



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL DISTRITO SAN MARTIN DE PORRES POR MEDIO DEL MÉTODO EMS-98”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

**Autores:**

Juan Carlos Machado Omonte

Joel Armando Quistan Jurado

**Asesor:**

Mg. Ing. Neicer Campos Vásquez

Lima - Perú

2021

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de tesis está dedicado a mis padres quienes con su gran fuerza me impulsaron a lograr parte de mi meta, su lucha constante inspiraron en mi a seguir adelante, a pesar de las múltiples dificultades con las que nos hemos cruzado, a mi hermana que desde el cielo siempre quiso que terminara esta carrera, ella con su valor y su gran amistad me ayudo a seguir adelante, pase lo que pase sin importar cuan dificultoso puede ser todo esto, a todos ellos mencionados dedico este proyecto porque gran parte de mis logros se los debo a ellos, por su comprensión y su apoyo incondicional.

## AGRADECIMIENTO

A mis maestros quienes con su sabiduría y apoyo me motivaron a realizar este proyecto, y seguir con mis logros profesionales.

A nuestro tutor de clases quien, con su aporte, me ayudó de manera significativa para poder realizar este tema, de manera tal que podamos desarrollar este proyecto de tesis.

Agradecer a mis profesores de cálculo y física quienes fueron gestores de todo esto, gracias por su enseñanza y consejos, eso valió para poder realizar el curso de carrera de manera satisfactoria.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
1.1. Realidad problemática .....	8
1.2. Formulación del problema .....	12
1.3. Objetivos.....	11
1.4. Hipótesis. ....	11
1.5. Justificación .....	11
1.6. Antecedentes de la investigació .....	11
1.7. Bases Teóricas .....	16
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>21</b>
2.1. Tipo de investigación .....	21
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	21
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	22
2.4. Procedimiento .....	23
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
3.1. Identificación de las características de las viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres. ....	31
3.2. Determinación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de en el distrito San Martín de Porres en base al método EMS-98 .....	35
3.3. Establecimiento de las estructuras inspeccionadas demandantes de una revisión más detallada (especialista en diseño estructural sísmo resistente). ....	45
3.3. Contratación de hipótesis .....	47
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	28
Tabla 2.	28
Tabla 3.	29
Tabla 4.	29
Tabla 5.	30
Tabla 6.	31
Tabla 7.	31
Tabla 8.	31
Tabla 9.	32
Tabla 10.	33
Tabla 11.	33
Tabla 12.	34
Tabla 13.	35
Tabla 14.	36
Tabla 15.	38
Tabla 16.	38
Tabla 17.	39
Tabla 18.	39
Tabla 19.	40
Tabla 20.	41
Tabla 21.	41
Tabla 22.	42
Tabla 23.	42
Tabla 24.	43
Tabla 25.	44
Tabla 26.	44
Tabla 27.	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de aplicación de método EMS-98 .....	26
Figura 2. Asesoría técnica .....	32
<i>Figura 3.</i> Antigüedad de la vivienda.....	32
<i>Figura 4.</i> Calidad de mano de obra y materiales.....	33
Figura 5. Estado de conservación de la vivienda .....	34
Figura 6. Tabiquería y parapetos.....	34
Figura 7. Densidad de los muros .....	35
Figura 8. Vulnerabilidad de viviendas evaluadas, según método EMS-98 .....	37
Figura 9. Clasificación de viviendas según vulnerabilidad .....	45

## RESUMEN

La presente investigación plantea evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres por medio de la metodología EMS-98. Para lo cual se definió como una investigación descriptiva de muestreo de tipo intencional, donde se evaluaron las características constructivas de 12 viviendas autoconstruidas pertenecientes al asentamiento humano San José del distrito San Martín de Porres, a estas viviendas se les aplicó la metodología EMS-98 para vulnerabilidad sísmica. De todo lo anterior se obtuvo como resultado que de las viviendas evaluadas cuatro poseen vulnerabilidad sísmica entre media-alta y alta, por lo cual ameritan evaluación de un experto en diseño estructural. Lo anterior considerando que el cumplimiento de los componentes básicos, los tabiques de apoyo y las zapatas no están estructurados o dispersos de manera competente, debido a la ausencia de dirección y de requerimiento especializado por parte de los constructores, eso entre otros factores las convierte en vulnerables a la torsión en caso de un movimiento sísmico.

**Palabras clave:** vulnerabilidad, sismo, viviendas, autoconstrucción, EMS-98

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En las últimas décadas han ocurrido sismos fuertes en diversas partes del mundo y han puesto en manifiesto la de vulnerabilidad y riesgo sísmico de las edificaciones, incapacitándolas funcionalmente o haciéndolas llegar hasta la ruina. La mayor atención que se presta hoy en día al problema de los desastres por fenómenos naturales, sobre todo en las zonas urbanas de los países en desarrollo, se debe fundamentalmente a dos factores: el aumento considerable de “las repercusiones sobre las condiciones de vida de las personas y el desarrollo social, económico y ambiental en los países afectados por un desastre” (Bazán & Meli, 2013).

La vulnerabilidad sísmica es un parámetro o función que cuantifica la capacidad resistente de una estructura, se entiende que es una propiedad intrínseca de esta, una característica de su propio comportamiento ante la acción de un sismo, y descrita a través de una ley causa-efecto; Donde la causa es el sismo y el efecto es el daño (Arévalo, 2021). La dimensión de un estudio de vulnerabilidad está condicionada por el tipo de daño que se pretende evaluar y el nivel de amenaza existente. El daño depende de la acción sísmica y de la capacidad sismo resistente de la estructura, de modo que la evaluación de la vulnerabilidad sísmica está muy vinculada a cómo se definen la acción y el daño sísmico.

La evaluación puede realizarse de diferentes formas, una es la llamada vulnerabilidad observada, que es mediante observación y levantamiento de planos del estado de fisuración o daño real producido por terremotos, y su posterior estudio estadístico. La vulnerabilidad también puede cuantificarse mediante el cálculo de la respuesta sísmica no lineal de estructuras, caso en el que se denomina vulnerabilidad calculada o simulada (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2012). El resultado más importante de un cálculo de este tipo es un índice de daño que caracteriza globalmente la degradación de una estructura sometida a terremotos.



Existen una variedad de metodologías y técnicas propuestas por diferentes autores para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de diferentes tipos de instalaciones; de las que destaca la Escala Macro sísmica Europea (EMS-98) establece seis clases de vulnerabilidad ordenadas de menor a mayor resistencia sísmica (A, B, C, D, E, F), estas clases establecen los atributos más plausibles de protección contra las potencias sísmicas (en particular las que se hallan en paralelo) de cada tipología de edificios (Grünthal, 1998).

A pesar de que se piensa en lo concebible que es que varios tipos de estructuras puedan tener un lugar con una clase de vulnerabilidad similar y, además, que las estructuras de una tipología puedan introducir reacciones sísmicas distintivas y, de esta manera, diversas vulnerabilidades (Ruiz, Vidal, & Aranda, 2016). La escala EMS considera cuatro categorías en función de la construcción de su sistema resistente: Albañilería, Hormigón Armado, Metal y Madera. Cada tipología de edificios admite diversos rangos posibles de pertenencia a clases de vulnerabilidad definidos como: más probable, probable y menos probable o excepcional.

El Perú tiene un crecimiento anual de aproximadamente 1.13% (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres, 2017). La demanda de construcción de viviendas es alta, y uno de los principales problemas que genera esta demanda es la autoconstrucción, muchos peruanos construyen casas sin supervisión profesional, planos bien estructurados o materiales de baja calidad. El problema más común en el Perú es que construyen casas a bajo costo sin considerar los desastres naturales que puedan afectar sus casas en el futuro.

Esto convierte al Perú en un país frágil, considerando la falta de estática de la fragilidad, por el contrario, su vitalidad lleva a un acuerdo para analizarlos localmente, pero hay que explicar varios métodos. Adicionalmente, en el Perú las viviendas autoconstruidas equivalen al 80%, según el arquitecto Shirley Chilet ex decano el colegio de arquitectos, en el hace una

advertencia que en el Perú se construye alrededor de 30,000 viviendas informales según dato de CAPECO, ante lo cual la especialista afirmó que esta situación ocurre porque los gobiernos regionales “regularizan o sacan amnistías” poniendo así en riesgo las vidas de miles de peruanos con un afán más político que técnico.

Adicionalmente, es poca la planificación urbana, las municipalidades hacen poco o nada en supervisar o monitorear la construcción de su jurisdicción. Las viviendas en su mayoría fueron construidas con materiales, como adobe y quincha, ladrillos artesanales y madera (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres, 2017). Todo esto sin un estudio previo, la poca supervisión y la falta de asesoría de un profesional, dieron pie a que estos eventos sísmicos fueran mucho más destructivos.

El Distrito de San Martín de Porres no puede librarse de esta realidad, por lo que lo anterior es suficiente para determinar la vulnerabilidad y riesgo sísmico de los edificios del Distrito San Martín de Porres, los distritos se dividen en áreas con diferentes características arquitectónicas. Además de lo anterior, también se pueden sentir los defectos y anomalías en el área de San Martín de Porres, tales como: casas construidas con ladrillos (muros estructurales construido con tambores de mano), disposición de los pilares es diferente a otros pilares El voladizo a la calle está fuera de la normativa estipulada por el registro nacional de edificaciones (RNE), vigas empotradas y / o tuberías visibles, viviendas sin juntas de dilatación o elastómeros, y sin zapatas, etc.

## **1.2. Formulación del problema**

Por lo anterior, surgen como interrogante ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas del distrito San Martín de Porres por medio del método EMS-98, 2020?

## **1.3. Objetivos.**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres por medio del Método EMS-98

### **1.3.2. Objetivos específicos**

Identificar las características constructivas de las viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres.

Determinar la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de en el distrito San Martín de Porres en base a la metodología EMS-98.

Establecer las estructuras inspeccionadas demandantes de una revisión más detallada (especialista en diseño estructural sismo resistente).

## **1.4. Hipótesis**

La vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres evaluada por medio del Método EMS-98.

## **1.5. Justificación**

La presente investigación se justifica social considerando que, a partir de los datos aportados se podrá prevenir y reducir el riesgo sísmico en las edificaciones estableciendo la información relevante a ello, contemplando la zona analizada para que puedan facilitar a los ciudadanos de manera que se pueda ayudar a concientizar e informar y alertar, que construir en zonas de riesgo sísmico considerables y sin guía de profesionales y sin la respectiva autorización de la Municipalidad; son inseguras y ocasionaran daños y perjuicios a corto o largo plazo.

Asimismo, como justificación teórica la presente investigación sirve como componente teórico básico como referencia a futuras investigaciones y para los análisis posteriores con fines constructivos y de Gestión y mitigación de desastres, determinando el grado de peligrosidad y vulnerabilidad de estas edificaciones se podrá determinar el grado de riesgo y las soluciones para evitar catástrofes futuras. Finalmente, desde el punto de vista práctico, la investigación presenta una metodología cuantitativa que permite un análisis considerando descomposición de estructuras complejas en sus componentes, ordenado estos componentes o variables en una estructura jerárquica, donde se obtienen valores numéricos para los juicios de preferencia. Esta metodología es de fácil y rápido empleo.

#### **1.6. Antecedentes de la investigación**

En referencia a lo anterior se dio revisión a componentes teóricos indispensables para la investigación, dando lugar a referencias de investigaciones similares, constituyentes de los antecedentes, a nivel internacional destacan:

Maselli (2018) “Análisis arquitectónico de la vulnerabilidad sísmica de los principales sistemas constructivos residenciales en la zona 8 de Mixco, Guatemala”. El objetivo principal de esta investigación es desarrollar un modelo para identificar áreas vulnerables de viviendas ante un terremoto de alta intensidad en el distrito Mixco 8. El departamento es más conocido como Ciudad San Cristóbal, que tiene como objetivo promover la gestión de riesgos. análisis de terremotos en la planificación urbana Y la importancia del proceso de planificación del uso del suelo. La herramienta del método de análisis de daños y vulnerabilidad sísmica utilizada es EMS-98, que es una escala ampliamente utilizada en Europa y otros países del mundo para evaluar la intensidad de un terremoto posterior a un terremoto.

Meroni, Squarcina, Pessina, Locati, Modica y Zoboli (2017). “A Damage Scenario for the 2012 Northern Italy Earthquakes and Estimation of the Economic Losses to Residential

Buildings” [Un escenario de daños para los terremotos del norte de Italia de 2012 y estimación de las pérdidas económicas en edificios residenciales]. La estimación de los daños en los edificios se basa en las definiciones de la Escala Macro sísmica europea (EMS-98), que describe los efectos de un terremoto en las zonas edificadas en términos de intensidades observadas. Las fuentes de datos de entrada son el censo de edificios residenciales facilitado por el Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) y el valor oficial de mercado de los activos inmobiliarios, obtenido del Osservatorio del Mercato Immobiliare (OMI). Estos datos permiten Inmovilizare cuantificar las pérdidas económicas debidas a los terremotos, un indicador económico que se actualiza anualmente. El método multidisciplinar propuesto aprovecha los conjuntos de datos sísmicos sísmico, de ingeniería y económico, y es capaz de proporcionar un escenario razonable de pérdidas después del evento.

Ruiz, Vidal y Aranda (2016). “Estudio de la vulnerabilidad sísmica del centro histórico de Tapachula, Chiapas, con el método del índice de vulnerabilidad”. En esta obra, 399 edificaciones de las 22 manzanas ubicados en el centro histórico de Tapachula, Chiapas. Siguiendo como método la clasificación de los tipos según los niveles de terremotos macroscópicos europeos (EMS-98) y posteriormente el método del índice de vulnerabilidad ante terremotos (MIV) de RISK-UE. Este método es una mejora del primer método y puede cuantificarse mejor. Los factores de construcción y el comportamiento de cada edificio cambian su vulnerabilidad. Los resultados obtenidos se presentan en forma de tablas y mapas de vulnerabilidad ante terremotos y demostrar que, en el área de estudio, edificios con niveles de vulnerabilidad altos (B) y muy altos (A), y estimados la vulnerabilidad de aplicar el estándar de escala EMS mejora significativamente en las siguientes situaciones, aplicando IVM, detecta el aumento de estructura tipo A (de 36 a 44) y en comparación con la evaluación EMS, la categoría E se reduce (de 13 a 5).

Asimismo, a nivel nacional: Noel (2017). “Integración de ingeniería inversa y modelamiento numérico para la evaluación sísmica de construcciones históricas de adobe”. Se recomienda evaluar el comportamiento sísmico de acuerdo con el grado de daño que pueda ocurrir. En edificaciones por terremotos, ya sea en sistemas estructurales o en componentes no estructurales. El proceso incluye daño estructural basado en los resultados del análisis de Pushover. Por clasificación del tipo y nivel de daño posible, y el grado de daño. desarrollado por el proyecto RISK-UE e incorporado a la escala macro sísmica Europa 1998 (EMS-98). El objetivo de estos niveles es permitir una relación más clara entre el grado de daño observado y la magnitud del evento sísmico.

Rojas (2017) “Análisis del riesgo sísmico en las edificaciones autoconstruidas en el sector 5 lado este de Chupaca”; la cual pretendió estimar el nivel de riesgo sísmico en las edificaciones autoconstruidas en el sector 5 lado este de Chupaca; el tipo de investigación es Aplicada o Tecnológica, el nivel de investigación es Descriptivo-Explicativo, el diseño de investigación es No Experimental y finalmente se utilizó el enfoque Cuantitativo guiado y orientado por el método científico. Se trabajó con la totalidad de la población que vienen a ser las 15 edificaciones autoconstruidas constituidas en el sector 5 lado este de Chupaca. En la presente investigación se llega a la conclusión que las edificaciones autoconstruidas en el sector 5 lado este de Chupaca presentan un nivel de riesgo alto.

Granados (2019) “Vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de 2 pisos en el sector de Año Nuevo distrito de Comas – 2018.” La presente investigación titulada “Vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de 2 pisos en el sector de Año Nuevo distrito de Comas – 2018” tiene como objetivo determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica que presentan las viviendas de estudio con un sistema estructural de albañilería confinada, edificadas por los mismos propietarios que no tienen los conocimientos suficientes ni los medios económicos. Se aplicó la metodología propuesta en la costa peruana por los ingenieros

Mosqueira y Tarque en el año 2005. Se llegó a la conclusión que el valor del porcentaje elevado, es debido al factor influyente la densidad inadecuada de muros paralelos a la fachada, así como la inestabilidad de muros no estructurales y la incidencia de baja calidad de mano de obra y materiales deficientes

## **1.7. Bases teóricas**

### **1.7.1. Vulnerabilidad Sísmica**

La vulnerabilidad sísmica es un parámetro o función que cuantifica la capacidad resistente de una estructura, se entiende que es una propiedad intrínseca de esta, una característica de su propio comportamiento ante la acción de un sismo, y descrita a través de una ley causa-efecto. Donde la causa es el sismo y el efecto es el daño. La dimensión de un estudio de vulnerabilidad está condicionada por el tipo de daño que se pretende evaluar y el nivel de amenaza existente. El daño depende de la acción sísmica y de la capacidad sismo resistente de la estructura, de modo que la evaluación de la vulnerabilidad sísmica está muy vinculada a cómo se definen la acción y el daño sísmico.

La evaluación puede realizarse de diferentes formas, una es la llamada vulnerabilidad observada, que es mediante observación y levantamiento de planos del estado de fisuración o daño real producido por terremotos, y su posterior estudio estadístico. La vulnerabilidad también puede cuantificarse mediante el cálculo de la respuesta sísmica no lineal de estructuras, caso en el que se denomina vulnerabilidad calculada o simulada (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2012). El resultado más importante de un cálculo de este tipo es un índice de daño que caracteriza globalmente la degradación de una estructura sometida a terremotos.

La vulnerabilidad y el riesgo se evalúan no solo desde la perspectiva física, sino que también integra otras dimensiones que caracterizan el contexto del problema teniendo en cuenta otras perspectivas, tales como: la económica, social, educativa, política, institucional,

ambiental y cultural e ideológica; esto se conoce como vulnerabilidad global. El planteamiento de una vulnerabilidad global permite su visualización desde diversas perspectivas del conocimiento y facilita su evaluación como un proceso dinámico acumulativo de fragilidades, deficiencias o limitaciones (Cardona, 2001).

### **1.7.2. Vulnerabilidad y Daño Sísmico de edificaciones**

Los eventos sísmicos son impredecibles y devastadores, pero el crecimiento desordenado de la nación, transforma estos, en verdaderas catástrofes. Los sismos no tienen nacionalidad ni condición social, pero la crisis es más palpable en aquellas zonas donde existen grandes conglomerados humanos, o sea, donde hay mayor densidad de habitantes, por ello es lógico pensar que afecta con mayor intensidad a los grupos más pobres, con viviendas improvisadas e informales, localizadas dentro de zonas de medio y alto riesgo sísmico (Garcés, 2017).

Buscando alguna forma de evitar que éstos fenómenos naturales sigan impactando drásticamente a la sociedad donde vivimos, ha surgido la iniciativa y necesidad de evaluar la vulnerabilidad estructural de las viviendas de las ciudades del mundo, a través de métodos aproximados, que aunque no arrojan resultados exactos, o verdaderos comportamientos de viviendas ante la excitación sísmica, nos dan una idea bastante aceptable de que estructuras puedan o no sufrir daños severos al momento de ocurrencia de un sismo (HOSSAIN & GENCTURK, 2014).

Es sumamente difícil, en algunos casos, predecir el comportamiento sísmico de viviendas existentes, donde no se sabe si fueron concebidas bajo recomendaciones de algún código, o si fueron analizadas para solicitaciones sísmicas aproximadas haciendo uso de métodos bastante antiguos y engorrosos, y sumado a esto, existen estructuras que fueron diseñadas para un cierto uso, y pasado el tiempo, se le fue modificado, cambiando



significativamente el tipo de cargas verticales, lo que involucra un gran peligro al momento de un sismo, ya que se van a producir otras fuerzas inerciales diferentes para las cuales la vivienda no fue concebida.

Anexo a todo esto, no hay que olvidarse de aquellas viviendas afectadas por sismos pasados, las construidas con materiales de segunda, sin ningún control de calidad estricto, la falta de un seguimiento riguroso de las especificaciones estructurales, y algo muy común que se ve a diario, todo esto hace que la evaluación del comportamiento de una vivienda ante sismos futuros sea más difícil e incierta.

Todo lo manifestado anteriormente es para darle a entender al lector que la actividad sísmica es una característica de la naturaleza que el hombre todavía no ha podido modificar, esquivar y mucho menos predecir, por ello se piensa que la única alternativa disponible para la disminución del riesgo sísmico en zonas urbanas existentes, consiste en la búsqueda de estrategias adecuadas para medir la vulnerabilidad de las estructuras y tomar decisiones acertadas y efectivas para estar preparados al momento de ocurrencia de un terremoto, pensamos seriamente que esta labor no es nada fácil pero es de gran importancia, es decir, es necesario pasar de la solución de las consecuencias a la prevención de las causas y a la mitigación de los efectos (COMBER & POLAND, 2013).

En pocas palabras, si las consecuencias de los desastres naturales (terremotos) son un problema de desarrollo, enfrentarlos de manera sistemática y coherente, en sus causas, en la prevención, mitigación, reconstrucción y transformación para reducir la vulnerabilidad, debe ser objetivo explícito de las estrategias de desarrollo de nuestro país. La reducción de la vulnerabilidad es una inversión clave, no solamente para aminorar los costos humanos y materiales de los desastres naturales, sino también para alcanzar un desarrollo sostenible (Álvarez, 2021). Dicho de otra forma, se trata de una inversión de gran rentabilidad en términos

sociales, económicos y políticos. Por tanto, la reducción de la vulnerabilidad debe ser incorporada de manera orgánica en una visión sistémica e integral para el desarrollo crucial de nuestro país.

### **1.7.3. Método EMS-98**

La evaluación del riesgo sísmico a gran escala es un proceso de conocimiento amplio y complejo. Están involucrados múltiples dominios: peligro sísmico, exposición y vulnerabilidad sísmica ( Carreño et al., 2007 ). En la literatura existen varios modelos y conjuntos de datos: WHE — World Housing Encyclopedia ( EERI, 2004 ); FEMA: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias ( ATC (Applied Technology Council), 2005 ; Buscapersonas: Evaluación Rápida de Terremotos Globales para Respuesta ( Jaiswal y Wald, 2008 ); GEM: Modelo Global de Terremotos ( Brzev et al., 2013). La demanda de tiempo y el costo de las evaluaciones dependen del tipo de detalle requerido. Para desarrollar escenarios de vulnerabilidad urbana, sería necesario evaluar varios miles de edificios. Últimamente, se han desarrollado investigaciones para evaluaciones de edificio por edificio a gran escala ( Yamashita et al., 2011 ; Xiong et al., 2018). En general, la evaluación detallada y específica del edificio de todo el parque de edificios se ve socavada por las necesidades económicas y técnicas de dicho proceso, más aún en regiones con riesgo sísmico de bajo a moderado. Por tanto, las simplificaciones son necesarias. Primero, se realiza una reducción en el número de edificios evaluados: los edificios se agrupan en clases tipológicas y la vulnerabilidad de cada clase, en lugar de cada edificio, se calcula en detalle.

### **1.7.4. Sismos**

Los sismos son perturbaciones súbitas en el interior de la tierra que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo, liberando así energía acumulada en el interior de la tierra.

Al llegar a la superficie, estas ondas son registradas por las estaciones sísmicas y percibidas por la población y por las estructuras (Instituto Geofísico del Perú, 2019).

#### **1.7.5. Peligro Sísmico**

De acuerdo con Mosqueira (2011), entendemos por peligro sísmico a “la Probabilidad de ocurrencia de movimientos sísmicos de cierta intensidad en una zona determinada durante un tiempo definido. El peligro también puede incluir otros efectos que el mismo sismo genera, como derrumbes y licuefacción de suelos”

#### **1.7.6. Riesgo Sísmico**

(Nervi, 2017) Mencionó que: Existen muchos factores para la determinación del riesgo sísmico como es la densidad de los muros, el empleo de materiales de buena calidad y la mano de obra calificada “vulnerabilidad”, además tipo de suelo sobre la cual está la vivienda, la pendiente y el grado de sismicidad, de estos resultados obtenidos se obtiene un riesgo sísmico elevado; la causa principal es en muchos casos la falta de recursos económicos del propietario.

#### **1.7.7. Evaluación estructural**

La evaluación estructural ha alcanzado un importante desarrollo que permite conocer las características mecánicas de las edificaciones ya construidas enfocadas al estudio del comportamiento sísmico (MESTA, 2014)

Reza (2013) en su revista científica indico que el comportamiento de los movimientos estructurales dependerá de un suceso sísmico, estas estarán afectadas en la flexibilidad de la base y distribución de la infraestructura. La variable evaluación estructural se desarrollará en función a los indicadores de cada dimensión, para conocer las características mecánicas de la vivienda y determinar la vulnerabilidad a la que está expuesta.

### **1.7.8. Fragilidad**

Este término está referido a las diferentes condiciones en desventaja en la que se encuentra el ser humano y sus medios en la que vive a un peligro, también está referida generalmente a los aspectos físicos como la forma de construcción, incumplimiento de normativas, mala calidad de los materiales, y a mayor existencia de fragilidad mayor es la vulnerabilidad. (CENEPRED, 2015)

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

La presente posee un enfoque cuantitativo, que “consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio” (Tamayo y Tamayo, 2012).

Respondiendo al tipo aplicada, la cual “la forma de investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica, se encuentra íntimamente ligada a la pura ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos; es el estudio o aplicación de la investigación a problemas concretos” (Tamayo & Tamayo, 2012).

A su vez esta investigación fue observacional con un diseño de campo, esto para permitir la interpretación y descripción de la realidad tal cual se presentan a partir de observaciones y estudios (Tamayo & Tamayo, 2012) permitiendo de esta manera evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres por medio de la Método EMS-98.

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Según Hernández (2014) “la muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”. Es así que, en la presente investigación se desarrolla un muestreo no probabilístico, “en el muestreo no probabilístico, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

#### 2.2.1. Muestreo

Asimismo, en virtud de lo anterior el muestreo es de tipo a conveniencia ya que responde a los criterios del investigador en base a la necesidad directamente observada, en el

marco de esta disposición, se encontró dentro de la localidad de San Martín de Porres, que se distinguía un asentamiento humano, representado por la construcción de sus viviendas sin una orientación especializada y la ausencia de planos de diferentes fortalezas, por ejemplo, de ingeniería, estructuras y obras. Dentro de este asentamiento urbano, se eligieron 12 casas que reaccionan a las cualidades de interés para el análisis actual.

### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

Considerando que “las técnicas de recolección de datos son las distintas formas de obtener información” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014); la técnica para dar respuesta a los requerimientos del tema fue de tipo observación directa y encuesta, esta última para dar alcance a los datos solicitados en la ficha de información, a razón de lo anterior:

#### **2.3.1. Instrumentos**

- **Ficha de Información:** se recurrió a una ficha general para describir los principales atributos del marco y procedimientos de construcción básicos y secundarios de cada vivienda elegida, a pesar de las percepciones determinantes sobre el estado actual de las estructuras que componen las construcciones estudiadas. Esta ficha elaborada en campo (Mosqueira y Tarque, 2005) sirvió como base para obtener el diseño, realizando modificaciones de acuerdo a la información que se pretende recopilar. La ficha de encuesta se diseñó en hojas de cálculo MS Excel con la finalidad de recabar información de las viviendas seleccionadas en el muestreo realizado, la cual consta:
  - **Datos Generales:** registra información básica de la familia que reside en la vivienda, su ubicación, asesoría técnica para el diseño y proceso constructivo, tiempo de vida de la estructura y si la edificación sufrió algún deterioro por sismo ocurrido durante su existencia; con la finalidad de conocer el estado actual de la estructura.

- Datos Técnicos: se recopila las características de elementos estructurales de la edificación, tales como, cimentaciones, muros portantes y tabiquerías, losas o techos, vigas y columnas; incluyendo detalles adicionales sobre el proceso constructivo de cada elemento y su estado actual.
- Ficha de observación: correspondiente al Formato de evaluación EMS-98, donde se toman en cuenta datos referentes a tipo de estructura de la vivienda.

Para la validez de contenido de la ficha de información se utilizó el juicio de expertos, el cual permite cuantificar la relevancia de los ítems en relación al contenido y la valoración de un número predeterminado de jueces (expertos en el tema específico o en metodología de investigación).

En cuanto a la validez del instrumento utilizado para la evaluación sísmica (Método EMS-98) al ser una metodología comprobada y estandarizada, eso le confiere el valor y pertinencia con la investigación.

#### **2.4. Procedimiento**

En el procedimiento de investigación, se enumeran una serie de etapas concretas, que resultan prácticas para ser aplicadas según el tipo de investigación definida, y, además, de gran utilidad para el avance y desarrollo del trabajo. A continuación, se presentan las etapas de las cuales se hace mención en el párrafo anterior:

- Revisión bibliográfica: la estrategia de investigación utilizada presento una metodología subjetiva debido al desarrollo de las fichas de observación junto con las fichas de informe, según los datos de las viviendas registradas. Dentro de la mencionada revisión, se cuenta con dos en especial y de gran importancia, como lo es la Método EMS-98.
- Selección de las zonas de estudio: esta etapa es referida a la sectorización la ciudad de Lima en diferentes áreas de estudio sobre las que se realizó la evaluación, para la

determinación de la zona de investigación, se consideró encontrar una zona donde predominara el desarrollo de las viviendas informales. Sobre este modelo se encontró el distrito de San Martín de Porres, donde se distinguía un asentamiento humano, descrito por la construcción de sus viviendas sin una orientación especializada y la ausencia de planos de diferentes exigencias a la notoriedad, por ejemplo, diseño, estructuras y obras. En esta línea se eligió las construcciones habituales de la zona, completando el estudio y los análisis para 12 viviendas dentro del asentamiento humano denominado San José.

- Selección del método a utilizar para la evaluación de la vulnerabilidad estructural: la siguiente etapa correspondió a la determinación del método a utilizar para la evaluación de la vulnerabilidad estructural de las viviendas en las zonas de estudio, se realizó de manera tal, que se identificaron en primera instancia, el sistema estructural resistente, por medio de la ficha de información, data que luego fue sometida al método EMS-98.
- Datos obtenidos en campo: luego de haber seleccionado la zona de estudio y escoger el método para la evaluación de las viviendas, se procedió a tomar aquellos datos de interés que se recogen a través de fichas de información existente, referentes a antecedentes, aspectos técnicos y estimación de riesgo sísmico. Dichos datos fueron extraídos a través de la aplicación de a una ficha (anexo 3) para describir los principales atributos del marco y procedimientos de construcción básicos y secundarios de cada vivienda elegida.
- Interpretación de resultados: el procesamiento de información se realizó mediante, clasificación, ordenación de los datos obtenidos para el procesamiento de análisis estadístico, los datos serán procesados en Microsoft Office Excel y SPSS versión 25, que permitió la interpretación de los resultados, estableciendo la base para el análisis y elaboración de conclusiones como respuesta a los objetivos planteados en la



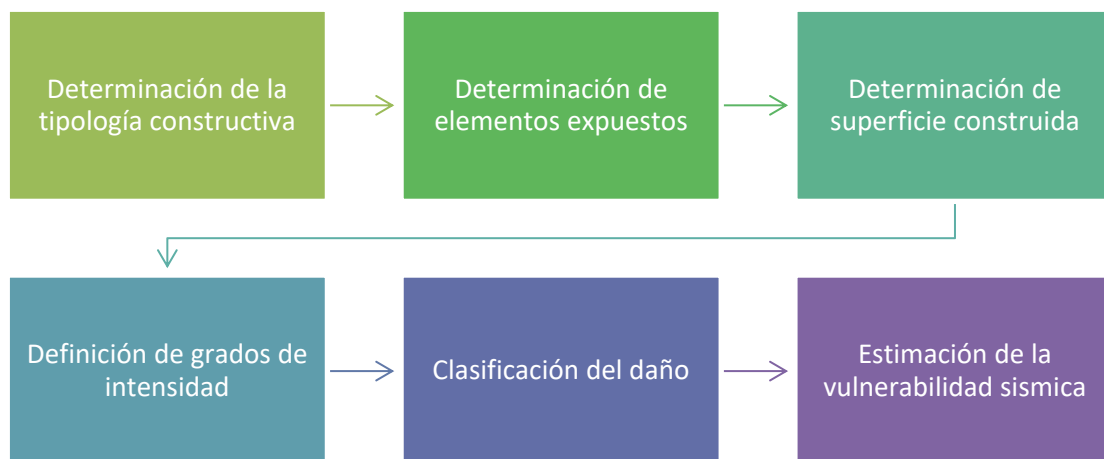
investigación. Adicionalmente se emplearon cuadros, gráficos, tablas dinámicas, comparativas, entre otros instrumentos antes mencionados para determinar los índices de vulnerabilidad estructural.

La investigación se desarrolló recordando la ética del estudiante y la autenticidad del científico, la veracidad de la información, sin cambiar su contenido real, dando datos genuinos. Al igual que la búsqueda de la realidad, para lograr las mayores ventajas para apoyar al autor como estudiante de Ingeniería Civil de la Escuela de Ingeniería.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Como se ha mencionado párrafos anteriores, se elaboró una ficha de encuesta a fin de describir las principales características del sistema estructural, no estructural y procesos constructivos de cada vivienda seleccionada, además de precisar observaciones del estado actual de las estructuras que conforman las edificaciones en estudio. Seguidamente, se trasladó la información recolectada en campo, apoyando en el software Ms Excel. Con la información obtenida a partir de las fichas de encuesta se procedió a realizar las fichas de informe.

Estas consistieron en precisar cálculos a fin de estimar la vulnerabilidad sísmica presente en una edificación, conforme al método EMS-98. Realizados los análisis por vivienda en los reportes, se procedió a resumir los resultados de análisis y observaciones hechas en la ficha de campo e instrumentos aplicados. A partir del total de viviendas encuestadas, se elaboraron tablas donde se registró las irregularidades estructurales encontradas. Según esta información se determinó que algunos problemas son comunes en la mayoría de las viviendas encuestadas. Se resumió en tablas y gráficos de barras para verificar los resultados de los cálculos de vulnerabilidad sísmica.



*Figura 1. Diagrama de aplicación de método EMS-98*

Esta hoja de datos preparada en el sitio (Mosqueira y Tarque, 2005) sirvió como base para la modificación basada en la información que se recopiló. Describe el contenido del

formulario de informe presentado por cada residencia estudiada, detallando la siguiente información técnica y estructural:

- Durante la fase de diseño y construcción de la casa, se necesitó información sobre la ubicación y el tipo de asesoramiento recibido.
- Describe el tipo de materiales utilizados y el tamaño de cada elemento estructural que forma parte de la casa estudiada. Asimismo, se mencionan los principales problemas del edificio, como problemas de construcción, calidad de mano de obra y otros factores que afectan el comportamiento del edificio.
- Se registro la información básica de la familia que vive en la casa, su ubicación, recomendaciones técnicas para el proceso de diseño y construcción, la vida útil de la estructura y si el edificio ha sufrido algún daño debido a terremotos ocurridos durante su existencia; a comprender la estructura actual y el estado de la estructura.
- Se recopilaron los elementos estructurales del edificio, como cimentaciones, muros de carga y tabiques, losas o cubiertas, vigas y pilares; se incluyó otra información detallada sobre el proceso constructivo de cada elemento y su estado actual.

Además, se tuvo en cuenta su ubicación con las casas vecinas, la distribución estructural, los factores que reducen los elementos estructurales, la calidad de los materiales utilizados y diversos factores desfavorables para la protección de la casa. Para determinar el riesgo sísmico presente en cada edificio estudiado, se estimó la vulnerabilidad estructural con base en los siguientes parámetros: densidad de muros, calidad de la mano de obra y materiales utilizados.

*Tabla 1.*

*Parámetros para evaluación de vulnerabilidad sísmica*

VULNERABILIDAD					
Estructural			No estructural		
Densidad de muros	Mano de obra y materiales		Tabiquería		
60%	30%		10%		
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2
Inadecuada	3	Mala calidad	3	Todos inestables	3

Nota: valores tomados a partir del instrumento original de Mosqueira y Tarque, 2005.

La tasa de incidencia del 60% se estimó en base al valor calculado a partir de la densidad del muro, y la tasa de participación de mano de obra y materiales es del 30%, pues este parámetro se obtuvo en base a observaciones visuales que las personas se consideren a sí mismas. Responsable del trabajo en obra, complementado con el cálculo de tabiques y muros de contención de cada vivienda, el impacto en la fragilidad no estructural es del 10%. Para evaluar la vulnerabilidad ante terremotos, se establecieron tres tipos de vulnerabilidades; baja, media y alta, y a cada número se le asignó un rango de números.

*Tabla 2.*

*Valores numéricos de vulnerabilidad sísmica*

RANGO DE VALORES – VULNERABILIDAD SÍSMICA			
Vulnerabilidad Sísmica	Rango		
Baja	1.0	-	1.4
Media	1.5	-	2.1
Alta	2.2	-	3.0

Nota: valores tomados a partir del instrumento original de Mosqueira y Tarque, 2005.

Para estimar el riesgo sísmico se asumió la tasa de ocurrencia de la zona de actividad sísmica y el tipo de suelo es de 40%, debido a que estos dos parámetros mencionados están directamente relacionados con el cálculo de fuerza sísmica establecido en el Diseño Sísmico Estándar Peruano E 0.30.

Tabla 3.

*Parámetros para evaluación del peligro*

PELIGRO SÍSMICO					
Sismicidad		Perfil del suelo		Topografía	
40%		40%		20%	
Baja	1	Rígido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

Nota: valores tomados a partir del instrumento original de Mosqueira y Tarque, 2005.

Asimismo, asigne una serie de valores para obtener el valor numérico utilizado para calcular el riesgo sísmico presente en cada vivienda del estudio. La siguiente tabla muestra los parámetros asignados para cada tipo de actividad sísmica.

Tabla 4.

*Valores numéricos de peligro sísmico*

RANGO DE VALORES - PELIGRO SÍSMICO				
Sismicidad	Peligro Sísmico		Rango	
Alta	Bajo		1.8	
	Medio		2.0	- 2.4
	Alto		2.6	- 3.0
Media	Bajo		1.4 - 1.6	
	Medio		1.8	- 2.4
	Alto		2.6	
Baja	Bajo		1.0 - 1.6	
	Medio		1.8	- 2.0
	Alto		2.2	

Nota: valores tomados a partir del instrumento original de Mosqueira y Tarque, 2005.

Para evaluar la vulnerabilidad de cada edificio en estudio, se establece la siguiente tabla. Presenta diferentes combinaciones de vulnerabilidad sísmica.

Tabla 5.

*Combinaciones de parámetros para evaluación de la vulnerabilidad sísmica*

VULNERABILIDAD SÍSMICA	Estructural			No estructural			Valor Numérico			
	Densidad	de	M. O.	y	Estabilidad	parapetos				
	muros		materiales							
	60%		30%		10%					
Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Mala	Estables	Algunos Estables	Inestables		
BAJA	X			X			X			1.0
	X			X				X		1.1
	X			X					X	1.2
	X				X		X			1.3
	X				X			X		1.4
MEDIA	X				X				X	1.5
	X					X	X			1.6
	X					X		X		1.7
	X					X			X	1.8
		X		X			X			1.6
		X		X				X		1.7
		X		X					X	1.8
		X			X		X			1.9
		X			X			X		2.0
		X			X				X	2.1
ALTA	X					X	X			2.2
	X					X		X		2.3
	X					X			X	2.4
			X	X			X			2.2
			X	X				X		2.3
			X	X					X	2.4
		X			X		X			2.5
		X			X			X		2.6
		X			X				X	2.7
		X				X	X			2.8
		X				X		X		2.9
		X				X			X	3.0

Nota: valores tomados a partir del instrumento original de Mosqueira y Tarque, 2005.

Una vez que se asigna un rango numérico a la vulnerabilidad y el riesgo de terremoto, los resultados se analizaron de acuerdo con la tabla siguiente, que se denomina riesgo de terremoto.

Tabla 6.

*Riesgo sísmico*

RIESGO SÍSMICO			
Vulnerabilidad			
Peligro	Baja	Media	Alta
Bajo	BAJO	MEDIO	MEDIO
Medio	MEDIO	MEDIO	ALTO
Alto	MEDIO	ALTO	ALTO

Nota: valores tomados a partir del instrumento original de Mosqueira y Tarque, 2005.

Finalmente, se asignaron valores numéricos, para cada estado de vulnerabilidad y peligro, otorgando una incidencia del 50% para cada uno de ellos, con la finalidad de estimar el riesgo sísmico, presente en cada vivienda que conforma nuestra muestra de estudio.

Tabla 7.

*Rango de valores para el riesgo sísmico*

RIESGO SÍSMICO			
Vulnerabilidad			
Peligro	3	2	1
3	3	2.5	2
2	2.5	2	1.5
1	2	1.5	1

Nota: valores tomados a partir del instrumento original de Mosqueira y Tarque, 2005.

### 3.1. Identificación de las características de las viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres.

Este objetivo fue alcanzado considerando los datos aportados por los propietarios de las 12 viviendas seleccionadas para efectos del presente estudio, considerando factores como asesoría técnica, antigüedad de la vivienda, calidad de la mano de obra y materiales, estado de conservación de la vivienda, tabiquerías y parapetos, y densidad de muros, por medio de la ficha de información (ver anexo 1).

Tabla 8.

*Asesoría técnica*

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?		
	Frecuencia	%
Maestro especialista	4	33%
Ingeniero asesor	0	0%
Albañil	8	67%
Conocimientos propios	0	0%
Total	12	100%

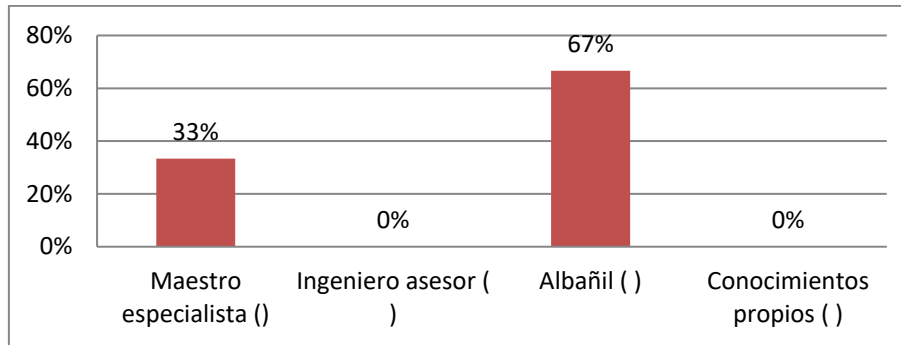


Figura 2. Asesoría técnica

Se puede apreciar en el gráfico 1 que el 67% de las viviendas evaluadas fueron obras ejecutadas por un albañil, mientras que el 33% por un maestro especialista, sin embargo, se puede verificar que no dan cumplimiento a toda la normativa exigida, las viviendas han sido ejecutadas sin la presencia de ingenieros y supervisores calificados en este tipo de trabajos constructivos.

Tabla 9.

Antigüedad de la vivienda

2. Antigüedad de la vivienda		
	fi	%
0-10 años	2	17%
11-20 años	8	67%
21 años a mas	2	17%
Total	12	100%

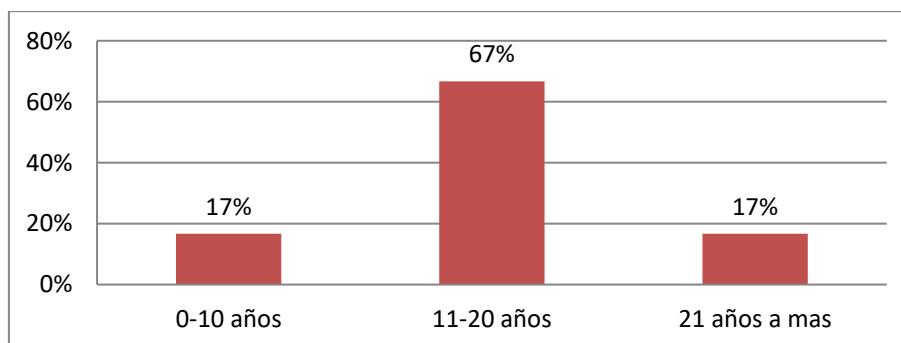


Figura 3. Antigüedad de la vivienda

En cuanto a la antigüedad, el gráfico 2 muestra que el 67% de las viviendas evaluadas tienen un tiempo de construcción entre 11 y 20 años, 17% son estructuras más nuevas y otro



17% con mayor antigüedad. Cabe destacar que no todas las viviendas han culminado su proceso constructivo aun cuando la mayoría es de vieja data su inicio.

Tabla 10.

*Calidad de mano de obra y materiales*

3. mano de obra y materiales		
	Fi	%
Buena	2	17%
Regular	2	17%
Mala	8	67%
Total	12	100%

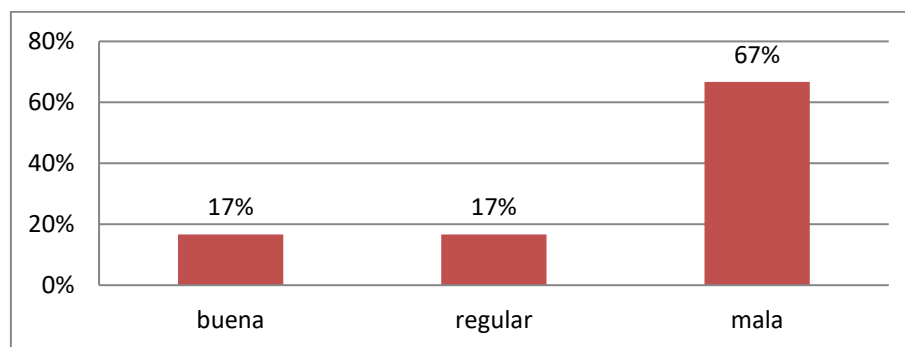


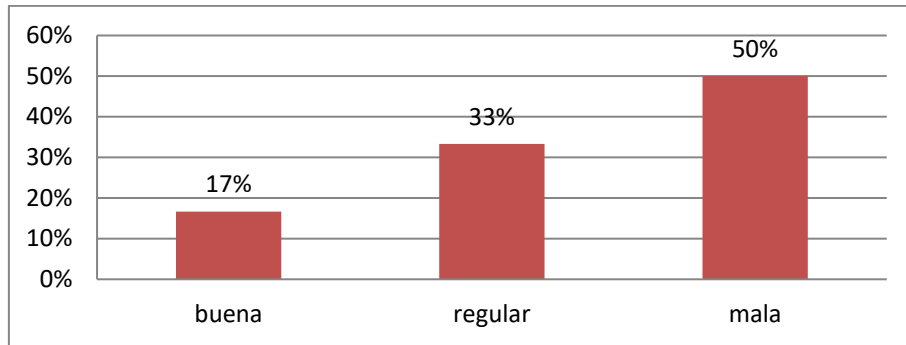
Figura 4. Calidad de mano de obra y materiales

En relación a la calidad de mano de obra y materiales, se puede observar en el gráfico 3 que la mayoría de las viviendas evaluadas (67%) presentan deficiencias en este aspecto, rescatando que un 17% presenta buena calidad y otro 17% calidad regular. De esta manera, se demuestra la falta de especialización de la mano de obra, caracterizados dentro de una construcción informal.

Tabla 11.

*Estado de conservación de la vivienda*

4. estado de conservación de la vivienda		
	Fi	%
Buena	2	17%
Regular	4	33%
Mala	6	50%
Total	12	100%



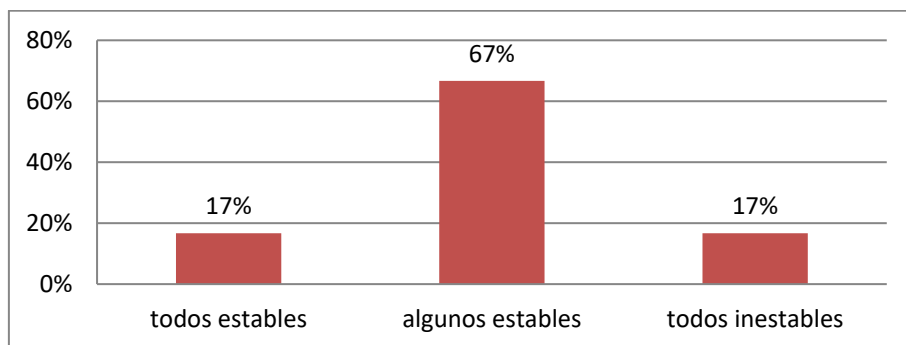
*Figura 5. Estado de conservación de la vivienda*

Asimismo, el gráfico 4 manifiesta los resultados correspondientes a la evaluación del estado de conservación de las viviendas evaluadas, teniendo en cuenta que un 50% está en mal estado, y un 34 % posee un estado de bueno a regular (17%-17% respectivamente).

*Tabla 12.*

*Tabiquerías y parapetos*

5. Tabiquerías y parapetos		
	f <sub>i</sub>	%
todos estables	2	17%
algunos estables	8	67%
todos inestables	2	17%
Total	12	100%



*Figura 6. Tabiquería y parapetos*

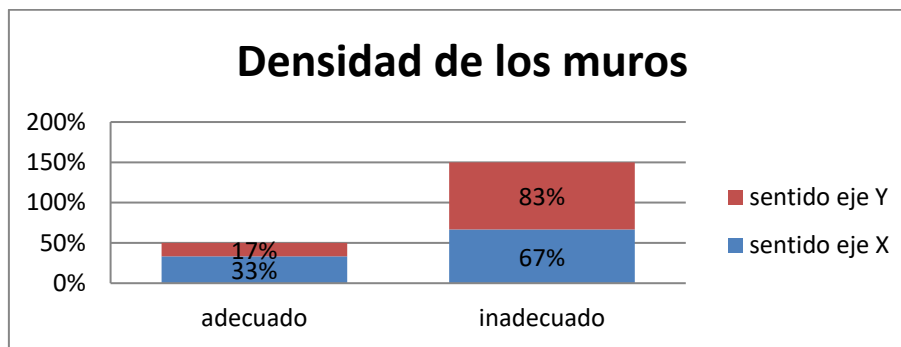
Por su parte, la tabiquería y parapetos observados en las viviendas evaluadas demuestran que 67% de estas presentan algunos elementos estables, 17% todos estos elementos estables y 17% todos los elementos inestables; tal como se puede apreciar en el gráfico 5. De

esta manera, se evidencia que, frente a un sismo severo, los muros interiores pueden colapsar por falla de volteo.

*Tabla 13.*

*Densidad de los muros*

6. Densidad de muros portantes		
	Fi	%
sentido eje X adecuado	4	33%
Sentido eje x inadecuado	8	67%
Total	12	100%
sentido eje Y adecuado	2	17%
sentido eje Y inadecuado	10	83%
Total	12	100%



*Figura 7. Densidad de los muros*

Adicionalmente en cuanto a la densidad de los muros, están adecuados 33% en sentido X y 17% en sentido Y, mientras que en una notable diferencia se encuentran inadecuados 67% en sentido X y 83% en sentido Y, tal como se puede observar en el gráfico 6. Es importante mencionar que cada edificación debe de presentar simetría en sus dos sentidos, para obtener una buena resistencia al momento de presenciar un sismo severo.

### 3.2. Determinación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de en el distrito San Martín de Porres en base al método EMS-98

Los grados de daño de la EMS-98 se escalan del 1 (menor) al 5 (mayor), representando un aumento lineal en la fuerza de la vibración. La Tabla de Vulnerabilidad intenta abarcar a la

mayoría de edificios de Europa. Sin embargo, el grueso de las construcciones se puede ubicar en dos grandes grupos: la albañilería de fábrica y el hormigón armado.

*Tabla 14.*

*Ficha de evaluación EMS-98*

Índice de Vulnerabilidad EMS-98		Clase de Vulnerabilidad (%)					
		A	B	C	D	E	F
Tipo de Estructura							
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)					
	2	Adobe (ladrillo de barro)					
	3	Roca simple (tallada)					
	4	Roca masiva (sillería)					
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón					
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA					
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada					
HORMIGÓN	8	Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)					
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR					
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR					
	11	Muros sin DSR					
	12	Muros con un nivel moderado de DSR					
	13	Muros con un nivel alto de DSR					
ACERO	14	Estructuras de acero					
MADERA	15	Estructuras de madera					
Vulnerabilidad							
Clase	Descripción						
A	Muy Alta						
B	Alta						
C	Media-Alta						
D	Media						
E	Media-Baja						
F	Baja						

Con el fin de tener una evaluación más completa y eficaz, el formato del índice de vulnerabilidad ha sido reformado por el autor del presente proyecto. Por esta razón, la EMS-98 describe los daños para cada uno de esos grupos. Es por lo cual, fue aplicada la metodología descrita a las 12 viviendas seleccionadas en la presente investigación e interpretada mediante el formato de evaluación (tabla 14), de lo cual se desprende:

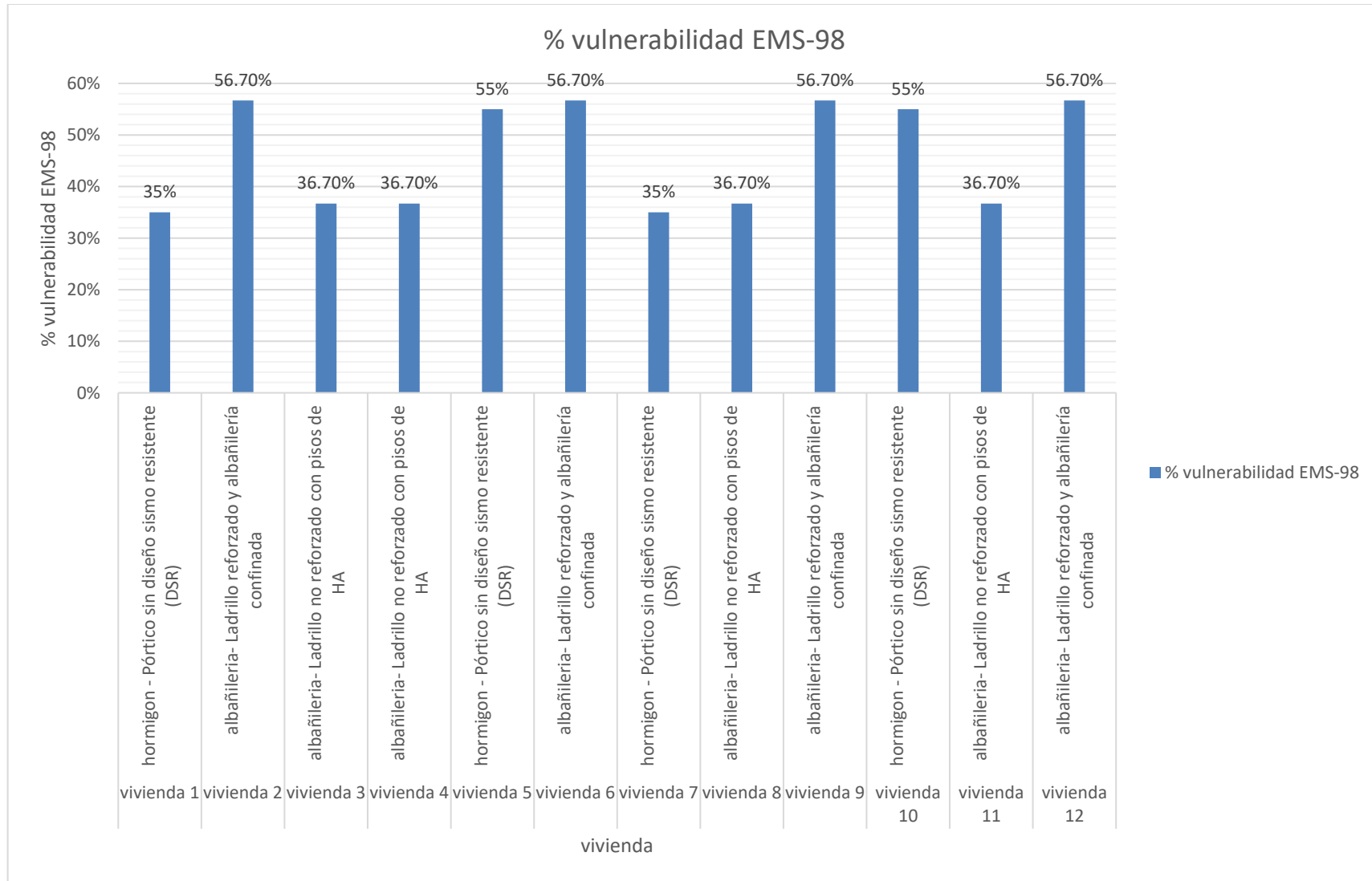


Figura 8. Vulnerabilidad de viviendas evaluadas, según método EMS-98

Tabla 15  
Resultados del método EMS-98 en vivienda 1

Vivienda No. 1			Clase de Vulnerabilidad (%)						
			A	B	C	D	E	F	
Tipo de Estructura									
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)	100						
	2	Adobe (ladrillo de barro)	61,1	38,9					
	3	Roca simple (tallada)	18,9	81,1					
	4	Roca masiva (sillería)		36,7	56,7	6,6			
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón	9,5	81	9,5				
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA		36,7	56,7	6,6			
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada			6,6	56,7	36,7		
HORMIGÓN	8	Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)	5	35	55	5			
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR		4,8	27,1	41	27,1		
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR			4,8	27,1	41	27,1	
	11	Muros sin DSR		6,6	56,7	36,7			
	12	Muros con un nivel moderado de DSR			6,6	56,7	36,7		
	13	Muros con un nivel alto de DSR				6,6	56,7	36,7	
ACERO	14	Estructuras de acero			4,8	27,1	41	27,1	
MADERA	15	Estructuras de madera		4,8	27,1	41	27,1		

Como se puede observar, en función al tipo de estructura y al riesgo de vulnerabilidad que presentan las características de la vivienda evaluada (ver anexo 3), la misma responde a un tipo 8 y vulnerabilidad 35, que representa una vulnerabilidad B, la cual es un tipo de vulnerabilidad ALTA.

Tabla 16.  
Resultados del método EMS-98 en vivienda 2

Vivienda No. 2			Clase de Vulnerabilidad (%)						
			A	B	C	D	E	F	
Tipo de Estructura									
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)	100						
	2	Adobe (ladrillo de barro)	61,1	38,9					
	3	Roca simple (tallada)	18,9	81,1					
	4	Roca masiva (sillería)		36,7	56,7	6,6			
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón	9,5	81	9,5				
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA		36,7	56,7	6,6			
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada			6,6	56,7	36,7		
HORMIGÓN	8	Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)	5	35	55	5			
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR		4,8	27,1	41	27,1		
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR			4,8	27,1	41	27,1	
	11	Muros sin DSR		6,6	56,7	36,7			
	12	Muros con un nivel moderado de DSR			6,6	56,7	36,7		
	13	Muros con un nivel alto de DSR				6,6	56,7	36,7	
ACERO	14	Estructuras de acero			4,8	27,1	41	27,1	
MADERA	15	Estructuras de madera		4,8	27,1	41	27,1		

Como se puede observar, en función al tipo de estructura y al riesgo de vulnerabilidad que presentan las características de la vivienda evaluada, como se puede apreciar en el anexo

4, la misma responde a un tipo 7 y vulnerabilidad 56.7, que representa una vulnerabilidad D, la cual es un tipo de vulnerabilidad MEDIA.

Tabla 17.

Resultados del método EMS-98 en vivienda 3

Viviendas No. 3			Clase de Vulnerabilidad (%)					
			A	B	C	D	E	F
Tipo de Estructura								
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)	100					
	2	Adobe (ladrillo de barro)	61,1	38,9				
	3	Roca simple (tallada)	18,9	81,1				
	4	Roca masiva (sillería)		36,7	56,7	6,6		
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón	9,5	81	9,5			
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA		36,7	56,7	6,6		
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada			6,6	56,7	36,7	
HORMIGÓN	8	Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)	5	35	55	5		
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR		4,8	27,1	41	27,1	
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR			4,8	27,1	41	27,1
	11	Muros sin DSR		6,6	56,7	36,7		
	12	Muros con un nivel moderado de DSR			6,6	56,7	36,7	
	13	Muros con un nivel alto de DSR				6,6	56,7	36,7
ACERO	14	Estructuras de acero			4,8	27,1	41	27,1
MADERA	15	Estructuras de madera		4,8	27,1	41	27,1	

Como se puede observar, en función al tipo de estructura y al riesgo de vulnerabilidad que presentan las características de la vivienda evaluada, disponible en anexo 5, la misma responde a un tipo 6 y vulnerabilidad 36.7, que representa una vulnerabilidad B, la cual es un tipo de vulnerabilidad ALTA.

Tabla 18.

Resultados del método EMS-98 en vivienda 4

Viviendas No. 4			Clase de Vulnerabilidad (%)					
			A	B	C	D	E	F
Tipo de Estructura								
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)	100					
	2	Adobe (ladrillo de barro)	61,1	38,9				
	3	Roca simple (tallada)	18,9	81,1				
	4	Roca masiva (sillería)		36,7	56,7	6,6		
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón	9,5	81	9,5			
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA		36,7	56,7	6,6		
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada			6,6	56,7	36,7	
HORMIGÓN	8	Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)	5	35	55	5		
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR		4,8	27,1	41	27,1	
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR			4,8	27,1	41	27,1
	11	Muros sin DSR		6,6	56,7	36,7		
	12	Muros con un nivel moderado de DSR			6,6	56,7	36,7	
	13	Muros con un nivel alto de DSR				6,6	56,7	36,7

ACERO	14	Estructuras de acero	4,8	27,1	41	27,1
MADERA	15	Estructuras de madera	4,8	27,1	41	27,1

Como se puede observar, en función al tipo de estructura y al riesgo de vulnerabilidad que presentan las características de la vivienda evaluada, la misma responde a un tipo 6 y vulnerabilidad 36.7 (ver anexo 6), que representa una vulnerabilidad B, la cual es un tipo de vulnerabilidad ALTA.

Tabla 19.

Resultados del método EMS-98 en vivienda 5

Vivienda No. 5			Clase de Vulnerabilidad (%)					
Tipo de Estructura			A	B	C	D	E	F
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)	100					
	2	Adobe (ladrillo de barro)	61,1	38,9				
	3	Roca simple (tallada)	18,9	81,1				
	4	Roca masiva (sillería)		36,7	56,7	6,6		
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón	9,5	81	9,5			
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA		36,7	56,7	6,6		
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada			6,6	56,7	36,7	
HORMIGÓN	8	Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)	5	35	55	5		
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR		4,8	27,1	41	27,1	
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR			4,8	27,1	41	27,1
	11	Muros sin DSR		6,6	56,7	36,7		
	12	Muros con un nivel moderado de DSR			6,6	56,7	36,7	
	13	Muros con un nivel alto de DSR				6,6	56,7	36,7
ACERO	14	Estructuras de acero			4,8	27,1	41	27,1
MADERA	15	Estructuras de madera		4,8	27,1	41	27,1	

Como se puede observar, en función al tipo de estructura y al riesgo de vulnerabilidad que presentan las características de la vivienda evaluada (ver anexo 7), la misma responde a un tipo 8 y vulnerabilidad 55, que representa una vulnerabilidad C, la cual es un tipo de vulnerabilidad MEDIA-ALTA.



Tabla 20.

Resultados del método EMS-98 en vivienda 6

Viviendas No. 6			Clase de Vulnerabilidad (%)					
			A	B	C	D	E	F
Tipo de Estructura								
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)	100					
	2	Adobe (ladrillo de barro)	61,1	38,9				
	3	Roca simple (tallada)	18,9	81,1				
	4	Roca masiva (sillería)		36,7	56,7	6,6		
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón	9,5	81	9,5			
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA		36,7	56,7	6,6		
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada			6,6	56,7	36,7	
HORMIGÓN	8	Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)	5	35	55	5		
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR		4,8	27,1	41	27,1	
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR			4,8	27,1	41	27,1
	11	Muros sin DSR		6,6	56,7	36,7		
	12	Muros con un nivel moderado de DSR			6,6	56,7	36,7	
	13	Muros con un nivel alto de DSR				6,6	56,7	36,7
ACERO	14	Estructuras de acero			4,8	27,1	41	27,1
MADERA	15	Estructuras de madera		4,8	27,1	41	27,1	

Como se puede observar, en función al tipo de estructura y al riesgo de vulnerabilidad que presentan las características de la vivienda evaluada (ver anexo 8), la misma responde a un tipo 7 y vulnerabilidad 56.7, que representa una vulnerabilidad D, la cual es un tipo de vulnerabilidad MEDIA.

Tabla 21.

Resultados del método EMS-98 en vivienda 7

Vivienda No. 7			Clase de Vulnerabilidad (%)					
			A	B	C	D	E	F
Tipo de Estructura								
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)	100					
	2	Adobe (ladrillo de barro)	61,1	38,9				
	3	Roca simple (tallada)	18,9	81,1				
	4	Roca masiva (sillería)		36,7	56,7	6,6		
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón	9,5	81	9,5			
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA		36,7	56,7	6,6		
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada			6,6	56,7	36,7	
HORMIGÓN	8	Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)	5	35	55	5		
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR		4,8	27,1	41	27,1	
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR			4,8	27,1	41	27,1
	11	Muros sin DSR		6,6	56,7	36,7		
	12	Muros con un nivel moderado de DSR			6,6	56,7	36,7	
	13	Muros con un nivel alto de DSR				6,6	56,7	36,7
ACERO	14	Estructuras de acero			4,8	27,1	41	27,1
MADERA	15	Estructuras de madera		4,8	27,1	41	27,1	

Como se puede observar, en función al tipo de estructura y al riesgo de vulnerabilidad que presentan las características de la vivienda evaluada (ver anexo 9), la misma responde a un

tipo 8 y vulnerabilidad 35, que representa una vulnerabilidad B, la cual es un tipo de vulnerabilidad ALTA.

Tabla 22.

Resultados del método EMS-98 en vivienda 8

Viviendas No. 8			Clase de Vulnerabilidad (%)					
Tipo de Estructura			A	B	C	D	E	F
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)	100					
	2	Adobe (ladrillo de barro)	61,1	38,9				
	3	Roca simple (tallada)	18,9	81,1				
	4	Roca masiva (sillería)		36,7	56,7	6,6		
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón	9,5	81	9,5			
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA		36,7	56,7	6,6		
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada			6,6	56,7	36,7	
HORMIGÓN	8	Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)	5	35	55	5		
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR		4,8	27,1	41	27,1	
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR			4,8	27,1	41	27,1
	11	Muros sin DSR		6,6	56,7	36,7		
	12	Muros con un nivel moderado de DSR			6,6	56,7	36,7	
	13	Muros con un nivel alto de DSR				6,6	56,7	36,7
ACERO	14	Estructuras de acero			4,8	27,1	41	27,1
MADERA	15	Estructuras de madera		4,8	27,1	41	27,1	

Como se puede observar, en función al tipo de estructura y al riesgo de vulnerabilidad que presentan las características de la vivienda evaluada (ver anexo 10), la misma responde a un tipo 6 y vulnerabilidad 36.7, que representa una vulnerabilidad B, la cual es un tipo de vulnerabilidad ALTA.

Tabla 23.

Resultados del método EMS-98 en vivienda 9

Vivienda No. 9			Clase de Vulnerabilidad (%)					
Tipo de Estructura			A	B	C	D	E	F
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)	100					
	2	Adobe (ladrillo de barro)	61,1	38,9				
	3	Roca simple (tallada)	18,9	81,1				
	4	Roca masiva (sillería)		36,7	56,7	6,6		
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón	9,5	81	9,5			
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA		36,7	56,7	6,6		
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada			6,6	56,7	36,7	
HORMIGÓN	8	Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)	5	35	55	5		
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR		4,8	27,1	41	27,1	
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR			4,8	27,1	41	27,1
	11	Muros sin DSR		6,6	56,7	36,7		
	12	Muros con un nivel moderado de DSR			6,6	56,7	36,7	
	13	Muros con un nivel alto de DSR				6,6	56,7	36,7
ACERO	14	Estructuras de acero			4,8	27,1	41	27,1
MADERA	15	Estructuras de madera		4,8	27,1	41	27,1	

Como se puede observar, en función al tipo de estructura y al riesgo de vulnerabilidad que presentan las características de la vivienda evaluada (ver anexo 11), la misma responde a un tipo 7 y vulnerabilidad 56.7, que representa una vulnerabilidad D, la cual es un tipo de vulnerabilidad MEDIA.

*Tabla 24.*

*Resultados del método EMS-98 en vivienda 10*

Vivienda No. 10			Clase de Vulnerabilidad (%)					
Tipo de Estructura			A	B	C	D	E	F
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)	100					
	2	Adobe (ladrillo de barro)	61,1	38,9				
	3	Roca simple (tallada)	18,9	81,1				
	4	Roca masiva (sillería)		36,7	56,7	6,6		
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón	9,5	81	9,5			
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA		36,7	56,7	6,6		
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada			6,6	56,7	36,7	
HORMIGÓN	<b>8</b>	<b>Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)</b>	5	35	<b>55</b>	5		
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR		4,8	27,1	41	27,1	
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR			4,8	27,1	41	27,1
	11	Muros sin DSR		6,6	56,7	36,7		
	12	Muros con un nivel moderado de DSR			6,6	56,7	36,7	
	13	Muros con un nivel alto de DSR				6,6	56,7	36,7
ACERO	14	Estructuras de acero			4,8	27,1	41	27,1
MADERA	15	Estructuras de madera		4,8	27,1	41	27,1	

Como se puede observar, en función al tipo de estructura y al riesgo de vulnerabilidad que presentan las características de la vivienda evaluada (ver anexo 12), la misma responde a un tipo 8 y vulnerabilidad 55, que representa una vulnerabilidad C, la cual es un tipo de vulnerabilidad MEDIA-ALTA.

Tabla 25.  
Resultados del método EMS-98 en vivienda 11

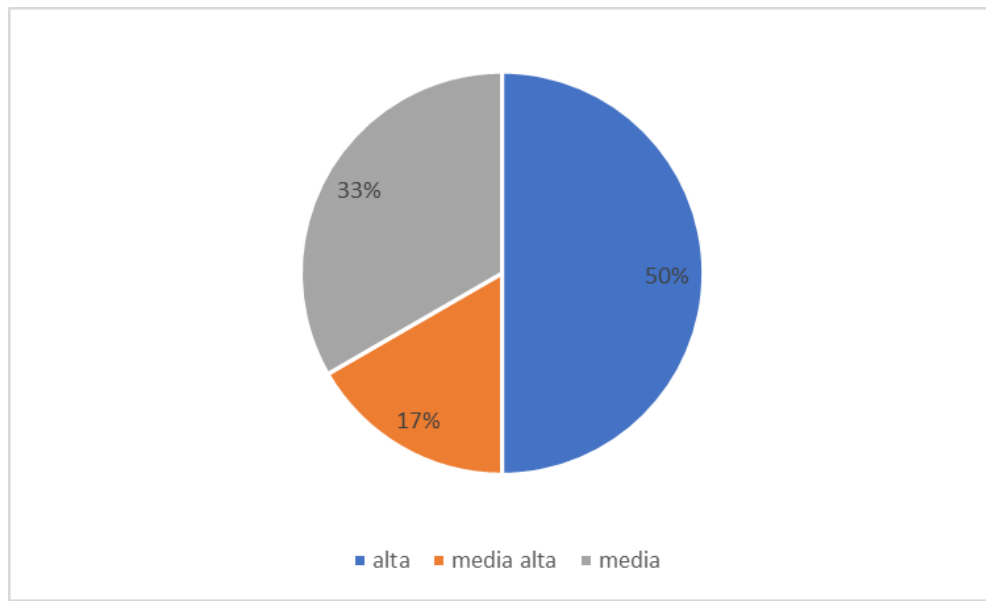
Viviendas No. 11			Clase de Vulnerabilidad (%)					
			A	B	C	D	E	F
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)	100					
	2	Adobe (ladrillo de barro)	61,1	38,9				
	3	Roca simple (tallada)	18,9	81,1				
	4	Roca masiva (sillería)		36,7	56,7	6,6		
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón	9,5	81	9,5			
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA		36,7	56,7	6,6		
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada			6,6	56,7	36,7	
HORMIGÓN	8	Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)	5	35	55	5		
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR		4,8	27,1	41	27,1	
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR			4,8	27,1	41	27,1
	11	Muros sin DSR		6,6	56,7	36,7		
	12	Muros con un nivel moderado de DSR			6,6	56,7	36,7	
	13	Muros con un nivel alto de DSR				6,6	56,7	36,7
ACERO	14	Estructuras de acero			4,8	27,1	41	27,1
MADERA	15	Estructuras de madera		4,8	27,1	41	27,1	

Como se puede observar, en función al tipo de estructura y al riesgo de vulnerabilidad que presentan las características de la vivienda evaluada (ver anexo 13), la misma responde a un tipo 6 y vulnerabilidad 36.7, que representa una vulnerabilidad B, la cual es un tipo de vulnerabilidad ALTA.

Tabla 26.  
Resultados del método EMS-98 en vivienda 12

Viviendas No. 12			Clase de Vulnerabilidad (%)					
			A	B	C	D	E	F
ALBAÑILERÍA	1	Muros de peña viva/roca de cantera (sin tallar)	100					
	2	Adobe (ladrillo de barro)	61,1	38,9				
	3	Roca simple (tallada)	18,9	81,1				
	4	Roca masiva (sillería)		36,7	56,7	6,6		
	5	Ladrillo no reforzado/bloques de hormigón	9,5	81	9,5			
	6	Ladrillo no reforzado con pisos de HA		36,7	56,7	6,6		
	7	Ladrillo reforzado y albañilería confinada			6,6	56,7	36,7	
HORMIGÓN	8	Pórtico sin diseño sismo resistente (DSR)	5	35	55	5		
	9	Pórtico con un nivel moderado de DSR		4,8	27,1	41	27,1	
	10	Pórtico con un alto nivel de DSR			4,8	27,1	41	27,1
	11	Muros sin DSR		6,6	56,7	36,7		
	12	Muros con un nivel moderado de DSR			6,6	56,7	36,7	
	13	Muros con un nivel alto de DSR				6,6	56,7	36,7
ACERO	14	Estructuras de acero			4,8	27,1	41	27,1
MADERA	15	Estructuras de madera		4,8	27,1	41	27,1	

Como se puede observar, en función al tipo de estructura y al riesgo de vulnerabilidad que presentan las características de la vivienda evaluada (ver anexo 14), la misma responde a un tipo 7 y vulnerabilidad 56.7, que representa una vulnerabilidad D, la cual es un tipo de vulnerabilidad MEDIA.



*Figura 9. Clasificación de viviendas según vulnerabilidad*

En función a los resultados ordenados y tabulados productos de la aplicación de los instrumentos y el análisis de los datos recolectados, se infiere que la mayoría de las viviendas evaluadas presentan una vulnerabilidad sísmica alta, teniendo la tendencia de estas de presentar de media a alta vulnerabilidad sísmica.

### **3.3. Establecimiento de las estructuras inspeccionadas demandantes de una revisión más detallada (especialista en diseño estructural sismo resistente).**

En virtud a los resultados ofrecidos por el método EMS-98, puede inferir que de las estructuras inspeccionadas demandantes de una revisión más detallada por un especialista en diseño estructural sismo resistente, son:

Tabla 27.

*Estructuras demandantes de una revisión más detallada*

EMS-98				
Vivienda	Tipo de Estructura	CV	Vulnerabilidad	Asignación de la Clase de Vulnerabilidad
1	8	B	Alta	Vivienda que consiste en un sistema de columnas amarradas mediante vigas. Este sistema no cuenta con un diseño sismo resistente como dice la norma la E030, ya que no se realizó bajo el Reglamento de Construcción Sismo resistente, fue construida en el año 2000. Teniendo en cuenta las circunstancias anteriores se le ha catalogado como un pórtico sin DSR. Se le ha asignado la clase B puesto que la vivienda no dispone de ningún muro estructural en uno de sus dos sentidos, además, existen algunos espaciamientos entre columnas mayores a 4m; todo en conjunto representaría vulnerabilidad a cargas laterales, debido a que podría generarse torsión por carencia de rigidez en su estructura.
3	6	B	Alta	No posee un pórtico esencialmente completo y no está constituido por albañilería estructural, se le ha catalogado como ladrillo no reforzado con pisos de concreto armado. El segundo piso de la vivienda no cuenta con elementos de confinamiento que amarren la estructura y además que soporten la carga pesada que representa la cubierta, ya que el 59% del área total de la misma es en placa de concreto. Debido a las irregularidades mencionadas se le ha catalogado la clase de vulnerabilidad B.
4	6	B	Alta	Vivienda que carece de un pórtico esencialmente completo, constituida por muros en albañilería no estructural. Existe discontinuidad en el diafragma horizontal y variabilidad en los materiales que lo componen. La estructura carece de monolitismo, y es por esta razón que se le ha atribuido la clase de vulnerabilidad B.
7	8	B	Alta	Vivienda que consiste en un sistema de columnas amarradas mediante vigas. Este sistema no cuenta con un diseño sismo resistente, ya que no se realizó bajo el Reglamento de Construcción Sismo resistente, fue construida en el año 2000. Teniendo en cuenta las circunstancias anteriores se le ha catalogado como un pórtico sin DSR. Se le ha asignado la clase B puesto que la vivienda no dispone de ningún muro estructural en uno de sus dos sentidos, además, existen algunos espaciamientos entre columnas mayores a 4m; todo en conjunto representaría vulnerabilidad a cargas laterales, debido a que podría generarse torsión por carencia de rigidez en su estructura.
8	8	B	Alta	No posee un pórtico esencialmente completo y no está constituido por albañilería estructural, se le ha catalogado como ladrillo no reforzado con pisos de hormigón armado. El segundo piso de la vivienda no cuenta con elementos de confinamiento que amarren la estructura y además que soporten la carga pesada que representa la cubierta, ya que el 59% del área total de la misma es en placa de concreto. Debido a las irregularidades mencionadas se le ha catalogado la clase de vulnerabilidad B.

11	6	B	Alta	Vivienda que carece de un pórtico esencialmente completo, constituida por muros en albañilería no estructural. Existe discontinuidad en el diafragma horizontal y variabilidad en los materiales que lo componen. La estructura carece de monolitismo, y es por esta razón que se le ha atribuido la clase de vulnerabilidad B.
5	8	C	Media-Alta	Vivienda realizada en el año 1989, se le asignó a esta vivienda el tipo de estructura en pórtico sin diseño sismo resistente, y ésta a su vez fue catalogada como clase de vulnerabilidad C, debido a que tiene muy pocas probabilidades (5%) de pertenecer a la clase D.
10	8	C	Media-Alta	Vivienda realizada en el año 1989, se le asignó a esta vivienda el tipo de estructura en pórtico sin diseño sismo resistente, y ésta a su vez fue catalogada como clase de vulnerabilidad C, debido a que tiene muy pocas probabilidades (5%) de pertenecer a la clase D.

De la tabla 14 se desprende que, de las 12 viviendas evaluadas, la que requieren ser inspeccionadas demandantes de una revisión más detallada por un especialista en diseño estructural sismo resistente son 7, respondiendo estas a ser las viviendas identificadas como 1, 3, 4, 5, 7, 8 y 11 (ver anexos). Las cuales son viviendas de albañilería con ausencia de algunos elementos estructurales, así como deficiencias de cimentación.

Al respecto, cabe destacar que el método EMS-98, es la única escala de intensidad sísmica y, además de ser descriptiva en términos generales, también da instrucciones. Ayuda a evaluar y asignar daños en el sistema de construcción porque permite la comparación con la escala observada y establecida. De allí la conveniencia de aplicación para la Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres.

### 3.4. Contrastación de hipótesis

De esta forma, la respuesta a la hipótesis que fue, La vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres por medio del Método EMS-98 es alta, es que tras el análisis Cualitativo por EMS-98. De hecho, más del 50% de las viviendas (7) está entre media alta, y alta; por lo que después de un fuerte terremoto, la mayoría de los residentes en los alrededores no pudieron usarlo. Por otro lado, de acuerdo a la distorsión

lateral, debe requerir atención urgente. asumiendo que las características son similares en todo el distrito, una hipótesis que debe ser comprobada en adelante.



## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos fueron analizados en función a los objetivos de investigación planteados, de lo cual se desprende:

En cuanto a las características de las viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres: en las 12 edificaciones en estudio predomina la construcción de un sistema estructural de albañilería confinada, resaltando que “es un prototipo de técnica constructiva en donde se emplea el ladrillo de arcilla horneado o bloques de concreto, que, debido a su unión con elementos estructurales, tales como, vigas y columnas, componen un muro de mayor resistencia” (Maselli, 2018). En general las viviendas presentan una baja densidad de muros en sentido del eje “X, los muros colocados en dirección al eje “Y” poseen en general la misma longitud que el largo del terreno. Lo anterior considerando que:

*Para determinar riesgo sísmico presente en cada edificación en estudio, la vulnerabilidad estructural se estima en función a los siguientes parámetros: densidad de muros, calidad de la mano de obra y materiales utilizados. Seguidamente, la vulnerabilidad no estructural se encuentra en función a la estabilidad de muros al volteo (Kuroiwa, 2012).*

Ninguna de las 12 viviendas que forman parte de este estudio, cuentan de juntas sísmicas laterales entre cada edificación. La carencia de juntas sísmicas, genera durante la presencia de un sismo, una fuerza concentrada entre cada vivienda, la cual no se ha contemplado dentro de su diseño y construcción. Resaltando que “es imprescindible prestar suficiente atención al refuerzo transversal en las juntas, acatando las recomendaciones indicadas en las normas” (Ruiz, Vidal, & Aranda, 2016).

Los propietarios construyen voladizos sobre estos techos, es importante mencionar que este tipo de muro, manifiestan fallas frágiles, ocasionando durante un sismo su colapso por volteo. “El daño severo o el colapso de un gran número de estructuras durante sismos de alta intensidad, se debe a la falla de uno o varios elementos cuya ductilidad y resistencia no son suficientes” (Meroni, y otros, 2017). Según información recopilada mediante las fichas de

encuesta, está en manifiesto la deficiente calidad de la mano de obra como de sus materiales al momento de la ejecución de las edificaciones. Generalmente la mano de obra y materiales se encuentra calificada de mala a regular, en la mayoría de las construcciones en estudio. De lo anterior, conviene mencionar que:

*Se han encontrado casos de obras muy cercanas en las cuales solo una de ellas falla. Si el diseño y el suelo son idénticos, la falla y en algunos casos el colapso, puede atribuirse a materiales que no cumplan las especificaciones y/o procesos constructivos deficientes (Blanco, 2012)*

Por su parte, en relación a la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de en el distrito San Martín de Porres en base a la método EMS-98: En los resultados de la EMS-98 se puede observar que de las viviendas estudiadas, dos disponen de una estructura en pórtico sin diseño sismo resistente (DSR), tres en una estructura de ladrillo reforzado y albañilería confinada, y otra en un sistema de ladrillo no reforzado con pisos de hormigón armado (concreto reforzado), es decir, que las viviendas se basan en estos tres tipos de estructura.

*“En el pasado se ha omitido con frecuencia la importancia de los elementos horizontales al determinar el rendimiento de los edificios bajo cargas sísmicas, al menos en el caso de las estructuras de mampostería. La resistencia de los pisos de un edificio u otros de los elementos horizontales rígidos juega con frecuencia un papel crucial en la elección de la vulnerabilidad de una estructura” (Grünthal, 1998).*

Para la EMS-98 las viviendas correspondientes al tipo de estructura de ladrillo no reforzado con pisos de hormigón armado, son las que más riesgo corren de sufrir daños que pueden ser desde leves hasta de destrucción, esto siempre dependiendo al sismo.

Finalmente las estructuras inspeccionadas demandantes de una revisión más detallada (especialista en diseño estructural sismo resistente): con el objetivo de evaluar con una aproximación razonable y en corto tiempo la seguridad de las edificaciones que han sido clasificadas anteriormente como inseguras; respondiendo estas a ser las viviendas identificadas como 1, 3, 4, 5, 7, 8 y 11. Las cuales son viviendas de albañilería con ausencia de algunos elementos estructurales, así como deficiencias de cimentación. Las personas que realicen esta evaluación, deben ser dos ingenieros civiles, de los cuales al menos uno debe ser especialista

en estructuras, con experiencia en diseño estructural y comportamiento sísmico de edificaciones.

*Además de identificar potencialmente a las edificaciones sísmicamente vulnerables, los resultados de este proceso de evaluación también podrían servir para otros fines como: diseño de programas de mitigación de riesgos sísmicos para un barrio, ciudad etc., inventarios de edificaciones para posibles rehabilitaciones, planes de emergencia durante y después de un evento sísmico etc. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, 2015).*

Se concluye que, las características de las viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres, las cualidades obtenidas de las estimaciones del espesor del tabique se transmiten de forma ineficaz. Por un lado, están muy por encima de lo requerido, mientras que por otro lado tienen un déficit de espesor, lo que hace que se rompan en caso de un movimiento sísmico severo por declive. Las irregularidades constructivas que se distinguen en la totalidad de las estructuras, se manifiestan por la ausencia de juntas sísmicas para cada inmueble, el levantamiento de tabiques divisorios y parapetos de carga en el segundo nivel utilizando bloques de refuerzo y la introducción de los elementos de refuerzo previos a los componentes, provocando el consumo de estos componentes auxiliares. El cumplimiento de los componentes básicos, los tabiques de apoyo y las zapatas no están estructurados o dispersos de manera competente, debido a la ausencia de dirección y de requerimiento especializado por parte de los constructores.

Se concluye que, se tiene una vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de en el distrito San Martín de Porres en base a la método EMS-98, de media a alta en todas las estructuras evaluada, resaltando que, como se indicó en la evaluación de la vulnerabilidad y la conducta sísmica, el resultado fue el desmoronamiento de un número considerable de estructuras en el caso de un terremoto grave, mediante la evaluación del peligro sísmico en un rango alto y la decisión de establecer estimaciones de frecuencia de movimientos, según parámetros de diseño del método estático.

Se concluye, las estructuras inspeccionadas demandantes de una revisión más detallada (especialista en diseño estructural sismo resistente), son siete de las doce evaluadas, teniendo en cuenta que, en la mayoría de edificaciones se evidenció problemas constructivos, al carecer de arriostres en tabiquerías interiores y muros portantes. La vulnerabilidad en cuanto a la cantidad de tabiques básicos en las dos direcciones de las viviendas fue importante, ya que, aunque sólo dos de ellos introdujeron insuficiencias en la longitud de la base, otros tres se ajustaron a ella, pero con una circulación absolutamente desigual de los tabiques, lo que los hace vulnerables a la torsión en caso de un movimiento sísmico. La inconsistencia vertical es uno más de los mejores efectos sobre la indefensión de las viviendas, ya que es sucesivo ver, sobre todo en las viviendas, cómo la mayoría de los tabiques presentan intermitencia hacia la parte alta de la estructura, condición que determina en la inestabilidad de la misma.

## REFERENCIAS

- Agostini, M., & Gerbaudo, L. (2018). *Análisis estático no-lineal para cuantificar la vulnerabilidad sísmica de edificios de hormigón Armado*.
- Alvarez, A., & Pulgar, J. (2019). *Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Índice de vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones lateral*.
- Arévalo, C. (2021). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres*.
- Balbin, R. (2019). *Vulnerabilidad sísmica en las edificaciones que poseen una estación base de comunicación, en la provincia de Lima - 2019*.
- Bazán, E., & Meli, R. (2013). *Diseño Sísmico de Viviendas*. México: Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores.
- Blanco, M. (2012). *CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO SISMORRESISTENTE*.
- Blondet, M., Vargas, J., & Tarque, N. (2011). *Construcción sismorresistente en tierra: la gran experiencia contemporánea de la Pontificia Universidad Católica del Perú*. Informes de la Construcción.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres. (2017). *Manual para la Evaluación del Riesgo por Sismos*. Lima – Perú: CENEPRED.
- Dávila, M., & Hinojosa, V. (2019). *análisis de la vulnerabilidad sísmica para una edificación de 10 pisos utilizando aisladores o el sistema dual, av. República de Panamá – Lima*.
- Estrella, N. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas en el área urbana del distrito de Yanahuanca – provincia Daniel Alcides Carrión*. región Pasco.
- Garcés, L. (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*.
- García, C. (2018). *Modelación del riesgo a deslizamientos de laderas inducidas por sismos en áreas vulnerables de la ciudad de Chilpancingo, Gro.*
- Granados, C. (2019). *Vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de 2 pisos en el sector de Año Nuevo distrito de Comas – 2018*.
- Grünthal, G. (1998). *European macroseismic scale*. European Seismological Commission (ESC).
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: mc Graw Hill.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2012). *Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la probable ocurrencia de un sismo de gran magnitud en el distrito de Lurigancho – Chosica*. Lima – Perú.: INDECI.
- Kuroiwa, J. (2012). *Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza*.
- Lang, D., Kumar, A., Sulaymanov, S., & Meslem, A. (2017). *Building Typology Classification and Earthquake Vulnerability Scale of Central and South Asian Building Stock*.
- Loor, J., & Mosquera, D. (2016). *aplicación del capítulo de riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras NEC-se-re, para una evaluación técnico visual de las estructuras de la zona 2 de peligro ante una posible erupción del volcán Cotopaxi y sismos*.
- Machado, J. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de los puestos de salud de los distritos de Huanuco y Amarilis*. Huanuco: Universidad de Huanuco (Tesis Pregrado).

- Maselli, A. (2018). *Análisis arquitectónico de la vulnerabilidad sísmica de los principales sistemas constructivos residenciales en la zona 8 de Mixco, Guatemala*. Guatemala: USAC.
- Mercado, V. (2016). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Huancayo 2016*.
- Meroni, A., Squarcina, D., Pessina, G., Locati, J., Modica, L., & Zoboli, C. (2017). A Damage Scenario for the 2012 Northern Italy Earthquakes and Estimation of the Economic Losses to Residential Buildings. *International Journal of Disaster Risk Science*, 326–341.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2019). *Norma E.070*. Lima: Reglamento nacional de edificaciones.
- Noel, M. (2017). *Integración de ingeniería inversa y modelamiento numérico para la evaluación sísmica de construcciones históricas de adobe*. Lima: PUCP.
- Principe, Y., & Ventocilla, R. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del módulo de servicios generales y hospitalización del hospital regional de Huacho – 2019*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. (2015). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras*.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD. (2009). *Manual para la Reparación y Reforzamiento de Viviendas de Albañilería Confinada Dañadas por Sismos*.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2018). *Norma E-030. Diseño sísmo resistente*.
- Rojas, S. (2017). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada del asentamiento humano San Marcos de Ate, Santa Anita*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Rojas, Y. (2017). *Análisis del riesgo sísmico en las edificaciones informales en el sector 5 lado este de Chupaca., Chupaca*. Peru: Universidad Peruana Los Andes.
- Ruiz, M., Vidal, A., & Aranda, C. (2016). Estudio de la vulnerabilidad sísmica del centro histórico de Tapachula, Chiapas, con el método del índice de vulnerabilidad. *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, 56-82.
- San Bartolomé, A. (2015). *Diseño y Construcción de Estructuras Sísmo resistentes de Albañilería*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Santos, A. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017*.
- Tamayo y Tamayo, M. (2012). *El proceso de la investigación científica*. México: Limosa.
- Tamayo, A., & Tamayo, M. (2012). *El proceso de la investigación científica*. México: Limosa.
- Vallejo, J., & Valbuena, A. (2018). *estudio de patología, análisis de vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural*.

## ANEXOS

### Anexo 1. Ficha de información.

Evaluación sísmica de viviendas autoconstruidas en el Distrito San Martín de Porres por medio del método EMS-98		
FICHA DE INFORMACIÓN		
1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?		
Maestro especialista ()	Albañil ()	Conocimientos propios ()
Ingeniero asesor ( )		
2. ¿Cuándo empezó a construirla?		¿Cuándo terminó?
Tiempo de residencia de la vivienda (años):		
No de pisos actuales:		No de pisos proyectado:
3. ¿La edificación sufrió fallas por sismos? Detallar		
Datos Técnicos:		
Características de los Principales Elementos de la Vivienda		
Elemento	Características	Observaciones
Cimiento (m)	Cimiento Corrido	Zapata
	Profundidad	Profundidad
	Ancho	Ancho
Muros (cm)	Ladrillo Macizo	Ladrillo Pandereta
	Dimensiones	Dimensiones
	Juntas	Juntas
Techo (m)	Diafragma Rígido	Otro
	Tipo	Tipo
	Peralte	Peralte
Columnas (m)	Concreto	Otro
	Dimensiones	Dimensiones
Vigas (m)	Concreto	Otro
	Dimensiones	Dimensiones
Observaciones y/o Comentarios:		
Problemas de Ubicación	Estructuración	Factores Degradantes
Esquinera	Columna corta	Armaduras expuestas
Las alturas de pisos coinciden	Losas no monolíticas	Armaduras corroídas
Las alturas de pisos no coinciden	Insuficiencia de junta sísmica	Eflorescencia
Intermedia	Losa de techo a desnivel con vecino	Humedad en muros
	Cercos no aislados de la estructura	Muros agrietados
Las alturas de pisos coinciden	Tabiquería no arriostrada	Otros:
Las alturas de pisos no coinciden	Reducción en planta	
No es colindante	Muros portantes de ladrillo pandereta	
	Unión muro y techo	
Conservación de la Vivienda	Juntas frías	
	Otros:	Mano de Obra
Muy mala		Muy mala
Mala		Mala
Regular		Regular
Buena		Buena

Elaboración propia (2021). Adaptación Mosqueira y Tarque (2005)

Titulo	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables $y = f(x)$	Indicadores	Diseño de la investigación
Evaluación sísmica de viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres por medio del método EMS-98	¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de Lima por medio del método EMS-98?	Objetivo general:  Evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres por medio del método EMS-98.	la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres por medio del método EMS-98, es alta	Variable dependiente (y):  Viviendas autoconstruidas	tipología de la vivienda configuración estructural calidad de los materiales	
	Problemas específicos:	Objetivos específicos:		Variable independiente (x):		
	¿Cuáles son las características de las viviendas autoconstruidas de en el distrito?	Identificar las características de las viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres.	Las características de las viviendas autoconstruidas en el distrito San Martín de Porres, le otorga vulnerabilidad sísmica		Criterio de análisis	de Aplicada Cuantitativa Observacional De campo
¿Cómo es la vulnerabilidad sísmica de viviendas domesticas en base al método EMS-98 a diversas viviendas en las diferentes zonas de estudio?	Determinar la vulnerabilidad sísmica de viviendas domesticas en base al método EMS-98 a diversas viviendas en las diferentes zonas de estudio.	La vulnerabilidad sísmica de viviendas domesticas en base al método EMS-98 a diversas viviendas en las diferentes zonas de estudio, es de media a alta.		Vulnerabilidad sísmica	clasificación de los tipos de estructuras	
¿Cuáles son las estructuras inspeccionadas demandantes de una revisión más detallada (especialista en diseño estructural sismo resistente)?	Establecer las estructuras inspeccionadas demandantes de una revisión más detallada (especialista en diseño estructural sismo resistente).	Las estructuras inspeccionadas demandantes de una revisión más detallada (especialista en diseño estructural sismo resistente), representan más del 50%			clase de vulnerabilidad	

Elaboración propia (2021)



Anexo 3. Vivienda 1



<b>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS</b>	
<b>1. Fallas estructurales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con Junta de dilatación en ambos extremos del lote</li> <li>• Columnas laterales sin columna intermedia, sobre esfuerza el trabajo de las columnas</li> </ul>
<b>2. Proceso constructivo (empírico)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ha construido respetando los parámetros urbanísticos de distrito</li> <li>• Concreto en los elementos estructurales sin control de dosificación al concreto</li> <li>• Tarrajeo sin aditivos antisalitre</li> </ul>
<b>3. Vulnerabilidad frente a un sismo o futuras fallas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de colapso por falta de controles técnicos a la cimentación, columnas, vigas y losa</li> <li>• Empuje lateral por las casas aledañas por falta de junta de dilatación</li> </ul>

Anexo 4. Vivienda 2



<b>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS</b>	
<b>1. Fallas estructurales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con Junta de dilatación en albos extremos del lote.</li> <li>• Columnas laterales sin columna intermedia, sobre esfuerza el trabajo de las columnas.</li> </ul>
<b>2. Proceso constructivo (empírico)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ha construido respetando los parámetros urbanísticos de distrito.</li> <li>• Concreto en los elementos estructurales sin control de dosificación al concreto.</li> <li>• Tarrajeo sin aditivos antisalitre.</li> </ul>
<b>3. Vulnerabilidad frente a un sismo o futuras fallas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de colapso por falta de controles técnicos a la cimentación, columnas, vigas y losa.</li> <li>• Empuje lateral por las casas aledañas por falta de junta de dilatación.</li> </ul>

Anexo 5. Vivienda 3



<b>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS</b>	
<b>1. Fallas estructurales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con Junta de dilatación en albos extremos del lote.</li> <li>• 2do Nivel realizado con ladrillo pandereta (no estructural).</li> <li>• Dintel de extremo a extremo sobre carga el volado.</li> </ul>
<b>2. Proceso constructivo (empírico)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ha construido respetando los parámetros urbanísticos de distrito.</li> <li>• Concreto en los elementos estructurales sin control de dosificación al concreto.</li> </ul>
<b>3. Vulnerabilidad frente a un sismo o futuras fallas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de colapso por falta de controles técnicos a la cimentación, columnas, vigas y losa.</li> <li>• El ladrillo pandereta no ofrece capacidad de respuesta ante un sismo de gran magnitud.</li> </ul>

Anexo 6. Vivienda 4



<b>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS</b>	
<b>1. Fallas estructurales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con Junta de dilatación en albos extremos del lote.</li> <li>• Columnas estructurales alejadas de la línea de propiedad sobrecarga el trabajo de muros mediante el volado.</li> <li>• 2do Nivel realizado con ladrillo pandereta (no estructural).</li> </ul>
<b>2. Proceso constructivo (empírico)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ha construido respetando los parámetros urbanísticos de distrito.</li> <li>• Concreto en los elementos estructurales sin control de dosificación al concreto.</li> <li>• Tarrajeo sin aditivos antisalitre.</li> </ul>
<b>3. Vulnerabilidad frente a un sismo o futuras fallas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de colapso por falta de controles técnicos a la cimentación, columnas, vigas y losa.</li> <li>• Empuje lateral por las casas aledañas por falta de junta de dilatación.</li> <li>• El ladrillo pandereta no ofrece capacidad de respuesta ante un sismo de gran magnitud.</li> </ul>

Anexo 7. Vivienda 5



<b>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS</b>	
<b>1. Fallas estructurales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con Junta de dilatación en albos extremos del lote.</li> <li>• Distanciamiento de columnas inadecuada</li> <li>• 2do Nivel realizado con ladrillo pandereta (no estructural).</li> <li>• Viga estructural sin el peralte adecuado.</li> </ul>
<b>2. Proceso constructivo (empírico)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ha construido respetando los parámetros urbanísticos de distrito.</li> <li>• Concreto en los elementos estructurales sin control de dosificación al concreto.</li> <li>• Tarrajeo sin aditivos antisalitre.</li> </ul>
<b>3. Vulnerabilidad frente a un sismo o futuras fallas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de colapso por falta de controles técnicos a la cimentación, columnas, vigas y losa</li> <li>• Empuje lateral por las casas aledañas por falta de junta de dilatación.</li> <li>• El ladrillo pandereta no ofrece capacidad de respuesta ante un sismo de gran magnitud.</li> </ul>

Anexo 8. Vivienda 6



<b>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS</b>	
<b>1. Fallas estructurales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con Junta de dilatación en albos extremos del lote.</li> <li>• No hay presencia de columnas estructurales</li> </ul>
<b>2. Proceso constructivo (empírico)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ha construido respetando los parámetros urbanísticos de distrito.</li> <li>• Concreto en los elementos estructurales sin control de dosificación al concreto.</li> <li>• Edificado con ladrillo pandereta.</li> </ul>
<b>3. Vulnerabilidad frente a un sismo o futuras fallas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de colapso por falta de controles técnicos a la cimentación, muros y losa.</li> <li>• Empuje lateral por las casas aledañas por falta de junta de dilatación.</li> <li>• El ladrillo pandereta no ofrece capacidad de respuesta ante un sismo de gran magnitud.</li> </ul>

Anexo 9. vivienda 7



<i>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS</i>	
<b>1. Fallas estructurales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con Junta de dilatación en albos extremos del lote.</li> <li>• No cuenta con diseño de muro de contención.</li> </ul>
<b>2. Proceso constructivo (empírico)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ha construido respetando los parámetros urbanísticos de distrito.</li> <li>• Concreto en los elementos estructurales sin control de dosificación al concreto.</li> <li>• Tarrajeo sin aditivos antisalitre.</li> </ul>
<b>3. Vulnerabilidad frente a un sismo o futuras fallas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de colapso por falta de controles técnicos a la cimentación, columnas, vigas y losa.</li> <li>• Empuje lateral por las casas aledañas por falta de junta de dilatación.</li> <li>• El ladrillo pandereta no ofrece capacidad de respuesta ante un sismo de gran magnitud.</li> </ul>

Anexo 10. Vivienda 8



<i>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS</i>	
<b>1. Fallas estructurales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con Junta de dilatación en albos extremos del lote.</li> <li>• No hay presencia de columnas.</li> </ul>
<b>2. Proceso constructivo (empírico)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ha construido respetando los parámetros urbanísticos de distrito.</li> <li>• Sin control de dosificación al concreto.</li> <li>• Tarrajeo sin aditivos antisalitre.</li> <li>• Sobre carga en el volado.</li> </ul>
<b>3. Vulnerabilidad frente a un sismo o futuras fallas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de colapso por falta de controles técnicos a la cimentación, columnas, vigas y losa.</li> <li>• Empuje lateral por las casas aledañas por falta de junta de dilatación.</li> </ul>



Anexo 11. Vivienda 9



<b><i>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS</i></b>	
<b>1. Fallas estructurales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Columnas estructurales con acero sin control de cuantía ni calculo estructural.</li> </ul>
<b>2. Proceso constructivo (empírico)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ha construido respetando los parámetros urbanísticos de distrito.</li> <li>• Concreto en los elementos estructurales sin control de dosificación al concreto.</li> <li>• Tarrajeo sin aditivos antisalitre.</li> </ul>
<b>3. Vulnerabilidad frente a un sismo o futuras fallas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de colapso por falta de controles técnicos a la cimentación, columnas, vigas y losa</li> <li>• Riesgo de colapso por Sobre carga no diseñada y almacenada en el techo</li> </ul>

*Anexo 12. Vivienda 10*



***EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS***

<p><b>1. Fallas estructurales</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con Junta de dilatación en albos extremos del lote.</li> <li>• Construcción con ladrillos pandereta, no estructurales</li> </ul>
<p><b>2. Proceso constructivo (empírico)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ha construido respetando los parámetros urbanísticos de distrito.</li> <li>• Concreto en los elementos estructurales sin control de dosificación al concreto.</li> <li>• Tarrajeo sin aditivos antisalitre.</li> </ul>
<p><b>3. Vulnerabilidad frente a un sismo o futuras fallas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de colapso por falta de controles técnicos a la cimentación, columnas, vigas y losa.</li> <li>• Empuje lateral por las casas aledañas por falta de junta de dilatación.</li> </ul>

Anexo 13. Vivienda 11



<i>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS</i>	
<b>1. Fallas estructurales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No cuenta con Junta de dilatación en albos extremos del lote.</li> <li>Escalera que no cumple los parámetros normalizados.</li> </ul>
<b>2. Proceso constructivo (empírico)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se ha construido respetando los parámetros urbanísticos de distrito.</li> <li>Escalera en espacio público.</li> </ul>
<b>3. Vulnerabilidad frente a un sismo o futuras fallas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riesgo de colapso por falta de controles técnicos a la cimentación, columnas, vigas y losa.</li> <li>Empuje lateral por las casas aledañas por falta de junta de dilatación.</li> </ul>

Anexo 14. Vivienda 12



<b><i>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS</i></b>	
<b>1. Fallas estructurales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con Junta de dilatación en albos extremos del lote.</li> <li>• Columnas no diseñadas para soportar cargas por sobre carga de varios pisos.</li> </ul>
<b>2. Proceso constructivo (empírico)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ha construido respetando los parámetros urbanísticos de distrito.</li> <li>• Concreto en los elementos estructurales sin control de dosificación al concreto.</li> <li>• Tarrajeo sin aditivos antisalitre.</li> </ul>
<b>3. Vulnerabilidad frente a un sismo o futuras fallas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de colapso por falta de controles técnicos a la cimentación, columnas, vigas y losa.</li> <li>• Empuje lateral por las casas aledañas por falta de junta de dilatación.</li> <li>• El ladrillo pandereta no ofrece capacidad de respuesta ante un sismo de gran magnitud.</li> </ul>

Anexo 15.

**MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

<b>Título de la investigación:</b>	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL DISTRITO SAN MARTIN DE PORRES POR MEDIO DEL MÉTODO EMS-98
<b>Línea de investigación:</b>	Evolución, desarrollo y comparación de los sistemas de construcción en el Perú
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Sedano Tapia Miguel Ángel
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Variable Dependiente: Metodología EMS98 Variable Independiente: Evaluación sísmica

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias: Estos instrumentos fueron validados por expertos en estructuras sismorresistente, con lo cual dejan constancia mediante el sello, firma y numero de colegiatura.**

Firma del experto:



MIGUEL ANGEL  
SEDANO TAPIA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 235460

Anexo 16.

**MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

<b>Título de la investigación:</b>	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL DISTRITO SAN MARTIN DE PORRES POR MEDIO DEL MÉTODO EMS-98
<b>Línea de investigación:</b>	Evolución, desarrollo y comparación de los sistemas de construcción en el Perú
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Segura Pérez Carlos Manuel
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Variable Dependiente: Metodología EMS98 Variable Independiente: Evaluación sísmica

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		


**Sugerencias:** Estos instrumentos fueron validados por expertos en estructuras sismorresistente, con lo cual dejan constancia mediante el sello, firma y número de colegiatura.

Firma del experto:



CARLOS MANUEL SEGURA PÉREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 32385

Anexo 17.

<b>MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS</b>				
<b>Título de la investigación:</b>	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL DISTRITO SAN MARTIN DE PORRES POR MEDIO DEL MÉTODO EMS-98			
<b>Línea de investigación:</b>	Evolución, desarrollo y comparación de los sistemas de construcción en el Perú			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ulloa Clavijo Javier Francisco			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Variable Dependiente: Metodología EMS98 Variable Independiente: Evaluación sísmica			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
<b>Sugerencias:</b> Estos instrumentos fueron validados por 3 expertos en estructuras sismorresistente, con lo cual dejan constancia mediante el sello, firma y numero de colegiatura.				
Firma del experto:				
 JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 193667				