



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería confinada en el
asentamiento humano Huaycán zona c - ucv 52, Ate Vitarte 2018

TESIS PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Mariño Ortega, Edwin Nilo (orcid.org/0009-0008-8590-2420)

ASESOR:

Mg. Ing. Escobedo Apestegui, Franklin Macdonald (orcid.org/0000-0001-9197-4019)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y a mis familiares que son el motivo por el cual asumo el compromiso de crecer profesionalmente y en especial a mis padres y a mi esposa por su apoyo constante para lograr alcanzar mi meta de ser un profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los profesores de la UCV por su aporte y orientación para lograr culminar la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	31
2.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación.....	31
2.2. Variables.....	32
2.3. Población y muestra	33
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	33
2.5. Métodos de análisis de datos	34
2.6. Aspectos éticos.....	35
III. RESULTADOS.....	44
IV. DISCUSIÓN	49
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: historia sísmica del Perú	7
Tabla 2: Clasificación de las estructuras.....	10
Tabla 3: Escala de Mercalli	10
Tabla 4: Condiciones numéricas para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica... 15	
Tabla 5: Valoración de parámetros que contribuyen a la vulnerabilidad de los edificios de hormigón armado	16
Tabla 6: Valorización de los parámetros.....	17
Tabla 7: Puntaje de clases y pesos para estructuras de albañilería confinada	17
Tabla 8: Sistemas Estructurales	18
Tabla 9: Estimación del grado de daño anticipado en la estructura, basado en la densidad de los muros por unidad de piso y el índice Iv del G.N.D.T.	24
Tabla 10: Categorías de daño	24
Tabla 11: Matriz de operacionalización de variable	32
Tabla 12: Validez de contenido.....	34
Tabla 13: Análisis de confiabilidad	34
Tabla 14: Identificación de parámetros.....	44
Tabla 15: Valorización de los parámetros.....	45
Tabla 16: Evaluación por parámetro	45
Tabla 17: Evaluación de vulnerabilidad sísmica por vivienda.....	46
Tabla 18: categorización de vulnerabilidad sísmica e Identificación de daños por vivienda	47
Tabla 19: nivel de vulnerabilidad	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Vivienda autoconstruida presenta dos unidades de albañilería.....	2
Figura 2: Frontal de una vivienda que presenta voladizo o alero con ladrillo kinkong artesanal	2
Figura 3: Deformación producida por las ondas P	8
Figura 4: Deformación producida por las ondas S Fuente Universidad Católica del Perú / Sismo Resistente.....	8
Figura 5: Deformación producida por las ondas L.....	9
Figura 6: Deformación producida por las ondas R	9
Figura 7: Zonas con actividad sísmica potenciales	12
Figura 8: Relaciones de daños e intensidades sísmicas para construcciones con diferentes tipos de materiales	13
Figura 9: Donde A, B Y L son las medidas de longitud	22
Figura 10: Mapa de localización del asentamiento humano de Huaycán.....	35
Figura 11: Sistema resistente que se observa	37
Figura 12: se observa muros portantes con dos tipos de unidades de albañilería..	38
Figura 13: juntas horizontales y verticales mayores a 15mm.....	38
Figura 14: croquis de una vivienda que presenta correcta distribución de muros en el eje “X” mas no en el eje “Y”	39
Figura 15: cimentación de columna en un solo nivel en terreno denso.....	40
Figura 16: se puede observar conexión de vigas y columnas.....	40
Figura 17: se observa simetría en planta	40
Figura 18: presenta variación de masa e irregularidad en elevación	41
Figura 19: ausencia de junta sísmica entre do viviendas	41
Figura 20: el tipo de cubierta no es de concreto armado	42
Figura 21: falta de confinamiento en parapeto y muros.....	43
Figura 22: desprendimiento de concreto en las columnas	43
Figura 23: Resultados de evaluación de viviendas	48
Figura 24: Resultados del nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas.....	48

RESUMEN

Este estudio fue motivado por las predicciones de desastres causados por un posible terremoto, debido a la existencia de construcciones informales. Se llevó a cabo un análisis de la vulnerabilidad de las viviendas de albañilería confinada en la zona C-UCV 52 de A. H. Huaycán, con el objetivo de identificar su nivel de vulnerabilidad y sugerir métodos de refuerzo para minimizar los posibles daños.

Para evaluar la vulnerabilidad de las viviendas, se realizó una encuesta a 40 de ellas, utilizando 11 parámetros del método G.N.D.T. basados en sus características y configuración estructural. Los resultados mostraron que el 15% de las viviendas tienen una vulnerabilidad baja, el 62% media y el 23% alta. La vulnerabilidad media y alta se debe principalmente a que el 93% de las viviendas son de autoconstrucción y sólo el 7% recibió asesoramiento técnico.

Se insta a las autoridades estatales a intervenir y hacer cumplir las normas de construcción para evitar repetir los mismos errores. Es esencial que las futuras construcciones reciban asesoramiento técnico desde la fase de diseño hasta la construcción. De esta manera, se puede prevenir la pérdida de funcionalidad o, en el peor de los casos, el colapso de las estructuras, lo que podría resultar en la pérdida de materiales y vidas humanas.

Palabras clave: Vulnerability, confined, seismic, masonry.

ABSTRACT

This study was motivated by the predictions of disasters caused by a possible earthquake, due to the existence of informal constructions. A vulnerability analysis of confined masonry dwellings in zone C-UCV 52 of A. H. Huaycán was carried out to identify their level of vulnerability and to suggest reinforcement methods to minimize possible damage.

To evaluate the vulnerability of the houses, a survey was carried out on 40 of them, using 11 parameters of the G.N.D.T. method based on their characteristics and structural configuration. The results showed that 15% of the houses have low vulnerability, 62% medium and 23% high. The medium and high vulnerability is mainly due to the fact that 93% of the houses are self-built and only 7% received technical advice.

State authorities are urged to intervene and enforce construction standards to avoid repeating the same mistakes. It is essential that future constructions receive technical advice from the design phase through to construction. In this way, loss of functionality or, in the worst case, collapse of structures, which could result in the loss of materials and human lives, can be prevented.

Keywords: Seismic vulnerability

I. INTRODUCCIÓN

A nivel de Asentamiento Humano de Huaycán tenemos que muchas viviendas son albañilería confinada, hechas por los mismos dueños, por lo que son vulnerables a los sismos que se presentan, tal que se tiene a un maestro albañil, sin contar con un experto con formación en construcción. En estas viviendas autoconstruidas se presentan con frecuencia problemas estructurales que ante un sismo son vulnerables, por lo que tendríamos muchas pérdidas humanas y materiales frente si se diera un evento sísmico de alto nivel.

Por otra parte, la mala planificación de la construcción de viviendas en zonas de invasión es más vulnerables ya que no solo es el aspecto constructivo, sino la falta de zonas de seguridad porque algunos lugares están situados en zonas inadecuadas para la construcción, sin estudio de suelos y sin acceso de seguridad para la población.

Ante esa situación crítica es preciso adoptar medidas correctivas para las viviendas que están a la intemperie frente a sismos de gran magnitud, siendo vital que el gobierno intervenga de oficio asignando presupuesto para establecer planes de mejora de las viviendas en zonas de escasos recursos, aportando conjuntamente con los gobiernos regionales un fondo de protección y mejora en las poblaciones más vulnerables.

En relación con el tipo de edificaciones, las viviendas informales que se han construido en áreas distritales como El Agustino, San Juan de Miraflores, San Juan de Lurigancho, Independencia, San Martín de Porres y Villa El Salvador, presentan un mayor riesgo de daño (Hernando Tavera, jefe del IGP, 2017).

En los Paneles fotográficos se puede evidenciar las condiciones actuales de las viviendas.

Figura 1: Vivienda autoconstruida presenta dos unidades de albañilería



Fuente: Toma propia

Figura 2: Frontal de una vivienda que presenta voladizo o alero con ladrillo kinkong artesanal



Fuente: Toma fotográfica propia

En el ámbito nacional, Campodónico (2017) Presento la tesis “Evaluación de los Problemas de Ubicación y Configuración Estructural en Viviendas Autoconstruidas”. Tal que su objetivo fue analizar las viviendas que fueron construidas sin orientación técnica en dicha comunidad Urbana de Huaycán, de acuerdo a la localización y aspecto estructural, de acuerdo a un estudio de sus características de la vivienda, considerando la autoconstrucción. Se hizo al respecto encuestas a los dueños de los predios, tal que participaron 30 vecinos. Mediante este procedimiento se conoció que el 97% de los predios tienen arquitectura espontánea, tal que el dueño no tiene planteado el tipo de diseño a utilizar y se consideró la opinión del personal vinculado

a la construcción. También el 89% de los que fueron encuestados mencionaron que su vivienda será resistente a un sismo y el 86% de participantes precisaron que hicieron sus predios sin contar con asesoría, por lo que es el factor causal de los inconvenientes hallados. El lugar donde se desarrolla el estudio permite conocer lo siguiente: Se llevó a cabo una investigación sobre la estabilidad del terreno y del suelo, que implicó un recorrido por el campo para adquirir conocimientos sobre la geología de la zona. Al analizar la estructura, se consideraron varios factores, como la simetría, la uniformidad, la distancia entre los bloques y la sencillez.

Luna (2013) Presentó su estudio de “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales”. Planteó el objetivo con fines de minimizar la vulnerabilidad sísmica en las viviendas informales de albañilería confinada en el Perú. En el estudio se utilizó el tipo básico que aporte teorizando sobre viviendas autoconstruidas en la zona norte del país. Por lo que se realizó un estudio de aspectos técnicos, tales como aquellos referidos a la arquitectura, la parte estructural en las viviendas autoconstruidas sin orientación técnica. En el estudio se consideró 30 hogares correspondiente a 02 distritos de la ciudad de la eterna primavera, seleccionadas por sus detalles de forma dado que hay viviendas informalmente construidas. Se obtuvo la información mediante fichas, registrando diversa información referida a la construcción estructura y la calidad constructiva. En el estudio se concluyó resaltando los inconvenientes que presentó las viviendas talque se pudo identificar diversos problemas constructivos como son aspectos que se cuantificaron y otros que no se pudo cuantificar. El estudio se hizo con fines de tener el mayor detalle de las viviendas en cuanto a su proceso constructivo.

Poma (2017) Presento la Tesis “Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de autoconstrucción”. Tal que su objetivo se da porque hay un aumento de procesos constructivos de viviendas autoconstruidas, por lo que es vital evaluara las viviendas para identificar su proceso, por lo que es relevante evaluar las viviendas con fines de precisar su nivel de vulnerabilidad respecto a un determinado sismo y su magnitud probable para evitar daños serios. Se llevaron a cabo varios estudios para analizar el suelo y su capacidad de soporte, así como para identificar el tipo de suelo. Además, se realizó un levantamiento topográfico para entender la geografía del área. Se creó un formulario de guía para evaluar la vulnerabilidad a los terremotos. Los resultados

mostraron que el 73% de las propiedades evaluadas son vulnerables a los terremotos, y el 18% de ellas presentan un alto nivel de riesgo. En tal sentido se concluye que hay vulnerabilidad, también se hizo los planos de una vivienda de 80m², con dos niveles, presentando un departamento por piso, dándolo de esta manera soporte a los pobladores con la entrega de estos planos para que construyan sus viviendas, pues la zona es popular para que puedan construir en condiciones mejores.

Ortega y Cristian (2014), presentó la tesis "Determinación de la vulnerabilidad estructural de edificaciones por efecto de sismo". En este caso se hizo el estudio para poder identificar los puntos débiles de las viviendas a través de la indagación y que tan vulnerables son a los sismos. Para ello se hizo evaluaciones de cada columna, viga, aligerado, placa, también los estructurales tabiques, equipo, tubería, vidrio. En este caso el estudio que se realiza por expertos contribuye a identificar las zonas de riesgo. Se reconoce en nuestro país la necesidad de evaluar las edificaciones debido a que nos encontramos en una región con alta actividad sísmica. Un ejemplo de esto es cuando se realizó un diagnóstico en un hospital público, específicamente un hospital del seguro social ubicado en Lince. En esta evaluación, se examinaron de manera cualitativa los componentes no estructurales del edificio. Esta práctica se hizo en otras zonas del país como parte del aporte a identificar zonas vulnerables en Lima y provincia. Al respecto en otros países se hace esta práctica siendo el Japón, Estados Unidos Italia y España los más desarrollados en esta práctica, haciendo esta evaluación cualitativamente. También se comprobó que en construcciones de madera mediante el método del ATC-21 se comprobó que no se da riesgos en situaciones sísmicas a nivel intenso, pues estas construcciones no pasan de 2 pisos y son solo familiares. Luego se consolidó en planos de riesgo para asociar a los sismos de tal manera que se tenga una muestra visual de lo que se presenta en las construcciones de la zona de estudio.

En el contexto internacional, Vera (2015), en su estudio "Análisis de la vulnerabilidad sísmica y escenarios de riesgo sísmico" su objetivo fue planear labores de protección, así como fijar y minimizar el riesgo frente a diversos sismos en la zona de estudio. Al realizar esta labor se evaluó el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones de la zona El Cabanyal - Canyamelar desde su nivel estructural, años de construcción, altura, inconvenientes en la planta y el alzado, ubicación en la

manzana y el nivel de su conservación. Según lo que se estime en la vulnerabilidad se podrá precisar el daño probable y las víctimas que se presentarían en la zona con el uso de la probabilidad que se presenta en la zona. Y, finalmente, se estimó el costo que implica reponer una edificación que sale afectada por un evento sísmico. Al final los logros del estudio se manifiestan gráficamente y georreferenciada, según el Sistema de Información Geográfica (SIG). En conclusión, es preciso realizar restauración en las edificaciones que buscan realizar la protección de los mismos con fines de cuidar el patrimonio de la zona tal que no se llegue a hacer reconstrucciones que causarían mayores gastos que genere un movimiento de mayor magnitud, como consta en el artículo 39, ap. 2.

Gent (2003), en su estudio "Calibración del Índice de Vulnerabilidad del G.N.D.T. para Estructuras de Albañilería Confinada". Se tiene un estudio que se refiere a la vulnerabilidad sísmica de la estructura perteneciente al casco urbano de Valdivia. Con fines de hacer el presente proyecto, se estudió diversos métodos, se propuso y adecuó las que se acondicionaron para la mejora de la zona de Valdivia (Chile). El estudio se enfoca en todas las estructuras que se encuentran en el grupo de línea vital o estructura esencial, y que utilizan hormigón armado, albañilería confinada y madera en su construcción. Se adaptó el estudio del plan "Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti - Italia" para lo que sucede en Chile con las autoconstrucciones de hormigón armado. Para las construcciones de madera, se adaptó un proyecto de Risk-UE. Se desarrolló una propuesta metodológica para evaluar el nivel de Vulnerabilidad Sísmica en el mismo lugar donde se analizó dicha vulnerabilidad. El primer paso del método elegido fue identificar los tipos predominantes. De esta manera, se ajusta el nuevo método de valoración para el estudio, logrando la recopilación de datos adecuadamente diseñados para los efectos de la vulnerabilidad sísmica. Posteriormente, en función de los procesos geográficos, se pudieron observar varios mapas temáticos. Al final del estudio, concluimos que las viviendas autoconstruidas con madera resultaron ser altamente vulnerables debido a que el material utilizado era de baja calidad, y no existen planes para mejorar y sanear estos terrenos. En cuanto a otras áreas de estudio de la vulnerabilidad, se obtuvieron valores medios de 0,44 en estructuras de hormigón armado y 0,55 para albañilería confinada, que no son tan altos.

Aburto y Pilar (2013), en su estudio “Análisis de la vulnerabilidad sísmica del puente Pedro de Valdivia-Chile”, su objetivo fue el análisis de vulnerabilidad sísmica en un puente de Chile, con la finalidad de fijar los umbrales de daño en casos de sismos de niveles diversos. En este estudio, se establece que la estructura tiene 235 metros de altura, está dividida en cinco vanos y se clasifica como puente Gerber de velocidad variable, hecho de hormigón armado. Data del año 1954 y pudo soportar un terremoto dado el año 1960, siendo un evento de alto nivel de intensidad que se dio a nivel mundial. Evaluar la vulnerabilidad sísmica de dicho puente se dio partiendo de las curvas de fragilidad evaluando los daños que se presentarían, a nivel longitudinal y transversal, considerando la metodología espectro de capacidad. Se hace uso de la informática para ver el puente con información geométrica y propiedad mecánica conseguido del resultado de estudios experimentales de campo y laboratorio. Los logros precisaron que la estructura es de tipo sísmicamente y que esta adecuadamente construida para fines de tolerancia sísmica.

Teorías relacionadas a la investigación (Sismos). - Se consideran los movimientos de la zona terrestre originada diversos reajustes geológicos de la Tierra. Se dan en diversos lugares del territorio estando nuestro país en la parte más sensible a los sismos. Los sismos son movimientos oscilatorios en la cual se da en un determinado lugar de la tierra. La magnitud del sismo depende de la rigidez de la estructura y el tipo de movimiento del suelo. En nuestro país, se sabe que por los eventos que se dan se tiene que las edificaciones rígidas son las que tienen mayor daño (Harmsen 5TA ED. P.637)

Los terremotos son oscilaciones de la superficie terrestre producidas por distintos eventos. Desde una perspectiva ingenieril, los terremotos originados por el continuo deslizamiento de las placas tectónicas son los más intensos y han provocado numerosos estragos a nivel global.

Tabla 1: historia sísmica del Perú

FECHA	UBICACIÓN	MAGNITUD (Escala de Richter)
2007 – Agosto	Pisco	7.9 grados
2006 – Noviembre	Arequipa	5.3 grados
2006 – Octubre	Caraveli	5.5 grados
2005 – Octubre	Moquegua	5.4 grados
2005 – Septiembre	Moyobamba	7.0 grados
2004 – Julio	Lima	5.4 grados
2003 – Agosto	Cuzco	4.6 grados
2002 – Febrero	Arequipa	5.0 grados
2001 – Diciembre	Arequipa	5.4 grados
2001 – Junio	Arequipa	6.9 grados
1999 – Abril	Arequipa	6.1 grados
1996 – Noviembre	Nazca	6.4 grados
1993 – Abril	Lima	6.0 grados
1991 – Abril	Moyobamba	6.5 grados
1990 – Mayo	Moyobamba	6.2 grados
1986 – Abril	Cusco	5.5 grados
1979 – Febrero	Arequipa	6.9 grados
1974 – Octubre	Lima	7.5 grados
1970 – Mayo	Huaraz	7.8 grados
1968 – Junio	Moyobamba	7.0 grados
1966 – Octubre	Lima	7.5 grados
1963 – Septiembre	Ancash	7.0 grados
1960 – Noviembre	Arequipa	7.5 grados
1959 – Julio	Arequipa	7.0 grados
1947 – Noviembre	Satipo	7.5 grados
1946 – Noviembre	Ancash	7.2 grados
1942 – Agosto	Nazca	8.4 grados

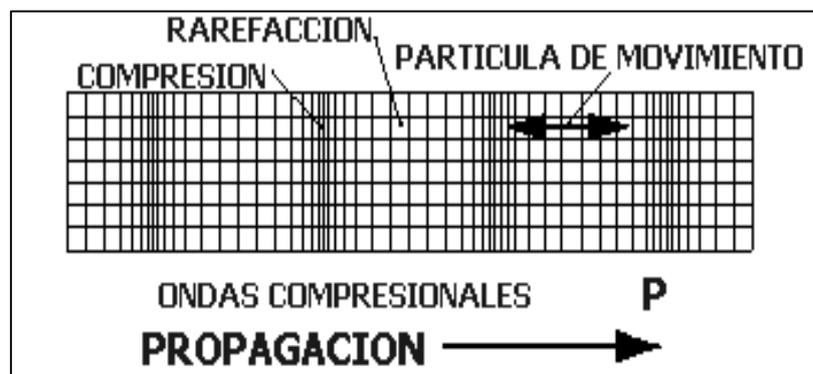
Fuente: Según los datos obtenidos por el INDECI.

Clasificación de los Sismos. - Los sismos se pueden clasificar en 4 partes según su origen: Tectónicas, Volcánicas, Colapso de cavernas y Generado por bombas nucleares.

Ondas sísmicas. - Desde el punto de liberación de energía sísmica pueden viajar en el cuerpo del material a través de ondas en diferentes direcciones.

Ondas de Cuerpo. - Son las que viajan con dos tipos de deformación: dilatación y compresión del suelo y pueden ser: Ondas P. Son las ondas más veloces que son las primeras en llegar o hacerse sentir a través de las vibraciones en el punto observatorio.

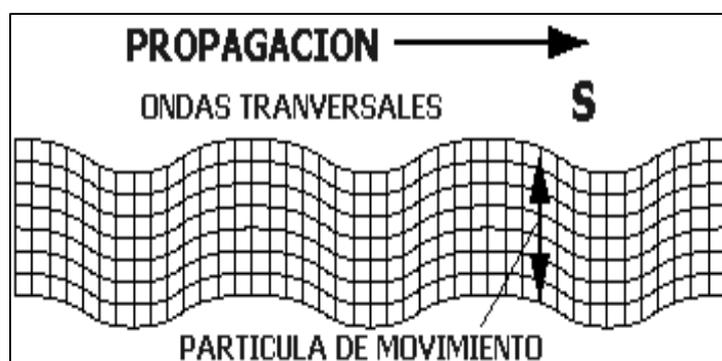
Figura 3: Deformación producida por las ondas P



Fuente: Universidad Católica del Perú / Sismo Resistente

Ondas S.- Llamadas también ondas secundarias u ondas de corte, estas ondas son más lentas que las ondas, pero pueden causar grandes daños a las estructuras de las viviendas.

Figura 4: Deformación producida por las ondas S Fuente Universidad Católica del Perú / Sismo Resistente

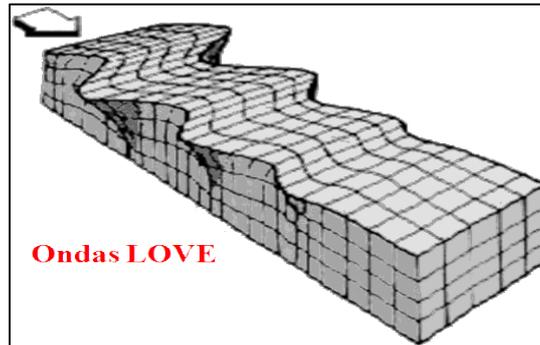


Fuente: Universidad Católica del Perú / Sismo Resistente

Ondas Superficiales. - Existen dos categorías de ondas: las ondas "L", también llamadas ondas Love, y las ondas "R", conocidas como ondas de Rayleigh.

Ondas Love. Su tendencia en el plano horizontal es de lado a lado en sentido a la dirección de propagación de energía es más parecido a las ondas **S**.

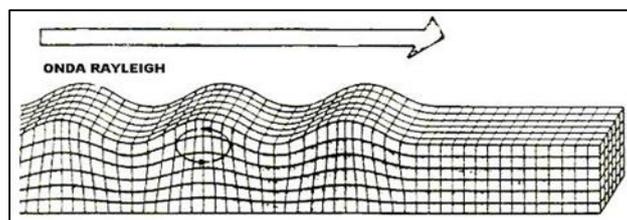
Figura 5: Deformación producida por las ondas L



Fuente: Universidad Católica del Perú / Sismo Resistente

Ondas Rayleigh. Su vibración de este tipo de ondas es de forma elíptica, estas ondas son muy lentas en llegar al punto de observatorio.

Figura 6: Deformación producida por las ondas R



Fuente: Universidad Católica del Perú / Sismo Resistente

Medidas de los Sismos. Se pueden medir de dos maneras: por su Magnitud y por su intensidad.

Magnitud.

Ampliamente reconocida en el campo de la sismología, permite cuantificar los terremotos con cifras aproximadas hasta el diez. Un ejemplo de esto es el terremoto de Ica, que ocurrió el 08 de agosto de 2007 y tuvo una magnitud de 8,0 según los registros sismológicos.

Intensidad.

Esta escala consta de doce grados, a diferencia de magnitud esta escala cuantifica los efectos del daño que causa un sismo sobre las estructuras y a las personas. Para precisar los daños en edificaciones, Richter propuso una clasificación de las edificaciones.

Tabla 2: Clasificación de las estructuras

TIPO A	Estructuras de acero y concreto armado diseñadas para resistir fuerzas sísmicas que han sido construidos adecuadamente
TIPO B	Estructuras de concreto armado sin diseño sismo resistente, pero con buena calidad de construcción
TIPO C	Estructuras sin diseño sismo resistente y con calidad de construcción regular
TIPO D	Estructuras de materiales pobres, como: adobe y sin resistencia lateral

Fuente: sismo resistencia de la universidad católica del Perú

Tabla 3: Escala de Mercalli

GRADO	DISCRIPCIÓN
I	Percibido solo por un número limitado de individuos bajo circunstancias extremadamente propicias.
II	Percibido por individuos en estado de reposo, ubicados en los niveles superiores de los edificios
III	Notado dentro de las estructuras sin ser identificado como un sismo.
IV	Notado dentro de los edificios y por algunos individuos en las calles, con objetos colgantes que se balancean. Se puede sentir la vibración en puertas, ventanas y vajillas. Los vehículos estacionados se mueven.
V	Notado por la gran mayoría de las personas, algunos individuos se despiertan, objetos inestables pueden caerse. Se puede determinar la dirección del movimiento.
VI	Notado por todos. Las personas se dirigen al exterior, caminar se vuelve inestable, los vidrios se quiebran, los objetos caen de los armarios, las paredes y los muebles se desplazan. Se observan algunas grietas en el

	revestimiento de construcciones de tipo D. Pequeñas campanas suenan, los árboles se agitan visiblemente.
VII	Es difícil mantener el equilibrio. Los conductores en vehículos en movimiento lo perciben. Las campanas suenan. Se forman grietas en edificios de tipo D. Algunas grietas aparecen en edificios de tipo C. Algunas chimeneas se derrumban. Se forman ondas en los lagos. Hay pequeños deslizamientos y hundimientos en terraplenes y taludes de arena y grava. Se producen daños en los canales de concreto para riego.
VIII	Conducción de vehículos se vuelve peligrosa. Edificios de tipo C sufren daños e incluso colapsos parciales. Edificios de tipo B experimentan daños menores. Edificios de tipo A no presentan daños. Chimeneas, monumentos, torres y depósitos elevados se derrumban. Las corrientes de agua se desprenden. Se forman grietas en suelos húmedos y pendientes pronunciadas.
IX	Pánico masivo. Aniquilación de edificaciones de tipo D. Daño en estructuras de tipo C, incluyendo algunos derrumbes. Daño significativo en edificios de tipo B y en tanques de agua. Rotura de tuberías subterráneas. Grandes fisuras en suelos secos. Pequeñas erupciones de arena y lodo en suelos aluviales.
X	Amplia devastación en estructuras, daños significativos en muelles, presas, diques y terraplenes, desplazamientos masivos de tierra en las pendientes de los ríos, el agua de los canales, ríos y lagos se desborda hacia las costas. Los rieles de las vías férreas se deforman.
XI	Escasas estructuras permanecen intactas. Las tuberías subterráneas están totalmente inutilizables. Los puentes han sido arruinados. Se forman extensas fisuras en la tierra. Los rieles de los trenes están extremadamente deformados, y hay hundimientos y movimientos en terrenos suaves.
XII	Casi completa aniquilación. Cambios significativos en el paisaje. Movimiento de enormes bloques de piedra. Líneas de visión y niveles alterados. Objetos proyectados al aire.

Fuente: sismo resistencia de la PUCP.

Riesgo Sísmico

Según Kuruiwa (2012), se refiere a la posibilidad de que un terremoto ocurra y provoque daño a una estructura residencial. Este riesgo se determina tanto por la probabilidad de un evento sísmico como por la vulnerabilidad de la estructura a sufrir daños en caso de un terremoto.

Se refiere al nivel de daño que pueden experimentar las estructuras cuando se enfrentan a un terremoto. En términos generales, se puede describir como:

Riesgo Sísmico = Peligro * Vulnerabilidad

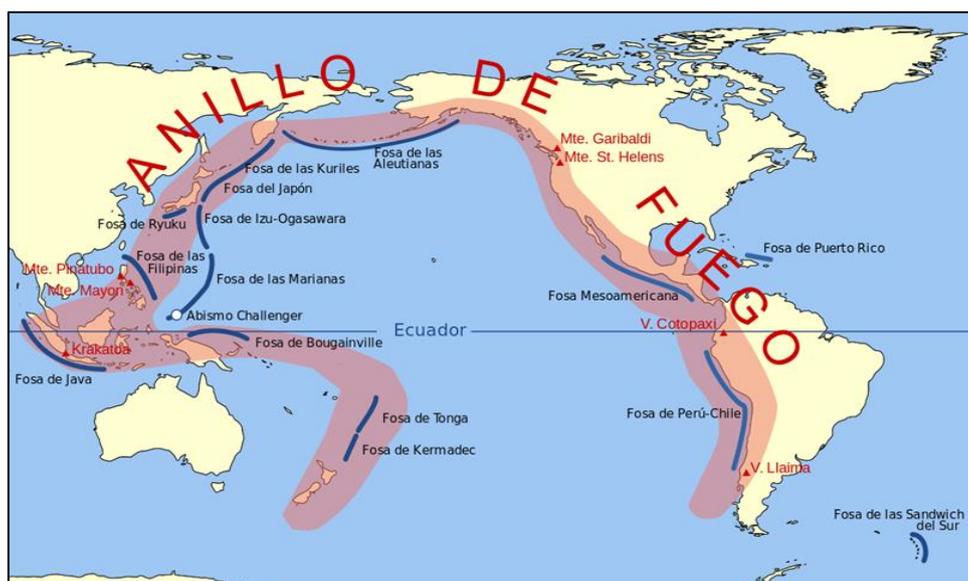
Por tanto, el riesgo sísmico se define como la suma de la susceptibilidad sísmica de un edificio y su nivel de exposición a este fenómeno.

$$RS=0.5*PS+0.5*VS$$

Peligro sísmico

La probabilidad de que ocurra un terremoto de gran magnitud, capaz de causar daños significativos, se puede describir como "El riesgo de un evento natural que puede provocar graves perjuicios a las actividades humanas". Por lo tanto, el peligro se define como la posibilidad de que un sismo pueda causar daños a las actividades humanas debido a la energía liberada que se propaga a través de ondas sísmicas.

Figura 7: Zonas con actividad sísmica potenciales



Fuente: I.G.P

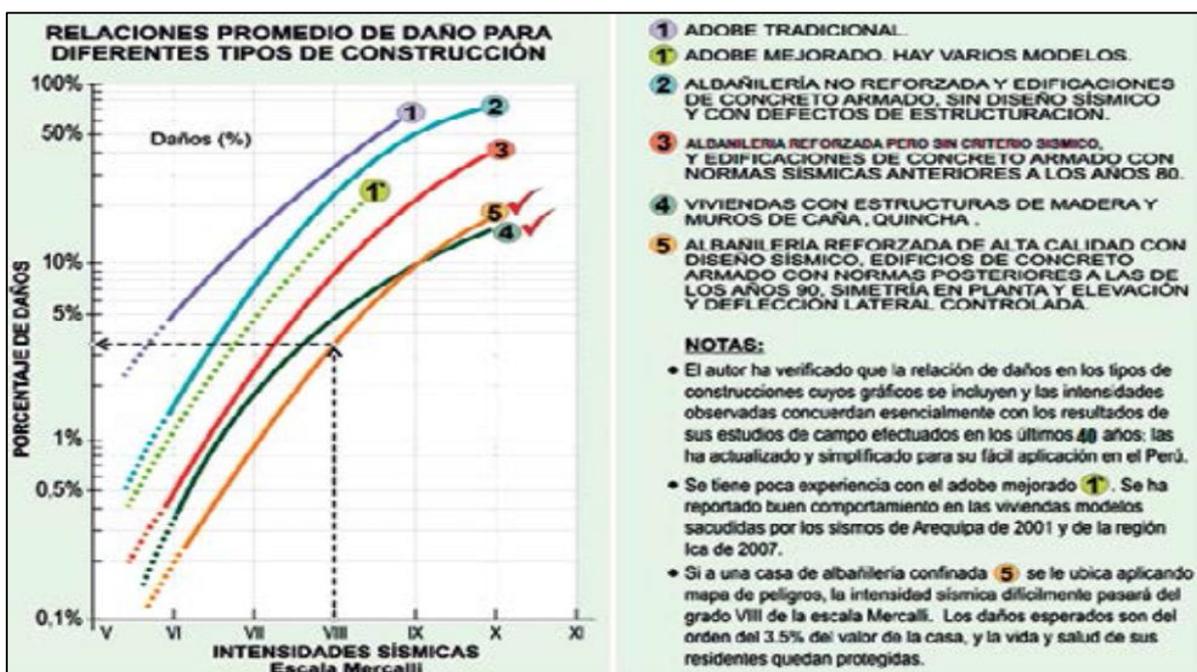
Vulnerabilidad sísmica. La susceptibilidad de distintas estructuras a los terremotos se determina basándose en el nivel de daño observado en una gran cantidad de edificios que se han estudiado, en relación con el riesgo sísmico (Kuroiwa, 2005, p. 122).

Maskrey (1993) sostiene que la propensión de un elemento o conjunto de elementos a ser afectados por un peligro específico puede evaluarse a través de un análisis de vulnerabilidad sísmica. Para entender el riesgo, es crucial estudiar la interacción entre estos factores y el ambiente potencialmente peligroso en el que se encuentran.

La vulnerabilidad sísmica de una construcción se refiere al nivel de daño que podría experimentar durante un terremoto de cierta magnitud. Estos daños ocurren cuando la resistencia es insuficiente, lo cual puede ser influenciado por aspectos como el diseño arquitectónico, la construcción, la calidad de los materiales utilizados y la habilidad de los trabajadores.

Existen dos tipos de daños en las construcciones: daños estructurales y daños no estructurales, los cuales resultan de la degradación física de varios componentes estructurales. Los daños se cuantifican en una escala que va de 0 (sin daño) a 1 (pérdida total).

Figura 8: Relaciones de daños e intensidades sísmicas para construcciones con diferentes tipos de materiales



Fuente: kuroiwa, 2012

Tipos de Vulnerabilidad

Vulnerabilidad Estructural. Esto alude al posible perjuicio que los componentes estructurales podrían experimentar durante un terremoto. Los aspectos que incrementan este peligro abarcan el desgaste, la mala calidad de la construcción y la disposición incorrecta tanto en la vista superior como en la vista frontal.

Vulnerabilidad no Estructural. Las partes no estructurales, como tejados, ventanas y puertas, pueden sufrir daños en caso de sacudida sísmica si no se han conservado o mantenido adecuadamente.

Sismo Resistencia. Es una rama de ingeniería que tiene como primer objetivo durante la ocurrencia de un sismo. El peligro de que las personas y sus posesiones sufran daños es menor. Cuando una vivienda se diseña y construye de acuerdo con las normas establecidas por la RNE, se dice que es sismorresistente, con una adecuada configuración arquitectónica y estructural y que también proporcione una resistencia lateral y ductilidad durante un sismo. Por este motivo se puede decir que no existe una edificación antisísmica pero la norma de sismo resistencia provee requisitos mínimos de diseño para:

- a. Prevenir la mortalidad humana
- b. Garantizar la persistencia de los servicios esenciales
- c. Reducir al mínimo los perjuicios a los bienes

Si una casa se edifica sin tener en cuenta la Norma E-030 de resistencia a los sismos, esta tendrá una alta vulnerabilidad. En caso de un terremoto de magnitud 07° a 08°, la estructura podría sufrir daños severos e incluso llegar a colapsar.

Configuración Estructural. Según, Morales (2006), el término de configuración estructural incluye no solo la forma global del edificio, sino también las dimensiones, las características y la organización de los elementos estructurales que lo constituyen.

Factores que afectan la estructura del edificio

- a. **Forma y dimensión.** Se refiere a la altura del edificio, la forma que tendrá en planta, las dimensiones en planta y cada uno de los elementos que componen.
- b. **Naturaleza, tamaño de ubicación de los elementos estructurales.** En esta etapa, se determina el sistema de resistencia, es decir, qué componentes

soportarán las cargas gravitacionales y las cargas laterales provocadas por un terremoto.

- c. Naturaleza, tamaño de ubicación de los elementos no estructurales.** Son los elementos que no forman parte de elementos estructural como: Aire acondicionado, ductos, luminaires, ventanas, parapetos y tuberías todos estos elementos añaden masa que podrían afectar su comportamiento.

Métodos Para la Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica. Hay varios enfoques cualitativos disponibles para evaluar la vulnerabilidad de los edificios a los terremotos. Estos enfoques cualitativos se fundamentan en la observación de los daños causados por los sismos por parte de expertos. Diversos autores han propuesto varios métodos para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las construcciones, que incluyen:

MÉTODO ATC – 14

MÉTODO JAPONES

MÉTODO VENEZOLANO

MÉTODO PROPUESTO POR HURTADO CARDONA

MÉTODO DEL AIS

MÉTODO DE INDICE DE VULNERABILIDAD

Para evaluar la vulnerabilidad de una vivienda es necesario identificar deficiencias que presentan en el proceso de proyecto y construcción y esto se realiza a través de visualización y para su análisis es necesario designar valores que se puedan dividir en tres niveles:

Tabla 4: Condiciones numéricas para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad sísmica	Rango
Baja	1 a 1.6
Media	1.7 a 2.3
Alta	2.4 a 3

Fuente: (Kuroiwa, 2002).

Adaptación del método de índice de vulnerabilidad sísmica. El procedimiento para determinar el índice de vulnerabilidad, creado en Italia por Benedetti y Petrini en 1984, facilita la evaluación y establecimiento de este índice. Se calcula mediante el

análisis de una construcción, empleando fichas de inspección que se completan basándose en la observación in situ.

Este analiza el comportamiento de un edificio en un terremoto y permitió a los investigadores identificar los parámetros que controlan los daños de un edificio como son: la estructuración, calidad de materiales, tipos de daños que presenta, aspectos geométricos, el tipo de construcción etc. Estas características podemos cuantificar a través de 11 parámetros y cada parámetro consta de 3 clases en hormigón armado y con peso (W) distinto, en ambos casos los puntajes están establecidos de acuerdo al factor, ver tabla N° 05.

Tabla 5: Valoración de parámetros que contribuyen a la vulnerabilidad de los edificios de hormigón armado

Parámetro (i)	Descripción del parámetro (i)	Clase (ki)			Factos (wi)
		A	B	C	
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	1
3	Resistencia convencional	-1	0	1	1
4	Posición del edificio y fundación	0	1	2	1
5	Diafragmas horizontales	0	1	2	1
6	Configuración en planta	0	1	2	1
7	Regularidad de elevación	0	1	2	2
8	Separación máxima entre unidades estructurales	0	1	2	1
9	Tipo de cubierta	0	1	2	1
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1
11	Estado de conservación	0	1	2	1

Fuente: Benedetti y Petrini, 1984

Aplicaciones del método de índice de vulnerabilidad a viviendas de albañilería confinada.

La investigación de Gent et al., (2005) describe cómo se adaptó y calibró el índice del método desarrollado por el G.N.D.T. (Grupo Nazionale per la Difesa del Terremote). Este método, que considera factores como las propiedades geométricas, la calidad de los materiales y la estructura del edificio, se ha refinado desde su uso inicial en edificios de concreto armado y piedra sin refuerzo en Italia. Estos factores se agrupan en las categorías A, B o C, según la Tabla N° 06. Cada categoría tiene una puntuación específica y cada factor de vulnerabilidad tiene un peso que indica su importancia en el comportamiento estructural del edificio evaluado.

Tabla 6: Valorización de los parámetros

Clases	Descripción
A	Buena
B	Regular
C	Mala

Fuente: Calibración de índice de vulnerabilidad (Albañilería Confinada)

A lo largo del tiempo se han ido introduciendo modificaciones en los procedimientos de la G.N.D.T. para adaptarlos a las características específicas de las estructuras que utilizan la técnica (Gent et al, 2005). Aranda (2000) propuso aplicar este método a estructuras de albañilería confinada. Posteriormente, Gent (2003) modificó esta propuesta, incorporando las ecuaciones 1 y 2, tal como se muestra en la tabla N° 07.

$$I_V = \sum_{j=1}^{10} K_i * W_i \quad (1)$$

$$I_V = \frac{\sum_{j=1}^{10} K_i * W_i}{29} \quad (2)$$

Tabla 7: Puntaje de clases y pesos para estructuras de albañilería confinada

Descripción del parámetro (i)	Parámetro (i)	Clase (K _i)			Factor (W _i)
		A	B	C	
Estructuración del sistema resistente	1	0	1	2	4
Integridad del sistema resistente	2	0	1	2	3
Resistencia estándar	3	-1	0	1	2

Ubicación de la construcción	4	0	1	2	0.75
Diafragmas horizontales	5	0	1	2	0.5
Configuración en planta	6	0	1	2	0.5
Regularidad de elevación	7	0	1	2	1.5
Separación máxima entre unidades estructurales	8	0	1	2	1
Tipo de cubierta	9	0	1	2	0.5
Elementos no estructurales	10	0	1	2	1
Estado de conservación	11	0	1	2	1

Fuente: GENT, K.A (2003)

Instrucciones para la evaluación de vulnerabilidad. Las estructuras de un edificio de albañilería confinada se pueden adecuar a la calibración del método G.N.D.T. y con la propuesta de Cent. (2003) se puede trabajar con toda certeza creando sub parámetros a los parámetros establecidos y adecuando con NTE. Peruanas

Parámetro N° 01: Estructuración del sistema resistente

Este criterio evalúa la estructura de resistencia vertical, sin considerar el material empleado. De acuerdo con las Normas E.030 y E.70 del RNE, se enfatiza la importancia de los anafases en las conexiones entre los elementos verticales ortogonales, tal como se muestra en la Tabla N° 05.

Tabla 8: Sistemas Estructurales

Sistema Estructural	coeficiente de reducción, R Para estructura regulares (*)(**)
Acero	
Pórticos Dúctiles con uniones a momentos	9.5
Otros estructurales de acero:	
Arriostres excéntricos.	6.5
Arriostres en cruz.	6
Concreto Armado	

Pórticos.	8
Dual	7
Muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería confinada	3
Madera por esfuerzo admisible	7

Fuente: Norma E-030 de sismo resistente

- **NO PRESENTA VULNERABILIDAD (A)**

Presenta columnas y vigas en todos los niveles y está construido conforme a la norma **E-070** para mampostería confinada, que establece que la distancia entre piezas verticales debe ser inferior al doble de su altura.

- **PRESENTA MEDIANA VULNERABILIDAD (B)**

A pesar de que no se encuentran en cada planta, las columnas y vigas de confinamiento sí están presentes. Además, la separación entre los elementos verticales no excede el doble de su altura.

- **VULNERABLE MUY ALTA (C)**

Además, la estructura carece de suficiente confinamiento y termina las conexiones en todos los pisos. Además, la distancia entre elementos verticales supera 02 veces su altura.

Parámetro N° 02 Integridad del sistema resistente

Este parámetro examina de manera cualitativa el tipo de material empleado, con el objetivo de distinguir su resistencia. Se realiza la evaluación conforme a los requisitos mínimos establecidos por la Norma E-070 de albañilería.

1 art. 05 Unidades de albañilería

2 art.10 Especificaciones generales

- **NO PRESENTA VULNERABILIDAD (A)**

Todas las unidades de los muros portantes son de ladrillo de King Kong de 18 huecos de buena calidad que presentan un máximo de 30% de vacíos y presentan una correcta colocación con juntas horizontales y verticales (mínimo de 10mm y un máximo de 15mm)

- **PRESENTA MEDIANA VULNERABILIDAD (B)**

Presentan dos tipos de unidades de albañilería en los muros y las unidades son baja calidad y las juntas horizontales y verticales son mayor a 15mm

- **VULNERABLE MUY ALTA (C)**

No cumple con lo establecido en la clase A

Parámetro N° 03 Resistencia estándar

Este parámetro evalúa la fortaleza de la estructura de un edificio, y se puede calcular utilizando la norma E-030 de resistencia a los sismos y la Norma E-070 de Albañilería.

De acuerdo con el Artículo 17 de la Norma E-070, los muros de carga deben tener:

- a) Una sección transversal que sea preferiblemente simétrica.
- b) Continuidad vertical hasta los cimientos.
- c) Una longitud de al menos 1.20 metros para ser considerados como contribuyentes a la resistencia contra las fuerzas horizontales.
- d) Longitudes que sean preferentemente uniformes en cada dirección.

Según el Artículo 19 de la Norma E-070 sobre Requisitos Estructurales Mínimos, el Artículo 19.2 sobre la Estructuración en planta establece que:

b) La densidad mínima de los muros de carga reforzados (ver Artículo 17) en cada dirección del edificio se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{AreadeCortedelosMurosReforzados}}{\text{AreadelaPlantaTipica}} = \frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

Fuente: Norma E-070 Capitulo 07 Art.19.2

En este caso, "Z", "U" y "S" representan los factores de la zona sísmica, la importancia y el suelo, respectivamente, tal como se especifica en la NTE E-030 de Diseño Sismo resistente.

Por otro lado, "N" se refiere al número de pisos del edificio, "L" es la longitud total del muro (incluyendo las columnas, si las hay), y "t" es el espesor efectivo del muro.

- **NO PRESENTA VULNERABILIDAD (A)**

Los muros están distribuidos correctamente en ambas direcciones

- **PRESENTA MEDIANA VULNERABILIDAD (B)**

Correcta distribución de los muros en lado de mayor longitud

- **VULNERABLE MUY ALTA (C)**

No cumple con las características del punto A

Parámetro N° 04 Ubicación de la construcción

A través de una inspección visual, se evalúa el impacto del terreno y la cimentación, penalizando la edificación en función de las condiciones del suelo y la inclinación del terreno sobre el que está cimentada.

La evaluación de este parámetro puede parecer incompleta y desafiante, ya que la observación de las cotas de cimentación no siempre es factible a simple vista. Esto requiere la revisión de los planos estructurales de la cimentación, lo cual puede ser complicado, dado que la mayoría de las estructuras en estudio son antiguas y a menudo no disponen de este tipo de planos, o estos están incompletos.

- **NO PRESENTA VULNERABILIDAD (A)**

El fondo de cimentación de la vivienda se encuentra en un estrato denso y en una misma cota de acuerdo a lo especificado en el plano de estructuras

- **PRESENTA MEDIANA VULNERABILIDAD (B)**

El fondo de cimentación se encuentra en diferentes cotas y el terreno presenta una pendiente mayor del 10%.

- **VULNERABLE MUY ALTA (C)**

El fondo de cimentación se encuentra en diferentes cotas y el terreno presenta una pendiente mayor del 10%. Presencia del empuje debido al terraplén

Parámetro N° 05 Diafragmas horizontales peso

Esto hace referencia a los componentes estructurales del sistema resistente, como la losa de entrepiso. En este punto, se examina la conexión que existe entre la losa y el muro.

- **NO PRESENTA VULNERABILIDAD (A)**

Losa aligerada ($e=0.17\text{m}-0.20\text{m}$) no presenta planos desnivel, conexión de diafragma y muros es eficaz

- **PRESENTA MEDIANA VULNERABILIDAD (B)**

Se trata de una losa aligerada (con un espesor menor a 0.17m), donde no existen planos de desnivel. Se puede apreciar la deformación del diafragma, y la conexión entre el diafragma y los muros es efectiva.

- **VULNERABLE MUY ALTA (C)**

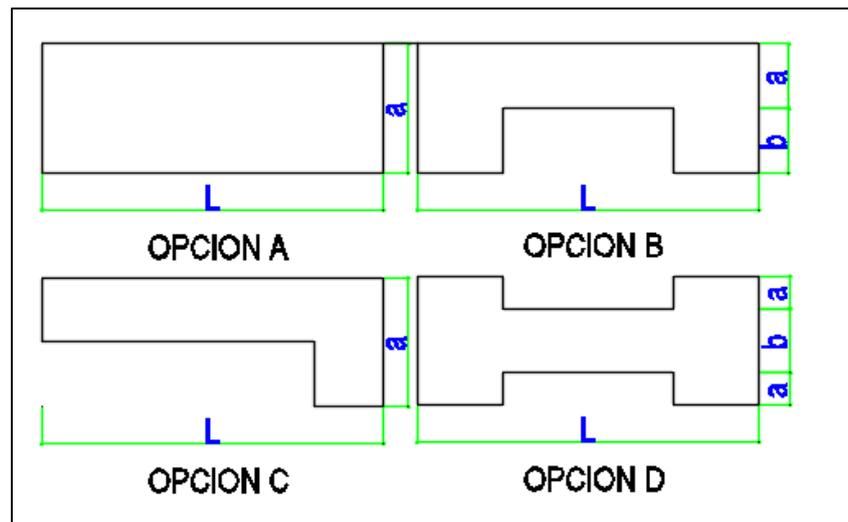
Se trata de una losa aligerada (con un espesor menor a 0.17m), donde existen planos de desnivel. La deformación del diafragma es notable, y la conexión entre el diafragma y los muros es deficiente.

Parámetro N° 06 Configuración en Planta peso

Según la Norma E-070 (Art. 15) CONFIGURACION DEL EDIFICIO

Como sabemos que una edificación en planta regular de forma cuadrada tendrá un comportamiento mejor y la estructura será de clase **A**, pero se presenta una forma de “L” “T” “U” en su configuración en planta y sin juntas esto será irregular será de clase **B** y **C** al no presentar simetría en planta sufrirá torsión al no alcanzar ductilidad.

Figura 9: Donde A, B Y L son las medidas de longitud



Fuente: Elaboración propia

Parámetro N° 07 configuración en elevación

En este parámetro, examinaremos la discontinuidad de los elementos verticales, la relación entre el ancho y la altura, así como las columnas de menor longitud.

- **NO PRESENTA VULNERABILIDAD (A)**
No presenta variación de masa en pisos superiores
Separación del alfeizar de los vanos con respecto a las columnas.
- **PRESENTA MEDIANA VULNERABILIDAD (B)**
No satisface uno de los atributos de la clase A.
- **VULNERABLE MUY ALTA (C)**
No satisface ninguno de los atributos de la clase A.

Parámetro N° 08 separación máxima entre las unidades estructurales

Este parámetro permite evaluar la distancia entre los elementos verticales, el grosor de la losa aligerada y la profundidad de las vigas peraltadas.

- **NO PRESENTA VULNERABILIDAD (A)**
a) los elementos verticales están separados a una distancia máxima de 3m
- **PRESENTA MEDIANA VULNERABILIDAD (B)**

No satisface uno de los atributos de la clase A.

- **VULNERABLE MUY ALTA (C)**

No satisface ninguno de los atributos de la clase A.

Parámetro N° 09 Tipo de Cubierta

Según el Art.15 de Norma E-070 configuración del edificio

Según el Artículo 15.6, se prefieren las vigas dinteles peraltadas (hasta 60cm) en el caso de que el edificio esté estructurado por muros confinados. Además, el peralte debe ser igual al espesor del piso en el caso de que el edificio esté estructurado con muros armados.

- **NO PRESENTA VULNERABILIDAD (A)**

Presenta viga solera y tiene una cubierta estable con un diseño sísmico resistente

- **PRESENTA MEDIANA VULNERABILIDAD (B)**

Presenta viga solera y tiene una cubierta parcialmente estable

- **VULNERABLE MUY ALTA (C)**

Vivienda con cubierta inestable no presenta vigas de conexión

Parámetro N° 10 Elementos no Estructurales

En este parámetro, examinaremos la existencia de columnas cortas y parapetos que contribuyen a la masa, pero no a la rigidez, y que pueden representar un riesgo.

- **NO PRESENTA VULNERABILIDAD (A)**

Elementos no estructurales debidamente confinados y aislados

- **PRESENTA MEDIANA VULNERABILIDAD (B)**

Elementos no estructurales debidamente aislados, pero no confinados

- **VULNERABLE MUY ALTA (C)**

Elementos no estructurales sin aislamiento del sistema ni confinados

Parámetro N° 11 Estado de Conservación

Este parámetro permite evaluar la condición actual del edificio.

- **NO PRESENTA VULNERABILIDAD (A)**

No presenta deterioro ni fisuras o daños en los elementos estructurales

- **PRESENTA MEDIANA VULNERABILIDAD (B)**

No presenta deterioro ni fisuras o daños en los elementos estructurales y si presenta no la compromete a la estructura

- **VULNERABLE MUY ALTA (C)**

Presenta deterioros, fisura y daños que lo comprometen a la estructura Ecuaciones para calcular el Índice de Vulnerabilidad Normalizado aplicables a las estructuras de albañilería confinada.

$$Iv_{\text{albañilería confinada}}^{\text{normalizado}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \text{Peso del factor} \cdot \text{Puntaje de Clase} + 2}{31}$$

Tabla 9: Estimación del grado de daño anticipado en la estructura, basado en la densidad de los muros por unidad de piso y el índice Iv del G.N.D.T.

Vulnerabilidad sísmica	Nivel de daños	Categoría de daños	Índice de G.N.D.T. (Iv)
baja	leve	0 y 1	Iv < 0.350
media	moderado	2	0.350 < Iv < 0.475
	severo	3	0.475 < Iv < 0.600
alta	grave	4 y 5	0.600 ≤ Iv

Fuente: GENT, K.A. (2003)

Tabla 10: Categorías de daño

Categoría	Extensión de daño general	Acción a adoptar
1. Sin daño	Sin daños.	No se requiere acción.
2. Daño no estructural pequeño	Se observan fisuras delgadas en el enlucido y desprendimientos de pedazos de estuco en áreas restringidas.	No es necesario desalojar el edificio. Solo se necesitan intervenciones arquitectónicas.
3. Daño estructural pequeño	Existen fisuras menores en las paredes de mampostería y se han desprendido fragmentos grandes de enlucido en áreas amplias. Se observan daños en componentes no estructurales, como chimeneas y cornisas. A pesar de estos daños, la resistencia estructural del edificio no se ha visto significativamente afectada. Sin embargo, hay una	No es necesario desalojar el edificio. Se requieren intervenciones arquitectónicas para garantizar su preservación.

	presencia generalizada de fallas en los elementos no estructurales.	
4. Daño estructural moderado	Existen fisuras amplias y profundas en las paredes de mampostería, junto con un agrietamiento extenso en las paredes y columnas de hormigón armado. Esto ha llevado a una reducción parcial de la resistencia estructural del edificio.	Es esencial dar prioridad a la evacuación de la vivienda, la cual podrá ser habitada nuevamente tras la realización de trabajos de restauración y refuerzo. Antes de proceder con cualquier tratamiento arquitectónico, se requiere llevar a cabo una restauración estructural y un refuerzo para resistir terremotos.
5. Daño estructural severo	Fragmentos de paredes tanto internas como externas se desprenden, ocasionando derrumbes entre los escombros. Se observa una ruptura en los componentes que conectan las secciones del edificio. Alrededor del 40% de los elementos estructurales fundamentales presentan fallas. La condición de la vivienda se vuelve peligrosa.	Es esencial dar prioridad a la evacuación de la casa. Esta necesita ser derribada o requiere una amplia restauración y fortalecimiento antes de que pueda ser habitada de nuevo.
6. Colapso	Desplome parcial o total de la estructura del edificio.	Limpiar el área y edificar de nuevo.

Fuente: GENT, K.A. (2003)

Albañilería confinada. La albañilería confinada se distingue por ser un muro de albañilería básico que está rodeado por una estructura de concreto reforzado, la cual se vierte después de que se ha construido el muro (San Bartolomé, 2001, p.12).

La albañilería es un material estructural compuesto que, en su versión clásica, se

compone de unidades unidas con mortero. Por lo tanto, es un material formado por unidades que están ligeramente unidas o pegadas. Podemos concluir que estamos hablando de un material que es tanto heterogéneo como anisotrópico. Su resistencia a la compresión es alta por naturaleza, y esta resistencia se basa principalmente en la fortaleza inherente de la unidad misma. Sin embargo, su resistencia a la tracción es relativamente baja y está influenciada por la unión entre la unidad y el mortero (Arango, 2002, p.1)

Por ende, se recomienda la instalación de componentes robustos en las fronteras, como paredes, marcos o marcos reforzados, que deben ser capaces de soportar fuerzas laterales directas, de torsión o una combinación de ambas (Morales, 2006, p.221).

Procedimientos de construcción

Muros Confinados

Materiales:

La diversidad de materiales (hormigón, acero, ladrillo y mortero) empleados en la edificación de muros confinados conlleva a que su comportamiento sea sumamente intrincado de examinar. Por ende, el comportamiento se fundamenta en observaciones de carácter experimental. Basándonos en los experimentos realizados en la PUCP, podemos decir:

Concreto. Es sometido a diversos esfuerzos (como compresión, tracción y corte por fricción) cuando se utiliza en columnas que soportan cargas laterales y verticales en un muro. Por lo tanto, es necesario emplear un concreto con una resistencia mínima de 175 kg/cm² para garantizar su comportamiento estructural adecuado. Además, las dimensiones y la técnica de vibración o chuceo también son importantes para evitar defectos como las cangrejeras en las columnas.

Cuando las cangrejeras aparecen en los extremos de las columnas, se convierten en un problema significativo. En tales situaciones, se requiere remover el concreto afectado y reemplazarlo con uno de mayor calidad. Para lograr la unión entre ambos concretos, se utiliza resina epóxica. Si la cangrejera se encuentra en la zona central de las columnas, el problema es menos crítico. En este caso, se puede picar el área afectada, limpiarla de gránulos sueltos, humedecerla y rellenarla con concreto o mortero, según el tamaño de la cangrejera.

Acero de refuerzo. Se debe utilizar acero corrugado con un punto de fluencia definido, y se permite el uso de acero liso (pero no trefilado) para los estribos.

Se recomienda el uso de zunchos (con un peso máximo de 5 cm) en los extremos de las columnas del entrepiso para confinar el concreto y evitar el pandeo del refuerzo vertical.

Unidades de albañilería. Existe una amplia variedad de unidades utilizadas en los muros confinados; las principales son de arcilla (moldeadas de forma artesanal o industrial), sílico-calcareas (industriales) y bloques de concreto (artesanales o industriales).

Mortero. Para lograr un mortero manejable, se recomienda incrementar la cantidad de agua. En este sentido, se sugiere un slump de 6 pulgadas, medido utilizando el cono de Abrams. Es importante evitar la segregación y asegurarse de que el mortero no se aplaste (San Bartolomé, 2001, p. 19 – 25)

Puntos a favor y en contra de los muros armados

A) Puntos a favor de la Albañilería armada

San Bartolomé considera:

1. En el caso de muros armados, no se requiere el uso de encofrados para los elementos, ya que no existen columnas en ellos. Esta particularidad reduce la criticidad del problema de cizallamiento que podría surgir debido a la fuerza cortante en la junta de construcción entre las jornadas de trabajo al levantar la albañilería. En los muros confinados, el concreto de las columnas de confinamiento se vierte de una sola vez en toda la altura del entrepiso, lo que contribuye a mitigar este problema.
2. Los conductos para las instalaciones eléctricas pueden ser colocados dentro de los alveolos de las unidades.
3. Ofrecen un mejor acabado y, si se utilizan unidades de cara vista, no necesitan tartajeo ni pintura. Esto también podría lograrse en los muros confinados utilizando unidades de cara vista y revistiendo las columnas, si se desea.
4. Al utilizar un refuerzo vertical distribuido uniformemente, se mejora la transferencia de esfuerzo por corte-fricción entre el techo y el muro, así como entre el muro y la cimentación. (p.37).

Tipos de fallas en Albañilería Confinada

1. Se produce una fisura diagonal en el muro cuando la demanda supera la resistencia al corte debido a la insuficiente densidad de muros en una dirección específica del edificio.
2. Los cambios en la sección del muro debido a los huecos de las ventanas. El alféizar de las ventanas provoca la formación de muros de baja altura, lo que genera un problema similar al de las columnas cortas.
3. Desplome de parapetos o tabiques que no están arriostrados.
4. Colisión entre edificios adyacentes debido a la ausencia de juntas sísmicas.
5. La disposición inapropiada de los muros en el plano del edificio, lo que causa problemas de torsión (San Bartolomé, 2001, p. 46).

Albañilería confinada

Los desafíos mencionados previamente condujeron a que, en la década de los 40, se iniciara el confinamiento de los muros de albañilería en nuestro entorno mediante elementos de concreto armado. No obstante, aún existe la posibilidad de fallos en edificaciones con elementos de confinamiento deficientemente diseñados o construidos. Hasta la fecha, no se ha registrado un colapso total en este tipo de estructuras a nivel mundial.

Entre los defectos más notables se encuentran:

1. La suposición de que una sola columna es suficiente para confinar un muro (lo cual no está permitido por la Norma E-070), olvidando que la acción sísmica es cíclica. Este caso suele presentarse en muros con vanos.
2. Columnas demasiado separadas entre sí. Esto provoca la pérdida del efecto de confinamiento en la región focal del muro y el tamaño de las grietas diagonales se vuelve incontrolable, deteriorando la albañilería.
3. La presencia de cangrejeras en las columnas puede deberse a varias razones:
 - a. Concreto demasiado seco: Si el concreto se encuentra muy seco al momento de verterlo, pueden formarse cangrejeras.

- b. Tamaño excesivo de las piedras del concreto: En columnas de pequeñas dimensiones, el uso de piedras de concreto demasiado grandes puede propiciar la aparición de cangrejeras.
- c. Ganchos de estribos largos: Si los ganchos de los estribos son demasiado largos, pueden obstaculizar el flujo del concreto y generar cangrejeras.
- d. Interfaz columna-albañilería con dientes largos: La zona de unión entre la columna y la albañilería, si presenta dientes muy largos, también puede favorecer la formación de cangrejeras.
- e. Mala vibración del concreto: Una vibración inadecuada durante el proceso de vaciado puede contribuir a la aparición de cangrejeras. (San Bartolomé, 2001, p. 46).

Así mismo, se plantearon las siguientes interrogantes **PG**. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano de Huaycán zona C - UCV 52, Ate Vitarte 2018? Y como problemas específicos tenemos los siguientes: **PE1**. ¿Cómo influye la configuración estructural en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano de Huaycán zona C- UCV 52, Ate Vitarte 2018? Y **PE2**. ¿Cómo se cumple la norma nacional de edificaciones en viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano de Huaycán zona C- UCV 52, Ate Vitarte 2018?

Como justificación de estudio tenemos. La **justificación social**, donde se justifica socialmente, ya que se identifica la problemática de las construcciones de viviendas en el asentamiento humano Huaycán zona C-UCV 52, ya que muchas de ellas están expuestas a daños y deterioros por mala práctica de las normas de construcción y que ante una ocurrencia sísmica pueda colapsar las viviendas. Por lo tanto, es necesario concientizar y capacitaciones a los pobladores y a los maestros de obra para que construyan las viviendas sismo resistente. En cuanto a la **justificación teórica**, el objetivo es evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada, utilizando los criterios establecidos en la NTE E-030 para verificar si cumplen con la filosofía y los principios del diseño resistente a los sismos, que incluyen: Prevenir la pérdida de vidas, Garantizar la continuidad de los servicios esenciales y Reducir al mínimo los daños a la propiedad. Del mismo modo como **justificación económica**, tenemos al seguir las recomendaciones que se dará al finalizar la investigación los pobladores evitaren gastos innecesarios en las

reconstrucciones. Como objetivos tenemos los siguientes: **OG**. Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano de Huaycán zona C-UCV 52, Ate Vitarte 2018 y como objetivos específicos tenemos, **OE1**. Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica debido a la configuración estructural de las viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano de Huaycán zona C-UCV 52, Ate Vitarte 2018 y **OG2**. Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica debido al incumplimiento de la norma nacional de edificaciones en viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano de Huaycán zona C-UCV 52, Ate Vitarte 2018. Finalmente se planteó las siguientes hipótesis, **HG**. Existe un nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano de Huaycán zona C-UCV 52, Ate Vitarte 2018 y como específicos los siguientes: **HE1**. Existe un nivel de vulnerabilidad sísmica debido a la configuración estructural de las viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano de Huaycán zona C-UCV 52, Ate Vitarte 2018 y **HP2**. Existe un nivel de vulnerabilidad sísmica según la norma nacional de edificaciones en viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano de Huaycán zona C-UCV 52, Ate Vitarte 2018

II. MÉTODO

2.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación

Toro Jaramillo (2006) considera que la investigación es de **diseño no experimental** se refiere a no manipular intencionalmente variables, sólo observar el comportamiento de los fenómenos en condiciones naturales, para luego realizar la investigación. El estudio actual no fue experimental en el sentido de que no se manipularon variables y la información se recopiló en un solo momento en el tiempo.

como **método de investigación** tenemos. La indagación científica es un procedimiento regulado, metódico, basado en la experiencia y el criterio que se enfoca en las supuestas conexiones entre los fenómenos de la naturaleza (Kerlinger, 1975). En esta investigación, se empleará el método científico ya que se abordará un fenómeno perceptible que podría generar sismos significativos. Según (Cegarra, 2004), el saber científico se incluye en la investigación de **tipo aplicada**, o que su meta es el descubrimiento. Esta investigación es aplicada ya que se llevará a cabo un análisis utilizando conocimientos teóricos sobre la vulnerabilidad sísmica en casas con sistema de albañilería confinada. Y de **nivel explicativo**, ya que se entiende que la investigación actual se centra en describir, registrar, analizar e interpretar la naturaleza y composición de los fenómenos (Tamayo, 2004). En este caso particular, el estudio se enfoca en una descripción minuciosa, ya sea escrita o gráfica, de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas con albañilería confinada. Además, se trata de un **enfoque descriptivo** que se basa en las condiciones actuales de las viviendas. Estas condiciones se registran utilizando parámetros relacionados con la forma en que se construyeron las edificaciones. Además, se asegura el cumplimiento de las normas técnicas específicas: la E-030 para el diseño sismorresistente y la E-070 para la albañilería.

2.2. Variables

2.2.1. Vulnerabilidad Sísmica

Tabla 11: Matriz de operacionalización de variable

Variables	Difinicion conceptual	Difinicion operacionala	Dimensio nes	Indicadores	Escala de medicio n
VI. Vulnerabilidad sísmica	“La vulnerabilidad sísmica es la susceptibilidad de diferentes tipos de edificaciones, es deducida de acuerdo al grado de daños que han sufrido los numerosos edificios que han sido analizados, en función del peligro sísmico” (Kuroiwa,2005,p. 122).	se mide mediante las dimensiones de configuraciones, configuracion estructural y el reglamento nacional de edificaciones realizando inspecciones a las viviendas	Configuración estructural	Organización del sistema resistente	
				Calidad del sistema resistente	
				Posición del edificio y cimentación	
				Diafragma horizontal	
				Configuración en planta	
				Configuración en elevación	
				Espaciamiento máximo entre muros	
				Tipo de cubierta	
				Elementos no estructurales	
			Estado de conservación		
			Reglamento nacional de edificaciones	E 0.30 Diseño sísmico resistente y la E 0.70 Albañilería	

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra

A nivel del proyecto de investigación, la **población** lo conformó las 60 viviendas del asentamiento humano de Huaycán. Zona C-UCV 52. Por la tanto, la **muestra** está formada por un conjunto de viviendas del asentamiento humano de Huaycán Zona C-UCV 52, que se deduce mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * P(1 - P)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * P * (1 - P)}$$

Tal que:

n: Muestra

Z: 1,6 (Nivel de confianza)

p: 50% (Variabilidad positiva)

1 – p: 50% (variabilidad negativa)

N: 60 (población)

E: 5% (Precisión o error)

$$n = \frac{60 * (1.96)^2 * (0.50) * (0.5)}{(60 - 1) * (0.05)^2 + (1.96)^2 * (0.5) * (1 - 0.50)}$$

$$n = \frac{60 (1.96)^2 (0.50) (0.5)}{(60 - 1) (0.05)^2 + (1.96)^2 (0.50) (1 - 0.50)}$$

$$n = 40 \text{viviendas}$$

Poblacion:

Viviendas de Albañeleria Confinada en el A. H. Huaycan, Zona C UCV 52

Muestra:

viviendas de Albañeleria Confinada

2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Para evaluar la vulnerabilidad sísmica, se utilizó la observación directa y encuestas realizadas durante visitas a diversas viviendas. El objetivo era evaluar e identificar las fallas comunes relacionadas con esta variable.

2.4.1. Instrumento

La recolección de datos es una actividad crucial en la investigación y el desarrollo de trabajos. En este caso, se emplearon fichas y cuestionarios como herramientas para

obtener información relevante sobre la variable de estudio. Los indicadores específicos de cada dimensión fueron la base para recopilar estos datos¹. Es importante asegurar que la recolección sea precisa y representativa para obtener resultados confiables en cualquier investigación.

2.4.2. Validez

Se define como el grado de precisión con el que un instrumento de medición refleja lo que se propone medir o cumple su objetivo de construcción (Arribas, 2004).

2.4.3. Validez de Contenido

Fue validado mediante juicio de expertos.

Tabla 12: Validez de contenido

APELLIDO Y NOMBRE DEL VALIDADOR	ESPECIALIDAD DEL VAIDADOR	NOMBRE DEL INSTRUMENTO	PROMEDIO DE VALORACION
Segura Pérez Carlos Manuel	ingeniero civil	ficha técnica	82.40%
Meléndez Bernardo Héctor Luis	ingeniero civil	ficha técnica	90.30%
Juscamaita Artiaga Víctor Josué	ingeniero civil	ficha técnica	86.40%

Fuente: Elaboración pr

Tabla 13: Análisis de confiabilidad

Alfa de Cronbach	Número de elementos
,812	4

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad

Por otro lado (Hernández et al., 2010) añaden que cuando un dispositivo de medición arroja sistemáticamente los mismos resultados cuando se utiliza con la misma persona u objeto, decimos que es fiable.

2.5. Métodos de análisis de datos

A pesar de que hay diferentes enfoques, ninguna metodología de evaluación de vulnerabilidad sísmica logra proporcionar una evaluación absolutamente precisa de la susceptibilidad de un edificio ante los terremotos. Dependiendo del elemento que se analice, todas son estimaciones. Hay que decir que el propio edificio es vulnerable.

Invertir en la reducción de la vulnerabilidad es, por tanto, un acierto que puede salvar vidas y evitar daños materiales.

2.6. Aspectos éticos

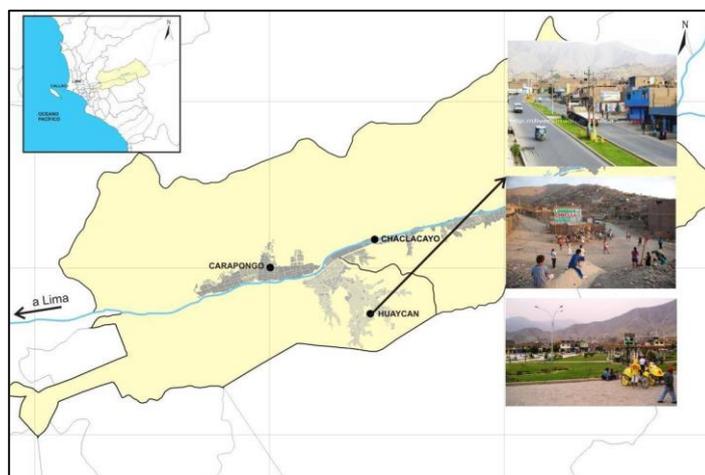
Koepsell y Ruiz (2015), mencionaron que: Ser autor implica ser responsable, tal que el involucrado tiene que dar a conocer de manera transparente lo que hizo en su trabajo investigativo. Implica ser responsable en bien de la ciencia para que otros como el confíen en su labore y valoren su trabajo realizado, tal que su contenido es valorativo y propicio como modelo de investigación y uso como antecedente. Es relevante que la información sea fidedigna y que su contenido científico sea útil para otros investigadores quienes pueden probar y comprobar estudio, tal que comprueben la veracidad del contenido (p.61).

Los autores han asumido toda la responsabilidad de su trabajo y el estudio se ha elaborado meticulosamente con la ayuda de varias fuentes citadas.

2.6.1. Descripción de la Zona de Estudio

El Asentamiento Humano Huaycán se encuentra en el cono este, específicamente en el distrito de Ate Vitarte, en la provincia y departamento de Lima. Huaycán se sitúa al lado izquierdo del río Rímac, a la altura del kilómetro 16.5 de la carretera central, y está enclavado entre las laderas del cerro Figón y Huaycán. La población de Huaycán está compuesta en su mayoría por inmigrantes provenientes de la región andina de Perú, quienes se asentaron en este lugar en busca de una mejor calidad de vida y más oportunidades laborales.

Figura 7: Mapa de localización del asentamiento humano de Huaycán



Fuente: Google maps

Como podemos observar el Asentamiento Humano de Huaycán limita.

Norte: Lurigancho Chosica (cara pongo).

Sur: Cieneguilla.

Este: Chaclacayo

Oeste: Santa Anita

La UCV 52 de la ZONA C tiene las siguientes coordenadas UTM (aproximadamente).

Norte: 867259

Este: 303387

Elevación: 595 m.s.n.m.

2.6.2. Método de Estudio

En este proyecto se realizaron tareas sobre el terreno y en la oficina. La tarea consistió en llevar un registro mediante formularios de encuesta. Se evaluó la asistencia técnica de un profesional, las características de configuración estructural, y la aplicación de las normas EÑ030 de Sismo Resistencia y la E-070 de Albañilería. Este trabajo de campo se realizó en el Asentamiento Humano de Huaycán en la ZONA C UCV 52. Con llenado de fichas de evaluación de vulnerabilidad analizando los 11 parámetros.

2.6.3. Ficha de Observación

Los puntos de consideración que se tuvo son los siguientes:

I- Datos generales

- Dirección
- Propietario
- Datos del año de construcción
- Área de construcción
- Cantidad de pisos

II- Información Técnica

- Planos la vivienda
- elaboración del diseño

- antes o después se realizó los planos
- encargado de construcción y supervisión

III- Los 11 parámetros

1. Tipo Organización del Sistema Resistente (SR)

- Presenta columnas y vigas
- Construido de acuerdo al RNE

Figura 8: Sistema resistente que se observa



Fuente: Toma fotográfica propia

2. Calidad del SR

- Muros portantes con unidades de albañilería de 18 huecos
- Juntas mínimas entre 10mm y 15mm
- Muros portantes con dos tipos de unidades de albañilería

Figura 12: se observa muros portantes con dos tipos de unidades de albañilería



Fuente: Toma fotográfica propia

Figura 9: juntas horizontales y verticales mayores a 15mm

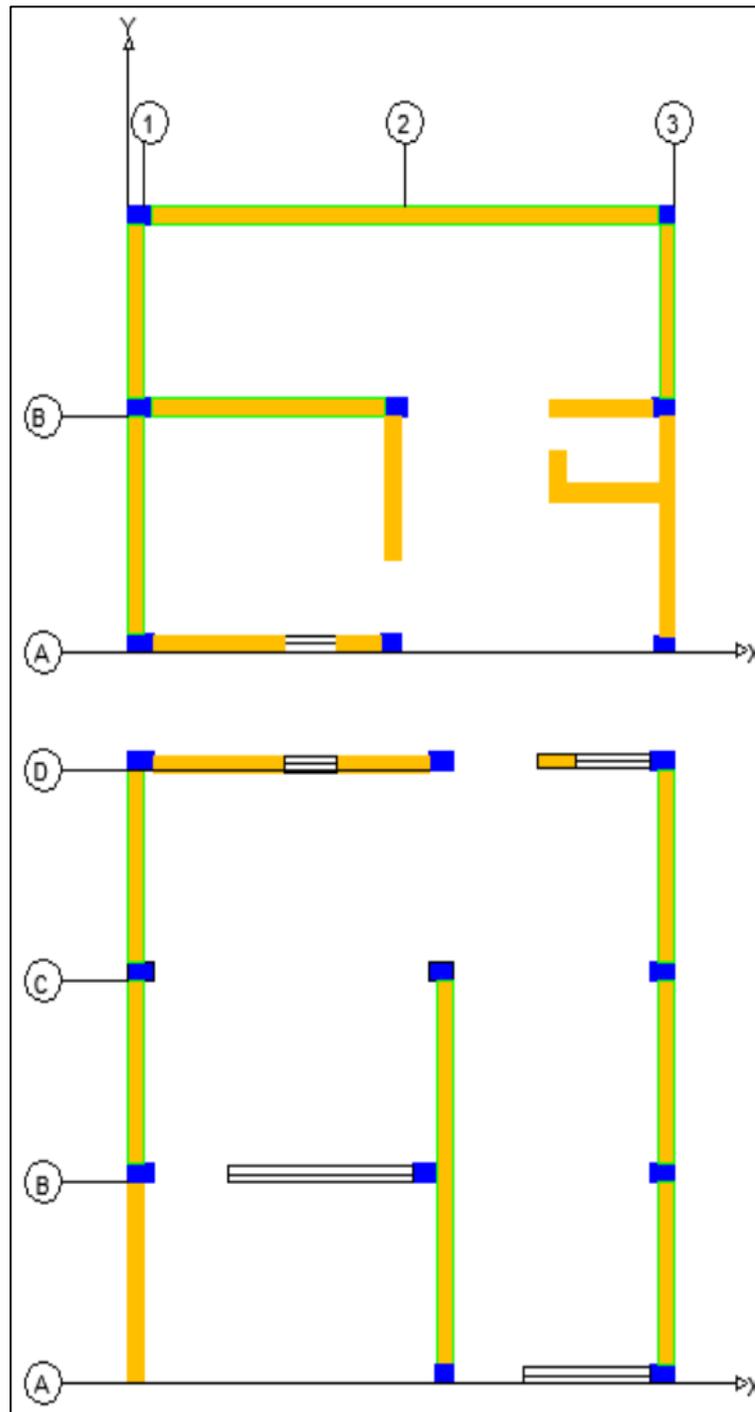


Fuente: toma fotográfica propia

3. Resistencia convencional

- Correcta distribución de muros en los dos ejes

Figura 14: croquis de una vivienda que presenta correcta distribución de muros en el eje "X" mas no en el eje "Y"



Fuente: Elaboración propia

4. Posición del edificio

- Fondo de cimentación en un solo nivel
- Fondo de cimentación en un estrato denso

Figura 10: cimentación de columna en un solo nivel en terreno denso



Fuente: Toma fotográfica propia

5. Diafragma Horizontal

- El peralte de la vigueta de la losa aligerada es adecuado
- Presenta deformación y la presencia de diafragma horizontal

Figura 11: se puede observar conexión de vigas y columnas

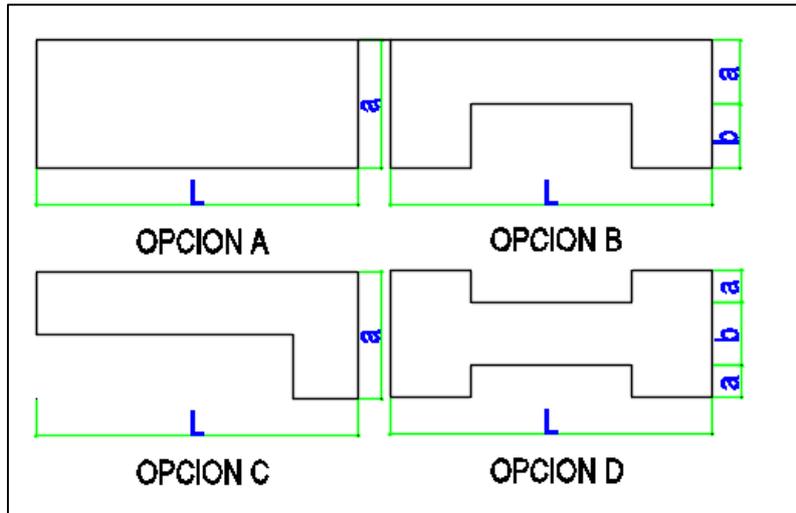


Fuente: Toma fotográfica propia

6. Configuración en Planta

- Se evalúa la simetría es regular o irregular

Figura 12: se observa simetría en planta



Fuente: Elaboración propia

7. Configuración en Elevación

- Elevación vertical cansilla
- Variación de masa
- Columnas cortas
- Presencia juntas sísmicas entre edificios

Figura 13: presenta variación de masa e irregularidad en elevación



Fuente: Toma fotográfica propia

Figura 19: ausencia de junta sísmica entre do viviendas



Fuente: Toma fotográfica propia

8. Tipos de cubierta

- Cubierta de concreto armado
- Diseño sismo resistente
- Vigas de concreto armado

Figura 14: el tipo de cubierta no es de concreto armado



Fuente: Toma fotográfica propia

9. Elementos no estructurales

- Parapetos, tabaquerías, ventanas tanques elevados

Figura 15: falta de confinamiento en parapeto y muros



Fuente: Toma fotográfica propia

10. Estado de conservación

Evaluación del estado de conservación de las viviendas se los elementos estructurales presentan deterioro, fisuras, eflorescencia de salitre, deterioro y la exposición de aceros.

Figura 16: desprendimiento de concreto en las columnas



Fuente: Toma fotográfica propia

III. RESULTADOS

Tras visitar las viviendas, se llevó a cabo una evaluación basada en 11 parámetros del índice de vulnerabilidad propuesto por G.N.D.T. y adaptado por GENT. Esta evaluación se realizó para la albañilería confinada y la aplicación de las Normas E-030 de Resistencia a Sismos y la E-070 de Albañilería. Los resultados obtenidos para cada parámetro se pueden ver en el cuadro siguiente.

Tabla 14: Identificación de parámetros

PARAMETRO	L39	L24	L57	L3	L52	L25	L41	L10	L4	L7	L34	L31	L30	L35	L6	L32	L60	L42	L13	L29
organización del sistema resistente	B	B	A	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	B	A	B
calidad del sistema resistente	B	B	B	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	B
resistencia convencional	B	B	A	B	B	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	B	A	B
posición del edificio	B	B	A	B	B	B	B	A	B	B	A	B	B	B	A	B	B	B	A	B
diafragma horizontal	B	B	A	C	B	B	B	B	C	B	A	A	B	B	B	B	C	B	A	B
configuración en planta	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A
configuración en elevación	B	B	B	C	B	B	B	A	A	B	B	A	B	B	B	B	C	B	A	B
separación máxima entre las unidades estructurales	B	B	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	B
tipo de cubierta	B	B	A	C	B	B	B	B	C	B	B	B	B	B	B	B	C	B	A	B
elementos no estructurales	B	B	B	B	C	B	A	A	C	B	A	A	B	B	B	B	B	B	A	B
estado de conservación	A	B	A	C	C	C	B	B	C	B	B	A	C	C	A	C	C	A	A	C

PARAMETRO	L14	L36	L53	L17	L45	L14	L15	L48	L47	L40	L50	L44	L38	L28	L51	L23	L61	L59	L1	L2
organización del sistema resistente	B	B	C	A	B	B	B	B	B	C	B	C	C	C	B	B	B	B	B	C
calidad del sistema resistente	B	B	B	A	B	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

resistencia convencional	B	B	C	A	B	A	A	B	B	C	B	B	B	B	C	B	B	B	B	B
posición del edificio	A	A	B	A	B	A	A	A	B	B	B	B	B	B	C	B	B	B	A	B
diafragma horizontal	A	B	B	A	B	B	B	B	B	B	B	A	B	B	C	B	B	B	B	C
configuración en planta	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A
configuración en elevación	B	B	B	B	B	A	A	A	B	B	B	C	B	B	B	B	B	B	B	A
separación máxima entre las unidades estructurales	B	C	B	A	B	A	A	B	B	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B
tipo de cubierta	B	B	B	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	B	B	B	B	C
elementos no estructurales	B	B	B	A	B	B	A	B	B	C	B	C	C	B	C	A	B	B	C	C
estado de conservación	A	A	C	A	B	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Valorización de los parámetros

Clases	Denominación
A	Buena
B	Regular
C	Mala

Fuente: G.N.D.T.

Tabla 136: Evaluación por parámetro

PARAMETRO	A	B	C
Estructuración del sistema resistente	7%	73%	20%
Integridad del sistema resistente	7%	88%	5%
Resistencia estándar	17%	73%	10%
Ubicación de la construcción	30%	67%	3%

diafragma horizontal	17%	70%	13%
Diseño del plano horizontal	95%	5%	0%
Diseño del plano vertical	20%	72%	8%
separación máxima entre las unidades estructurales	15%	80%	5%
tipo de cubierta	7%	80%	13%
elementos no estructurales	20%	60%	20%
estado de conservación	27%	13%	60%

Fuente: Elaboración propia Identificación de clases por parámetro

$$Iv_{\text{albañilería confinada}}^{\text{normalizado}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \text{Peso del factor} \cdot \text{Puntaje de Clase} + 2}{31}$$

Tabla 147: Evaluación de vulnerabilidad sísmica por vivienda

vivienda	I.V.	Daño
LT.39	0.452	Daño moderado
LT. 24	0.484	Daño severo
LT. 57	0.129	Daño leve
LT. 03	0.806	Daño grave
LT. 52	0.581	Daño severo
LT. 25	0.484	Daño severo
LT. 41	0.419	Daño moderado
LT.10	0.355	Daño moderado
LT. 04	0.548	Daño severo
LT. 07	0.484	Daño severo
LT. 34	0.387	Daño moderado
LT. 31	0.323	daño leve
LT. 30	0.516	Daño severo
LT. 35	0.516	Daño severo
LT. 06	0.419	Daño moderado
LT. 32	0.484	Daño severo
LT. 60	0.806	Daño grave
LT.42	0.452	Daño moderado
LT.13	0.032	Daño leve
LT. 29	0.516	Daño severo

LT. 14	0.387	Daño moderado
LT. 36	0.452	Daño moderado
LT. 53	0.677	Daño grave
LT.17	0.097	Daño leve
LT. 45	0.484	Daño severo
LT. 14	0.258	Daño leve
LT. 15	1.258	Daño leve
LT. 48	0.419	Daño moderado
LT. 47	0.484	Daño severo
LT. 40	0.742	Daño grave
LT. 50	0.584	Daño severo
LT. 44	0.71	Daño grave
LT. 38	0.677	Daño grave
LT. 33	0.645	Daño grave
LT. 51	0.71	Daño grave
LT. 54	0.484	Daño severo
LT. 61	0.516	Daño severo
LT. 59	0.516	Daño severo
LT. 01	0.516	Daño severo
LT.02	0.71	Daño grave

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: categorización de vulnerabilidad sísmica e Identificación de daños por vivienda

VULNERABILIDAD SÍSMICA	NIVEL DE DAÑO	I.V. ÍNDICE DE G.N.D.T.	VIVIENDAS DE ALBAÑELERÍA CONFINADA
BAJA	LEVE	$I_v < 0.350$	15%
MEDIA	MODERADO	$0.350 < I_v < 0.475$	22%
	SEVERO	$0.475 < I_v < 0.600$	40%
ALTA	GRAVE	$0.600 \leq I_v$	23%

Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Resultados de evaluación de viviendas



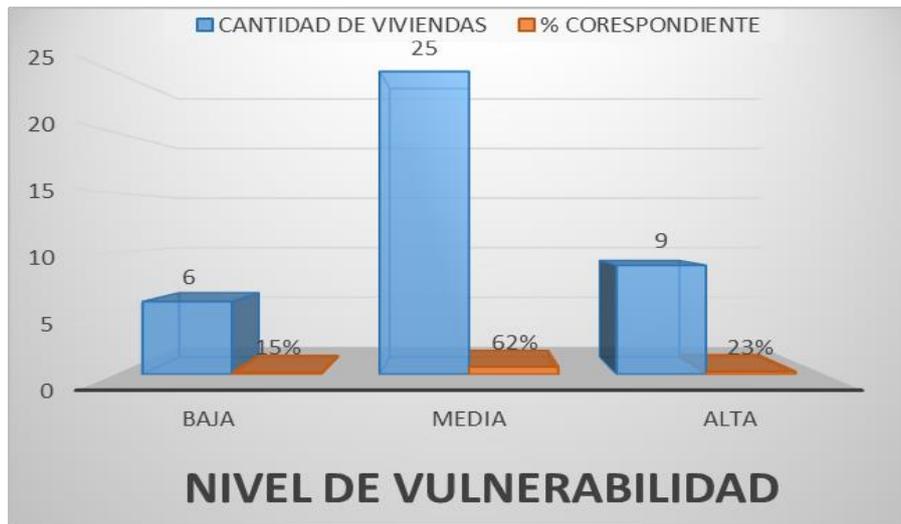
Fuente: Elaboración propia

Tabla 159: nivel de vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	VIVIENDAS DE ALBAÑELERIA CONFINADA
BAJA	15%
MEDIA	62%
ALTA	23%

Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Resultados del nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas



Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

El estudio de POMA (2017) reveló que el 73% de los edificios examinados presentaban un riesgo sísmico medio, mientras que un 18% de las viviendas mostraban una alta vulnerabilidad a los sismos. En relación a la hipótesis principal, se verificó la existencia de un nivel de vulnerabilidad en las viviendas de albañilería confinada en la zona C-UCV 52 del Asentamiento Humano de Huaycán, Ate Vitarte 2018. Los resultados mostraron que un 23% de las viviendas presentaban una alta vulnerabilidad, un 62% una vulnerabilidad media y un 15% una baja vulnerabilidad, confirmando así la hipótesis general.

Campodónico (2017) en su tesis mencionó que un total de 36 propietarios consintieron en ser encuestados para conocer mejor las características generales de las zonas investigadas. De esta encuesta se desprende que casi todas las construcciones presentan lo que se conoce como "arquitectura espontánea" (97%). Esto significa que el propietario no ha pensado mucho en su diseño y, en cambio, está abierto a las sugerencias de los responsables del proyecto. Además, el hecho de que el 89% de los propietarios confíe en que su casa pueda sobrevivir a una catástrofe sísmica y el 86% no haya contratado a un profesional para que le ayudara a construirla añade peso a las preocupaciones expresadas.

Respecto al objetivo específico 1, se comprobó que existe un nivel de vulnerabilidad debido a la configuración estructural de las viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano de Huaycán zona C-UCV 52, Ate Vitarte 2018, lo que se pudo comprobar con los 11 parámetros que son organización del sistema resistente que presenta una vulnerabilidad alta de 20%, calidad de sistema resistente una vulnerabilidad alta de 5%. Resistencia convencional que presenta una vulnerabilidad alta de 10%, posición del edificio que presenta una vulnerabilidad alta de 3%, diafragma horizontal de 13% y en la configuración en planta no hay vulnerabilidad, en configuración en elevación tiene una vulnerabilidad alta de 8%, separaciones entre elementos estructurales tiene vulnerabilidad alta de 5%, tipo de cubierta una vulnerabilidad alta de 13%, elementos no estructurales que presenta una vulnerabilidad alta de 20% y por último el estado de conservación que presenta una vulnerabilidad alta de 60%.

Luna (2013) en su estudio encontró que, de las 30 viviendas encuestadas en Trujillo, el 83% tiene un nivel de vulnerabilidad alto, mientras que sólo el 7% tiene un nivel de vulnerabilidad bajo. Casi el 83% de las viviendas se encuentra en una categoría de riesgo medio, mientras que el 7% restante está en una categoría de riesgo alto. Por último, el peligro es medio, y la diferencia es alta en un 87%. Ninguna casa es completamente segura.

En relación al objetivo específico 2, se logró determinar que existe un nivel de vulnerabilidad según la norma nacional de edificaciones en viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano de Huaycán zona C-UCV 52, Ate Vitarte 2018, siendo las normas que permitieron la comprobación de los resultados la norma E030 de sismo resistencia y la E070 de albañilería. Ya que se pudo comprobar que el 93% de los hogares que no poseen un diseño sismo resistente y solamente el 7% recibió una asistencia técnica y supervisión durante la construcción.

V. CONCLUSIONES

En cuanto al objetivo general en el asentamiento humano Huaycán Zona C UCV 52, se encontró que mientras el 62% de las viviendas son medianamente vulnerables, el 23% son altamente vulnerables. Esto se debe a que el 23% de las viviendas fueron construidas por los propios propietarios, mientras que el 93% fueron construidas sin la asistencia de un profesional. Además, sólo el 7% de las casas recibieron asesoramiento de un profesional.

Con respecto al objetivo específico 01 en el Asentamiento Humano de Huaycán Zona C UCV 52 se determinó el nivel de vulnerabilidad que presentan las vivienda es debido a la configuración estructural, ya que se pudo observar una baja densidad de muros en eje Y-Y, muros con dos tipos de unidades de albañilería con juntas mayores a 15mm, cimentación en dos niveles, variación de masa en elevación y columnas cortas, ausencia de vigas peraltadas en luces mayores a 3m, la falta de juntas sísmicas, tipos de cubiertas inestables y el deterioro de elementos estructurales por falta de mantenimiento por la antigüedad que tienen.

Con respecto al objetivo específico 02 en las viviendas del Asentamiento Humano de Huaycán Zona C UCV 52 presentan una vulnerabilidad media de 62% y una vulnerabilidad alta de 23%, es debido que la mayoría es autoconstrucción y no presentan un diseño de acuerdo a las normas E-030 Sismo Resistencia y la E-070 de Albañilería.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda que las entidades del estado tomen cartas en el asunto para hacer cumplir las normativas del reglamento para no seguir cometiendo los mismos errores y debe existir un control en exigir que las futuras construcciones cuenten con asesoramiento técnico desde el proyecto hasta la construcción. Esta manera se podrá evitar reducción en la funcionalidad o en todo caso el colapso de las estructuras generando pérdidas de materiales y de la vida de muchas personas.

Finalmente, para el Asentamiento humano de Huaycán Zona C UCV 52, se aconseja implementar un plan de fortalecimiento y conservación de las casas. Se sugiere solicitar los bonos de protección para viviendas en riesgo de sismos, establecidos por la Ley 30191. Este beneficio está regulado por el Reglamento Operativo R.M. 172-2014-VIVIENDA –VMVU-DNV y su enmienda, el reglamento de operación R.M. 352-2014-VIVIENDA –VMVU-DNV.

REFERENCIAS

ABURTO, Pilar. "Análisis de la vulnerabilidad sísmica del puente Pedro de Valdivia-Chile", Universidad Austral de Chile, 2013.

ANRANGO O. Julio, Análisis, Diseño y Construcción en Albañilería ACI Perú Edición 2002

ARRIBAS, Martin M. Diseño y validación de cuestionarios. En matronas profesión, Madrid-Madrid. 2004. [27] pp.

Disponible en: http://www.enferpro.com/documentos/validacion_cuestionarios.pdf

BLASCO B. Antonio. Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado 1ra reimpresión mayo 1997.

BERNAL, Cesar. Metodología de la investigación 3.ª ed. Colombia: Pearson Educación, 2010. 106 pp. ISBN: 9789586991285.

BENEDETTI, D. y Petrini, V. (1984). Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: proposte di un metodo di valutazione. Roma: L'industria delle costruzioni.

CAMPODONICO "Evaluación de los Problemas de Ubicación y Configuración Estructural en Viviendas Autoconstruidas en la Comunidad Urbana Autogestionaria de Huaycán, Ate, Lima, 2017".

CEGARRA Sánchez, José. 2004. Metodología de la investigación científica y tecnología. Madrid - España: Díaz de Santos, S.A., 2004. Dolce. 1994. 1994.

CÓRDOVA, Manuel. Estadística descriptiva e inferencial. 5.ª ed. Perú, 2003. Editorial Moshera SRL. ISBN: 9972-813-05-3.

Gent, K.A. (2003). Calibración del Índice de Vulnerabilidad del G.N.D.T. para Estructuras de Albañilería Confinada (tesis pregrado). Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

GNDT (Gruppo Nazionale Per La Difesa Dai Terremoto) (1986). Istruzioni per la compilazione della scheda di rilevamento esposizione e vulnerabilità sismica degli edifici. Regione Emilia Romana, Italia.

GUTIERREZ, Humberto. Calidad y Productividad. 4.ª ed. Guadalajara: Programa Educativo S.A. de C.V., 2014. 382 pp. ISBN: 978- 607-15-11485.

HERNADEZ, Roberto, FERNADEZ, Roberto y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6.ª ed. México: Edamsa Impresiones, 2014. 634 pp. ISBN 9701057538.

HARMSSEN Teodoro, Diseño de Estructuras de Concreto Armado 5. ed. Fondo de edición PUCP. 2017 ISBN978-612-317-297-8

KERLINGER, Fred N. 1975. Investigación del Comportamiento. México: Nueva Editorial Interamericana, 1975.

KUROIWA, Julio. Reducción de desastres. Segunda edición. Asociación editorial Bruño, Perú. 2005. ISBN: 9972104001

KOEPSSELL y RUIZ. Ética de la investigación – integridad científica. Primera edición, México 2015. ISBN: 9786074605068.

LÓPEZ. “Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas existentes en los barrios la victoria y Miraflores de la ciudad de Riobamba”, Ecuador, 2014.

LUNA. “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo”, 2013.

MASKREY, Andrew. 1993. Los desastres no son naturales. Lima: s.n., 1993.

MORALES M. Roberto Diseño en Concreto Armado 3.ª Ed. ICG mayo 2006.

MUÑOZ, Alejandro. Ingeniería sismo resistente. Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima 2005.

ORTEGA, Cristian. "Determinación de la vulnerabilidad estructural de edificaciones por efecto de sismo en el centro urbano del distrito de Villa Rica", Universidad del centro del Perú, Facultad de Ingeniería Civil, Huancayo – Perú, 2014.

POMA Presento la Tesis “Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de autoconstrucción en la urbanización popular minas buenaventura – huacho 2017”.

SAN BARTOLOMÉ, ÁNGEL. Blog de Ángel San Bartolomé: “Investigaciones experimentales hechas en construcciones de albañilería, para actualizar los conocimientos de ingenieros civiles y estudiantes de Ingeniería Civil”, 2001.

TAMAYO Y TAMAYO, Mario. 2004. El Proceso de la Investigación Científica. México: LIMUSA, 2004.

TORO JARAMILLO, Iván Darío y Parra Ramírez, Rubén Darío. 2006. Método y

conocimiento: Metodología de la investigación. Colombia: Universidad EAFIT, 2006. ISBN: 958-8281-11-3.

VERA. “Análisis de la vulnerabilidad sísmica y escenarios de riesgo sísmico del distrito de Cabanyal – Canyamelar de la ciudad de Valencia”, 2015.

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO













UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Escobedo Apestegui, Franklin Macdonald, docente de la Facultad DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la Universidad César Vallejo de la sede Lima Ate , asesor (a) del trabajo de investigación/trabajo académico/proyecto de investigación/informe de tesis titulada titulada: “Vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería confinada en el asentamiento humano Huaycán zona c - ucv 52, Ate Vitarte 2018”, del autor: Mariño Ortega, Edwin Nilo, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis / trabajo académico cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 13 de Septiembre del 2024.

ESCOBEDO APESTEGUI, FRANKLIN MACDONALD	
DNI: 08257238	Firma 
ORCID: 0000-0001-9197-4019	
Autor: MARIÑO ORTEGA, EDWIN NILO	

NOTA: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentren fuera del Campus Virtual Trilce serán considerados como COPIA NO CONTROLADA