

**UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas  
autoconstruidas en el Urbanización 21 de Abril – Mz. B –  
distrito de Chimbote -Ancash, 2022**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

Autor:

Cruzado Llamoctanta, Denis

Asesor:

Pitman Melendez, Wilfredo Felipe

Código ORCID: 0000-0002-27482842

Chimbote – Perú

2022

**Palabras clave:**

Tema : Vulnerabilidad sísmica

Especialidad : Estructuras

**Key words:**

Theme : Seismic vulnerability

Speciality : Structures

**Línea de investigación - OCDE**

<b>Línea</b>	Estructuras
<b>Área</b>	Ingeniería y Tecnología
<b>Sub-área</b>	Ingeniería Civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería Civil

## **Título**

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el  
Urbanización 21 de abril – Mz. B – distrito de Chimbote, Ancash 2022

## Resumen

La presente investigación tuvo por objetivo general determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B del distrito de Chimbote, centrándose en la identificación de las características técnicas, así como aquellas fallas en la arquitectura, procesos de construcción y estructurales de las viviendas construidas en su mayoría sin el asesoramiento técnico y sin emplear las normas de edificaciones.

La metodología empleada fue de tipo descriptivo – aplicativo y diseño no experimental, se estimó una población de 240 viviendas y una muestra de 10 viviendas. En cuanto a los resultados las características del suelo de la Urb. 21 de Abril – Mz. B presentaron una humedad elevada de 3.43% a 6.97%, con una granulometría cuyos valores altos muestran a las arenas con 88.30% a 96.7% a diferencia de los limos que van de 2.2% a 3.3%, así pues, se observó que existe N.F. = 1.20 a 1.50 m sin existencia de límites de consistencia. Además, se clasificó el suelo mediante SUCS como arena limosa (SM) cuya capacidad portante se establece entre 1.33 kg/cm<sup>2</sup> a 1.4 kg/cm<sup>2</sup>.

Al mismo tiempo, se comprobó la resistencia a compresión mediante la esclerometría indicando que los elementos estructurales de las 3 viviendas mostraron en promedio que no supera a la resistencia estimada de  $f^c = 210.00$  kg/cm<sup>2</sup>. De este modo, se usó el método para determinar la vulnerabilidad sísmica, el Método Benedetti y Petrini el cual determinó que el 10% tiene vulnerabilidad baja debido a que tiene un  $I_v = 14.38$ , el 60% de viviendas tiene vulnerabilidad media debido a que tiene un el  $I_v = 18.63$  a 30.72 y por último el 30% presenta vulnerabilidad alta debido a que el  $I_v = 35.29$  a 41.50, es decir que con este método la Urb. 21 de Abril – Mz. B tiene una vulnerabilidad de media a alta.

## Abstract

The general objective of this research was to determine the seismic vulnerability of self-built houses in Urb. 21 de Abril – Mz. B of the district of Chimbote, focusing on the identification of the technical characteristics, as well as those flaws in the architecture, construction and structural processes of the houses built mostly without technical advice and without using the building regulations.

The methodology used was descriptive - application and non-experimental design, a population of 240 homes and a sample of 10 homes was estimated. Regarding the results, the characteristics of the soil of Urb. 21 de Abril – Mz. B presented a high humidity from 3.43% to 6.97%, with a granulometry whose high values show the sands with 88.30% to 96.7%, unlike the silts that range from 2.2% to 3.3%, thus, it was observed that there is N.F. = 1.20 to 1.50 m without existence of consistency limits. In addition, the soil was classified by SUCS as silty sand (SM) whose bearing capacity is established between 1.33 kg/cm<sup>2</sup> to 1.4 kg/cm<sup>2</sup>.

At the same time, the compressive strength was verified by sclerometry, indicating that the structural elements of the 3 houses showed on average that it does not exceed the estimated strength of  $f'c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$ . In this way, the method was used to determine seismic vulnerability, the Benedetti and Petrini Method, which determined that 10% have low vulnerability because it has an  $I_v = 14.38$ , 60% of homes have medium vulnerability because it has an  $I_v = 18.63$  to  $30.72$  and finally 30% present high vulnerability because the  $I_v = 35.29$  to  $41.50$ , that is to say that with this method the Urb. 21 de Abril – Mz. B has medium to high vulnerability

## Índice

Palabras clave: .....	i
Título .....	ii
Resumen .....	iii
Abstract .....	iv
Índice .....	v
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Índice de Figuras .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	9
II. METODOLOGÍA .....	30
III. RESULTADOS .....	35
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	63
V. CONCLUSIONES .....	72
VI. RECOMENACIONES .....	73
VII. AGRADECIMIENTO .....	74
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75
IX. ANEXOS .....	77

## Índice de tablas

<b>Tabla N°1:</b> <i>Escala de índice de vulnerabilidad Benedetti y Petrini para albañilería ..</i>	20
<b>Tabla N°2:</b> <i>Viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B .....</i>	31

<b>Tabla N°3:</b> Normas técnicas de mecánica de suelos .....	33
<b>Tabla N°4:</b> <i>Norma técnica de resistencia del concreto</i> .....	33
<b>Tabla N°5:</b> Viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B.....	37
<b>Tabla N°6:</b> Resultados del contenido de humedad en la Urb. 21 de Abril – Mz. B.....	38
<b>Tabla N°7:</b> Resultados del análisis granulometría en la Urb. 21 de Abril – Mz. B .....	39
<b>Tabla N°8:</b> Resultados de clasificación SUCS y capacidad portante en la Urb. 21 de Abril – Mz. B.....	40
<b>Tabla N°9:</b> Ensayo de esclerometría vivienda 1 en la Urb. 21 de Abril – Mz. B .....	41
<b>Tabla N°10:</b> <i>Ensayo de esclerometría vivienda 2 en la Urb. 21 de Abril – Mz. B</i> .....	41
<b>Tabla N°11:</b> Ensayo de esclerometría vivienda 3 en la Urb. 21 de Abril – Mz. B .....	42
<b>Tabla N°12:</b> Parámetro 1 - Tipo y organización del sistema resistente .....	50
<b>Tabla N°13:</b> Parámetro 2 - Calidad del sistema resistente .....	51
<b>Tabla N°14:</b> Parámetro 3 – Resistencia convencional .....	52
<b>Tabla N°15:</b> Parámetro 4 – Posición del edificio y cimentación .....	53
<b>Tabla N°16:</b> Parámetro 5 – Diafragmas horizontales.....	54
<b>Tabla N°17:</b> Parámetro 6 – Configuración en planta .....	55
<b>Tabla N°18:</b> Parámetro 7 – Configuración en elevación.....	56
<b>Tabla N°19:</b> Parámetro 8 – Separación máxima entre muros .....	57
<b>Tabla N°20:</b> Parámetro 9 – Tipo de cubierta.....	58
<b>Tabla N°21:</b> Parámetro 10 – Elementos no estructurales.....	59
<b>Tabla N°22:</b> Parámetro 11 – Estado de conservación .....	60
<b>Tabla N°23:</b> <i>Grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas – Método Benedetti y Petrini</i> .....	61

## Índice de figuras

<b>Figura N°1:</b> <i>Edificaciones de albañilería confinada</i> .....	15
<b>Figura N°2:</b> <i>Mapa de zonificación sísmica del Perú</i> .....	18
<b>Figura N°3:</b> <i>Procedimiento del contenido de humedad</i> .....	21
<b>Figura N°4:</b> <i>Procedimiento del análisis granulométrico</i> .....	21
<b>Figura N°5:</b> <i>Procedimiento de límites de consistencia</i> .....	22
<b>Figura N°6:</b> <i>Sección del instrumento de corte directo</i> .....	22
<b>Figura N°7:</b> <i>Ensayo de esclerometría</i> .....	23
<b>Figura N°8:</b> <i>Ubicación geográfica de Chimbote en la Provincia del Santa</i> .....	35
<b>Figura N°9:</b> <i>Ubicación geográfica de la Urb. 21 de Abril – Mz. B</i> .....	36



## Índice de Figuras

<b>Figura N°1:</b> Contenido de humedad del suelo en la Urb. 21 de Abril – Mz. B .....	38
<b>Figura N°2:</b> Análisis granulométrico del suelo en la Urb. 21 de Abril – Mz. B .....	39
<b>Figura N°3:</b> <i>Tipos de viviendas en la Urb. 21 de Abril – Mz. B .....</i>	43
<b>Figura N°4:</b> <i>Tipo de construcción de viviendas en la Urb. 21 de Abril – Mz. B .....</i>	43
<b>Figura N°5:</b> <i>Viviendas con presencia de planos en la Urb. 21 de Abril – Mz. B.....</i>	44
<b>Figura N°6:</b> <i>Número de pisos de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B.....</i>	44
<b>Figura N°7:</b> <i>Antigüedad de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B .....</i>	45
<b>Figura N°8:</b> <i>Fallos tipo físico de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B .....</i>	45
<b>Figura N°9:</b> <i>Fallos tipo mecánico de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B.....</i>	46
<b>Figura N°10:</b> <i>Fallas tipo química en columnas de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B.....</i>	47
<b>Figura N°11:</b> <i>Fallas tipo químicas en vigas de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B.....</i>	47
<b>Figura N°12:</b> <i>Fallas tipo químicas en losa en las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B.....</i>	48
<b>Figura N°13:</b> <i>Fallas tipo químicas en los muros de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B.....</i>	49
<b>Figura N°14:</b> <i>Tipo y organización del sistema resistente en porcentaje .....</i>	50
<b>Figura N°15:</b> <i>Calidad del sistema resistente en porcentaje .....</i>	51
<b>Figura N°16:</b> <i>Resistencia convencional en porcentaje .....</i>	52
<b>Figura N°17:</b> <i>Posición del edificio y cimentación en porcentaje.....</i>	53
<b>Figura N°18:</b> <i>Diafragmas horizontales en porcentaje .....</i>	54
<b>Figura N°19:</b> <i>Configuración en planta en porcentaje.....</i>	55
<b>Figura N°20:</b> <i>Configuración en elevación en porcentaje .....</i>	56
<b>Figura N°21:</b> <i>Separación máxima entre muros en porcentaje.....</i>	57
<b>Figura N°22:</b> <i>Tipo de cubierta entre muros en porcentaje .....</i>	58
<b>Figura N°23:</b> <i>Elementos no estructurales en porcentaje .....</i>	59
<b>Figura N°24:</b> <i>Estado de conservación en porcentaje.....</i>	60
<b>Figura N°25:</b> <i>Grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas en porcentaje – Método Benedetti y Petrini .....</i>	62

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el país presenta una realidad problemática por ser altamente sísmico, debido a ciertos factores no controlables, como su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, así como la presencia de placas tectónicas, la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana. Lo cual lo deja en una situación expuesta a grandes movimientos sísmicos, unidos a una escasa preparación y conocimiento de construcción dan como resultados, daños en las edificaciones, pérdidas humanas y estragos en la economía.

De esta manera, en el Perú existen lugares con alta vulnerabilidad sísmica, esto es un inconveniente presente gracias a la inadecuada forma de los propietarios para edificar sus viviendas, al probar esta posición, se asegura que las viviendas construidas de manera informal a nivel nacional son construidas con materiales de baja calidad, sin asesoría adecuada y ciertamente sin conocimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones relacionado con la Norma E 0.30 referente al diseño sismorresistente.

Este problema ocasiona que muchas viviendas ante desastres sísmicos colapsen o se agrieten producto de su mala construcción, por lo se produce muchas pérdidas económicas e incluso vidas humanas. En el distrito de Chimbote, precisamente en la Urb. 21 de Abril – Mz. B existe gran parte de viviendas autoconstruidas que no cumplen los parámetros referidos por las normas en vigencia.

Para desarrollar la presente investigación se ha recolectado información de otras investigaciones realizadas con anterioridad, con la finalidad de tomarlas como antecedentes y dentro de estos trabajos se tiene lo plasmado por los autores Echevarría, J. & Monroy, M. (2021), en su tesis: “Aplicación del método de índice de vulnerabilidad (Benedetti & Petrini) para evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio Surinama” realizada en la ciudad de Tunja – Colombia, tuvo como objetivo la determinación del índice de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del barrio Surinama en la ciudad de Tunja, con un sistema estructural en mampostería no reforzada con la aplicación del método del índice de vulnerabilidad sísmica de Benedetti y Petrini. De esta manera, se obtuvo como resultado que, de las

254 casas evaluadas todas presentan un grado de vulnerabilidad baja de acuerdo a los 11 parámetros establecidos por el método.

En conclusión, las casas del barrio Surinama presentan un sistema estructural con un buen comportamiento y a su vez poseen la misma forma estructural, de igual forma se identificó que en la mayoría de viviendas con el paso de los años se les han realizado ampliaciones y modificaciones, sin mantener la homogeneidad a lo largo de los muros.

De igual modo, Garcés, J. & Castillo, M. (2017), en su tesis titulada: “Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali” situada en Colombia, tuvo como objetivo primordial implantar los altos riesgo sísmico de las edificaciones de 1 o 2 pisos, empleando los volubles correspondientes a la Normas NSR10, para descartar el peligro sísmico actual ante una fuerza sísmica mesurado, resguardando los bienes de los moradores. Este estudio emplea la técnica de observación rápida o ATC 21, que se apoya en la supervisión desde el exterior de la edificación, en su aspecto estructural y no estructurales en el cual se encuentran. Por lo tanto, se concluye, la deficiencia de conocimientos estructurales para avalar la estabilidad sísmica en todos los elementos estructurales y los confinamientos de muros. Así mismo la insuficiente calidad de los materiales y los procesos constructivos.

Prosiguiendo con estudios similares, Cajan, N, & Falla, X. (2020), en su tesis que lleva por título: “Vulnerabilidad sísmica aplicando el método Benedetti – Petrini de las edificaciones categoría C descrita en la norma E.030 de nueve sectores de la ciudad de Reque, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque” en la Lima – Perú, plasmaron como objetivo principal de la investigación es la aplicación del método Benedetti – Petrini para la determinación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones categoría C descrita en la norma E.030 de nueve sectores de la ciudad de Reque, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque. De esta forma, la

aplicación de la metodología está basada en la realización de encuestas compuestas por 11 parámetros, en donde se puede identificar el daño de las edificaciones.

En cuanto al resultado, se pudo determinar que la vulnerabilidad sísmica en la mayoría de viviendas estudiadas de adobe es alta (57.62%), en las de albañilería confinada es media (59.82%) y en las de concreto armado es baja (66.67%). Se concluye, que en total las edificaciones presentan un predominio por la vulnerabilidad media (47.84%) o alta (41.87%), debido a que la mayor parte posee un índice de vulnerabilidad sísmica mayor o igual y menor a 100.

Algo igual ocurre con los autores Sabogal, D. & Vásquez, G. (2021) con su tesis: “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica aplicando el Método de Benedetti y Petrini en las edificaciones de la Urbanización Covicorti del Distrito de Trujillo, La Libertad – Perú. Tuvieron como objetivo general en esta investigación realizar un estudio muestral de tres edificaciones, en la Urbanización Covicorti ubicada en el distrito de Trujillo, La Libertad. De esta manera, el objetivo es diagnosticar la vulnerabilidad sísmica para todo el conjunto habitacional, apoyado en la norma E.030 y los métodos estructurales; los cuales preverán si llegase a existir pérdidas materiales y/o en el peor de los casos, humanas.

Se usaron 2 metodologías, el primero es el Método Benedetti y Petrini, este se aplicó a para la vivienda 01, vivienda 02 y vivienda 03 obteniendo como resultado un índice de vulnerabilidad ( $I_v$ ) de 112.5, 92.5 y 162.5 respectivamente, estableciendo un grado de vulnerabilidad de media a baja. Luego con el segundo Método de Análisis Computacional, igualmente aplicado a vivienda 01, vivienda 02 y vivienda 03 se obtuvo derivas críticas en el tercer piso de 0.0209, cuarto piso de 0.0113 y segundo y tercer piso de 0.0071, respectivamente superando lo indicado en la norma E.030, estableciendo que el grado de vulnerabilidad para este método es de media a alta.

De manera semejante, Iparraguirre, L. (2018), en su tesis denominada: “Evaluación de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de albañilería, en el Sector Central Barrio 2 Distrito de El Porvenir” Trujillo - Perú, tuvo el objetivo

primordial la evaluar la vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de albañilería, en el sector central Barrio 2 Distrito de El Porvenir, utilizando la metodología de índices de vulnerabilidad de Benedetti - Petrini. La cual califica las características de cada vivienda en base a 11 parámetros y donde cada uno de ellos tiene un peso de importancia que los diferencia entre sí, para posteriormente valorar su grado de vulnerabilidad, en un rango establecido por los autores, frente a eventos sísmicos. De los resultados obtenidos evaluando a 16 viviendas, se determinó que el 68.75% de ellas presenta un grado de vulnerabilidad media alta, el 18.75% un grado de vulnerabilidad media baja, 6.25% un grado de vulnerabilidad baja y finalmente el grado de vulnerabilidad alta ocupa un porcentaje del 6.25%. Estos resultados son producto de las características desfavorables que presentan dichas edificaciones, como el suelo que predomina en la zona de estudio el cual es un tipo S3, la baja resistencia convencional que presentan el 87.5% de las viviendas, las irregularidades en planta que presentan el 75% de ellas y la separación entre muros que supera el máximo permisible con 81.25% de estas edificaciones.

De la misma manera, para el autor Lujan, M. & John, M. (2018), en su tesis titulada: “Grado de vulnerabilidad frente a deslizamientos en suelos de las viviendas del AA.HH. Esperanza Alta, Distrito de Chimbote – 2018” en la ciudad de Nuevo Chimbote – Perú, tuvo el objetivo de determinar el grado de vulnerabilidad frente a deslizamientos de suelos de las viviendas, con la finalidad de conocer el estado de conservación, material predominante, tipo de suelo y la localización de las viviendas; así mismo ver el nivel de organización y por último el grado de relación entre la población y las autoridades antes este tipo de peligros. En cuanto a la metodología usada fue de diseño no experimental y tipo descriptivo mediante la aplicación de ficha técnica. Por esta razón, la población fue 882 viviendas y la muestra de 268.

Respecto a los resultados se determinó que el AA.HH. Esperanza Alta muestra una humedad natural variable de 1.32% a 3.50%, la granulometría indicó un 79.49% a 81.82% de arena y 20.51% a 18.18 de finos, de acuerdo a la clasificación SUCS el

suelo está conformado por arena limosa SM, la capacidad portante es de 1.09 kg/cm<sup>2</sup> 0.61 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente vulnerabilidad física de las viviendas con un valor del 51%.

Por su parte, el autor López, M. (2019), en su tesis: “Evaluación de las Viviendas Autoconstruidas en el Asentamiento Humano Señor de los Milagros – Propuesta de Solución, Chimbote – 2019” en la ciudad de Chimbote - Perú, presentó como objetivo general evaluar las Viviendas Autoconstruidas en el AA. HH Señor de los Milagros - Distrito de Chimbote. Con un total de 419 viviendas, siendo la población de estudio 290 lotes que están en la modalidad de albañilería confinada autoconstruidas, Para la selección de la muestra, se empleó el muestreo probabilístico aleatorio simple, empleando la fórmula estadística, dando como resultado 165 viviendas, empleando la fórmula de muestra de ajuste no da 105 viviendas que será escogidas a criterios del tesista. Las viviendas se diagnosticaron mediante técnica de recolección datos, utilizando como instrumento la guía de observación, previamente validadas, para determinar el diagnóstico y patologías de las viviendas, encontrando que un 37% de las viviendas presentan patologías del tipo físico, un 23% del tipo mecánico y un 30% del tipo químico en muros. Se verifico la densidad de muros de acuerdo a la norma E-070 Y E-030, para corroborar si las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada cumplen con los parámetros mínimos de construcción de albañilería, encontrándose diferencias en cuanto a su densidad en eje “x” e “y”, notándose una mala distribución de las densidades, debido a la falta de conocimiento de las personas involucradas en la construcción.

En cuanto a la propuesta de solución se hizo un diseño de una vivienda de albañilería confinada, siguiendo las normas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, La E-070, E-20, y la E-30, para tener una correcta distribución de las cargas y minimizar las fuerzas por torsión y corte.

En definitiva, para Asencio, E. (2018), en su tesis: “Análisis de la vulnerabilidad sísmica las viviendas autoconstruidas del P.J. Primero de Mayo Sector I - Nuevo Chimbote” en Perú, tuvo como objetivo primario fue analizar la

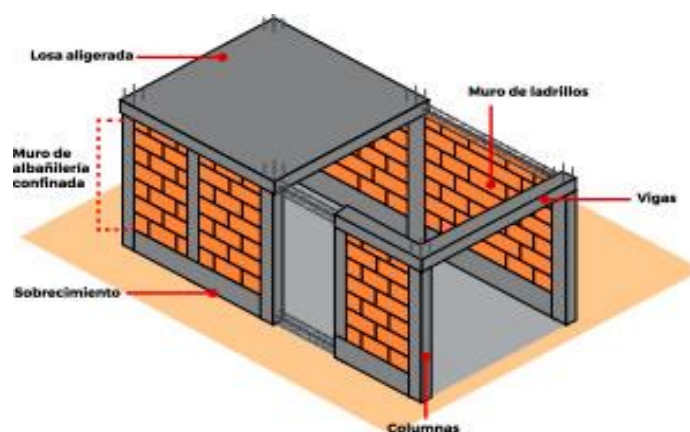
vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas del P.J. Primero de Mayo Sector I – Nuevo Chimbote, gracias a la mala edificación de estas, por no conducirse conforme con los lineamiento límites que consideran las normas peruanas de edificación en vigencia, por esto es fundamental, considerar la continuidad del manejo de los servicios que tienen que atender las solicitudes de la población luego de ocurrido un acontecimiento de sismo, tomando en cuenta puntos involucrados con el sistema estructural y proceso constructivo. Tal cual, minimizar el peligro de vulnerabilidad estructural, eludiendo el desplome de las casas. Además, para esta investigación se usó una metodología AIS, para de esta forma establecer un diagnóstico de vulnerabilidad estructural en las viviendas del P.J. Primero de Mayo – Sector I. Para la aplicar el método antes indicado se utilizó fichas de recojo de información in situ, donde abarcó los aspectos y parámetros del método.

En constancia con los resultados se muestran que 12.3% de las viviendas evaluadas tienen la representación una vulnerabilidad estructural alta, debido a que no cumplen con los requerimientos mínimos que indica el reglamento nacional de edificaciones en vigencia.

Dicho lo anterior, para complementar lo plasmado en los antecedentes y seguir con el desarrollo de la investigación se reseña la fundamentación científica, detallando conceptos concernientes a esta investigación.

En primer lugar, se tiene la clasificación de las edificaciones que, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070, Albañilería, las edificaciones de albañilería, se pueden catalogar según su división de reforzamiento, de la siguiente forma: Albañilería no confinada que aquella que carece de refuerzo, o que teniéndolo no cumple con las exigencias mínimas especificadas por la Norma E-070. En consecuencia, la albañilería simple es el material estructural que proporciona resistencia a compresión y a fuerza cortante, así como la mayor parte de la rigidez lateral. De acuerdo a la Norma E.070, este tipo de edificación no debe emplearse, por el carácter frágil de su falla ante los terremotos.

De este modo, se define también a la albañilería confinada que es aquella formada por losas aligeradas o macizas apoyadas en muros de ladrillo, en cuyo perímetro se ha colocado elementos de concreto armado. Además, que los elementos de concreto armado llamados confinamientos son de dos tipos: los verticales, conocidos como “columnas de amarre” y los horizontales conocidos como “vigas de amarre”, vigas soleras o vigas collar (Abanto, 2013, p.25).



**Figura N°1:** Edificaciones de albañilería confinada

**Fuente:** *Maestro construcciones, 2018*

Por otra parte, se tiene a las edificaciones en el Perú que se pueden clasificar de dos maneras tanto edificaciones formales como informales. De este modo, se puede definir como edificaciones formales según Pérez, (1999, p.21), como la edificación debe ser “proyectada, controlada, realizada e inspeccionada por profesionales y entidades oficiales, con entendimiento teóricos – prácticos, de los procesos constructivos”. Mientras que las edificaciones informales según Asencio (2018, p. 23) una enorme cantidad de edificaciones, destinadas para uso de familias en el Perú, están compuestas por materiales de calidad incierta, solo apoyándose en experiencias empíricas.

Habría que decir también que según Mosquera y Tarque, (2005, p. 142) las construcciones informales de viviendas no cuentan con comportamiento sísmico admisible, así pues, están más propensos a colapsar, provocando pérdidas. Por



consiguiente, es importante precisar la vulnerabilidad sísmica en este tipo de edificaciones.

Con respecto a los fenómenos naturales se tienen al sismo, definido como oscilaciones de la cubierta terrestre, teniendo un origen tectónico, provocados por movimientos bruscos de las placas en las cuales está subdividida dicha corteza. La energía sobre todo es liberada a manera de ondas osciladas que se extienden a enormes distancias, es esta vibración la que pone en riesgo a las construcciones, al ser éstas afectadas por los desplazamientos horizontales en su base. Tavera (1993, p. 21), nos dice que, por la actividad vibratoria de las masas de las edificaciones, se producen energía de inercia, las cuales provocan impulsos importantes en los componentes de la estructura y que pueden llevarla a la fallar; además de las oscilaciones, hay efectos sísmicos adicionales que logran impactar en las estructuras, sobre todo los que tienen relación con fallas del terreno.

A causa de que un sismo ocurra, se precisa detalla la sismicidad en el Perú que, según Tavera, (2005, p. 42), el Perú es uno de los países con más actividad sísmica del planeta, es debido principalmente al efecto de hundimiento que sucede en la placa de nazca bajo de la placa sudamericana, presente de norte a sur, en su margen oeste, con un sistema de celeridad de 8 a 10 cm/año. Aquel desenvolvimiento efectuó la conformación de la cordillera de los andes.

Otro punto es la vulnerabilidad que viene a ser definida como aquella que constituye un sistema dinámico, es decir, surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y de características internas y externas que convergen en una comunidad particular (Alfaro, 2011, p.20). Así mismo, se tiene a la vulnerabilidad sísmica como el grado por la que un sistema natural o social es propenso a tener daños por algún movimiento sísmico o fenómenos asociados a este. La vulnerabilidad, está en función a tres parámetros; el primero, a la sensibilidad de la estructura; el segundo, a la manera de actuar de los pobladores habitantes y el tercero, al grado de exposición de la estructura (Leónidas, 2007, p. 86).

Vale la pena aclarar que existen dos condiciones que hacen vulnerables un determinado lugar, las cuales son: vulnerabilidad por origen que según Maskrey y Romero, (1986, p. 60), determinan la vulnerabilidad por origen al rápido aumento de las ciudades y los procesos relacionados al “crecimiento”, incrementando la demanda de respuestas habitacionales, los cuales ocasionan un crecimiento de las urbanizaciones, acarreado la edificación de asentamientos informales ubicados en zonas laterales y en terrenos pocos útiles para las edificaciones, por ejemplo, laderas y llanuras propensas a avenidas o desbordamientos.

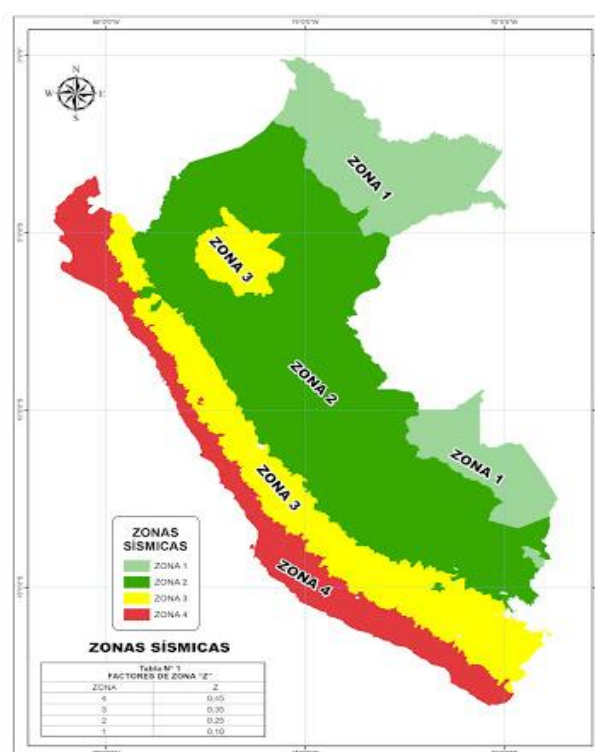
Además, se tiene la vulnerabilidad progresiva que según Maskrey y Romero, (1986), denominan vulnerabilidad evolucionada a las edificaciones, las cuales han sido diseñadas, proyectadas y construidas según con normas sísmicas de una determinada época o periodo, las cuales están desactualizadas respecto a las normas vigentes. Así mismo, lo define como zonas seguras, que se volvieron vulnerables a través del tiempo por el deterioro de antiguas construcciones por carencia de mantenimiento.

Otro punto es la clasificación de la vulnerabilidad sísmica que, de acuerdo a Cardona, (1990, p. 32), la vulnerabilidad sísmica puede ser física o funcional. Inicialmente se tiene que la vulnerabilidad física está conformada por la vulnerabilidad estructural y la vulnerabilidad no estructural de una edificación.

De esta manera, la vulnerabilidad estructural se define como la susceptibilidad de los elementos que conforman la estructura de un inmueble, a ser dañados ante la fuerza conjunta de las cargas de la estructura y las fuerzas provocadas por un movimiento sísmico (Ñanfuñay y Santisteban, 2015, p. 33). A diferencia de la vulnerabilidad no estructural que existe cuando se presenta un movimiento sísmico de considerable magnitud, este podría dañar los elementos no estructurales: como instalaciones o el diseño arquitectónico, el nivel de daño será 15 denominado vulnerabilidad no estructural, estos elementos podrían causar daño a las personas que habitan la estructura por un posible colapso de objetos indebidamente sujetos a la edificación (Mattos, 2014, p. 86).

En cuanto, se tiene la vulnerabilidad funcional que su estudio tiene por objetivo definir la susceptibilidad que posee un inmueble de padecer un colapso de tipo funcional que sería causado por un movimiento sísmico y se consideran tres niveles de vulnerabilidad: alta, media y baja (Mattos, 2014, p. 86).

Por otro lado, la zonificación sísmica está definida como el proceso para establecer unidades geográficas limitadas y como resultado de la conjunción de diversos estudios realizados a un área o áreas de análisis determinadas, frente a la ocurrencia de un movimiento sísmico (Universidad Central de Venezuela, 2011, p.9).



**Figura N°2: Mapa de zonificación sísmica del Perú**

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E.030, 2018*

Además, en relación a para el desarrollo de esta investigación se tiene el concepto de viviendas autoconstruidas que están dadas por el apuro poblacional de tener una vivienda propia, la autoconstrucción, se lleva a cabo en sitios no urbanizadas o en asentamientos humanos y se caracterizan por exponer deficiencias en sus recursos

elementos estructurales, arquitectónicas y de procesos constructivos, volviéndose vulnerables frente a la ocurrencia de un fenómeno sísmico.

Así también, la informalidad a grado de construcción en el territorio nacional, se genera por el crecimiento acelerado de nuestra población en los últimos años. Los propietarios construyen informalmente al usar: materiales de baja calidad, no integran personal técnico especializado y no cuentan con los reglamentos ni las normas establecidas para un proceso constructivo conveniente. De este modo, el sistema autoconstructivo crea un método alternativo con base en la escasa información de los propietarios en cuanto a procesos constructivos, bajo presupuesto para materiales y mano de obra (Rivera, 2012, p. 131).

Con todo y lo anterior se considera el Método de Benedetti y Petrini que esta principalmente dirigido a encontrar el índice de vulnerabilidad, que se obtiene mediante una suma ponderada de los valores numéricos que expresan la calidad sísmica de cada uno de los parámetros estructurales y no estructurales considerados, desempeñan un rol imprescindible en el comportamiento sísmico de las estructuras de mampostería. A cada parámetro se le atribuye, durante las investigaciones de campo, una de las cuatro clases A, B, C y D, siguiendo una serie de instrucciones detalladas con el propósito de minimizar las diferencias de apreciación entre los observadores. A cada una de estas clases le corresponden un valor numérico  $K_i$  que varía entre 0 y 45, como se observa en la tabla siguiente.

**Tabla N°1:** Escala de índice de vulnerabilidad Benedetti y Petrini para albañilería

Número	Parámetro	Ki A	Ki B	Ki C	Ki D	Peso Wi
	Organización del sistema					
1	resistente	0	5	20	45	1
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
	Posición del edificio y					
4	cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diagramas horizontales	0	5	15	45	1
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1

**Fuente:** Benedetti y Petrini, 1982

De este modo, con lo establecido en la tabla antes mencionada se indica la aplicación del método Benedetti y Petrini que para poder determinarlo se debe tomar en consideración los 11 parámetros. A cada ítem se le va a fijar un determinado peso que enfatiza su importancia en el resultado final (Wi). Y, por otra parte, el valor de Ki varía dependiendo de la calificación obtenida por la edificación. En total son 11 parámetros que al ser evaluados se obtiene un índice entre 0 y 382.50. Ahora bien, este es afectado por el coeficiente 3.825 con la finalidad de tener un valor de índice de vulnerabilidad estandarizada como se establece en los siguientes rangos de vulnerabilidad.

- Vulnerabilidad <15% (Baja)
- $15\% \leq$  vulnerabilidad < 35% (Media)
- Vulnerabilidad  $\geq$  35% (Alta)

Consideremos ahora para esta investigación ensayos para determinar las características del suelo en donde se han edificado las viviendas a fin de conocer cual son estas. Por esta razón se necesitan los ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de consistencia y corte directo.

De este modo, se tiene que el contenido de humedad natural, se define como la humedad o contenido de humedad de un suelo, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas (MTC, 2016, p. 49).



**Figura N°3:** *Procedimiento del contenido de humedad*

**Fuente:** *Tecnología de Materiales - Ponceca, 2016*

Por otra parte, se tiene al análisis granulométrico que también es llamado análisis mecánico y consistencia en determinar la repartición de las partes de un terreno referente a su dimensión, logrando obtener de esta forma los porcentajes de roca, grava, arena, limo y arcillas (Fernández, 2014, p. 20).



**Figura N°4:** *Procedimiento del análisis granulométrico*

**Fuente:** *Tecnología de Materiales - Ponceca, 2016*

Asimismo, se tiene a los límites de consistencia son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico.

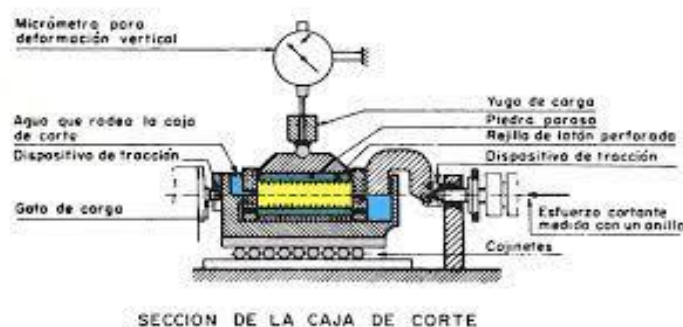
En cuanto al límite líquido, según el Manual de Prácticas de Laboratorio de Mecánica de Suelos I. (Polanco, 1995, p. 14) define como límite líquido al contenido de humedad que requiere un suelo para presentar una resistencia al esfuerzo cortante de aproximadamente 25 gr/cm. A continuación, según Suarez Valbuena (2013, p.59) define el límite plástico como el contenido más bajo de agua, determinado por este procedimiento, en el cual el suelo permanece en estado plástico.



**Figura N°5:** *Procedimiento de límites de consistencia*

**Fuente:** *Tecnología de Materiales - Ponzecca, 2016*

Por último, entre estos ensayos se tiene el corte directo este tiene la intención de conseguir la resistencia al corte de una cantidad de terreno consolidada y drenada. Además, dictaminar el ángulo de fricción del terreno, que es primordial para eludir desplazamientos y/o asentamientos. Se puede hacer comentado ensayo con muestras inalteradas y remoldeadas de cualquier tipo de suelo (UNI, 2006, p. 43).



**Figura N°6:** *Sección del instrumento de corte directo*

**Fuente:** *J. Llorens – UNI, 2007*

Al llegar a este punto, también se considera fundamental comprobar la resistencia del concreto endurecido en los elementos estructurales de las viviendas. Por este motivo, se necesita del ensayo de esclerometría.

Cabe aclarar que este método de ensayo permite determinar la uniformidad superficial del concreto, delimitar zonas deterioradas o de dudosa calidad, así también se puede utilizar para estimar la resistencia del concreto en el sitio. El ensayo consiste en un martillo de acero que golpea con una determinada cantidad de energía un émbolo de acero, el cual está en contacto con la superficie del concreto. La lectura se obtiene midiendo la distancia de rebote del martillo, la que nos permite dar una indicación de la resistencia del concreto en el área analizada (ICCG, 2018).



**Figura N°7:** *Ensayo de esclerometría*

**Fuente:** *Equipos de ensayos no destructivos ICCG, 2018*

Prosiguiendo con el desarrollo de esta investigación, es de vital importancia presentar las razones principales por las cuales se sostiene la justificación del estudio, una de estas es que el hecho de que el 55.9% de la población del Perú habite en una zona considerada de alto riesgo ante amenazas de terremotos y tsunamis constituye una de las mayores razones para implementar medidas y formas de mitigación y protección contra terremotos y tsunamis en las zonas de costa; como es el caso de la ubicación de la ciudad de Chimbote, en esta zona ha sido afectada y sufrido pérdidas considerables producto de estos eventos principalmente. Existiendo los planes de la ciudad, estos no han considerado las zonas de riesgo, de alto y medio riesgo, por lo que amerita con urgencia revisar, y plantear alternativas urbanas y arquitectónicas para



reducir el riesgo así, salvaguardar la vida y los medios de vida de la población de la Urb. 21 de Abril – Mz. B. Por medio del presente trabajo se pretende brindar información para llevar a cabo adecuadas técnicas constructivas considerando las normas de diseño y construcción vigentes en nuestro país, que permitan aplicar adecuados procesos constructivos y así garantizar el buen comportamiento de las viviendas reduciendo la vulnerabilidad estructural a la que se encuentran expuestas frente a un futuro terremoto o fenómeno natural.

Por lo tanto, la siguiente investigación se encaminará en aportar nuevas estrategias urbanas y arquitectónicas orientadas a la solución para disminuir los riesgos frente a un terremoto y así proteger la vida de las personas que habitan con riesgo de estos eventos naturales en la zona costera de Chimbote como lo es en la Urb. 21 de Abril – Mz. B, Urb. 21 de Abril – Mz. A, P.J. El Progreso, P.J. 2 de Mayo. También es importante que a consecuencia de este diagnóstico sea mejorar calidad del espacio urbano en un contexto del desarrollo sostenible, dando una solución urbana-espacial la cual busca recuperar la zona teniendo como una de los objetivos revalorar el paisaje natural, fomentando así el turismo. Y a nivel socio económico sería que la intervención urbana que se realice sea un dinamizador de la economía como promotor para mejorar la calidad de vida de los habitantes y claro enfocándonos en la seguridad de la vivienda del sector, pretendiendo que sea un trabajo con la participación de la población.

En relación con la problemática que presenta la investigación, esta se encuentra inmersa a que el Perú se encuentra entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, debido a esto el país ha afrontado eventos sísmicos de diferentes magnitudes cuyos resultados son reflejados en las cuantiosas pérdidas humanas y pérdidas materiales (Castillo Aedo & Alva Hurtado, 1993). A pesar de todo ellos no se le ha dado la debida importancia al estudio de la vulnerabilidad sísmica en zonas urbanas o zonas que han crecido producto de la invasión de terrenos, pero si analizamos la situación estructural de la vivienda en el Perú encontraremos problemas comunes a todos los países de América del Sur y si consideramos su comportamiento sísmico tendremos resultados similares o peores a eventos pasados.

Esto se debe a que, desde tiempos remotos, los habitantes de los pueblos de la periferia metropolitana trabajan en la construcción de sus propias viviendas; otras veces, son las colectividades marginadas las que se ocupan de construir edificios para intereses comunes, por ello al día de hoy la autoconstrucción informal es un gran problema que afronta el actual gobierno y que representa cerca del 70% de las viviendas en el Perú (MVCS, 2018).

La Urbanización 21 de Abril – Mz. B, según los censos XII de Población y VII de Vivienda del año 2017, tiene una tasa de crecimiento anual del 1.2%, este crecimiento trae como consecuencia la necesidad básica de las familias al acceso a una vivienda. Es esta misma necesidad la que obliga a los pobladores, albañiles y maestros de obra, sin asesoramiento técnico o profesional, a levantar sus estructuras informalmente y gran parte de estas viviendas informales son vulnerables ante los sismos y colapsan, causando innumerables pérdidas económicas y lamentables pérdidas de vida (Mosqueira Moreno & Tarque Ruíz, 2015).

Bajo este contexto, las investigaciones de este tipo nos permitirán tener un mapeo referencial de la vulnerabilidad sísmica de cada una de las edificaciones evaluadas, y consecuentemente se podrá poner en marcha algún plan de mitigaciones de riesgos en las estructuras que presenten un mayor grado de vulnerabilidad y sean un peligro para las personas que viven en ella y en los alrededores.

De este modo, se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas de manera informal en la Urbanización 21 de Abril – Mz. B – distrito de Chimbote?

A continuación, la conceptualización de las variables se determinaron algunas definiciones importantes para el desarrollo de la presente investigación. Antes que nada, se tiene a la vulnerabilidad sísmica es el grado por la que un sistema natural o social es propenso a tener daños por algún movimiento sísmico o fenómenos asociados a este. La vulnerabilidad, está en función a tres parámetros; el primero, a la sensibilidad

de la estructura; el segundo, a la manera de actuar de los pobladores habitantes y el tercero, al grado de exposición de la estructura (Leónidas, 2007, p. 86).

Ahora bien, la operacionalización de esta variable independiente se tiene como finalidad dar a conocer en una edificación existente los puntos débiles que fallarían al ocurrir un evento sísmico, esta vulnerabilidad se evalúa para los elementos estructurales como para los no estructurales, para ello se utilizará el Método de Benedetti – Petrini apoyados en ensayos de mecánica de suelos.

En segunda instancia, se presenta la variable dependiente que viene a ser las viviendas autoconstruidas definidas como aquellas viviendas que están dadas por el apuro poblacional de tener una vivienda propia y que bajo esta modalidad se construyen sin planos, sin asesoramiento adecuado de manera informal ubicadas en lugares sin urbanizar (Rivera, 2012, p. 131). De esta manera, la operacionalización de esta variable se basa en evaluar las características de las viviendas, identificando los problemas constructivos, condiciones de lugar, entre otros y para ello se realiza mediante una ficha de observación y la propia observación directa.

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Vulnerabilidad Sísmica	La vulnerabilidad sísmica es el grado por el que un sistema natural o social es propenso a tener daños por algún movimiento sísmico o fenómenos asociados a este. La vulnerabilidad, está en función a tres parámetros; el primero, a la sensibilidad de la estructura; el segundo, a la manera de actuar de los pobladores habitantes y el tercero, al grado de exposición de la estructura (Leónidas, 2007, p. 86).	Se tiene como finalidad dar a conocer en una edificación existente los puntos débiles que fallarían al ocurrir un evento sísmico, esta vulnerabilidad se evalúa para los elementos estructurales como para los no estructurales, para ello se utilizará el Método de Benedetti – Petrini apoyándose en ensayos de mecánica de suelo y resistencia del concreto endurecido.	Método Benedetti – Petrini: -Aspectos estructurales, constructivos y geométricos.	Vulnerabilidad sísmica baja: $I_v \geq 0$ o $< 20$  Vulnerabilidad sísmica media: $I_v \geq 20$ o $< 40$  Vulnerabilidad sísmica alta: $I_v \geq 40$ o $< 100$
			Mecánica de suelos	Contenido de humedad, Granulometría, Límites de consistencia y Corte directo
			Resistencia del concreto endurecido	Esclerometría

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Viviendas Autoconstruidas	Son aquellas viviendas que están dadas por el apuro poblacional de tener una vivienda propia y que bajo esta modalidad se construyen sin planos, sin asesoramiento adecuado de manera informal ubicadas en lugares sin urbanizar (Rivera, 2012, p. 131).	Las viviendas autoconstruidas se evalúan teniendo en cuenta las características de las viviendas, identificando los problemas constructivos, condiciones de lugar, entre otros y para ello se realiza mediante una ficha de observación y la propia observación directa.	Características de las viviendas	Tipo de vivienda Tipo de construcción Dimensiones Antigüedad
			Identificación de problemas	Tipo físico Tipo mecánico Tipo químico

Por otra parte, surgió la necesidad solucionar el problema encontrado, por medio de la hipótesis si se determina la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la Urbanización 21 de Abril – Mz. B en el Distrito de Chimbote aplicando el método Benedetti - Petrini se logrará saber el grado de vulnerabilidad que presentan.

Asimismo, la presente investigación planteó como objetivo general: determinar la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en la Urbanización 21 de Abril – Mz. B, distrito de Chimbote, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones; para lo cual se planificaron seis objetivos específicos:

- Identificar y describir las viviendas autoconstruidas de la Urbanización 21 de Abril – Mz. B, que influyen en la determinación de la vulnerabilidad sísmica.

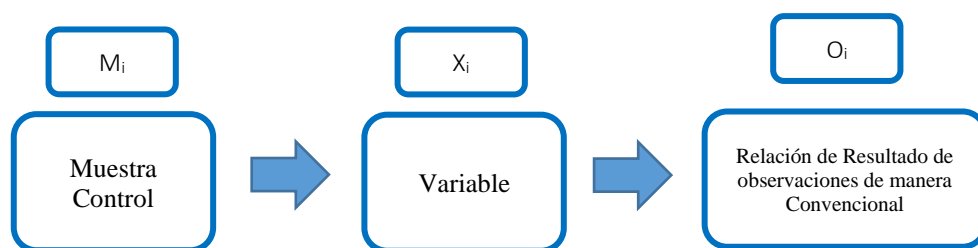
- Determinar las características del suelo de la Urbanización 21 de Abril – Mz. B.
- Comprobar la resistencia a la compresión del concreto endurecido de columnas de las viviendas autoconstruidas de la Urbanización 21 de Abril – Mz. B.
- Identificar fallas de las viviendas autoconstruidas de la Urbanización 21 de Abril – Mz. B mediante guía de registro.
- Evaluar las viviendas autoconstruidas de la Urbanización 21 de Abril – Mz. B por medio del Método Benedetti – Petrini.
- Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la Urbanización 21 de Abril – Mz. B de acuerdo a los parámetros del Método Benedetti – Petrini.

## II. METODOLOGÍA

El tipo de investigación, por su orientación es descriptiva y de nivel aplicativo puesto que consiste en buscar, conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática. Por lo cual se busca transformar el conocimiento puro en conocimiento útil, utilizando la tecnología al servicio del desarrollo integral de los pobladores de la Urbanización 21 de Abril – Mz. B.

En cuanto al diseño, para esta investigación se usó un diseño no experimental transversal, porque se realiza sin manipulación deliberadamente de la variable, se recolectarán datos en un solo momento que serán validados para la determinación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la Urbanización 21 de Abril – Mz. B en el Distrito de Chimbote.

Mientras tanto, se presenta el esquema de tesis descriptiva:



Donde:

Mi: Viviendas autoconstruidas de la Urbanización 21 de Abril – Mz. B.

Xi: Determinación de la vulnerabilidad sísmica.

Oi: Resultados de la determinación vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la Urbanización 21 de Abril – Mz. B.

En la presente investigación la población estuvo conformada por las viviendas autoconstruidas de las manzanas comprendidas entre **4, 7, 8, 10, 14, 18, 20, 22, 24, 25, 27, 29, 30, 31 y 32** de la Urbanización 21 de abril – Mz. B del Distrito de Chimbote, que cuenta con 532 viviendas. De este modo, se usó el criterio de exclusión dejando de lado las viviendas de adobe y concreto armado. Por ello se realizó la elección de 240 viviendas que son de albañilería confinada autoconstruidas distribuidas entre las 15 manzanas elegidas anteriormente, representando de esta manera a la población presente para la investigación.

**Tabla N°2:** *Viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B*

<b>Manzanas</b>	<b>N° Lotes</b>	<b>Manzanas</b>	<b>N° Lotes</b>
<b>4</b>	16	<b>24</b>	16
<b>7</b>	16	<b>25</b>	14
<b>8</b>	18	<b>27</b>	16
<b>10</b>	18	<b>29</b>	16
<b>14</b>	16	<b>30</b>	16
<b>18</b>	16	<b>31</b>	16
<b>20</b>	16	<b>32</b>	16
<b>22</b>	14		
<b>Total</b>			240

**Fuente:** *Elaboración propia*

Para la presente investigación tuvo como muestra el producto que se obtuvo de una población de  $N = 240$  viviendas autoconstruidas lo cual queda definida como población finita, donde el nivel de confianza utilizado es de 90% por ende el  $Z = 1.645$ , y el error muestral será de 10% por ello  $e = 0.1$ , donde la probabilidad de éxito es 96% y de fracaso es de 4% respectivamente, a continuación, se usará la siguiente fórmula para obtener el número de muestra:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{(N - 1)(E^2) + (Z^2)(p \times q)}$$



Donde:

- **N:** Población  
**N:** 240 viviendas autoconstruidas.
- **Z:** 1.645 para un nivel de confianza del 90%.
- **E:** error máximo  
**E:** 10% = 0.1
- **p:** Probabilidad de éxito  
**p:** 96% = 0.96
- **q:** Probabilidad de fracaso  
**q:** 4% = 0.04
- **n:** muestra a hallar

$$n = \frac{1.645^2 \times 0.96 \times 0.04 \times 240}{(240 - 1)(0.1^2) + (1.645^2)(0.96 \times 0.04)}$$

*n = 10 viviendas.*

Se inspeccionarán 10 viviendas autoconstruidas como muestra.

Respecto a las técnica e instrumentos de investigación usados fueron en primer término la técnica de observación, la cual permitió recoger la información concreta en el área de estudio. Para esta investigación se recolecta en campo los datos imprescindibles por medio de la observación directa y mediante toma de fotografías para evidenciar lo observado.

Al mismo tiempo, se necesita la técnica del análisis documental para la presente investigación, puesto que los datos de ensayos en laboratorios de mecánica de suelos son necesarios para la determinación de la cimentación y tipo de suelo. De igual manera, para la obtención de datos de la esclerometría ya necesaria para comprobar la resistencia a compresión del concreto endurecido en elementos estructurales de las

viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B y finalmente estos se interpretarán y analizarán para ser presentados como resultados.

**Tabla N°3:** Normas técnicas de mecánica de suelos

Ensayo	Uso	Normas de referencia		
		MTC	ASTM	NTP
Contenido de Humedad	Clasificación	E-108	D-2216	339.127
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	E-107	D-422	339.128
Límite Líquido	Clasificación	E-110	D-4318	339.129
Límite Plástico	Clasificación	E-111	D-4318	339.129
Índice Plástico	Clasificación	E-111	D-4318	339.129
Método de Clasificación de Suelos	Clasificación	-	D-2487	339.134
Densidad In Situ	Clasificación	E-117	D-1556	339.143
Corte Directo	Especial	E-123	D-3080	339.170

**Fuente:** NTP E.050 Suelos y Exploraciones, 2018

**Tabla N°4:** Norma técnica de resistencia del concreto

Ensayo	Uso	Normas de referencia		
		MTC	ASTM	NTP
Esclerometría	Especial	E-725	C-805	339.181

**Fuente:** NTP E.060 Concreto armado, 2018

En relación a los instrumentos, se consideró la guía de registro ya que permitió recolectar información de los aspectos particulares de la vivienda tales como: ubicación, datos personales de los pobladores, datos estructuras, distribución arquitectónica, antigüedad de las viviendas y posibles fallos visibles. El presente instrumento tuvo aplicación en los pobladores la Urb. 21 de Abril – Mz. B del Distrito Chimbote.

Además, la ficha técnica fue importante para la presente investigación, debido a que la determinación se realizó mediante el Método Benedetti - Petrini a fin de conocer el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas la Urb. 21 de Abril – Mz. B del Distrito Chimbote y así se pudo interpretar los resultados que se presentaron. Es así que en estas fichas técnicas se describieron los parámetros utilizados para determinar el estado de vulnerabilidad sísmica de estas viviendas, después se procedió a verificar el cumplimiento de los requisitos límites que ordena el RNE y la NTP A.010 Condiciones Generales de Diseño, A.020 Vivienda, E.030 Diseño Sismorresistente, E.050 Suelos y Cimentaciones, E.060 Concreto Armado y E.070 Albañilería.

Otro punto, es el protocolo de laboratorio para lograr determinar si las propiedades físico – mecánicas del suelo de la Urb. 21 de Abril – Mz. B cumplen con los requerimientos necesarios para saber si las viviendas construidas tienen un diseño de cimentación adecuado al terreno y por lo tanto no son vulnerables a fin de estar fuera de riesgos, además estar edificadas conforme al Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, E.030 Diseño Sismorresistente.

Al mismo tiempo, se usó la esclerometría para determinar la resistencia a compresión del concreto endurecido del elemento estructural como las columnas de las viviendas autoconstruidas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B.

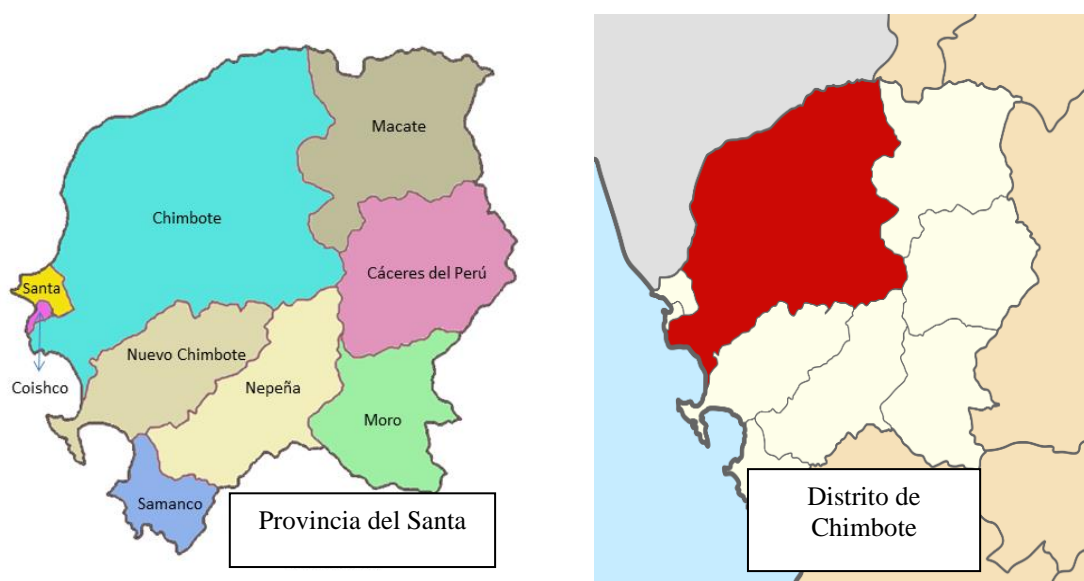
Por último, los estudios de mecánica de suelos y verificación de diseño de una cimentación de viviendas no es necesario validarse tal y como está establecido en reglamento nacional de edificaciones, así mismo ocurre con la esclerometría, debido a ello se confiará en los resultados y no se requiere validación por juicio de expertos externos, porque los formatos están estandarizados según la Norma Técnica Peruana el cual lo delimita de manera precisa.

### III. RESULTADOS

En principio en este capítulo, se investigó sobre la vulnerabilidad sísmica, autoconstrucción y se consideró las normas E.030 Diseño sismorresistente y E.0.50 Suelos y cimentaciones, además de conceptos que guardan relación a esta investigación, así como contenido geoFigura para situar la Urb. 21 de Abril – Mz. B.

De este modo, se tuvo como *primer objetivo específico* a identificar y describir las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B que influyen en la evaluación de vulnerabilidad sísmica

Como resultado se pudo identificar primeramente que la ciudad de Chimbote es la capital de la Provincia del Santa, en esta zona se ubica la Urb. 21 de Abril – Mz. B a la altura del km 32 de la carretera panamericana.

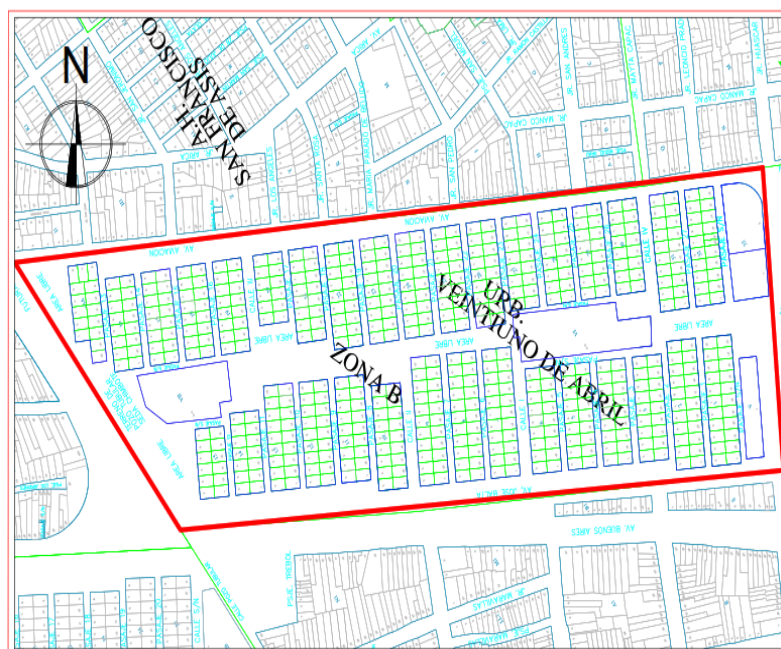


**Figura N°8:** Ubicación geográfica de Chimbote en la Provincia del Santa

**Fuente:** Elaboración propia

De esta forma, se sitúa dentro del casco urbano de Chimbote la Urb. 21 de Abril – Mz. B, el cual presenta la siguiente delimitación:

- Norte: P.J. El Porvenir.
- Sur: Urb. 21 de Abril – Mz. A.
- Oeste: A.H. 2 de Mayo.
- Este: P.J. El Progreso.



**Figura N°9:** Ubicación geográfica de la Urb. 21 de Abril – Mz. B

**Fuente:** Elaboración propia

Ahora bien, para esta investigación se consideraron de 240 viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B y estaban conformada por 15 manzanas entre ellas **4, 7, 8, 10, 14, 18, 20, 22, 24, 25, 27, 29, 30, 31 y 32**. Además, se describe que el área esta predominada por viviendas y un cierto número destinado para el comercio, industria, educación y recreación.

De lo antes dicho, se procedió a identificar 10 viviendas autoconstruidas que serán evaluadas en campo, de acuerdo al criterio como investigador se consideraron aquellas que presenten visibles daños en elementos estructurales como no estructurales.

**Tabla N°5:** Viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B

LUGAR DE ESTUDIO	N° VIVIENDAS	DIRECCIÓN DE LAS VIVIENDAS
Urb. 21 de Abril Mz. B	1	Pasaje 27 Mz. 32 Lt. 7
	2	Pasaje 27 Mz. 32 Lt. 10
	3	Pasaje. 25 Mz. 29. Lt. 5
	4	Pasaje. 26 Mz. 29. Lt. 13
	5	Pasaje. 20 Mz. 24. Lt. 6
	6	Pasaje. 20 Mz. 24. Lt. 9
	7	Pasaje. 8 Mz. 10. Lt. 11
	8	Pasaje. 12 Mz. 14. Lt. 8
	9	Pasaje. 11 Mz. 14. Lt. 9
	10	Pasaje. 18 Mz. 22. Lt. 10

**Fuente:** *Elaboración propia*

### **Descripción:**

De la Tabla N°5, se muestra la identificación de las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B seleccionadas para la evaluación de vulnerabilidad sísmica por los métodos Benedetti y Petrini, estas viviendas están comprendidas entre las manzanas 10, 14, 22, 24, 29 y 32. La elección de estas viviendas fue de acuerdo al criterio como investigador ya que muchas de ellas presentan aspectos significativos para ser evaluadas como son problemas de agrietamientos, fisuras, entre otros y es necesario determinar el grado de vulnerabilidad ya que tienen influyen parcialmente en la vulnerabilidad de la Urb. 21 de Abril – Mz. B.

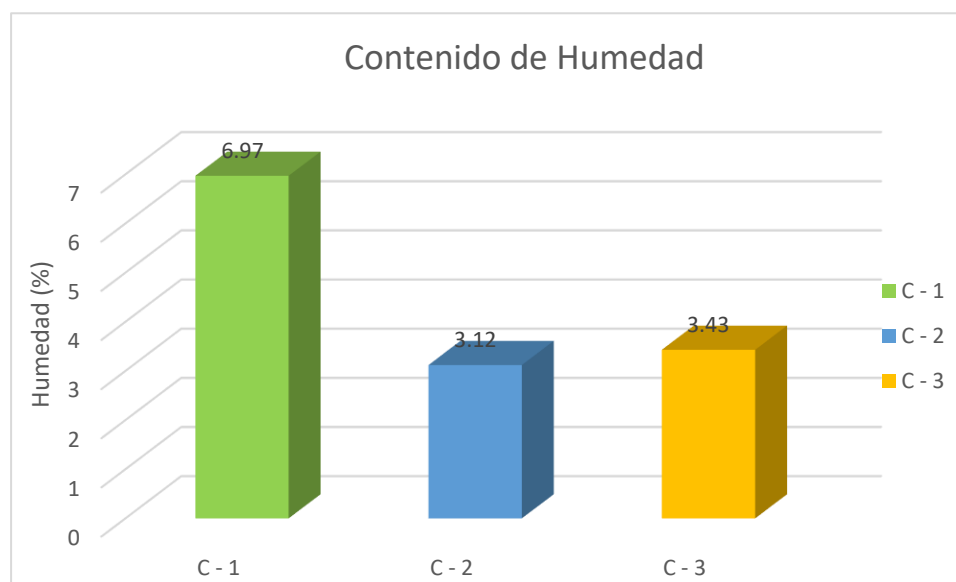
En cuanto, al desarrollo del *segundo objetivo específico* de determinar las características del suelo de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, se tuvo como resultado lo expresado en la siguiente tabla:

**Tabla N°6:** Resultados del contenido de humedad en la Urb. 21 de Abril – Mz. B

LUGAR DE ESTUDIO	CALICATAS	PROF. (m)	HUMEDAD DEL TERRENO (%)
Urb. 21 de Abril	C - 1	1.50	6.97
Mz. B	C - 2	1.50	3.12
	C - 3	1.50	3.43

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N°1:** Contenido de humedad del suelo en la Urb. 21 de Abril – Mz. B



**Fuente:** Elaboración propia

### Descripción:

De esta forma, de acuerdo a la Tabla N°6 y Figura N°1 se muestran los resultados del contenido de humedad del suelo en la Urb. 21 de Abril – Mz. B, indicando que tiene un elevado porcentaje de humedad natural entre 3.43% y 3.97%, es decir, el terreno es relativamente húmedo.

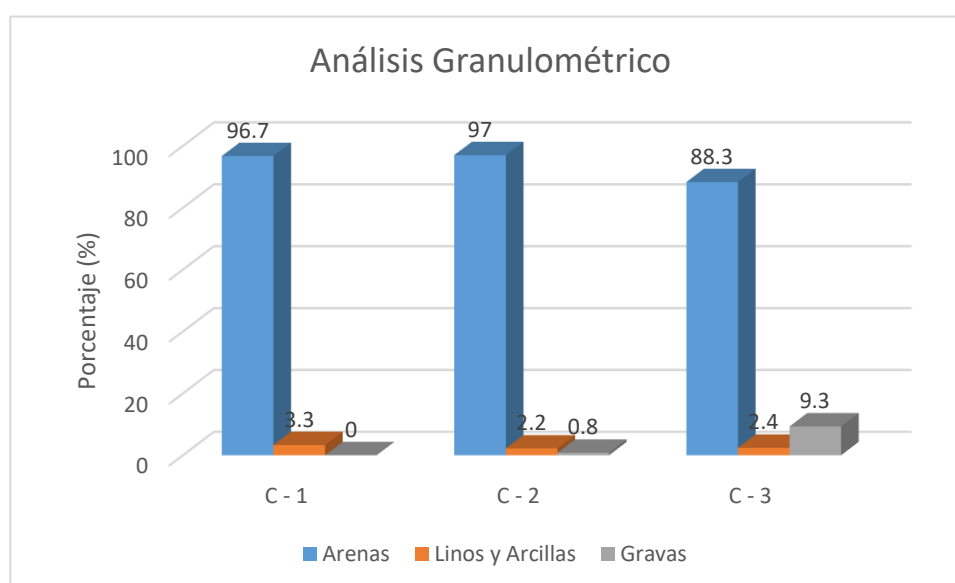
Al mismo tiempo, se logró determinar la granulometría que presenta la Urb. 21 de Abril – Mz. B, siendo la expresada en la siguiente tabla.

**Tabla N°7: Resultados del análisis granulometría en la Urb. 21 de Abril – Mz. B**

LUGAR DE ESTUDIO	CALICATAS	PROF. (m)	DISTRIBUCIÓN		
			ARENAS (%)	LIMOS Y/O ARCILLAS (%)	GRAVAS (%)
Urb. 12 de Abril Mz. B	C - 1	1.50	96.7	3.3	0
	C - 2	1.50	97	2.2	0.8
	C - 3	1.50	88.3	2.4	9.3

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°2: Análisis granulométrico del suelo en la Urb. 21 de Abril – Mz. B**



**Fuente:** *Elaboración propia*

### Descripción:

Así pues, de acuerdo a la Tabla N°7 y Figura N°2 se muestran los resultados del resumen del análisis granulométrico de las 3 calicatas echas en la Urb. 21 de Abril – Mz. B a una profundidad de 1.50 m, determinándose un elevado porcentaje de las arenas que varía de 88.30% a 97%. Por otra parte, se muestra un menor porcentaje en cuanto a los limos y/o arcilla con una variación de 2.2% a 3.3%, y se muestra también valores pequeños de Grava con una variación de 0% a 9.3%, además de ello cabe



resalta que no existe límites de consistencia, pero si una presencia de nivel freático de 1.20 a 1.50 metros respectivamente.

En cuanto a la clasificación del suelo y la capacidad portante de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla N°8: Resultados de clasificación SUCS y capacidad portante en la Urb. 21 de Abril – Mz. B**

LUGAR DE ESTUDIO	CALICATAS	PROF. (m)	CLASIF. DEL SUELO (SUCS)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	COHESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	CAPACIDAD PORTANTE (kg/cm <sup>2</sup> )
Urb. 21 de Abril Mz. B	C - 1	1.50	SM	30.79	0.006	1.40
	C - 2	1.50	SM	30.04	0.001	1.35
	C - 3	1.50	SM	30.04	0.001	1.33

**Fuente:** *Elaboración propia*

Donde:

- SM = Arena limosa

### **Descripción:**

De este modo, se muestra en la Tabla N°8 los resultados obtenidos respecto a la clasificación del suelo mediante SUCS, mostrando que en las 3 calicatas realizadas se tuvo un suelo de nomenclatura SM, es decir, un suelo de arena limosa. Por otro lado, se determinó una capacidad portante de 1.40 kg/cm<sup>2</sup>, 1.35kg/cm<sup>2</sup> y 1.33 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente considerando los ángulos de fricción de 30.79°, 30.04 y 30.04 con una cohesión nula.

De esta manera, siguiendo con el *tercer objetivo específico* de comprobar la resistencia a la compresión del concreto endurecido de columnas de las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B.

Antes que nada, se procedió a seleccionar la vivienda 1 para la aplicación del ensayo de esclerometría, esta estuvo ubicada en el Pasaje 27 Mz. 32 Lt. 7.

**Tabla N°9:** *Ensayo de esclerometría vivienda 1 en la Urb. 21 de Abril – Mz. B*

Elementos estructurales	Columna E-1	Columna E-2	Columna E-3
Índice esclerométrico	23.90	23.50	25.40
Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	147.85	139.70	166.21
Aceptación f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable

**Fuente:** *Elaboración propia*

#### **Descripción:**

De acuerdo con la Tabla N°9, se presenta como resultados del ensayo de esclerometría aplicado a los elementos estructurales de la vivienda 1, que las Columnas E-1, E-02 y E-1 tienen una resistencia inaceptable según lo requerido tanto para columnas de f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Continuando, se seleccionó la vivienda 2 para la aplicación del ensayo de esclerometría, esta estuvo ubicada en el Pasaje. 25 Mz. 29. Lt. 5.

**Tabla N°10:** *Ensayo de esclerometría vivienda 2 en la Urb. 21 de Abril – Mz. B*

Elementos estructurales	Columna E-1	Columna E-2	Columna E-3
Índice esclerométrico	23.50	24.10	28.10
Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	143.77	146.83	198.84
Aceptación f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable

**Fuente:** *Elaboración propia*

#### **Descripción:**

De acuerdo con la Tabla N°10, se presenta como resultados del ensayo de esclerometría aplicado a los elementos estructurales de la vivienda 2, que las Columnas E-1, E-02 y E-03 tienen una resistencia inaceptable según lo requerido tanto para columnas como vigas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

A fin de culminar con los resultados para este objetivo específico, se seleccionó la vivienda 3 para la aplicación del ensayo de esclerometría, esta estuvo ubicada en el Pasaje. 20 Mz. 24. Lt. 6

**Tabla N°11:** *Ensayo de esclerometría vivienda 3 en la Urb. 21 de Abril – Mz. B*

Elementos estructurales	Columna E-1	Columna E-2	Columna E-3
Índice esclerométrico	31.1	27.6	30.3
Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	241.66	191.70	247.29
Aceptación $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Aceptable	Inaceptable	Aceptable

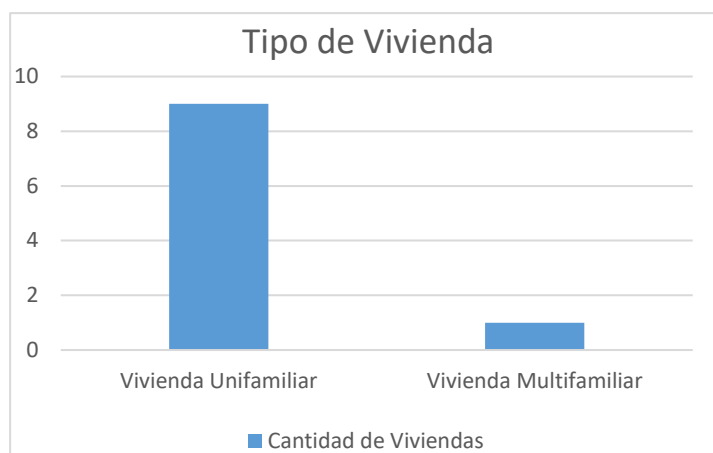
**Fuente:** *Elaboración propia*

### Descripción:

De acuerdo con la Tabla N°11, se presenta como resultados del ensayo de esclerometría aplicado a los elementos estructurales de la vivienda 3, que las Columnas E-1, E-03 tienen una resistencia aceptable según lo requerido para columnas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con valores que superan lo establecido siendo estos de  $241.66 \text{ kg/cm}^2$  y  $247.29 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente.

A su vez, se procedió a desarrollar el cuarto objetivo específico de identificar fallas de las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B mediante guía de registro, encontrándose con los resultados indicados en las gráficas presentadas a continuación.

**Figura N°3:** *Tipos de viviendas en la Urb. 21 de Abril – Mz. B*

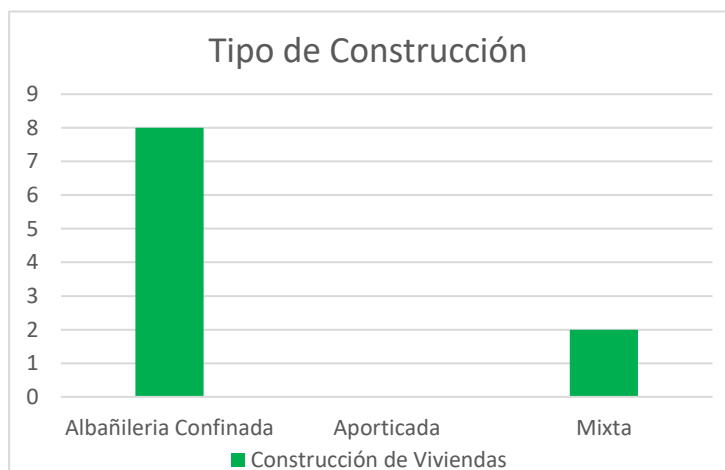


**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De acuerdo a la figura N°3, se determinó que el tipo de vivienda que se evaluaron, indica que 9 viviendas son unifamiliares, esto representa el 90%; mientras que 1 viviendas es multifamiliar, representando el 10%.

**Figura N°4:** *Tipo de construcción de viviendas en la Urb. 21 de Abril – Mz. B*



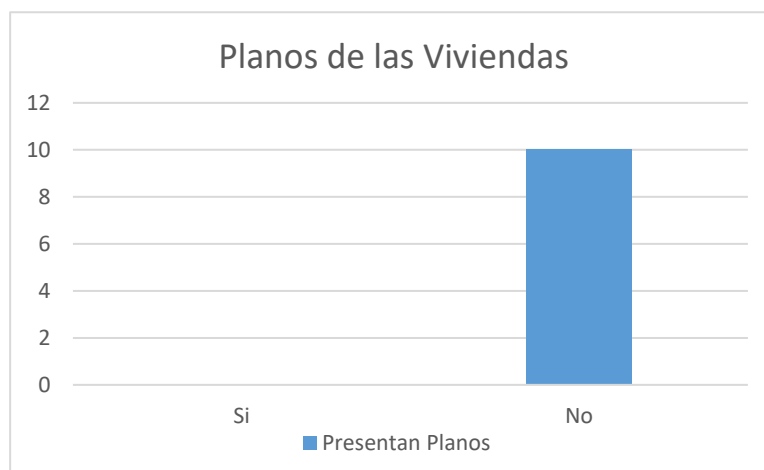
**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De acuerdo a la Figura N°4, se determinó el tipo de construcción de las viviendas que se evaluaron, indicando que 8 viviendas se construyeron con albañilería

confinada, esto representa el 80%, mientras que 2 se edificaron de manera mixta, decir el 20% restante y finalmente ninguna se realizó de forma aporticada.

**Figura N°5:** *Viviendas con presencia de planos en la Urb. 21 de Abril – Mz. B*

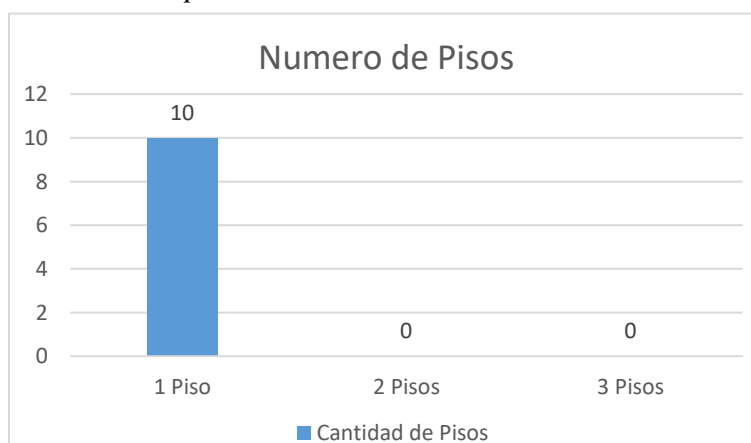


**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De acuerdo a la Figura N°5, se muestra si las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B presentan planos o de lo contrario no cuentan con ello, de esta manera se indicó que 10 viviendas no cuentan con planos, es decir el 100%, correspondiente para la totalidad de viviendas evaluadas bajo este aspecto.

**Figura N°6:** *Número de pisos de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B*

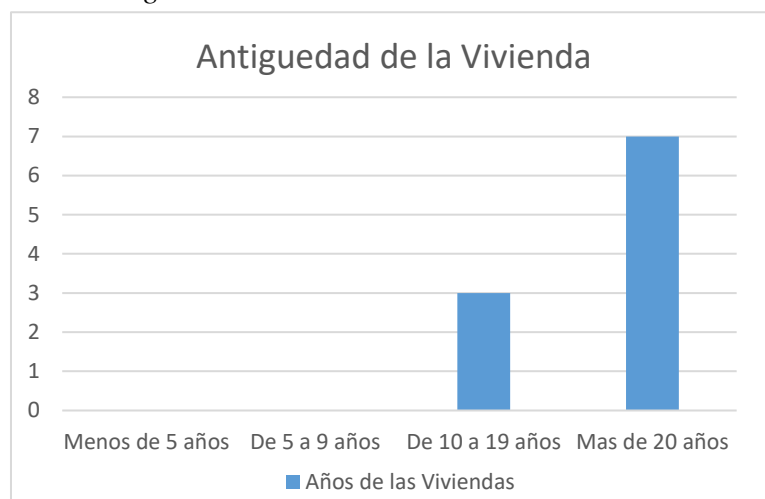


**Fuente:** *Elaboración propia*

### Descripción:

De acuerdo a la Figura N°6, se muestra el número de pisos de las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, indicado que 10 viviendas son de 1 piso, es decir el 100%, Y ninguna vivienda de 2 pisos.

**Figura N°7:** *Antigüedad de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B*

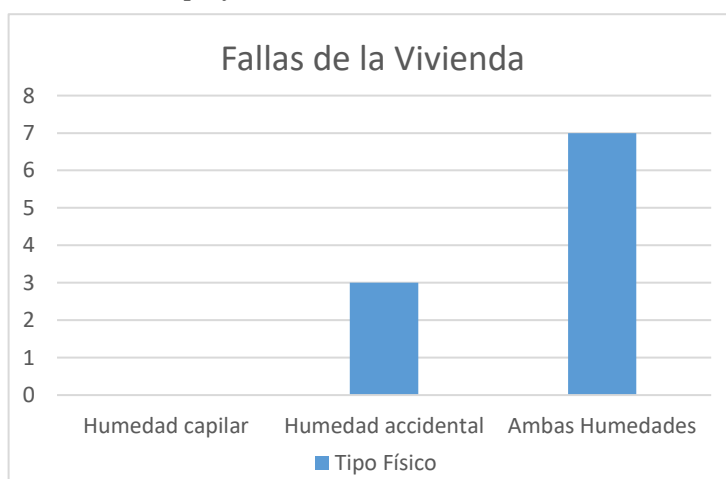


**Fuente:** *Elaboración propia*

### Descripción:

De acuerdo a la Figura N°7, se muestra el resultado de la antigüedad de las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, indicado que ninguna de ellas se construyó de 1 a 9, sino que 3 realizó su edificación entre 10 – 19 años, es decir el 30%. Por otro lado 7 viviendas se construyeron hace más de 20 años, ello indica el 70% restante.

**Figura N°8:** *Fallos tipo físico de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B*

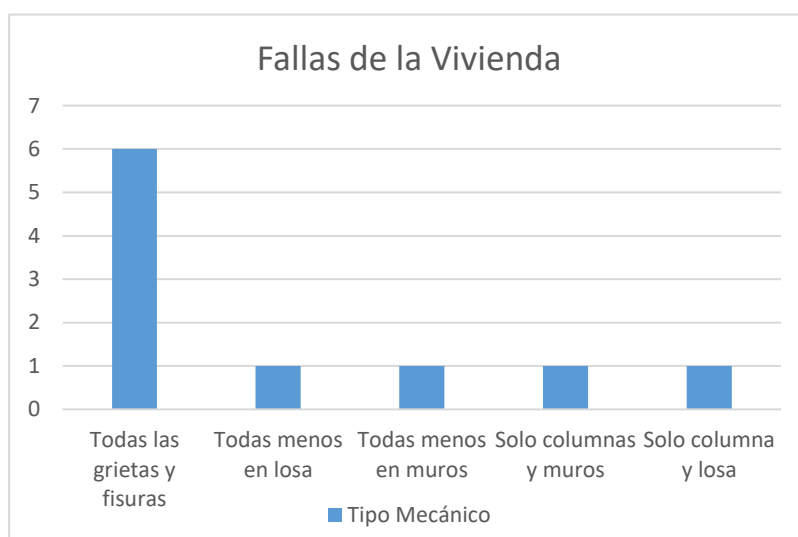


**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De acuerdo a la Figura N°8, se muestra el resultado de las fallas de tipo físicas que presentan las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, indicado que ninguna muestra humedad soló capilar. Por otra parte, 3 viviendas presentan soló humedad accidental, es decir el 30% y finalmente 7 viviendas presentan ambas humedades, ello indica el 70% restante de las viviendas evaluadas.

**Figura N°9:** *Fallos tipo mecánico de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B*

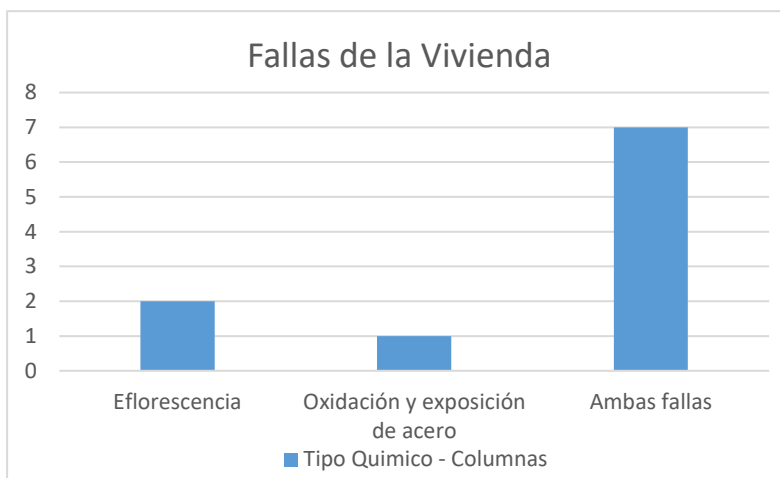


**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De acuerdo a la Figura N°9, se muestra el resultado de las fallas de tipo mecánico que presentan las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, indicado 6 presentan todas las grietas y físicas, tanto en columna, viga, losa y muros, es decir el 60%, en tanto 1 vivienda presenta todas las grietas y fisuras menos en losa, equivale al 10%. Por otra parte, 1 viviendas presentan todas grietas menos en muros, es decir el 10%, seguidamente 1 vivienda presenta solo grietas y fisuras en columnas y muros, esto es el 10% y finalmente 1 viviendas presentan solo grietas y fisuras en columna y losa, ello indica el 10% restante de las viviendas evaluadas.

**Figura N°10:** Fallas tipo química en columnas de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B

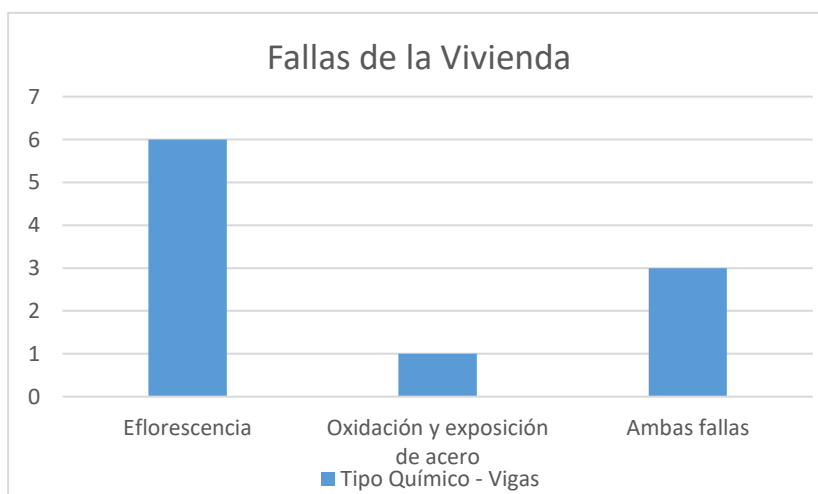


**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De acuerdo a la Figura N°10, se muestra el resultado de las fallas de tipo químicas en las columnas de las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, indicando que 2 presenta eflorescencia, es decir el 20%, así mismo 1 vivienda presenta oxidación y exposición de acero, equivale al 10%. Por otra parte, 7 viviendas tienen ambas fallas, es decir el 70% restante.

**Figura N°11:** Fallas tipo químicas en vigas de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B



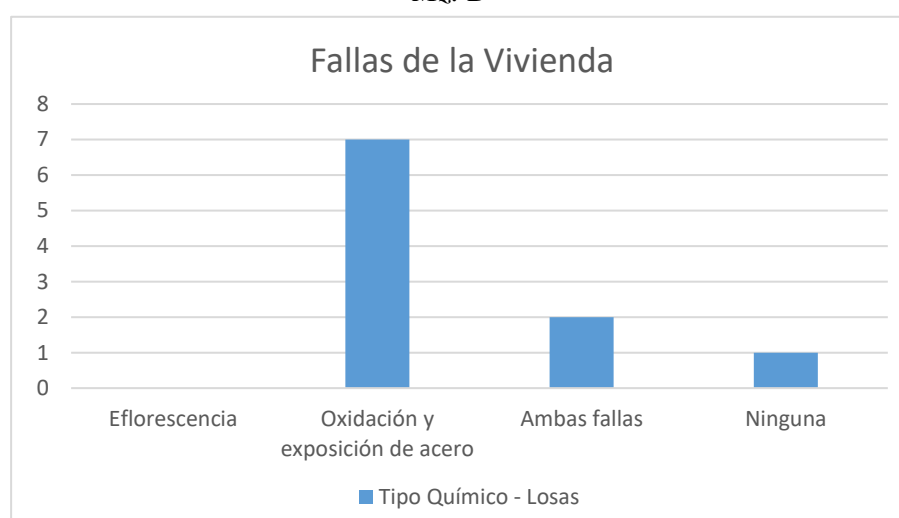
**Fuente:** *Elaboración propia*



### Descripción:

De acuerdo a la Figura N°11, se muestra el resultado de las fallas de tipo químicas en las vigas de las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, indicando que 1 presentan oxidación y exposición de acero, es decir el 10%. Por otra parte, 3 vivienda tiene ambas fallas, es decir el 30% y finalmente 6 de ellas tuvieron fallas de eflorescencia, ello indica que es el 60% restante.

**Figura N°12:** *Fallas tipo químicas en losa en las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B*

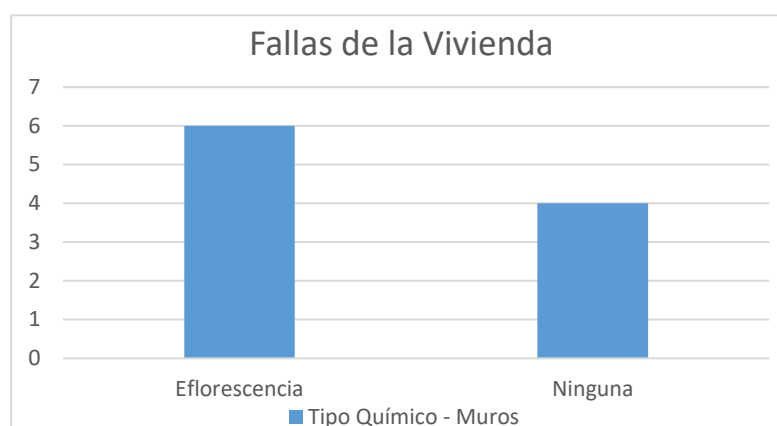


**Fuente:** *Elaboración propia*

### Descripción:

De acuerdo a la Figura N°12, se muestra el resultado de las fallas de tipo químicas en las losas de las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, indican que 7 presentan oxidación y exposición de acero, es decir el 70%, 2 presentan ambas fallas, es decir el 20%, y que 1 vivienda no tienen ninguna falla, es decir el 10% restante.

**Figura N°13:** Fallas tipo químicas en los muros de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De acuerdo a la Figura N°13, se muestra el resultado de las fallas de tipo químicas en los muros de las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, indican que 6 presentan eflorescencia, es decir el 60% y que las otras 4 viviendas no tienen ninguna falla, es decir el 40% restante.

A continuación, se presenta los resultados del quinto objetivo específico de evaluar las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B por medio del Método Benedetti – Petrini.

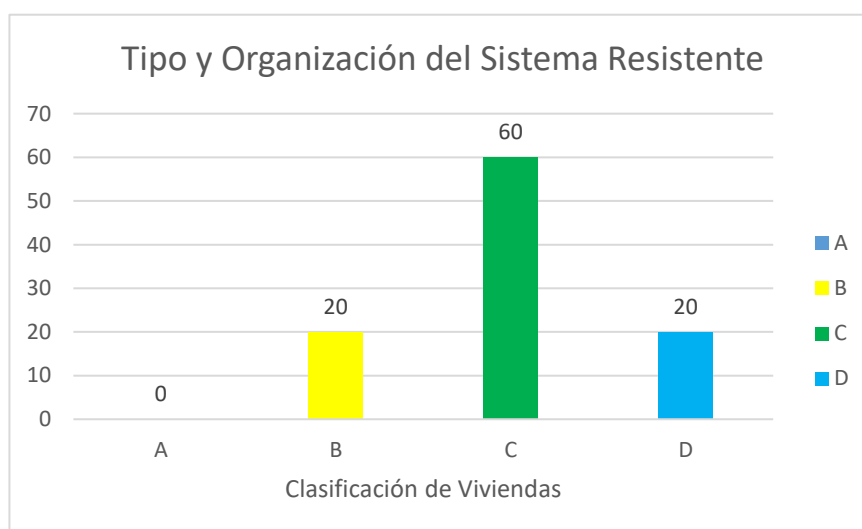
A continuación, se presenta el resultado de la de la evaluación de viviendas autoconstruidas usando el Método Benedetti y Petrini dando inicio con el parámetro 1: Tipo y organización del sistema resistente, estos se expresan en la siguiente tabla y figura.

**Tabla N°12: Parámetro 1 - Tipo y organización del sistema resistente**

Clase	N° de viviendas	% Viviendas
A	0	0
B	2	20
C	6	60
D	2	20

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°14: Tipo y organización del sistema resistente en porcentaje**



**Fuente:** *Elaboración propia*

### **Descripción:**

De la Tabla N°12 y Figura N°14 se observa que, de las 10 viviendas evaluadas 2 de ellas se clasifica con B, es decir, el 20% debido a que su muro portante presenta un adecuado amarre con las vigas, 6 viviendas se clasifican con C, es decir, el 60% debido a que estas viviendas tienen buen amarre con las vigas, pero solo en algunas de las plantas y finalmente 2 viviendas se clasifican con D, es decir, el 20% debido a que sus muros no se encuentran ligados con las vigas y/o son ortogonales.

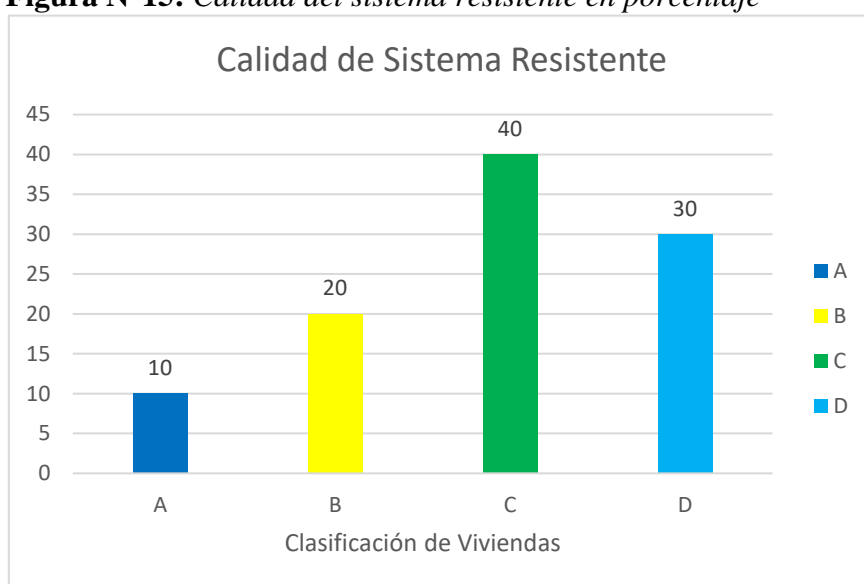
En cuanto a los resultados encontrados en el parámetro 2: Calidad del sistema resistente y son expresados a continuación.

**Tabla N°13: Parámetro 2 - Calidad del sistema resistente**

Clase	N° de viviendas	% Viviendas
A	1	10
B	2	20
C	4	40
D	3	30

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°15: Calidad del sistema resistente en porcentaje**



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De la Tabla N°13 y Figura N°15 se observa que, de las 10 viviendas evaluadas 1 de ellas se clasifica con A, es decir, el 10% debido a que sus muros portantes se construyeron con un material de calidad, también presentan homogeneidad, tienen juntas adecuadas y verticalidad. Así mismo 2 vivienda se clasifica con B, es decir, el 20% debido a que para su construcción se empleó ladrillo pandereta en sus muros portantes, es así que no se cumple con una característica de A, 4 viviendas se clasifican con C, es decir, el 40% debido a que en la construcción de sus muros usaron ladrillo pandereta y presentan juntas de medida inadecuada y finalmente 3 viviendas se

clasifican con D, es decir, el 30% debido a que sus muros se construyeron con otro tipo de ladrillo, las juntas no son adecuadas y en algunos muros carece de verticalidad.

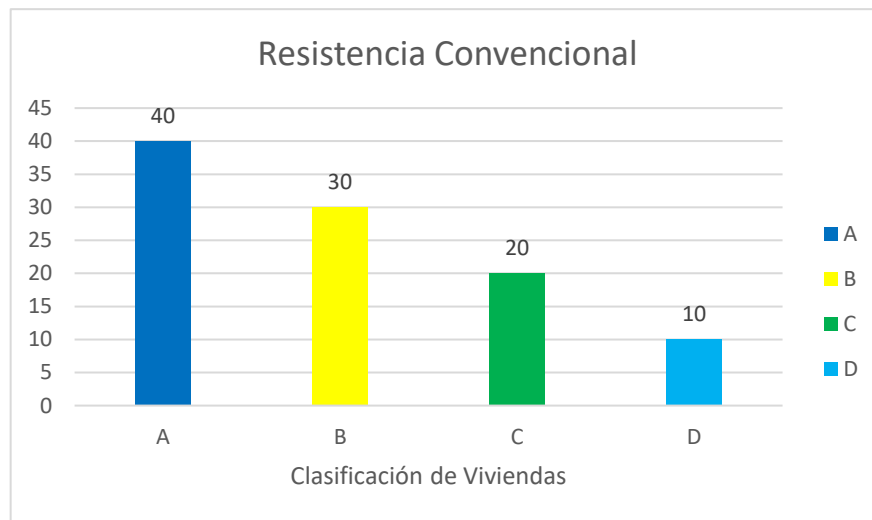
De este modo, se presentan los resultados encontrados en el parámetro 3: Resistencia convencional y son expresados a continuación.

**Tabla N°14:** *Parámetro 3 – Resistencia convencional*

Clase	N° de viviendas	% Viviendas
A	4	40
B	3	30
C	2	20
D	1	10

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°16:** *Resistencia convencional en porcentaje*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De la Tabla N°14 y Figura N°16 se observa que, de las 10 viviendas evaluadas 4 de ellas se clasifica con A, es decir, el 40% debido a que la relación del valor de resistencia convencional se encuentra en  $a \geq 1$ , 3 viviendas se clasifican con B, es decir, el 30% debido a que estas viviendas tienen el valor de resistencia convencional igual a un  $0.6 \leq a < 1$ , Mientras que, 2 viviendas se clasifican con C, es decir, el 20%

debido a que presentaron un  $0.4 \leq a < 6$  y por último 1 vivienda se clasifica con D, es decir, el 10% debido a que presentaron un  $a < 0.4$ , el valor de resistencia convencional se calculó según el peso de la vivienda.

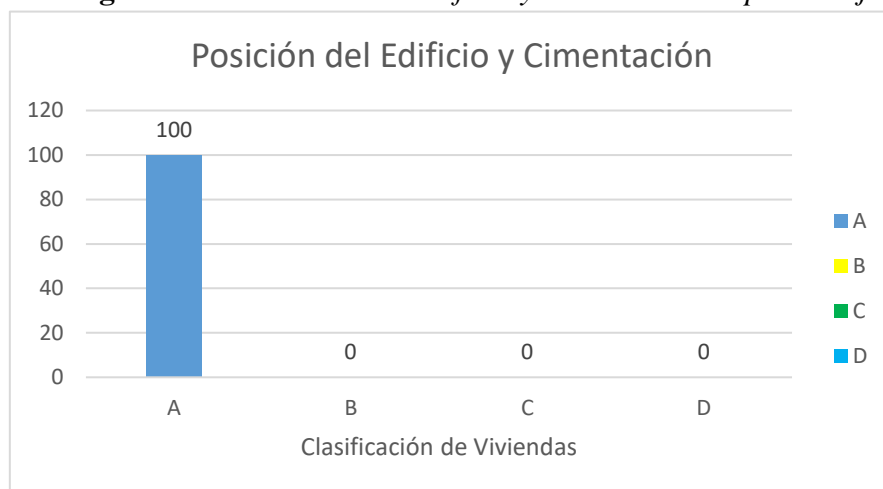
Prosiguiendo, se presentan los resultados encontrados en el parámetro 4: Posición del edificio y cimentación y son expresados a continuación.

**Tabla N°15:** *Parámetro 4 – Posición del edificio y cimentación*

Clase	N° de viviendas	% Viviendas
A	10	100
B	0	0
C	0	0
D	0	0

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°17:** *Posición del edificio y cimentación en porcentaje*



**Fuente:** *Elaboración propia*

### **Descripción:**

De la Tabla N°15 y figura N°17 se observa que, de las 10 todas se clasifican con A, es decir, el 100% debido a que las viviendas tienen una cimentación conformada por cimiento corrido y se encuentran en un terreno estable con pendiente  $\leq$  a 10%.

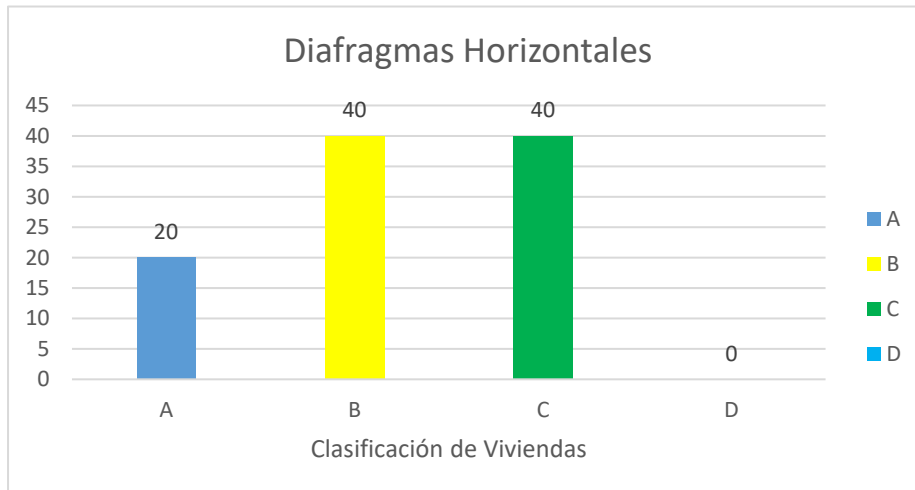
En relación a los resultados encontrados en el parámetro 5: Diafragmas horizontales, estos son expresados a continuación.

**Tabla N°16:** *Parámetro 5 – Diafragmas horizontales*

Clase	N° de viviendas	% Viviendas
A	2	20
B	4	40
C	4	40
D	0	0

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°18:** *Diafragmas horizontales en porcentaje*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De la Tabla N°16 y Figura N°18 se observa que, de las 10 viviendas evaluadas 2 de ellas se clasifican con A, es decir, el 20% debido a que esta vivienda tiene cubierta de losa aligerada, en donde, estas se caracterizan por tener planos a desnivel en sus diafragmas, estos no tienen deformaciones y existe una conexión eficaz entre el diafragma y muros, 4 viviendas se clasifican con B, es decir, el 40% debido a que tienen cubierta con eternit y uso de madera como diafragma, no tienen deformaciones, pero si presentan mala conexión entre diafragmas y muros y finalmente 4 viviendas se clasifican con C, es decir, el 40% debido a que tienen cubierta con eternit, usaron como

diafragma a la madera en donde sin deformabilidades, sin embargo si existe mala conexión entre estos diafragmas y los muros portantes.

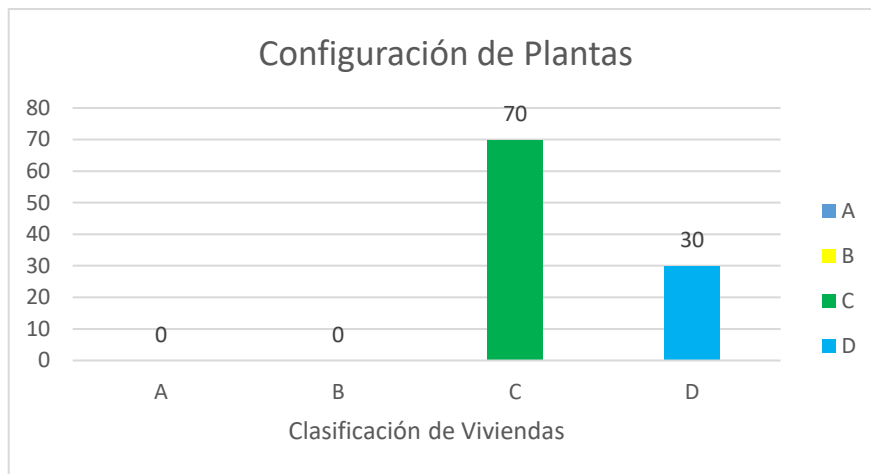
Del mismo modo, se presentan los resultados encontrados en el parámetro 6: Configuración en planta y se expresan a continuación.

**Tabla N°17:** *Parámetro 6 – Configuración en planta*

Clase	N° de viviendas	% Viviendas
A	0	0
B	0	0
C	7	70
D	3	30

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°19:** *Configuración en planta en porcentaje*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De la Tabla N°17 y Figura N°19 se observa que, de las 10 viviendas evaluadas 7 de ellas se clasifican con C, es decir, el 70% debido a que estas viviendas llegaron a ocupar totalidad del área que corresponde al lote, además tienen forma rectangular y la relación de  $a/L$  corresponde entre  $0.6 > \beta \geq 0.4$  y las otras 3 viviendas se clasifican con B, es decir, el 30% debido a que estas viviendas también ocuparon todo el área y



presentaron también la forma de rectángulo, sin embargo, la relación de  $a/L$  es  $0.4 > \beta_1$ .

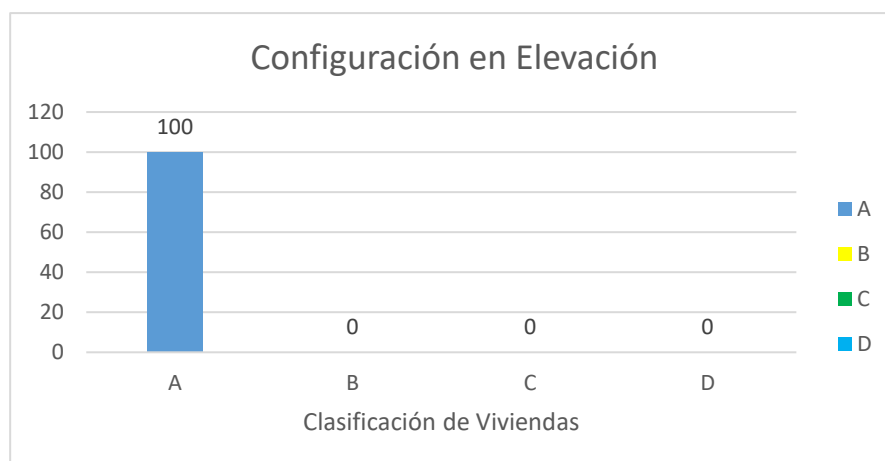
Al mismo tiempo, se presentan los resultados encontrados en el parámetro 7: Configuración en elevación y se expresan a continuación.

**Tabla N°18:** *Parámetro 7 – Configuración en elevación*

Clase	N° de viviendas	% Viviendas
A	10	100
B	0	0
C	0	0
D	0	0

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°20:** *Configuración en elevación en porcentaje*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De la Tabla N°18 y Figura N°20 se observa que, de las 10 todas se clasifican con A, es decir, el 100% debido a que ninguna presenta configuración en la elevación, además todas tienen una cubierta con losa aligerada y/o eternit y como no presentan ninguna elevación se considera que la relación de  $T/H$  es igual a 1.

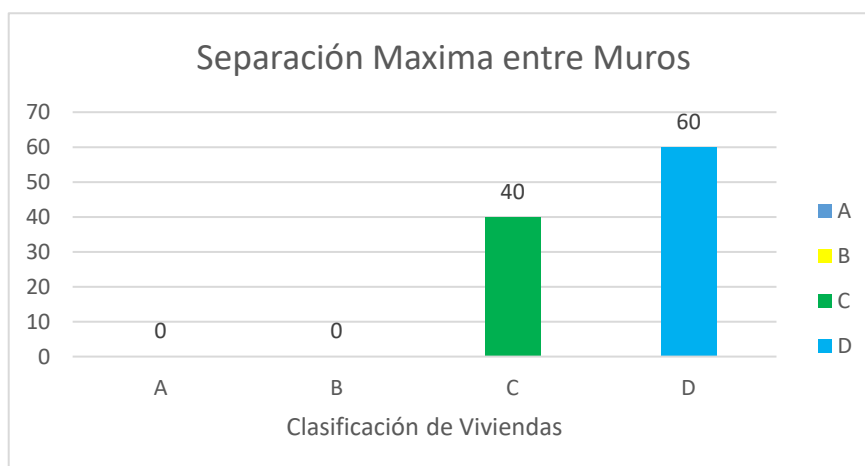
De esta forma, se presentan los resultados encontrados en el parámetro 8: Separación máxima entre muros y son expresados a continuación.

**Tabla N°19:** *Parámetro 8 – Separación máxima entre muros*

Clase	N° de viviendas	% Viviendas
A	0	0
B	0	0
C	4	40
D	6	60

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°21:** *Separación máxima entre muros en porcentaje*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De la Tabla N°19 y Figura N°21 se observa que, de las 10 viviendas evaluadas 4 de ellas se clasifican con C, es decir, el 40% debido a que se cálculo de la separación máxima entre muros, correspondiéndole un valor en relación:  $18 < L/S \leq 25$ . En cambio, las 6 viviendas se clasifican con D, es decir, el 60% debido a que debido a que el resultado del cálculo de la separación máxima entre muros, le corresponde un valor en la relación:  $25 < L/S$ .

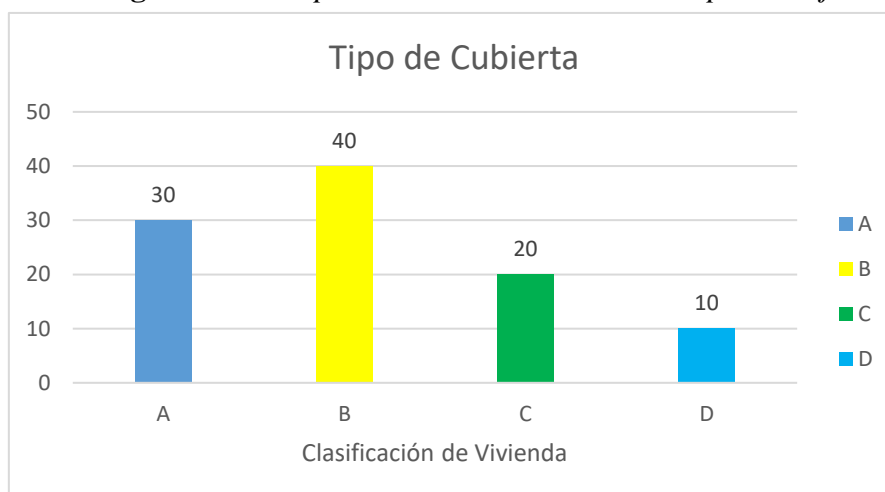
Del mismo modo, se presentan los resultados encontrados en el parámetro 9: Tipo de cubierta y son expresados a continuación.

**Tabla N°20:** *Parámetro 9 – Tipo de cubierta*

Clase	N° de viviendas	% Viviendas
A	3	30
B	4	40
C	2	20
D	1	10

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°22:** *Tipo de cubierta entre muros en porcentaje*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Descripción:**

De la Tabla N°20 y Figura N°22 se observa que, 3 viviendas se clasifican con A, es decir, el 30% debido a que estas viviendas tienen cubierta estable conformada por losa aligerada en la totalidad del área, tienen una distancia adecuada entre vigas, cumplen con un buen amarre y conexión, 4 viviendas se clasifican con B, es decir, el 40% debido a que tienen una cubierta inestable, pero si tienen una distancia adecuada entre vigas, cumplen con un buen amarre y conexión. En el caso de 2 viviendas se clasifica con C, es decir, el 20% debido a que tiene cubierta de eternit inestable, tiene

una distancia adecuada de viga a viga, pero cumple con un buen apoyo, por último 1 viviendas se clasifican con D, es decir, el 10% debido a que tienen una cubierta de eternit inestable en pésimo estado, además incumplen la distancia entre viga a viga y tampoco tienen un buen apoyo.

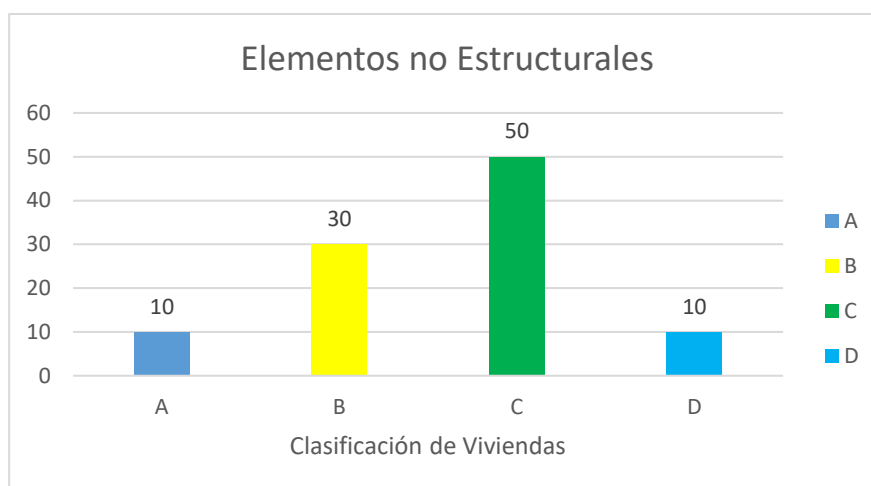
Ahora bien, se presentan los resultados encontrados en el parámetro 10: Elementos no estructurales y son expresados a continuación.

**Tabla N°21:** *Parámetro 10 – Elementos no estructurales*

Clase	N° de viviendas	% Viviendas
A	1	10
B	3	30
C	5	50
D	1	10

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°23:** *Elementos no estructurales en porcentaje*



**Fuente:** *Elaboración propia*

### **Descripción:**

De la Tabla N°21 y Figura N°23 se observa que, 1 vivienda se clasifica con A, es decir, el 10% debido a que no cuentan con parapetos, no presenta fisuras ni roturas en sus elementos no estructurales, 3 viviendas se clasifican con B, es decir, el 30%

debido a que estas viviendas tienen parapetos empotrado sin presencia de fisuras ni roturas. En cambio 5 viviendas se clasifican con C, es decir, el 50% debido a que estas viviendas presentan fisuras o roturas en sus tabiquerías y por último 1 viviendas se clasifican con D, es decir, el 10% debido a que estas viviendas tienen fisuras en la tabiquería, también se presencia un daño en las tuberías que provocan daños a los elementos estructurales.

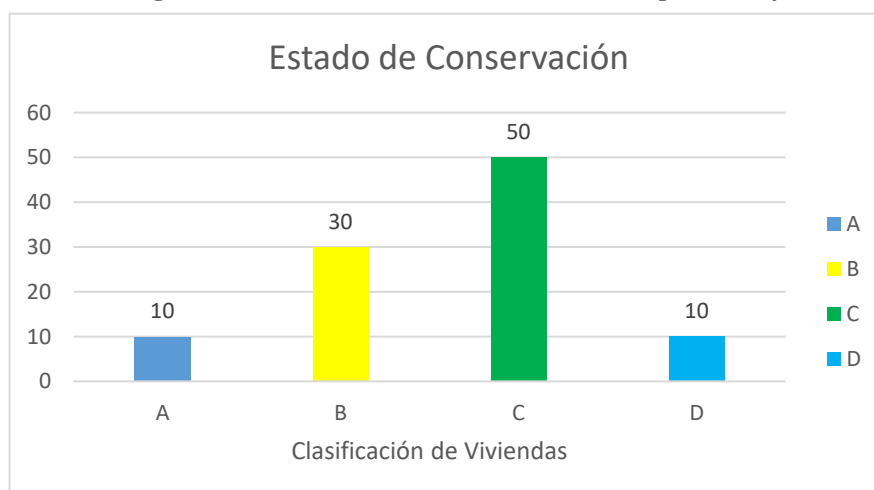
En último término, se presentan los resultados encontrados en el parámetro 11: Estado de conservación y son expresados a continuación.

**Tabla N°22:** *Parámetro 11 – Estado de conservación*

Clase	N° de viviendas	% Viviendas
A	1	10
B	3	30
C	5	50
D	1	10

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°24:** *Estado de conservación en porcentaje*



**Fuente:** *Elaboración propia*

### Descripción:

De la Tabla N°22 y Figura N°24 se observa que, de las 10 viviendas evaluadas 2 de ellas se clasifican con A, es decir, el 20% debido a que no tienen daños en sus elementos estructurales, 2 viviendas se clasifican con B, es decir, el 20% debido a que estas viviendas presentan un daño mínimo en sus elementos estructurales. Por otra parte, 5 viviendas se clasifican con C, es decir, el 50% debido a que estas también presentan daños, pero mayores y al final 1 vivienda se clasifica con D, es decir, el 10% debido a que tiene daños severos en sus elementos estructurales.

Al final, se desarrolló el *sexto objetivo específico* de determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B de acuerdo a los parámetros del Método Benedetti – Petrini.

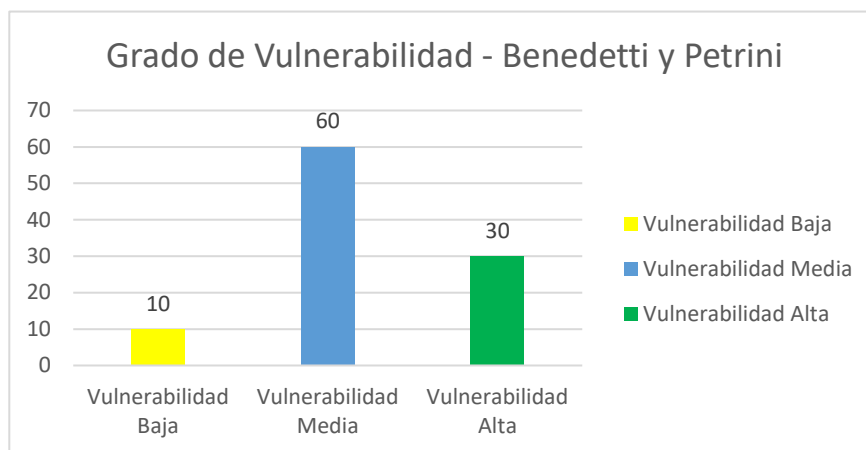
Al mismo tiempo, se determinó el grado de vulnerabilidad sísmica usando el Método de Benedetti y Petrini, mostrando los resultados en la siguiente tabla y Figura.

**Tabla N°23:** *Grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas – Método Benedetti y Petrini*

Grado de Vulnerabilidad	N° de viviendas	% Vivienda
Vulnerabilidad Baja	1	10
Vulnerabilidad Media	6	60
Vulnerabilidad Alta	3	30

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°25:** Grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas en porcentaje –  
Método Benedetti y Petrini



**Fuente:** *Elaboración propia*

### **Descripción:**

De la Tabla N°23 y Figura N°25 se observa que, 1 vivienda evaluada tiene el grado de vulnerabilidad baja, representa el 10%, debido a que no tuvo daños significativos y el índice de vulnerabilidad es  $> 15\%$ . En cambio, 6 de las viviendas tienen un grado de vulnerabilidad media, es decir, representa el 60%, puesto que algunas viviendas presentan ciertos fallos en su construcción, así como el uso inadecuado de los materiales, o una mala disposición de los mismos, entre otros aspectos y el índice de vulnerabilidad se encuentra entre 15% y 35%. Por otra parte, 3 viviendas presentan un daño más severo por esto quedan calificadas con el grado de vulnerabilidad alto, es decir, representa el 30% y también porque la índice vulnerabilidad que se determinó es mayor al 35%. Por esta razón, se indica que la Urb. 21 de Abril – Mz. B presenta un grado de vulnerabilidad de media a alto.

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En principio, se procedió a analizar y discutir el primer objetivo específico de identificar y ubicar las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B que influyen en la evaluación de vulnerabilidad sísmica. Por esta razón, se procede en primer lugar a identificar las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, con la finalidad de determinar la influencia que tienen en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. De esta forma, la Urb. 21 de Abril – Mz. B, se encuentra ubicado geográficamente al sur del Casco Urbano del Distrito de Chimbote, sobre una superficie de 105 465.34 m<sup>2</sup>, en ella se encuentran ubicadas 38 manzanas comprendiendo 524 lotes en los que predomina los de vivienda, comercio, educación y recreación.

De lo antes dicho, se logró identificar 10 viviendas autoconstruidas para ser evaluadas en esta investigación comprendidas por las manzanas **4, 7, 8, 10, 14, 18, 20, 22, 24, 25, 27, 29, 30, 31 y 32**, la elección de estas viviendas fue de acuerdo al criterio como investigador ya que muchas de ellas presentan aspectos significativos para ser evaluadas y determinar el grado de vulnerabilidad en las que se encuentran

De mismo modo, se analizó y discutió los resultados del segundo objetivo específico de determinar las características del suelo de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, esto se encuentra situado en un inicio en la Tabla N°6, que indica que el contenido de humedad es elevado debido al alto porcentaje encontrado que varía de 3.12% y 6.97%, es decir, el terreno es relativamente húmedo. Asimismo, en la Tabla N°7, se indicó el resultado del análisis granulométrico estableciendo un elevado porcentaje de las arenas que varía 88.30% a 97%, pero un menor porcentaje en cuanto a los limos y/o arcilla con una variación de 2.2% a 3.3%, además de ello cabe resalta que no existe límites de consistencia, pero si una presencia de nivel freático de 1.20 a 1.50 metros respectivamente. Por otra parte, se estableció en la Tabla N°8 el resultado de la clasificación del suelo mediante SUCS, mostrando un suelo de nomenclatura SM, es decir, un suelo de arena limosa, además se determinó una capacidad portante de varía



de 1.33 kg/cm<sup>2</sup> a 1.40 kg/cm<sup>2</sup>. En contraste con el autor Lujan, J. (2018), en su tesis titulada: “Grado de vulnerabilidad frente a deslizamientos en suelos de las viviendas del AA.HH. Esperanza Alta, Distrito de Chimbote – 2018”, tuvo como resultado una humedad natural variable de 1.32% a 3.50%, una granulometría que indicó un 79.49% a 81.82% de arena y 20.51% a 18.18 de finos, de acuerdo a la clasificación SUCS el suelo está conformado por arena limosa SM, la capacidad portante es de 1.09 kg/cm<sup>2</sup> 0.61 kg/cm<sup>2</sup>, es decir, que la humedad natural de la Urb. 21 de Abril Mz. B es superior a la zona estudiada por el autor en mención, la granulometría tiene valores similares y es el mismo tipo de suelo, además la capacidad portante de esta investigación es superior a la existente en el AA.HH. Esperanza Alta.

En relación al análisis y discusión de los resultados del tercer objetivo específico de comprobar la resistencia a la compresión del concreto endurecido de columnas y vigas de las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, esto se desarrolló a través del ensayo de esclerometría como se muestra en la Tabla N°9, que indica que la vivienda 1 no tiene elementos estructurales con resistencia aceptable. Así pues, en la Tabla N°10 se indica que la vivienda 2 no tiene elementos estructurales con una resistencia aceptable. Por último, en la Tabla N°11 se indicó que la vivienda 3 tiene 1 elemento estructural aceptable debido a que la Columna E-1 supera la resistencia requerida con valores de 241.66. Mientras que, para los autores Sabogal, D. & Vásquez, G. (2021) en su tesis con título: “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica aplicando el Método de Benedetti y Petrini en las edificaciones de la Urbanización Covicorti del Distrito de Trujillo, La Libertad”, presentaron como resultados del ensayo de esclerometría aplicado a los elementos estructurales de 3 viviendas, para la vivienda 01 mostraron que la resistencia estimada de  $f'_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> fue superada solo en las columnas 5 y 6 con valores de 305 kg/cm<sup>2</sup> y 322 kg/cm<sup>2</sup> y así mismo ocurrió en las vigas 1, 2 y 4 con valores de 319 kg/cm<sup>2</sup>, 341 kg/cm<sup>2</sup> y 312 kg/cm<sup>2</sup>, para la vivienda 02 la mayoría de los elementos estructurales superaron lo requerido con valores en las columnas que van de 296 kg/cm<sup>2</sup> a 379 kg/cm<sup>2</sup> y solo dos elementos no lo hicieron, en vigas todos llegaron a superar lo estimado con valores de 290 kg/cm<sup>2</sup> a 348 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente la vivienda 03 la

mayoría de elementos tuvieron una resistencia superior tanto en columnas como en vigas con valores en columnas que van de 281 kg/cm<sup>2</sup> a 389 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo 4 elementos no lo hicieron y en vigas si todos superaron lo referido con valores de 287 kg/cm<sup>2</sup> a 385.8 kg/cm<sup>2</sup>. De esta forma, se demuestra que en ambas investigaciones en la mayoría de elementos estructurales superaron los valores de la resistencia estimada.

Para esta parte del capítulo se analizó y discutió los resultados del cuarto objetivo específico de identificar las fallas de las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B mediante guía de registro, llegando a mostrar estos resultado en el Figura N°3, en este se determinó que el tipo de vivienda que predomina en la evaluación son viviendas unifamiliares, siendo un total de 10, es decir el 100%, así mismo que las viviendas tienen un tipo de construcción de albañilería confinada y mixta en 90% con un 10% para cada tipo. Al mismo tiempo, de acuerdo al Figura N°6, se muestra el número de pisos de las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, indicado que 10 viviendas son de 1 piso, es decir el 100%. En contraste con, el autor López, M. (2019) en su tesis titulada: “Evaluación de las Viviendas Autoconstruidas en el Asentamiento Humano Señor de los Milagros – Propuesta de Solución, Chimbote – 2019”, tuvo como resultado que, para el ver el número de pisos se tomó solo las viviendas de albañilería confinada, las viviendas con un nivel son 171, que representa el 59%, las viviendas con dos niveles son 83, que representa el 28%, de tres niveles 31, que es el 11% y de 4 niveles son 5 que es el 2%. Es decir, existe una diferencia con este informe de investigación respecto tanto al tipo de construcción como al nivel de pisos construidos.

De igual manera, se analizó y discutió el resultado de la antigüedad de las viviendas indicándose en el Figura N°7, donde se muestra que la antigüedad de las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, ninguna de ellas se construyó de 1 a 10, sino que 3 realizó su edificación entre 10 – 19 años, es decir el 30%. Por otro lado 7 viviendas se construyeron hace más de 20 años, ello indica el 70% restante. Por este motivo se contrastó con el autor López, M. (2019) que tuvo como resultado que, la gran parte de las viviendas evaluadas tienen una antigüedad de 5 años a 19 años que

son 64 viviendas, que representa un total de 61% y un 6% tienen una antigüedad de más de 40 años. Es decir, que la mayoría de viviendas se encuentran en el rango de antigüedad de 5 a 19 años demostrando la diferencia con esta investigación, debido a que, la mayoría de las viviendas se tienen una antigüedad mayor de 20 años.

Asimismo, se analizó y discutió los resultados de fallas de tipo físicas indicándose en el Figura N°8, donde se muestra que de las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, ninguna muestra humedad sólo capilar. Por otra parte, 3 viviendas presentan sólo humedad accidental, es decir el 30% y finalmente 7 viviendas presentan ambas humedades, ello indica el 70% restante de las viviendas evaluadas. Por este motivo, se comparó con los resultados del autor López, M. (2019) que tuvo como resultados que, de las 39 viviendas que presentan patologías del tipo físico, un 69% presenta humedad capilar, un 13% presenta humedad accidental y un 18% presentan ambas. De esta manera, se demuestra la diferencia en ambos resultados puesto que, para esta investigación se tuvo un mayor porcentaje en ambas fallas físicas a diferencia de la tesis antes mencionada que tuvo un porcentaje mayor respecto a la humedad capilar.

Ahora bien, para el análisis y discusión de los resultados de las fallas de tipo mecánicas que se indicaron en el Figura N°9, mostrando que las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, 5 de estas presentan todas las grietas y físicas, tanto en columna, viga, losa y muros, es decir el 60%, en tanto 1 vivienda presenta todas las grietas y fisuras menos en losa, equivale al 10%. Por otra parte, 1 viviendas presentan todas grietas menos en muros, es decir el 10%, seguidamente 1 vivienda presenta solo grietas y fisuras en columnas y muros, esto es el 10% y finalmente 1 viviendas presentan solo grietas y fisuras en columna y losa, ello indica el 10% restante de las viviendas evaluadas. En contrastación con el autor López, M. (2019) que tuvo como resultados que, de las 24 viviendas, el 46% presenta grietas y fisuras en columnas, 12% presenta grietas y fisuras en vigas, 4% presenta grietas y fisuras en losa, 21% presentan grietas y fisuras en columnas y vigas, 4% presentan grietas y fisuras en columnas y

losa y un 13% presentan grietas y fisuras en vigas y losa. Se determinó que ambas investigaciones tienen similares resultados respecto a las fallas de tipo mecánica.

Por último, se analizó y discutió los resultados de las fallas químicas que se indicaron en el Figura N°10, donde se muestra el resultado de las fallas de tipo químicas en las columnas de las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, indicando que 2 presenta eflorescencia, es decir el 20%, así mismo 1 vivienda presenta oxidación y exposición de acero, equivale al 10%. Por otra parte, 7 viviendas tienen ambas fallas, es decir el 70% restante. Al mismo tiempo, de acuerdo al Figura N°11, se muestra el resultado de las fallas de tipo químicas en las vigas, indicando que 6 presentan oxidación y exposición de acero, es decir el 60%. Por otra parte, 1 vivienda tiene ambas fallas, es decir el 10% y finalmente 3 de ellas no tuvieron ninguna falla, ello indica que es el 30% restante. Asimismo, se muestran de acuerdo al Figura N°12, los resultados de las fallas de tipo químicas en las losas, indicándose que 7 presentan oxidación y exposición de acero, es decir el 70%, 2 vivienda tiene ambas fallas, es decir el 20% y que las otras 1 viviendas no tienen ninguna falla, es decir el 10% restante y para finalizar se tuvo el resultado de las falas de tipo química en muros, de acuerdo al Figura N°13, se muestra que 6 presentan eflorescencia, es decir el 60% y que las otras 4 viviendas no tienen ninguna falla, es decir el 40% restante. Por esta razón, se realizó la contrastación con el autor López, M. (2019) que tuvo como resultados que, de las 36 viviendas evaluadas respecto a la falla química en columnas, el 36% presenta eflorescencia, el 9% presenta criptoflorescencia, 11% oxidación y exposición de acero, 14% presenta eflorescencia y criptoflorescencia, 8% presenta eflorescencia, oxidación y exposición de acero y un 22% presenta criptoflorescencia, oxidación y exposición de acero. Además, las fallas tipo químicas en muros indican un 58% de las viviendas presentan eflorescencia en los muros, 26% presentan criptoflorescencia y un 16% presentan ambas patologías en los muros, de un total de 31 viviendas. Para la contrastación de ambos resultados respecto a las fallas de tipo químicas, se determinó que en las viviendas autoconstruidas del Asentamiento Humano Señor de los Milagros además de existir fallas de fluorescencia, oxidación y

exposición de acero, existe criptoflorescencia, esto no ocurre en las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B.

En este caso, se analizó y discutió los resultados del quinto objetivo específico de evaluar las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B por medio del Método Benedetti Petrini, por ello se procedió con análisis y discusión de los resultados de evaluar las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B por medio por este método., por ello se inició mostrando los resultados de la evaluación como se observa en la Tabla N°27 que indica que el parámetro 1 denominado como tipo y organización del sistema resistente tiene a 2 vivienda con clase B, 6 viviendas con clase C y 2 con clase D, es decir la mayoría de viviendas tiene un buen amarre con las vigas pero solo en algunas plantas. Mientras que, el autor Iparraguirre, L. (2018), en su tesis denominada: “Evaluación de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de albañilería, en el Sector Central Barrio 2 Distrito de El Porvenir”, tuvo el resultado para este parámetro que 7 viviendas tienen clase B, 8 con clase C y 1 con clase D, así pues, se evidencia que el autor en mención tuvo más viviendas en clase B que en esta investigación.

A continuación, se analizaron y discutieron los resultados del parámetro 2 denominado como calidad del sistema resistente, estos resultados se observan en la Tabla N°28 donde se observa que 1 vivienda tiene clase A, 2 tiene clase B, 4 clase C y 3 clase D, es decir que la mayoría de viviendas tienen muros construidos con ladrillo pandereta y juntas de medida inadecuada. De manera análoga el autor Iparraguirre, L. (2018), tuvo como resultado que 16 viviendas tienen clase C, demostrado de esta manera que ambas investigaciones presentan la mayoría con clase C en este parámetro.

Del mismo modo, se analizó y discutió los resultados del parámetro 3 denominado como resistencia convencional, estos resultados se aprecian en la Tabla N°29 donde se indica que 4 viviendas tienen clase A, 3 tienen clase B, 2 clase C y 1 clase D, es decir que la mayor parte de viviendas tienen un valor de resistencia convencional de  $\geq 1$ . En cambio, el autor Iparraguirre, L. (2018), tuvo como resultado

que 16 viviendas tienen clase D, en esta situación queda evidenciado que para este parámetro las investigaciones no llegan a valores similares.

Por otro lado, se analizó y discutió los resultados del parámetro 4 denominado posición del edificio y cimentación, estos resultados se evidencian en la Tabla N°30 donde se muestra que 10 viviendas tienen clase A, es decir el total de viviendas tienen una adecuada cimentación y se sitúan en un terreno estable con pendiente  $\leq$  a 10%. Todo lo contrario, ocurre con el autor Iparraguirre, L. (2018), que tuvo a 16 viviendas con clase D, esto indica la clara diferencia debido a que las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B son menos vulnerables en este parámetro que las viviendas evaluadas por el autor en mención.

Prosiguiendo, se realizó el análisis y discusión de los resultados del parámetro 5 denominado como diafragmas horizontales, estos resultados quedan establecidos en la Tabla N°31 donde indican que 2 vivienda tiene clase A, 4 tienen clase B y 4 clase C, es decir que la mayoría de viviendas tienen cubierta de eternit y uso de madera como diafragma, no tienen deformaciones, pero si presentan mala conexión entre diafragmas y muros. En cambio, el autor Iparraguirre, L. (2018), tuvo resultado que 13 viviendas tienen clase A y 3 clase B, dejando en claro que las viviendas a las que evaluó tienen menor vulnerabilidad en este parámetro que las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B.

Ahora bien, se procedió con el análisis y discusión de los resultados del parámetro 6 denominado configuración en planta, estos se observan en la Tabla N°32 donde se indica que 7 viviendas tienen clase C y 3 clase D, es decir la mayoría de viviendas llegó a ocupar la totalidad del área que le corresponde al lote y tiene forma rectangular por esto la relación de  $a/L$  corresponde entre  $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ . Mientras que, el autor Iparraguirre, L. (2018), tuvo resultado que 1 vivienda tiene clase B, 3 tienen clase C y 12 clase D, comprobando que en este parámetro las viviendas evaluadas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B tienen menor vulnerabilidad.

En relación con el parámetro 7 denominado configuración en altura se procedió con el análisis y discusión de los resultados, estos se aprecian en la Tabla N°33

indicando que 10 viviendas tienen clase A, es decir que todas las viviendas no tienen presenta configuración en la elevación, además todas tienen una cubierta con losa aligerada y/o eternit y como no presentan ninguna elevación se considera que la relación de T/H es igual a 1. De modo similar, el autor Iparraguirre, L. (2018), tuvo resultado que 9 viviendas tienen clase A, 1 clase B, 2 clase C y por último 4 tienen clase D, en efecto se demuestra que ambas investigaciones tuvieron un resultado similar respecto a la cantidad de viviendas con clase A.

De igual forma, se analizó y discutió los resultados del parámetro 8 denominado separación máxima entre muros, estos resultados se expresan en la Tabla N°34 indicando que 4 viviendas tienen clase C y 6 clase D, es decir que la mayoría de viviendas tiene como resultado del cálculo de la separación máxima entre muros, la correspondencia de un valor en la relación:  $25 < L/S$ . Acorde con el autor Iparraguirre, L. (2018), quien tuvo el resultado de que 3 viviendas tiene clase C y 13 clase D, demostrando que existe similitud en ambos resultados para este parámetro.

Al mismo tiempo, se procedió con el análisis y discusión de los resultados del parámetro 9 denominado tipo de cubierta, estos resultados se ven en la Tabla N°35 hincándose que 3 viviendas tienen clase A, 4 clase B, 2 clase C y 1 clase D, es decir que la gran parte de las viviendas tienen una cubierta inestable, pero si tienen una distancia adecuada entre vigas, cumplen con un buen amarre y conexión. No es el caso del autor Iparraguirre, L. (2018), quien tuvo el resultado de que 4 viviendas tienen clase A, 4 tienen clase C y 8 clase D, así pues, hay una notoria diferencia de resultados debido a que las viviendas evaluadas en la Urb. 21 de Abril – Mz. B tienen menor porcentaje de vulnerabilidad para este parámetro.

En cuanto al parámetro 10 denominado elementos no estructurales se procedió con el análisis y discusión de los resultados que son evidenciados en la Tabla N°36 donde se indica que 1 vivienda tiene clase A, 3 clase B, 5 clase C y 1 clase D, es decir la mayoría de viviendas presentan fisuras o roturas en sus tabiquerías. De acuerdo con el autor Iparraguirre, L. (2018), quien tuvo el resultado de que 14 viviendas tienen

clase C y 2 clase D, con ello se aprecia que ambas investigaciones concuerdan que las viviendas de clase C tienen mayor cantidad.

Por otra parte, se analizó y discutió los resultados del parámetro 11 denominado estado de conservación, estos se observan en la Tabla N°37 en donde se indican que 1 viviendas tienen clase A, 3 clase B, 5 clase C y 1 clase D, es decir que la gran parte de las viviendas tienen daños menores. En cambio, el autor Iparraguirre, L. (2018), tuvo como resultado que 1 vivienda tiene clase A, 8 clase B y 6 clase C y 1 clase D, con ello se muestra la clara diferencia en cuanto a la conservación regular de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B con el estado de conservación de las viviendas evaluadas por el autor en mención.

Al final se analizó y discutió los resultados del sexto objetivo específico de determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B de acuerdo a los parámetros del Método Benedetti – Petrini, de la misma manera, se analizó y discutió los resultados del grado de vulnerabilidad con la aplicación del Método Benedetti y Petrini, estos se aprecian en la Tabla N°39 donde se puede ver que el 10% de viviendas tienen vulnerabilidad baja debido a que el  $I_v > 15\%$ , luego el 60% tiene vulnerabilidad media debido a que el  $15\% > I_v < 35$  y al final se tiene que el 30% tienen vulnerabilidad alta debido a que el  $I_v < 35\%$ , es decir que la Urb. 21 de Abril – Mz. B, se encuentra representada por una vulnerabilidad de media a alta. De manera similar, el autor Iparraguirre, L. (2018), en su tesis denominada: “Evaluación de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de albañilería, en el Sector Central Barrio 2 Distrito de El Porvenir”, tuvo resultado de que el 6.25% de viviendas tuvo vulnerabilidad baja, el 18.75% vulnerabilidad media a baja, el 68.75% vulnerabilidad de media a alta y el 6.25% vulnerabilidad alta, es decir que el Sector Central Barrio 2 del Distrito del Porvenir esta representado por vulnerabilidad de media a alta, lo que conlleva a resultados similares con esta investigación.



## V. CONCLUSIONES

Se llega a concluir que, las características del suelo de la Urb. 21 de Abril – Mz. B presentan una humedad entre 3.12% a 6.97%, una granulometría que tiene altos valores en las arenas con 88.3% a 97.6% y limos de 2.2% a 3.3%, además existe nivel freático entre 1.20 a 1.50 m de profundidad sin la existencia de límites de consistencia.

Se concluye que, el suelo de la Urb. 21 de Abril – Mz. B está clasificado según SUCS como una arena limosa (SM) y presenta una capacidad portante de 1.33 kg/cm<sup>2</sup> a 1.40 kg/cm<sup>2</sup> con cohesión nula.

Ahora bien, con los resultados de la comprobación de resistencia a compresión a los elementos estructurales de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B se concluye que, las 3 viviendas en promedio no superan la resistencia estimada de  $f'c = 210.00$  kg/cm<sup>2</sup> dado que la mayoría de estos tienen valores inaceptables.

En cuanto a la aplicación del Método Benedetti y Petrini se concluye que, 1 vivienda tiene el grado de vulnerabilidad baja, representa el 10%, debido a que no tuvo daños significativos y el  $I_v = 14.71$ , las otras 6 viviendas tienen grado de vulnerabilidad media, es decir, representa el 60%, puesto que algunas viviendas presentan ciertos fallos en su construcción, así como el uso inadecuado de los materiales, o una mala disposición de los mismos, entre otros aspectos y el  $I_v = 18.63$  a 30.72 y por último 3 viviendas tienen un daño más severo por esto quedan calificadas con el grado de vulnerabilidad alto, es decir, representa el 30% y también porque el  $I_v = 35.29$  a 41.5, es decir, las viviendas autoconstruidas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B presenta un grado de vulnerabilidad de media a alto.

## **VI. RECOMENACIONES**

Se da la recomendación a los propietarios de las viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, que hagan un reforzamiento en los elementos estructurales de las viviendas con grado de vulnerabilidad alta, para reducir el peligro ante un evento sísmico.

Se recomienda a los pobladores que van a construir sus viviendas en la Urb. 21 de Abril – Mz. B contar con la asesoría técnica en el proceso constructivo, para que se eviten incidencias de mayores fallos en las viviendas y no presentar un grado de vulnerabilidad alta. Además, hagan uso de materiales de buena calidad y construyan con mano de obra calificada que tenga presente los parámetros de construcción.

Se recomienda a futuros investigadores realizar una investigación a mayor profundidad de la problemática de autoconstrucción de viviendas de la Urb. 21 de Abril – Mz. B, debido a que presenta incumplimiento en diversos componentes de los parámetros de la ficha técnica, puesto que esta es una investigación preliminar para poder aproximar la realidad del estado en el que se encuentran las viviendas.

Se da como recomendación para futuras investigaciones que se pueda evaluar la zona con diferentes métodos, a fin de brindar una mayor información en cuanto a la vulnerabilidad sísmica.

Se recomienda a las entidades responsables, como el Institutito Nacional de Defensa Civil y Municipalidad Provincial del Santa que, bajo la supervisión de profesionales, evalúen todas las construcciones de las viviendas de albañilería autoconstruidas, a fin de generar posibles rutas de evacuación en el interior de las viviendas que presentan un grado de vulnerabilidad sísmica.

## **VII. AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser mi guía que siempre me ha acompañado en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para poder culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres, porque sé que con esfuerzo lograron que culmine mi carrera profesional.

Gracias a mi asesor Ingeniero Pitman Melendez, Wilfredo Felipe por las sugerencias aportadas a mi tesis.

Gracias a mi Universidad por haber permitido convertirme en un profesional en lo que tanto me apasiona; gracias a cada maestro que hizo parte de este proceso de formación, decirles que dejan muchos conocimientos que perdurarán en mi trayectoria como Ingeniero Civil.

**Denis Cruzado Llamoctanta**

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). (2001). *Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería*. San Salvador: La red.
- Abanto, M. (2013). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas, en el barrio Mollepampa (Tesis de pregrado)*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca – Perú.
- Alonso, J. (2014). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones*, Caracas: Pág. Marketing Soluciones C.A, ISBN 978-980-7658-04-1.
- Asencio, E. (2018). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica las viviendas autoconstruidas del P.J. Primero de Mayo Sector I - Nuevo Chimbote (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional del Santa, Chimbote – Perú.
- Cajan, N, & Falla, X. (2020). *Vulnerabilidad sísmica aplicando el método Benedetti – Petrini de las edificaciones categoría C descrita en la norma E.030 de nueve sectores de la ciudad de Reque, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque (Tesis de pregrado)*. Universidad San Martín de Porres, Lima – Perú
- Chávez, B. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida. (Tesis de grado de máster en ingeniería estructural)*. Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador.
- Echevarría, J. Monrroy, M. (2021). *Aplicación del método de índice de vulnerabilidad (Benedetti & Petrini) para evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio Surinama (Tesis de pregrado)*. Universidad Santo Tomas, Tunja -Colombia.
- Garcés, J. & Castillo, M. (2017). *Estudio de la vulnerabilidad Sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en*

- la ciudad de Santiago de Cali. (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C – Colombia.*
- Iparraguirre, L. (2018). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de albañilería, en el Sector Central Barrio 2 Distrito de El Porvenir (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo – Perú.*
- López, M. (2019). *Evaluación de las Viviendas Autoconstruidas en el Asentamiento Humano Señor de los Milagros – Propuesta de Solución, Chimbote – 2019 (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Chimbote – Perú.*
- Lujan, M. & John, M. (2018). *Grado de vulnerabilidad frente a deslizamientos de suelos de las viviendas del AA.HH Esperanza Alta, Distrito de Chimbote – 2018. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Chimbote – Perú*
- Maskrey, A. & Romero, G. (1986). *Urbanización y vulnerabilidad sísmica en lima metropolitana. Primera edición Lima: Centro de estudios y prevención de desastres.*
- Peralta, H. (2002). *Escenarios de vulnerabilidad y de daño sísmico de las edificaciones de mampostería de uno y dos pisos en el barrio San Antonio (Tesis de pregrado). Universidad del Valle, Cali – Colombia.*
- Sabogal, D. & Vásquez, G. (2021). *Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica aplicando el Método de Benedetti y Petrini en las edificaciones de la Urbanización Covicorti del Distrito de Trujillo, La Libertad (Tesis de pregrado). Universidad Antenor Orrego, Trujillo – Perú.*
- Salazar, E. (2020). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca – Perú.*
- Tavera, H. (2005). *Peligro sísmico en Lima y el País. Centro Nacional de Datos Geofísicos Del IGP, Lima – Perú.*

Tavera, H. (1993). *La tierra tectónica y sismicidad. Monografía Instituto Geofísico Del Perú, observatorio sismológico de Camacho, Lima – Perú.*

## **IX. ANEXOS**

# **ANEXO N°1**

# **GUIA DE REGISTRO**





**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**

**GUIA DE REGISTRO DE OBSERVACION**

TESIS:

"Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el Urbanización 21 de Abril – Mz. B – distrito de Chimbote -Ancash, 2022"

**A.- DATOS DE UBICACIÓN**

Dirección:				
Manzana:		Lote:		

**B.- TIPO DE VIVIENDA**

Vivienda Unifamiliar	SI		NO	
Vivienda Multifamiliar	SI		NO	

**C.- DATOS DE LA CONSTRUCCION**

**C.1.- TIPO DE CONSTRUCCION**

Albañilería Confinada	SI		NO	
Aporticada	SI		NO	
Mixta	SI		NO	

**C.2.- PLANOS**

Presenta Planos	SI		NO	
-----------------	----	--	----	--

**C.3.- DISEÑOS DE PLANOS**

Antes de la construcción	SI		NO	
Después de la construcción	SI		NO	

**C.4.- ENCARGADO DE LA CONSTRUCCIÓN**

Propietario albañil	SI		NO	
Maestro de obra	SI		NO	
Ingeniero Civil	SI		NO	
Arquitecto	SI		NO	

**D.- DIMENSIONES DE LA VIVIENDA**

Área de la Vivienda				
Números de pisos				
Área construida				
Área techada				

**E.- ANTIGÜEDAD DE LA VIVIENDA**

Menos de 5 años		AÑOS		MESES
De 5 a 9 años		AÑOS		MESES
De 10 a 19 años		AÑOS		MESES
Mas de 20 años		AÑOS		MESES

**F.- IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS**

**F.1.- DE TIPO FISICO**

Humedad capilar	SI		NO	
Humedad accidental	SI		NO	

**F.2.- DE TIPO MECANICO**

Grietas y fisuras en columnas	SI		NO	
Grietas y fisuras en vigas	SI		NO	
Grietas y fisuras en losa	SI		NO	
Grietas y fisuras en muros	SI		NO	

**F.3.- DE TIPO QUIMICO EN:**

**F.3.1.- COLUMNAS**

Eflorescencia	SI		NO	
Oxidación y exposición de acero	SI		NO	

**F.3.2.- VIGAS**

Eflorescencia	SI		NO	
Oxidación y exposición de acero	SI		NO	

**F.3.3.- LOSA**

Eflorescencia	SI		NO	
Oxidación y exposición de acero	SI		NO	

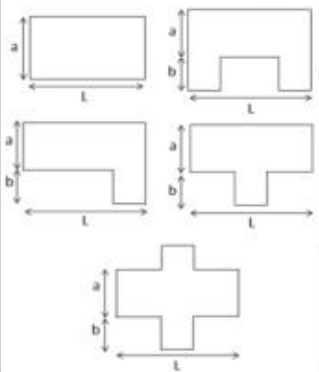
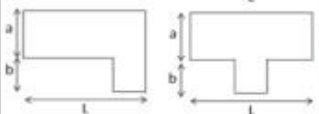
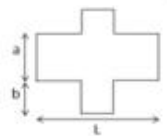
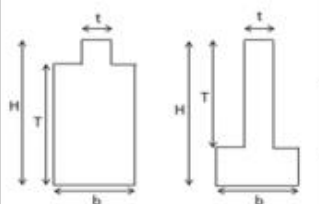
**F.3.4.- MUROS**

Eflorescencia	SI		NO	
---------------	----	--	----	--



# **ANEXO N°2**

## **FICHA TÉCNICA BENEDETTI Y PETRINI**

DATOS REFERENCIALES		PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha:	<input type="text"/>	1	A	Marcar según lo observado: Asesoría técnica. Nueva construcción y/o reparación según Norma. Elementos de armoste horizontales y verticales. Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción. Muros sin confinar o auconstrucción.
Ubicación:	<input type="text"/>			
Manzana:	<input type="text"/>			
Lote:	<input type="text"/>			
Sector:	<input type="text"/>	2	A	Marcar según lo observado: Muros con mampostería industrial. Muros con mampostería artesanal. Buena trabazón en mampostería. Mortero de buena calidad (9-12 mm)
Uso actual:	<input type="text"/>	3	D	Especificar según lo observado en la estructura. Número de pisos (N): ..... Ax: Área de muros en X (m <sup>2</sup> ): ..... Ay: Área de muros en Y (m <sup>2</sup> ): ..... h: Altura promedio de entrepiso (m): ..... pm: Peso de mampostería (tn/m <sup>3</sup> ): ..... Número de diafragmas (M): ..... ps: Peso del diafragma (tn/m <sup>2</sup> ): ..... At: Área total construida (m <sup>2</sup> ): ..... Ac: Área de cubierta (m <sup>2</sup> ): ..... pc: Peso de cubierta (tn/m <sup>2</sup> ): .....
<b>Parámetro 6: Configuración en planta</b> 		4	C	Marcar según lo observado: Presencia de sales. Presencia de filtraciones. Estado de conservación deteriorado.
		5	A	Marcar según lo observado: Discontinuidades abruptas. Buena conexión diafragma-muro. Deflexión del diafragma.
		6	A	Especificar los siguientes parámetros: Xmin= ..... Xmax= ..... Ymin= ..... Ymax= .....
$B1 = a / L$ $B2 = b / L$		7	A	Especificar y marcar según lo observado: Aumento o reducción de masas o áreas (%): ..... Piso blando: ..... Irregularidad del S.R.
		8	C	Especificar: L (espaciamento de muros trans. en metros): ..... S (espesor del muro maestro en metros): ..... Factor L/S: .....
<b>Parámetro 7: Configuración en elevación</b> 		9	A	Marcar según lo observado: Cubierta estable. Conexión cubierta - muro adecuada. Cubierta plana. Material liviano. Cubierta en buenas condiciones.
		10	A	Calificar con B (bueno), R(regular) o M(malo) según conexión al S.R.: Corniza y parapetos. Tanques de agua prefabricados. Balcones y volados. Pequeños elementos.
		11	A	Marcar según lo observado en la estructura: Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles. Muros en buenas condiciones, pero con fisuras pequeñas. Edificación que no presenta fisuras, pero se encuentra en mal estado de conservación. Muros con fuerte deterioro en sus componentes.

# **ANEXO N°3**

## **RESUMEN DE FICHA TÉCNICA BENEDETTI Y PETRINI**

**Método Benedetti y Petrini**

N° de Lote	Descripción Vivienda	Parámetro										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Pasaje 27 Mz. 32 Lt. 7	B	C	A	A	B	C	A	C	B	B	C
2	Pasaje 27 Mz. 32 Lt. 10	C	A	B	A	A	D	A	D	A	C	B
3	Pasaje. 25 Mz. 29. Lt. 5	D	C	B	A	B	C	A	C	B	B	A
4	Pasaje. 26 Mz. 29. Lt. 13	C	D	A	A	C	C	A	C	C	A	C
5	Pasaje. 20 Mz. 24. Lt. 6	B	D	C	A	B	D	A	D	D	C	C
6	Pasaje. 20 Mz. 24. Lt. 9	C	B	D	A	A	D	A	D	C	D	B
7	Pasaje. 8 Mz. 10. Lt. 11	C	C	A	A	C	C	A	D	B	C	B
8	Pasaje. 12 Mz. 14. Lt. 8	D	D	B	A	C	C	A	D	B	C	C
9	Pasaje. 11 Mz. 14. Lt. 9	C	B	C	A	B	C	A	C	A	B	D
10	Pasaje. 18 Mz. 22. Lt. 10	C	C	A	A	C	C	A	D	A	C	C

**Método Benedetti y Petrini**

N° de Lote	Descripción Vivienda	Ki										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Pasaje 27 Mz. 32 Lt. 7	5	20	0	0	5	20	0	20	5	5	20
2	Pasaje 27 Mz. 32 Lt. 10	20	0	5	0	0	45	0	45	0	20	5
3	Pasaje. 25 Mz. 29. Lt. 5	45	20	5	0	5	20	0	20	5	5	0
4	Pasaje. 26 Mz. 29. Lt. 13	20	45	0	0	20	20	0	20	20	0	20
5	Pasaje. 20 Mz. 24. Lt. 6	5	45	20	0	5	45	0	45	45	20	20
6	Pasaje. 20 Mz. 24. Lt. 9	20	5	45	0	0	45	0	45	20	45	5
7	Pasaje. 8 Mz. 10. Lt. 11	20	20	0	0	20	20	0	45	5	20	5
8	Pasaje. 12 Mz. 14. Lt. 8	45	45	5	0	20	20	0	45	5	20	20
9	Pasaje. 11 Mz. 14. Lt. 9	20	5	20	0	5	20	0	20	0	5	45
10	Pasaje. 18 Mz. 22. Lt. 10	20	20	0	0	20	20	0	45	0	20	20

**Método Benedetti y Petrini**

N° de Lote	Descripción Vivienda	Peso Wi											Iv	Iv(%)	Grado de Vulnerabilidad
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	Pasaje 27 Mz. 32 Lt. 7	5	5	0	0	5	10	0	5	5	1.25	20	56.25	14.71	Baja
2	Pasaje 27 Mz. 32 Lt. 10	20	0	7.5	0	0	22.5	0	11.25	0	5	5	71.25	18.63	Media
3	Pasaje. 25 Mz. 29. Lt. 5	45	5	7.5	0	5	10	0	5	5	1.25	0	83.75	21.90	Media
4	Pasaje. 26 Mz. 29. Lt. 13	20	11.25	0	0	20	10	0	5	20	0	20	106.25	27.78	Media
5	Pasaje. 20 Mz. 24. Lt. 6	5	11.25	30	0	5	22.5	0	11.25	45	5	20	155	40.52	Alta
6	Pasaje. 20 Mz. 24. Lt. 9	20	1.25	67.5	0	0	22.5	0	11.25	20	11.25	5	158.75	41.50	Alta
7	Pasaje. 8 Mz. 10. Lt. 11	20	5	0	0	20	10	0	11.25	5	5	5	81.25	21.24	Media
8	Pasaje. 12 Mz. 14. Lt. 8	45	11.25	7.5	0	20	10	0	11.25	5	5	20	135	35.29	Alta
9	Pasaje. 11 Mz. 14. Lt. 9	20	1.25	30	0	5	10	0	5	0	1.25	45	117.5	30.72	Media
10	Pasaje. 18 Mz. 22. Lt. 10	20	5	0	0	20	10	0	11.25	0	5	20	91.25	23.86	Media

**ANEXO N°4**

**ENSAYOS DE  
LABORATORIO**



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CONTENIDO DE HUMEDAD

**SOLICITA** : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS  
AUTOCONSTRUIDAS EN EL URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO  
DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
**LUGAR** : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 11/07/2022  
**MATERIAL** : C-1

ENSAYO N°	M-1	M-2	M-3
Peso de tara + MH	680.00	680.00	680.00
Peso de tara + MS	639.00	644.00	639.60
Peso de tara	80.00	80.00	80.00
Peso del agua	41.00	36.00	40.40
Peso de muestra seca	559.00	564.00	559.60
Contenido de humedad (%)	7.33	6.38	7.22

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Salar Jara*  
DIRECTOR  
Reserva Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CONTENIDO DE HUMEDAD

**SOLICITA** : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS  
AUTOCONSTRUIDAS EN EL URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO  
DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
**LUGAR** : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 11/07/2022  
**MATERIAL** : CALICATA-2

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	1241.70	986.70
Peso de tara + MS	1215.50	958.70
Peso de tara	165.30	211.30
Peso del agua	26.20	28.00
Peso de muestra seca	1050.20	747.40
Contenido de humedad (%)	<b>2.49</b>	<b>3.75</b>

  
**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
CHIMBOTE  
**Ing. Miguel Salar Jara**  
DIRECTOR  
Resolución PI-000001/2014 Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)





**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CONTENIDO DE HUMEDAD

**SOLICITA** : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS  
AUTOCONSTRUIDAS EN EL URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO  
DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
**LUGAR** : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 11/07/2022  
**MATERIAL** : CALICATA-3

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	925.60	853.20
Peso de tara + MS	901.50	831.20
Peso de tara	176.50	209.20
Peso del agua	24.10	22.00
Peso de muestra seca	725.00	622.00
Contenido de humedad (%)	3.32	3.54

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Salar Jara*  
DIRECTOR  
Resolución R1-000001/2014 Ingeniería Civil



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
 TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
 URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 11/07/2022

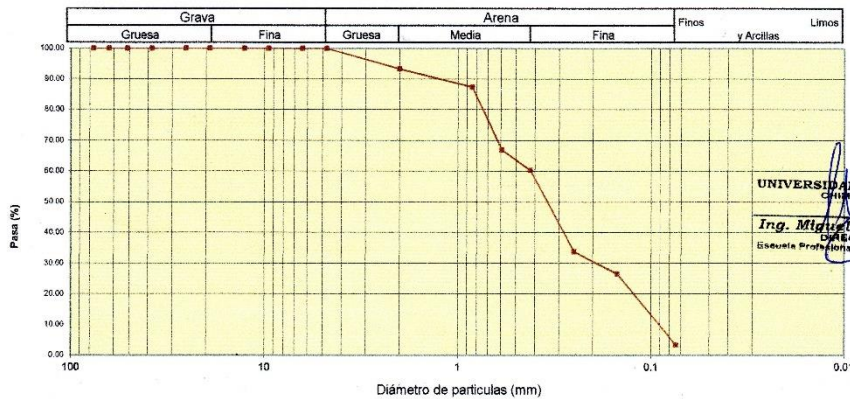
Peso Seco Inicial	302	gr.
Peso Seco Lavado	292.0	gr.
Peso perdido por lavado	10.0	gr.

CALICATA : 1
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura) N°	(mm)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AASHTO
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-3 Arena fina
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG):
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
N° 4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena más gruesa SP
N° 10	2.00	20.0	6.6	6.6	93.4	Pasa tamiz N° 4 (%) : 100.0
N° 20	0.850	18.0	6.0	12.6	87.4	Pasa tamiz N° 200 (%) : 3.3
N° 30	0.600	62.0	20.5	33.1	66.9	D60 (mm) : 0.42
N° 40	0.425	20.0	6.6	39.7	60.3	D30 (mm) : 0.203
N° 60	0.250	80.0	26.5	66.2	33.8	D10 (mm) : 0.100
N° 100	0.150	22.0	7.3	73.5	26.5	Cu : 4.2
N° 200	0.075	70.0	23.2	96.7	3.3	Cc : 0.987
< 200		10.0	3.3	100.0	0.0	
Total		302.0			100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Solar Jara  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D422)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
 TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
 URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 11/07/2022

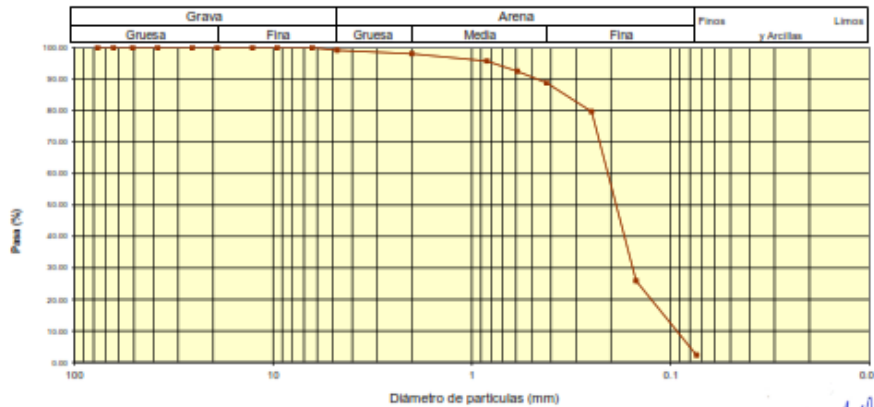
Peso Seco Inicial	676.9	gr.
Peso Seco Lavado	663.8	gr.
Peso perdido por lavado	15.1	gr.

CALICATA : 2
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N°	(mm)				Material granular Excelente a bueno como subgrado A-3 Arena fina
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio. Arena mal graduada SP
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	5.6	0.8	99.2	Pasa tamiz N° 4 (%) : 99.2
N° 10	2.00	7.7	1.1	95.0	Pasa tamiz N° 200 (%) : 2.2
N° 20	0.850	19.7	2.3	4.3	D60 (mm) : 0.21
N° 30	0.600	21.9	3.2	7.5	D30 (mm) : 0.145
N° 40	0.425	24.7	3.6	11.1	D10 (mm) : 0.100
N° 60	0.250	62.2	9.2	20.3	Cu : 2.1
N° 100	0.150	365.0	53.8	74.1	Cc : 0.987
N° 200	0.075	161.0	23.7	97.8	
< 200		15.1	2.2	100.0	
Total		676.9		100.0	

Limite líquido LL	0
Limite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Ángel...  
 Director del Laboratorio



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D422)

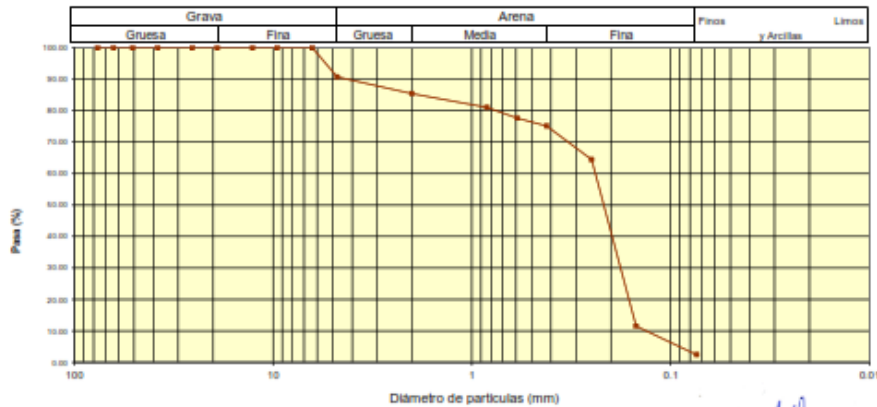
SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
 TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
 URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 11/07/2022

Peso Seco Inicial	910.9	gr.
Peso Seco Lavado	889.1	gr.
Peso perdido por lavado	21.8	gr.

CALICATA : 3
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.00

Tamiz/Abertura	(mm)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASTO
N°						Material granular Excelente a bueno como subgrado A-3 Arena fina
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio. Arena mal graduada SP
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Pasa tamiz N° 4 (%) : 90.7 Pasa tamiz N° 200 (%) : 2.4 D60 (mm) : 0.24 D30 (mm) : 0.167 D10 (mm) : 0.117 Cu : 2.1 Cc : 0.966
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	84.5	9.3	9.3	90.7	
N° 10	2.00	48.7	5.3	14.6	85.4	
N° 20	0.850	39.3	4.3	18.9	81.1	
N° 30	0.600	31.8	3.5	22.4	77.6	
N° 40	0.425	22.1	2.4	24.9	75.1	
N° 60	0.250	97.7	10.7	35.6	64.4	
N° 100	0.150	481.6	52.9	88.5	11.5	
N° 200	0.075	83.4	9.2	97.6	2.4	
< 200		21.8	2.4	100.0	0.0	
Total		910.9			100.0	Limite líquido LL : 0 Limite plástico LP : 0 Índice plasticidad IP : 0

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Ángel Jara  
 Director del Laboratorio



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
(ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
 TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
 URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 CALICATA : 1  
 FECHA : 11/07/2022

NOMBRE DE MUESTRA = C-1 PROFUNDIDAD = 1.50 mts  
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

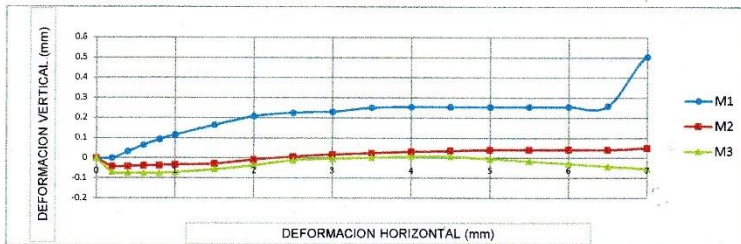
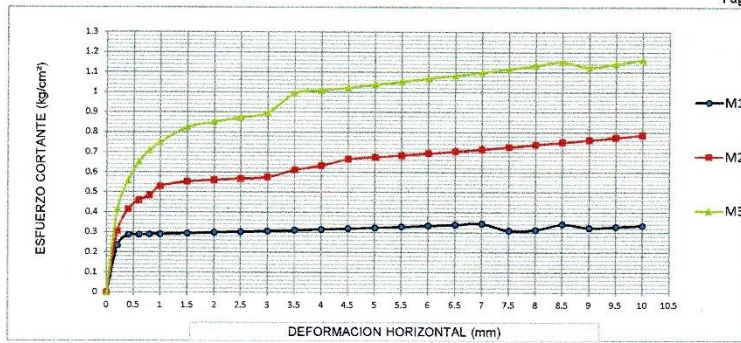
DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm <sup>2</sup>
Volumen	50.8734 cm <sup>3</sup>

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	87.9 gr
Peso Unitario Húmedo	1.73 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	5.3 %
Peso Unitario Seco	1.64 gr/cm <sup>3</sup>

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

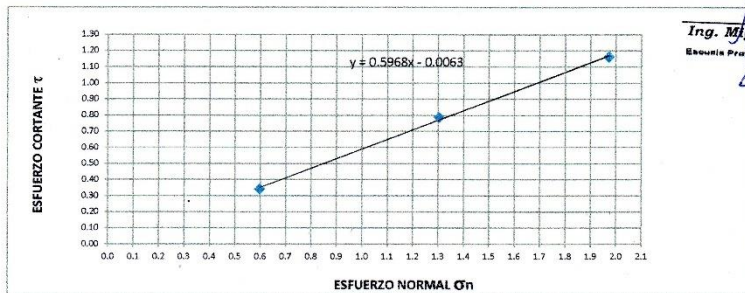
VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE τ		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
	mm			mm			kg				kg/cm <sup>2</sup>		
0.20	3.456	5.2	7.839	0.000	-0.04	-0.07	4.724	6.162	8.339	20.17	0.234	0.306	0.413
0.40	4.68	7.8	11.32	0.034	-0.04	-0.07	5.733	8.307	11.21	20.07	0.286	0.414	0.559
0.60	4.68	8.84	13.5	0.066	-0.04	-0.07	5.733	9.165	13.01	19.96	0.287	0.459	0.652
0.80	4.68	9.36	14.81	0.094	-0.04	-0.07	5.733	9.594	14.09	19.86	0.289	0.483	0.709
1.00	4.68	10.4	15.68	0.117	-0.03	-0.07	5.733	10.45	14.81	19.76	0.290	0.529	0.749
1.50	4.68	10.82	17.25	0.165	-0.03	-0.06	5.733	10.79	16.1	19.51	0.294	0.553	0.825
2.00	4.68	10.82	17.59	0.208	-0.01	-0.04	5.733	10.79	16.39	19.25	0.298	0.561	0.851
2.50	4.68	10.82	17.86	0.226	0.008	-0.01	5.733	10.79	16.6	19	0.302	0.568	0.874
3.00	4.68	10.82	18.12	0.231	0.018	0.00	5.733	10.79	16.82	18.75	0.306	0.576	0.897
3.50	4.68	11.44	20.03	0.251	0.025	0.003	5.733	11.31	18.4	18.49	0.310	0.612	0.995
4.00	4.68	11.75	20.03	0.255	0.032	0.007	5.733	11.57	18.4	18.24	0.314	0.634	1.009
4.50	4.68	12.25	20.03	0.255	0.036	0.007	5.733	11.98	18.4	17.99	0.319	0.666	1.023
5.00	4.68	12.25	20.03	0.254	0.041	0.00	5.733	11.98	18.4	17.73	0.323	0.676	1.038
5.50	4.68	12.25	20.03	0.255	0.041	-0.02	5.733	11.98	18.4	17.48	0.328	0.685	1.053
6.00	4.68	12.25	20.03	0.255	0.042	-0.03	5.733	11.98	18.4	17.23	0.333	0.695	1.068
6.50	4.68	12.25	20.03	0.259	0.041	-0.04	5.733	11.98	18.4	16.98	0.338	0.705	1.084
7.00	4.68	12.25	20.03	0.505	0.050	-0.05	5.733	11.98	18.4	16.72	0.343	0.716	1.100
7.50	3.888	12.25	20.03	0.507	0.046	-0.07	5.08	11.98	18.4	16.47	0.308	0.727	1.117
8.00	3.888	12.25	20.03	0.507	0.028	-0.09	5.08	11.98	18.4	16.22	0.313	0.739	1.134
8.50	4.32	12.25	20.03	0.503	0.039	-0.10	5.436	11.98	18.4	15.97	0.340	0.750	1.152
9.00	3.888	12.25	19.16	0.502	0.041	-0.11	5.08	11.98	17.68	15.72	0.323	0.762	1.125
9.50	3.888	12.25	19.16	0.502	0.034	-0.13	5.08	11.98	17.68	15.47	0.328	0.774	1.143
10.00	3.888	12.25	19.16	0.495	0.036	-0.14	5.08	11.98	17.68	15.22	0.334	0.787	1.162
10.50	3.888	11.44	19.16							14.97			
11.00	3.888	11.44	19.16							14.72			
11.50	3.888	11.44	19.16							14.48			



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm <sup>2</sup> )	16.72	15.35	15.22
$\sigma_n$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.60	1.30	1.97
$\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.3430	0.79	1.16

Cohesión	0.006 kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de fricción interna	30.79 °



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**SOLICITA** : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
 URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
**LUGAR** : CHIMBOTE- PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 11/07/2022

**CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO**

Cohesión	C =	0.0
Angulo de fricción	$\phi =$	30.79 °
Peso Unitario de suelo sobre nivel de fundación	$\gamma_s =$	2
Peso unitario del suelo bajo nivel de fundación	$\gamma =$	1.66
Ancho de cimentación	B =	1
Largo de cimentación	L =	1
Profundidad de la cimentación	Df =	0.5
Factor de seguridad	FS =	3

$$Q_{ult} = CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Factores de capacidad de carga		Factores de forma	
Nq	16.443	Sq =	1 + (B/L)*tan $\phi$
Nc	27.660	Sc =	(Nq/Nc)*(B/L)
N $\gamma$	13.237	S $\gamma$ =	1 - 0.4*(B/L)
Nq/Nc	0.590	Sq =	1.596
tan $\phi$	0.596	Sc =	0.590
		S $\gamma$ =	0.600

Remplazando en la formula se tiene:

Q <sub>ult</sub> =	42.43 tn/m <sup>2</sup>
Q <sub>ult</sub> =	4.24 kg/cm <sup>2</sup>
Profundidad de suelo 0.50 - 1.50	Q <sub>adm</sub> = 1.41 kg/cm <sup>2</sup>

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Esteban Jara  
 Docente - Laboratorio de Suelos



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

(ASTM D-3080, AASHTO T230, MTC E 123-2000)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
 TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
 URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 11/07/2022

NOMBRE DE MUESTRA = C-2 PROFUNDIDAD = 1.50 mts  
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm <sup>2</sup>
Volumen	50.8734 cm <sup>3</sup>

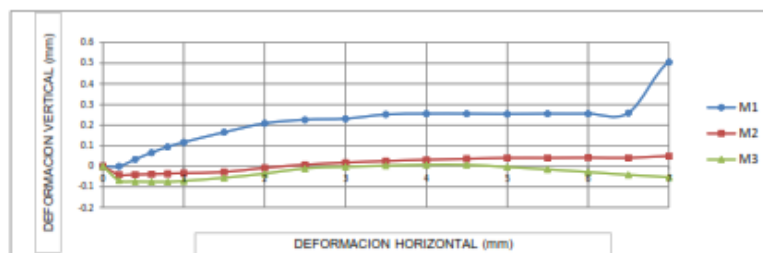
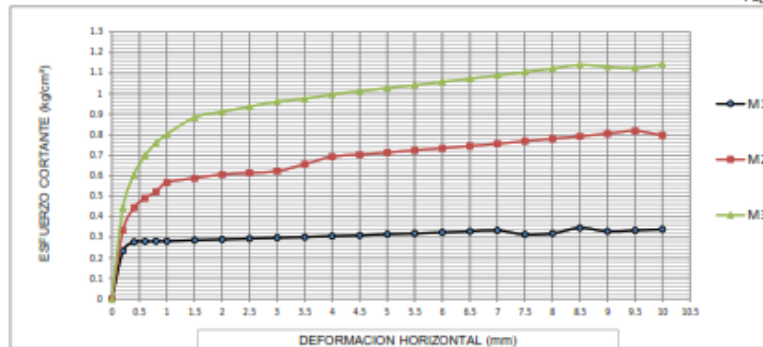
DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	92.5 gr
Peso Unitario Húmedo	1.82 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	5.68 %
Peso Unitario Seco	1.72 gr/cm <sup>3</sup>

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE t		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	Div.			mm			kg			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		
0.20	3.431	5.899	8.573	0.000	-0.04	-0.07	4.703	6.739	8.944	20.17	0.233	0.334	0.443
0.40	4.496	8.532	12.44	0.034	-0.04	-0.07	5.582	8.91	12.13	20.07	0.278	0.444	0.605
0.60	4.496	9.616	14.59	0.066	-0.04	-0.07	5.582	9.805	13.9	19.96	0.280	0.491	0.697
0.80	4.496	10.28	16	0.094	-0.04	-0.07	5.582	10.36	15.07	19.80	0.281	0.521	0.759
1.00	4.496	11.3	16.94	0.117	-0.03	-0.07	5.582	11.19	15.85	19.76	0.282	0.567	0.802
1.50	4.496	11.64	18.63	0.165	-0.03	-0.06	5.582	11.47	17.24	19.51	0.286	0.588	0.884
2.00	4.496	11.87	19.01	0.208	-0.01	-0.04	5.582	11.66	17.55	19.25	0.290	0.606	0.912
2.50	4.496	11.87	19.29	0.226	0.008	-0.01	5.582	11.66	17.79	19	0.294	0.614	0.936
3.00	4.496	11.87	19.57	0.231	0.018	0.00	5.582	11.66	18.02	18.75	0.298	0.622	0.961
3.50	4.496	12.43	19.57	0.251	0.025	0.003	5.582	12.13	18.02	18.49	0.302	0.656	0.975
4.00	4.496	13.06	19.76	0.255	0.032	0.007	5.582	12.65	18.17	18.24	0.306	0.693	0.996
4.50	4.496	13.06	19.8	0.255	0.036	0.007	5.582	12.65	18.2	17.99	0.310	0.703	1.012
5.00	4.496	13.06	19.8	0.254	0.041	0.00	5.582	12.65	18.2	17.73	0.315	0.713	1.027
5.50	4.496	13.06	19.8	0.255	0.041	-0.02	5.582	12.65	18.2	17.48	0.319	0.724	1.041
6.00	4.496	13.06	19.8	0.255	0.042	-0.03	5.582	12.65	18.2	17.23	0.324	0.734	1.057
6.50	4.496	13.06	19.8	0.259	0.041	-0.04	5.582	12.65	18.2	16.98	0.329	0.745	1.072
7.00	4.496	13.06	19.8	0.505	0.050	-0.05	5.582	12.65	18.2	16.72	0.334	0.756	1.089
7.50	3.993	13.06	19.8	0.507	0.046	-0.07	5.167	12.65	18.2	16.47	0.314	0.768	1.105
8.00	3.993	13.06	19.8	0.507	0.028	-0.09	5.167	12.65	18.2	16.22	0.319	0.780	1.122
8.50	4.437	13.06	19.8	0.503	0.039	-0.10	5.533	12.65	18.2	15.97	0.346	0.792	1.140
9.00	3.993	13.06	19.29	0.502	0.041	-0.11	5.167	12.65	17.79	15.72	0.329	0.805	1.131
9.50	3.993	13.06	18.82	0.502	0.034	-0.13	5.167	12.65	17.4	15.47	0.334	0.818	1.125
10.00	3.993	12.43	18.82	0.495	0.036	-0.14	5.167	12.13	17.4	15.22	0.339	0.797	1.143
10.50	3.993	12.43	18.63							14.97			
11.00	3.993	12.43	18.35							14.72			
11.50	3.993	12.43	17.88							14.48			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Alvaro Salazar Jara  
 Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

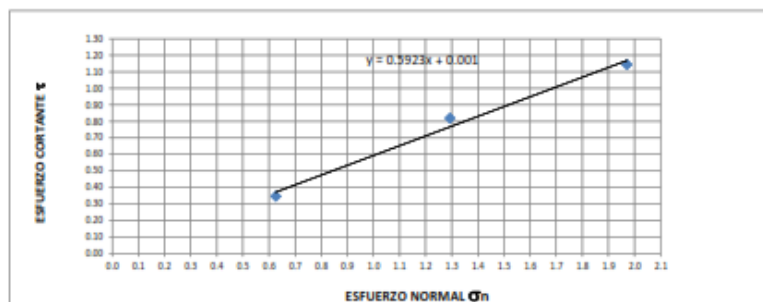




MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm <sup>2</sup> )	15.97	15.47	15.22
$\sigma_n$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.63	1.29	1.97
$\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.3460	0.82	1.14

Cohesión	0.001 kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción interna	30.64 °

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
  
 Ing. Miguel Ángel Soto  
 Profesor Asociado





**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

(ASTM D-3080, AASHTO T230, MTC E 123-2000)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
 TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
 URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 11/07/2022

NOMBRE DE MUESTRA = C-3 PROFUNDIDAD = 1.50 mts  
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

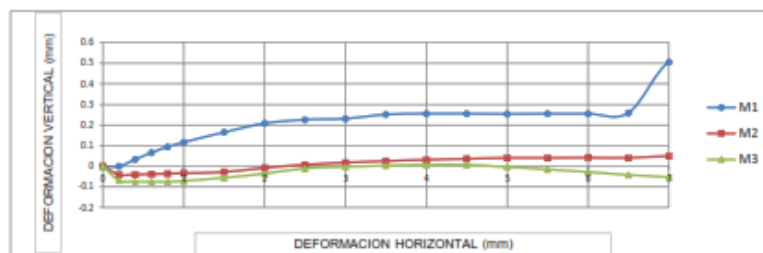
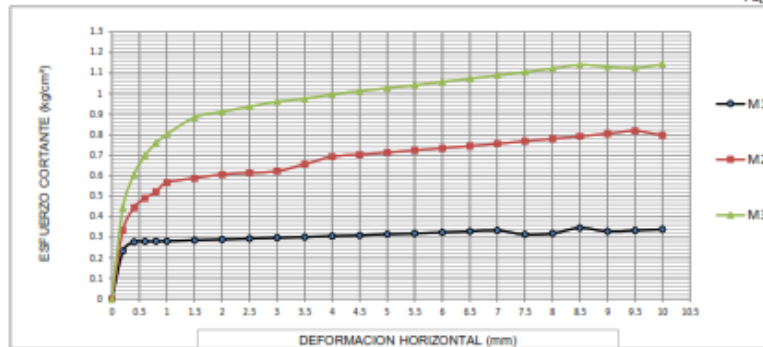
DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm <sup>2</sup>
Volumen	50.8734 cm <sup>3</sup>

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	92.5 gr
Peso Unitario Húmedo	1.82 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	5.68 %
Peso Unitario Seco	1.72 gr/cm <sup>3</sup>

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE t		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	Div.			mm			kg			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		
0.20	3.431	5.899	8.573	0.000	-0.04	-0.07	4.703	6.739	8.944	20.17	0.233	0.334	0.443
0.40	4.496	8.532	12.44	0.034	-0.04	-0.07	5.582	8.91	12.13	20.07	0.278	0.444	0.605
0.60	4.496	9.616	14.59	0.066	-0.04	-0.07	5.582	9.805	13.9	19.96	0.280	0.491	0.697
0.80	4.496	10.28	16	0.094	-0.04	-0.07	5.582	10.36	15.07	19.86	0.281	0.521	0.759
1.00	4.496	11.3	16.94	0.117	-0.03	-0.07	5.582	11.19	15.85	19.76	0.282	0.567	0.802
1.50	4.496	11.64	18.63	0.165	-0.03	-0.06	5.582	11.47	17.24	19.51	0.286	0.588	0.884
2.00	4.496	11.87	19.01	0.208	-0.01	-0.04	5.582	11.66	17.55	19.25	0.290	0.606	0.912
2.50	4.496	11.87	19.29	0.226	0.008	-0.01	5.582	11.66	17.79	19	0.294	0.614	0.936
3.00	4.496	11.87	19.57	0.231	0.018	0.00	5.582	11.66	18.02	18.75	0.298	0.622	0.961
3.50	4.496	12.43	19.57	0.251	0.025	0.003	5.582	12.13	18.02	18.49	0.302	0.656	0.975
4.00	4.496	13.06	19.76	0.255	0.032	0.007	5.582	12.65	18.17	18.24	0.306	0.693	0.996
4.50	4.496	13.06	19.8	0.255	0.036	0.007	5.582	12.65	18.2	17.99	0.310	0.703	1.012
5.00	4.496	13.06	19.8	0.254	0.041	0.00	5.582	12.65	18.2	17.73	0.315	0.713	1.027
5.50	4.496	13.06	19.8	0.255	0.041	-0.02	5.582	12.65	18.2	17.48	0.319	0.724	1.041
6.00	4.496	13.06	19.8	0.255	0.042	-0.03	5.582	12.65	18.2	17.23	0.324	0.734	1.057
6.50	4.496	13.06	19.8	0.259	0.041	-0.04	5.582	12.65	18.2	16.98	0.329	0.745	1.072
7.00	4.496	13.06	19.8	0.505	0.050	-0.05	5.582	12.65	18.2	16.72	0.334	0.756	1.089
7.50	3.993	13.06	19.8	0.507	0.046	-0.07	5.167	12.65	18.2	16.47	0.314	0.768	1.105
8.00	3.993	13.06	19.8	0.507	0.028	-0.09	5.167	12.65	18.2	16.22	0.319	0.780	1.122
8.50	4.437	13.06	19.8	0.503	0.039	-0.10	5.533	12.65	18.2	15.97	0.346	0.792	1.140
9.00	3.993	13.06	19.29	0.502	0.041	-0.11	5.167	12.65	17.79	15.72	0.329	0.805	1.131
9.50	3.993	13.06	18.82	0.502	0.034	-0.13	5.167	12.65	17.4	15.47	0.334	0.818	1.125
10.00	3.993	12.43	18.82	0.495	0.036	-0.14	5.167	12.13	17.4	15.22	0.339	0.797	1.143
10.50	3.993	12.43	18.63							14.97			
11.00	3.993	12.43	18.35							14.72			
11.50	3.993	12.43	17.88							14.48			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Alvaro Salazar Jara  
 Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

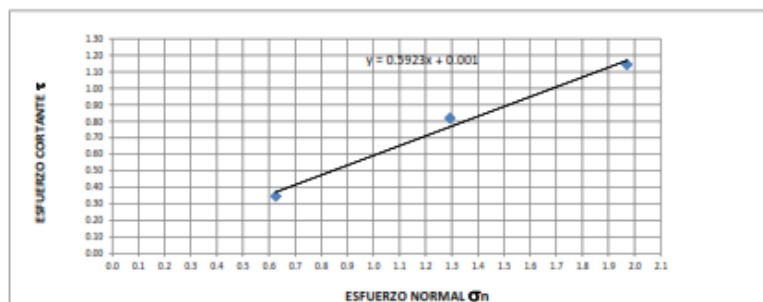


MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm <sup>2</sup> )	15.97	15.47	15.22
$\sigma_n$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.63	1.29	1.97
$\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.3460	0.82	1.14

Cohesión	0.001 kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción interna	30.64 °

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  

 Ing. Miguel Ángel Soto  
 Profesor Asociado



# ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

## VIVIENDA 1



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA**

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
FECHA : 10/07/2022

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	24	23.9	14.50	147.85
	18			
	26			
	28			
COLUMNA METODO-A	26			
	22			
	21			
	26			
	22			
	28			
	23			
	25			
	22			
	24			
	24			
	24			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [Imsem@usanpedro.edu.pe](mailto:Imsem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA**

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
FECHA : 11/07/2022

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f'c (N/mm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
M-2	24	23.5	13.70	139.70
	22			
	28			
	24			
COLUMNA METODO-A	20			
	24			
	28			
	20			
	20			
	20			
	20			
	22			
	20			
	26			
	28			
	26			
24				

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Salar Jara*  
DIRECTOR  
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA**

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
FECHA : 11/07/2022

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
M-3	24	25.4	16.30	166.21
	26			
	23			
	21			
COLUMNA METODO-A	22			
	26			
	24			
	25			
	27			
	24			
	25			
	32			
	26			
	25			
	29			
	28			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)

# ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

## VIVIENDA 2





**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA**  
(Según ASTM C-805)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
FECHA : 11/07/2022

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
M-4	22	23.5	14.10	143.77
	20			
	26			
	25			
COLUMNA METODO-A	20			
	22			
	23			
	21			
	24			
	25			
	23			
	25			
	27			
	24			
25				
24				

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA**

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
FECHA : 11/07/2022

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
M-5	24	24.1	14.40	146.83
	22			
	24			
	25			
COLUMNA METODO-A	23			
	22			
	24			
	25			
	25			
	24			
	24			
	24			
	26			
	26			
	28			
	20			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
Ingeniero Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA**

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
FECHA : 11/07/2022

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
M-6	28	28.1	19.50	198.84
	28			
	28			
	29			
COLUMNA METODO-A	26			
	32			
	28			
	27			
	34			
	30			
	26			
	31			
	32			
	24			
	22			
	25			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [lmsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:lmsyem@usanpedro.edu.pe)

# ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

## VIVIENDA 3



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA**

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
FECHA : 11/07/2022

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
M-7	28	31.1	23.70	241.66
	30			
	33			
	31			
COLUMNA METODO-A	32			
	28			
	31			
	32			
	29			
	34			
	28			
	31			
	30			
	31			
	36			
	34			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solís Jara*  
DIRECTOR  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [Imsym@usanpedro.edu.pe](mailto:Imsym@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA**

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
FECHA : 11/07/2022

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
M-8	26	27.6	18.80	191.70
	28			
	29			
	26			
COLUMNA METODO-A	28			
	28			
	27			
	26			
	30			
	28			
	27			
	26			
	28			
	29			
	27			
	28			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRIA

(Según ASTM C-805)

SOLICITA : CRUZADO LLAMOCTANTA DENNIS  
TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
URBANIZACIÓN 21 DE ABRIL - MZ.B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH, 2020  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
FECHA : 11/07/2022

ELEMENTO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO REBOTE	f <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
M-9	30	30.3	26.90	274.29
	29			
	30			
	31			
COLUMNA METODO-A	30			
	30			
	30			
	29			
	30			
	30			
	32			
	30			
	30			
	32			
	32			
	30			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

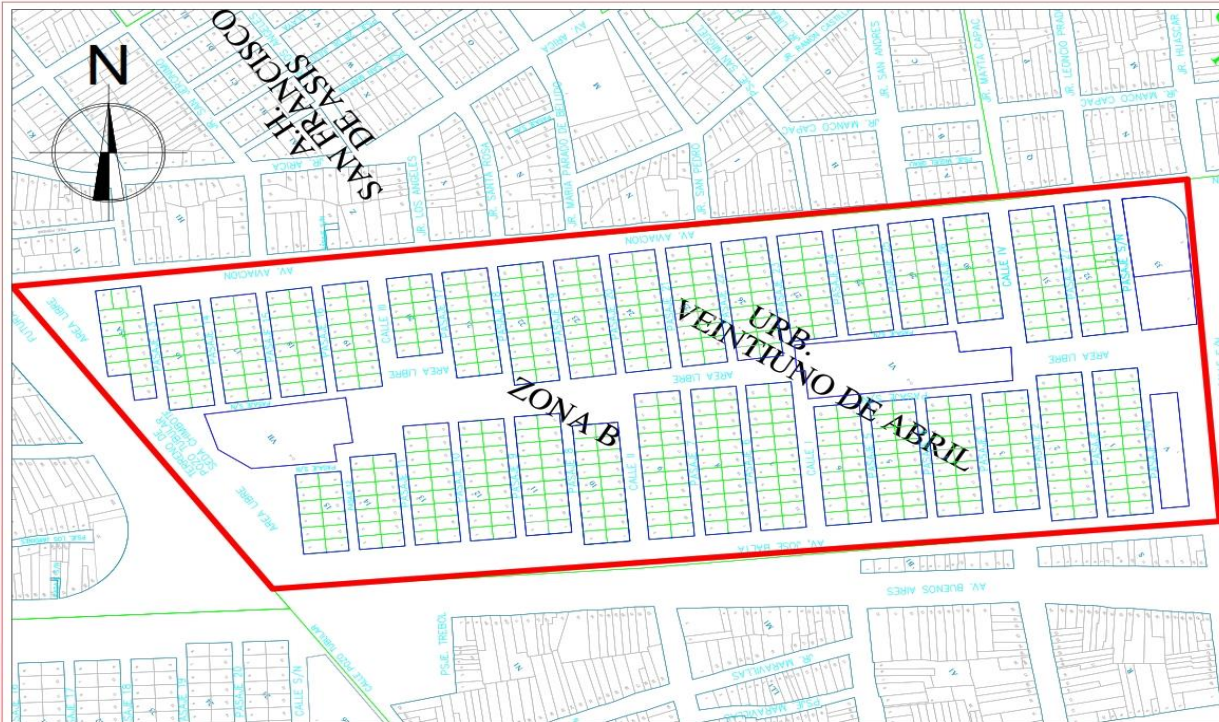
[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)

**ANEXO N°5**

**PLANO DE UBICACIÓN**





**PLANO DE UBICACIÓN**

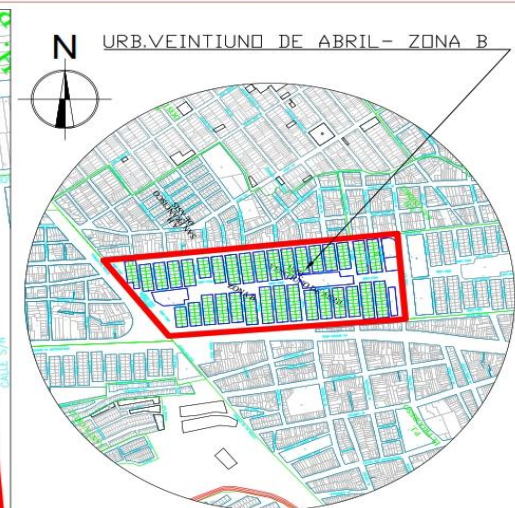
ESCALA:1/50

CUADRO DE VIVIENDA	
MANZANAS	N° LOTE
4	16
7	16
8	18
10	18

CUADRO DE VIVIENDA	
MANZANAS	N° LOTE
14	16
18	16
20	16
22	14

CUADRO DE VIVIENDA	
MANZANAS	N° LOTE
24	16
25	14
27	16
29	16

CUADRO DE VIVIENDA	
MANZANAS	N° LOTE
30	16
31	16
32	16



URB.VEINTIUNO DE ABRIL- ZONA B

**PLANO DE LOCALIZACIÓN**

ESCALA:1/200

CUADRO DE LEYENDA	
Símbolos	Descripción
[Outline]	Manzanas
[Green Grid]	Lotés
[Red Outline]	Perímetro de terreno
[North Arrow]	Nota magnético

<b>UNIVERSIDAD SAN PEDRO</b>		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL		<b>PLANO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN</b>
TEMA: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL 21 DE ABRIL-MZ B.- DISTRITO DE CHIMBOTE- ANCASH 2022		UBICACIÓN: URB.VEINTIUNO DE ABRIL- ZONA B. DEPARTAMENTO: CHIMBOTE PROVINCIA: SANJA DPTO: ANCASH
ASESOR: ING PITMAN MELENDEZ WILFREDO FELIPE	ESCALA: INDICADA	LÁMINA: <b>UL-01</b>
AUTOR: CRUZADO LLAMOCTANTA DENIS	FECHA: 2022	

# **ANEXO N°6**

## **PLANO DE CALICATAS**



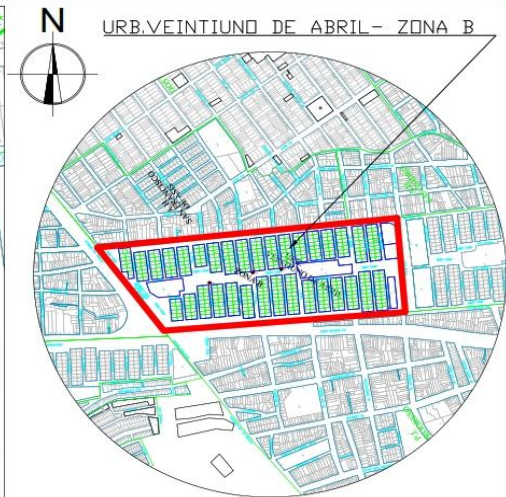
**PLANO DE CALICATAS**  
ESCALA: 1/50

CUADRO DE VIVIENDA	
MANZANAS	N° LOTE
4	16
7	16
8	18
10	18

CUADRO DE VIVIENDA	
MANZANAS	N° LOTE
14	16
18	16
20	16
22	14

CUADRO DE VIVIENDA	
MANZANAS	N° LOTE
24	16
25	14
27	16
29	16

CUADRO DE VIVIENDA	
MANZANAS	N° LOTE
30	16
31	16
32	16



**PLANO DE LOCALIZACIÓN**  
ESCALA: 1/200

**CUADRO TÉCNICO**

CALICATA	PROFUNDIDAD	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN
C-1	1.50m	Pasaje 22 entre Mz.25 y Mz.26
C-2	1.50m	Pasaje 20 entre Mz.23 y Mz.24
C-3	1.50m	Pasaje 10 entre Mz.12 y Mz.13

**CUADRO DE LEYENDA**

Símbolos	Descripción
	Manzanas
	Calicatas
	Perímetro de terreno
	Norte magnético

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL PLANO: **UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN**

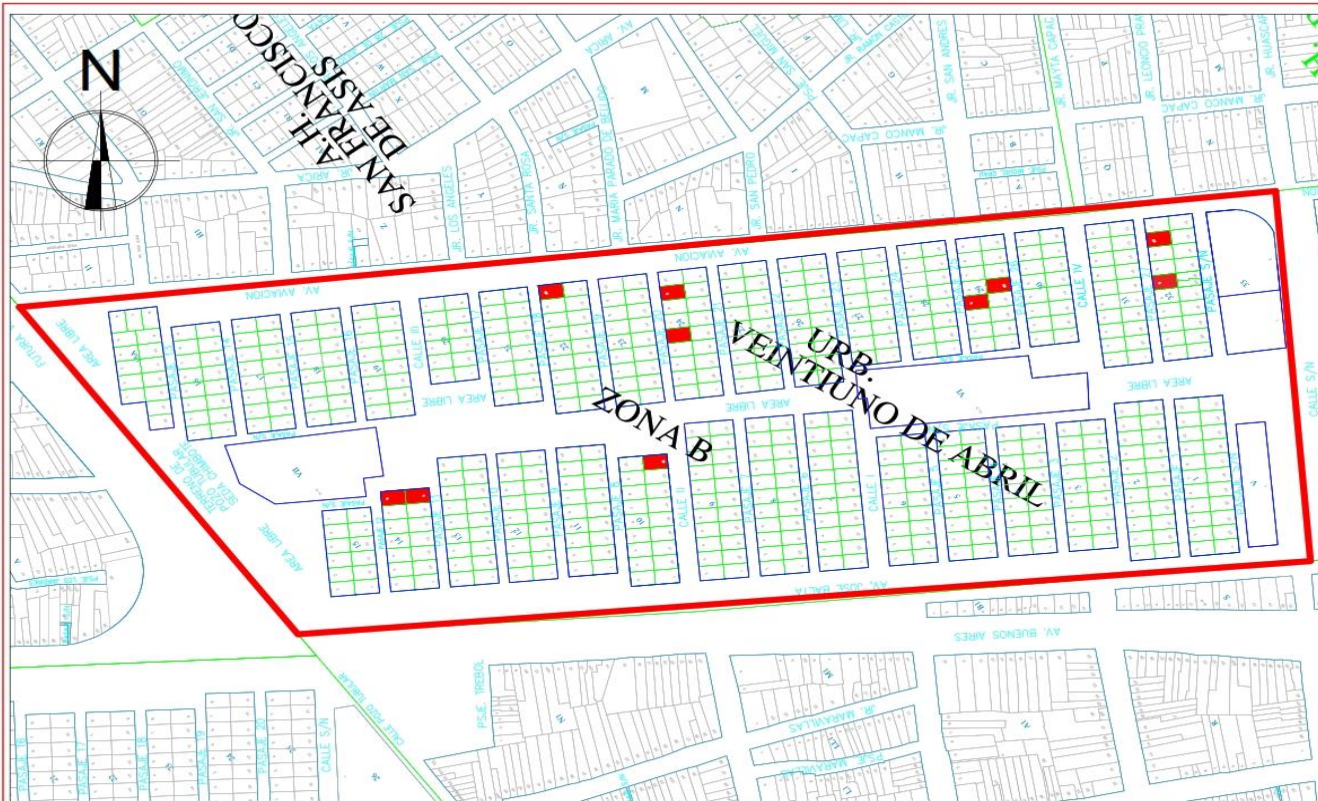
TEMA: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL 21 DE ABRIL-MZ B- DISTRITO DE CHIMBOTE- ANCASH 2022** UBICACIÓN: **URB. VEINTIUNO DE ABRIL- ZONA B**  
DISTRITO: **CHIMBOTE**  
PROVINCIA: **SURCO**  
DPTO: **ANCASH**

ASESOR: **ING PITMAN MELENDEZ WILFREDO FELIPE** ESCALA: **INDICADA** LÁMINA: **CA-01**

AUTOR: **CRUZADO LLAMOCTANTA DENIS** FECHA: **2022**

# **ANEXO N° 7**

## **PLANO DE EVALUACIÓN**



**PLANO DE LOCALIZACIÓN**

ESCALA: 1/200

CUADRO DE LEYENDA	
	Manzanas
	Lotes
	10 Lotes Evaluados Método AIS
	Perímetro de terreno
	Norte magnético

**PLANO DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA**

ESCALA: 1/50

CUADRO DE VIVIENDA		CUADRO DE VIVIENDA		CUADRO DE VIVIENDA		CUADRO DE VIVIENDA	
MANZANAS	N° LOTE	MANZANAS	N° LOTE	MANZANAS	N° LOTE	MANZANAS	N° LOTE
4	16	14	16	24	16	30	16
7	16	18	16	25	14	31	16
8	18	20	16	27	16	32	16
10	18	22	14	29	16		

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL	PLANO	UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN
TESIS: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL 21 DE ABRIL-MZ-B - DISTRITO DE CHIMBOTE - ANCASH 2022	DIRECCIÓN: URB VEINTIUNO DE ABRIL - ZONA B DISTRITO: CHIMBOTE PROVINCIA: SANTA ANA DPTO: ANCASH	LÁMINA: <b>EV-01</b>
ASESOR: ING PITMAN MELENDEZ WILFREDO FELIPE AUTOR: CRUZADO LLAMOCTANTA DENIS	ESCALA: INDICADA FECHA: 2022	

# **ANEXO N° 8**

## **PANEL FOTOFIGURA**

