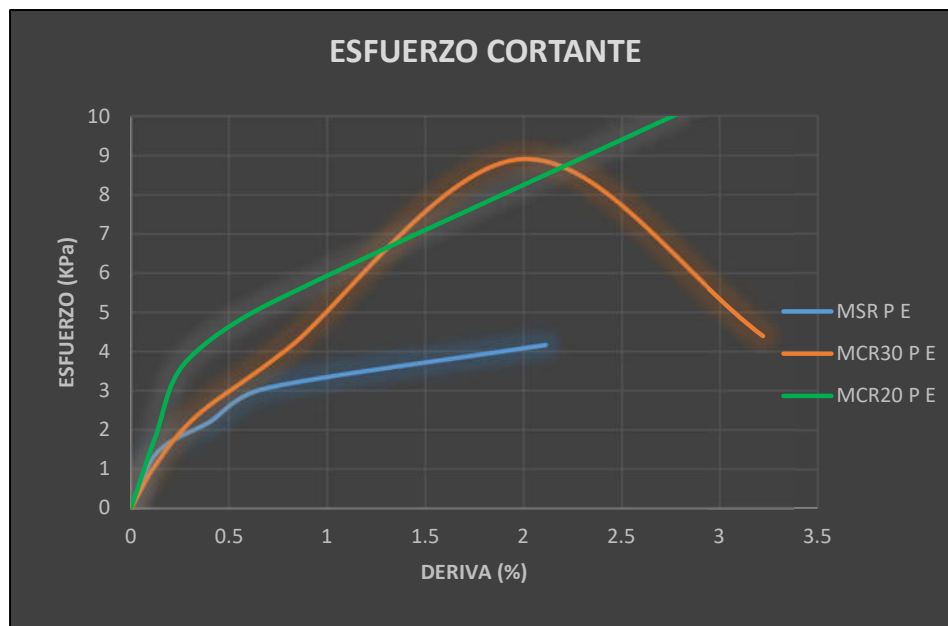


Figura 38. Esfuerzo cortante Villegas y Esquivel

Los resultados investigación realizada por la tesista Valle en el 2019, **MSR D N** y **MCR D N**, los dos primeros correspondieron a muros a escala natural, los cuales llegaron a 8 fases. De los resultados obtenemos que los muros a escala natural los cuales presentaron vanos con las medidas antes mencionadas, no presentaron carga vertical, peso del muro más la viga solera de 100 kN. Para el cual no presentó una mejoría considerable en su resistencia.

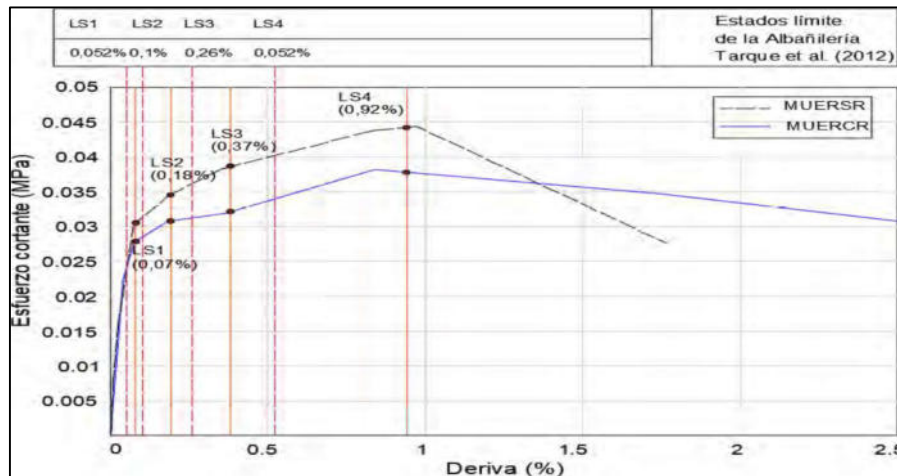


Figura 39. Esfuerzo cortante de los muros a escala natural

Fuente: Valle 2019

De la misma manera los muros **MSR D E** y **MCR D E**, los subsiguientes correspondieron a muros a escala, los cuales llegaron a 8 y 10 fases respectivamente. De los resultados obtenemos que los muros a escala natural los cuales presentaron vanos con las medidas mencionadas, también a la carga vertical 10 kN más el peso del muro y la viga solera sumaron alrededor de 21.3 kN, esto para simular el peso de un segundo nivel. El cual no presentó una mejoría considerable en su resistencia. Se consideró que las fuerzas verticales aplicadas por la tesista Valle, oponen resistencia al desplazamiento de las estructuras, necesitando así una mayor cantidad de fuerza lateral para producir los desplazamientos deseados.

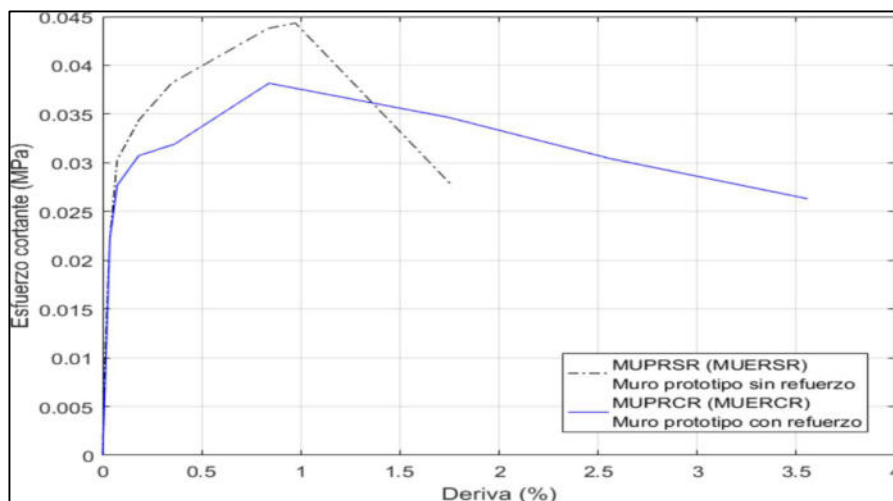


Figura 40. Esfuerzo cortante de los muros a escala reducida

Fuente: Valle 2019

Comportamiento estructural del muro sin refuerzo

Evaluando el comportamiento y la evolución de daño de la estructura se aprecia en la tabla 6, los máximos desplazamientos, la fuerza lateral y las principales observaciones que suscitan durante el ensayo. Se apreció que el máximo valor de la fuerza vertical se da en la cuarta fase, con un valor de 4.51 kN para un desplazamiento de 17mm. Y el máximo desplazamiento de 19mm el cual ocurre después de la pérdida de elasticidad del muro.

Tabla 6. Tabla de evolución del daño MSR P E

| EVOLUCIÓN DEL DAÑO MSR P E | | | | | | |
|----------------------------|---------|---------------|-------------|------------|---------------------|----------------------------|
| Fase | Color | Δ (mm) | V máx. (KN) | Deriva (%) | espesor grieta (mm) | Observaciones |
| 1 | Celeste | 1.203 | 1.55 | 0.13 | --- | --- |
| 2 | Rojo | 3.636 | 2.40 | 0.40 | no detalla | Fisura en la base del muro |
| 3 | Verde | 6.15 | 3.31 | 0.68 | no detalla | Fisura de vuelve grieta. |
| 4 | Azul | 18.996 | 4.51 | 2.11 | no detalla | Falla frágil |

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia la falla es por tracción del mortero en la junta del muro que tiene contacto con la base. En el gráfico se observa la con colores la evolución de daño por fase hasta la falla final del muro.

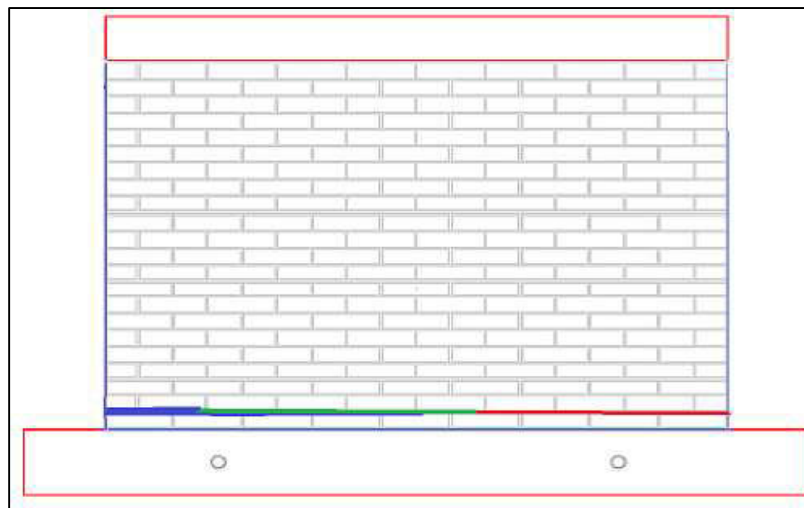


Figura 41. Evolución del daño del MSR P E

Evaluando el comportamiento y la evolución de daño de la estructura se aprecia en la tabla MCR30 P E, los máximos los desplazamientos, la fuerza lateral y las principales observaciones que suscitan durante el ensayo. Se apreció que el máximo valor de la fuerza vertical se da en la cuarta fase con un valor de 9.64 kN para un desplazamiento de 12.5mm. Y el máximo desplazamiento 29mm ocurre después de la pérdida de elasticidad.

Tabla 7. Tabla de evolución del daño MCR30 P E

| EVOLUCIÓN DEL DAÑO MCR30 P E | | | | | | |
|------------------------------|---------|---------------|-------------|------------|---------------------|--|
| Fase | Color | Δ (mm) | V máx. (KN) | Deriva (%) | espesor grieta (mm) | Observaciones |
| 1 | Celeste | 1.165 | 1.24 | 0.13 | --- | --- |
| 2 | Rojo | 3.135 | 2.62 | 0.35 | --- | --- |
| 3 | Verde | 7.22 | 4.43 | 0.80 | no detalla | Fisura en la base del muro |
| 4 | Azul | 18 | 9.64 | 2.00 | no detalla | Se propaga por toda la base, aumenta dimensión |
| 5 | Marrón | 29 | 4.74 | 3.22 | no detalla | Perdida de resistencia. |

Fuente: Elaboración propia

Se apreció la falla es por tracción del mortero, en la junta del muro que tiene contacto con la base. En el gráfico 42 se observa los colores la evolución de daño por fase hasta la falla final del muro.

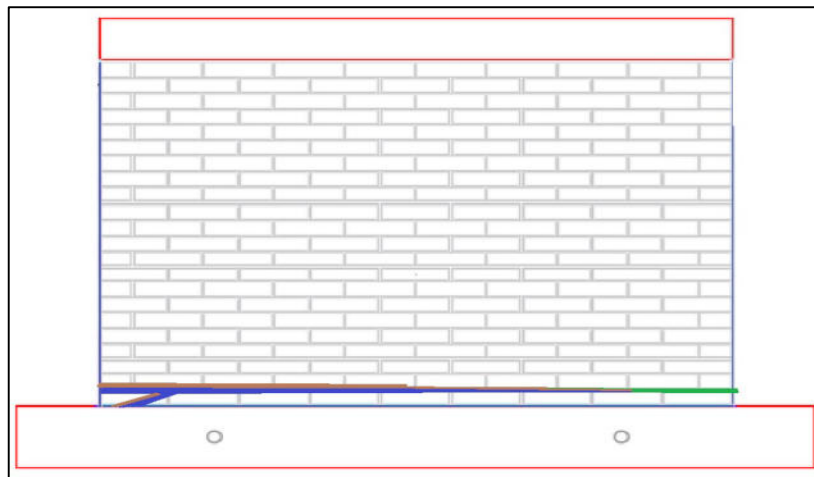


Figura 42. Evolución del daño del MCR30 P E

Evaluando el comportamiento y la evolución de daño de la estructura que se aprecia en la tabla 8, los máximos desplazamientos, la fuerza lateral y las principales observaciones que suscitan durante el ensayo. Se apreció que el máximo valor de la fuerza vertical se da en la cuarta fase, con un valor de 10.86 kN para un desplazamiento de 10mm. Y el máximo desplazamiento 25mm ocurre después de la pérdida de elasticidad. Es importante resaltar que en este ensayo la máquina sufre un desperfecto por lo que se sigue con el ensayo.

Tabla 8. Tabla de evolución del daño MCR20 P E

| EVOLUCIÓN DEL DAÑO MCR20 P E | | | | | | |
|------------------------------|---------|---------------|-------------|------------|---------------------|------------------------------------|
| Fase | Color | Δ (mm) | V máx. (KN) | Deriva (%) | espesor grieta (mm) | Observaciones |
| 1 | Celeste | 1.11 | 1.95 | 0.12 | --- | --- |
| 2 | Rojo | 2.43 | 3.98 | 0.27 | --- | --- |
| 3 | Verde | 6.16 | 5.58 | 0.68 | no detalla | Fisura pequeña en la base del muro |
| 4 | Azul | 25 | 10.86 | 2.78 | no detalla | Falla del muro |

Fuente: Elaboración propia

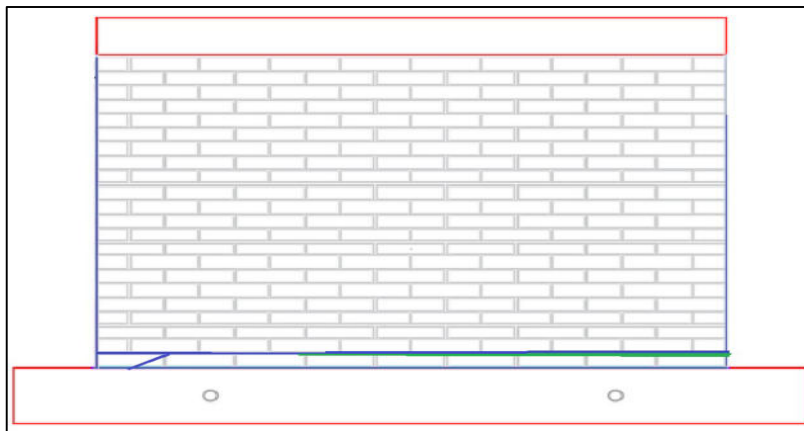


Figura 43. Evolución del daño del MCR20 P E

Se aprecia que la falla es por tracción en el mortero, en la junta del muro que tiene contacto con la base. En el gráfico 43 se observa la con colores la evolución de daño por fase hasta la falla final del muro. El adobe es un material frágil ante la tracción y tensión, la falla en el talón de la estructura debido a la tensión redistribuida.

Tabla 9. Evolución del daño del MSR D N

| EVOLUCIÓN DEL DAÑO MSR D N | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------|-------------|------------|----------------------|--|
| Fase | Color | Δ (mm) | V máx. (KN) | Deriva (%) | espes or grieta (mm) | Observaciones |
| 1 | celeste | 0.1 | 16 | 0.004 | --- | --- |
| 2 | rojo | 0.5 | 32 | 0.02 | --- | --- |
| 3 | marrón | 1 | 37 | 0.04 | 0.05 | --- |
| 4 | azul | 2.5 | 40 | 0.10 | 0.75 | Grietas en las esquinas |
| 5 | verde claro | 5 | 45 | 0.20 | 2.5 | Grietas horizontales sobre el dintel y grietas diagonales en la abertura |
| 6 | verde oscuro | 10 | 62 | 0.40 | 6 | Continúan grietas mencionadas |
| 7 | rosado | 25 | 68 | 0.99 | 40 | Grietas diagonales a lado izquierdo |
| 8 | naranja | 50 | 35 | 1.98 | 70 | Colapso del muro |

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de daño del muro sin refuerzo a tamaño natural se aprecia en la tabla 9, que describe el comportamiento del muro en sus 8 fases al que fue sometido, dando valores pico como desplazamiento, fuerza, deriva y espesores de las grietas, además se hacen observaciones en cuanto al tipo de falla que presenta en cada fase y nos ofrece la evaluación de daño por cada fase. Se puede verificar que el muro colapso en la fase 8.

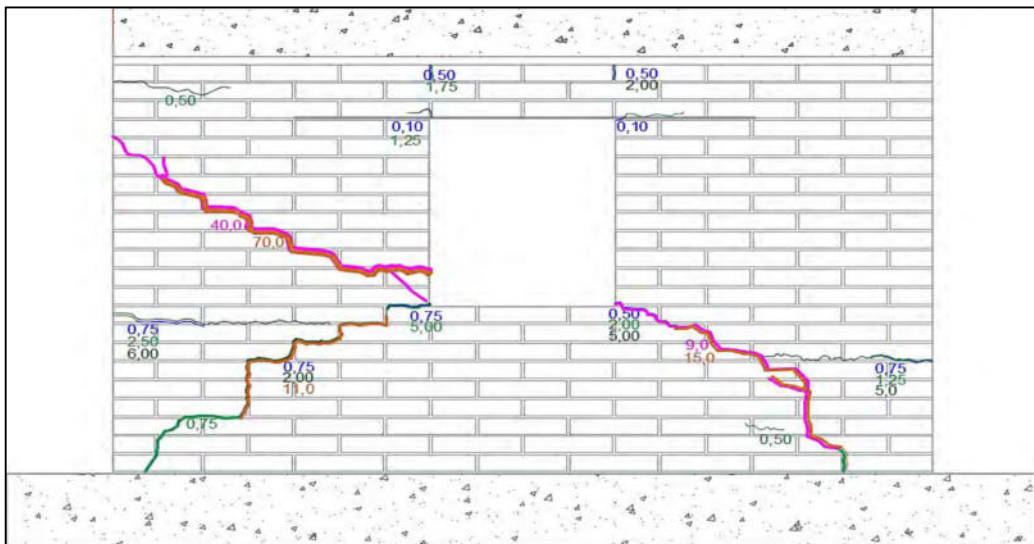


Figura 44. Evolución del daño del MSR D N

Tabla 10. Evolución del daño del MCR D N

| EVOLUCIÓN DEL DAÑO MCR D N | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------|-------------|------------|---------------------|---|
| Fase | Color | Δ (mm) | V máx. (KN) | Deriva (%) | espesor grieta (mm) | Observaciones |
| 1 | celeste | 0.1 | 4 | 0.004 | --- | --- |
| 2 | rojo | 0.5 | 26 | 0.02 | --- | --- |
| 3 | marrón | 1 | 34 | 0.04 | 0.05 | --- |
| 4 | azul | 2.5 | 43 | 0.10 | 0.5 | Grietas en las esquinas |
| 5 | verde claro | 5 | 45 | 0.20 | 1.5 | Grietas horizontales en la zona donde aplica la carga |
| 6 | verde oscuro | 10 | 57 | 0.40 | 3 | Grietas horizontales y diagonales |
| 7 | rosado | 25 | 47 | 0.99 | 25 | Incremento de grietas |
| 8 | naranja | 50 | 34 | 1.98 | 40 | Colapso del muro |

Fuente: Elaboración propia

El muro ofreció un panorama del comportamiento cuando es sometido a esta clase de ensayo, ofreciendo en sus resultados valores pico de desplazamiento y fuerza aplicada. Para este muro con refuerzo de drizas igual que el muro sin refuerzo se observó mayor disipación de energía, mayor deformación, sin embargo, no ofrece mayor resistencia esto queda registrado en los valores pico de la tabla 10.

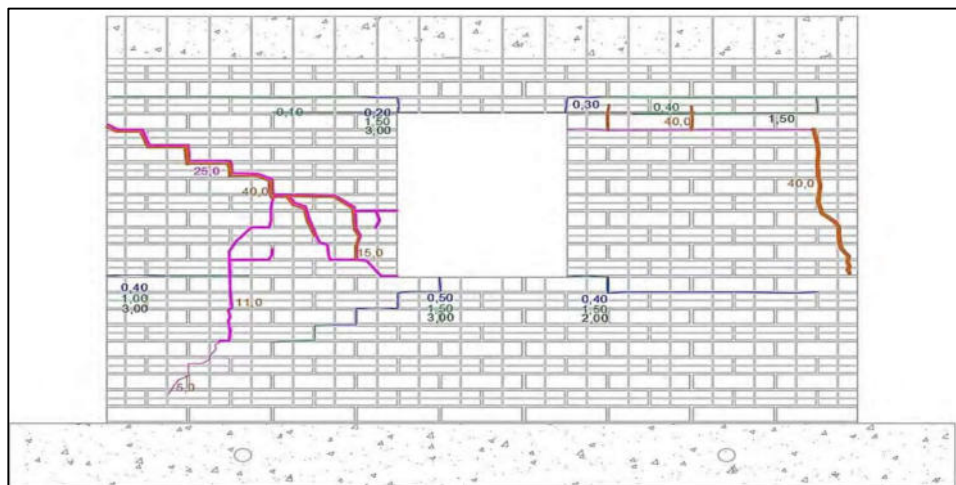


Figura 45. Evolución del daño del MCR D N

Se aprecia como es el comportamiento por fases de muro reforzado con drizas, su comportamiento mejora en lo que a fallas se refiere, pero su resistencia se mantiene constante. Las fallas se posicionaron a lado izquierdo donde se aplica la fuerza, esto nos da a entender que las fuerzas no fueron distribuidas de forma homogénea.

Tabla 11. Evolución de daño del MSR D E

| EVOLUCIÓN DEL DAÑO MSR D E | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------|-------------|------------|---------------------|---|
| Fase | Color | Δ (mm) | V máx. (KN) | Deriva (%) | espesor grieta (mm) | Observaciones |
| 1 | celeste | 0.05 | 0.1 | 0.004 | --- | --- |
| 2 | rojo | 0.3 | 7.6 | 0.02 | --- | --- |
| 3 | marrón | 0.5 | 9.6 | 0.04 | --- | --- |
| 4 | azul | 1 | 13.1 | 0.07 | 0.1 | Grietas en las esquinas |
| 5 | verde claro | 2.5 | 15.1 | 0.18 | 0.1 | Grietas en las 4 esquinas |
| 6 | verde oscuro | 5 | 19.1 | 0.37 | 0.75 | Continúan grietas mencionadas y aparecen grietas horizontales |
| 7 | rosado | 12.5 | 20.2 | 0.92 | 0.6 | Grietas incrementan |
| 8 | naranja | 25 | 21.1 | 1.83 | 35 | Grieta de corte, fase final del ensayo |

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de daño del muro sin refuerzo a escala 1:2 se ve en la tabla 11, describe el comportamiento del muro en sus 8 fases al que fue sometido, dando valores pico como desplazamiento, fuerza, deriva y espesores de las grietas. además de esto se hacen observaciones en cuanto al tipo de falla que presenta en cada fase y nos ofrece la evaluación de daño por cada fase. Se puede verificar que el muro presentó una grieta por corte en la fase 8, por lo cual no se continuó con el ensayo.

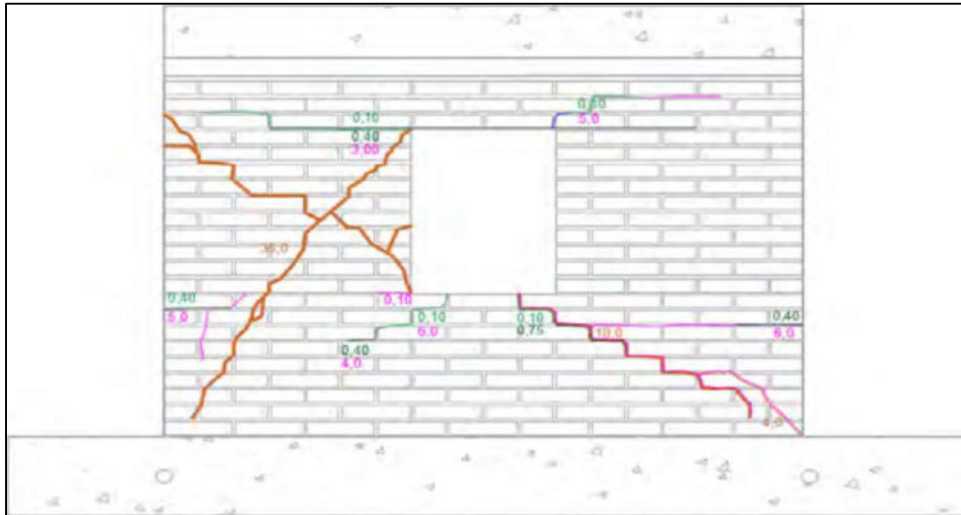


Figura 46. Evolución del daño del MSR D E

Para este muro con refuerzo de drizas, al igual que el muro sin refuerzo se observa que muestra mayor disipación de energía, una mayor deformación, sin embargo, no ofrece mayor resistencia esto queda registrado en los valores pico de la tabla 11.

Tabla 12. Evolución del daño del MCR D E

| EVOLUCIÓN DEL DAÑO MCR D E | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------|-------------|------------|---------------------|---------------------------------|
| Fase | Color | Δ (mm) | V máx. (KN) | Deriva (%) | espesor grieta (mm) | Observaciones |
| 1 | celeste | 0.05 | 0.1 | 0.004 | --- | --- |
| 2 | rojo | 0.3 | 6.7 | 0.02 | --- | --- |
| 3 | marrón | 0.5 | 10 | 0.04 | --- | --- |
| 4 | azul | 1 | 12.1 | 0.07 | 0.1 | Grietas en las esquinas |
| 5 | verde claro | 2.5 | 13.2 | 0.18 | 0.4 | Grietas incrementan espesor |
| 6 | verde oscuro | 5 | 14 | 0.37 | 1.25 | Grietas por flexión |
| 7 | rosado | 12.5 | 17.9 | 0.92 | 6 | Grietas incrementan espesor |
| 8 | naranja | 25 | 15.2 | 1.83 | 12 | Gritas por corte |
| 9 | lila | 35 | 13.4 | 2.56 | 17 | Incremento de grietas por corte |
| 10 | morado | 50 | 11.6 | 3.66 | 35 | Fase final del ensayo |

Fuente: Elaboración propia

El comportamiento del muro da un panorama claro cuando es sometido a este tipo de ensayo, ofreciendo en su resultado sus valores pico de desplazamiento y fuerza aplicada. Para este muro con refuerzo de drizas respecto del muro sin refuerzo se observa que muestra mayor disipación de energía, una mayor deformación, sin embargo, un mayor número de fases, podemos considerar que su comportamiento es más eficiente que el muro sin refuerzo porque no llegó al colapso y resiste más ciclos.

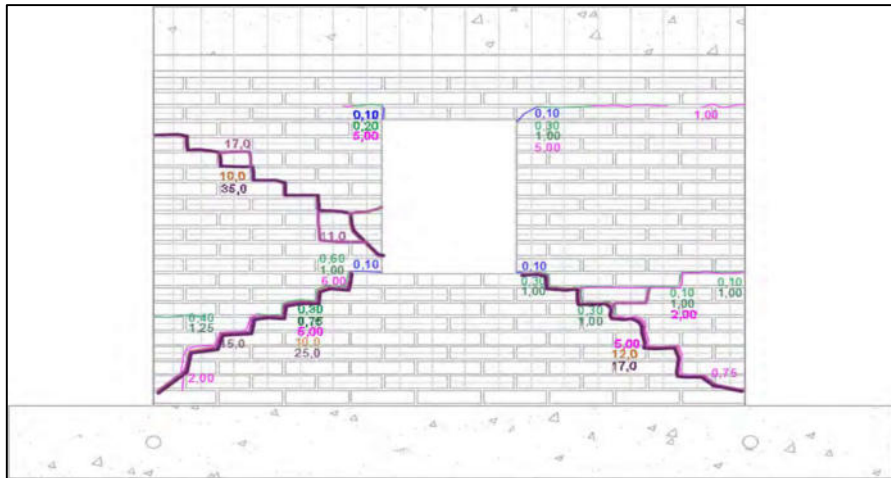


Figura 47. Evaluación del daño del MCR D E

La grafica podemos apreciar el comportamiento del muro bajos las cargas cíclicas, para el cual se ha determinado en función a los desplazamientos, aquí cada color indica el número de fase y en qué fase.

Comportamiento histerético de los muros

La muestra patrón de la investigación realizada por Villegas y Esquivel 2019 (MSR P E), presentó un comportamiento inestable ante una fuerza lateral, produciendo un comportamiento como muestra la figura 48, consta de 4 fases donde llegó al colapso.

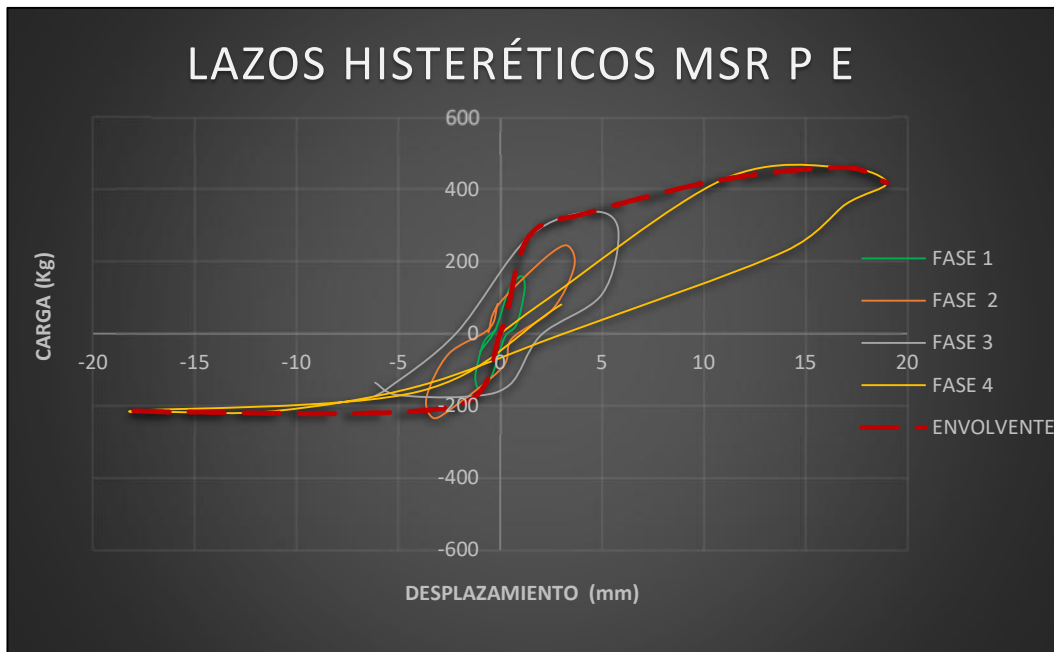


Figura 48. Comportamiento histerético del MSR P E

Para este muro (MSR P E) a escala reducida se realizó el ensayo cíclico lateral, fue sometido a fases y cada una de esta conformada según lo que se recomienda en el protocolo FEMA 461. En la figura 48 se puede apreciar la envolvente de muro sin refuerzo en sus diversas fases, las cuales fueron midiendo fuerzas en base a los desplazamientos, los autores detallaron el inicio de las fallas en la fase 2 (grieta en la base), en la fase 4 el ensayo concluye por presentar una falla dúctil (colapso). Además, el valor pico alcanzado según los datos es 460.23 kg y un desplazamiento de 17.97 cm. Se aprecia la envolvente representativa de los lazos histeréticos, la parte representativa sería la envolvente positiva por presentar mayores cargas laterales y desplazamientos.

El muro con refuerzo de mallas PET cuya configuración fue de 30cm (MCR30 P E) escala reducida, presentó un comportamiento más estable en comparación del muro sin refuerzo ante una fuerza lateral, produciendo un comportamiento como muestra la figura 49, consta de 5 fases donde llegó al colapso. Consta de una base para el asentado del muro y una viga collar que retrata el peso del techo y uniformiza la carga aplicada en todo el muro. El comportamiento del muro MCR 30 P E mostrada en lazos histeréticos, con este tipo de refuerzo muestra mayor cantidad de fuerzas y mayores deformaciones, aumentando de esta manera su resistencia, se puede apreciar la envolvente positiva caracteriza a esta muestra.

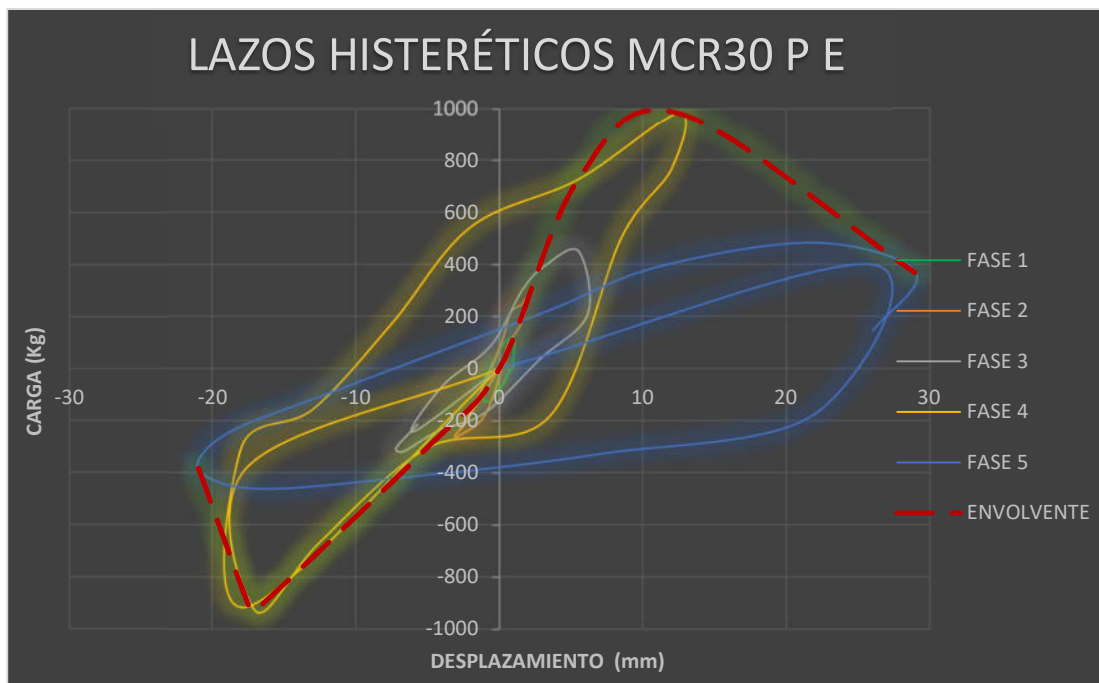


Figura 49. Comportamiento histerético del MCR30 P E

Para muro con refuerzo a escala reducida, presentó un comportamiento más regular en comparación del muro sin refuerzo y el muro con configuración de 30cm, produciendo un comportamiento como muestra la figura 49 admitiendo mayores fuerzas para una misma deriva, la viga collar retrato el peso del techo para hacer uniforme la distribución de la carga aplicada.

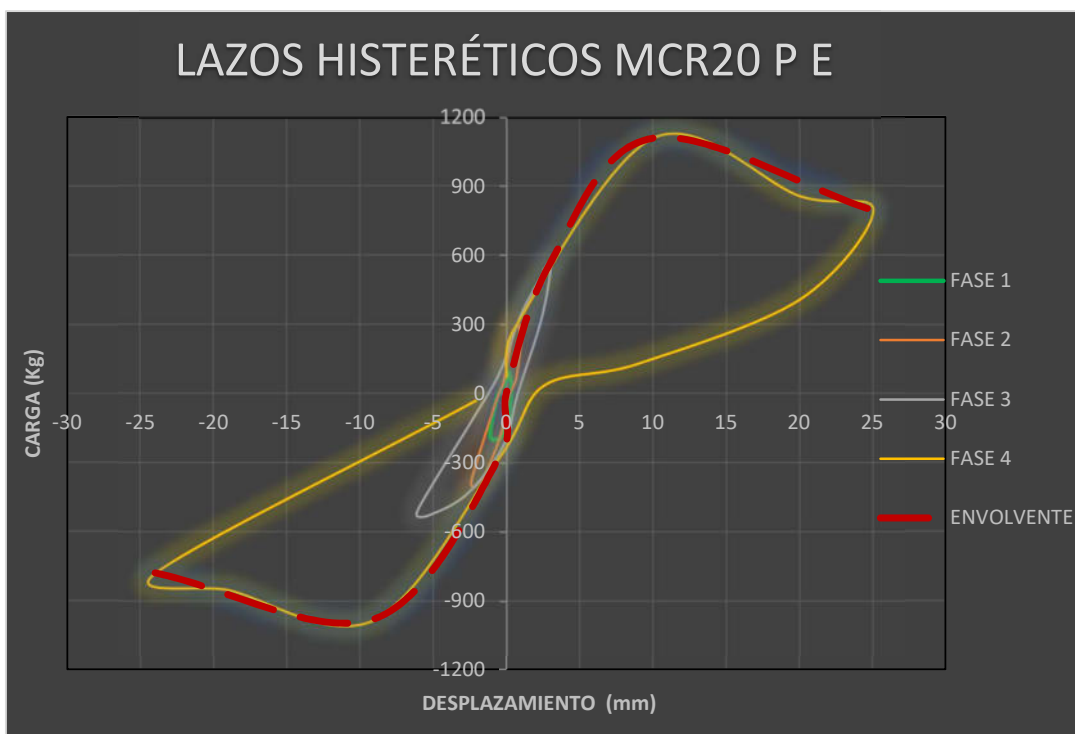


Figura 50. Comportamiento histerético del MCR20 P E

Para la investigación realizada con malla de PET reciclado con configuración de 20 cm presenta un comportamiento más elástico en las todas sus fases, esto quiere decir que aumenta su rigidez y su ductilidad. Respecto a los refuerzos realizados por los tesisistas, la norma E.080 hace mención que separación horizontal de refuerzo es a 40 cm máximo en el tercio inferior, en su tercio central admite un refuerzo horizontal de 30 cm, en su tercio superior un distanciamiento máximo de 20 cm, además el refuerzo de no deberá caer en medio de las juntas horizontales y los refuerzos verticales tienen que ser menor a 40 cm, no se siguió las recomendaciones que realiza la norma al ser un muro a taño reducido (escala 1:2) entones los valores horizontales deberían ser mínimos 20 cm, 15 cm, 10cm y los refuerzos verticales deben estar distanciados máximo a 20 cm. Si se considera estas recomendaciones los muros hubiesen presentado un mejor comportamiento; ya que, se puede observar que el refuerzo como menor configuración mejora el comportamiento cuando es sometido a una carga lateral.

La muestra patrón de la tesista Valle 2019, muro sin refuerzo a escala natural (MSR D N), presentó un comportamiento inestable ante una fuerza lateral, produciendo un comportamiento como muestra la figura 52, consta de 8 fases donde llegó al colapso. Como se aprecia en el gráfico presenta un comportamiento irregular, una vez llegado al límite elástico presenta ciclos más dispersos.

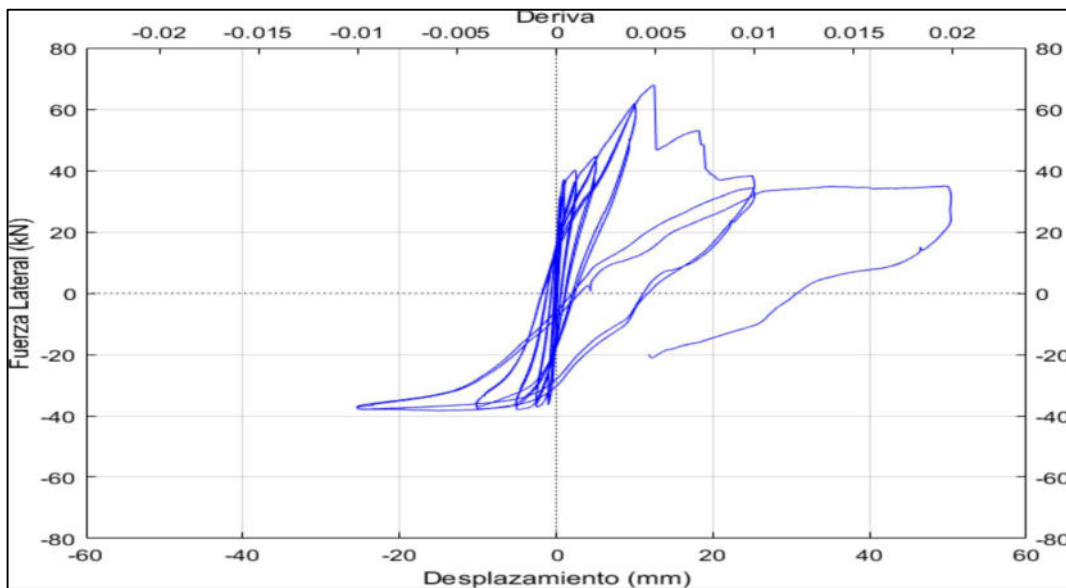


Figura 51. Comportamiento histerético del MSR D N

Fuente: Valle 2019

Se puede apreciar los histeréticos del muro sin refuerzo, el comportamiento que tuvo cuando fue sometido a una carga lateral cíclica, se puede apreciar que los lazos de este muro fueron irregulares, se halla la rigidez elástica del muro bajo la ecuación $k_y = F_y / \Delta y = 37 \times 1000 / 1.1 = 33.6 \times 10^3 \text{ kN} - \text{m}$, y sus resistencias últimas fueron: 12 mm de desplazamiento y 68 kN resistencia lateral. Así mismo para evaluar el periodo de vibración se considerando el peso del 100 kN aproximadamente, se pone a evaluar el periodo de vibración del muro con refuerzo $T_y = 2 (\pi \times m)^{1/2} = 0.11 \text{ s}$.

El muro reforzado a 23cm con drizas 1/4" de diámetro a escala natural (MCR D N), presentó un comportamiento estable en comparación de la muestra patrón ante una fuerza lateral, produciendo un comportamiento como muestra la figura 52, consta de 8 fases donde llegó al colapso. El muro consta de un base para asentado el muro y una viga collar que retrata el peso del techo y hagan uniforme la distribución de la carga aplicada.

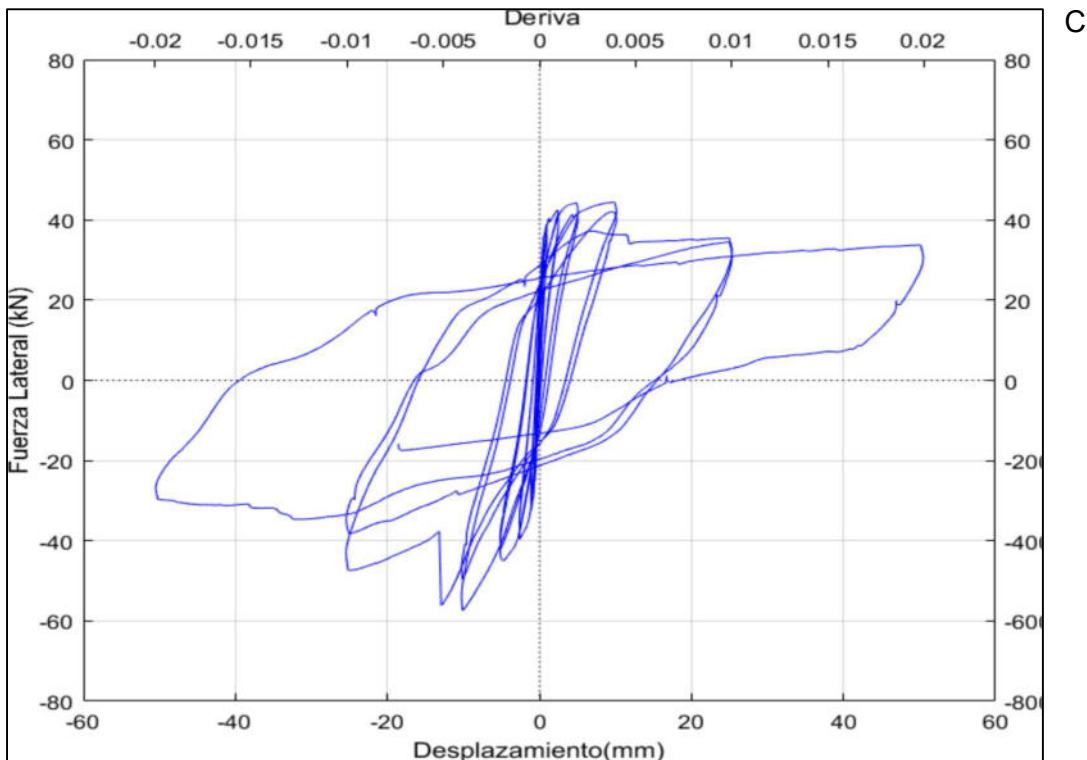


Figura 52. Comportamiento histerético del MCR D N

Fuente: Valle 2019

Los lasos histerético que presenta el muro con refuerzo de drizas a escala natural, se puede apreciar que sus lazos fueron más regulares respecto al muro sin refuerzo, en comparación con la curva de histéresis del muro no reforzado, el muro con refuerzo disipa mayor cantidad de energía y soporta una mayor deformación. Se halla la rigidez elástica del muro bajo la ecuación $k_y = F_y / \Delta y = 35 \times 1000 / 29.2 = 29.2 \times 10^3 \text{ kN} - \text{m}$, sus resistencias últimas fueron 10 mm de desplazamiento y 57 KN resistencia lateral. Así mismo para evaluar el periodo de vibración se considerando el peso del 100 KN aprox., se pone a evaluar el periodo de muro son refuerzo $T_y = 2 (\pi \times m)^{1/2} = 0.12\text{s}$.

El muro sin refuerzo a escala reducida de la investigación 2 (MSR D E), presentó un comportamiento inestable (irregular) ante una fuerza lateral, produciendo un comportamiento como muestra la figura 54, consta de 8 fases donde llegó a mostrar una grieta de corte, terminando así con el ensayo. Presentó una viga collar y una carga vertical que junto al peso del muro suman 23.1 kN. Tiempo de duración del ensayo 2.15 horas.

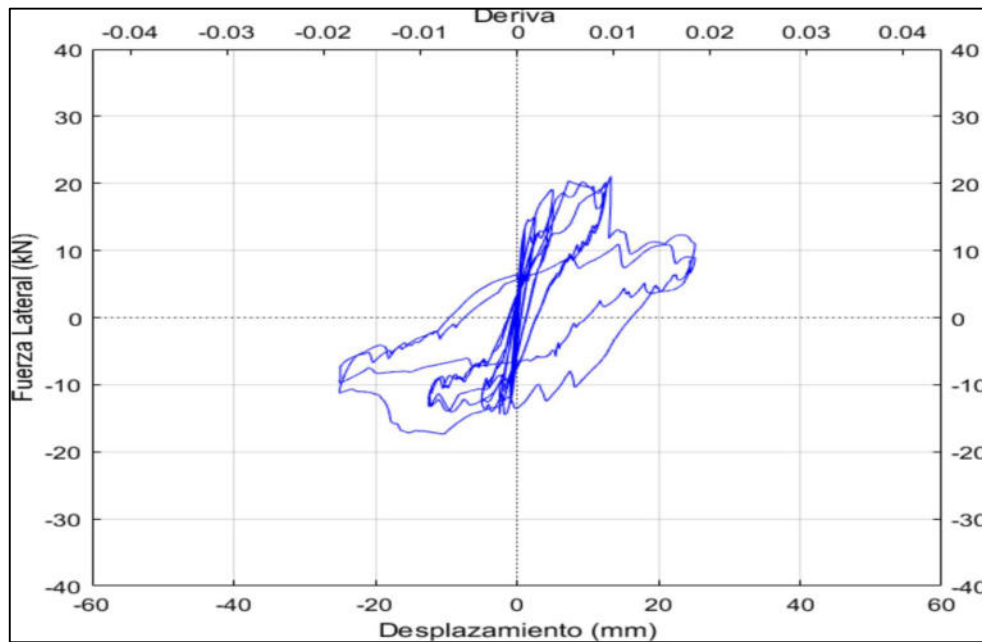


Figura 53. Comportamiento histerético del MSR D E

Fuente: Valle 2019

Para el muro sin refuerzo se observa fuerza lateral y el desplazamiento del muro, muestro una curva irregular teniendo los valores máximos de desplazamiento de 13.3mm con una fuerza máxima de 21.1 KN. Se halló la rigidez elástica experimental del muro bajo la ecuación $k_y = F_y / \Delta y = 9.5 \times 1000 / 0.57 = 16.7 \times 10^3 \text{ kN} - m$, sus resistencias elásticas máximas fueron 0.57 mm de desplazamiento y 9.5 KN fuerza lateral. Así mismo, para evaluar el periodo de vibración se considerando el peso del de la estructura más carga aplicada fue 23.1 KN aproximadamente, se pone a evaluar el periodo de muro son refuerzo $T_y = 2 (\pi \times m)^{1/2} = 0.07s$.

El muro con refuerzo de escala reducida de la investigación 2 (MCR D E), presentó un comportamiento estable (regular) ante una fuerza lateral, produciendo un comportamiento como muestra la figura 55, el ensayo fue sometido 10 fases donde concluyó el ensayo. Tiempo de duración del ensayo 2.15 horas.

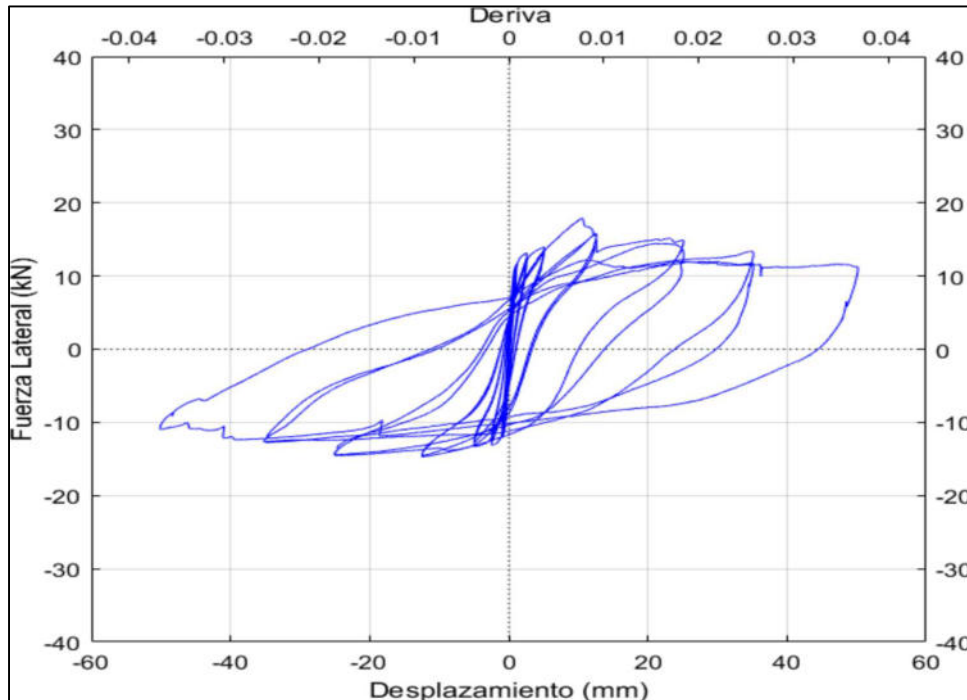


Figura 54. Comportamiento histerético del MCR D E

Fuente: Valle 2019

Los lasos histerético que presenta el muro con refuerzo de drizas a escala reducida se puede apreciar que sus lazos fueron más regulares respecto al muro sin refuerzo, en comparación con la curva de histéresis del muro no reforzado el muro con refuerzo disipa mayor cantidad de energía y soporta una mayor deformación. Se halla la rigidez elástica experimental del muro bajo la ecuación $k_y = F_y / \Delta y = 99 \times 1000 / 0.57 = 16.7 \times 10^3 \text{ kN} - \text{m}$, sus resistencias últimas fueron 10 mm de desplazamiento y 17.9 KN resistencia lateral. Así mismo, para evaluar el periodo de vibración se considerando el peso del 21.3 KN, se pone a evaluar el periodo de muro con refuerzo $T_y = 2 (\pi \times m)^{1/2} = 0.07\text{s}$.

Energía disipada durante las fases de ensayo (J)

En los resultados de la investigación realizada por tesistas Villegas y Esquivel en el 2019, los muros **MSR P E**, **MCR30 P E** y **MCR20 P E** fueron sometidos a 4, 5 y 4 fases respectivamente, para lo cual se determinó que la energía total del sistema se calcula como el área bajo la gráfica de carga y descarga, la diferencia entre estas es la energía que disipó por cada fase. Se muestran los resultados comparativos entre las 3 muestras ensayadas, se aprecia en la figura 55 la diferencia que tienen los diversos tipos de refuerzos en base a un modelo patrón.

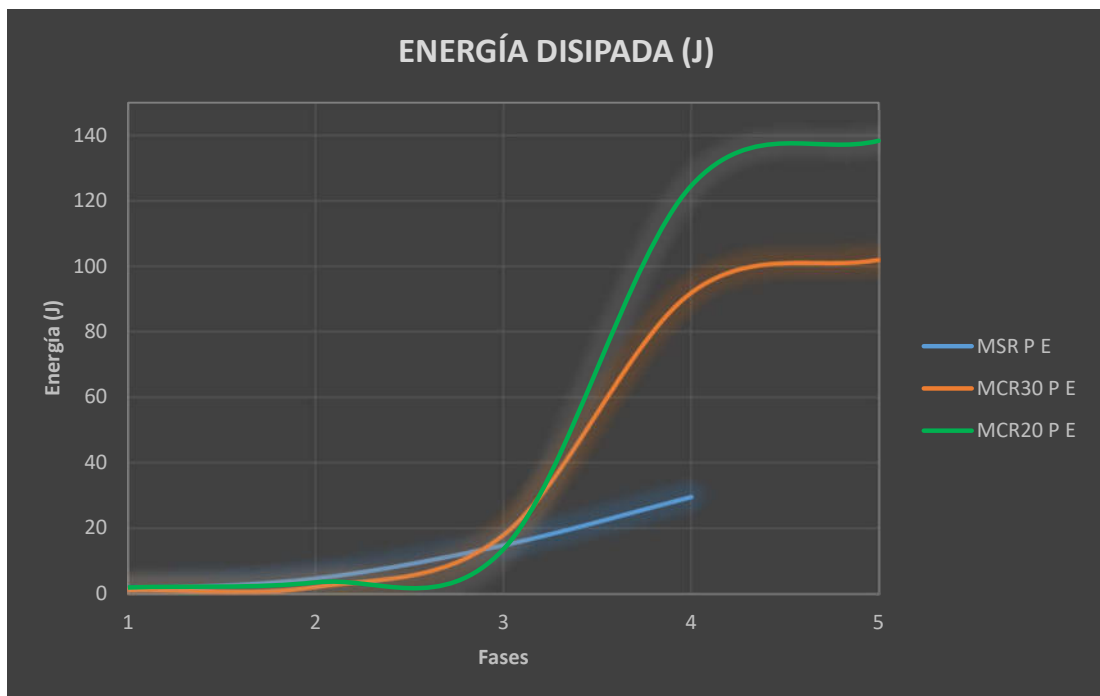


Figura 55. Energía disipada en muros de escala reducida

En la gráfica se aprecia la energía disipada en función de cada fase del ensayo. Se puede apreciar que en la fase 4 (límite de la muestra patrón), los muros con refuerzo **MCR30 P E** y **MCR20 P E** ensayados respecto al muro **MSR P E**, disiparon 200 % y 320% más que la muestra patrón respectivamente. La energía disipada antes de llegar a una deriva 0.68%, es muy similar entre las 3 muestras, nos dio a entender que pasado un umbral el refuerzo ayuda a disipar la energía para mantener más estable el muro a ensayar.

Los resultados investigación realizada por la tesista Valle en el 2019, los muros **MSR D N** y **MCR D N** de escala natural llegaron a 8 fases, donde cada fase presentó 2 ciclos sujetos a desplazamientos controlados, la energía disipada tiende a cambiar en cada fase, es decir evoluciona en función al desplazamiento. Cabe precisar que la deriva es el cociente entre el desplazamiento de cada fase y la altura del muro; a su vez cada fase tiene un desplazamiento definido, que va en aumento. En la gráfica 56 se aprecia que para una deriva de 2% se tiene un aumento de 160% más de disipación de energía respecto a la muestra patrón, esto nos dio a entender que los refuerzos ayudan a disipar la energía, en las primeras 5 fases la energía disipada es aproximadamente igual, al llegar este umbral el refuerzo es el encargado de disipar la energía hasta el colapso.

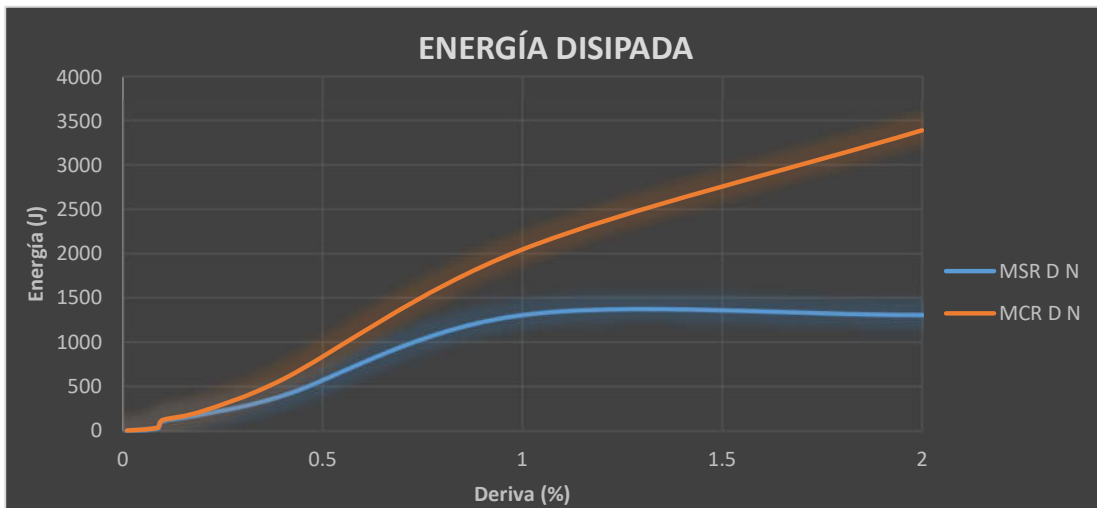


Figura 56. Energía disipada en muros de escala natural

Los muros **MSR D E** y **MCR D E** escala reducida llegaron a 8 fases y 10 fases respectivamente, cada fase 2 ciclos sujetas a desplazamientos controlados, la energía disipada tiende a cambiar conforme aumenta la deriva. Cómo se puede apreciar en el gráfico 57, para una deriva de 1.84% la energía que disipa el muro con refuerzo es 51% menos que el muro sin refuerzo, después de la fase 8 el **MSR D E** presenta grietas de corte de 35 mm de amplitud por lo cual ha perdido su rigidez, por su parte el **MCR D E** llega a la fase 10 del ensayo liberando más energía que al cuantificarla se aprecia que el muro con refuerzo disipó 100% más energía que el muro sin refuerzo.

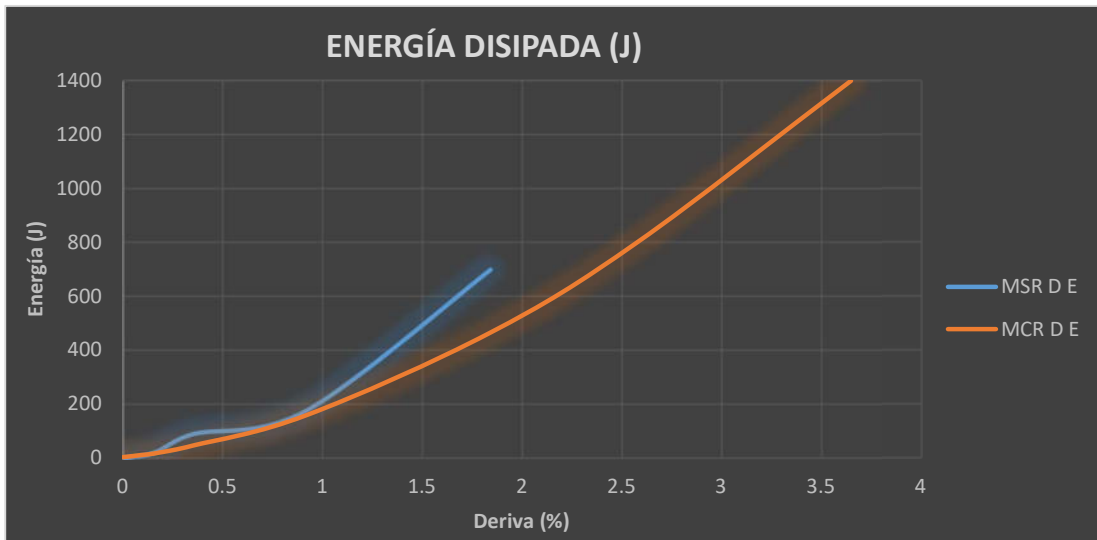


Figura 57. Energía disipada en muros de escala reducida

Degradación de rigidez lateral

Se define como rigidez experimental al cociente entre la fuerza y el desplazamiento. En los resultados de la investigación realizada por tesistas Villegas y Esquivel en el 2019, los muros **MSR P E**, **MCR30 P E** y **MCR20 P E** fueron sometidos a 4, 5 y 4 fases respectivamente, para lo cual sufrieron una degradación de su rigidez como lo muestra la gráfica 58, el comportamiento de los muros reforzados proveyó de mayor rigidez de las muestras ensayadas, aportando así una mayor respuesta ante excitaciones laterales externa.

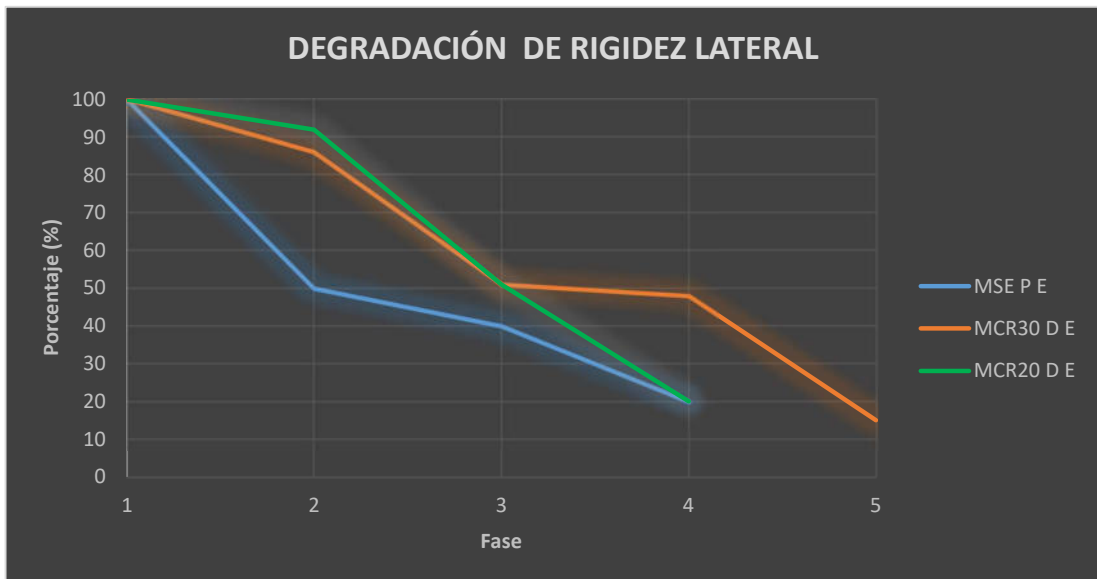


Figura 58. Degradación de rigidez lateral, Villegas y Esquivel 2019

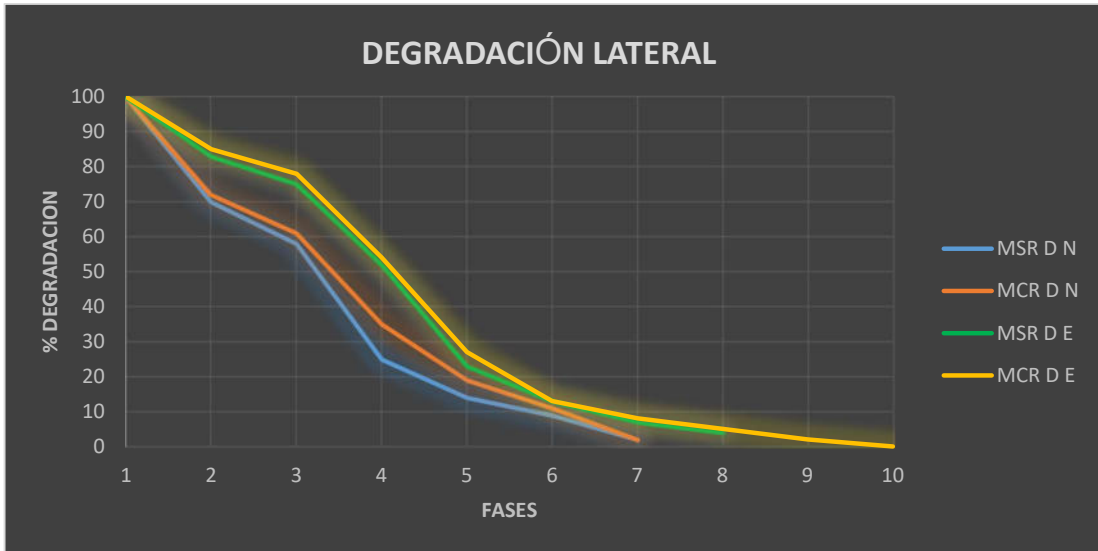


Figura 59. Degradación de rigidez lateral, Valle 2019

Los resultados investigación realizada por la tesista Valle en el 2019, los muros **MSR D N**, **MCR D N**, **MSR D E** y **MCR D E** los dos primeros correspondieron a muros a escala natural, los siguientes a muros a escala 1:2, los cuales llegaron a 8, 8, 8 y 10 fases respectivamente. Se aprecia en la figura 59, que los muros reforzados no aumentaron la rigidez considerablemente, esto nos dio a entender que este tipo muros (características) los refuerzos no ayudan a mitigar la degradación de la rigidez cuando es sometido a esta clase de ensayo.

Envolventes

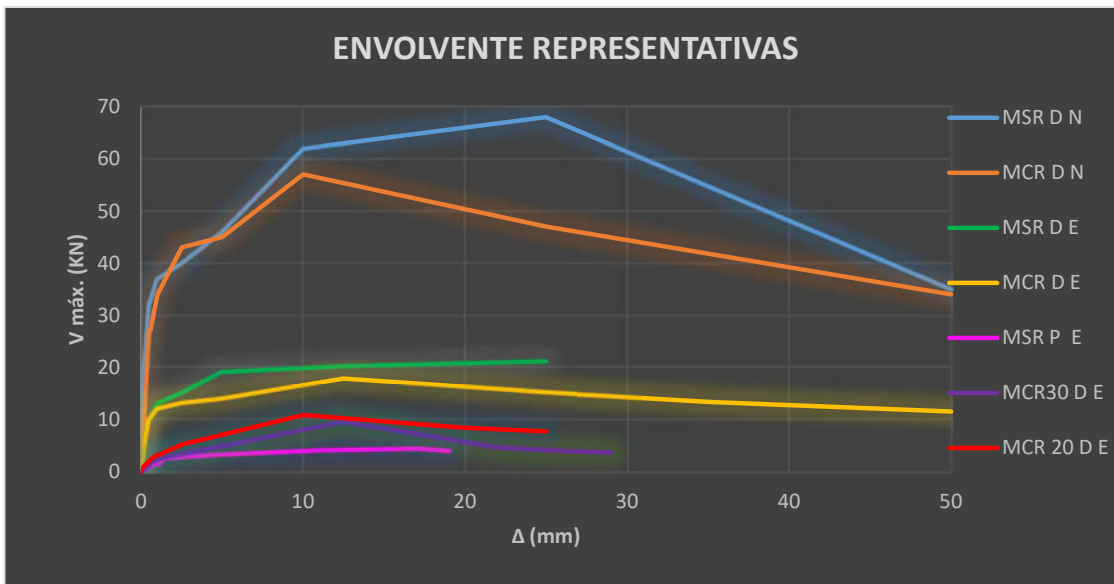


Figura 60. Ductilidad máxima por desplazamiento

Ductilidad

Se ha definido el termino ductilidad de desplazamiento, se toma de las envolventes representativas y se determina como el cociente de deformación de fluencia y última. Se consideraron las envolventes positivas porque estas generaron mayores fuerzas y desplazamientos, para hallar la ductilidad se procedió a usar el método basado en equivalencia elasto - plástico descrito anteriormente.

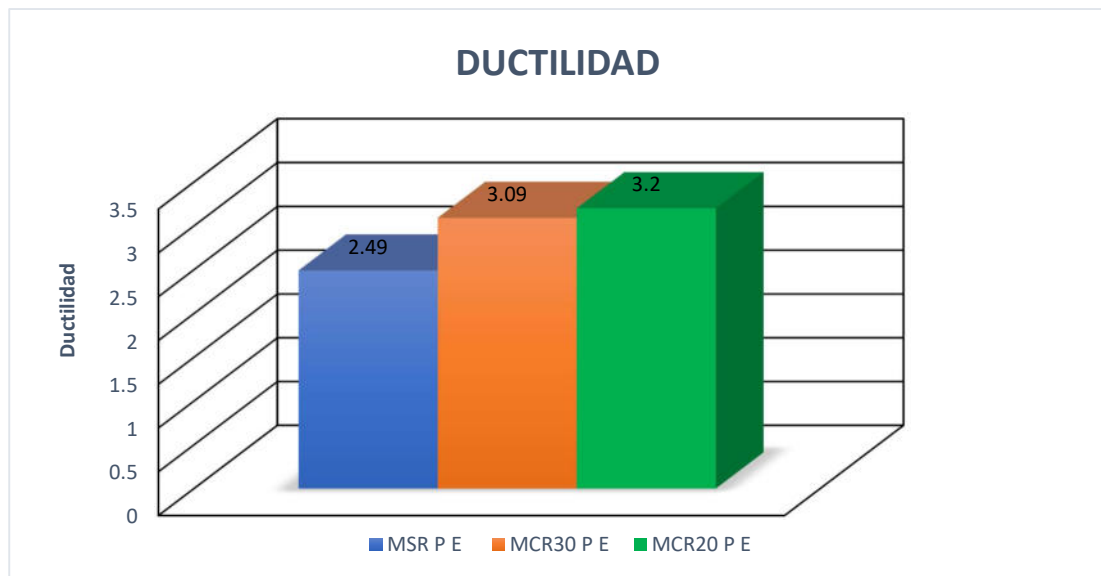


Figura 61. Ductilidad, Villegas y Esquivel 2019

En los resultados de la investigación realizada por tesisistas Villegas y Esquivel en el 2019, los muros **MSR P E**, **MCR30 P E** y **MCR20 P E** fueron sometidos a 4, 5 y 4 fases respectivamente, como se aprecia en la gráfica 61 la ductilidad aumenta cuando se refuerza el muro, también dependerá de la configuración que presente el refuerzo. En esta investigación se realizaron refuerzos con mallas PET con una configuración 30 cm de espaciamiento vertical y horizontal **MCR30 P E** del cual se obtuvo un aumento de 24% de ductilidad respecto al muro sin refuerzo, para el refuerzo con malla PET, con una configuración de 20 cm de espaciamiento vertical y horizontal **MCR20 P E** del cual se obtuvo un incremento de 29% respecto al muro sin refuerzo. De esta investigación se logró determinar que cuando se realiza un refuerzo con mallas más cercanas se tendrá un aumento de ductilidad, esto quiere decir que las estructuras serán más rígidas.

Los resultados investigación realizada por la tesista Valle en el 2019, los muros **MSR D N**, **MCR D N**, **MSR D E** y los dos primeros correspondieron a muros a escala real y los siguientes a muros a escala 1:2, los cuales llegaron a 8, 8, 8 y 10 fases respectivamente. En la figura 62 se aprecia que los muros con refuerzos aumentan su ductilidad respecto a los muros sin refuerzo, tenemos para al muro **MCR D N** una configuración de malla de configuración de 23 cm de refuerzo horizontal y vertical un aumento de ductilidad de 29% respecto al muro **MSR D N**, así mismo para el muro **MCR D E** una configuración de malla de 11 cm de refuerzo horizontal y vertical un aumento de ductilidad de 43% respecto al muro **MSR D E**.

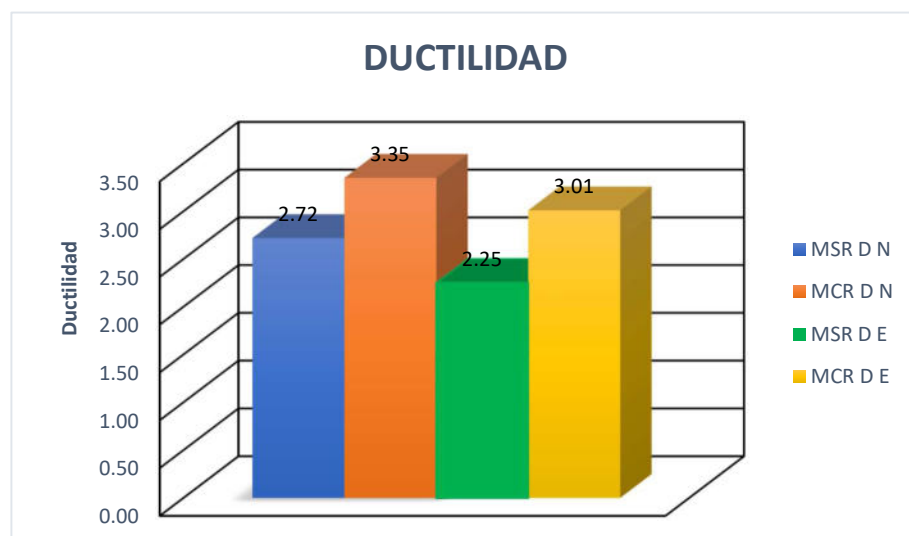


Figura 62. Ductilidad, Valle 2019

Teniendo en consideración estas investigaciones, se puede precisar que el aumento de ductilidad es debido al refuerzo en los muros, esto quiere decir que las estructuras serán más rígidas a causa del refuerzo y mientras más cerca sea la configuración de la malla tendrá más ductilidad.

V. DISCUSIÓN

Para los resultados de laboratorio según el protocolo FEMA 461 (2007), las **propiedades mecánicas en muros** en término de resistencia se obtuvieron. En su tesis experimental Astorga (2011), realizó la determinación de la resistencia para un muro a escala reforzados con de geomalla polimérica de 5cm de abertura, llegando a determinar que mejora de manera notoria la resistencia, el cual cuantificando este valor se obtiene en términos de resistencia en un 65 %, en comparación con un muro sin reforzar. Por su parte Villegas y Esquivel (2019), en su tesis experimental realizó el análisis por medio de los ensayos cíclicos laterales llegó a coincidir en los resultados, puesto que se llegó a determinar que para el uso de la malla de 30cm de separación de tubo una resistencia última de 114% más que el muro sin refuerzo, a su vez el muro con configuración de 20 cm de separación obtuvo una resistencia última de 141% más que el muro sin refuerzo. Esto nos pretende decir que las mallas de PET reciclado mejoran última resistencia, cabe resaltar que los muros presentaron una consistencia sólida y sin carga vertical aplicada, la transmisión de la fuerza se dio de manera homogénea en todo el muro. Respecto a ello Valle (2019), en su tesis experimental midiendo los esfuerzos a través de los ensayos mencionados, llegó a discrepar con los resultados de Astorga, Villegas y Esquivel, en su muro a escala natural para el uso de malla de drizas de 23 cm de separación no obtuvo aumento de resistencia en comparación con el muro sin refuerzo. A su vez en su parte experimental a escala reducida para el uso de malla de drizas de 11 cm de separación, no obtuvo aumento de resistencia considerable. Para los autores Astorga Villegas y Esquivel, se considera que es un muro a escala sin vanos y fuerzas verticales. Por su parte Valle los muros ensayados fueron más desfavorables para todos sus muros puesto que presentaron un vano en la parte central y adición de carga vertical. De la comparación dio a entender en este caso el muro a escala natural presentó un vano que no permite transmitir las fuerzas de manera uniforme. Así mismo, el muro de escala reducida presentó la aplicación de una carga vertical por medio de una gata hidráulica para simular el peso del segundo nivel, lo que causo la discontinuidad en la carga y saltos en el momento de la respuesta. Se puede decir que los refuerzos con mallas influyen de manera positiva en muros sin vanos y en estructuras de un piso.

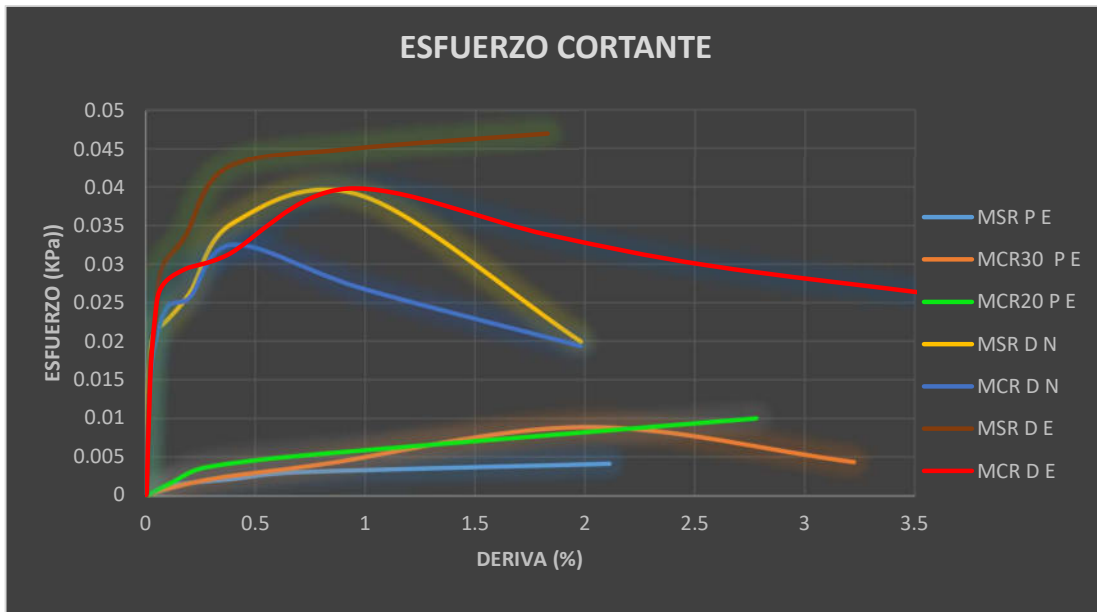


Figura 64. Esfuerzo cortante de los 7 muros

Para Villegas y Esquivel (2019), en su tesis experimental realizó el análisis por medio de los ensayos cíclicos laterales, se determinó el **comportamiento histerético** en base al desplazamiento y fuerza lateral, los muros ensayados MCR30 P E y MCR20 P E se obtuvieron los máximos valores de fuerza incrementando un 117% y 95% respectivamente en comparación al muro sin refuerzo y para los desplazamientos se hallan los incrementos de 61% y 39% respectivamente en comparación al muro sin refuerzo. A su vez la tesis realizada por Valle (2019) difiere con estas afirmaciones; ya que, para los mismos ensayos su disminución de fuerza en un 19% respecto muro sin refuerzo de escala natural y una disminución de 60% en su desplazamiento respecto a muro sin refuerzo. De la misma manera para los muros a escala presentaron una disminución de sus amplitudes máximas fuerza y desplazamiento los cuales se redujeron un 18% y 0% respectivamente. Los muros sin refuerzo tienen a tener un comportamiento más inestable, y los muros con refuerzo estabilizan los lazos en las fases donde sobrepasa el límite elástico. Del comportamiento histórico y de los máximos valores obtenidos se apreció la influencia del refuerzo con mallas mejora el comportamiento histerético. En muros que presentan vanos y carga vertical externa, al realizar la perforación se debilita la estructura obteniendo que sea mejor su capacidad de resistencia.

Según Villegas y Esquivel (2019), en su tesis experimental realizó la medición de la **disipación de energía** a través del área bajo de la curva de fuerza - desplazamiento de los ciclos de carga y descarga obteniendo la disipación como la diferencia de estas. Para la configuración que presentan las mallas de PET reciclado (aberturas horizontales y verticales), los muros ensayados son a escala y el refuerzo con configuración 30cm disipó 200% más energía que el muro sin refuerzo, a su vez para una configuración 20 cm disipó 320% más de energía respecto a muro sin refuerzo. Estos resultados concordaron con la propuesta de Valle (2019) en su tesis experimental el cual realizó la medida de disipación de la energía de la misma forma mencionada, para los muros a escala con una configuración de 23cm lo cual se obtuvo 160% más de energía disipada respecto del muro sin refuerzo. A su vez, en el muro de configuración de 11cm disipó un 100% más que el muro sin refuerzo. Se evidenció la influencia del refuerzo se hace notoria una vez pasada el umbral de elasticidad del muro, el refuerzo es el encargado de disipar la energía producida por la fuerza lateral. Además, en la tesis de Valle los muros a escala natural y escala reducida presentan un vano en la parte central y una carga vertical que simula al segundo nivel. A pesar de estas condiciones desfavorables el refuerzo con drizas se obtuvo resultados alentadores para este tipo de refuerzo en lo que a disipación de energía se refiere.

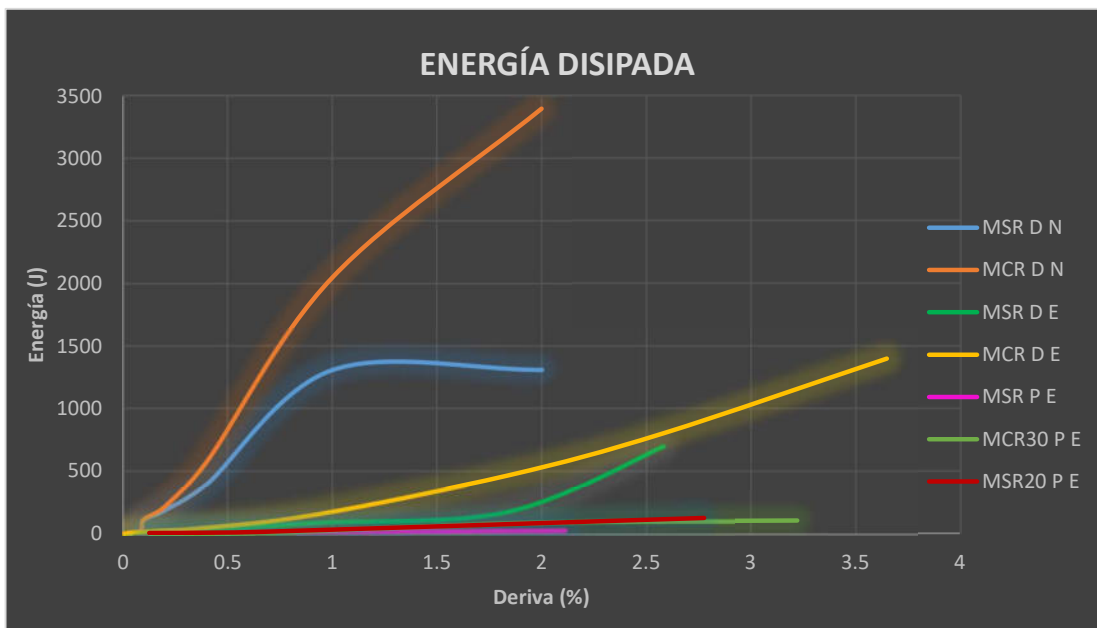


Figura 64. Energía disipada de los 7 muros

Villegas y Esquivel (2019), en su tesis midió **rigidez experimental** como el cociente de la fuerza entre el desplazamiento y la degradación de la rigidez el porcentaje la variación de cada fase respecto de la primera fase, la resistencia a la degradación denoto un mejor comportamiento en el muro con configuración de 30 cm y 20 cm medidos por cada fase (fase 2 aumento 72% y 84 %, fase 3 un aumento de 27.5% para ambos muros, fase 4 aumento 140% y 0%), Estos resultados concordaron con la propuesta de Valle (2019), en su tesis experimental el cual realizó la medida de degradación de la rigidez de la misma forma mencionada, la cual obtuvo para los muros de escala natural y a escala 1:2 un resistencia a la duración de la rigidez de 2% aproximadamente en cada fase de ensayo. Podemos inferir que la configuración no afecta la degradación, las caracterizas desfavorable de los muros influye en la degradación de la rigidez en los muros a escala y tamaño natural. De los resultados obtenidos, cabe resaltar que el comportamiento de los muros es igual hasta llega al límite elástico, puesto que en el rango inelástico existieron diferencias de respuesta para una misma deriva.

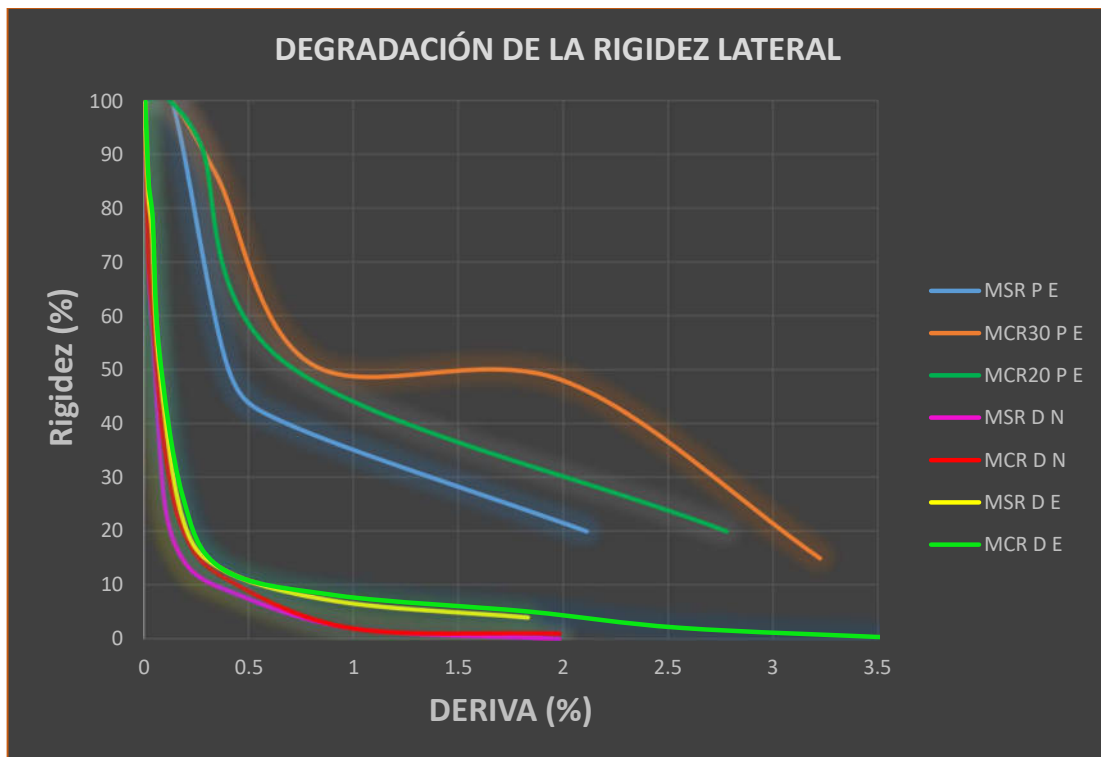


Figura 65. Degradación de la rigidez de los 7 muros

Villegas y Esquivel (2019), en su tesis experimental midió la **ductilidad** de los muros como se detalló en el modelo elastoplástico descrito en el capítulo II, mediante en las envolventes positivas se llegó a determinar que para los muros de 20 cm y 30 cm de configuración presentaron un aumento de ductilidad en un 24% y 29% respectivamente, respecto del muro sin refuerzo. Dicha tesis coincidió con la tesis experimental realizada por Valle (2019), que obtuvo para los muros a escala natural con configuración de 23cm un aumento de ductilidad de 23% respecto al muro sin refuerzo, a su vez los muros ensayados a escala 1:2 presentaron una mejoría de ductilidad a un 34% más que muro sin refuerzo. Esto nos indicó que influencia del refuerzo con mallas mejoran la capacidad de respuesta de la estructura a pesar de lo desfavorable que puede ser la estructura.

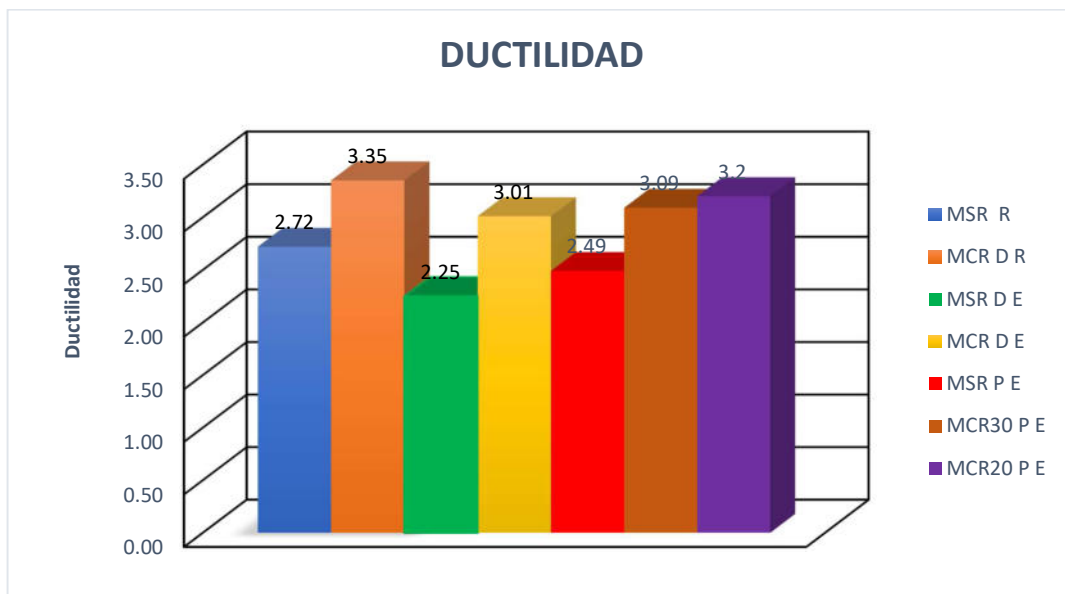


Figura 66. Ductilidad de los 7 muros.

VI. CONCLUSIONES

En forma general los resultados obtenidos de nuestro informe de investigación se determinaron que con la aplicación de refuerzo con mallas se obtiene una **influencia significativa para mejorar las propiedades mecánicas** de los muros de adobe (corte y flexión) en viviendas, en el ensayo FEMA 461 realizado a múltiples muros de diferentes características, se logra establecer que los refuerzos de mallas de tereftalato de polietileno (PET) en diferentes configuraciones ayudan a mejorar la resistencia de forma sustancial, considerando que el muro es compacto y solo se analiza para el peso de un solo piso. Por su parte teniendo en consideración las mallas de drizas utilizadas para el refuerzo no presentó aumento considerable de la resistencia, porque presenta características desfavorables, como el vano en la parte central y las sobrecargas de verticales a las cuales fueron sometidas durante el ensayo lo que causó la discontinuidad en la carga y saltos en el momento de la respuesta. De los resultados el esfuerzo a tracción de las drizas es 36% más que el PET reciclado.

El refuerzo con mallas presentó una **influencia positiva en el comportamiento histerético**, evidenciando que el uso de refuerzo con mallas de PET mantiene tiene un comportamiento más regular, para las configuraciones de 30cm y 20cm, cuyos máximos valores fueron 117% y 95% para la fuerza lateral respecto del muro sin refuerzo respectivamente, 61% y 39% para el desplazamiento respecto al muro sin refuerzo. Para el refuerzo con drizas presentó una influencia negativa, porque disminuyó sus valores máximos en el ensayo en 18% en base al muro a escala natural. Por su parte los muros presentaron mejor regularidad en los lazos histeréticos cuando fueron reforzados. El comportamiento histerético dependerá de las características del muro y de las cargas verticales a las cuales son sometidas durante el ensayo, puesto que estas realizan variaciones en los resultados.

En la investigación se determinó, que el refuerzo con mallas **influye de forma positiva en la disipación la energía**, para la investigación reforzada con mallas PET, se llegó a la conclusión que el muro con configuración de 30 cm disipó 200% más que el muro sin refuerzo, el muro con configuración 20 cm disipó 320% más, respecto al muro sin refuerzo. De mismo modo, del refuerzo con malla drizas se llegó a determinar que el muro con configuración de 23 cm disipó 160% más de energía respecto al muro sin refuerzo, para el mismo tipo de refuerzo a escala 1:2, el cual obtuvo como resultado que el muro con configuración de 11 cm disipó 100% más que el muro sin refuerzo. En síntesis, se logra la comprobación que las sogas de tereftalato de polietileno reciclado son mejores que las drizas 1/8" de diámetro, al disipar la energía. La influencia del refuerzo se hace notoria una vez pasada el umbral de elasticidad del muro, el refuerzo es el encargado de disipar la energía producida por la fuerza lateral, a su vez esta depende del tipo de refuerzo y la configuración que estos se presenten

En la presente investigación se logró establecer que la **influencia del refuerzo con mallas es positiva, aumenta la rigidez** en cada fase de los ensayos. Se reforzó 3 muros a escala, en las primeras fases del ensayo se aprecia que el muro con configuración 30 cm y 20 cm presentaron una leve mejoría en su rigidez lateral la cual es fluctuante, los muros MCR30 P E y MCR20 P E (fase 2, aumentó 72% y 84 %, fase 3, un aumento de 27.5% para ambos muros, fase 4, aumento 140% y 0%) respectivamente en base al muro sin refuerzo. De la misma manera. el refuerzo con malla de drizas no aumentó considerablemente la rigidez en cada fase solo a un 2% aproximadamente. En síntesis, se logra determinar que la mejor opción para son las sogas de tereftalato de polietileno reciclado son mejores que las drizas 1/4" de diámetro, al momento de mitigar la degradación de la rigidez cuando es sometido a esta clase de ensayo. Así mismo, se concluyó que la configuración que no es un factor determinante para mitigar la degradación de la rigidez, pero las características asociadas son determinantes en la influencia del refuerzo incide en la excitación.

En la investigación se comprobó que **la influencia del refuerzo es positiva para el aumento de ductilidad**, al reforzar los muros con mallas de PER con configuración de 30 cm presentó un aumento de ductilidad de 24% más y el muro con configuración 20 cm aumento su ductilidad 29% más, respecto al muro sin refuerzo. Por otro lado, para el refuerzo con malla de drizas escala natural de 23cm de configuración, obtuvo una mejoría de 29% más de ductilidad respecto al muro sin refuerzo. A su vez los muros a escala, se obtuvo como resultado para la configuración de 11 cm un aumento de ductilidad de 43% más que el muro sin refuerzo. En síntesis, se logra determinar que la configuración determina el aumento de ductilidad.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar la investigación y realizar ensayos cíclicos laterales en muros con refuerzo de PET reciclado, ya que presentó mejores comportamientos en comparación refuerzo con drizas. Además de su fácil acceso, su proceso artesanal y su mitigación a la contaminación ambiental.

Proponer una escala real más desfavorable y ensayos más controlados (desplazamientos 1.4 respecto del anterior como recomienda el protocolo FEMA 461), para tener una mejor vista del comportamiento del muro, la evolución del daño y las propiedades mecánicas de los muros de adobe cuando son sometidas a una fuerza lateral.

Se recomienda profundizar la investigación y realizar más especímenes bajo las mismas condiciones a fin de medir la variabilidad de los resultados.

A partir del comportamiento histerético (envolvente fuerza - deformación) se puede profundizar el tema para determinar estudios de fragilidad, vulnerabilidad, evaluación del daño y límites en el uso de las viviendas, a fin de mitigar el riesgo sísmico en las estructuras de esta clase.

Se recomienda utilizar la configuración que especifica norma E.080, que subdivide a los refuerzos horizontales en 3 regiones. Para ver si presenta mejores propiedades mecánicas en muros de adobe reforzado en viviendas.

Para las fallas del mortero se recomienda usar dosificaciones que ayuden a mejorar las propiedades a tracción, puesto que las fallas principalmente suceden en las juntas de mortero adobe.

Se recomienda el uso de este tipo de refuerzo en la zona de investigación previa evaluación de los componentes del suelo y los ensayos cíclicos seudo - estáticos.

REFERENCIAS

ACEVEDO, I. Aspectos éticos en la investigación científica. *Cienc. enferm.* [En línea] 2002. [Citado el: 26 de junio de 2019.] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532002000100003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0717-9553.

ANÁLISIS del comportamiento a flexión de muros de adobe reforzados con geomallas por Solis [et al.]. *Informes de la Construcción.* [En línea] setiembre de 2015. [Citado el: 23 de noviembre de 2019.] Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/download/4406/5076>. ISSN 0020-0883.

APPLIED technology council. FEMA 461 of. 2007: Interim Testing Protocols for Determining the Seismic Performance Characteristics of Structural and Nonstructural Components. California: INN, 2007. 138 pp.

ARIAS, Fidas. El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración. *Caracas.* [En línea] 1999, 3ra. ed. [Citado el: 13 de abril de 2019.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/27288131_El_Proyecto_de_Investigacion_Guia_para_su_Elaboracion. ISBN 980-07-3868-1.

AROCA, Ricardo. Arriostramiento. *Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la escuela de arquitectura de Madrid.* [En línea] 2007. [Citado el: 9 de octubre de 2019.] Disponible en: http://oa.upm.es/1500/1/MONO_AROCA_2000_02.pdf. ISBN 84-95365-669.

ASSESSMENT of Seismic Performance of Adobe , Structures in Pakistan and Portugal por Rafi [et al.]. *15WCEE.* [En línea] 2012. [Citado el: 16 de diciembre de 2019.] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/15569688.pdf>.

ASTORGA, Sergio. Análisis del comportamiento de muros de adobe reforzados con geomalla ante esfuerzos cíclicos laterales. *Universidad de Sevilla.* [En línea] noviembre de 2011. [Citado el: 9 de noviembre de 2019.] Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5023/fichero/3.-Documentos%252FMemoria.pdf>.

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación serie integral por competencias. *Grupo editorial patria, S. A. de C. V.* [En línea] 2014. [Citado el: 10 de octubre de 2019.] Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=6aCEBgAAQBAJ&pg=PA11&dq=La+investigaci%C3%B3n+aplicada+baena&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjgNeOxP3pAhXhH7kGHYB-A2MQ6AEIQzAD#v=onepage&q=La%20investigaci%C3%B3n%20aplicada%20baena&f=false>. ISBN 978-607-744-003-1.

BAMBAREN, Celso; ALATRISTA, María del Socorro. Estimación del impacto socioeconómico del terremoto en Pisco en el sector salud peruano. *Rev Med Hered.* [En línea] 2009. [Citado el: 12 de junio de 2019.] http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2009000200006. 1018-130X.

BLONDET, Marcial; AGUILAR, Rafael. Seismic protection of earthen buildings de documentacion. *International Syposium on earthen structures, Indian Institute of Sciencia.* [En línea] 2007. [Citado el: 6 de noviembre de 2019.] Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.581.4791&rep=rep1&type=pdf>.

BLONDET, Marcial; VARGAS, Julio y TARQUE, Nicola. Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con cuerdas. *Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú PUCP.* [En línea] 2015. [Citado el: 27 de octubre de 2019.] Disponible en: http://files.pucp.edu.pe/posgrado/wp-content/uploads/2015/09/24233900/Manual-Construcci%C3%B3n-Adobe-reforzado-con-mallas-de-Driza_-final.compressed.pdf. ISSN 978-9972-42-940-8.

BRAJA M., Das. *Fundamentos de ingeniería geotécnica.* México, D.F : Cengage Learning Editores, 2015. ISBN 978-607-519-373-1.

BREDENOORD, Jan. Sustainable building materials for low cost Housing and the Challenges facing their technological developments: Examples and lessons regarding bamboo earth block technologies, building blocks of recycled materials and improved concrete panels. *Journal of architectural of engineering technology.* [En línea] 2017. [Citado el: 03 de noviembre de 2019.] Disponible en: <https://www.omicsonline.org/open-access/sustainable-building-materials-for-lowcost-housing-and-the-challengesfacing-their-technological-developments-examples-and-lessons-2168-9717-1000187.pdf>. ISSN 2168-9717.

CAMPOS, J. Implementación de los métodos de ensayo para la determinación de las propiedades a tracción en geomallas y geotextiles según las Normas ASTM D6637 Y ASTM D4595 Tesis (de pregrado). *Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería Civil.* [En línea] febrero de 2019. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/8994/1/44036.pdf>.

CANTO, E.; SILVA, A.; Metodología cuantitativa: abordaje desde la complementariedad en ciencias sociales. *Revista de Ciencias Sociales (Cr).* [En línea] 2013. [Citado el: 13 de octubre de 2019.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/153/15329875002.pdf>. ISSN 0482-5276.

CAPECE, Gustavo. El uso de indicadores en la elaboracion de tesis en turismo. *Revista de ciencias sociales.* [En línea] 2016. [Citado el: 13 de abril de 2020.]

Disponible en: <http://www.unq.edu.ar/advf/documentos/59381a2230a1c.pdf>. ISSN 0328-2643.

CARBALLO, Miriam; GUELMES, Esperanza. Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. *Revista Universidad y Sociedad*. [En línea] abril de 2016. [Citado el: 15 de enero de 2020.] Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100021. ISSN: 2218-3620.

CATALÁN, Policarpo. Comportamiento sísmico de la vivienda de adobe basado en pruebas en mesa vibradora de dos modelos a escala. *Universidad Nacional Autónoma de México*. [En línea] enero de 2013. [Citado el: 9 de enero de 2020.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/339595591_COMPORTAMIENTO_SISMICO_DE_LA_VIVIENDA_DE_ADOBE.

CHARLESON, Andrew. Carthquake hazard centre. *Earthquake Hazard Centre Newsletter*. [En línea] noviembre de 2006. [Citado el: 28 de octubre de 2019.] Disponible en: <https://www.victoria.ac.nz/architecture/pdf/Vol-10-2-2006-November.pdf>. ISSN 1174-3646.

CHINCHILLA, Guillermo. Alternativa de refuerzo contra efectos de sismo, para viviendas de adobe existentes. *Universidad de San Carlos de Guatemala*. [En línea] agosto de 2006. [Citado el: 14 de febrero de 2020.] Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2609_C.pdf.

COMPORTAMIENTO mecánico del Polietileno Tereftalato (PET) y sus aplicaciones geotécnicas por Jaramillo [et al.]; *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*. [En línea] 2014. [Citado el: 19 de enero de 2020.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/430/43030033019.pdf>. ISSN 0120-6230.

CONDOR, Eddy y MOLINA, Gerardo. Reforzamiento estructural de muros de adobe y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural Hotel comercio “El Cordano” – Patrimonio Cultural Lima – Perú. *Universidad San Martín de Porres*. [En línea] 2019. [Citado el: 15 de enero de 2020.] Disponible en: <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/usmp/5615/condor-molina%28%20%28abierto%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

CONSTRUCCIÓN sismoresistente en tierra, por Francisco Blondet[et al.]. *Informes de la Construcción*. [En línea] julio de 2011. [Citado el: 27 de octubre de 2019.] Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/download/1251/1336>. ISSN 0020-0883.

CORREIA, Mariana. Conservation in Earthen Heritage: Assessment and Significance of Failure, Criteria, Conservation Theory, and Strategies. *Google books*. [En línea] 2016. [Citado el: 9 de octubre de 2019.] Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=ESj5DAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. ISBN 1-4438-8605.

CRESPO, Santiago. Materiales de construcción para edificación y obra civil. *San Vicente: Club Universitario*. [En línea] 2013. [Citado el: 26 de octubre de 2019.] Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=Jis5DwAAQBAJ&pg=PA194&dq=malla+electrosoldadas+en&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiB-vuE5briAhURy1kKHR-4DIEQ6AEISTAF#v=onepage&q=malla%20electrosoldadas%20en&f=false>. ISBN 9788499482972.

DEGARMO, Paul; BLACK, Temple; KOHSER, Ronald; Materiales y procesos de fabricación. *Google books*. [En línea] 1988. [Citado el: 16 de febrero de 2020.] Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=m2swZYTsrVIC&dq=Bucle+de+hist%C3%A9resis+google+book&source=gbs_navlinks_s. ISBN 84-291-48221.

ESCAMIROSA, L.; OCAMPO, M.; ARROYO, R. Structural strengthening of a traditional adobe house in Chiapa de Corzo, Chiapas. *ESPACIO I+D, Innovación más Desarrollo*. [En línea] octubre de 2014. [Citado el: 28 de octubre de 2019.] Disponible en: <https://www.espacioimad.unach.mx/articulos/num6/pdf/Art.02-06.pdf>. ISSN 2007-6703.

ESPINOZA, Eudaldo. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. *Revista pedagógica de la Universidad de Cienfuegos*. [En línea] abril de 2018. [Citado el: 29 de octubre de 2019.] Disponible en: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/814-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1751-2-10-20181011%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/814-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1751-2-10-20181011%20(2).pdf). ISSN 1990-8644.

EXPERIMENTAL and numerical analyses on the, antiseismic effectiveness of fiber textile for earthen buildings por Bove [et al.]; *J. Mater. Environ. Department of Architecture, University of Florence*. [En línea] 2016. [Citado el: 16 de noviembre de 2019.] Disponible en: http://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol7/vol7_N10/387-JMES-Bove.pdf. ISSN 2028-2508.

FONT, F.; HIDALGO, P. La tapia en España , técnicas actuales y ejemplos. *Informe de la construcción*. [En línea] 24 de febrero de 2011. [Citado el: 13 de octubre de 2019.] Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1249/1334>. ISSN 0020-0883.

GARAY, María del Pilar; RÍOS, José Antonio. Estudio comparativo de las granulometrías por sedimentación para determinar los porcentajes de arcillas en los suelos finos de la región San Martín. *Universidad Ricardo Palma*. [En línea] 2015. [Citado el: 15 de abril de 2020.] Disponible en: http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2245/garay_mprios_ja.pdf?sequence=1.

GIRIBAS, Camilo. Sistema de Drizas: Reforzamiento estructural para construcciones en adobe. *ArchDaily Perú*. [En línea] 20 de enero de 2017. [Citado el: 27 de octubre de 2019.] Disponible en: <https://www.archdaily.pe/pe/803675/sistema-de-drizas-reforzamiento-estructural-para-construcciones-en-adobe> . ISSN 0719-8914.

GÓMEZ, V., LÓPEZ y RUIZ, D. Seismic rehabilitation of rammed-earth heritage buildings: study case of doctrinal churches reinforced with metallic mesh and confinement wooden elements. *Informes de la Construcción*. [En línea] enero de 2016. [Citado el: 23 de febrero de 2020.] Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4872>. ISSN 0020-0883.

GRECIANO, Andrea;. Refuerzo estructural con PET reutilizado - Aplicación en adobe. *TFG ETSAM*. [En línea] 2018. [Citado el: 16 de febrero de 2020.] Disponible en: http://oa.upm.es/51354/1/TFG_Vazquez_Greciano_Andrea.pdf.

GULAM, Usfoor. Deformation and behavior of geogrid under reinforced soil wall. Civil department. *Mittulalji Sarda polytechnic beed, Maharashtra, India*. [En línea] 2017. [Citado el: 28 de octubre de 2019.] Disponible en: http://ijariie.com/AdminUploadPdf/DEFORMATION_AND_BEHAVIOR_OF_GEOGRID_UNDER_REINFORCED_SOIL_WALL_ijariie3701.pdf. ISSN 2395-4396.

HERNÁNDEZ, Everardo. El adobe, ventajas y características térmicas. Escala: Arquitectura en Tierra, Arquitectura Medio Ambiente y Confort, Casas de Campo. *Escala*. [En línea] octubre de 2010. [Citado el: 25 de noviembre de 2019.] Disponible en: <http://diegoparraespitologia.blogspot.com/2010/10/el-adobe-ventajas-y-caracteristicas.html>. ISSN 0120-6702.

HERNÁNDEZ, S.; FERNANDEZ, C.; BAPTISTA, L.; Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. En su: Metodología de la investigación. *México D.F.: McGraw-Hill*. [En línea] 2014. [Citado el: 18 de octubre de 2019.] Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>. ISBN 978-1-4562-2396-0.

HUAMÁN, Efraín y NEYRA, Carlos. Propuesta de reforzamiento en adobe para la mitigación de la vulnerabilidad sísmica del local municipal de Acraquia 2018.

Universidad César Vallejo . [En línea] 2018. [Citado el: 23 de noviembre de 2019.] Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/34495>.

HUERTAS, Lina; VALENCIA, Camilo. Análisis de granulometría por hidrómetro y un método automatizado para suelos bentónicos. *Universidad Católica de Colombia*. [En línea] 2018. [Citado el: 24 de enero de 2020.] Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22885/1/Trabajo%20de%20Grado..pdf>.

INEI. *Instituto Nacional de estadística e Información* [En línea] 30 de mayo de 2007. [Citado el: 3 de noviembre de 2019.] Disponible en: <https://www.inei.gov.pe/prensa/noticias/en-mas-de-3-millones-de-viviendas-predominan-paredes-de-materiales-vulnerables-a-movimientos-teluricos-7583/>.

INEI. *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas* [En línea] 2017. Disponible en: <http://censo2017.inei.gov.pe/resultados-definitivos-de-la-poblacion-economicamente-activa-2017/>.

INSTITUTO, Nacional de estadística e informática. *Oficina Técnica de Difusión* [En línea] mayo de 2014. [Citado el: 29 de noviembre de 2019.] Disponible en: <https://www.inei.gov.pe/prensa/noticias/en-mas-de-3-millones-de-viviendas-predominan-paredes-de-materiales-vulnerables-a-movimientos-teluricos-7583/>.

JOFFROY, Thierry; GUILLAUD, Huber; SADOZAI, Chamsia;. Mechanical properties of historical adobe in Perú. *Terra Lyon 2016*. [En línea] 2018. [Citado el: 26 de octubre de 2019.] Disponible en: ISBN 979-10-96446-12-4.

LA DEFINICIÓN de los objetivos de investigación por Gonzáles [et al.];. *Universidad de Sevilla - Ciencias de la educación*. [En línea] 2013. [Citado el: 29 de noviembre de 2019.] Disponible en: https://bib.us.es/educacion/sites/bib3.us.es.educacion/files/poat2016_2_3_2_objetivos_de_investigacion.pdf.

LÓPEZ, Pedro. Población muestra y muestreo. *Punto Cero*. [En línea] 2004. [Citado el: 28 de octubre de 2019.] Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=iso. ISSN 1815-0276.

LOZADA, J. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*. [En línea] 2014. [Citado el: 13 de octubre de 2019.] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>. ISSN 1390-9592.

MANISH , Sahu; LOKESH, Singh. Critical review on types of brick type adobe bricks. *International Journal of Mechanical and Production Engineering*. [En línea]

11 de noviembre de 2017. [Citado el: 28 de Octubre de 2019.] Disponible en: http://www.iraj.in/journal/journal_file/journal_pdf/2-416-1516167985116-119.pdf. ISSN 2320-2092.

MARTINES, Carolina. El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *Departamento de Atención a la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana*. [En línea] 2012. [Citado el: 26 de noviembre de 2019.] Disponible en: <https://www.scielo.br/pdf/csc/v17n3/v17n3a06.pdf>.

MENDOZA, J.; GARZA, B. La medición en el proceso de investigación científica: Evaluación de validez de contenido y confiabilidad. *Innovaciones de Negocios*. [En línea] 2009. [Citado el: 15 de abril de 2020.] Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/12508/1/A2.pdf>. ISSN 1665-9627.

MINGARRO, Francisco. Degradación y conservación del patrimonio arquitectónico. [En línea] Madrid: Editorial Complutense S. A, 1996. [Citado el: 29 de octubre de 2019.] Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=gdUzPqg2ViYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. ISBN 8489365849.

MINISTERIO de vivienda, construcción y saneamiento. E-080, of. 2017: Diseño y construcción con tierra reforzada. Perú : INN, 2017. 24 pp.

MURUZÁBAL. *Teoría de muestra e inferencia estadística : Elemento de la estadística aplicada*. Madrid : Ibergarceta publicaciones, 2014. ISBN 978-84-1545-270-6.

NUÑEZ, María. Las variables: estructura y función en la hipótesis. *Investigación Educativa*. [En línea] diciembre de 2007. [Citado el: 13 de octubre de 2019.] Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/inv_educativa/2007_n20/a12v11n20.pdf. ISSN 1728-5852.

OBTENCIÓN de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos de laboratorio por Catalán [et al.]; *SciELO*. [En línea] 05 de noviembre de 2019. [Citado el: 9 de noviembre de 2019.] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-62662019000100118&script=sci_arttext. ISSN 2007-9621.

OJEDA, Silvana. Evaluación del Comportamiento Estructural de Módulos de Adobe durante Ensayos de Simulación Sísmica. *Pontificia Universidad Católica del Perú*. [En línea] abril de 2012. [Citado el: 17 de diciembre de 2019.] Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/91112/OJEDA_SILVANA_COMPORTEMIENTO_ESTRUCTURAL_ADOBE_SIMULACION_SISMICA%20%281%29.pdf?sequence=6&isAllowed=y.

OPS. Organización, Panamericana de la salud. *Terremoto de Pisco, Perú – A dos años del sismo, crónica y lecciones aprendidas en el sector salud*. [En línea] 2010. [Citado el: 13 de octubre de 2019.] Disponible en: <https://www.gfdrr.org/sites/default/files/Cronica%20y%20Lecciones%20Terremoto%20Peru.pdf>. ISBN 978-92-75-33124-8.

PADILLA, Jorge; ESCALAS DE MEDICIÓN. *Paradigmas*. [En línea] diciembre de 2007. [Citado el: 19 de marzo de 2020.] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4942056.pdf>. ISSN 1909-4302.

PALACIOS, Jorge; Análisis experimental de disipadores visco elásticos y su relación con la rigidez y el factor de amortiguamiento. *Universidad Técnica de Manabí*. [En línea] 2009. [Citado el: 20 de enero de 2020.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/284730591_ANALISIS_EXPERIMENTAL_DE_DISIPADORES_VISCO_ELASTICOS_Y_SU_RELACION_CON_LA_RIGIDEZ_Y_EL_FACTOR_DE_AMORTIGUAMIENTO.

PERÉZ, Amiel; Las variables en el método científico. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. [En línea] setiembre de 2007. [Citado el: 13 de octubre de 2019.] Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300007. ISSN 1810-634.

PYTEL, Andrew; SINGER, Ferdinand. *Resistencia de materiales- Introducción a la mecánica de sólidos*. México : Mienbro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial, 1982. ISBN 968-6356-13-4.

QUISPE, J. y RONDÓN, S. Propuesta integral de reforzamiento para edificaciones de adobe. aplicación al caso de un local escolar de adobe en la provincia de Yauyos. Tesis (Pregrado de Ingeniero Civil). *Pontificia Universidad Católica del Perú*. [En línea] Marzo de 2012. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1492/QUISPE_JOSE_Y_RONDON_SILVANA_EDIFICACIONES_ADOBE_LOCAL_ESCOLAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

REFUERZO estructural en viviendas de adobe. por Martínez [et al.]; *X Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura (X CRETA)* [En línea]. Agosto de 2018. [Citado el: 24 de febrero de 2020.] Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/71535>. ISBN 978-950-34-1661-7.

RODRÍGUEZ, N. Artículos escogidos por áreas de interés: Metodológicos Diseños Experimentales en Educación. *Revista de Pedagogía*. [En línea] diciembre de 2011. [Citado el: 13 de octubre de 2019.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/659/65926549009.pdf>. ISSN 2007-6703.

SADOWSKI, Juan. Procedimeinto para el análisis y diseño de estructuras con sistemas de disipación de energía en el Perú. *Pontificia Universidad Católica del*

Perú. [En línea] 2019. [Citado el: 27 de enero de 2020.] Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/15624/FUENTES_SADOWSKI_JUAN_CARLOS.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

SAMPIERI, R.; COLLADO, C.; LUCIO, P.; *Metodología de la Investigación*. México : MCGRAW-HILL, 2010. ISBN 978-607-15-0291-9.

SAN BARTOLOME , A.; QUIUN, D. Diseño de mallas electrosoldadas para el reforzamiento sísmico de viviendas de adobe típicas del Perú. *Rev. Fac. Ing. UCV*. [En línea] marzo de 2015. [Citado el: 25 de octubre de 2019.] Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652015000100008. ISSN 0798-4065.

SAN BARTOLOME, Ángel. Construcciones de Albañilería- Comportamiento Sísmico y diseño estructural. *Google books*. [En línea] octubre de 1994. [Citado el: 29 de noviembre de 2019.] Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=6iJhi9KPmtkC&printsec=frontcover&dq=construccion+de+alba%C3%B1ileria+san+bartolome&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjC0_Lq1LvpAhUED7kGHQxyCHMQ6AEIOTAC#v=onepage&q=construccion%20de%20alba%C3%B1ileria%20san%20ba. ISBN 84-8390965-00.

SEISMIC vulnerability studies, renovation and reinforcement of houses built with adobe brick and rammed earth por Yamin [et al.]. Apuntes. [En línea] 2007. [Citado el: 26 de noviembre de 2019.] Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-97632007000200009&lng=en&nrm=iso. ISSN 1657-9763.

SEISMIC performance of rammed earth town halls reinforced with confinement wooden element por Ruiz [et al.]; *Revista Ingeniería de Construcción*. [En línea] 1 de enero de 2017. [Citado el: 22 de agosto de 2019.] Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v32n2/art03.pdf>. ISSN 0718-5073.

SEMBENELLI , P. Los límites de Atterberg y su significado en la industria cerámica y ladrillera. *Materiales de Construcción*. [En línea] febrero de 1996. [Citado el: 08 de enero de 2020.] Disponible en: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/1695-3772-1-PB.pdf>. ISSN 0465-2746.

SHARMAA, Vandna; MARWAHAA, Bhanu; VINAYAK, Hemant. Enhancing durability of adobe by natural reinforcement for propagating sustainable mud housing. *International Journal of Sustainable Built Environment*. [En línea] marzo de 2016. [Citado el: 03 de noviembre de 2019.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/300088334_Enhancing_durability_of_adobe_by_natural_reinforcement_for_propagating_sustainable_mud_housing. ISSN 2212-6090.

STUDIES on stabilised adobe blocks por Bharath [et al.]. *International Journal of Research in Engineering and Technology*. [En línea] 06 de mayo de 2014. [Citado el: 29 de octubre de 2019.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/273278197_STUDIES_ON_STABILISED_ADOBE_BLOCKS. ISSN 2319-1163.

TEIXEIRA, H. Tiago. Estudio de las propiedades de las fábricas históricas de adobe como soporte a intervenciones de rehabilitación. *Universidad Politécnica de Madrid*. [En línea] 2015. [Citado el: 13 de abril de 2019.] http://oa.upm.es/39007/1/Hermano_Teixeira_Martins.pdf.

TORRES, C.; JORQUERA, N.; Seismics retrofitting technics for structural recovery of chilean architectural heritage built with adobe. *Informes de la Construcción*. [En línea] junio de 2018. [Citado el: 13 de octubre de 2019.] Disponible en: Disponible en file:///C:/Users/usuario/Downloads/5902-12201-1-PB.pdf. ISSN 0020-0883.

UNIVERSIA Argentina. Guía práctica para elaborar una tesis . *Universia*. [En línea] 2016. Disponible en: <https://www.ubp.edu.ar/wp-content/uploads/2016/06/Universia-guia-elaborar-tesis-grado-.pdf>.

VALDERRAMA, Santiago. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cualitativa, cuantitativa y mixta*. Perú : San Marcos, 2013.

VALLE, Angely. Evaluación experimental del comportamiento de muros de adobe reforzados con cuerdas sometidos a carga lateral cíclica. *Pontificia Universidad Católica Del Perú*. [En línea] 2019. [Citado el: 13 de abril de 2020.] disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14632>.

VILLASIS, M.; NOVALES, M.; GUADALUPE, M.; El protocolo de investigación IV: las variables de estudio. *Revista Alergia México*. [En línea] 2016. [Citado el: 14 de octubre de 2019.] Disponible en: <http://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/199>. ISSN 0002-5151.

VILLEGAS, Weimer; ESQUIVEL, David. Evaluación del comportamiento ante cargas laterales cíclicas de muros de adobe no reforzados y muros reforzados con sogas de tereftalato de polietileno reciclado. *Universidad Nacional de Trujillo*. [En línea] 2019. [Citado el: 18 de diciembre de 2019.] Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12716>.

WALABONSO, Arainga. Guía de investigación científica. *Asociación Civil Universidad de Ciencias y Humanidades, Fondo Editoria*. [En línea] 2011. [Citado el: 9 de octubre de 2019.] Disponible en: http://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/uch/23/rodriguez_arainaga_walabonso_guia%20_investigacion_cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y. ISBN 978-612-4109-04-1.

ZUMARAN, Diego. Evaluación de la influencia de las variables en la distribución granulométrica del producto de molienda por bolas de minerales mediante diseños experimentales. *Universidad Nacional de San Agustín*. [En línea] 2017. [Citado el: 20 de enero de 2020.] Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3214/IMzufedm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

| TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL REFUERZO CON MALLAS VEGETALES Y MADERA DE ARRIOSTRE PARA AUMENTAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN MUROS DE ADOBE EN VIVIENDAS, CANTA 2019” | | | | | |
|---|---|--|----------------------------|---------------------------|--------------------|
| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicador | Escala de medición |
| INTEPENDIENTE: REFUERZO CON MALLAS | Según la norma (E.080, 2017, p. 8) Se llama refuerzo al elemento cuya resistencia a tracción sea alto. Los cuales darán soporte y control a desplazamiento en caso de fisuras a la estructura. Deben ser flexibles para que no dañen la estructura. | Se verificaron las resistencias a tracción del material de refuerzo a usar y así verificar si cumple con las normativas la cual nos limita a tracción directa de 1200 Kg/cm ² . Para poder realizar este tipo de procedimientos usar como refuerzo material. | PET reciclado | Resistencia a la tracción | Razón |
| | | | Drizas | | Razón |
| DEPENDIENTE: PROPIEDADES MECANICAS DE EN MUROS | Para Catalán et al. (2019). Las propiedades mecánicas del adobe: están determinados por los módulos de elasticidad, resistencia a la compresión, cortante, flexión, ductilidad y rigidez los cuales describen las características principales de las viviendas de adobe (p. 2). | Se realizaron ensayos de muros prototipo a escala natural y escala reducida, con y sin refuerzo con diferente tipo de refuerzo. Estos fueron sometidos a cargas laterales cíclicas y conforme lo establece el protocolo FEMA 461. Los cuales fueron medidos por sensores de desplazamiento LVDT, y obtener comportamiento histerético. | Comportamiento histerético | Lazos histerético | Razón |
| | | | Disipación de la energía | Energía | Razón |
| | | | Degradación de la rigidez | Rigidez Lateral | Razón |
| | | | Ductilidad | Envolvente | Razón |

ANEXO 2: Instrumentos de recolección de datos

The screenshot shows a Gmail interface with a search bar at the top containing "Buscar correo". The left sidebar includes navigation options like "Redactar", "Recibidos", "Destacados", "Pospuestos", "Importantes", "Chats", "Enviados", "Meet", and "Chat". The main content area displays an email titled "Revisión de instrumentos de recolección de datos DPI" received from Elmer Aguilar Salazar on June 29. The email body contains a message from Jose Luis Benites Zuñiga, dated June 30, who is reviewing the instrument for Elmer. The instrument is titled "EVALUACIÓN DEL REFUERZO CON MALLAS VEGETALES Y MADERA DE AUMENTAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN MUROS DE ADOBE EN VIVIENDAS, CANTA 2019". The reviewer, Jose Luis Benites Zuñiga, a Civil Engineer (CIP 126769), has granted "VALIDADQ" (highlighted in green) for its use. The bottom of the screen shows three open Word documents named "AGUILAR SALAZ...docx" and a "Mostrar todo" button.

mail.google.com/mail/u/0/#inbox/KtbxLvhCGVXVBQVwXhttnTWPdjTjztzL

Aplicaciones YouTube WhatsApp Web Facebook Recibidos (3) - alez... S10 | Ceic https://groupceic.w... Blackboard Learn SAP 2000 | ceicuni i... Omdec Perú - Cam...

Gmail

Buscar correo

6 de 373

Redactar

Recibidos

Destacados

Pospuestos

Importantes

Chats

Enviados

Meet

Iniciar una reunión

Unirse a una reunión

Chat

Elmer

Jesus T'

Revisión de instrumentos de recolección de datos DPI

Recibidos x

Elmer Aguilar Salazar

De mi mayor consideración. mediante el presente me dirijo a usted para saludarlo cordialmente en mi calidad de estudiante del X ciclo, de curso Desarrollo de pr

lun., 29 jun. 12

JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA

para mí

mar., 30 jun. 9:42 (hace 1 di

JOSE LUIS <jbenites8411@gmail.com>

para genesis

lun., 29 jun. 10:35 (hace 23 hora

Estimado (a). Elmer Aguilar Salazar

Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu DPI titulado "EVALUACIÓN DEL REFUERZO CON MALLAS VEGETALES Y MADERA DE AUMENTAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN MUROS DE ADOBE EN VIVIENDAS, CANTA 2019" , doy por **VALIDADQ** para que pueda aplicar en su desarrollo de

Atte. Mg. Jose Luis Benites Zuñiga
Ingeniero Civil
CIP 126769

AGUILAR SALAZ...docx

AGUILAR SALAZ...docx

AGUILAR SALAZ...docx

Mostrar todo

ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
"FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL"

Ensayo de compresión en cubos

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL REFUERZO CON MALLAS VEGETALES Y MADERA DE ARRIOSTRE PARA AUMENTAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN MUROS DE ADOBE EN VIVIENDAS, CANTA 2019"

TESISTA: Elmer Aguilar Salazar

MATERIAL: adobe

REALIZADO: Laboratorio de Ensayos de Materiales - (FIC)

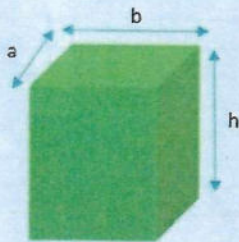
CODIGO:

UBICACIÓN: Avenida Tupac Amaru 210 Apartado 1301

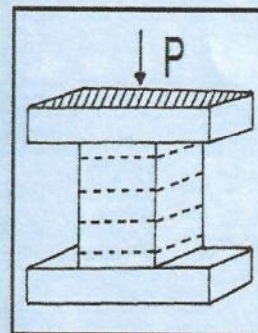
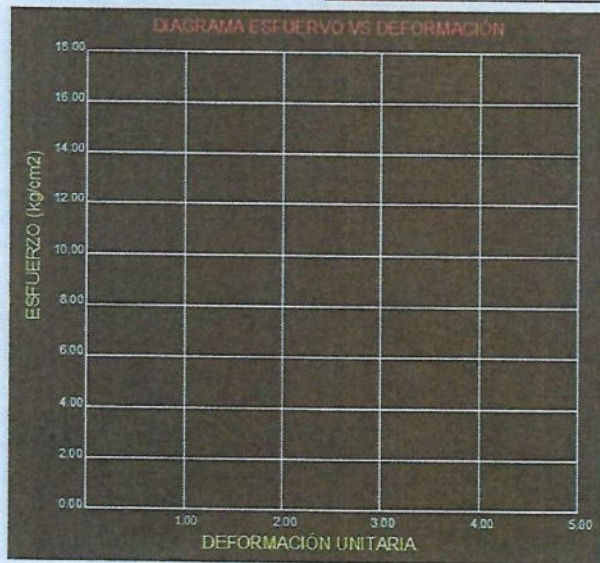
CON REFUERZO/ SIN REFUERZO

TIEMPO MINIMO DE SECADO: 28 DIAS

| ESPECIMEN | ARISTA | DATOS PROBETA FRESCA | | | DATOS PROBETA SECA | | |
|-----------|--------|----------------------|---------|------------|--------------------|---------|------------|
| | | PESO(kg) | VOL(m3) | P.U(kg/m3) | PESO(kg) | VOL(m3) | P.U(kg/m3) |
| N° 1 | 10 cm | | | | | | |
| N° 2 | 10 cm | | | | | | |
| N° 3 | 10 cm | | | | | | |
| N° 4 | 10 cm | | | | | | |
| N° 5 | 10 cm | | | | | | |
| N° 6 | 10 cm | | | | | | |



| DATOS PRUEBA A COMPRESIÓN | | | |
|---------------------------|-----------|------------|------------------------|
| ESPECIMEN | CARG. ROT | fo(kg/cm2) | MOD. ELAST. MODO FALLA |
| N° 1 | | | |
| N° 2 | | | |
| N° 3 | | | |
| N° 4 | | | |
| N° 5 | | | |
| N° 6 | | | |
| PROMEDIO | | | 100% FRAGIL |



SEGÚN NORMA
080
RESISTENCIA
ÚLTIMA

Rodriguez Solis
CARMEN BEATRIZ
RODRIGUEZ SOLIS
INGENIERA CIVIL
Reg CIP N° 50202

CONSORCIO SANTA ROSA DEL PERÚ
Marco Antonio Zeña Armas
Marco Antonio Zeña Armas

Margarita Boza Olachua
Margarita Boza Olachua
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500

ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
"FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL"

Ensayo de resistencia a la compresión de la pila de adobe

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL REFUERZO CON MALLAS VEGETALES Y MADERA DE ARRIOSTRE PARA AUMENTAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN MUROS DE ADOBE EN VIVIENDAS, CANTA 2019"

TESISTA: Elmer Aguilar Salazar

MATERIAL: adobe

REALIZADO: Laboratorio de Ensayos de Materiales - (FIC)

CODIGO:

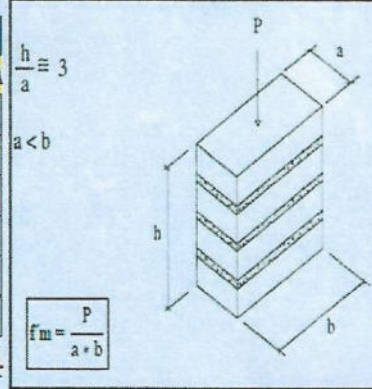
UBICACIÓN: Avenida Tupac Amaru 210 Apartado 1301

CON REFUERZO/ SIN REFUERZO

TIEMPO MINIMO DE SECADO: 28 DIAS

| ESPECIMEN | DATOS PROBETA FRESCA | | | | DATOS PROBETA SECA | | | |
|-----------|----------------------|------|------|---------|--------------------|-----|-----|---------|
| | apm | bpm | hpm | VOL(m3) | amp | bpm | hpm | VOL(m3) |
| N° 1 | 15.5 | 46.0 | 46.0 | | | | | |
| N° 2 | 15.5 | 46.0 | 46.0 | | | | | |
| N° 3 | 15.5 | 46.0 | 46.0 | | | | | |
| N° 4 | 15.5 | 46.0 | 46.0 | | | | | |
| N° 5 | 15.5 | 46.0 | 46.0 | | | | | |
| N° 6 | 15.5 | 46.0 | 46.0 | | | | | |

| ESPECIMEN | DATOS DE PRUEBA A COMPRESIÓN | | | |
|-----------|------------------------------|------------|-----------|-------------|
| | CARG. RT(kg) | fm(kg/cm2) | DEF. UNIT | MODO FALLA |
| N° 1 | | | | |
| N° 2 | | | | |
| N° 3 | | | | |
| N° 4 | | | | |
| N° 5 | | | | |
| N° 6 | | | | |
| PROMEDIO | | | | 100% FRAGIL |



Rodriguez
CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS
INGENIERA CIVIL
Reg CIP N° 50202

CONSORCIO SANTA ROSA D.V.O PERÚ
Marco Antonio Zeña Armas
Marco Antonio Zeña Armas

Boza
Margarita Boza Glaescha
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

NORMA E080 DISEÑO Y REFUERZO CON TIERRA REFORZADA

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL REFUERZO CON MALLAS VEGETALES Y MADERA DE ARRIOSTRE PARA AUMENTAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN MUROS DE ADOBE EN VIVIENDAS, CANTA 2019"

SOLICITANTE: ELMER AGUILAR SALAZAR

ENSAYO DE TRACCIÓN BRASILEÑO

UNIDAD: CILINDROS DE 6" x 12"



Datos:

Humedad:

20-25%

MUESTRA SIN REFUERZO

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

| ESPÉCIMEN | DIMENSIONES(CM) | | ÁREA NETA (CM ²) |
|-----------|-----------------|----------|---------------------------------|
| | DIÁMETRO | LARGO | |
| 1 | 15.24 cm | 30.48 cm | |
| 2 | 15.24 cm | 30.48 cm | |
| 3 | 15.24 cm | 30.48 cm | |
| 4 | 15.24 cm | 30.48 cm | |
| 5 | 15.24 cm | 30.48 cm | |
| 6 | 15.24 cm | 30.48 cm | |

PROMEDIO DE TRACCIÓN SEGÚN NORMA

| ESPECIMÉN | P max. (kg) | f' b (kg/cm ²) |
|-----------|-------------|----------------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| PROMEDIO | | |

CARMEN BEATRIZ
RODRIGUEZ SOLIS
INGENIERA CIVIL
Reg CIP N° 50202

CONSORCIO SANTA ROSA DVG PERÚ

Marco Antonio Zeña Armas

Margarita Boza Claccho
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

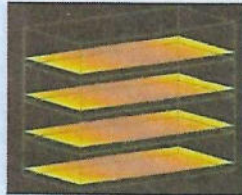
NORMA E080 DISEÑO Y REFUERZO CON TIERRA REFORZADA

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL REFUERZO CON MALLAS VEGETALES Y MADERA DE ARRIOSTRE PARA AUMENTAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN MUROS DE ADOBE EN VIVIENDAS, CANTA 2019"

SOLICITANTE: ELMER AGUILAR SALAZAR

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MURETES

UNIDAD: 15 CM * 30 CM * 45 CM




$$f_m = \frac{p}{A}$$

p=carga

A=área transversal

| ENSAYO | PESO (kg) | CARGA(kgf) | RESISTENCIA (kgf/cm ²) |
|----------|-----------|------------|------------------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| PROMEDIO | | | |


CARMEN BEATRIZ
RODRIGUEZ SOLIS
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 50202

CONSORCIO SANTA ROSA DVA PERÚ

Marco Antonio Zaña Armas


Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500

ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
"FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL"
Ensayo de compresión

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL REFUERZO CON MALLAS VEGETALES Y MADERA DE ARRIOSTRE PARA AUMENTAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN MUROS DE ADOBE EN VIVIENDAS, CANTA 2019"

TESISTA: Elmer Aguilar Salazar

MATERIAL: adobe

REALIZADO: Laboratorio de Ensayos de Materiales - (FIC)

CODIGO:



DATOS:

- L1: Longitud de la sección transversal de la pila de adobe
- L2: Longitud de la sección transversal de la pila de adobe
- H: Altura de la pila de adobe
- L0: Longitud promedio de los LVDT anterior y posterior
- Área: Área de la sección transversal de la pila de adobe
- Pmax: Carga máxima alcanzada por espécimen
- Smax: Esfuerzo axial, referido al área de la sección transversal

| PILA | DIMENSIONES (mm) | | | L0(mm) | P máx. (KN) | σ Máx. | | E | |
|------|------------------|----|---|--------|----------------|----------|-------|----------|-------|
| | L1 | L2 | H | | | (Kg/cm2) | (MPA) | (Kg/cm2) | (MPA) |
| P-1 | | | | | | | | | |
| P-2 | | | | | | | | | |
| P-3 | | | | | | | | | |
| P-4 | | | | | | | | | |
| P-5 | | | | | | | | | |
| P-6 | | | | | | | | | |

Rodriguez
 CARMEN BEATRIZ
 RODRIGUEZ SOLIS
 INGENIERA CIVIL
 Reg CIP N° 50202

Marco Antonio Zeña Armas
 CONSORCIO SANTA ROSA DEL PERÚ
 Marco Antonio Zeña Armas

Margarita Boza Olaechea
 Margarita Boza Olaechea
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 80500

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO SEGÚN NORMA ASTM D-422 | | | | | |
|---|---------------|-----------------------|--------------------|----------------------|-----------------|
| LABORATORIO: | | | FECHA: | | |
| TESISTAS: | | | PROCEDENCIA: | | |
| MATERIAL: | | | | | |
| TAMIZ | | Peso retenido parcial | % Retenido parcial | % Retenido acumulado | % Pasa la malla |
| N° | Abertura (mm) | | | | |
| 4 | 4.75 | | | | |
| 8 | 2.36 | | | | |
| 16 | 1.18 | | | | |
| 30 | 0.50 | | | | |
| 50 | 0.30 | | | | |
| 100 | 0.15 | | | | |
| 200 | 0.08 | | | | |
| Bandeja | 0.00 | | | | |
| Σ | | | | | |

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACION SEGÚN NORMA ASTM D-422 | | | | | |
|--|----------------|---|--------------|-----------|-------------------|
| LABORATORIO: | | | FECHA: | | |
| TESISTAS: | | | PROCEDENCIA: | | |
| MATERIAL: | | | | | |
| TAMIZ | Tiempo minutos | K | L | % Pasante | % Parcial / Total |
| Abertura (mm) | | | | | |
| 0.04392 | | | | | |
| 0.03170 | | | | | |
| 0.01999 | | | | | |
| 0.01163 | | | | | |
| 0.00825 | | | | | |
| 0.00584 | | | | | |
| 0.00421 | | | | | |
| 0.00298 | | | | | |
| 0.00123 | | | | | |

| ENSAYO: COMPRESIÓN DE CUBOS 10cm | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|--|
| LABORATORIO: | | | | FECHA: | |
| TESISTAS: | | | | PROCEDENCIA: ----- | |
| MATERIAL: | TIERRA | | | | |
| PROYECTO | | | | | |
| Probeta N° | Carga máxima (KN) | Área (mm ²) | Esfuerzo (KN/mm ²) | | |
| C-1 | | | | | |
| C-2 | | | | | |
| C-3 | | | | | |
| C-4 | | | | | |
| C-5 | | | | | |
| C-6 | | | | | |
| Esfuerzo promedio | | | | | |
| Coeficiente de variación | | | | | |

| ENSAYO: TRACCIÓN INDIRECTA EN EL MORTERO | | | |
|--|--|---|---------------------------|
| LABORATORIO: | | | FECHA: |
| TESISTAS: | | | PROCEDENCIA: ----- |
| MATERIAL: | TIERRA | | |
| PROYECTO | CONTRAT. SERV. ENSAYOS DE LAB. PARA ESTUD. | | |
| Espécimen | Carga máxima (KN) | Esfuerzo tracción (Kg/cm ²) | |
| Ma-01 | | | |
| Ma-02 | | | |
| Ma-03 | | | |
| Ma-04 | | | |
| Ma-05 | | | |
| Ma-06 | | | |
| Promedio | | | |
| Coeficiente de variación | | | |

| ENSAYO: COMPRESIÓN EN PILAS | | | |
|-----------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------------------|
| LABORATORIO: | | FECHA: | |
| TESISTAS: | | PROCEDENCIA: | |
| MATERIAL: | | | |
| Espécimen | P máx. (kg) | f _m (Kg/cm ²) | E (Kg/cm ²) |
| P-01 | | | |
| P-02 | | | |
| P-03 | | | |
| P-04 | | | |
| P-05 | | | |
| P-06 | | | |
| Promedio | | | |
| Coeficiente de variación | | | |
| Desviación estándar | | | |

| ENSAYO: COMPRESIÓN DIAGONAL MURETES | | | |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------|--|
| LABORATORIO: | | FECHA: | |
| TESISTAS: | | PROCEDENCIA: | |
| MATERIAL: | | | |
| Espécimen | Carga máx. (KN) | Carga máxima (Kg) | Esfuerzo cortante máximo (Kg/cm ²) |
| M - 01 | | | |
| M - 02 | | | |
| M - 03 | | | |
| M - 04 | | | |
| Promedio | | | |
| Desviación estándar | | | |
| Coeficiente de variación | | | |

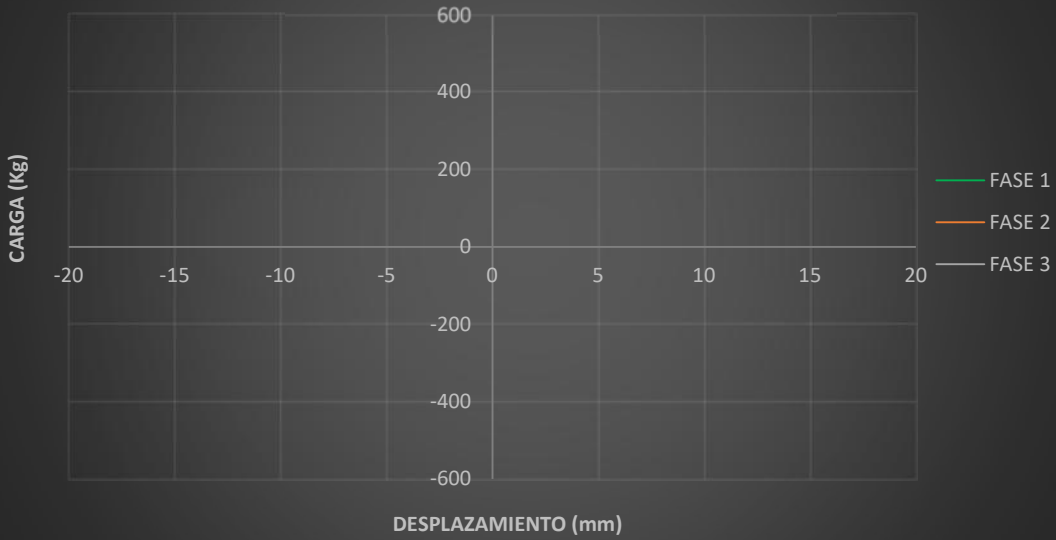
ENSAYO: TRACCIÓN DIRECTA

| | | | |
|--------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| LABORATORIO: | | FECHA: | |
| TESISTAS: | | PROCEDENCIA: | |
| MATERIAL: | | | |
| Espécimen | Carga Máx. (Kg) | Esfuerzo máximo (Kg/cm) | Deformación máxima (mm/mm) |
| Cu-01 | | | |
| Cu-02 | | | |
| Cu-03 | | | |
| Promedio | | | |
| Desviación Estándar | | | |
| Coeficiente de variación | | | |

ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL

| LABORATORIO: | | FECHA: | | |
|--------------|-------|---------------------|--------------|----------|
| TESISTAS: | | PROCEDENCIA: | | |
| FASE | | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

LAZOS HISTÉRETICOS



ANEXO 3: Matriz de consistencia

| TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL REFUERZO CON MALLAS VEGETALES Y MADERA DE ARRIOSTRE PARA AUMENTAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN MUROS DE ADOBE EN VIVIENDAS, CANTA 2019.” | | | | | | | |
|--|--|---|---|----------------------------|---------------------------|--------------------|--|
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | VARIABLE INDEPENDIENTE | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS | METODOLOGÍA |
| ¿Cómo influye el refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en las propiedades mecánicas en muros de adobe en viviendas? | Evaluar la influencia del refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en las propiedades mecánicas en muros de adobe en viviendas. | El refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas mejora las propiedades mecánicas en muros de adobe en viviendas. | REFUERZO CON MALLAS | PET reciclado | Resistencia a la tracción | Ensayo de tracción | De acuerdo al nivel: Correlacional-causal |
| | | | | Drizas | | | |
| PROBLEMA ESPECÍFICO | OBJETIVO ESPECÍFICO | HIPÓTESIS ESPECÍFICO | VARIABLE DEPENDIENTE | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS | De acuerdo al fin: Aplicada |
| ¿Cómo influye el refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en el comportamiento histerético en muros de adobe en viviendas? | Evaluar la influencia del refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en el comportamiento histerético en muros de adobe en viviendas. | El refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas mejora el comportamiento histerético en muros de adobe en viviendas. | PROPIEDADES MECANICAS EN MUROS DE ADOBE | Comportamiento histerético | Lasos histerético | FEMA 461 | De acuerdo al enfoque: Cuantitativo Investigación No experimental de corte transversal |
| ¿Cómo influye el refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en la disipación de la energía en muros de adobe en viviendas? | Evaluar la influencia del refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en la disipación de la energía en muros de adobe en viviendas. | El refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas mejora la disipación de la energía en muros de adobe en viviendas. | | Disipación de la energía | Energía | FEMA 461 | unidad de análisis: Muros de adobe |
| ¿Cómo influye el refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en la degradación de la rigidez en muros de adobe en viviendas? | Evaluar la influencia del refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en la degradación de la rigidez en muros de adobe en viviendas. | El refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas mejora la degradación de la rigidez en muros de adobe en viviendas. | | Degradación de la rigidez | Rigidez Lateral | FEMA 461 | Población: 7 muros |
| ¿Cómo influye el refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en la ductilidad en muros de adobe en viviendas? | Evaluar la influencia del refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas en la ductilidad en muros de adobe en viviendas. | El refuerzo con mallas de PET reciclado o drizas mejora la ductilidad en muros de adobe en viviendas. | | Ductilidad | Envolventes | FEMA 461 | Muestreo: No Probabilístico intencional |

ANEXO 4 Resultados de laboratorio

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO SEGÚN NORMA ASTM D-422 | | | | | |
|--|-------------------------------------|------------------------------|---------------------------|---|------------------------|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | | FECHA: 26/11/2018 | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | |
| | Esquivel Alayo David | | | | |
| MATERIAL: | Suelo para la elaboración de adobes | | | | |
| TAMIZ | | Peso retenido parcial | % Retenido parcial | % Retenido acumulado | % Pasa la malla |
| N° | Abertura (mm) | | | | |
| 4 | 4.75 | 0.39 | 0.20 | 0.20 | 99.81 |
| 8 | 2.36 | 1.87 | 0.94 | 1.13 | 98.87 |
| 16 | 1.18 | 1.25 | 0.63 | 1.76 | 98.25 |
| 30 | 0.50 | 3.30 | 1.65 | 3.41 | 96.60 |
| 50 | 0.30 | 12.43 | 6.22 | 9.62 | 90.38 |
| 100 | 0.15 | 64.63 | 32.32 | 41.94 | 58.07 |
| 200 | 0.08 | 49.98 | 24.99 | 66.93 | 33.08 |
| Bandeja | 0.00 | 66.15 | 33.08 | 100.00 | 0.00 |
| Σ | | 200.00 | 100.00 | | |

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACION SEGÚN NORMA ASTM D-422 | | | | | |
|---|-------------------------------------|----------|----------|---|--------------------------|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | | FECHA: 29/11/2018 | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | |
| | Esquivel Alayo David | | | | |
| MATERIAL: | Suelo para la elaboración de adobes | | | | |
| TAMIZ | Tiempo minutos | K | L | % Pasante | % Parcial / Total |
| Abertura (mm) | | | | | |
| 0.04392 | 1 | 0.01268 | 12.00 | 20.96 | 7.09 |
| 0.03170 | 2 | 0.01268 | 12.50 | 17.96 | 6.08 |
| 0.01999 | 5 | 0.01254 | 12.70 | 16.97 | 5.74 |
| 0.01163 | 15 | 0.01254 | 12.90 | 15.97 | 5.4 |
| 0.00825 | 30 | 0.01254 | 13.00 | 14.97 | 5.07 |
| 0.00584 | 60 | 0.0124 | 13.30 | 12.97 | 4.39 |
| 0.00421 | 120 | 0.01254 | 13.50 | 11.98 | 4.05 |
| 0.00298 | 250 | 0.01268 | 13.80 | 9.98 | 3.38 |
| 0.00123 | 1440 | 0.01226 | 14.50 | 5.99 | 2.03 |

| ENSAYOS CLASIFICACIÓN SEGÚN NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131 | | | |
|---|--|--------------------|-----------------|
| LABORATORIO: | LAB. MECÁNICA DE SUELOS PUCP | FECHA: 26/05/2017 | |
| MATERIAL: | TIERRA | PROCEDENCIA: ---- | |
| SOLICITANTE: | SENCICO | EXPEDIENTE: 17-134 | |
| PROYECTO: | CONTRAT. SERV. ENSAYOS DE LAB. PARA ESTUD. | | |
| TAMIZ ASTM N° | % Pasa la malla | Abertura (mm) | % Pasa la malla |
| 3" | 100.00 | 0.041 | 58.10 |
| 2" | 100.00 | 0.029 | 54.60 |
| 1 1/2" | 100.00 | 0.024 | 52.20 |
| 1" | 100.00 | 0.021 | 50.30 |
| 3/4" | 100.00 | 0.015 | 48.00 |
| 3/8" | 98.20 | 0.011 | 45.20 |
| 4 | 97.40 | 0.008 | 42.80 |
| 10 | 96.10 | 0.006 | 38.10 |
| 20 | 93.00 | 0.004 | 33.40 |
| 40 | 88.50 | 0.003 | 29.40 |
| 60 | 82.00 | 0.002 | 25.20 |
| 140 | 67.90 | 0.001 | 23.10 |
| 200 | 62.80 | ----- | ----- |

| ENSAYO: COMPRESIÓN DE CUBOS 10cm | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------|------------|--|--|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | | | FECHA: | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | |
| | Esquivel Alayo David | | | | | |
| MATERIAL: | Suelo para la elaboración de adobes | | | | | |
| Largo (cm) | Ancho (cm) | Área (cm ²) | Carga (KN) | Carga (Kg) | Esfuerzo (Kg/cm ²) | |
| 10.00 | 10.50 | 105.00 | 16.50 | 1682.54 | 16.02 | |
| 10.07 | 10.08 | 101.50 | 18.50 | 1886.48 | 18.59 | |
| 10.02 | 10.22 | 102.40 | 17.70 | 1804.90 | 17.63 | |
| 10.50 | 10.22 | 107.31 | 19.92 | 2031.28 | 18.93 | |
| Promedio | | | | | 17.79 | |
| Coeficiente de variación | | | | | 0.07 | |

| ENSAYO: COMPRESIÓN DE CUBOS 10cm | | | | | |
|----------------------------------|--|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| LABORATORIO: | LAB. MECÁNICA DE SUELOS PUCP | | | FECHA: | |
| TESISTAS: | VALLE CASTRO ANGELY PAOLA | | | PROCEDENCIA: ----- | |
| MATERIAL: | TIERRA | | | | |
| PROYECTO | CONTRAT. SERV. ENSAYOS DE LAB. PARA ESTUD. | | | | |
| Probeta N° | Carga máxima (KN) | Área (mm ²) | Esfuerzo (KN/mm ²) | Esfuerzo (MPa) | Esfuerzo (Kg/cm ²) |
| C-1 | 18.12 | 9025 | 0.0020 | 2.01 | 20.50 |
| C-2 | 16.42 | 9312 | 0.0018 | 1.76 | 17.95 |
| C-3 | 18.53 | 9604 | 0.0019 | 1.93 | 19.68 |
| C-4 | 16.92 | 9409 | 0.0018 | 1.80 | 18.35 |
| C-5 | 19.08 | 9215 | 0.0021 | 2.07 | 21.11 |
| C-6 | 17.12 | 9506 | 0.0018 | 1.80 | 18.35 |
| Esfuerzo promedio | | | | 1.90 | 19.32 |
| Coeficiente de variación | | | | 6.00 | 6.00 |

| ENSAYO: TRACCIÓN INDIRECTA EN EL MORTERO | | |
|--|-------------------------------------|---|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | FECHA: |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad |
| | Esquivel Alayo David | |
| MATERIAL: | Suelo para la elaboración de adobes | |
| Espécimen | Carga máxima (kg) | Esfuerzo tracción (Kg/cm ²) |
| Ma-01 | 152.96 | 0.27 |
| Ma-02 | 142.76 | 0.25 |
| Ma-03 | 132.56 | 0.24 |
| Ma-04 | 71.38 | 0.13 |
| Promedio | | 0.22 |
| Coeficiente de variación | | 0.28 |

| ENSAYO: TRACCIÓN INDIRECTA EN EL MORTERO | | |
|--|--|---|
| LABORATORIO: | LAB. MECÁNICA DE SUELOS PUCP | FECHA: |
| TESISTAS: | VALLE CASTRO ANGELY PAOLA | PROCEDENCIA: ----- |
| MATERIAL: | TIERRA | |
| PROYECTO | CONTRAT. SERV. ENSAYOS DE LAB. PARA ESTUD. | |
| Espécimen | Carga máxima (KN) | Esfuerzo tracción (Kg/cm ²) |
| Ma-01 | 2.99 | 0.612 |
| Ma-02 | 1.81 | 0.408 |
| Ma-03 | 2.03 | 0.612 |
| Ma-04 | 3.26 | 0.612 |
| Ma-05 | | 0.612 |
| Ma-06 | | 0.612 |
| Promedio | | 0.571 |
| Coefficiente de variación | | 6.070 |

| ENSAYO: COMPRESIÓN EN PILAS | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | FECHA: | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | |
| | Esquivel Alayo David | | |
| MATERIAL: | Suelo para la elaboración de adobes | | |
| Espécimen | P máx. (kg) | f _m (Kg/cm ²) | E (Kg/cm ²) |
| P-01 | 3336.08 | 12.64 | 2300.80 |
| P-02 | 2893.93 | 10.91 | 2041.80 |
| P-03 | 3111.40 | 11.79 | 2574.80 |
| P-04 | 2542.17 | 9.33 | 2048.80 |
| P-05 | 3468.38 | 12.73 | 2157.60 |
| P-06 | 3104.14 | 11.35 | 1956.00 |
| Promedio | | 11.46 | 2179.97 |
| Coefficiente de variación | | 0.10 | 0.10 |
| Desviación estándar | | 1.26 | 226.91 |

| ENSAYO: COMPRESIÓN EN PILAS | | | | | |
|-----------------------------|--|----------------------|-------------|--------------------------------------|-------------------------|
| LABORATORIO: | LAB. MECÁNICA DE SUELOS PUCP | | | FECHA: | |
| TESISTAS: | VALLE CASTRO ANGELY PAOLA | | | PROCEDENCIA: ----- | |
| MATERIAL: | TIERRA | | | | |
| PROYECTO | CONTRAT. SERV. ENSAYOS DE LAB. PARA ESTUD. | | | | |
| Espécimen | Dimensión (mm) | f _m (MPa) | P máx. (KN) | f _m (Kg/cm ²) | E (Kg/cm ²) |
| P-01 | 211x211x693 | 1.11 | 49.40 | 11.32 | 2131.21 |
| P-02 | 213x207x699 | 1.04 | 45.90 | 10.61 | 1794.71 |
| P-03 | 210x208x700 | 1.06 | 50.60 | 10.81 | 3130.54 |
| P-04 | 210x206x696 | 0.96 | 41.30 | 9.79 | 1325.64 |
| Promedio | | | | 10.63 | 2095.52 |
| Desviación estándar | | | | 0.64 | 765.02 |
| Coeficiente de variación | | | | 4.00 | 4.00 |

| ENSAYO: COMPRESIÓN DIAGONAL MURETE MSR P E | | | |
|--|-------------------------------------|-------------------|---|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad |
| | Esquivel Alayo David | | |
| MATERIAL: | Suelo para la elaboración de adobes | | |
| Espécimen | Carga máx. (KN) | Carga máxima (Kg) | Esfuerzo cortante máximo (Kg/cm ²) |
| M - 01 | 8.82 | 899.39 | 0.49 |
| M - 02 | 9.06 | 923.87 | 0.48 |
| M - 03 | 9.42 | 960.58 | 0.47 |
| M - 04 | 10.76 | 1097.22 | 0.51 |
| Promedio | | | 0.49 |
| Desviación estándar | | | 0.02 |
| Coeficiente de variación | | | 4.00 |

| ENSAYO: COMPRESIÓN DIAGONAL MURETE MCR30 P E | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------|---|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad |
| | Esquivel Alayo David | | |
| MATERIAL: | Suelo para la elaboración de adobes | | |
| Espécimen | Carga máx. (KN) | Carga máxima (Kg) | Esfuerzo cortante máximo (Kg/cm ²) |
| M - 01 | 17.14 | 1747.8 | 0.93 |
| M - 02 | 11.02 | 1123.73 | 0.60 |
| M - 03 | 16.70 | 1702.93 | 0.93 |
| M - 04 | 12.00 | 1223.66 | 0.59 |
| Promedio | | | 0.76 |
| Desviación estándar | | | 0.19 |
| Coeficiente de variación | | | 4.00 |

| ENSAYO: COMPRESIÓN DIAGONAL MURETE MCR20 P E | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------|---|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad |
| | Esquivel Alayo David | | |
| MATERIAL: | Suelo para la elaboración de adobes | | |
| Espécimen | Carga máxima (KN) | Carga máxima (Kg) | Esfuerzo cortante máximo (Kg/cm ²) |
| M - 01 | 17.14 | 1747.80 | 0.93 |
| M - 02 | 11.02 | 1123.73 | 0.60 |
| M - 03 | 16.70 | 1702.93 | 0.93 |
| M - 04 | 12.00 | 1223.66 | 0.59 |
| Promedio | | | 0.76 |
| Desviación estándar | | | 0.25 |
| Coeficiente de variación | | | 4.00 |

| ENSAYO: COMPRESIÓN DIAGONAL MURETE MSR D E | | | |
|---|--|----------|---------------------------|
| LABORATORIO: | LAB. MECÁNICA DE SUELOS PUCP | | FECHA: |
| TESISTAS: | VALLE CASTRO ANGELY PAOLA | | PROCEDENCIA: ----- |
| MATERIAL: | TIERRA | | |
| PROYECTO | CONTRAT. SERV. ENSAYOS DE LAB. PARA ESTUD. | | |
| Espécimen | Carga máxima (KN) | ft (MPa) | ft (Kg/cm ²) |
| M - 01 | 13.14 | 0.05 | 0.489 |
| M - 02 | 13.18 | 0.05 | 0.489 |
| M - 03 | 12.25 | 0.04 | 0.449 |
| M - 04 | 10.15 | 0.04 | 0.377 |
| Promedio | | 0.04 | 0.450 |
| Coeficiente de variación | | 4.00 | 4.000 |

| ENSAYO: TRACCIÓN DIRECTA | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad |
| | Esquivel Alayo David | | |
| MATERIAL: | Sogas de PET reciclado | | |
| Espécimen | Carga Máx. (Kg) | Esfuerzo máximo (Kg/cm) | Deformación máxima (mm/mm) |
| Cu-01 | 197.28 | 1239.11 | 0.37 |
| Cu-02 | 215.93 | 1356.29 | 0.34 |
| Cu-03 | 216.45 | 1359.55 | 0.44 |
| Promedio | 209.89 | 1318.32 | 0.38 |
| Desviación Estándar | | 68.61 | 0.05 |
| Coeficiente de variación | | 0.05 | 0.13 |

| ENSAYO: TRACCIÓN DIRECTA | | | | | |
|--------------------------|--|-----------|---------------------|---------------------------|------------|
| LABORATORIO: | LAB. MECÁNICA DE SUELOS PUCP | | | FECHA: | |
| TESISTAS: | VALLE CASTRO ANGELY PAOLA | | | PROCEDENCIA: ----- | |
| MATERIAL: | DRIZAS 5/32" | | | | |
| PROYECTO | CONTRAT. SERV. ENSAYOS DE LAB. PARA ESTUD. | | | | |
| Espécimen | Lo Ejes (mm) | Max. (KN) | Esfuerzo Máx. (MPa) | E (MPa) | E (Kg/cm2) |
| P-01 | 130 | 2.40 | 168.80 | 373 | 3803.56 |
| P-02 | 190 | 2.30 | 167.70 | 426 | 4344.01 |
| P-03 | 120 | 2.40 | 174.10 | 415 | 4231.84 |
| P-04 | 124 | 2.50 | 184.40 | 426 | 4344.01 |
| P-05 | 130 | 2.40 | 172.60 | 418 | 4262.43 |
| Promedio | | | | | 4197.17 |
| Coeficiente de variación | | | | | 5.00 |
| Desviación estándar | | | | | 225.56 |

| ENSAYO: TRACCIÓN DIRECTA | | | | | |
|--------------------------|--|---------------------|---------------|---------------------------|------------|
| LABORATORIO: | LAB. MECÁNICA DE SUELOS PUCP | | | FECHA: | |
| TESISTAS: | VALLE CASTRO ANGELY PAOLA | | | PROCEDENCIA: ----- | |
| MATERIAL: | DRIZAS 1/4" | | | | |
| PROYECTO | CONTRAT. SERV. ENSAYOS DE LAB. PARA ESTUD. | | | | |
| Espécimen | P máx. (KN) | Esfuerzo máx. (MPa) | 45% xou (MPa) | E (MPa) | E (Kg/cm2) |
| P1 | 4.22 | 159.80 | 71.90 | 338 | 3446.65 |
| P2 | 3.76 | 145.60 | 65.50 | 303 | 3089.75 |
| P3 | 3.87 | 164.60 | 74.10 | 407 | 4150.26 |
| E Promedio | | | | | 3562.22 |
| Coeficiente de variación | | | | | 3.00 |
| Desviación estándar | | | | | 539.62 |

ENSAYO: TRACCIÓN DIRECTA

| | | | | | |
|--------------------------|------------------------------|---------------------|---------------|---------------------------|------------|
| LABORATORIO: | LAB. MECÁNICA DE SUELOS PUCP | | | FECHA: | |
| TESISTAS: | VALLE CASTRO ANGELY PAOLA | | | PROCEDENCIA: ----- | |
| MATERIAL: | DRIZAS 1/8" | | | | |
| Espécimen | P máx. (KN) | Esfuerzo máx. (MPa) | 45% xou (MPa) | E (MPa) | E (Kg/cm2) |
| P4 | 1.30 | 156.60 | 70.50 | 472.00 | 4813.08 |
| P5 | 1.30 | 185.90 | 83.70 | 680.00 | 6934.10 |
| P6 | 1.40 | 201.20 | 90.60 | 689.00 | 7025.87 |
| E Promedio | | | | | 6257.68 |
| Coeficiente de variación | | | | | 3.00 |
| Desviación estándar | | | | | 1251.9 |

ANEXO 5 Modelamiento en software Microsoft Office Excel

| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MSR P E | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--|----------|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | |
| | Esquivel Alayo David | | | |
| FASE | 1 | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) |
| | | 0 | 0 | |
| 17.50 | 3 | -0.97 | -48.61 | -0.068 |
| 18.00 | 3 | -0.241 | 10.75 | 0.015 |
| 18.50 | 4 | 0.364 | 112.55 | 0.157 |
| 19.00 | 4 | 0.762 | 148.39 | 0.207 |
| 19.50 | 4 | 1.102 | 157.71 | 0.22 |
| 20.00 | 4 | 1.203 | 119.72 | 0.167 |
| 20.50 | 4 | 0.811 | 25.81 | 0.036 |
| 21.00 | 4 | 0.219 | -10.75 | -0.015 |
| 21.50 | 4 | -0.361 | -110.55 | -0.154 |
| 22.00 | 4 | -0.76 | -145.39 | -0.203 |
| 22.50 | 4 | -1.101 | -150.71 | -0.21 |
| 23.00 | 4 | -1.201 | -109.72 | -0.153 |
| 23.50 | 4 | -0.81 | -24.81 | -0.035 |
| 24.00 | 4 | -0.217 | 10.74 | 0.015 |



| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MSR P E | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--|----------|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | |
| | Esquivel Alayo David | | | |
| FASE | 2 | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) |
| | | 0 | 0 | |
| 11.00 | 2 | -0.576 | 3.58 | 0.005 |
| 11.50 | 2 | -0.106 | 79.01 | 0.11 |
| 12.00 | 3 | 2.215 | 210.04 | 0.293 |
| 12.50 | 3 | 3.271 | 244.45 | 0.341 |
| 13.00 | 3 | 3.636 | 184.95 | 0.258 |
| 13.50 | 3 | 2.564 | 66.67 | 0.093 |
| 14.00 | 3 | 0.576 | -14.34 | -0.02 |
| 14.50 | 3 | 0.126 | -92.48 | -0.129 |
| 15.00 | 3 | -2.211 | -201.04 | -0.28 |
| 15.50 | 3 | -3.261 | -234.45 | -0.327 |
| 16.00 | 3 | -3.616 | -174.95 | -0.244 |
| 16.50 | 3 | -2.544 | -56.67 | -0.079 |
| 17.00 | 3 | -0.566 | 12.34 | 0.017 |
| 17.50 | 3 | -0.116 | 82.48 | 0.115 |



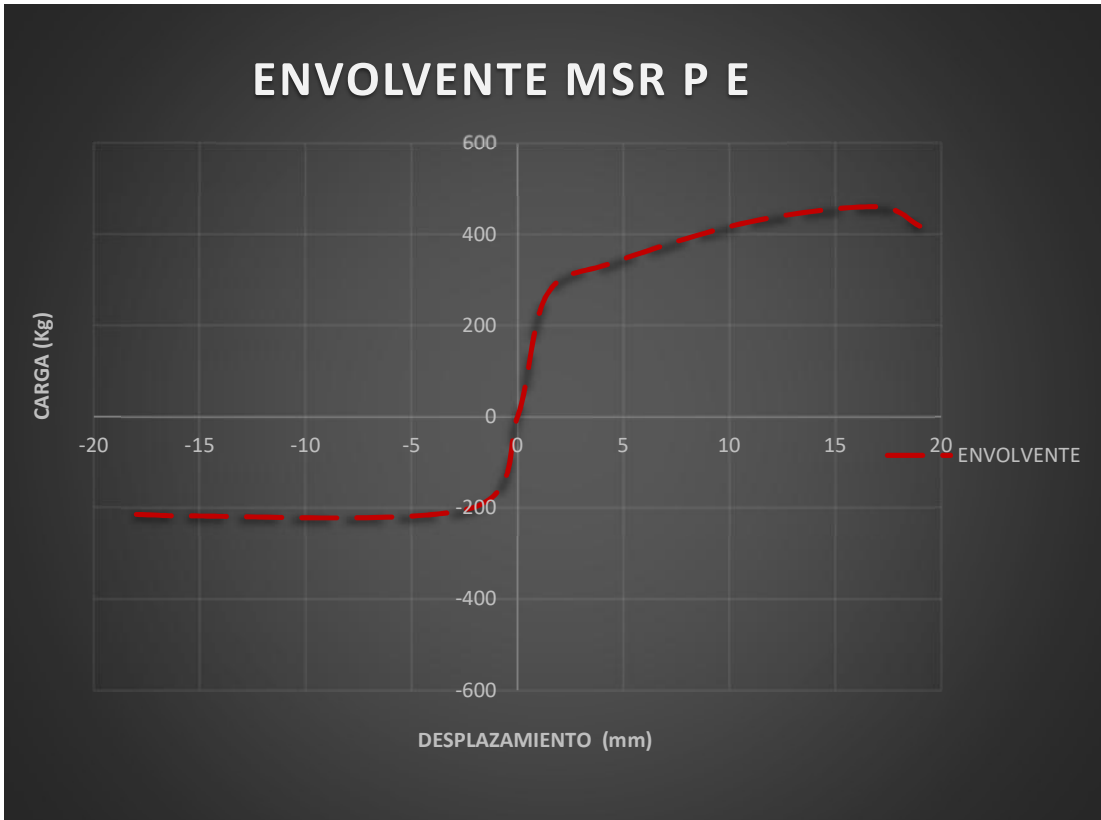
| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MSR P E | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--|----------|--|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | | |
| | Esquivel Alayo David | | | | |
| FASE | 3 | | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) | |
| | | 0 | 0 | | |
| 4.50 | 1 | -6.15 | -172.76 | -0.241 | |
| 5.00 | 1 | -5.5 | -151.26 | -0.211 | |
| 5.50 | 1 | -2.15 | 1.43 | 0.002 | |
| 6.00 | 2 | 1.4 | 268.11 | 0.374 | |
| 6.50 | 2 | 4.5 | 337.65 | 0.471 | |
| 7.00 | 2 | 5.8 | 287.47 | 0.401 | |
| 7.50 | 2 | 5 | 108.96 | 0.152 | |
| 8.00 | 2 | 2 | -4.3 | -0.006 | |
| 8.50 | 2 | 0.45 | -143.37 | -0.2 | |
| 9.00 | 2 | -1.73 | -174.92 | -0.244 | |
| 9.50 | 2 | -5.12 | -169.18 | -0.236 | |
| 10.00 | 2 | -6.14 | -135.49 | -0.189 | |



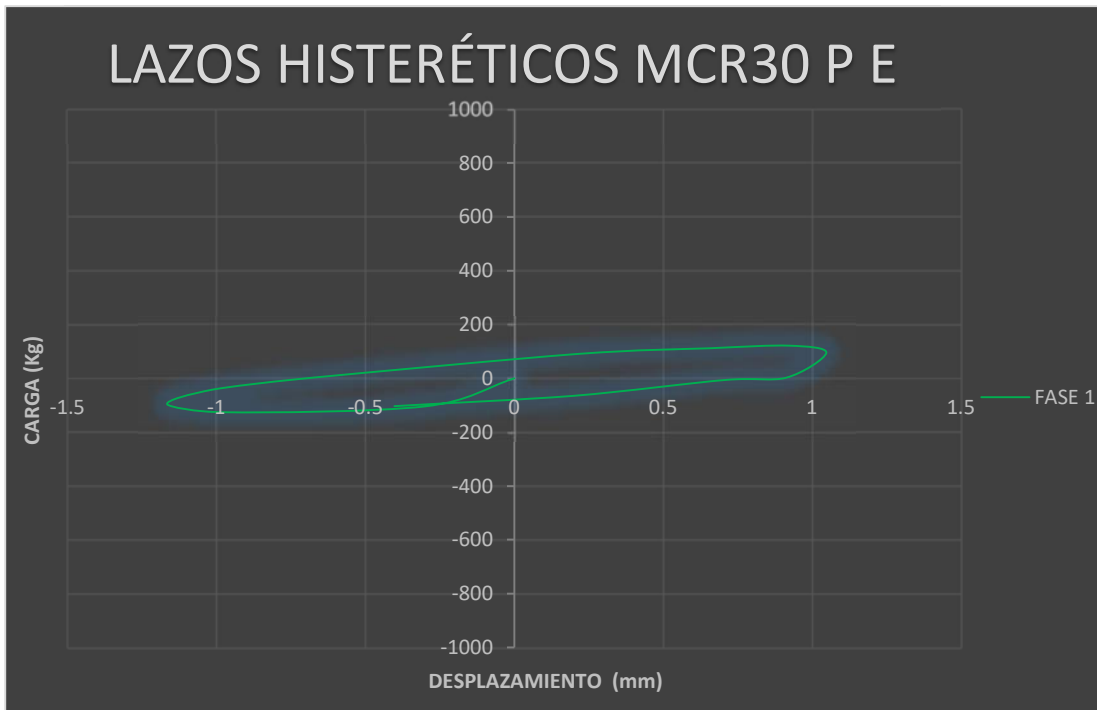
| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MSR P E | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--|----------|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | |
| | Esquivel Alayo David | | | |
| FASE | 4 | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) |
| 0.00 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0.50 | 1 | 1.99 | 82.44 | 0.115 |
| 1.00 | 1 | 10.97 | 427.26 | 0.596 |
| 1.50 | 1 | 17 | 460.23 | 0.642 |
| 2.00 | 1 | 18.996 | 417.94 | 0.583 |
| 2.50 | 1 | 16.97 | 358.44 | 0.5 |
| 3.00 | 1 | 13.987 | 227.96 | 0.318 |
| 3.50 | 1 | 2.986 | -2.87 | -0.004 |
| 4.00 | 1 | -4 | -145.52 | -0.203 |
| 4.50 | 1 | -10.945 | -214.34 | -0.299 |
| 5.00 | 1 | -15.997 | -217.92 | -0.304 |
| 5.50 | 1 | -18 | -214.34 | -0.299 |
| 6.00 | 2 | -4 | -160.58 | -0.224 |
| 6.50 | 2 | 3 | 81.01 | 0.113 |



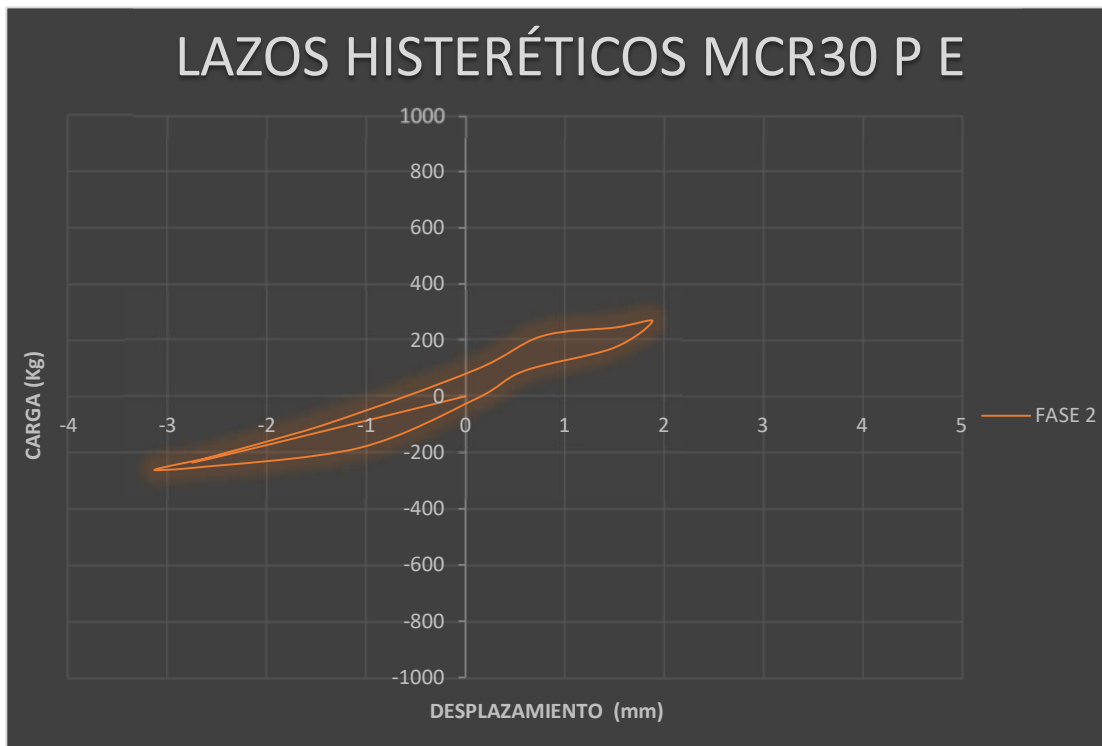
| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MSR P E | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--|----------|--|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | | |
| | Esquivel Alayo David | | | | |
| FASE | ENVOLVETE | | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) | |
| 5.50 | 1 | -18 | -214.34 | -0.299 | |
| 5.00 | 1 | -15.997 | -217.92 | -0.304 | |
| 15.00 | 3 | -2.211 | -201.04 | -0.28 | |
| 0.00 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 6.00 | 2 | 1.4 | 268.11 | 0.374 | |
| 1.00 | 1 | 10.97 | 427.26 | 0.596 | |
| 1.50 | 1 | 17 | 460.23 | 0.642 | |
| 2.00 | 1 | 18.996 | 417.94 | 0.583 | |



| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MCR30 P E | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|--|----------|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | |
| TESISTAS: | Willegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | |
| | Esquivel Alayo David | | | |
| FASE | 1 | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) |
| | | 0 | 0 | -0.145 |
| 8.50 | 2 | -0.302 | -103.95 | |
| 9.00 | 2 | -0.973 | -126.17 | -0.176 |
| 9.50 | 2 | -1.165 | -96.06 | -0.134 |
| 10.00 | 2 | -1.011 | -41.58 | -0.058 |
| 10.50 | 2 | -0.688 | 1.43 | 0.002 |
| 11.00 | 2 | 0.21 | 90.33 | 0.126 |
| 11.50 | 2 | 0.659 | 112.55 | 0.157 |
| 12.00 | 3 | 0.924 | 121.87 | 0.17 |
| 12.50 | 3 | 1.048 | 95.34 | 0.133 |
| 13.00 | 3 | 0.914 | 2.87 | 0.004 |
| 13.50 | 3 | 0.711 | -5.02 | -0.007 |
| 14.00 | 3 | 0.196 | -64.52 | -0.09 |
| 14.50 | 3 | -0.403 | -102.51 | -0.143 |



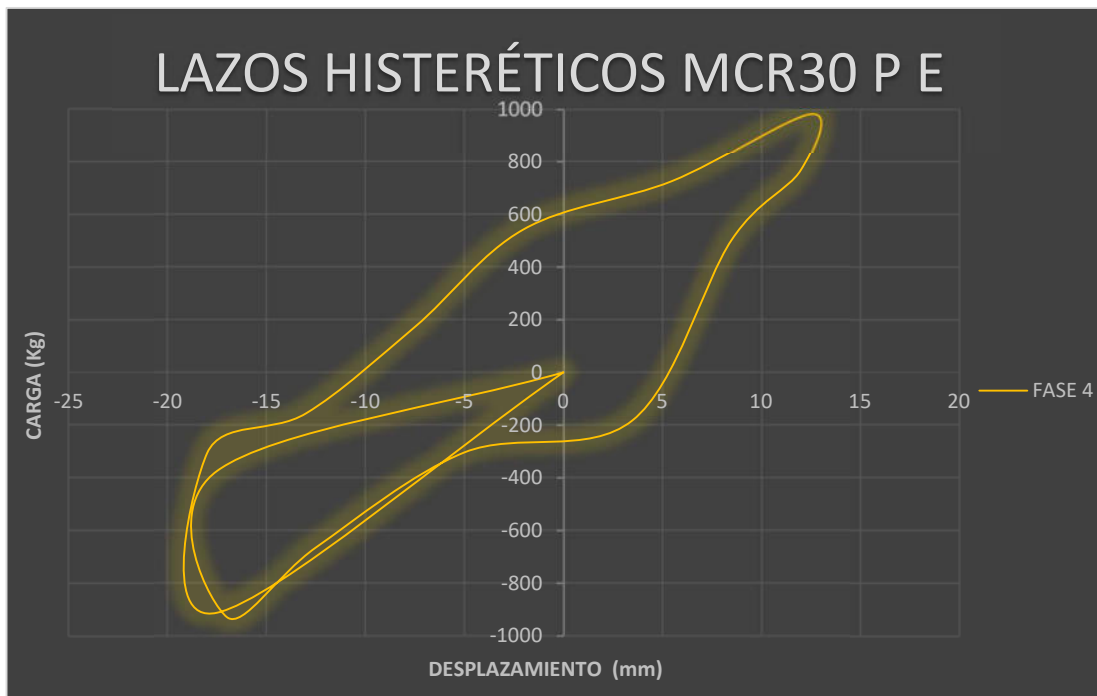
| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MCR30 P E | | | | | |
|---|---|---------------------|--|----------|--|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel Esquivel Alayo David | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | | |
| FASE | 2 | | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) | |
| | | 0 | 0 | | |
| 11.00 | 2 | -2.717 | -232.98 | -0.325 | |
| 11.50 | 2 | -1.433 | -101.8 | -0.142 | |
| 12.00 | 3 | 0.095 | 93.19 | 0.13 | |
| 12.50 | 3 | 0.762 | 213.63 | 0.298 | |
| 13.00 | 3 | 1.515 | 245.17 | 0.342 | |
| 13.50 | 3 | 1.884 | 267.39 | 0.373 | |
| 14.00 | 3 | 1.482 | 170.62 | 0.238 | |
| 14.50 | 3 | 0.581 | 89.61 | 0.125 | |
| 15.00 | 3 | 0.113 | -7.89 | -0.011 | |
| 15.50 | 3 | -1.078 | -183.52 | -0.256 | |
| 16.00 | 3 | -2.778 | -255.21 | -0.356 | |
| 16.50 | 3 | -3.135 | -260.94 | -0.364 | |
| 17.00 | 3 | -2.511 | -213.63 | -0.298 | |



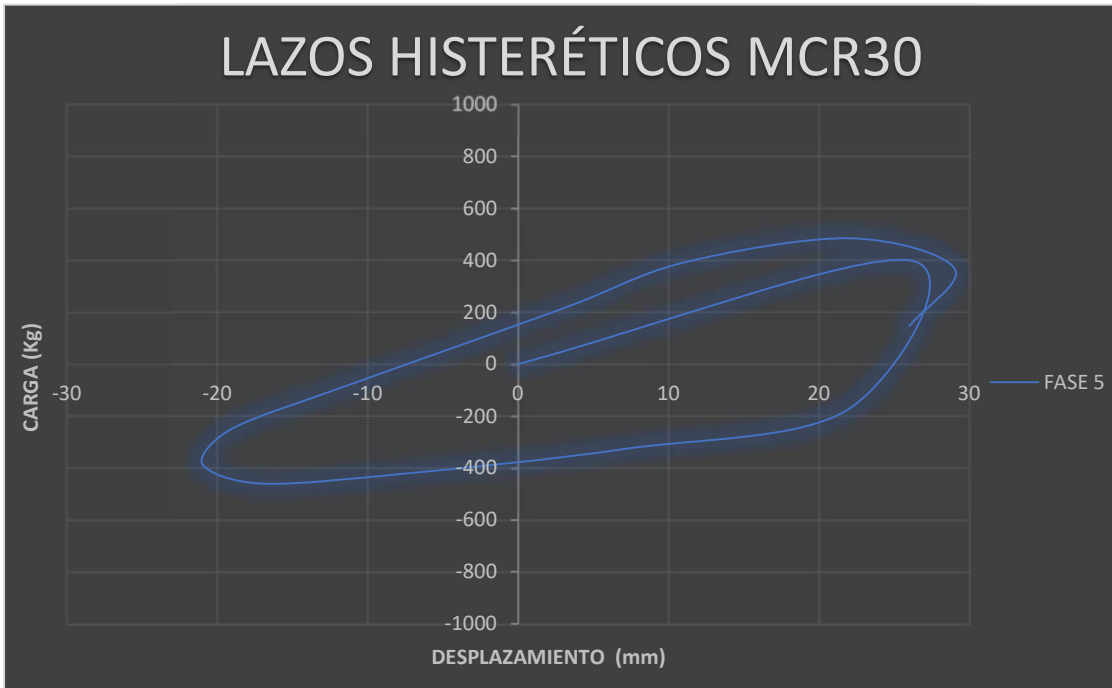
| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MCR30 P E | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|--|----------|--|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | | |
| | Esquivel Alayo David | | | | |
| FASE | 3 | | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) | |
| | | 0 | 0 | | |
| 16.00 | 3 | -6.03 | -242.302 | -0.338 | |
| 16.50 | 3 | -3.95 | -64.518 | -0.09 | |
| 17.00 | 3 | -0.6 | 88.892 | 0.124 | |
| 17.50 | 3 | 1.6 | 303.236 | 0.423 | |
| 18.00 | 4 | 3.15 | 394.279 | 0.55 | |
| 18.50 | 4 | 5.5 | 451.628 | 0.63 | |
| 19.00 | 4 | 6.15 | 209.326 | 0.292 | |
| 19.50 | 4 | 2.82 | 37.277 | 0.052 | |
| 20.00 | 4 | -1.03 | -169.181 | -0.236 | |
| 20.50 | 4 | -4.22 | -236.567 | -0.33 | |
| 21.00 | 4 | -6.69 | -317.574 | -0.443 | |
| 21.50 | 4 | -7.22 | -304.67 | -0.425 | |
| 22.00 | 4 | -5.7 | -213.627 | -0.298 | |



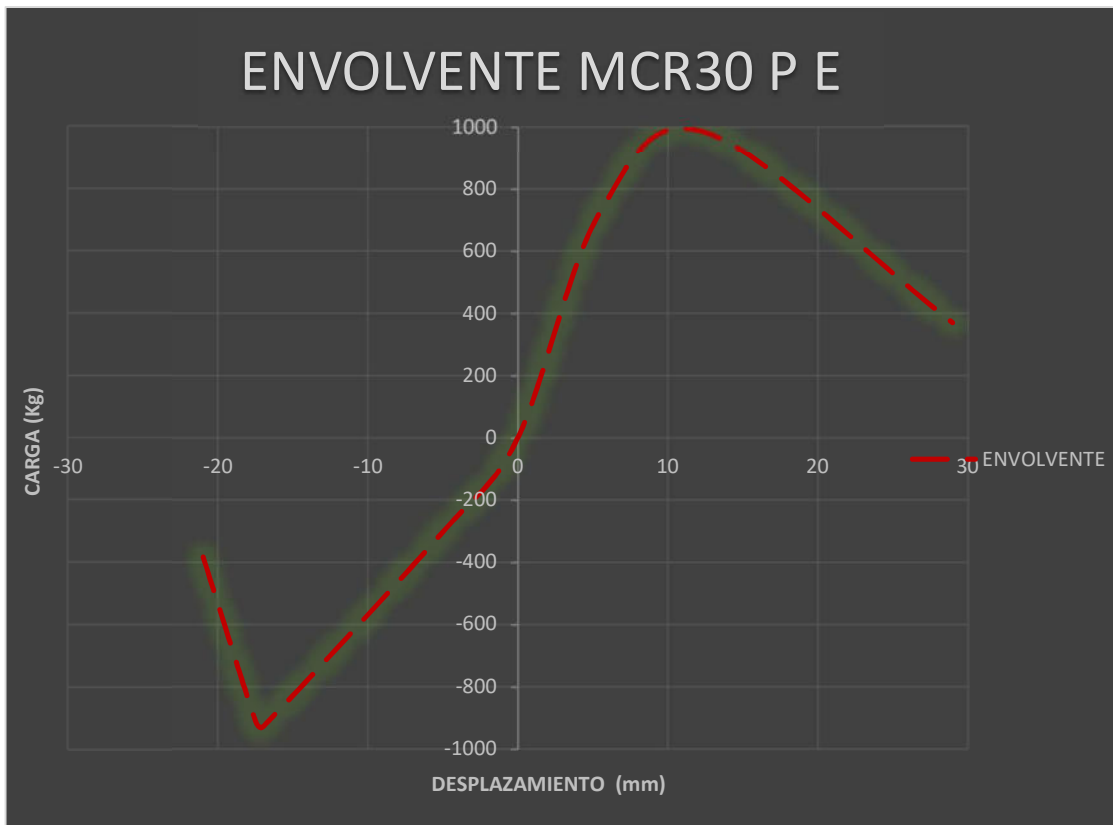
| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MCR30 P E | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|--|----------|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | |
| | Esquivel Alayo David | | | |
| FASE | 4 | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) |
| | | 0 | 0 | |
| 4.00 | 1 | -17.5 | -912.576 | -1.273 |
| 4.50 | 1 | -18 | -305.387 | -0.426 |
| 5.00 | 1 | -13 | -155.561 | -0.217 |
| 5.50 | 1 | -7.5 | 173.483 | 0.242 |
| 6.00 | 1 | -2 | 544.105 | 0.759 |
| 6.50 | 2 | 5.5 | 726.907 | 1.014 |
| 7.00 | 2 | 12.5 | 983.546 | 1.372 |
| 7.50 | 2 | 12 | 768.485 | 1.072 |
| 8.00 | 2 | 8.5 | 503.96 | 0.703 |
| 8.50 | 2 | 3.5 | -182.085 | -0.254 |
| 9.00 | 2 | -5 | -303.236 | -0.423 |
| 9.50 | 2 | -12.5 | -664.539 | -0.927 |
| 10.00 | 2 | -17 | -929.781 | -1.297 |
| 10.50 | 2 | -17.5 | -373.49 | -0.521 |
| | | 0 | 0 | |



| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MCR30 P E | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|--|----------|--|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | | |
| | Esquivel Alayo David | | | | |
| FASE | 5 | | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) | |
| | | 0 | 0 | | |
| 2.00 | 1 | 26 | 400 | 0.558 | |
| 2.50 | 1 | 22 | -172.05 | -0.24 | |
| 3.00 | 1 | 7 | -326.89 | -0.456 | |
| 3.50 | 1 | -7 | -418.65 | -0.584 | |
| 4.00 | 1 | -17 | -460.23 | -0.642 | |
| 4.50 | 1 | -21 | -384.24 | -0.536 | |
| 5.00 | 1 | -19 | -248.75 | -0.347 | |
| 5.50 | 1 | -11 | -75.27 | -0.105 | |
| 6.00 | 1 | 3 | 214.34 | 0.299 | |
| 6.50 | 2 | 11 | 390.69 | 0.545 | |
| 7.00 | 2 | 22 | 483.89 | 0.675 | |
| 7.50 | 2 | 29 | 369.19 | 0.515 | |
| 8.00 | 2 | 26 | 145.52 | 0.203 | |



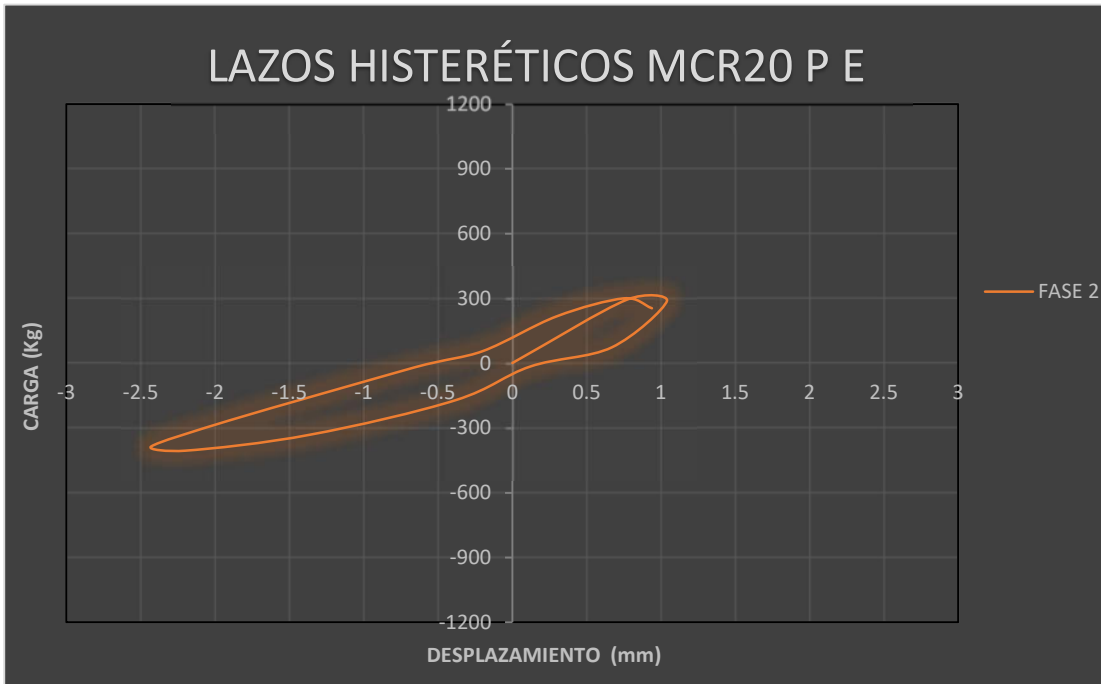
| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MCR20 P E | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|--|----------|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | |
| | Esquivel Alayo David | | | |
| FASE | ENVOLVENTE | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) |
| 4.50 | 1 | -21 | -384.24 | -0.536 |
| 4.00 | 1 | -17.5 | -912.576 | -1.273 |
| 10.00 | 2 | -17 | -929.781 | -1.297 |
| 9.00 | 2 | -5 | -303.236 | -0.423 |
| | | 0 | 0 | |
| 6.50 | 2 | 5.5 | 726.907 | 1.014 |
| 7.00 | 2 | 12.5 | 983.546 | 1.372 |
| 7.50 | 2 | 29 | 369.19 | 0.515 |



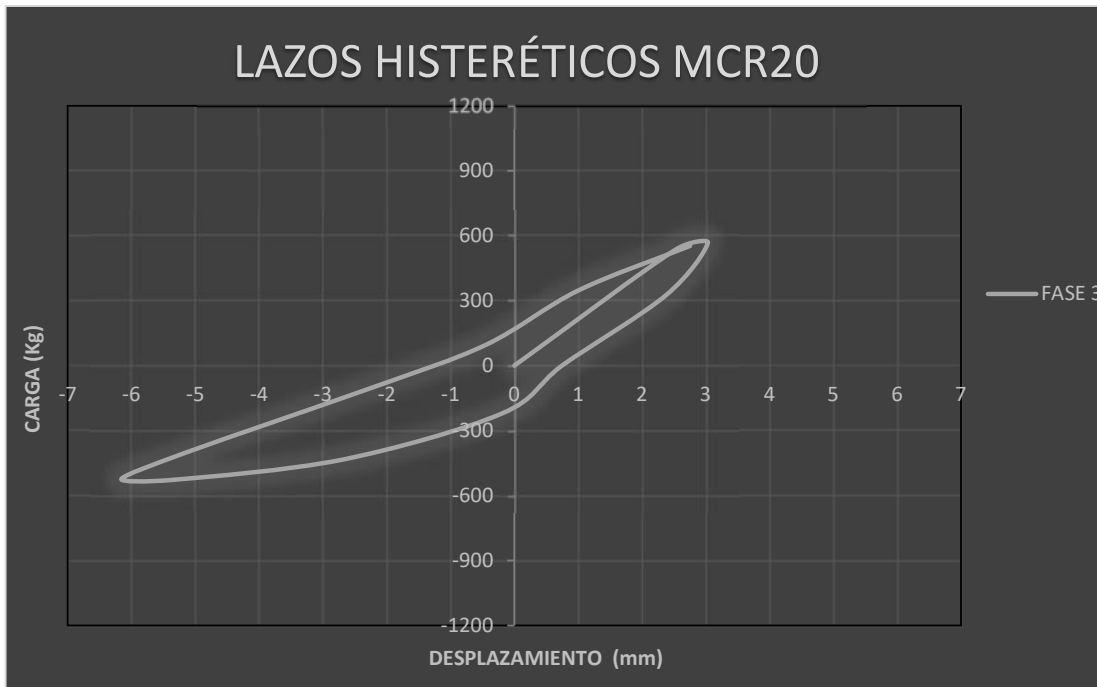
| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MCR20 P E | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|--|----------|--|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | | |
| | Esquivel Alayo David | | | | |
| FASE | 1 | | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) | |
| | | 0 | 0 | | |
| 1.50 | 1 | 0.26 | 64.518 | 0.09 | |
| 2.00 | 1 | 0.32 | 30.825 | 0.043 | |
| 2.50 | 1 | 0.25 | -40.862 | -0.057 | |
| 3.00 | 1 | 0.09 | -116.85 | -0.163 | |
| 3.50 | 1 | -0.21 | -172.766 | -0.241 | |
| 4.00 | 1 | -0.63 | -198.573 | -0.277 | |
| 4.50 | 1 | -1.11 | -188.537 | -0.263 | |
| 5.00 | 1 | -1 | -119.717 | -0.167 | |
| 5.50 | 1 | -0.63 | -10.753 | -0.015 | |
| 6.00 | 1 | -0.15 | 43.012 | 0.06 | |
| 6.50 | 2 | 0.05 | 81.006 | 0.113 | |
| 7.00 | 2 | 0.1 | 94.627 | 0.132 | |
| 7.50 | 2 | 0.26 | 65.952 | 0.092 | |



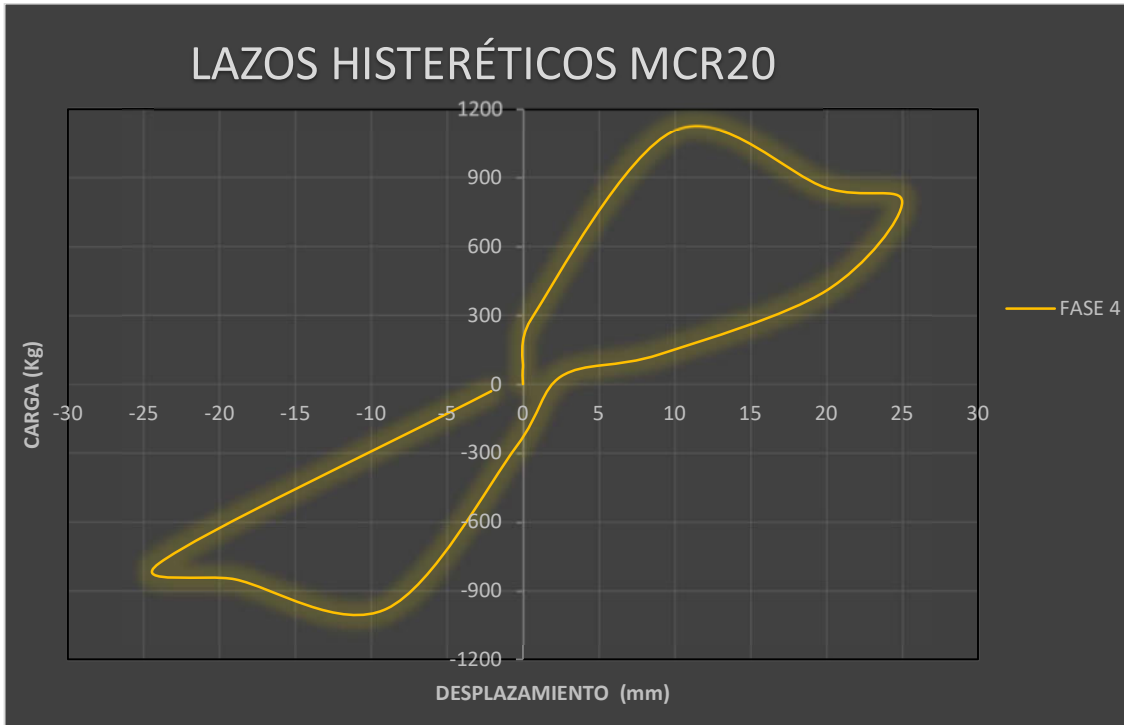
| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MCR20 P E | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|---------------------------|----------|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | |
| TESISTAS: | Willegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector | |
| | Esquivel Alayo David | | Alto Trujillo-Trujillo-La | |
| FASE | 2 | | Libertad | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) |
| | | 0 | 0 | |
| 18.00 | 4 | 0.77 | 293.917 | 0.211 |
| 18.50 | 4 | 1.04 | 288.182 | 0.283 |
| 19.00 | 4 | 0.67 | 73.121 | 0.353 |
| 19.50 | 4 | 0.12 | -15.054 | 0.358 |
| 20.00 | 4 | -0.38 | -171.332 | 0.173 |
| 20.50 | 4 | -1.36 | -331.911 | 0.094 |
| 21.00 | 4 | -2.2 | -405.749 | -0.067 |
| 21.50 | 4 | -2.43 | -386.393 | -0.293 |
| 22.00 | 4 | -1.9 | -265.242 | -0.362 |
| 22.50 | 4 | -0.66 | -20.789 | -0.357 |
| 23.00 | 4 | -0.2 | 55.199 | -0.254 |
| 23.50 | 4 | 0.3 | 217.212 | -0.101 |
| 24.00 | 5 | 0.75 | 299.652 | 0.225 |
| 24.50 | 5 | 0.94 | 254.489 | 0.274 |



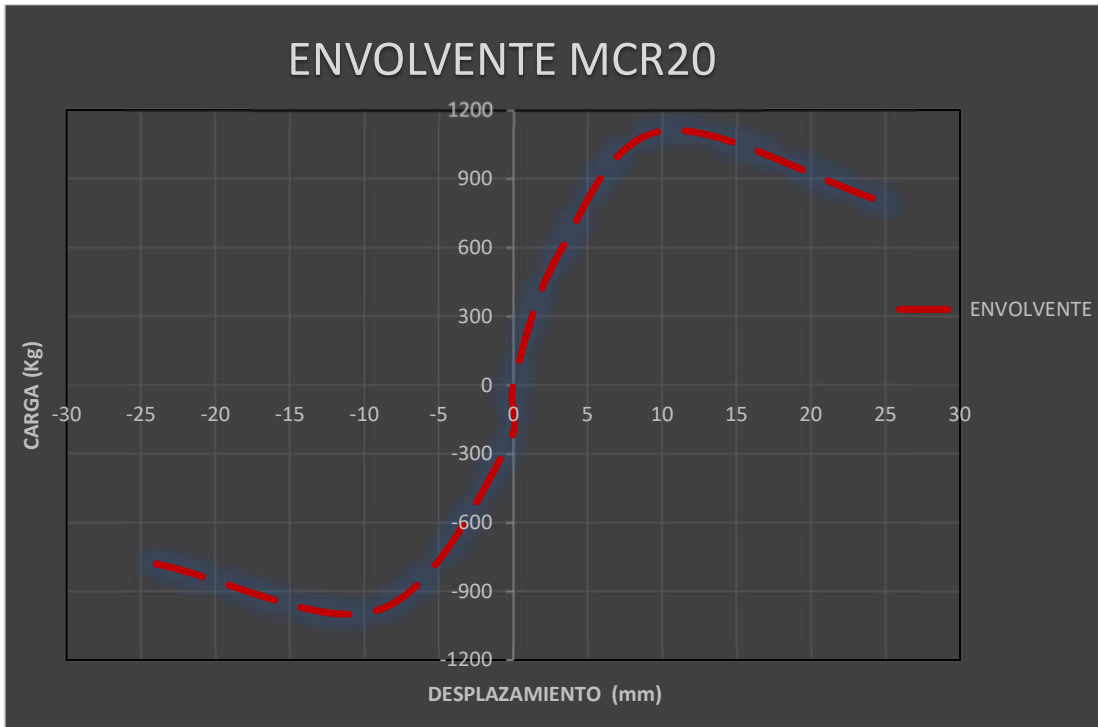
| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MCR20 P E | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|--|----------|--|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | | |
| | Esquivel Alayo David | | | | |
| FASE | 3 | | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) | |
| | | 0 | 0 | | |
| 12.00 | 3 | 2.52 | 535.502 | 0.747 | |
| 12.50 | 3 | 3.03 | 569.195 | 0.794 | |
| 13.00 | 3 | 2.38 | 326.893 | 0.456 | |
| 13.50 | 3 | 0.75 | 0.717 | 0.001 | |
| 14.00 | 3 | -0.2 | -222.23 | -0.31 | |
| 14.50 | 3 | -2.7 | -434.424 | -0.606 | |
| 15.00 | 3 | -5.36 | -528.334 | -0.737 | |
| 15.50 | 3 | -6.16 | -523.315 | -0.73 | |
| 16.00 | 3 | -5.11 | -397.863 | -0.555 | |
| 16.50 | 3 | -2.25 | -103.229 | -0.144 | |
| 17.00 | 3 | -0.45 | 96.061 | 0.134 | |
| 17.50 | 3 | 1 | 346.965 | 0.484 | |
| 18.00 | 4 | 2.75 | 552.707 | 0.771 | |



| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MCR20 P E | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|--|----------|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | |
| | Esquivel Alayo David | | | |
| FASE | 4 | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) |
| | | 0 | 0 | |
| 0.00 | 1 | 0 | 73.12 | 0.102 |
| 0.50 | 1 | 0.5 | 279.58 | 0.39 |
| 1.00 | 1 | 10 | 1108.28 | 1.546 |
| 1.50 | 1 | 20 | 855.94 | 1.194 |
| 2.00 | 1 | 25 | 795.73 | 1.11 |
| 2.50 | 1 | 20 | 408.62 | 0.57 |
| 3.00 | 1 | 9 | 130.47 | 0.182 |
| 3.50 | 1 | 2.5 | 33.43 | 0.047 |
| 4.00 | 1 | -0.4 | -268.58 | -0.375 |
| 4.50 | 1 | -9 | -980.28 | -1.367 |
| 5.00 | 1 | -19 | -850.94 | -1.187 |
| 5.50 | 1 | -24 | -780.73 | -1.089 |
| 6.00 | 1 | -2.1 | -30.43 | -0.042 |



| ENSAYO: CARGA CÍCLICA LATERAL MCR20 P E | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|--|----------|--|
| LABORATORIO: | Laboratorio de Concreto y Reciclado | | FECHA: 29/11/2018 | | |
| TESISTAS: | Villegas Delgado Manuel | | PROCEDENCIA: Sector Alto Trujillo-Trujillo-La Libertad | | |
| | Esquivel Alayo David | | | | |
| FASE | 1 | | | | |
| TIEMPO (s) | CICLO | DESPLAZAMIENTO (mm) | FUERZA (Kgf) | S (mV/V) | |
| 5.50 | 1 | -24 | -780.73 | -1.089 | |
| 4.50 | 1 | -9 | -980.28 | -1.367 | |
| 4.00 | 1 | -0.4 | -268.58 | -0.375 | |
| | 1 | 0 | 0 | 0.794 | |
| 12.50 | 3 | 3.03 | 569.195 | 0.794 | |
| 1.00 | 1 | 10 | 1108.28 | 1.546 | |
| 2.00 | 1 | 25 | 795.73 | 1.11 | |



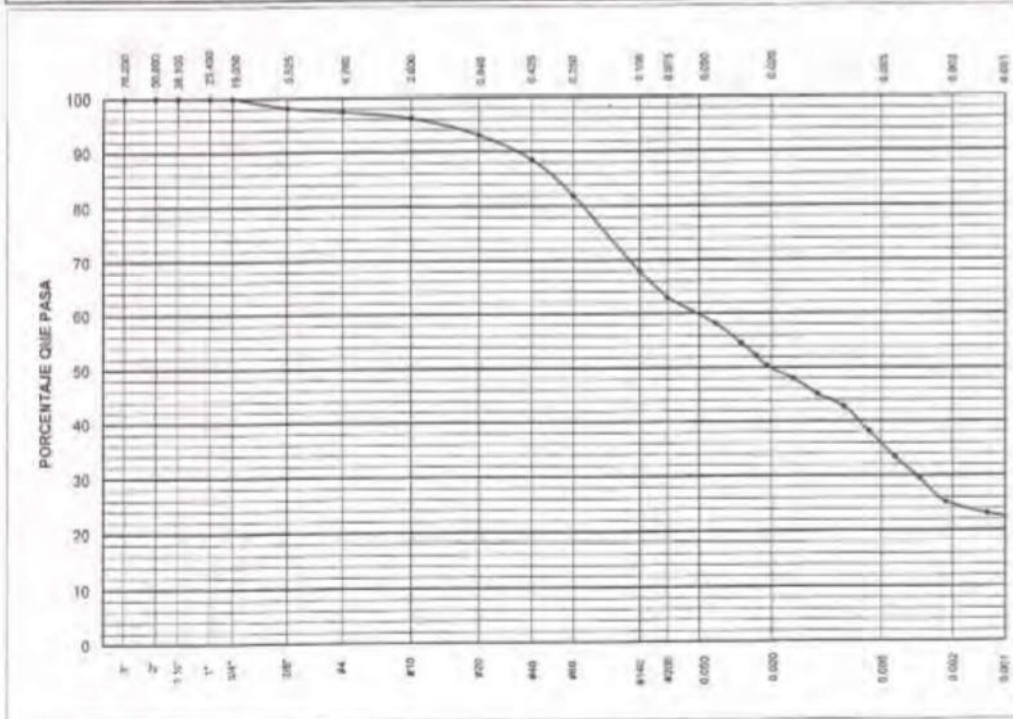
ANEXO 06: Certificados de laboratorios

DEPARTAMENTO
DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

| | |
|---|--------------------------|
| Solicitante : SENCICO | Expediente 17-134 |
| Proyecto : CONTRAT. SERV. ENSAYOS LAB. PARA ESTUD. COMP. ESTR. SIST. CONSTR. ADOBE DOS PISOS. | Fecha : 26-may-2017 |
| Muestra : TIERRA M1 | Profundidad: ----- |



| Tamiz ASTM | Porcentaje que pasa | Diámetro en mm | Porcentaje que pasa | LL = 32 | LP = 20 | IP = 12 | CLASIFICACIÓN |
|------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------------|--------------|---------|---------------|
| 3" | 100.0 | 0.041 | 58.1 | Gs = 2.69 LC = 12 | SUCS CL | | |
| 2" | 100.0 | 0.029 | 54.6 | | AASHTO ----- | | |
| 1 1/2" | 100.0 | 0.024 | 52.2 | | | | |
| 1" | 100.0 | 0.021 | 50.3 | | | | |
| 3/4" | 100.0 | 0.015 | 48.0 | | | | |
| 3/8" | 98.2 | 0.011 | 45.2 | | | | |
| #4 | 97.4 | 0.008 | 42.8 | | | | |
| #10 | 95.1 | 0.006 | 38.1 | | | | |
| #20 | 93.0 | 0.004 | 33.4 | | | | |
| #40 | 88.5 | 0.003 | 29.4 | | | | |
| #60 | 82.0 | 0.002 | 25.2 | | | | |
| #140 | 67.9 | 0.001 | 23.1 | | | | |
| #200 | 62.8 | ----- | ----- | | | | |

MANUEL A. OLCESE FRANZERO
Ingeniero Civil C-11969
Jefe del Laboratorio

17-134/1/GM/1 de 1

Fuente: Valle, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

Trujillo, 06 de diciembre del 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN MURO DE ADOBE

Solicitantes: ESQUIVEL ALAYO, David/ VILLEGAS DELGADO, Manuel

Investigación: "Influencia del refuerzo con sogas de tereftalato de polietileno reciclado en el comportamiento de muros de adobe frente a cargas laterales cíclicas".

Muestras: Puestas en laboratorio (06 muestras de pilas de adobes).

Datos de las muestras y resultados del ensayo de compresión.

| N° | Largo (mm) | Ancho (mm) | Altura (mm) | Carga máxima (kN) | Resistencia a la compresión (MPa) | Deformación (mm/1000) |
|-----|------------|------------|-------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 821 | 202 | 122 | 360 | 22.32 | 0.906 | 8277.72 |
| 822 | 220 | 120 | 365 | 32.72 | 1.2339 | 8414.13 |
| 823 | 221 | 120 | 370 | 28.44 | 1.072 | 10011.59 |
| 824 | 220 | 120 | 365 | 30.66 | 1.161 | 5717.27 |
| 825 | 222.5 | 122.5 | 360 | 24.98 | 0.916 | 11379.68 |
| 826 | 222.5 | 122.5 | 360 | 34.12 | 1.252 | 6503.41 |

Leyenda:

Las muestras están compuestas por 4 adobes apilados cada una, unidos con arcilla.

LABORATORIO: Materiales Compuestos


ALEXANDER VEGA ANTICONA
JEFE DE LABORATORIO

Fuente: Villegas y Esquivel, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería

Departamento Académico de Ingeniería de Materiales

Trujillo, 18 de enero del 2019

REPORTE ENSAYO DE COMPRESIÓN A MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON PET

Solicitantes: David, ESQUIVEL ALAYO

Investigación: "influencia del refuerzo con sogas de tereftalato de polietileno reciclado en el comportamiento de muros de adobe frente a cargas laterales".

Muestras: Puestos en laboratorio (09 muros de adobe con y sin refuerzo).

Valores de carga máxima de muros reforzados con PET

| Tipo de muro | Código | Carga (KN) |
|----------------|--------|------------|
| Patrones | M1 | 10.3 |
| | M2 | 10.02 |
| | M3 | 8.82 |
| Refuerzo 20 cm | MR2 | 16.74 |
| | MR3 | 13.84 |
| | MR4 | 14.4 |
| Refuerzo 30 cm | MR5 | 17.14 |
| | MR6 | 11.02 |
| | MR8 | 16.7 |

Leyenda: Los muros presentaron una altura de 60 cm de altura, con un área de contacto en el ensayo a compresión de 325 cm² aproximadamente.

LABORATORIO: Materiales Compuestos



JEFE DE LABORATORIO
Ms. Alexander Vega Anticona

Fuente: Villegas y Esquivel, 2019

ANEXO 7: Panel fotográfico



Foto 01: Ensayo de compresión de cubos de 10cm de arista, en la foto se aprecia la rotura de la probeta después de haber sido sometido a compresión.

Fuente: Villegas y Esquivel, 2019



Foto 02: Ensayo de compresión de pilas, tiene como finalidad medir el comportamiento de la albañilería a compresión.

Fuente: Villegas y Esquivel, 2019



Foto 03: Ensayo de compresión diagonal de muretes, se puede apreciar el espécimen antes del ensayo nivelado y recordado según la recomendación de Garrocho (2017) cortados 16cm de las esquinas.

Fuente: Villegas y Esquivel, 2019

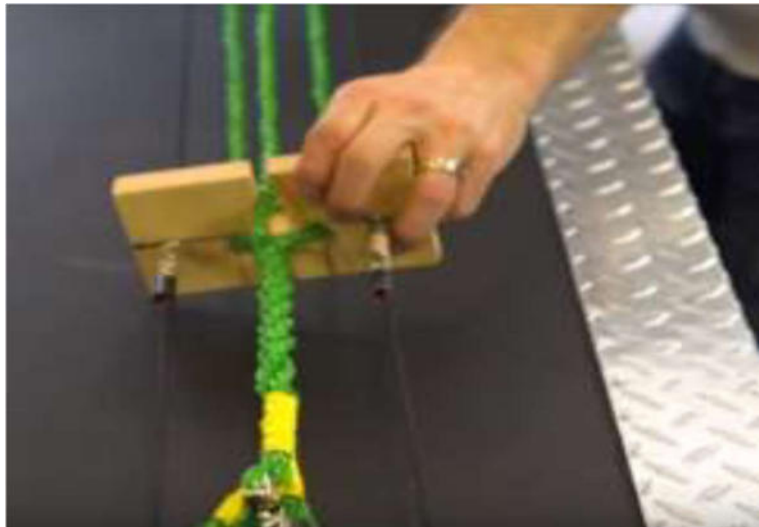


Foto 04: Instrumento artesanal que se utilizó para realizar el torcido de sogas.

Fuente: Villegas y Esquivel, 2019



Foto 05: resultado de la fase 2 del MSR P E, se aprecia comienza con la fisuración del espécimen.

Fuente: Villegas y Esquivel, 2019



Foto 06: Resultado de la fase 3 del MCR20 P E, se aprecia una fisura en la base.

Fuente: Villegas y Esquivel, 2019

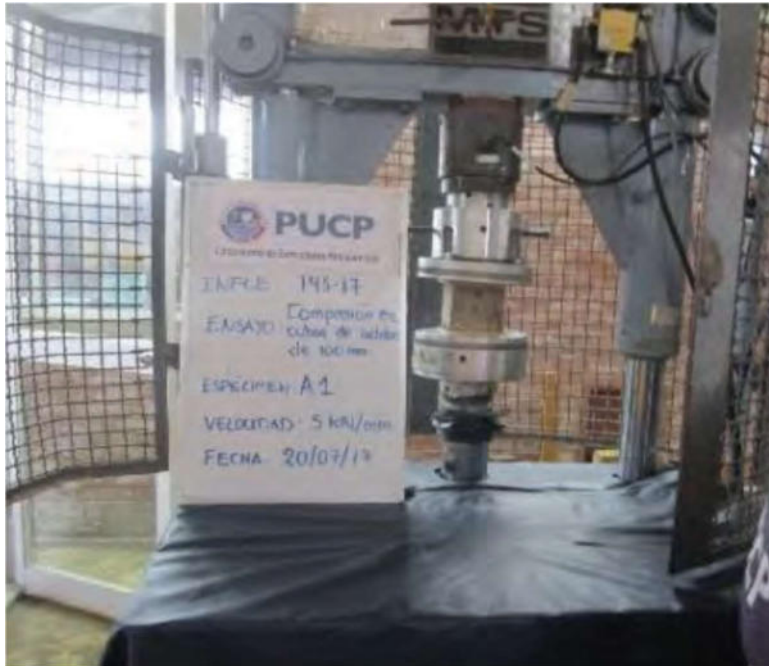


Foto 07: Ensayo de compresión de cubos de 10cm de arista, en la foto se aprecia la rotura de la probeta después de haber sido sometido a compresión.

Fuente: Valle, 2019



Foto 08: Ensayo de compresión diagonal, en este ensayo se verifica las características que presenta la albañilería cuando es sometido a corte.

Fuente: Valle, 2019



Foto 09: Ensayo Tracción en drizas, en este ensayo se verifica propiedades mecánicas de las drizas a usar, su elongación máxima y su rotura cuando es sometido a tensión.

Fuente: Valle, 2019



Foto 10: Ensayo carga cíclica lateral, se aprecia el final del muro MSR D N después de la fase 8, fin del ensayo.

Fuente: Valle, 2019



Foto 11: Ensayo carga cíclica lateral, se aprecia el final del muro MCR D N después de la fase 8, fin del ensayo.

Fuente: Valle, 2019



Foto 12: Ensayo carga cíclica lateral, se aprecia el final del muro MSR D E después de la fase 10, fin del ensayo.

Fuente: Valle, 2019



Foto 13: Ensayo carga cíclica lateral, se aprecia el final del muro MCR D E después de la fase 10, fin del ensayo, la foto es tomada después de haber retirado el revoque de toda la estructura.

Fuente: Valle, 2019