



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Reforzamiento estructural para la estabilidad de viviendas en las  
laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima

2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Freddy Omar Torres Rabanal

**ASESOR:**

Mgtr. Susy Giovanna Ramos Gallegos

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LIMA – PERÚ**

**2018**

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO DE LIMA

DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 270-2018-2 UCV-LIMA NORTE/ING

El Presidente y los miembros del Jurado Evaluador de Tesis designado con RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1552/EP/ING.CIVIL.UCV LIMA.N de la Escuela de Ing. Civil, dictaminan:

**PRIMERO.**

Aprobar por sobresaliente (Pasará a publicación)	: 18 - 20 puntos	( )
Aprobar por unanimidad	: 14 - 17 puntos	(+)
Aprobar por mayoría	: 11 - 13 puntos	( )
Desaprobar	: 0 - 10 puntos	( )

La Tesis denominada " **REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA ESTABILIDAD DE VIVIENDAS EN LAS LADERAS DEL CERRO EL ERMITAÑO DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA- LIMA -2018** " presentado por el (la) estudiante **TORRES RABANAL, FREDDY OMAR**.

**SEGUNDO.** Que la calificación obtenida en la sustentación de la Tesis por el (la) estudiante es como corresponde:

Apellidos y Nombres	Calificación en números	Calificación en letras
TORRES RABANAL, FREDDY OMAR	13	trece

Los Olivos, 17 de diciembre de 2018

Presidente(a): **MAG. LUIS VARGAS CHACALTANA**  
Nombre Completo

Secretario(a): **MAG. LUCAS LUDEÑA GUTIERREZ**  
Nombre Completo

Vocal: **MAG. SUSY GIOVANA RAMOS GALLEGOS**  
Nombre Completo

*(Handwritten signature)*  
Firma

*(Handwritten signature)*  
Firma

*(Handwritten signature)*  
Firma



### **Dedicatoria**

A mis padres por el apoyo incondicional en todo momento. A mis hijos por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por la enseñanza que me dan día a día a pesar de mis momentos duros que pueda pasar, gracias por estar ahí a mi lado y con su sonrisa me motivan a continuar. A la Universidad Cesar Vallejo por brindar la oportunidad de consolidar un sueño que inicie tiempo atrás. A los docentes por la enseñanza impartida a lo largo de la carrera, mi agradecimiento estará siempre presente.

### **Agradecimiento**

A Dios por haberme concedido el privilegio de la vida, y por perdonar mis errores. Por haberme permitido vivir grandes y maravillosas experiencias a lo largo de mis cortos años.

A todas las personas que de manera directa o indirecta colaboraron con la realización de este gran logro alcanzado, en especial un merecido reconocimiento a la Mgtr. Susy Giovanna Ramos Gallegos por la paciencia y guía para poder ir mejorando como persona y profesional.

## Declaratoria de autenticidad

Yo, Freddy Omar Torres Rabanal, estudiante de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 40304450, con la tesis titulada: “Reforzamiento estructural para la estabilidad de viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018”.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, diciembre del 2018.



.....  
Freddy Omar Torres Rabanal.

DNI N° 40304450

## Presentación

Señores miembros del jurado;

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para optar título de profesional de Ingeniero Civil presento ante ustedes mi trabajo de investigación denominado “**Reforzamiento estructural para la estabilidad de viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018**”, cuyo objetivo fue determinar en qué medida el reforzamiento estructural mejora la estabilidad de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018.

La presente investigación está dividida en siete capítulos:

El capítulo I: Introducción, consta de la realidad problemática, los antecedentes, las teorías relacionadas al tema, justificación, el problema, la hipótesis y los objetivos. El Capítulo II: Marco metodológico, contiene las variables, la metodología empleada, y aspectos éticos. El tercer capítulo: Resultados se presentan resultados obtenidos. El cuarto capítulo: Discusión, se formula la discusión de los resultados. En el quinto capítulo, se presentan las conclusiones. En el sexto capítulo se formulan las recomendaciones. En el séptimo capítulo, se presentan las referencias bibliográficas, donde se detallan las fuentes de información empleadas para la presente investigación.

Estos resultados son de mucha trascendencia para los pobladores del Cerro El Ermitaño y para los profesionales de ingeniería debido a que brinda información valiosa sobre los procesos que permiten reforzar de manera exitosa las estructuras de las viviendas, para mejorar la estabilidad frente a la presencia de cualquier fenómeno natural o a la acción de la gravedad y los vientos.

Respetados integrantes del Jurado espero que esta investigación sea revisada y expresen su aprobación.

Freddy Omar Torres Rabanal

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar en qué medida el reforzamiento estructural mejora la estabilidad de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018.

La investigación fue aplicada, con enfoque cuantitativo y nivel explicativo. El diseño de investigación es experimental en su variante cuasi experimental. La población estuvo constituida las viviendas del Cerro el Ermitaño y la muestra quedó conformada por una de las viviendas que se utilizó con la finalidad de llevar a cabo una serie de análisis y ensayos. Se ha utilizado la técnica de compresión y como instrumento el ensayo de compresión diagonal.

Luego del procesamiento de los datos obtenidos durante la aplicación del instrumento se llega a la siguiente conclusión: el reforzamiento estructural mejora la estabilidad de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima, así lo demuestran los valores de la prueba hecha en los muretes de albañilería, donde la carga máxima de compresión diagonal fue de 9800 Kg. Con una compresión diagonal de 8.9 Kg/cm<sup>2</sup>.

***Palabras Claves:*** reforzamiento estructural, estabilidad de viviendas, Cerro El Ermitaño.

## **Abstract**

The general objective of this research was to determine to what extent the structural reinforcement improves the stability of the houses on the slopes of El Ermitaño hill in the district of Independencia - Lima 2018.

The research was applied, with a quantitative approach and explanatory level. The research design is experimental in its quasi-experimental variant. The population was constituted the houses of Cerro el Ermitaño and the sample was made up of one of the houses that was used in order to carry out a series of analyzes and tests. The compression technique has been used and as an instrument the diagonal compression test.

After the processing of the data obtained during the application of the instrument, the following conclusion is reached: the structural reinforcement improves the stability of the houses on the slopes of El Ermitaño hill in the district of Independencia - Lima, as evidenced by the values of the test made in the masonry walls, where the maximum diagonal compression load was 9800 Kg. With a diagonal compression of 8.9 Kg / cm<sup>2</sup>.

***Key words:*** structural reinforcement, housing stability, Cerro El Ermitaño.

# Índice

	Pág.
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Presentación	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice	ix
Índice de tablas	xii
Índice de figuras	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Realidad problemática	1
1.2 Trabajos previos	4
1.2.1 Trabajos previos nacionales	4
1.2.2 Trabajos previos internacionales	6
1.3 Teorías relacionadas al tema	8
1.3.1. Reforzamiento estructural	9
1.3.2 Dimensiones del reforzamiento estructural	18
1.4 Formulación del problema	24
1.4.1 Problema general	25
1.4.2 Problemas específicos	25
1.5 Justificación del estudio	25
1.6 Hipótesis	26
1.6.1 Hipótesis general	26
1.6.2 Hipótesis específicas	26
1.7 Objetivos	26
1.7.1 Objetivo general	27
1.7.2 Objetivos específicos	27
<b>II. MÉTODO</b>	
2.1 Tipo de investigación	29
2.2 Nivel de la investigación	29
2.3 Diseño de la investigación	30

2.4 Variables, Operacionalización	31
2.4.1 Variable independiente: Reforzamiento estructural	31
2.4.2 Variable dependiente: Estabilidad de viviendas	31
2.4.3 Operacionalización	32
2.5 Población	34
2.6 Muestra	34
2.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	34
2.7.1 Técnicas	34
2.7.2 Instrumentos	34
2.7.3 Validez	35
2.7.4 Confiabilidad	35
2.8 Método de análisis de datos	35
2.9 Aspectos éticos	35
<b>III. RESULTADOS</b>	
3.1 Características del muro original	38
3.2 Tipos de falla	39
3.2.1 Falla de corte por deslizamiento	39
3.2.2 Falla por corte	39
3.2.3 Falla por flexión	39
3.2.4 Falla de aplastamiento por compresión diagonal	39
3.3 Ensayo del muro original	40
3.3.1 Instrumentación y fase del ensayo	41
3.4 Reforzamiento del murete M – 3 con fibra de carbono	42
3.5 Instalación de la fibra de carbono	43
3.6 Ensayo del murete M-3 rehabilitado.	44
<b>IV.DISCUSIÓN</b>	46
<b>V. CONCLUSIONES</b>	49
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	51
<b>VII. REFERENCIAS</b>	53
<b>VIII. ANEXOS</b>	57
Anexo 1. Validez de instrumento	58
Anexo 2. Viviendas ubicadas en laderas de cerro El Ermitaño.	59
Anexo 3. Resultado de laboratorio UNI – LEM	61

Anexo 4. Tipos de refuerzos CFRP	62
Anexo 5. Aplicación del reforzamiento en base a CFRP	63
Anexo 6. Aplicaciones de la fibra de carbono.	64
Anexo 7. Acta de aprobación de originalidad de tesis	65
Anexo 8. Porcentaje del turnitin	66
Anexo 9. Formulario de autorización para la publicación de la tesis	67
Anexo 10. Autorización de la versión final del trabajo de investigación	68
Anexo 11. Matriz de consistencia.	69

## Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Cuadro comparativo de las platinas de fibra de carbono y otros materiales de refuerzo.	13
Tabla 2. Operacionalización de la Variable Independiente: reforzamiento estructural	32
Tabla 3. Operacionalización de la Variable Dependiente: Estabilidad de viviendas	33
Tabla 4. Resultados de las tres muestras analizadas sin refuerzo.	42

## Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Pobladores del sector. Fuente: Youtube.	1
Figura 2. Pobladores habilitando el terreno. Fuente: Youtube	2
Figura 3. Viviendas ubicadas en el sector El Ermitaño. Fuente: Youtube.	3
Figura 4. Estado de algunas viviendas. Fuente: Youtube.	4
Figura 5. Reforzamiento estructural especial con láminas de fibra de carbono.	10
Figura 6. Modelos a reforzar de una vivienda. Fuente: Youtube.	11
Figura 7. Reforzamiento de muros con láminas de fibra de carbono. Fuente: Youtube.	12
Figura 8. Acondicionamiento de láminas de fibra de carbono. Fuente: Youtube.	14
Figura 9. Reforzamiento estructural especial con láminas de fibra de carbono.	16
Figura 10. Muro de albañilería armada. Fuente: Youtube.	19
Figura 11. Muro de albañilería confinada. Fuente: Youtube.	20
Figura 12. Muestra elaborada.	38
Figura 13. Tipos de falla en los muros de albañilería.	40
Figura 14. Murete original de 0.60 m. x .060 m. M-3.	40
Figura 15. Muestra M – 3 siendo sometida al ensayo.	41
Figura 16. Tipo de falla del murete M – 3 por compresión diagonal	42
Figura 17. Tipos de fibra de carbono.	43
Figura 18. Esquema de refuerzo de los muros.	44
Figura 19. Muestra reforzada siendo sometida a ensayo.	45

## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad problemática

El entorno global, el crecimiento poblacional se encuentra en constante cambio lo que es generado por el crecimiento desmedido de la población y si a este constante cambio se suma el fenómeno de la migración, donde grandes masas de personas acuden en búsqueda de mejores oportunidades económicas en las capitales de los países desarrollados, sin embargo, cuando la coyuntura no es la ideal acaba inmerso en la carencia de oportunidades para su desarrollo, lo que implica a construir u ocupar viviendas informales en las laderas de los cerros, lugares que no son aptos para ser habitados por el ser humano. Ya que carecen de los servicios básicos y están sumido de problemas sociales ya sea delincuencia, acceso a la salud lo que acarrea un alto riesgo de fatalidad ante un desastre natural.



*Figura 1.* Pobladores del sector. Fuente: Youtube.

Si echamos una mirada a los espacios donde las personas de menores recursos habitan, nos encontramos con la cruda realidad de que habitualmente los pobladores han levantado su hogar haciendo uso de un material inadecuado como es agregados de mala calidad, ya sea por su bajo costo o acceso a ellos, pero lo más alarmante es que debido a que no tienen acceso a comprar un espacio adecuado para edificar su vivienda, terminan ocupando lugares inseguros con una alarmante amenaza ante la presencia de un desastre natural, sobre todo en lugares inapropiados habitados.



*Figura 2.* Pobladores habilitando el terreno. Fuente: Youtube

Es necesario que las familias y en especial la población tome conciencia del riesgo al que estará sometido cuando edifica su vivienda ya que la autoconstrucción en nuestro país alcanza más del 60%, en muchos casos los propietarios de estos lugares no son asesorados por el personal calificado; por lo tanto, su índice de susceptibilidad es elevada ante un desastre natural, especialmente en las viviendas que serán objeto de estudio en la presente investigación.

Según la publicación en El Diario de Economía y Negocios de Perú indico; las construcciones más susceptibles a sufrir daños ante un movimiento sísmico u otro fenómeno natural son aquellos que fueron edificadas en terrenos inestables y de pésima calidad específicamente los que se encuentran en la ladera de cerros (Calderon,2014, parr.3)

Conocer de cerca los espacios habitados por familias ubicadas en las laderas del cerro El Ermitaño, se pudo observar con certeza las construcciones realizadas en dichos lugares, cientos de hogares construidos sin asesoramiento técnico-profesional ya que el poblador edifica su propia vivienda contando para ello con personal no calificado o caso contrario son los mismos pobladores que realizan la construcción ya que poseen conocimientos básicos de albañilería. Esto eleva drásticamente el índice de fatalidad si se produjera un gran movimiento sísmico u otro desastre natural.

Las viviendas ubicadas en las laderas del cerro el Ermitaño, están diseñadas de material noble y en muchos casos en un escenario deficiente, ya que en gran mayoría de estas viviendas están sobre escarpados ligeros y en algunos casos pronunciadas. Como es

conocido, sus mismos pobladores autoconstruyeron sus hogares empleando técnicas tradicionales mas no ingenieriles, lo que convierte a un lugar propenso a movimientos gravitatorios, como el deslizamiento de rocas o el efecto cascada sobre viviendas ubicadas por debajo de ellas.



*Figura 3.* Viviendas ubicadas en el sector El Ermitaño. Fuente: Youtube.

Es importante mencionar que nuestro país se encuentra en un lugar altamente sísmico y la probabilidad que ocurra un movimiento de gran magnitud en cualquier momento es latente y pueda causar daños a construcciones mal diseñadas lo que ocasionaría una gran pérdida de vidas humanas,

La informalidad es un viejo mal que siempre nos afecta y que nos lleva al subdesarrollo y si le sumamos en parte la incapacidad de nuestra autoridad por atender la demanda real acerca del crecimiento poblacional que se refleja a gran escala en las viviendas informales que existen en las laderas de los cerros, nos genera la necesidad de plantear ¿en qué medida el reforzamiento estructural brindara la estabilidad necesaria en las viviendas de las laderas del Cerro El Ermitaño? Las respuestas a esta problemática permitirán conocer las técnicas y métodos que hagan posible llevar a cabo un proceso de reforzamiento de las viviendas con el único propósito de poder brindar mayor seguridad a las familias de este espacio geográfico, que no cuentan con los ingresos necesarios para poder fortalecer sus edificaciones.



*Figura 4.* Estado de algunas viviendas. Fuente: Youtube.

Plantear una solución a esta problemática se puede presentar varias alternativas como son la Consolidación de Suelos, Estabilidad de Taludes o reforzar las viviendas con el sistema tradicional, para ello nuestro Proyecto busca presentar una alternativa como es el uso de la Fibra Sintética como elemento estructural, ya que nuestra zona de estudio está compuesto por un suelo rocoso idóneo y de buena calidad frente a un sismo, y en la mayoría de las viviendas ya están reforzadas con mallas electrosoldadas a muros pircados dando la estabilidad al talud natural, nuestro aporte trata de brindar y dar a conocer los beneficios del uso de la Fibra de Carbono como elemento estructural lo que brindara un mayor refuerzo al muro como elemento portante a la vivienda ya construida y que aportara beneficios tanto en lo económico como ambiental, que daremos a conocer en el desarrollo de mi investigación.

## **1.2 Trabajos previos**

### **1.2.1 Trabajos previos nacionales**

En un primer plano, tome como referencia la tesis de Iván Antony Cruz Barreto, Valia Sthefany Diéguez Mendoza, con el título “Análisis y Diseño Estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sismorresistente en la urbanización Soliluz– Trujillo”, para obtener el título de Ingeniero Civil, publicado por la Universidad Privada Antenor Orrego el 2015 en la ciudad de Trujillo – Perú.

Su objetivo general fue llevar a cabo el estudio y calculo estructural en concreto armado destinado a una casa multifamiliar, donde se aplicó criterios constructivos sismorresistente en el complejo Soliluz – Trujillo.

Su Metodología empleada fue la elaboración del diseño estructural en base a:

- 1° Evaluación de la resistencia ofrecida del terreno
- 2° Predimensionamiento estructural.
- 3° Análisis sísmico, norma RNE - E.030.
- 4° Análisis y cálculo estructural (Principal y complementario)
- 5° Preparación de planos estructurales.

Llegando a la conclusión; lo importante de realizar el análisis de tipo de suelo para obtener la resistencia que ofrece el terreno, ya que de ello dependerá el tipo de cimentación a utilizar, lo importante de seguir la norma E030, podemos concluir que el diseño es un arte y por ende esta afirmación confirma el gran aporte que brinda los programas informáticos cuyo aporte es valioso, pero este no reemplazara al diseñador.

Tomando como referencia la investigación realizada por Julio Horoichi en su proyecto “Manual para la Reducción de Riesgo de Viviendas en el Perú “. Enfocado en viviendas de material noble ejecutadas por la autoconstrucción en los AAHH de Lima Metropolitana (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento) publicado el 2016.

El Objetivo primordial de dicha investigación es difundir de manera eficaz el sistema constructivo denominado albañilería confinada, además disminuir drásticamente la vulnerabilidad al que se están propensos los pobladores de bajos recursos económicos, dicha investigación se basó en cuadros estadísticos, así como también del estudio de suelos y topografía del lugar.

Llego a la Conclusión que la información contenida en dicha investigación redujo la autoconstrucción de viviendas ya que ocupan un alto grado de vulnerabilidad ante un desastre natural, realizando adiestramiento al maestro de obra, brindando instrucción técnica al propietario de la vivienda con la intención que puedan supervisar el proceso constructivo y evitar la mala ejecución de la obra.

La presente investigación tomo como referente la investigación del Dr. Ing. Carlos

Alberto Zavala Toledo, en su proyecto de nombre “Reducción del Riesgo en áreas Vulnerables del distrito de Independencia, provincia de Lima – Guía Técnica para reducir la Vulnerabilidad de viviendas en Laderas”, publicado por la municipalidad de Independencia en el año 2018.

Tiene como Objetivo, reducir la vulnerabilidad de los pobladores que habitan en las laderas de los cerros en Independencia ya que se encuentran expuestos a un alto riesgo o peligros naturales de presentarse, promoviendo el desarrollo sostenible a través de medios de la vida más seguro, en un enfoque de barrio, como medrar el asentamiento de un total de cinco viviendas no consolidadas, ubicadas en el mismo tramo escarpado, utilizando el diseño y ejecución de tratamiento de consolidación de plataforma, muros de gravedad con pircado, la edificación de viviendas sismo resistentes, utilizando para ello sistemas que sean alternos al ladrillo y concreto.

Llego a la conclusión; generalmente la vivienda que son edificadas por sus propietarios sin contar con la asesoría de un profesional o del personal calificado es denominado como susceptible ante un desastre natural que se presente, ya que la gran mayoría son productos de invasión en un arenal o ya sea una ladera, por ello surge la imperiosa necesidad de reforzar los cimientos y en muchos casos los muros para poder reducir el riesgo de falla y pérdidas materiales como humanas ocasionadas principalmente por un sismo.

### **1.2.2 Trabajos previos internacionales**

La presente investigación tome como primera referencia la tesis de German Ahumada Forero con el título “Reforzamiento y rehabilitación de fachadas de mampostería, construidas en Bogotá DC – Colombia, antes de la expedición del reglamento N.SR.-10” proyecto ejecutado bajo la categoría de investigación para lograr el Título de Magister en construcción, publicado en la Universidad nacional de Colombia – facultad de artes – maestría en construcción – Bogotá DC - Colombia en el año 2015.

Tuvo como Objetivo primordial proponer un estudio de carácter técnico a la vez económico de como reforzar una fachada de mampostería, que se aplican en procesos de rehabilitar y reforzar las edificaciones en Colombia, los cuales se basaron en: Identificar y normativas que se apliquen al refuerzo, la rehabilitación de elementos que constituyen la fachada de mampostería, realizar un análisis de tipo comparativo entre el costo y de

eficiencia de las distintas técnicas de rehabilitar y reforzar un muro de fachada, proponer un tipo de sistema de refuerzo de fachadas aplicable en un proceso de rehabilitación, realizar recomendaciones que puedan contribuir a la mejorar el proceso constructivo.

Llego a la Conclusión; en lo normativo se encontró la causa y requerimiento para el refuerzo de una edificación y de sus componentes no estructurales, en especial los que forman parte de las fachadas y de muros de mampostería, en el factor de costos se podría citar que dicho sistema es más económico que demoler la mampostería y esta que sea reemplazada por mampostería reforzada, ya que dicho sistema es más económico que algún otro tipo de reforzamiento ya sea de concreto reforzado.

Se tomó como referencia a Ricardo Tapia Zarricueta, en su tesis titulada “Terremoto 2010 en Chile y vivienda social: Resultados y aprendizajes para recomendaciones de políticas públicas”, publicado por la Universidad Politécnica de Madrid, escuela técnica superior de arquitectura – Chile en el año 2015.

El Objetivo primordial fue de poder identificar las variables de carácter político público, así como las normativas constructivas y planificación, ya que fueron los factores muy relevantes en el sector social por la consecuencia del impacto que género el terremoto y el tsunami ocurrido el año 2010 en Chile.

Su metodología en dicha investigación fue de tipo mixta, explicativo y no experimental, se analizó para ello una muestra, utilizando los casos nacionales con observación cualitativa y cuantitativa sobre dicha muestra, además posee un carácter descriptivo y microsocioal ya que busca que los pobladores se adapten a una posible contingencia por habitar un lugar que es potencialmente peligroso a un sismo lo que se busca es poder aumentar las medidas preventivas del tipo estructural y no estructural para generar una mejor resistencia frente a dichos fenómenos naturales.

Llego a la conclusión; los terremotos del 2010 y del 2014 se demostró que Chile seguirá susceptible a este tipo de fenómenos de la naturaleza y que adquieren la categoría de sismos naturales cuando el daño que resulta es combinación tanto del comportamiento de la naturaleza y la construcción realizada por el ser humano en dicha zona catalogada de alto riesgo sísmico. El colapso en la parte estructural se dio en los edificios de gran altura por el exceso de muros tipo bandera, ya que estos elementos no cumplen función estructural frente a un esfuerzo que demanda un sismo de gran escala, otra falla fue motivo a la torsión

estructural ya que las formas irregulares de las edificaciones no guardan simetría y a ello se le sumo el colapso por el tipo de terreno de fundación.

En el presente trabajo se tomó como referencia la tesis de Omar Enrique Barrera Ramos, Oscar David Nieves Corredor, con su tesis “Determinación de la vulnerabilidad en las casas coloniales ubicadas en el barrio de San Diego de la ciudad de Cartagena”, para obtener el Título de Ingeniero Civil, proyecto publicado por la Universidad de Cartagena-facultad de ingeniería civil-Cartagena-Colombia, publicado el año 2015.

Su objetivo principal es poder determinar la vulnerabilidad estructural cualitativa de aquellas construcciones del tipo colonial que se ubican en el distrito de San Diego – Cartagena, para ello se aplicó el nivel de vulnerabilidad con la intención de poder generar las recomendaciones que contribuyan a mejorar dichas estructuras que son de gran importancia tanto histórico como cultural para Cartagena - Colombia.

Su metodología empleada en dicha investigación fue del tipo descriptivo ya que se realizó una inspección visual de las construcciones en un primer momento, para hallar los datos cualitativos a la vez ello permitió determinar el grado de vulnerabilidad de las construcciones en la ciudad de Cartagena y así poder generar la recomendación general de la construcción del lugar con la finalidad de brindar las recomendaciones pertinentes del caso en los procesos constructivos.

Llego a la conclusión; en la mayoría de las edificaciones coloniales su cubierta poseen gran pendiente lo que lo hace muy susceptible ante una eventualidad, además de que estas cubiertas están deterioradas debido al tiempo que se construyó, por ello el método de vulnerabilidad cualitativa determino que su índice es de 40.3% lo que lo hace alto frente al método que propone un 35% lo que podemos concluir lo importante el empleo del análisis cuantitativo para así determinar con precisión qué tan susceptible puede ser la edificación.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

Dentro del campo del reforzamiento estructural aplicado para la estabilidad de una vivienda podremos mencionar los factores importantes como lo son la Consolidación de Suelos, Estabilidad de Taludes y del reforzamiento estructural tradicional. En nuestro proyecto de investigación se da a conocer los beneficios de la Fibra de Carbono, como aquella solución que brindará una mayor estabilidad a una vivienda frente a una presencia de un movimiento sísmico.

### **1.3.1. Reforzamiento estructural**

Como lo especifica la Guía Técnica para Reducir el Riesgo de Viviendas en Laderas (2018) estas actividades se refieren:

Al fortalecimiento de los elementos estructurales de una construcción tiene la finalidad de ser capaz de sostener una edificación a partir del aumento de carga y desempeño de una estructura, un reforzamiento se realizará cuando la estructura tenga un deficiente diseño o se ejecute un mal proceso de construcción por parte del personal destinado a dicha ejecución. Los métodos para utilizar para el refuerzo pueden ocasionar variaciones en la firmeza, ductilidad y estabilidad en las viviendas, deben de tomarse en cuenta cuando modificara las cargas que afectaran a la estructura

Según Perú construye (2014) se entiende que:

El diseño de una reparación, pero, sobre todo, de un reforzamiento estructural implica un elevado conocimiento técnico, ya sea de información técnica de materiales y de su análisis al que será sometido, tratándose que en estos casos se habla de refuerzos a una estructura existente y el efecto que este implemento inducirá a toda la estructura. (párr. 1).

De acuerdo a Benavent (2010) el reforzamiento estructural son los métodos de utilización de diversos recursos con el fin de reforzar una vivienda con el propósito de evitar las consecuencias que ocasionaría un desastre natural o emergencia.

En coherencia con lo mencionado, tratar el tema de Refuerzo estructural a una vivienda que ya presenta fallas se deberá de incrementar su resistencia para ello se aumentará los muros portantes, reforzar las vigas, incrementar la ductilidad para ello reduciremos la carga muerta en la edificación, además hacer de la combinación de la ductilidad y resistencia para ello reforzaremos el cimiento, aumento de muros laterales a las columnas y tratar de reducir la carga muerta.

## **Sistema de reforzamiento estructural especial con láminas de fibra de carbono**

Ante la significativa tasa de crecimiento de viviendas autoconstruidas en sectores populares las cuales siguen un proceso constructivo sin contar con la debida asesoría técnica o seguir con los parámetros establecidos en el RNE, surge la necesidad de reforzar las estructuras de concreto armado para poder mantenerse estable ante un movimiento sísmico y preservar la vida de quien lo habita. Es por ello que surge una nueva técnica de reforzamiento estructural “Polímeros Reforzados con fibras de Carbono (Carbon Fibre Reinforced Polymers Laminates – CFRP)”, dicho polímero es obtenido de calentar sucesivamente a una alta temperatura de hasta 1500 °C otro polímero llamado POLIACRILONITRILO. Dicho proceso genera la formación de unas cintas alineadas perfectamente de un carbono casi puro y es por ello por lo que recibe el nombre de Fibra de Carbono.

En nuestro medio su aplicación es reciente, pero a nivel mundial data de más de 30 años de aplicación en la industria aeroespacial y manufacturera de productos de bajo peso, alta resistencia a la tensión es por ello que presenta varias ventajas en el sector construcción.



*Figura 5.* Reforzamiento estructural especial con láminas de fibra de carbono. Fuente: Youtube.

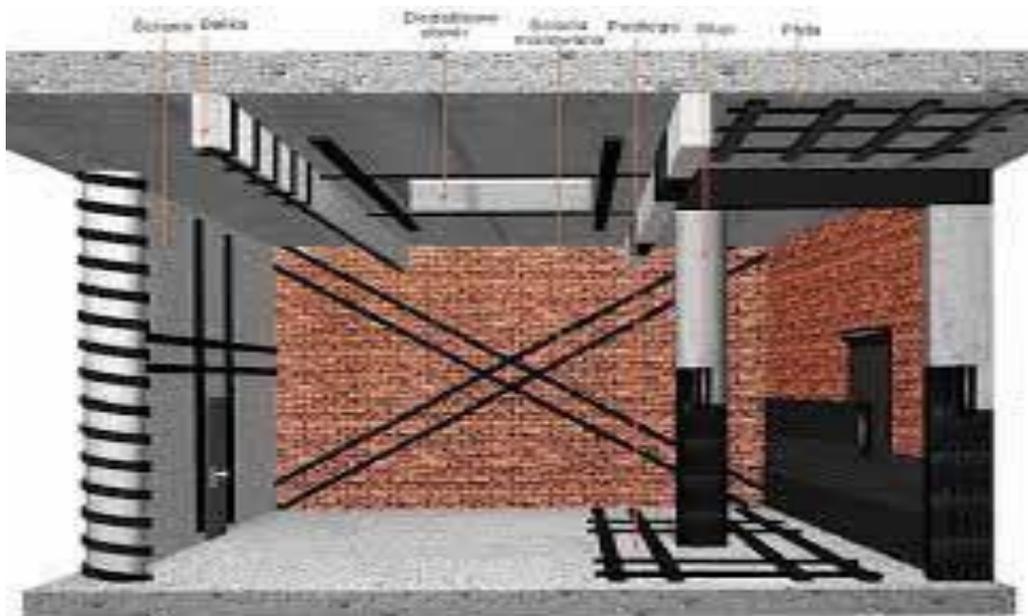


Figura 6. Modelos a reforzar de una vivienda. Fuente: Youtube.

Los sistemas FRP son cada vez usados en nuestro país por muchos factores: uno de ellos que el sistema FRP tiene un costo competitivo frente a los métodos constructivos tradicionales de reforzamiento y posee un buen comportamiento estructural.

Para Pérez, Marco (2014) se evidencia que:

El uso de este componente es empleado con frecuencia en forma de láminas concentradas de resina. Existen presentaciones de 0.03m de espesor y de 0.6m de ancho. Hay presentaciones de 100m a 500m los cuales se pueden acondicionar a medida que se solicite según para el tipo de refuerzo. Para unificar las planchas del elemento a reforzar se opera con una resina epoxica, ya que es un adherente de consistencia pastosa. (p. 53).

Por otro lado, Acies (2007), resalta:

El reforzamiento que emplea fibras de carbono es un sistema que se basa de un material de elevada tecnología que brinda numerosas ventajas frente al método convencional. La fibra de carbono es un polímero que es más resistente al ser sometido al esfuerzo de tracción a comparación del acero, a la vez que es un material mucho más liviano (p. 04)

Así mismo Gómez, M. y Sobrino, J. (1998), concluyen:

El empleo de elementos compuestos como material adherido a las estructuras de construcción de concreto evita la corrosión además debido a la adherencia la estructura no sufre alteraciones, brindando la facilidad en maniobrar e instalación (p.9).

Nuevamente concordamos con los autores ya que el empleo hoy en día de la Fibra de Carbono como un Reforzamiento estructural a viviendas que serán objeto a tratar en nuestro proyecto brinda una solución alterna al típico método tradicional que se viene empleando por años en nuestro medio, por ser un material de fácil transporte y de instalación sencilla siguiendo los criterios respectivos.

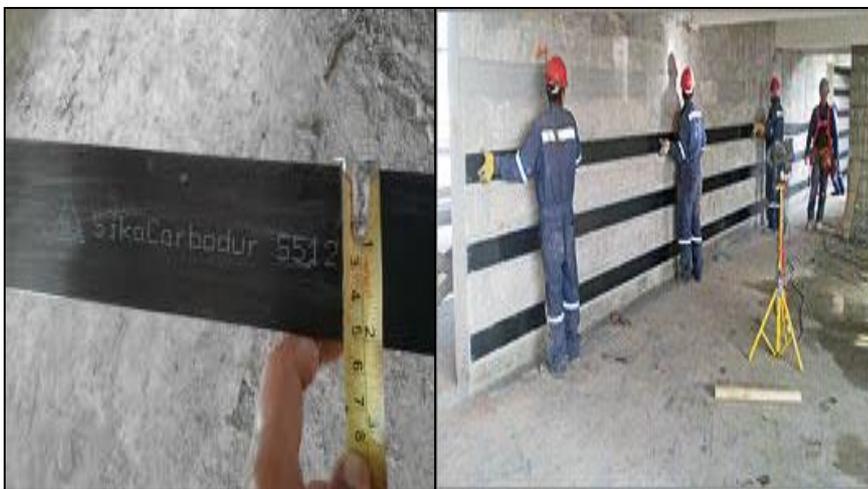


Figura 7. Reforzamiento de muros con láminas de fibra de carbono. Fuente: Youtube.

### **Características del reforzamiento con láminas de fibra de carbono**

Según Pérez, M. (2014, p.30) se caracterizan porque: La Placa de Fibra de Carbono es un elemento muy consistente, por poseer atributos mecánicos similares al acero. La composición de dicha fibra posee un límite elástico superior al acero y una menor consistencia

Referido al tema Gómez M., y Sobrino, J. (2003) indicaron que: se debe tomar en cuenta la excelente propiedad mecánica que posee además de ser resistente a la corrosión, brindando beneficios económicos en el transcurso del reforzamiento por ser un material muy liviano a comparación de los otros clásicos (p. 85).

Como indica Salazar, M. (2014) Su principal característica de esta plancha de fibra es su elevada resistencia, incluso presentan demás propiedades las cuales se resumen en la

tabla siguiente.

**Tabla 1.** Cuadro comparativo de las platinas de fibra de carbono y otros materiales de refuerzo.

Material	Modulo elástico (GPa)	Limite elástico a la compresión (MPa)	Limite elástico a la tracción (MPa)	Densidad Kg/ m <sup>3</sup>
Hormigón	20 – 40	5 – 60	1 – 3	2400
Acero	200 - 210	240 – 690	240 – 690	7800
Fibra de carbono	200 - 280	-	2500 - 7500	1750 - 1950

### **Importancia del reforzamiento con láminas de fibra de carbono**

Pérez, M. (2014, p. 25) expresó que: las definiciones acerca de lo vital del reforzamiento con lámina de Fibra de carbono descrito en su publicación “Aplicaciones Avanzadas de materiales compuestos en obras civiles y construcción”.

Desde esta perspectiva el refuerzo con láminas se convierte en opción a las diversas técnicas de un refuerzo estructural, Las ventajas que presentan las láminas son muy diferentes a otras y es fácil de manipular por presentar un peso bastante liviano, tiene una mayor capacidad portante en comparación al acero y renuente a factores ambientales.

En conclusión, podemos afirmar, el ahorro significativo en tiempo y firmeza ofrecido por dicho material, brinda una solución relativamente atrayente. Ya que su uso brindara muchos beneficios a viviendas de bajos recursos.

### **Ventajas de las láminas de fibras de carbono**

Según Bueno, R. (2008, p.32) Dentro de las ventajas que otorga la utilización de las planchas de fibra sintética, para reforzar los muros son las siguientes:

Posee gran resistencia a variaciones de temperatura, aislante térmico, material muy liviano y de fácil transporte e instalación, tiene propiedades similares al acero y es tan ligero como el plástico o la madera, alta resistencia a la corrosión, bajo mantenimiento, mínimo aumento del espesor a reforzar y la alta flexibilidad ya que se puede moldear a cualquier elemento requerido.



Figura 8. Acondicionamiento de láminas de fibra de carbono. Fuente: Youtube.

### **Propiedades del material de fibras de carbono**

Tal como señala Bueno, R. (2008, p.34) Dentro de las propiedades más específicas e importantes tenemos:

Módulo de elasticidad:

$$E = (700 \text{ a-} 2300) \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo de rotura – tensión:

$$F_u = (15 - 40) \text{ kg/cm}^2 \text{ (10 veces el acero de } f_y \text{ 4200)}$$

Deformación unitaria de falla:

$$\delta_u = 0.016 \text{ mm/mm}$$

### **Tipos de materiales elaborados en base de fibras**

Pérez, M. (2014) indico que:

Cuando hablamos de aquellos materiales que son elaborados con fibra, tenemos la idea de la gran cantidad de elementos que son producidos en base a ello. Encontrando tres tipos de usos que se puede dar, aquella fibra suelta que se le añade al concreto, materiales elaborados en base a la fibra de carbono y preconstituido en base a ellos.

Según Parra .M (2005, p.28) se sabe que:

Las fibras sueltas se han utilizado para incrementar la resistencia del concreto, fundamentalmente en aquellos que sufrieron modificaciones volumétricas; sin embargo, incluso se ha podido obtener resultados favorables con fibras de alta resistencia utilizado como un reforzamiento a la cortante en vigas, como es demostrado en los ensayos que se realizaron.

Así mismo Parra, M. (2005) señalo que:

La forma de utilizar esta fibra consiste en ser colocada durante el proceso de preparación del concreto, lo cual facilita una disposición en toda dirección de la fibra, lo que favorecerá brindando firmeza al elemento. Los materiales a utilizar podrán hallarse como varillas de refuerzo el que podrá ser utilizado en reemplazo del acero convencional o en forma de placas que se agregan a los elementos que existen con la finalidad de poder enmendar o dar estabilidad a dicho elemento ; por consiguiente se encuentra materiales fabricados en base al tejido de fibra, el cual se proponen en esta investigación; estos materiales se instalan de forma parecida con aquellos materiales compuestos y su aplicación para reforzar elementos frágiles. (p.28)

Nuevamente concordamos con los autores ya que los sistemas con planchas de fibra de carbono son aplicables fundamentalmente para ser utilizados como refuerzo ya sea flexión de vigas, losas, muros portantes, adhiriéndose de forma externa al elemento a reforzar, brindando para ello propiedades estructurales a la vivienda el cual proporcionara estabilidad y sobre todo garantía a la familia que ocupa dicho inmueble ante un movimiento sísmico o algún desastre natural; ya que es un sistema de fácil instalación y la propuesta que propone nuestra investigación para sea implementada en sectores críticos, de nuestra problemática.

### **Cómo funciona el sistema FRP.**

Este sistema tiene un adecuado funcionamiento cuando se asegura una correcta adherencia

a la cara del concreto, se debe de tener en cuenta las condiciones ambientales en que se encuentra la superficie a reforzar ya que puede ser un factor importante no tomar en cuenta este proceso en el momento de reforzar una estructura, otros factores son:

- La resistencia a la Tracción de la superficie del concreto
- Tener un espesor uniforme de la capa de pegamento epóxico.
- La forma geometría del elemento a reforzar.
- Las condiciones ambientales donde se aplicará la aplicación de esta fibra.



Figura 9. Reforzamiento estructural especial con láminas de fibra de carbono. Fuente: Youtube.

### **Elementos estructurales**

De acuerdo a la definición del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS (2014) son aquellos componentes que recibe la carga y los esfuerzos de una estructura manteniendo la estabilidad, es parte importante de la estructura.

### **Cimentación**

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, (2014) definimos la cimentación como aquel conjunto de elementos estructurales, donde su función primordial es de recibir la carga de la edificación y lo transmite al terreno de fundación, es muy importante porque es el grupo de elementos que se encarga de soportar a la superestructura.

## **Columnas**

Para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, (2014) Son aquellos elementos estructurales cuya función es de soportar las cargas verticales, además de su peso propio y de las fuerzas horizontales ocasionados por los sismos.

## **Muros**

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, (2014) son aquellos elementos que pueden cumplir función estructural o de división, cuando cumple la función estructural es cuando transmite las cargas verticales y pueden ser portantes o tabique.

## **Vigas**

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, (2014) estas estructuras pueden soportar cargas transversales considerando el eje longitudinal de la viga, estos tienen la función de trabajar a flexión además de recibir las cargas de la losa y de transmitir dicha carga a las columnas y muros portantes, sus apoyos están ubicados en los extremos.

## **Losas**

Según lo define el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, (2014) es:

Es aquel elemento que es parte de la estructura cuya función es de transmitir las cargas de los niveles que se encuentran por encima a los muros y vigas para que trabaje como una sola unidad. Una losa es aquella que separa dos niveles horizontales, además debe de garantizar el aislamiento de ruidos y calor de los dos niveles que divide.

## **Diseño de los muros**

Según lo indica el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, (2014) estas estructuras:

Tiene que ser diseñado por capacidad de tal manera que sea capaz de resistir las cargas que se asocian a su incursión inelástica, y proporcione a la estructura una buena resistencia al corte mayor o igual que la carga producida por un movimiento sísmico, en consecuencia, se sigue los enunciados y

procedimientos de diseño de los muros portantes.

### **Densidad de muros de acuerdo con el área de los muros resistentes**

Según la definición del Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi, (2002 p. 144) establece que:

Una forma para hallar la densidad de los muros en la dirección considerada consiste conocer la suma del área total de los muros en una dirección; luego se procede a dividir entre el área total construida acumulada; llegando al nivel esperado.

### **Densidad mínima de muros a reforzar**

Según el RNE E-070 (2016 p. 303) se establece que: la mínima densidad de muros portantes a reforzar en cada dirección de un inmueble es expresada de la manera siguiente:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum L_t}{A_p} = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56} = 1.18$$

Donde:

Z, U y S corresponden a los factores de zonificación sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la RNE E.030.

N = número de pisos de la edificación.

L = longitud total de muro (incluyendo columnas, si fuese el caso)

T = espesor efectivo del muro.

De no cumplir la expresión (ecuación = 1.18), se puede modificar el ancho de algún muro o aumentar placas de concreto armado, de lo contrario, para poder usar la fórmula, deberemos acrecentar el ancho real de la placa por la relación, donde son los módulos de elasticidad del concreto y de la albañilería, respectivamente.

### **1.3.2 Dimensiones del reforzamiento estructural**

Según la Guía Técnica para Reducir el Riesgo de Viviendas en Laderas (2018) cuando la estructura que se busca reforzar son los muros, se puede considerar como dimensiones al reforzamiento estructural de muros de albañilería armada, seca y confinada.

### **Dimensión 1. Reforzamiento de muro de albañilería armada**

La Guía Técnica para Reducir el Riesgo de Viviendas en Laderas (2018) señalo que:

Los muros de albañilería armada o reforzada utilizan como elemento de refuerzo al acero principalmente conocido como tensores que viene a ser un refuerzo vertical y otros horizontales llamados estribos, son diseñados principalmente para resistir cargas laterales y son construidas con unidades huecas, por medio de dicha celda es colocada el refuerzo.



*Figura 10.* Muro de albañilería armada. Fuente: Youtube.

### **Dimensión 2. Reforzamiento de muro de albañilería seca**

Tomando en consideración la Guía Técnica para Reducir el Riesgo de Viviendas en Laderas (2018) se puede señalar que:

Generalmente en los muros de junta seca son empleados bloques especiales, con una superficie lisa y de ligera variación de dimensiones, de tal manera que no se requiera del cemento para cubrir las imperfecciones geométricas. Por tal motivo este tipo de albañilería se produce en un día con la utilización de bloques y como aglomerante al concreto liquido (GROUT), los mismos aportes de los muros armados se aplican en este sistema con alguna restricción particular.

### **Dimensión 3. Reforzamiento de muro de albañilería confinada**

La albañilería confinada es un método constructivo tradicional que se emplea en muchos lugares de nuestro país generalmente en la construcción de un inmueble, en este sistema se emplea ladrillos de arcilla cocido, vigas y columnas. En estos tipos de edificaciones se

realizan primero la construcción de los muros de ladrillo, posteriormente se procede al armado y vaciado de las columnas, luego se procede con el armado de la losa. Este sistema confinado está compuesto por cuatro elementos: unidad de albañilería, unidad del concreto, unidad de acero y la unidad del concreto



*Figura 11.* Muro de albañilería confinada. Fuente: Youtube.

### **Estabilidad de viviendas**

Oviedo (2016) expreso que: Es aquel atributo que se destina a una vivienda de acuerdo con su configuración geométrica y a las técnicas de diseño que se empleó, ya sea para soportar los efectos de una fuerza ocasionado por un fenómeno o desastre natural, dentro de ellos se encuentran un movimiento sísmico, acción de la gravedad y el efecto de los vientos.

Según señalo la revista Ingeniería de Construcción (2012) la estabilidad de una vivienda se logra:

Cuando se construye de acuerdo con el diseño y normas vigentes del RNE, siguiendo con los parámetros de configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y buenos materiales, el cual ofrecerá una resistencia ideal ante los daños posibles que puedan ocasionar las fuerzas de fenómenos naturales frecuentes. Para lograr una vivienda con un alto índice de estabilidad se deben de seguir ciertos requerimientos, ya sea en la instalación correcta de muros en caso de ser portantes o de división, la correcta colocación de vigas de amarre ya que todos estos elementos brindasen la seguridad necesaria ante un movimiento o desastre natural

## **Comportamiento del esfuerzo de compresión**

Para Oviedo, R. (2016) Generalmente:

La resistencia a la compresión se obtiene de muestras tubulares de concreto con una proporción entre la altura con su diámetro el cual será equivalente a dos. Las muestras son colocadas de forma longitudinal en una tasa de lenta deformación, para poder obtener su máxima deformación se dará de 2 a 3 minutos. La resistencia a la compresión se logrará a los 28 días. Por lo general varía entre 140 y 560 Kg/cm<sup>2</sup>. También, se puede utilizar cilindros más pequeños.

## **Comportamiento del esfuerzo de tensión**

Oviedo, R. (2016) indico que.

Es posible que se pueda obtener de forma directa de las muestras sometidas a tensión, ya que por lo general es el 20% o menor que el esfuerzo a la compresión. Sin embargo, debido a las dificultades experimentales de lograr la tensión axial en los especímenes y a las incertidumbres respecto de los esfuerzos secundarios inducidos por los dispositivos de sujeción, rara vez se utiliza la prueba a tensión directa.

## **Comportamiento del esfuerzo biaxial**

Según Oviedo, R. (2016) indica. “Una de las condiciones del esfuerzo biaxial sucede si aquel esfuerzo principal actúa en ambas direcciones, concluyendo de que los esfuerzos que actúan en un plano y el tercer esfuerzo principal tiende a cero”.

## **Comportamiento del esfuerzo triaxial**

Según Oviedo, R. (2016) “La resistencia y la ductilidad del concreto incrementan notablemente al ser sometido al ensayo de compresión triaxial. La siguiente ecuación grafica el comportamiento triaxial del concreto”:

$$f'_{cc} = f'_{c} + 4.1 f_l \text{ (lb / Plg}^2\text{)}$$

## **Dimensiones de la estabilidad de viviendas**

Según Oviedo, R. (2016) las dimensiones de la estabilidad de vivienda se basan en dos aspectos relacionados al comportamiento del concreto: Comportamiento bajo el esfuerzo uniaxial y Comportamiento bajo fuerzas combinadas.

### **Dimensión 1: Comportamiento bajo el esfuerzo uniaxial**

Para Oviedo, R. (2016) se caracteriza por qué:

Solo en un caso especial se somete al ensayo de esfuerzo del concreto en una sola dirección. A este esfuerzo unidireccional se conoce como esfuerzo uniaxial. En casi todos los casos se somete al ensayo de forma simultánea al concreto en varias direcciones, sin embargo, hay casos en que se puede justificar el suponer una condición de esfuerzo uniaxial.

### **Dimensión 2: Comportamiento bajo fuerzas combinadas**

De acuerdo con lo que indicó Oviedo, R. (2016) ocurre que:

En la mayoría de las estructuras someten al concreto al ensayo directo y la cortante que se ejerce en varias direcciones. Se considera el equilibrio de la fuerza que ejerce en una estructura. En varias estructuras son sometidos el concreto al efecto de la cortante y de los esfuerzos en varias direcciones. Tomando en cuenta el equilibrio de las fuerzas que actúan en un elemento de concreto, se demostró que podemos disminuir a cualquier situación de esfuerzos combinados a tres esfuerzos normales que actúan en tres planos mutuamente perpendiculares. Estos tres esfuerzos normales son los esfuerzos principales y los esfuerzos cortantes que actúan en estos planos son cero.

### **Esfuerzo de compresión**

Chang y Pere (2015) indicaron que: “El esfuerzo de compresión es aquella resultante obtenidas de la tensión o presión que existen en un elemento alterable o medio continuo, ya que tiende a una disminución de su volumen y a un acortamiento del cuerpo en una determinada dirección”.

Se concluye; la compresión tiende a ser un proceso físico o mecánico ya que consiste en someter a un elemento a la acción de dos fuerzas opuestas para lograr la disminución de su

volumen. Al esfuerzo de compresión se le conoce como al resultado de esas tensiones.

## **Carga**

Indica Chang, y Pere (2015) que es aquella fuerza externa que ejerce sobre los distintos elementos. Se puede apreciar tres tipos de cargas, como son: la carga cíclica, dinámica y estática.

### **Carga estática**

Para Chang y Pere (2015) Es aquella fuerza aplicada progresivamente desde un valor inicial igual a cero hasta su máximo valor  $F$ . Es decir, aquella carga que no presenta variación en su magnitud durante un tiempo

### **Carga dinámica**

Para Chang y Pere (2015) se considera como:

Es aquella fuerza aplicada en forma repentina logrando variar su magnitud y ubicación durante un tiempo. En este caso el esfuerzo que se produce es superior que la carga estática, ya que la energía cinética de la carga es absorbida de manera flexible por la pieza, el cual originara un incremento de la tensión. Dicho aumento puede ser mayor que la propia tensión estática. Las cargas dinámicas se dividen en tres: carga súbita, de choque libre y de choque forzado.

La carga súbita es cuando el valor máximo es aplicado instantáneamente.

La carga de choque libre es cuando está producida por la caída de un cuerpo sobre un elemento resistente.

La carga de choque forzado es cuando una fuerza obliga a dos masas que han colisionado a seguir deformándose después del impacto.

### **Carga cíclica o alternada**

Según Lamus y Andrade (2017) Dicha carga puede cambiar de dirección o de magnitud (en algunos casos ambos) de forma cíclica o alternada (cigüeñal, amortiguadores, etc.).

## **Deformación o alargamiento**

Tomando como referencia a Lamus y Andrade (2017) Se produce cuando

Se somete un elemento a un esfuerzo, dicho elemento experimentara una deformación. Dicha deformación es la variación en las dimensiones del elemento. Es susceptible a ser medido en unidades de longitud, área o volumen, pero dichas medidas dependerán de la dimensión de la muestra. Ya que no es lo mismo una deformación de 0.001m en una muestra de 0.01m, que en una carretera de 1 km. Para dar cifras generales la deformación es expresada en porcentaje. Para ello dividimos el cambio en la dimensión entre la dimensión original y lo multiplicamos por 100.

Formula:

$$\text{Deformación} = \frac{\text{Dimensión final}}{\text{Dimensión inicial}} \times 100$$

### **Deformación elástica**

Mott, R. (2000) expresó que:

Es aquel valor máximo de un esfuerzo aplicado para que dicha deformación sea elástica, es denominada limite, durante una deformación elástica se produce una variación de su volumen, luego se recupera su forma al cesar la carga, por ello se conoce como una deformación elástica ya que dicha deformación es reversible y no permanente

### **Deformación plástica**

Mott (2000) expresó que: Es aquella deformación que experimentará un elemento al ser sometido a un esfuerzo y que no logrará recuperar su estado inicial, esta deformación será llamada plástica.

## **1.4 Formulación del problema**

Partimos, como mencionamos en la problemática, el área de estudio y cuáles son sus consecuencias, muy aparte de los problemas mencionados, existen algunos inconvenientes que se originan por el continuo uso del método tradicional de un reforzamiento a las

estructuras existentes el cual genera elevar costos y emplear materiales que en muchos casos son de difícil acceso por la geografía del lugar, es por ello que nuestra propuesta de emplear la fibra de carbono es una alternativa más factible al tradicional.

#### **1.4.1 Problema general**

¿En qué medida el reforzamiento estructural mejorará la estabilidad de las viviendas en las laderas del cerro el Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018?

#### **1.4.2 Problemas específicos**

##### **Problema específico 1**

¿En qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono mejorará el comportamiento bajo el esfuerzo uniaxial de las viviendas en las laderas del cerro el Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018?

##### **Problema específico 2**

¿En qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono mejorará el comportamiento bajo fuerzas combinadas de las viviendas en las laderas del cerro el Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018?

### **1.5 Justificación del estudio**

#### **Justificación teórica**

El presente proyecto busca brindar aportes teóricos y prácticos sobre un reforzamiento estructural para lograr estabilidad en viviendas. Este informe aportara conocimientos científicos validados y que podrá ser útil para el manejo de problemáticas y contextos similares en los cuales se realiza una edificación de viviendas sin considerar los aspectos técnicos y las normas que garanticen la calidad de la construcción.

#### **Justificación practica**

El presente proyecto brinda detalles sobre los procesos que se llevaran a cabo en un reforzamiento estructural que permita la estabilidad de viviendas que se ubican en laderas del cerro El Ermitaño distrito de Independencia. Toda esta instrucción servirá como guía en el sector de la construcción civil ya que se da como un conjunto de actividades que buscan obtener una solución ideal a una necesidad, que en este caso corresponde a lograr la resistencia a movimientos telúricos en zonas tan frágiles como las que forman parte de

la población de estudio del presente proyecto.

### **Justificación pedagógica**

El presente proyecto solicitara la preparación de varios instrumentos y mecanismos que en su momento serán validados y sometidos a confiabilidad que permitirá su estandarización, Todos estos instrumentos y procesos podrán ser utilizados en investigaciones similares o en estudios que busquen mejorar los procedimientos empelados para lograr la estabilidad en viviendas ubicadas en laderas.

### **1.6 Hipótesis**

La hipótesis para mi proyecto de investigación, es la idea que se trata de demostrar basándome en la relación de la teoría y la realidad empírica con la investigación, por lo tanto, mi hipótesis sirve para demostrar o dar solución a mi problema general planteado.

#### **1.6.1 Hipótesis general**

El reforzamiento estructural con fibra de carbono logra mejorar la estabilidad de las viviendas en las laderas del cerro el Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018.

#### **1.6.2 Hipótesis específicas**

##### **Hipótesis específica 1**

El reforzamiento estructural con fibra de carbono mejora el comportamiento bajo el esfuerzo uniaxial de las viviendas en las laderas del cerro el Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018

##### **Hipótesis específica 2**

El reforzamiento estructural con fibra de carbono mejora el comportamiento bajo fuerzas combinadas de las viviendas en las laderas del cerro el Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018.

### **1.7 Objetivos**

Los objetivos elegidos deben de contrastarse con la realidad, ser entendibles y poder ser medibles, ya que ello nos indicara el propósito o fin al que deseamos llegar.

### **1.7.1 Objetivo general**

Determinar en qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono mejora la estabilidad de las viviendas en las laderas del cerro el Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

#### **Objetivo específico 1**

Determinar en qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono mejora el comportamiento bajo el esfuerzo uniaxial de las viviendas en las laderas del cerro el Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018.

#### **Objetivo específico 2**

Determinar en qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono mejora el comportamiento bajo fuerzas combinadas de las viviendas en las laderas del cerro el Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018

## **II. MÉTODO**

## **2.1 Tipo de investigación**

Valderrama (2014, p. 184) la investigación aplicada es una labor inapelable y específico que se da con la intención de demostrar principios generales, este modelo de investigación es concorde a un ejemplo de averiguación, en el mundo de la investigación científica y que esté relacionada a la investigación básica y el desarrollo experimental.

Desde su perspectiva del autor la investigación es aplicada, debido a que se centra en la validación de los conocimientos ya existentes. En este caso estos conocimientos están referidos al reforzamiento estructural de muros, y la estabilidad de viviendas las cuales podrán causar un efecto beneficioso en las viviendas de las laderas del Cerro El Ermitaño, tomando como base los lineamientos teóricos o características que se describen en esta investigación.

## **Enfoque de la investigación**

Valderrama (2014, p. 192) es una etapa sistemática cuantitativo de una investigación, que posee como recurso la recopilación de información con la intención de poder demostrar una teoría que se enfoca en la valoración numérica y en un estudio detallado, con la intención de fijar modelos de conducta y poder demostrar la hipótesis.

Este proyecto es de enfoque cuantitativo porque los datos fueron procesados estadísticamente con el propósito de poder establecer conclusiones acordes a los objetivos de investigación. Los resultados han sido organizados en función de tablas y figuras porcentuales que describen adecuadamente las propiedades de la variable y sus dimensiones.

## **2.2 Nivel de la investigación**

Valderrama (2014, p. 192) el nivel está enfocado al conocimiento, característica e identificación de lo peculiar, más elemental del objetivo de estudio, en este sentido, debe dar solución a las preguntas: ¿cómo es? ¿Cuáles son? Y demás interrogantes que respondan a las características de las variables.

El motivo de este proyecto fue demostrar en qué medida se logra mayor estabilidad en las viviendas del Cerro El Ermitaño a partir del reforzamiento de los muros utilizando fibra de carbono, por lo tanto, nuestra investigación es de tipo explicativo.

### 2.3 Diseño de la investigación

Según Valderrama (2014, p. 178) el diseño experimental, es aquel que se realizara al maniobrar las variables, ya que los hechos o acontecimientos el investigador puede alterar de manera intencional durante el proceso de la investigación”.

Tomando como referencia la definición dada por Valderrama, se puede afirmar que esta investigación es de diseño, pre experimental, con un solo grupo y pre test y pos test.

Es de tipo experimental, debido a que se ha manipulado la variable independiente que corresponde a reforzamiento estructural, para ver sus efectos en la variable dependiente que está referida a la estabilidad de viviendas, dentro del contexto del Cerro El Ermitaño, en Lima.

Corresponde a un diseño pre experimental debido a que el investigador es capaz de controlar los procedimientos que se empleen durante el proceso de reforzamiento estructural de los muros utilizando para ello la fibra de carbono. Este control es de nivel medio.

Es de pre y pos-test, ya que, se realizará mediciones a los muros antes y después de aplicar el proceso de reforzamiento con fibra de carbono.

Este diseño se puede representar de la siguiente manera:



Donde:

M = Muros de albañilería.

X = Reforzamiento de estructural con fibra de carbono.

O<sub>1</sub> = Pretest Prueba de carga lateral cíclica

O<sub>2</sub> = Pos test Prueba de carga lateral cíclica

## **2.4 Variables, Operacionalización**

### **2.4.1 Variable independiente: Reforzamiento estructural**

Como lo especifica la Guía Técnica para Reducir el Riesgo de Viviendas en Laderas (2018) estas actividades se refieren:

Al fortalecimiento de las estructuras de una construcción tiene la finalidad de ser capaz de sostener una edificación a partir del aumento de carga y desempeño de una estructura, un reforzamiento se realizará cuando la estructura tenga un deficiente diseño o se ejecute un mal proceso de construcción por parte del personal destinado a dicha ejecución. Los métodos para utilizar para el reforzamiento suelen ocasionar modificación en la firmeza, ductilidad y estabilidad en las viviendas y deben ser tomadas en cuenta cuando modificara las cargas que afectaran a la estructura

### **2.4.2 Variable dependiente: Estabilidad de viviendas**

Oviedo (2016) expreso que:

Es aquel atributo que se destina a una vivienda de acuerdo a su configuración geométrica y a las técnicas de diseño que se empleó, ya sea para soportar los efectos de una fuerza ocasionado por un fenómeno o desastre natural, dentro de ellos se encuentran un movimiento sísmico, acción de la gravedad y el efecto de los vientos.

## 2.4.3 Operacionalización

**Tabla 2.** Operacionalización de la Variable Independiente: reforzamiento estructural

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica e Instrumento
<b>REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL</b>	<p>Al fortalecimiento de las estructuras de una construcción tiene la finalidad de ser capaz de sostener una edificación a partir del aumento de carga y desempeño de una estructura, un reforzamiento se realizará cuando la estructura tenga un deficiente diseño o se ejecute un mal proceso de construcción por parte del personal destinado a dicha ejecución. Los métodos a utilizar para el reforzamiento suelen ocasionar modificación en la firmeza, ductilidad y estabilidad en las viviendas y deben ser tomadas en cuenta cuando modificara las cargas que afectaran a la estructura</p>	<p>El Reforzamiento Estructural empleando la fibra de carbono aumentará la estabilidad en viviendas ubicadas en las laderas, para ello se considerará tres elementos constructivos básicos: muro de albañilería armada, seca y confinada, lo que conlleva a la disminución de desplazamiento y la eliminación de agrietamiento, con el resultado obtenido en el laboratorio.</p>	<p>Reforzamiento de muro de albañilería armada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminación de fisuras</li> <li>- Disminución de desplazamiento</li> <li>- Eliminación del agrietamiento</li> </ul>	<p>Ensayo de control</p> <p>Prueba de carga lateral cíclica</p>
			<p>Reforzamiento de muro de albañilería seca.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminación de fisuras</li> <li>- Disminución de desplazamiento</li> <li>- Eliminación del agrietamiento</li> </ul>	
			<p>Reforzamiento de muro de albañilería confinada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminación de fisuras</li> <li>- Disminución de desplazamiento</li> <li>- Eliminación del agrietamiento</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3. Operacionalización de la Variable Dependiente: Estabilidad de viviendas**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica e Instrumento
<b>ESTABILIDAD DE VIVIENDAS</b>	Es aquel atributo que se destina a una vivienda de acuerdo a su configuración geométrica y a las técnicas de diseño que se empleó, ya sea para soportar los efectos de una fuerza ocasionado por un fenómeno o desastre natural, dentro de ellos se encuentran un movimiento sísmico, acción de la gravedad y el efecto de los vientos.	Dentro de la estabilidad de una vivienda se consideran dos elementos esenciales: Comportamiento bajo el esfuerzo uniaxial y comportamiento bajo fuerzas combinadas, el cual se obtendrá del ensayo al esfuerzo de compresión realizado en el laboratorio.	Comportamiento bajo el esfuerzo uniaxial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportamiento del esfuerzo de compresión.</li> <li>- Comportamiento del esfuerzo de tensión</li> </ul>	Ensayo de control
			Comportamiento bajo fuerzas combinadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportamiento del esfuerzo biaxial.</li> <li>- Comportamiento del esfuerzo triaxial</li> </ul>	Prueba de carga lateral cíclica

Fuente: Elaboración propia.

## **2.5 Población**

Con referencia a la población, según Valderrama (2014, p. 172) es definida como aquella agrupación de unidades, propiedades o sujetos que serán sometidos a nuestro estudio, debido a que se detallan una característica o propiedad en común que interesa ser estudiado.

En esta investigación la población estará conformada por las viviendas de la ladera del cerro El Ermitaño, en el distrito de Independencia, las cuales forman parte de la problemática identificada dentro del análisis de esta investigación.

## **2.6 Muestra**

Según Valderrama, S. (2014, p. 182) es considerada como una muestra o fracción a la parte del total de una población que será objeto de estudio, el cual tiene un atributo en particular, el motivo de estudio que interesa al investigador.

Para dicha investigación mi muestra de estudio estará conformada por una vivienda ubicada en el Asentamiento Humano El Paraíso del distrito de Independencia.

## **2.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.7.1 Técnicas**

Citando a Valderrama (2014) “La técnica se refiere a un conjunto de procedimientos sistematizados, que servirá para solucionar los problemas prácticos”. (p.189)

Las técnicas que se proyecta a utilizar en esta investigación corresponden a la comprensión y la observación directa.

### **2.7.2 Instrumentos**

Según Valderrama, et. al (2014, p.191) cuando nos referimos a los instrumentos para la recolección de datos “es aquel principio, cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información”.

Para esta investigación se diseñó una lista de cotejo con la cual se recolectó información sobre la prueba de comprensión diagonal a la que fueron sometidos los muros, como parte de los procedimientos que se realizaron en el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería, que forma parte del objetivo de esta investigación.

### **2.7.3 Validez**

Valderrama, (2014, p.193) “se conoce como validez de un instrumento de recolección de datos a las características que refieren la capacidad de dicho instrumento para cuantificar de manera proporcional y adecuada las características de los sujetos que son el propósito de estudio”.

Para poder validar los instrumentos fue necesario llevar a cabo una serie de procedimientos, dentro de ellos se encuentra el proceso de validación de instrumentos por juicio de expertos. El instrumento fue validado por tres expertos ingenieros civiles y colegiados.

### **2.7.4 Confiabilidad**

Valderrama, S. (2014, p.195) en cuanto a la confiabilidad señala que “es el grado en que un instrumento brinda resultados que son consistentes y coherentes. Por tanto, la aplicación del instrumento de manera repetida otorga resultados que son iguales”.

Para la confiabilidad de cada uno de los instrumentos que se utilizará en esta investigación, se utilizará la prueba de compresión diagonal, recolectando datos en cada una de las muestras, que fueron sometidos a un análisis estadístico con la finalidad de poder determinar cuál es la estructura que mayor confiabilidad en lo referente al reforzamiento estructural de los muros de las viviendas utilizando para ello la fibra de carbono.

## **2.8 Método de análisis de datos**

Valderrama (2014, p.198) sobre el método de análisis de datos expresa: “son un conjunto de técnicas que consiste en el estudio de los hechos y el uso de sus expresiones en cifras, con la finalidad de lograr obtener información que resulte válida y confiable”.

Se obtuvo información sobre esta investigación, al realizar diversas comprobaciones en el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

## **2.9 Aspectos éticos**

A decir por Valderrama, S. (2014, p.221) sobre los aspectos éticos de una investigación: “La investigación no es sólo un acto técnico; es un acto responsable, y desde esta perspectiva la ética de la investigación hay que plantearse como un subconjunto dentro de la moral general, aunque aplicada a problemas mucho más restringidos que la moral general, puesto

que nos estaríamos refiriendo a un aspecto de la ética profesional”.

En esta investigación el aspecto ético está orientados a que los datos recogidos provienen de la muestra de estudio y se procesaran de forma fidedigna sin adulteraciones. Cada uno de los datos recolectados se encuentra registrado en los instrumentos que se aplicará durante la recolección de datos.

También se tendrá en cuenta lo siguiente:

- No habrá prejujuamiento.
- No se adulterarán los datos recolectados en los ensayos o pruebas, para favorecer el proceso de investigación.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1 Características del muro original

Las muestras que se tomaron en cuenta para nuestro Proyecto constan de tres muretes de 0.60 m x 0.60 m, contruidos de ladrillo de arcilla cocida, King Kong de 18 hueco: marca STARK, por ser el material utilizado en el sector que es parte de nuestro estudio



*Figura 12.* Muestra elaborada. Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Para el presente proyecto se elaboró tres muestras de albañilería que consto de tres muretes de 0.60 m. x 0.60 m. con junta de 0.01 m. de los cuales se tomó la muestra M 3, por ser del tipo de construcción que se emplea en dicho sector que es materia de nuestro estudio. Tomando en cuenta que la muestra a analizar se realizó a los 15 días de ser elaborada.

## **Característica del muro original**

El muro original de dimensión 0.60 m. x 0.60 m. de aparejo de soga, con una junta de 0.01 m. (Fig. 12) construido como muro portante con una dosificación de 1: 3, es del tipo característico del sector donde nos enfocamos en nuestro proyecto, dichas construcciones son elaboradas con este tipo de material y con las características comunes del proceso constructivo que emplean este tipo de muro como elemento estructural, dejando de lado otros elementos que cumplen función estructural.

Cuando un muro de albañilería no cuenta con un adecuado confinamiento o de un adecuado refuerzo en el elemento confinante, surgen las fallas comunes en estos elementos como son las grietas los cuales dan origen a la falla en los muros.

## **3.2 Tipos de falla**

### **3.2.1 Falla de corte por deslizamiento**

Los agrietamientos que son generados por deslizamiento se presentan en la junta horizontal del mortero, ocasionado por la falla de adherencia por corte en la junta, lo que fue ocasionado por la mínima adhesión de los bloques de albañilería y el mortero

### **3.2.2 Falla por corte**

Los agrietamientos que se generan por este tipo se presentan como forma de escalera siguiendo la junta del mortero, su característica es la forma diagonal a lo largo de los muros ocasionado por la tensión de la tracción diagonal o el esfuerzo de corte que son producidos en el muro.

### **3.2.3 Falla por flexión**

Los agrietamientos se dan en forma vertical en las esquinas y del centro, suelen presentarse en los muros esbeltos lo que conlleva a la falla de compresión por flexión en una esquina o talón comprimido el murete.

### **3.2.4 Falla de aplastamiento por compresión diagonal**

Este tipo de falla se genera al producir una gran tensión de compresión en una esquina del muro lo que generara una falla por aplastamiento de la zona cuando el muro es de poca calidad o cuando el muro es delgado.

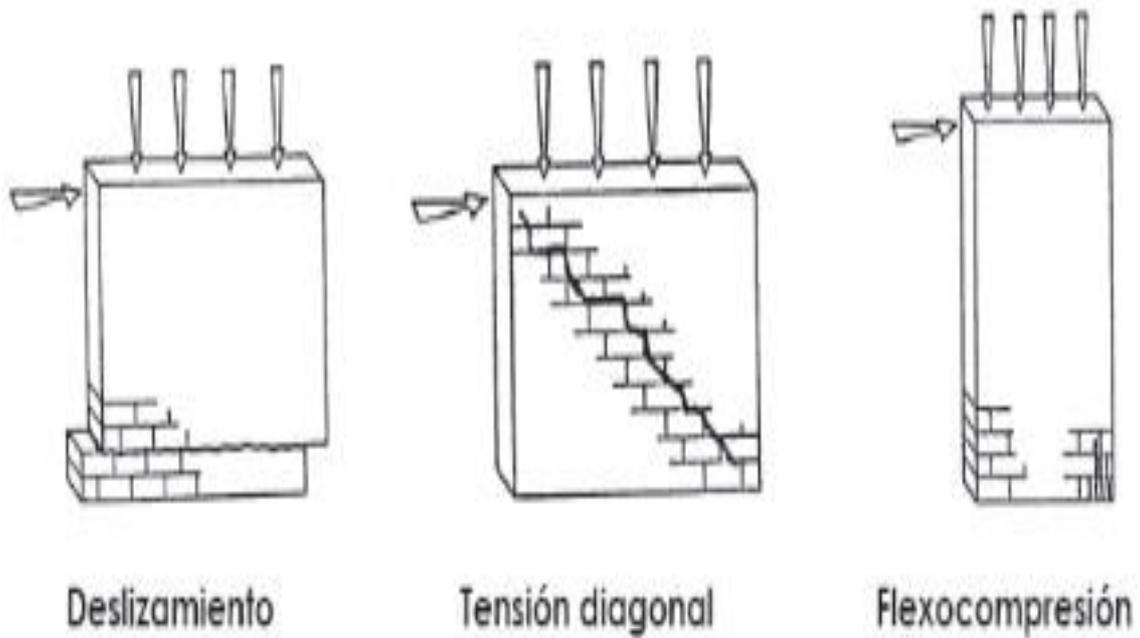


Figura 13. Tipos de falla en los muros de albañilería. Fuente: Youtube.

### 3.3 Ensayo del muro original

Partiendo de nuestro proyecto en donde tomaremos la muestra del muro -3, donde dicho elemento conto con una dosificación 1: 3, dicho murete reforzado empíricamente por los pobladores que autoconstruyen sus viviendas, servirá como referencia en el ensayo que se realizará.



Figura 14. Murete original de 0.60 m. x .060 m. M-3. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.1 Instrumentación y fase del ensayo

El ensayo que se realizara fue de compresión Diagonal en murete de albañilería, lo que consistió en aplicar una fuerza de compresión en una diagonal en la muestra M-3, a 15 días de su elaboración, empleando para ello el equipo de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO del Laboratorio N°1 de Ensayo de materiales “Ing. Manuel Gonzales de la Cotera” de la Universidad Nacional de Ingeniería. En este ensayo el murete, produce un estado de sus esfuerzos a compresión a lo largo de su diagonal en donde es aplicado el esfuerzo, pero a la vez produce un estado de esfuerzo de tensión a lo largo de su diagonal perpendicular a lo produce la compresión



*Figura 15.* Muestra M – 3 siendo sometida al ensayo. Fuente: Elaboración propia.

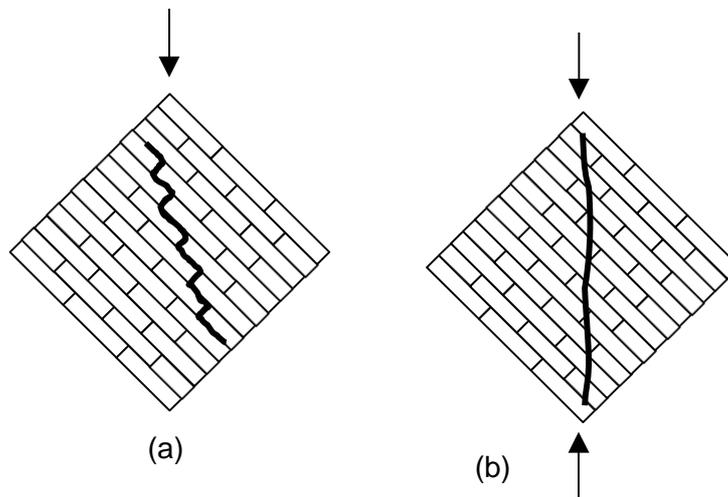


Figura 16. Tipo de falla del murete M – 3 por compresión diagonal. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.** Resultados de las tres muestras analizadas sin refuerzo.

Muestra	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Área Bruta (MM <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KG.)	Compresión Diagonal (KG / CM <sup>2</sup> )
M - 1	30/10/2018	15/11/2018	768.6	8100	7.5
M - 2	30/10/2018	15/11/2018	769.2	6800	6.2
M - 3	<b>30/10/2018</b>	<b>15/11/2018</b>	<b>776.6</b>	<b>9800</b>	8.9

### 3.4 Reforzamiento del murete M – 3 con fibra de carbono

En nuestro medio, la fibra de carbono se encuentra disponible en presentaciones de rollos de 0.50 m. de ancho y de 50.00 m. de largo con un espesor de 0.17 mm. Con una resistencia a la tracción de 38000 kg/cm<sup>2</sup> y con su módulo de elasticidad de 2270000 kg/cm<sup>2</sup>, se debe de tener muy presente que dicha resistencia se dará en dirección longitudinal (a todo lo largo del rollo), muy al contrario, en su dirección transversal (ancho el rollo) la resistencia será nula.



*Figura 17.*Tipos de fibra de carbono. Fuente: Youtube.

### **3.5 Instalación de la fibra de carbono**

En un primer momento la presentación de fibra de carbono se adecuó en una sola dirección y para ello se empleó una tijera, de acuerdo a la medida del murete M-3, para ello se utilizó un rodillo y se aplicó el Sika Carbodur sobre la superficie limpia y seca, luego con una espátula se procedió a sellar toda imperfección de la muestra M-3



*Figura 18.* Modelamiento de la fibra de carbono. Fuente: Youtube.

### 3.6 Ensayo del murete M-3 rehabilitado.

En esta fase del ensayo del murete M-3 rehabilitado fue similar al del murete original con la diferencia que en esta ocasión se le agregó la fibra de carbono con bandas de 5.5 cm y de 6 cm de ancho paralelo al sentido del ladrillo, se presentó un tipo de falla frágil, por lo tanto, el muro tuvo su falla al deslizarse la junta central del mortero lo que impidió llegar a la resistencia deseada. El refuerzo pudo controlar el grosor de la grieta diagonal ya que en el muro original se dio una grieta de 8.5 mm, mientras que el murete reforzado se obtuvo una grieta de 2.1 mm. Se puede apreciar que dicha muestra aumentó significativamente su resistencia última con un ahorro significativo de material.



*Figura 18.* Esquema de refuerzo de los muros. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 19.* Muestra reforzada siendo sometida a ensayo. Fuente: Elaboración propia.

## **IV.DISCUSIÓN**

Tomando los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio y de las teorías relacionadas al tema, se pudo determinar que implementando la fibra de carbono para lograr un reforzamiento estructural para lograr estabilidad en viviendas ya construidas y que están ubicadas en las laderas de cerro, presenta una solución alterna al método tradicional constructivo, por ser un material de fácil aplicación y cumple con los requerimientos estructurales.

H 1: “El reforzamiento estructural con fibra de carbono mejora el comportamiento bajo el esfuerzo uniaxial de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018.”

Tomando como referencia la investigación realizada por el Dr. Ing. Zavala Toledo, “Reducción del riesgo en áreas Vulnerables del distrito de Independencia, provincia de Lima – Guía Técnica para reducir la vulnerabilidad de viviendas en laderas” (2018). En dicha investigación se llegó a la conclusión de que generalmente las viviendas son construidas por sus propietarios y tienen un alto índice de colapsar ante un movimiento sísmico, lo que conlleva a la imperiosa necesidad de reforzar los cimientos y de los elementos estructurales.

El proyecto se basó en los resultados obtenidos de laboratorio ya que por lo general los muros de mampostería están diseñados para resistir cargas axiales, pero sin embargo ante un sismo genera una carga lateral lo que originara el agrietamiento, investigaciones recientes se han focalizado en mejorar la respuesta al corte de los muros mediante la utilización de la fibra de carbono ya sea de manera transversal o cubriendo toda la superficie del muro, dicho ensayo mostro el resultado notable en su capacidad de carga y ductilidad brindando la estabilidad y seguridad a las familias que habitan dicha vivienda.

H 2: “El reforzamiento estructural con fibra de carbono mejora el comportamiento bajo fuerzas combinadas de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018”

Tomando como referencia la investigación realizada por Julio Horoichi.” Manual para la reducción de riesgos de viviendas en el Perú, enfocado en viviendas de material noble ejecutadas por el autoconstrucción en los AAHH de Lima Metropolitana (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento)” (2016). Busca difundir de manera eficaz el sistema constructivo denominado Albañilería Confinada, así como también de conocer el tipo de suelo donde se pretende construir.

Dicho proyecto concluye con el autor que implementando el reforzamiento estructural utilizando la fibra de Carbono brindara estabilidad en viviendas que se ubican en dicho sector, que son en la mayoría realizados por aquellos procesos autoconstructivos, incumpliendo toda norma de seguridad lo que conlleva a ser vulnerables ante un movimiento sísmico, ya que al ser sometido a dicho esfuerzo logro mejorar notablemente su comportamiento en comparación a un muro sin reforzar, cuando es reforzado en ambos lados del muro por la fibra de carbono aumenta su resistencia y modifica el tipo de falla .

## **V. CONCLUSIONES**

- Nuestro punto de inicio a dar solución a esta problemática de factor social es brindar una propuesta de acorde a la situación donde se desarrolla, dando a conocer que además de dicha solución planteada se debe de tener en cuenta otros factores decisivos que influyen a mejorar la estabilidad de una vivienda como lo son: tipo de suelo, estabilización del talud natural, tipo de construcción y del material a utilizar.
- El aporte de mi investigación es de dar una solución alterna y factible al tradicional, brindando los beneficios que se obtendrán al utilizar este recurso.
- Al implementar este sistema alternativo en comparación al sistema constructivo tradicional los valores de resistencia de las unidades de albañilería presentan un gran cambio en su comportamiento estructural.
- Las unidades de albañilería reforzada con la fibra de carbono al ser sometidos a esfuerzos de corte, logro mejorar notablemente su comportamiento a comparación con el sistema de albañilería tradicional.
- Se puede decir que el uso de la fibra de carbono distribuidas ortogonalmente al punto de aplicación de la carga, logro mejorar la resistencia y ductilidad y más aún aumenta su esfuerzo cuando son reforzados en ambos lados del muro.
- A diferencia del sistema constructivo tradicional, donde dicho sistema se tiene que realizar perforaciones en el muro para conectar elementos estructurales llámese las mallas electrosoldadas o de aquellas ranuras para poder adicionar varillas horizontales, el reforzamiento utilizando la fibra de carbono simplemente son pegadas al muro o estructura mediante una resina epoxico a reforzar sin ocasionar algún daño adicional en la albañilería.
- Se debe de tomar en consideración que el uso de esta tecnología solo brindara un reforzamiento a la estructura ya diseñada, es por ello que se tiene que considerar la importancia de una buena construcción, siguiendo lo correctos procesos constructivos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Antes de aplicar dicho refuerzo a la estructura, tomar en cuenta el tipo de daño que presenta dicha vivienda, ya que en la mayoría de los casos se deben a un mal proceso constructivo ya que se debe de partir por una correcta estabilización del talud, además del tipo de material utilizado lo que brindara un mejor desempeño a la vivienda.
- Se recomienda la implementación de un refuerzo estructural en base de materiales de fibra de carbono ya que es un material ligero y poseen propiedades estructurales de alta resistencia a la tracción y además evita la corrosión en elementos estructurales.
- Al momento de utilizar dicha fibra de carbono brindara un refuerzo de tracción, aportando la fibra el esqueleto resistente a la estructura brindando estabilidad.
- El refuerzo planteado se muestra de manera pasiva por ser de simple adhesión para secciones armadas y pretensadas, ya que debemos considerar que nuestro refuerzo en base a la fibra de carbono como aquel refuerzo secundario que buscara brindar estabilidad si se produjera una perdida inesperada o accidental del refuerzo original, ya que la carga actuante ante una situación así no provocara el colapso de la estructura.
- Esta técnica planteada permite que la lámina de FRP absorbe los esfuerzos de tensión ocasionados durante un sismo y disminuirá los esfuerzos de corte que soportara el muro, ya que el FRP aumenta la rigidez de los muros y disminuye el espesor de las fisuras por lo que presenta una menor falla frágil por corte.

## **VII. REFERENCIAS**

**ALVA**, Jorge. Diseño de Cimentaciones. 1ª. ed. Lima: Instituto de la construcción y gerencia, 2012. 66 pp.

**BLANCO**, Antonio, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado 2ª. Ed. Lima: PRINTED IN PERU, 2011.303 pp.

**BRAJA**, Das. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. 2a. ed. Mexico.D. F: International Thomson Editores, 2010. 594 pp.

**CAMPOS**, Jorge, y **GUARDIA**, German “Apoyo didáctico al aprendizaje de la mecánica de suelos mediante problemas resueltos “Licenciatura Ingeniería Civil. Cochabamba: Universidad mayor de San Simón, 2005. 946pp.

**CHOPRA**, Anil. Dinámica de Estructuras 4ª. Ed. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación de México, S.A. de C.V, 2014. 835pp. ISBN: 978-607-32- 2239-6

**DELGADO**, Genaro. Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado. 10ª. Ed. Lima: Edicivil S.R.Ltda.2012.225 pp.

Diseño Sismo resistente: Estructuras – Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: E.030, 2016. 10p.

**GALLO**, Olvera. “Diseño Estructural de Casas Habitación”. 2ª. Ed.

México, D.F: Mc Graw Hill/ Interamericana Editores 2005. 193 pp.

**GONZALES**, Jorge y **ALVARADO** Moisés. Análisis y Diseño estructural de una vivienda de dos plantas. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil) Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, 2009. 128 pp.

**HARMSSEN**, Teodoro E. 2005. Diseño de Estructuras de Concreto Armado. Lima: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. ISBN 9972-42-730-7.

**HERNÁNDEZ**, Luis. Diseño Estructural de un edificio de Vivienda de Albañilería Confinada. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil) Lima: Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2012. 101 pp.

**HERNÁNDEZ**, Roberto. **FERNÁNDEZ**, Carlos y **BAPTISTA** L., Pilar 2006. Metodología de la Investigación Ispalapa: McGRAWHILLINTERAMERICANA EDITORES, SA DE C.V., 2006.90-10-5753-8.

**HERNÁNDEZ S.**, Roberto, **FERNÁNDEZ C.**, Carlos y **BAPTISTA L.**, María. 2010. Metodología de la Investigación: Quinta edición. México D. F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2010.978-607-15-0291-9

**HERNÁNDEZ**, **FERNÁNDEZ** y **BAPTISTA**. 2010. Metodología de la Investigación. México D. F.: Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736, 2010.ISBN: 978-607-15-0291-9.

**KOROIWA H.**, Julio y **SALAS P.**, Joel. 2009. Manual para la reparación y reforzamiento de viviendas de albañilería confinada dañadas por sismos. Lima: Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, 2009. 2009-11539.

**KOROIWA**, Julio. 2016. Manual sobre la reducción de riesgo de viviendas en Perú 2016.

**LAUCATA**, Johan. 2013. Vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales. Lima: s.n., 2013.

La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2001), “Manual de Construcción, Evaluación, y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas de Mampostería” 1ª.ed. Santafé de Bogotá, CO; 2001, 173pp.

**LEMUS**, Juan y **ROMERO**, Yaider. Diseño de un prototipo de viviendas sostenible en madera para la región de la Mojana. Tesis (Título en Ingeniería Civil) Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2014. 68 pp.

**MIANO**, Oscar., E. 2013. Supervisión y seguridad en el sector construcción. Lima: Ediciones Miano ingenieros & arquitectos, 2013.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Cargas: Estructuras-Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: E. 020,2016.9p.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Diseño Sismo resistente: Estructuras-Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: E. 030,2016.10p.

**MORALES**, Roberto, Diseño en Concreto Armado 1ª. Ed. Lima: Editorial Hozlo SAC, 2012.318 pp.

**NAVARRO**, Oscar A. y **QUIROZ**, Erison. 2012. Reparación y reforzamiento de construcciones informales. Bucaramanga: s.n., 2012.

**O. HERNANDEZ**, **CASTAÑEDA** y C. J. Mendoza, Escobedo. 2005. Durabilidad e

infraestructura: retos e impacto socioeconómico. México: s.n., 2005. Versión impresa ISSN 1405-7743.

**OCHOA**, Juan. Memoria de cálculo de una casa habitación de dos pisos en la ciudad de Xalapa, Veracruz. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil) Xalapa: Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería, 2011. 52 pp.

**ORTEGA**, Juan, Concreto Armado I con el Reglamento ACI-83 1ª. Ed. Lima: Impresiones Diversas Molina, 1988.168 pp.

**PINZON**, Cristian, Diseño estructural para el proyecto de vivienda nueva para el barrio bella vista del Municipio de Soacha (Cundinamarca). Tesis (Titulo en Ingeniería Civil) Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2013. 88 pp.

**SAN BARTOLOMÉ**, Quiun y **SILVA**. Diseño y Construcción de Estructuras Sismo resistente de Albañilería. 1ª. Ed. Lima: Fondo Editorial de la Pontifica Universidad Católica Del Perú ,2011.343 pp.

## **VIII. ANEXOS**

Anexo 1. Validez de instrumento



“FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS”

Tesis: Reforzamiento estructural para la estabilidad de viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018

**AUTOR: FREDDY OMAR TORRES RABANAL**

**VALIDADOR 1:**

Mag. LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA  
DNI: 09389536  
CIP N.º 194542

**AUTOR: FREDDY OMAR TORRES RABANAL**

**VALIDADOR 2:**

MAG. SUSY GIOVANNA RAMOS GALLEGOS  
DNI: 09715409  
CIP N.º 56823

**AUTOR: FREDDY OMAR TORRES RABANAL**

**VALIDADOR 3:**

ING. Velgado Ramirez Foles  
DNI: 22264552  
CIP N.º 40609

**Anexo 2.** Viviendas ubicadas en laderas de cerro El Ermitaño.





### Anexo 3. Resultado de laboratorio UNI – LEM



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

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

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada



Accreditation Board for engineering and



Engineer  
Technology  
Accredita  
Commissi

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : FREDDY OMAR TORRES REBONEL  
**Obra** : REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA ESTABILIDAD DE VIVIENDAS EN LAS LADERAS DEL CERRO EL ERMITAÑO DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA LIMA - 2018  
**Ubicación** : LADERAS DEL CERRO EL ERMITAÑO  
**Asunto** : Ensayo de Compresión Diagonal en muretes de Albañilería  
**Expediente N°** : 18-4071  
**Recibo N°** : 63010  
**Fecha de emisión** : 16/11/2018

**1.0. DE LAS UNIDADES** : Los muretes fueron elaborados con ladrillos de arcilla cocida, King kong de 18 huecos, marca STAR.

**2.0. DE LOS MURETES** : Los muretes fueron elaborados utilizando un mortero con proporciones en volumen de:

Muestra	Cemento	Arena	Alveolos rellenos
M - 1	1	4	sin relleno
M - 2	1	4	con mortero
M - 3	1	3	sin relleno

Espesor del mortero junta: 1.0 cm.  
 Materiales: Tipo I  
 Arena: Arena Gruesa.

**3.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 18.5 °C H.R. = 77.9%

**4.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración: CMC-053-2018  
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

**5.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621:2004 y E-070 del RNE.  
 Procedimiento interno AT-PR-08.

**6.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	DÍAS	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (mm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm²)
				LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1	30/10/2018	15/11/2018	15	61.5	60.5	12.6	768.6	8100	7.5
M - 2	30/10/2018	15/11/2018	15	61.6	60.5	12.6	769.2	6800	6.2
M - 3	30/10/2018	15/11/2018	15	61.8	60.5	12.7	776.6	9800	8.9

Compresión Diagonal Promedio (kg/cm²) = 7.5  
 Desviación Estándar (kg/cm²) = 1.34  
 Coeficiente de Variación (%) = 17.7

Promedio de ensayo en cubos de 5x5x5 cm de lado, a 15 días de elaborado (1:4) = 240.9 (kg/cm²)  
 Promedio de ensayo en cubos de 5x5x5 cm de lado, a 15 días de elaborado (1:3) = 280.7 (kg/cm²)

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

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



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

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



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

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo





Anexo 5. Aplicación del reforzamiento en base a CFRP



# FIBRAS

## APLICACIONES FIBRA DE CARBONO

- AERONAUTICA
- ESPACIALES
- CONSTRUCCION
- DEPORTE



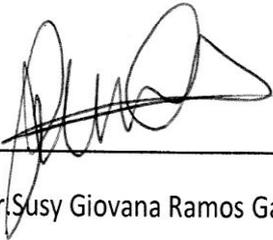
## Anexo 7. Acta de aprobación de originalidad de tesis

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Susy Giovana Ramos Gallegos, docente da la Facultad de Ingeniería y Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo campus Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada: Reforzamiento estructural para la estabilidad de viviendas en las laderas del cerro Ermitaño del distrito de Independencia-Lima-2018, del estudiante Freddy Omar Torres Rabanal, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 29% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito(a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 25 de junio del 2019.



---

Mgtr. Susy Giovana Ramos Gallegos

D.N.I: 09715409

Asesor

## Anexo 8. Porcentaje del turnitin



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Reforzamiento estructural para la estabilidad de viviendas en las laderas del  
cerro El Emilitano del distrito de Independencia - Lima 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERÍA CIVIL**

**AUTOR:**  
Freddy Chuar Torres Rabanal

**ASESOR:**  
Mgtr. Susy Giovanna Ramos Gallegos

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño sísmico y estructural

**LIMA - PERÚ**  
2018

**Resumen de coincidencias** X

29%

Se están usando fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

**Coincidencias**

1	Entregado a Universidad. Trabajo del estudiante	10%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	10%
3	dooplajer.es Fuente de Internet	2%
4	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Entregado a Universidad. Trabajo del estudiante	1%
7	www.costosperu.com Fuente de Internet	1%
8	Entregado a Universidad. Trabajo del estudiante	<1%



Mag. Susy Ramos Gallegos

Anexo 9. Formulario de autorización para la publicación de la tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

TORRES RABANAL FREDDY OMAR  
D.N.I. : 40304450 N° Celular: 957807446 N° Telf. Fijo: 5836441  
Domicilio : JIRON LAS GRANADAS 320 INDEPENDENCIA  
E-mail : FOTORRESR27X7@HOTMAIL.COM

2. IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS

Facultad : INGENIERIA  
Escuela : INGENIERIA CIVIL  
Modalidad:

<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación	<input checked="" type="checkbox"/> Pre Grado
Grado de Bachiller en : .....	<input checked="" type="checkbox"/> Tesis
.....	Título Profesional de: .....
	INGENIERO CIVIL
<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado	<input type="checkbox"/> Post Grado
Grado : .....	
Mención : .....	

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

TORRES RABANAL FREDDY OMAR

Título de la tesis:

"REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA ESTABILIDAD DE  
VIVIENDAS EN LAS LADEGAS DEL FERRO EL ERMITAÑO  
DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA - LIMA 2018".

Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento;

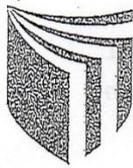
AUTORIZO a publicar en texto completo. |  NO AUTORIZO a publicar en texto completo.

Firma del autor:

Fecha:

05/07/2019

**Anexo 10.** Autorización de la versión final del trabajo de investigación



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
*La Escuela de Ingeniería Civil*

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*TORRES PABONAK, FREDY OMDR*

INFORME TITULADO:

*REFORMA ESTRUCTURAL PARA LA ESTABILIDAD DE  
VIVIENDAS EN LAS ZONAS DEL CERRO EL FAMILIAR DEL  
DISTRITO DE INDEPENDENCIA - 21MA - 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

SUSTENTADO EN FECHA:

*17/12/2018*

NOTA O MENCIÓN :

*13 (TRECE)*

Firma del Coordinador de Investigación  
Ingeniería Civil



**Anexo 11. Matriz de consistencia.**

Reforzamiento estructural para la estabilidad de viviendas en las laderas del cerro el ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿En qué medida el reforzamiento estructural mejorará la estabilidad de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar en qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono mejora la estabilidad de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> El reforzamiento estructural con fibra de carbono logra mejorar la estabilidad de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018.</p>	<p><b>Reforzamiento estructural</b></p>	<p>Reforzamiento de muro de albañilería armada.</p> <p>Reforzamiento de muro de albañilería seca.</p> <p>Reforzamiento de muro de albañilería confinada.</p>		<p><b>Tipo de investigación</b> Aplicado</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Nivel</b> Explicativo</p> <p><b>Diseño</b> Experimental: Pre Experimental con un solo grupo de pre y pos test.</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p>				

<p>P.E1</p> <p>¿En qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono mejorará el comportamiento bajo el esfuerzo uniaxial de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018?</p>	<p>O.E1</p> <p>Determinar en qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono mejora el comportamiento bajo el esfuerzo uniaxial de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018.</p>	<p>H.E1</p> <p>El reforzamiento estructural con fibra de carbono mejora el comportamiento bajo el esfuerzo uniaxial de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018.</p>	<p>Estabilidad de viviendas</p>	<p>Comportamiento bajo el esfuerzo uniaxial</p>	<p><b>Técnicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensayo de control</li> <li>- Ensayo de adherencia.</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b></p> <p>Ensayo a la compresión diagonal en muretes de albañilería – maquina de ensayo TOKYOKOKI SEIZOHO</p>	<p><b>Población:</b></p> <p>Viviendas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia, Lima.</p>
<p>P.E2</p> <p>¿En qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono mejorará el comportamiento bajo fuerzas combinadas de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018?</p>	<p>O.E2</p> <p>Determinar en qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono mejora el comportamiento bajo fuerzas combinadas de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018.</p>	<p>H.E2</p> <p>El reforzamiento estructural con fibra de carbono mejora el comportamiento bajo fuerzas combinadas de las viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima 2018</p>			<p>Comportamiento bajo fuerzas combinadas.</p>	