



EDITORIAL
NAVEGANTE



VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y SU RELACIÓN CON LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

Josue Enrique Salas Roa



Josue Enrique Salas Roa

Correo: josue.salas.roa@gmail.com

Perfil: Ingeniero Civil con CIP N° 263192, especialista en Gestión de Proyectos; Verificado Común por la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP) con CIV N° 016553VCZRIX; Especialista en Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones, prevención de riesgos y desastres en Defensa Civil de proyectos de Vivienda, Comerciales, e Industrias y Ponente temas de Building Information Modeling (BIM), Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones y Saneamiento Físico y legal de inmuebles.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1687-782X>

Afiliación: Universidad César Vallejo.

VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y SU
RELACIÓN CON LA VULNERABILIDAD
SÍSMICA

Josue Enrique Salas Roa



EDITORIAL
NAVEGANTE

Todas nuestras publicaciones son sometidas a revisión doble-ciego de pares académicos (*Peer Review Double Blinded*).

Esta publicación cuenta con licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 3.0 Unported License.



ISBN: 978-628-7623-76-7

© Josue Enrique Salas Roa

2024

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11073406>

©Editorial Navegante

www.editorialnavegante.com

Queda prohibida la reproducción bajo cualquier modalidad de toda o una parte de esta obra sin autorización expresa del titular de los derechos.

Diseño de carátula y composición: Editorial Navegante

Edición electrónica: Editorial Navegante

Editado en Colombia/ *Published in Colombia*

VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y SU
RELACIÓN CON LA VULNERABILIDAD
SÍSMICA

Josue Enrique Salas Roa



EDITORIAL
NAVEGANTE

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS	40
INTRODUCCIÓN	15

CAPÍTULO I

PANORAMA GENERAL DEL SECTOR VIVIENDA EN EL PERÚ....	17
1.1. Aspectos generales de las viviendas peruanas	18
1.1.2. Concepto de vivienda.....	19
1.1.2. Características de vivienda en la zona peruana	20
1.2. Problemas de la vivienda.....	22
1.3. La informalidad en la construcción a través de los años	24
1.4. Política de vivienda actual.....	26

CAPÍTULO II

VULNERABILIDAD SÍSMICA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS	28
2.1. Vulnerabilidad sísmica: nociones elementales	29
2.2. Clases de vulnerabilidad sísmica.....	32
2.2.1. Vulnerabilidad estructural.....	32

2.2.2. Vulnerabilidad no estructural	33
2.2.3. Vulnerabilidad funcional	34
2.3. Tipos de suelos para la construcción.....	36

CAPÍTULO III

VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS: DIAGNÓSTICO EN EL PERÚ	38
3.1. Viviendas autoconstruidas: nociones generales.....	39
3.2. Características de las viviendas autoconstruidas en América Latina	42
3.3. Calidad de la construcción	45
3.4. Configuración estructural (geometría, resistencia, rigidez y continuidad).....	47
3.5. Fallas de edificación	50

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS UBICADAS EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA DE VENTANILLA	52
---	----

CAPÍTULO V

REFLEXIONES FINALES EN TORNO A LA PROBLEMÁTICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN UNA ZONA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	114
---	-----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
---------------------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de la variable independiente</i>	56
Tabla 2. <i>Operacionalización de la variable dependiente</i>	58
Tabla 3. <i>Rango y magnitud de validez</i>	60
Tabla 4. <i>Coefficiente de validez por juicios de expertos</i>	61
Tabla 5. <i>Análisis granulométrico</i>	64
Tabla 6. <i>Límites de Atterberg ASTM D-4318 / NTP 339.129</i>	65
Tabla 7. <i>Distribución granulométrica</i>	65
Tabla 8. <i>Perfil estratigráfico</i>	66
Tabla 9. <i>Resumen del índice de vulnerabilidad (Iv)</i>	67
Tabla 10. <i>Resumen de índice de vulnerabilidad (Iv)</i>	68
Tabla 11. <i>Resumen de índice de vulnerabilidad (Iv)</i>	68

Tabla 12.	
<i>Asesoría profesional</i>	70
Tabla 13.	
<i>Calidad de materiales</i>	70
Tabla 14.	
<i>Diseño estructural</i>	71
Tabla 15.	
<i>Calidad de mano de obra</i>	72
Tabla 16.	
<i>Área del terreno</i>	73
Tabla 17.	
<i>Niveles</i>	75
Tabla 18.	
<i>Topografía del terreno</i>	76
Tabla 19.	
<i>Resistencia</i>	77
Tabla 20.	
<i>Resistencia</i>	77
Tabla 21.	
<i>Geometría</i>	78
Tabla 22.	
<i>Rigidez</i>	79
Tabla 23.	
<i>Continuidad</i>	80
Tabla 24.	
<i>Fisuras y grietas</i>	81
Tabla 25.	
<i>Resumen de fichas de datos</i>	82
Tabla 26.	
<i>Relación de Iv - Asesoría profesional</i>	84
Tabla 27.	
<i>Relación de Iv - Asesoría profesional en porcentajes</i>	85

Tabla 28.	
<i>Relación de Iv - Calidad de materiales en porcentajes</i>	86
Tabla 29.	
<i>Relación de Iv - Calidad de materiales en porcentajes</i>	86
Tabla 30.	
<i>Relación de Iv - Diseño estructural</i>	88
Tabla 31.	
<i>Relación de Iv - Diseño estructural en porcentaje</i>	88
Tabla 32.	
<i>Relación de Iv - Calidad de mano de obra</i>	90
Tabla 33.	
<i>Relación de Iv - Calidad de mano de obra en porcentajes</i>	90
Tabla 34.	
<i>Relación de Iv - Niveles de viviendas</i>	92
Tabla 35.	
<i>Relación de Iv - Niveles de viviendas en porcentajes</i>	92
Tabla 36.	
<i>Relación de Iv - Topografía del terreno</i>	94
Tabla 37.	
<i>Relación de Iv - Topografía del terreno en porcentajes</i>	94
Tabla 38.	
<i>Relación de Iv - Resistencia</i>	96
Tabla 39.	
<i>Relación de Iv - Resistencia en porcentajes</i>	96
Tabla 40.	
<i>Relación de Iv - Geometría</i>	98
Tabla 41.	
<i>Relación de Iv - Geometría del terreno en porcentajes</i>	98
Tabla 42.	
<i>Relación de Iv - Rigidez</i>	100
Tabla 43.	
<i>Relación de Iv - Rigidez en porcentajes</i>	100

Tabla 44.	
<i>Relación de Iv - Continuidad.....</i>	102
Tabla 45.	
<i>Relación de Iv - Continuidad en porcentajes.....</i>	102
Tabla 46.	
<i>Relación de Iv - Fisuras y grietas.....</i>	104
Tabla 47.	
<i>Relación de Iv - Fisuras y grietas en porcentajes.....</i>	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Estructura de la oferta de vivienda en el Perú urbano.....</i>	23
Figura 2. <i>Modelos de viviendas autoconstruidas en los asentamientos humanos de Lima Metropolitana en el siglo XXI.....</i>	40
Figura 3. <i>Vista panorámica del proyecto de viviendas autoconstruidas PREVI</i>	41
Figura 4. <i>Modelo arquitectónico de autoconstrucción Linkcity, en Ile-de-France.....</i>	42
Figura 5. <i>Viviendas autoconstruidas en zonas de comercio informal en los conos de Lima Metropolitana.....</i>	43
Figura 6. <i>Propuesta de un sistema de aprovechamiento hídrico en una vivienda autoconstruida en la Amazonía.....</i>	44
Figura 7. <i>Materiales ecoamigables empleados en la autoconstrucción de viviendas</i>	45
Figura 8. <i>Modelo arquitectónico de vivienda autoconstruida de Buckminster Fuller</i>	46
Figura 9. <i>Modelo de viviendas autoconstruidas ecológicas del sur de España.....</i>	47

Figura 10.	
<i>Interiores de vivienda autoconstruida en Barcelona</i>	48
Figura 11.	
<i>Geometría cuadrangular en las viviendas autoconstruidas peruanas</i>	49
Figura 12.	
<i>Adobe en casas autoconstruidas en las zonas de serranía esteparia.....</i>	50
Figura 13.	
<i>Grietas en una vivienda autoconstruida en Lima</i>	51
Figura 14.	
<i>Plano de ubicación</i>	63
Figura 15.	
<i>Plano del Asentamiento Santa Rosa de Pachacútec</i>	63
Figura 16.	
<i>Índice de vulnerabilidad sísmica de la zona de estudio</i>	69
Figura 17.	
<i>Asesoría profesional</i>	70
Figura 18.	
<i>Calidad de materiales.....</i>	71
Figura 19.	
<i>Diseño estructural</i>	72
Figura 20.	
<i>Calidad de mano de obra.....</i>	73
Figura 21.	
<i>Área de terreno.....</i>	74
Figura 22.	
<i>Niveles.....</i>	75
Figura 23.	
<i>Topografía del terreno.....</i>	76
Figura 24.	
<i>Geometría</i>	78
Figura 25.	
<i>Rigidez.....</i>	79

Figura 26. <i>Continuidad</i>	80
Figura 27. <i>Fisuras y grietas</i>	81
Figura 28. <i>Relación de Iv - Asesoría profesional</i>	85
Figura 29. <i>Relación de Iv - Calidad de materiales</i>	87
Figura 30. <i>Relación de Iv - Diseño estructural</i>	89
Figura 31. <i>Relación de Iv - Calidad de mano de obra</i>	91
Figura 32. <i>Relación de Iv - Niveles de viviendas</i>	93
Figura 33. <i>Relación de Iv - Topografía del terreno</i>	95
Figura 34. <i>Relación de Iv - Resistencia</i>	97
Figura 35. <i>Relación de Iv - Geometría</i>	99
Figura 36. <i>Relación de Iv - Rigidez</i>	101
Figura 37. <i>Relación de Iv - Continuidad</i>	103
Figura 38. <i>Relación de Iv - Fisuras y grietas</i>	105

INTRODUCCIÓN

Los asentamientos informales son un fenómeno urbano global. Mil millones de personas viven en condiciones de informalidad y precariedad en el mundo. Por ello, las Naciones Unidas reconocen la importancia de la participación de los habitantes informales y su rol en la producción de la ciudad y los considera dentro de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que están establecidos en la Agenda 2030 (Ossul-Vermehren, 2018). Esto demuestra que hay un acelerado crecimiento poblacional a nivel mundial donde las personas, en busca de una mejor calidad de vida, se dirigen a la ciudad. Por otro lado, esta movilización de la población a la ciudad beneficia al crecimiento económico del país; sin embargo, genera problemas en la expansión urbana.

Asimismo, las Naciones Unidas (s.f.) indican que la rápida urbanización ha traído enormes desafíos como el crecimiento de número de habitantes en zonas vulnerables, incluso se ha originado una expansión urbana no planificada, donde la población vive en infraestructuras inadecuadas, que hace que las ciudades sean más vulnerables a los desastres; por ello, su objetivo es lograr que en el 2030 las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. En este sentido, es relevante señalar que tener una vivienda es un derecho fundamental del ser humano donde pueda realizar sus actividades diarias como dormir, comer y descansar, en un lugar habitable.

El Perú forma parte de esta Agenda 2030, debido a que la mayor parte del país se encuentran instalados en viviendas que no presentan condiciones

adecuadas ni servicios básicos, como luz, agua y desagüe. Por ello, el gobierno peruano tomó medidas para contrarrestar el problema de precariedad de las viviendas y el difícil acceso para adquirir un bien inmueble, a través de los programas el Nuevo Crédito Mi Vivienda y Techo Propio que están dirigidos para los sectores medio, medio-bajo y bajos.

Es necesario resaltar que el incremento de la población en las zonas urbanas se originó debido al proceso migratorio, lo cual más adelante se formaron nuevos distritos. (Alayza, 2019) señala que, aproximadamente, 80 000 viviendas se construyeron mediante la autoconstrucción, pero la mitad de estas construcciones no tienen ninguna seguridad ni calidad en la construcción. Además, estos distritos están ubicados alrededor de la ciudad, tales como Puente de Piedra, Villa el Salvador, San Juan de Lurigancho, Carabaylo y Villa María del Triunfo.

Estas construcciones informales o viviendas autoconstruidas se caracterizan por no contar con la seguridad ni la observación de especialistas, incluso están construidas con materiales de baja calidad y su diseño estructural está mal elaborado. Algunas de las causas de las viviendas autoconstruidas son la distribución desigual de los programas habitacionales, los altos créditos hipotecarios, el empleo informal, entre otros.

Por ello, el Estado debe reestructurar sus programas de viviendas para reducir el número alto de viviendas autoconstruidas porque el Perú está ubicado en una región geográfica que se caracteriza por manifestar una alta actividad sísmica. Además, toda edificación después de un sismo es considerada vulnerable, ya sea por el grado de sismicidad y el daño ocasionado.

CAPÍTULO I

PANORAMA GENERAL DEL SECTOR VIVIENDA EN EL PERÚ

El derecho a la vivienda es reconocido universalmente como elemento fundamental para el ser humano porque debe establecerse en un lugar adecuado que cuente con servicios básicos. En la mayoría de los países latinoamericanos se presenta el problema de la vivienda, debido a la gran demanda, insuficientes recursos financieros y una escasa capacidad de pago de las familias (Castillo-García, 2021). Diversos estudios sobre la producción de vivienda social en América Latina coinciden que el precio del suelo es elevadísimo en el mercado, lo cual dificulta el acceso a una vivienda (Calderón, 2015).

De este modo, se confirma que el Perú no es el único que tiene problemas para adquirir una vivienda digna. Entonces los países latinoamericanos tienen un déficit habitacional, que —según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018b)— viene a ser la carencia del conjunto de exigencias que tiene la población para contar con una vivienda digna. Incluso el problema habitacional varía en las regiones porque los precios presentan modificaciones de acuerdo con la zona y a la demanda. Por ello,

el Estado debe plantear políticas que beneficien a la población en la inserción económica para que pueda adquirir este bien esencial.

Desde el 2004, en el Perú, el sector construcción es considerado el motor de la economía del país, debido a que involucra a otras industrias en este proceso, ya que le proveen de insumos. Además, este crecimiento es impulsado por los programas gubernamentales de vivienda; sin embargo, en el 2015, el sector construcción tuvo un deficiente desempeño, debido a la disminución del consumo interno del cemento y a la menor inversión (Palomino et al., 2017).

A pesar de que el sector construcción genera crecimiento económico para el país, la población urbana, según Aguilar et al. (2015), continúa expandiéndose y trae consigo una continua demanda por viviendas, generalmente para familias de bajos recursos. A lo largo de los últimos 30 años, ante la falta de acceso a los servicios financieros y un suficiente proceso de desarrollo territorial, las medidas que optaron las familias de bajo recursos fueron la invasión de tierras y la autoconstrucción de viviendas de baja calidad.

En Lima, por ejemplo, la producción informal de viviendas es prácticamente la única solución que tienen los sectores económicos más bajos (C, D y E) (Espinoza y Fort, 2020). Entonces, la expansión de la población demuestra que no hay una adecuada planificación de zonificación por parte del gobierno, lo cual generará consecuencias a largo plazo, porque las personas se asientan en zonas que no están en condiciones habitables, debido al tipo de suelo. Además, la falta de financiamiento y acceso a recursos financieros ocasiona que uno mismo construya su propia casa sin la evaluación de un experto quien le asesore.

1.1. Aspectos generales de las viviendas peruanas

En el Perú, según el XII Censo Nacional de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, se ha registrado 31 millones 237 mil 385

habitantes, lo que muestra un crecimiento de la población de 3 millones 16 mil 621 habitantes desde el 2007. Además, dentro de la relación de países que comprenden América del Sur, el Perú se encuentra en el quinto puesto de los países más poblados (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018a). A partir de ello, se observa que en el país hay una desproporción entre la cantidad ofertada de viviendas y el número de habitantes, donde incluso la mayor parte de la población se encuentran laborando en centros de trabajos informales, lo que dificulta adquirir un bien inmueble.

1.1.1. Concepto de vivienda

En primer lugar, el término vivienda, según la Real Academia Española (s.f.), es un lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas. Por otro lado, la Resolución Ministerial N.º 029-2021-Vivienda (2021) señala que la vivienda viene a ser una edificación independiente o multifamiliar, compuesta por ambientes para el uso de varias personas, capaz de cubrir las necesidades básicas como comer, dormir, entre otras. Por último, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (s.f.) indica que una vivienda es una edificación construida o adaptada con el propósito de ser habitada. Además, la vivienda debe cumplir dos requisitos: tener un techo y paredes que le permita aislarse de otras personas y contar con un acceso directo a la vivienda.

Entonces, una vivienda debe presentar una serie de características para que pueda ser considerada como tal con la finalidad de ser habitada. Por otro lado, Timaná y Castañeda (2019) indican que la Constitución de 1979 reconocía a la vivienda como un derecho fundamental de la familia, pero la Constitución de 1993 no recogió este enunciado, pero mostró su interés sobre la adquisición de una vivienda en base a las normas legales; sin embargo, estas normas aún deben ajustarse de acuerdo a la realidad.

A pesar de que la vivienda sea considerada un derecho, la burbuja inmobiliaria y la crisis hipotecaria fueron las causantes para que la vivienda

sea considerada como un activo financiero y ya no un derecho humano (Galiana, 2017). Esto se refleja en la sociedad, donde se observa las dificultades para adquirir una vivienda formal, los pobladores se asientan en zonas inadecuadas para vivir. Debido a ello, optan separar sus espacios con casas prefabricadas, esteras, maderas, entre otros materiales. Por lo tanto, se infiere que la vivienda engloba a las actividades que puede realizar la persona en el espacio que cuente con una pared, techo y un acceso a la entrada. adquisitivo difícil de conseguir a pesar de los programas que ofrece el Estado.

1.1.2. Características de vivienda en la zona peruana

Las viviendas peruanas presentan las siguientes características:

- Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.), las viviendas se dividen en vivienda particular y vivienda colectiva.
 - Vivienda particular. Está casa para ser habitada por una persona o varias personas bajo normas de convivencia de la familia. Puede ser casa independiente, departamento, vivienda en quinta, choza, vivienda autoconstruida, entre otros.
 - Vivienda colectiva. Está destinada para ser habitada a través de normas administrativas. Se dividen en institucionales y no institucionales. El primero comprende hospitales, clínicas, cárcel, asilo, conventos, cuartel, escuelas militares, entre otros. El segundo comprende hospedajes o pensiones.
- La mayor parte de viviendas es informal. La mayoría de las personas se adueñan de espacios que pertenecen al Estado debido a ciertos factores, ya sea económico, político, pandemia, entre otros.
- Se forman en asentamientos humanos (AA. HH.). Conocido como pueblos jóvenes que agrupa a un tipo de organización que se caracteriza por ser parte de una invasión organizada de terrenos del Estado

a través de invasiones progresivas o incluso ocupaciones violentas. Además, los asentamientos humanos carecen de servicios básicos, así como también saneamiento y suministro hídrico. Sin embargo, estos servicios básicos llegan después de la ocupación, con 20 años de retraso (Román, 2016).

- Las viviendas informales no cuentan con servicios de luz ni desagüe. Esto se debe a que la zona posesionada no cuenta con saneamiento básico y legal. Debido a ello, las personas recurren a la compra de agua de los camiones cisterna.
- Las viviendas se ubican en pendientes o taludes, en los bordes de los ríos, sobre un suelo que no está consolidado, incluso alrededor de zonas arqueológicas. En este punto es preciso resaltar sobre el tráfico de terrenos, ya que ha aumentado el número de casos donde la persona paga a terceros para adquirir un lote, como sucede en el morro Solar de Chorrillos y Caral.
- Las casas son construidas por un maestro de albañil, sin un estudio previo de un ingeniero. Muchas veces por desconocimiento y por ahorrar no se pide una asesoría de un especialista quien asesore sobre la construcción. Incluso cuando uno quiere construir un piso adicional no considera si la base está apta para la construcción de pisos adicionales.
- Las viviendas están construidas con materiales de baja calidad. Alayza (2019) señala que las personas buscan materiales de bajo costos como, por ejemplo, ladrillos hechos de forma artesanal. Una construcción con este material refleja la baja resistencia y calidad del muro de albañilería.
- Las construcciones no cuentan con permisos de la municipalidad. Espinoza y Fort (2020) indican que en el 2019 se registró lo siguiente: el 37 % de viviendas urbanas del país contaban con licencia de construcción municipal y el 63% no.
- Los materiales que predominan en las paredes exteriores de las viviendas son los ladrillos o bloques de cemento (55.8 %), y en menor

proporción son madera (9.5 %) y quincha (2.1 %) (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018c).

1.2. Problemas de la vivienda

En el Perú se producen 128 000 viviendas al año; sin embargo, esta cantidad es insuficiente porque no abarca la demanda. El objetivo de construir 190 000 viviendas anuales no soluciona el problema habitacional del país. Incluso la construcción de estas viviendas presenta deficiencias estructurales o no cuentan con servicios básicos, ya que en el 2017 las ciudades del país tenían 600.000 viviendas inadecuadas. Entonces, el problema de la producción de viviendas inadecuadas se debe a la oferta del mercado (Espinoza y Fort, 2020).

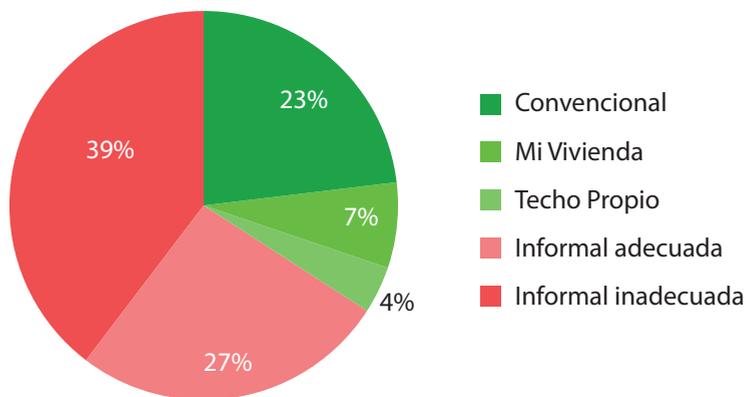
Por otro lado, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018a) señala que, en el XII Censo Nacional de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades indígenas, se registró 31 237 385 habitantes en el 2017, donde la mayor parte de la población se concentra en la ciudad de Lima. Esto genera que el aumento de precio de las viviendas de la ciudad sea alto.

En los últimos años, los gobiernos han tomado medidas para solucionar el problema de adquisición de una vivienda a través del desarrollo de un mercado de crédito hipotecario; sin embargo, ninguno de esos proyectos ha podido eliminar el déficit habitacional ni desarrollar un mercado de crédito hipotecario estable. Entonces, ante la necesidad de reducir el déficit, se iniciaron los programas habitacionales liderados por el Programa Mi Vivienda, en 1998, con la misión de construir viviendas económicas (Aguilar et al., 2015).

El difícil acceso a un crédito hipotecario fue el elemento crucial para que el gobierno reformule proyectos, como Crédito Mivivienda y Techo Propio, que benefician a la población peruana para que tengan un lugar digno donde vivir (que incluya servicios básicos).

Figura 1

Estructura de la oferta de vivienda en el Perú urbano



Nota. Tomado de Espinoza y Fort (2020).

En la Figura 1 se observa que el 23 % de viviendas son financiadas con crédito hipotecario tradicional, los programas Mivivienda y Techo Propio suman el 11%, y el 66 % corresponde a la producción informal de vivienda.

Espinoza y Fort (2020) sostienen que las causas de los problemas de viviendas son los siguientes:

- *El Estado incentiva la producción de vivienda informal.* En los últimos gobiernos, el Estado peruano ha adoptado una política dual en relación al desarrollo urbano; es decir, muestra su postura en contra de la ocupación informal e ilegal de terrenos a través de normas, pero luego los formaliza como una manera de ofrecer una solución de habitabilidad para los estratos más pobres. Asimismo, Román (2016) confirma la legalización de hogares informales por parte del gobierno, como medida de contrarrestar el problema de la informalidad.

El gobierno autoriza la legalización de viviendas, pero no toma en cuenta las causas que puede traer en un futuro. El país se encuentra en una zona altamente sísmica, incluso en los últimos años se ha producido

huaicos, como el caso del huaico que se produjo en el 2017, donde varias familias perdieron sus viviendas.

- *El mercado de vivienda formal no se masifica.* En el país hay tres modalidades de producción formal de viviendas para un público específico (créditos hipotecarios, Crédito Mivivienda y Techo Propio), los cuales no están distribuidos equitativamente. Además, no se puede acceder a estos programas debido a que no cuentan con garantías para que les otorguen un crédito, ya que son mayormente trabajadores informales. Por último, las inmobiliarias realizan un sobre costo, debido al tipo de suelo, y la ausencia de redes de agua y saneamiento; esto ocasiona el difícil acceso a un proyecto inmobiliario.

1.3. La informalidad en la construcción a través de los años

La informalidad urbana en el Perú es un fenómeno que tiene larga data, con énfasis en Lima (Torres y Ruiz-Tagle, 2019). En 1990, la informalidad urbana aumentó, se eliminaron subsidios y programas públicos de viviendas. En 1997 se creó el Fondo Mi Vivienda (FMV), entidad que brindaba bonos o subsidios para la adquisición de una vivienda. En el 2002, durante el gobierno de Alejandro Toledo, se creó el Programa Techo Propio para los sectores de menores ingresos, aunque este programa adquirió mayor relevancia en el segundo gobierno de Alan García (Calderón, 2019).

Asimismo, Calderón (2015) sostiene que en el 2002 el Perú tomó la medida aplicada por los países de Chile, México, Colombia y Costa Rica. Esta medida consistía en que el Estado adquiriera terrenos, diseñe los programas y contrate las empresas para que se encarguen de la ejecución de los programas habitacionales. Una de sus variantes era el subsidio de la oferta otorgado por el Estado; sin embargo, este plan no funcionó, debido a la escasez de los fondos públicos. Además, porque las viviendas construidas se encontraban a precios inaccesibles para el sector de menores ingresos, pero sí favoreció a la clase media.

Según el Censo Poblacional 2007 existen 6 400 131 viviendas en el Perú, de las cuales entre el 30 % y el 40 % de las edificaciones son resultados de procesos de construcción formales, por lo que el resto han sido autoconstruidos. Esto se debe a la inmigración del interior del país a la capital; familias optaron por invadir terrenos y empezar a habitarlos, convirtiéndolos en construcciones insostenibles y de baja calidad (Lozano et al., 2018).

En el Perú se realizan diferentes construcciones y las cantidades son muy altas debido a la demanda, se estima un aproximado de 115 000 viviendas, lo cual demuestra que la mitad son construcciones de viviendas informales. Estas construcciones no cuentan con aprobación municipal ni la participación de un profesional (ingeniero civil o arquitecto) (Alayza, 2019). Mayormente las familias cuentan con algún conocido albañil que le facilite en la ampliación o construcción de sus viviendas.

La mala distribución de los programas habitacionales propuestos por el Estado, el incremento de precios de las inmobiliarias, las altas tasas crediticias y la falta de garantía para acceder a un crédito son los factores que determinan la informalidad de la construcción en el país. Sumado a ello, la centralización porque ocasiona la concentración de pobladores en una zona, lo que también influye en la informalidad.

Un punto que se debe resaltar con respecto a la informalidad urbana es el mercado de suelos; es decir, la mafia de tierras. Hay algunos casos donde los habitantes de asentamientos humanos pagan para que les permitan vivir en zonas precarias. En la ciudad se ha creado una red de mafia de terrenos. Para los pobladores es accesible adquirir un lugar de este modo, porque es más económico y, de este modo, se evita el proceso de trámite para la obtención de terreno. Por lo tanto, esto refleja la incapacidad del gobierno en frenar este tipo de malas prácticas (Torres y Ruiz-Tagle, 2019).

En el caso de Lima, se han establecido asentamientos humanos informales desde los años 60, donde grandes grupos de familia se instalan en zonas y

colocan sus casas en forma precaria, como esteras, maderas, cartones, entre otros materiales que permita cubrir su espacio. Además, en estas zonas no se cuenta con ningún tipo de servicio básico, incluso no presenta pistas o veredas. Después de cierto tiempo, los que pertenecen al asentamiento humano forman parte de la ciudad debido a la política de protección por parte del Estado. Por último, en el 2012 se registraron aproximadamente 45,000 viviendas informales (Alayza, 2019).

Por lo tanto, la informalidad urbana no es un problema que acontece en los últimos años, sino que data desde que se dio el proceso del campo a la ciudad, donde los peruanos decidieron ir a Lima por mejores oportunidades laborales. Entonces, este crecimiento poblacional generó el incremento de viviendas informales y aun con los programas establecidos por el gobierno, ya que no estaba elaborado según la realidad económica de la población peruana, que no cuentan con trabajos formales y salarios que le permitan adquirir un préstamo para un bien que sostenga a su familia.

1.4. Política de vivienda actual

El Estado busca enfrentar el déficit de vivienda y contrarrestar la informalidad de viviendas, para que, de este modo, haya más oportunidades para la población en adquirir un hogar, ya que las familias de menos recursos no pueden costear el precio de las viviendas que se ofrecen en el mercado, ni acceder al financiamiento de las entidades del sistema financiero o, de obtenerlo, sería muy costoso la tasa de interés; y el seguro debido al riesgo que representan. Por ello, las acciones de política pública impulsadas por el Estado tienen que ir de la mano con la aplicación de subsidios al precio de las viviendas o al crédito hipotecario (Premio al Buen pagador y Bono del Buen Pagador) (Roa y Herrera, 2019).

La política de vivienda social en el país se desarrolla a través de dos programas:

- **Nuevo Crédito Mi Vivienda.** Es considerado el programa público más exitoso para la clase media, lo cual ha otorgado 68.000 créditos hipotecarios (Calderón, 2015). Este plan consiste en un préstamo hipotecario para financiar la compra de una vivienda terminada, en construcción o en proyecto cuyo valor sea de S/. 58.800 hasta los S/. 419.600. Este crédito financia el bien terminado o en proyecto, viviendas de primera venta, viviendas de alquiler, casas y/o departamentos, construcción en sitio propio y/o mejoramiento de la vivienda (Fondo Mivivienda, s.f.).
- **Techo Propio.** Este programa está orientado para las familias con ingresos mensuales que no excedan el valor de S/. 3715 para comprar y S/. 2706 para construir o mejorar su vivienda (Fondo Mivivienda, s.f.). Asimismo, Espinoza y Fort (2020) señalan que este programa financia a los sectores medios-bajos y bajos (C2, D y E), a través de la vivienda de interés social (VIS), e incluso cuenta con el bono familiar habitacional que cubre una parte considerable del valor total de la vivienda, que equivale hasta el 63 %.

Por otro lado, la Política Nacional de Vivienda y Urbanismo (PNVU) busca definir las prioridades y estrategias principales que orienten y articulen acciones, esfuerzos y recursos que competen al sector privado, la sociedad civil y el urbanismo. Tiene por objetivo fortalecer la planificación urbana y territorial, incrementar el acceso a una vivienda adecuada, asegurar la ocupación sostenible del suelo y mejorar el acceso a espacio público (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

CAPÍTULO II

VULNERABILIDAD SÍSMICA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Como es de conocimiento general, el Perú se encuentra ubicado en una región geográfica que se caracteriza por manifestar una alta actividad sísmica. La causa principal de este hecho se debe a que gran parte de la costa occidental del continente sudamericano forma parte del Anillo de Fuego, la cual es una enorme cadena de placas tectónicas que se caracterizan por experimentar frecuentes procesos de subducción. En el caso del Perú, según el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) (2014), las placas que están en una constante interacción son las Placas de Nazca y la Placa Suramericana, esto tiene por consecuencia que en el territorio nacional se haya experimentado y se siga experimentando una asidua actividad sísmica.

Por otra parte, la distribución demográfica en el Perú se caracteriza por un alto predominio de la población en las zonas de la costa. La principal razón de este suceso tiene su explicación en factores sociales, puesto que a partir de la década del 50 la ciudad de Lima experimentó un proceso de crecimiento poblacional producto de las constantes migraciones de los

pobladores de la sierra y selva que arribaban a la capital buscando una mejor calidad de vida (Seiner, 2017). A medida que el proceso migratorio se intensificó, en la ciudad de Lima se empezaron a fundar numerosos distritos; es decir, la construcción de viviendas empezó a aumentar de manera vertiginosa, a tal punto que hoy en día numerosos distritos de la capital presentan un hacinamiento, ya que las viviendas han llegado a construirse o bien en las zonas altas de los cerros o bien en zonas cuyos suelos no son aptos para la construcción.

Ahora bien, si consideramos que la costa del Perú en su totalidad está comprendida dentro del Anillo de Fuego del Pacífico y, además, que en la capital del país se presenta un problema de hacinamiento urbano y que un significativo porcentaje de las viviendas son autoconstruidas, se puede concluir que el Perú presenta un potencial problema de riesgo ante un eventual fenómeno telúrico de alta magnitud (CISMID, 2014).

Esta conclusión se ve reforzada si se considera que la zona centro del país, específicamente la que comprende las zonas de Lima y Callao viene experimentando el fenómeno de “laguna sísmica o zona de silencio sísmico”, dado que no se ha registrado un evento telúrico significativo desde hace más de dos siglos si se tiene por referencia un epicentro cercano a las zonas mencionadas.

2.1. Vulnerabilidad sísmica: nociones elementales

La calidad y solidez de las edificaciones de una ciudad son criterios importantes que permiten estructurar un plan de emergencia ante un posible movimiento telúrico; pero además son criterios que permiten determinar el riesgo sísmico al cual se encuentran expuestos. Justamente, el riesgo sísmico es un concepto importante para desarrollar, puesto que es una medida que interrelaciona tanto el peligro y la vulnerabilidad sísmica, en otras palabras, es el grado de pérdida que se genera debido al suceso de un sismo (Quiroz, 2017). Aquella medida comprende el nivel de sismicidad de la zona, la densidad poblacional, el grado de concientización y preparación

que una población posee para afrontar situaciones telúricas, el nivel económico y el desarrollo urbano. Todas estas variables y otras más son tomadas en cuenta para determinar el riesgo sísmico, puesto que la variación de cualquiera de ellas puede incrementar o reducir el nivel de riesgo.

Planteado de esta manera, la totalidad de los centros poblacionales posee un riesgo sísmico en términos potenciales, por ello es de vital importancia que se pueda conocer el grado de riesgo al que está sujeto una población, sobre todo en lo relativo a sus edificaciones, para determinar las medidas preventivas a tomar en cuenta (Jiménez et al., 2018). Por ello, es necesario estudiar y conocer la vulnerabilidad sísmica de las construcciones tanto a un nivel interno, es decir, estructural y no estructural, como a un nivel externo. Determinar el grado de vulnerabilidad presupone una labor compleja y demandante, puesto que requiere el uso de una gran cantidad de recursos, por ello su implementación tiene que estar regulada por criterios estrictos (Benavente, 2018).

Esto es así porque la historia y la experiencia colectiva demuestran a través de los terremotos que existen estructuras que pueden sufrir un mayor daño, a pesar de tener una estructura semejante y de estar ubicadas en el mismo espacio (Ayala, 2017). La razón estriba en que las construcciones se diferencian en la calidad de la estructura que presentan, lo cual implica que unas construcciones manifiestan un grado menor de vulnerabilidad que otras. Esto lleva a concluir que la vulnerabilidad sísmica se puede definir como el grado de pérdida de un elemento o conjunto de ellos a partir de la ocurrencia probable de un elemento telúrico. Así mismo, si se aplica al caso de una construcción o edificación se refiere a la calidad estructural y/o a la solidez de los elementos que forman parte de la estructura que tienen el propósito de resistir un evento telúrico de gran magnitud (López, 2021).

Además, que una construcción presente características en su estructura relativamente endebles que la conviertan en una edificación vulnerable ante un movimiento sísmico obedece a una propiedad constitutiva de la

misma construcción. De ahí que la peligrosidad sísmica de una construcción en base al sitio sea independiente del grado de vulnerabilidad sísmica y viceversa; puesto que una construcción puede ser vulnerable sin necesidad de encontrarse en una zona que se calificada peligrosa sísmicamente hablando (Quiroz, 2017).

En este sentido, cualquier estudio de vulnerabilidad sísmica puede sencillamente encontrarse en todas las obras de la ingeniería civil, como son las carreteras, casas, puentes, condominios, edificios, etc. En otras palabras, el cálculo de la vulnerabilidad siempre va a estar presente en cualquier construcción que requiera evaluar su reacción ante un terremoto o sismo.

Pero un inconveniente, según Benavente (2018), es la manera cómo va a reaccionar la estructura de la construcción, puesto que para determinar con cierto grado de precisión ello, se requiere tener en cuenta un sin número de variables que entran en juego. Por ejemplo, dentro de estas variables se pueden encontrar la resistencia y calidad que poseen los materiales, el acabado de la construcción, la manera como se interrelacionan los elementos estructurales con los no estructurales, las características sísmicas del lugar, el tipo de suelo sobre la cual se va a erigir la construcción, etc. Usualmente, cuando se realiza un estudio de riesgo sísmico, este abarca grandes áreas, por ello se hace necesario utilizar las referencias estadísticas del caso a nivel urbano o de barrios, lo que tienen por consecuencia que las estimaciones de vulnerabilidad presentan considerables grados de incertidumbre (Jiménez et al., 2018). Esto sucede, además, porque los cálculos se ejecutan sin considerar como datos pertinentes y necesarios los informes del estado y comportamiento de las construcciones. Incluso, sucede casos donde los cálculos se realizan de manera muy empírica, los cuales no toman en absoluto como referencia los datos que les pueda brindar el comportamiento estructural.

Por otra parte, a pesar de que no se pueda determinar con precisión un método estándar sobre los criterios y/o procedimientos para calcular la vulnerabilidad sísmica se puede brindar un esbozo:

2.2. Clases de vulnerabilidad sísmica

Los distintos tipos de vulnerabilidad sísmica tiene por factor común a la estructura que, en el ámbito de las edificaciones, se refiere a la manera de cómo están integrada las distintas partes de una construcción. De esta manera la edificación, sea el tipo que sea, tiene que presentar una relación coherente entre el material que se va a usar para realizar la construcción y la estructura que se ha planificado plasmar.

2.2.1. Vulnerabilidad estructural

Se refiere al grado de predisposición que la estructura puede presentar frente a los diversos daños que pueda recibir en las partes que tienen la función de brindar sostén a la edificación, tales como las columnas, los muros y las vigas (Rodríguez-Anaya, 2019). Estos daños a los que se ha hecho referencia no necesariamente se reducen a movimientos telúricos, puesto que pueden ocurrir por diversos fenómenos naturales, así como por factores antrópicos. Además, el grado de vulnerabilidad, para este caso, también obedece al tiempo de antigüedad de la construcción, que con el paso de los años puede mermar la calidad de los materiales que se han usado. Por último, la manera como se utilice la edificación, es decir, el grado de conservación y cuidado que puedan manifestar las personas que ocupan dicho establecimiento también es un factor que incide en la vulnerabilidad estructural. En síntesis, se puede afirmar que la vulnerabilidad estructural, tiene una gran cantidad de factores que incide en su determinación.

El daño estructural puede ser determinado, tanto a niveles de índole cuantitativa como cualitativa, lo cual permite una flexibilidad de evaluación cuando se desea saber cuán deteriorada se encuentra la edificación, así como cuán expuesta se encontraría ante un eventual desastre natural que podría generar un colapso total de la infraestructura (Aguilar, 2016).

Desde un enfoque cualitativo lo que se realiza es un informe descriptivo

de los daños que la infraestructura presenta, a partir de una observación minuciosa sobre los elementos estructurales que han sufrido un deterioro. Mientras que, desde un enfoque cuantitativo, requiere un análisis más completo, para ello se utilizan modelos que permiten obtener una serie de índices sobre la respuesta estructural en su conjunto, como son la ductilidad de los metales que se ha utilizado o las posibles distorsiones que se han presentado en la construcción (Arévalo, 2020).

2.2.2. Vulnerabilidad no estructural

Ante un evento sísmico que afecta a una urbanización, las estructuras bases de las edificaciones pueden quedar totalmente intactas, pero pueden sufrir daños en sus componentes no estructurales. Esta situación suele presentarse cuando los eventos telúricos son moderados, puesto que al ser baja la magnitud del sismo, las columnas y las bases de la edificación se mantienen intactas, pero los elementos arquitectónicos o los equipos mobiliarios pueden verse afectados por aquel sismo (CISMID, 2014). En este sentido, la evaluación de la vulnerabilidad no estructural busca determinar la magnitud en que los elementos no estructurales puedan sufrir daños a partir de un sismo moderado o un sismo de gran intensidad. Ahora bien, los sismos que con mayor frecuencia ocurren son los sismos que presentan un grado relativamente bajo de magnitud, esto debería ser un criterio suficiente para comprender que la evaluación de la vulnerabilidad no estructural es más relevante de lo que usualmente se cree, sobre todo en Latinoamérica donde los estudios de riesgo sísmico no consideran mucho este tipo de vulnerabilidad; puesto que se ha visto que numerosos códigos no contemplan normas regulativas sobre los elementos no estructurales.

Además, los costos que los daños no estructurales pueden provocar generalmente son mayores que los costos provocados por los daños estructurales. Como se mencionó, un movimiento sísmico leve puede generar mayores pérdidas a nivel no estructural, puesto que las probabilidades de afectar las estructuras base de la edificación son mínimas para estos casos.

Los diversos casos han evidenciado que los daños de los elementos no estructurales pueden generar que la situación de emergencia se agrave con mayor intensidad. Por ejemplo, que partes superficiales de una pared, como los acabados, se desprendan, pueda generar que las vías de circulación se vean obstruidas o un daño en el inmobiliario puede provocar que los servicios básicos de la edificación se vean interrumpidos (Burga y Rivera, 2019).

Los elementos que comprenden la vulnerabilidad no estructural son los siguientes:

Las instalaciones básicas como los sistemas de agua, luz, cable, internet y gas que se encargan de brindar los servicios a una vivienda, edificación comercial u hospital.

Los bienes muebles y los distintos equipos que pueda contener el espacio de la construcción. Por ejemplo, en una vivienda se pueden encontrar los muebles, la cocina, los equipos electrónicos como refrigeradores, equipos de sonido, televisores, etc.

Los elementos denominados arquitectónicos como los sistemas de alumbrado, los tabiques, las paredes divisorias, las ventanas, fachadas, terrazas, recubrimientos, etc.

2.2.3. Vulnerabilidad funcional

Cuando se producen crisis sísmicas, las construcciones en general lejos de reducir su demanda de brindar servicios y cobertura, se espera que puedan estar en las condiciones para garantizar los servicios, aunque la realidad es que muchas de estas construcciones, producto del evento telúrico, no se encuentran aptas para responder a la situación crítica del momento. Incluso, existen algunas edificaciones que pueden llegar a presentar una total inoperatividad (Aguilar y Rosales, 2019).

En teoría, se espera que las instalaciones de una edificación, sea para uso comercial, de servicio o personal, puedan preservar un funcionamiento cuando ocurra una situación de emergencia y exija responder apropiadamente a las consecuencias del mismo. Se espera que las instalaciones puedan estar en la capacidad de responder más allá del daño estructural o no estructural que puedan sufrir. Evidentemente su capacidad funcional disminuirá en algún grado, pero lo que se desea evitar es que la edificación junto con sus instalaciones llegue al punto de un colapso funcional (Burga y Rivera, 2019). Este colapso puede presentarse, incluso cuando la edificación no ha recibido un daño estructural, en este sentido, se puede establecer una correlación entre el daño estructural y la capacidad funcional de una edificación: Si se presenta daño estructural significativo, necesariamente se genera una incapacidad funcional; pero si no se presenta daño estructural, ello no quiere decir necesariamente que la edificación no esté afectada en términos de funcionalidad.

Entonces, en base a lo afirmado, se puede inferir que la vulnerabilidad funcional alude al grado de susceptibilidad operativa que una instalación presenta en su funcionamiento producto de un estado de emergencia o cuando la edificación presenta un aumento de la demanda de sus servicios (Aguilar y Rosales, 2019). Aunque, en sentido estricto son diversos los factores que pueden contribuir a una variación en la vulnerabilidad funcional de una edificación:

- Mala distribución de las áreas que están destinadas a los servicios o áreas que debido a su extensión no pueden alojar a muchos individuos, como sucede en los condominios familiares.
- La carencia de un plan de emergencia que brinde las indicaciones y pautas a seguir frente para enfrentar la situación de riesgo con serenidad y responsabilidad
- Que solo exista una vía de escape en las edificaciones y, además que se manifieste una distribución deficiente entre los distintos espacios de las instalaciones.

- También influye en la vulnerabilidad funcional el hecho que los sistemas de comunicación y señalización no estén colocados y garantizados.

2.3. Tipos de suelos para la construcción

Un criterio fundamental para tener en cuenta la hora de construir cualquier estructura es el tipo de suelo sobre el cual se va a erigir la edificación. La razón estriba en que el tipo de suelo determina en gran medida la estructura, las dimensiones, el tamaño y los materiales a utilizar para el proyecto de ingeniería civil que se tiene planeado ejecutar (Icochea, 2019). En otros casos, también es posible que en vez de adecuar la estructura de la construcción al tipo de suelo, pueda darse el caso de acondicionar en alguna medida el suelo para que se pueda implementar la estructura que se ha diseñado.

Son varios los tipos de suelo que pueden mencionarse, puesto que su diversidad se debe en parte a las diferentes formas de cómo se encuentran clasificados. Por ejemplo, si el interés se centra en temas de agricultura, la clasificación que puede resultar de interés es la geográfica, puesto que dependiendo del lugar y su altitud la composición del suelo puede variar, de tal manera que uno tipo de suelo puede ser más fértil y, por ende, más provechoso para el cultivo que otro.

No obstante, desde el punto de vista de la ingeniería civil, es la siguiente clasificación que resulta de interés:

- **Suelo limoso.** Son suelos cuyas partículas en su mayoría son de origen mineral y que presentan una variación en sus tamaños, presentando partículas desde los 0.05 ml. La característica más llamativa de este tipo de suelos es que presentan una poca plasticidad, lo que genera que no presenten demasiada cohesión, además de que el suelo limoso filtra el agua con mucha facilidad (Rodríguez, 2019).
- **Suelos arcillosos.** A diferencia de los suelos limosos, estos suelos tienen por rasgo principal la plasticidad, en este sentido, presenta una

flexibilidad manteniendo su volumen y no presentando grietas (Moreno, 2018). Uno de los aspectos a tener en cuenta es que los suelos arcillosos en su capa superficial presentan mayor posibilidad de cambios, por ello se recomienda que los cimientos de la potencial construcción sean lo suficientemente profundos. Además, acorde al nivel de humedad que puedan contener su dureza puede variar, ya que, si el suelo está muy húmedo, entonces se torna más moldeable; pero si el suelo carece de humedad, el suelo se caracteriza por su dureza y solidez, lo que podría dificultar el trabajo de construcción.

- **Suelo de grava.** Es un tipo de suelo que está compuesto por una diversidad de rocas cuyas dimensiones rondan el cuarto de pulgada. La grava, a diferencia de los otros tipos de suelos mencionados anteriormente, no posee plasticidad, no obstante, debido a su naturaleza resulta muy idónea para realizar cimientos o establecer rellenos. Por último, cabe resaltar que la grava es el suelo que presenta un altísimo grado de permeabilidad de tal manera que el agua puede atravesar este tipo de suelo sin alterar en absoluto su composición (Arévalo, 2020).
- **Suelos de materia orgánica.** Es un tipo de suelo que presenta una composición exclusivamente orgánica. Los pantanos y las ciénagas son los lugares donde usualmente se suelen encontrar este tipo de suelos. Una de sus características principales es que es sumamente esponjoso, de ahí que se formen agujeros: por ello, desde la ingeniería civil este tipo de suelos no es recomendable para sobre ellas erigir construcciones.
- **Suelos arenosos.** Son suelos donde, contrario a lo que se suele pensar, cabe la posibilidad de que puedan erigirse edificaciones, siempre y cuando la dimensión de los granos varíe entre media y gruesa. Además, por temas de seguridad, se recomienda que las construcciones posean cimientos muy sólidos y profundos (Icochea, 2019). La ventaja de estos suelos es que se adecuan con bastante facilidad a los cambios de humedad y temperatura; pero sus principales inconvenientes es que pueden sufrir erosiones con mayor facilidad que otros tipos de suelos.

CAPÍTULO III

VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS: DIAGNÓSTICO EN EL PERÚ

Las viviendas autoconstruidas en el Perú, de acuerdo con Sánchez (2017) y con Schreier (2018), constituyen una de las consecuencias de las desigualdades socioeconómicas en la sociedad peruana. Estas viviendas implican un riesgo estructural y de salud pública, debido a que solamente se emplea el conocimiento cotidiano de quienes laboran diariamente sin un seguro social en el rubro de la construcción. Generalmente, estas construcciones no consideran los principios básicos de revisión de suelos ni de la viabilidad habitacional generada por la calidad de los materiales.

Las viviendas autoconstruidas representan la expansión descontrolada de las ciudades peruanas en el siglo XXI. De acuerdo con Scheller y Thörn (2018), se debe generar una discusión teórica sobre la gobernanza urbana liberal avanzada, con centro en el discurso contemporáneo sobre el desarrollo urbano sostenible. Los constructores, en colaboración con académicos y agentes gubernamentales deben reunir propuesta para construir viviendas novedosas y alternativas que contribuyan al cumplimiento de determinadas metas de sostenibilidad.

La presente investigación se centra en las mediciones que se realizan a los componentes físicos y socioculturales de los elementos que constituyen las viviendas autoconstruidas en el Perú. Es importante que los científicos, según Heffernan y De Wilde (2020), comprendan las nociones fundamentales de autoconstrucción y de las propiedades de esta modalidad de viviendas. Con la delimitación de dichas nociones, se puede crear programas de viviendas sostenibles mediante estrategias y relaciones entre diferentes actores en beneficio de la convivencia entre las clases económicas emprendedoras de los estratos medio y bajo y la realidad geográfica en la que se desarrollan.

3.1. Viviendas autoconstruidas: nociones generales

Las viviendas autoconstruidas, de acuerdo con Luo et al. (2018), son las viviendas que se construyen según las capacidades intelectuales y pragmáticas de sus diseñadores con el objetivo de satisfacer la necesidad de establecimiento de un lugar de residencia. Estas acciones se concretan mediante la asignación de lotes vacíos, principalmente en lugares alejados a las zonas céntricas de las conurbaciones. Estas viviendas pueden contar con el apoyo de arquitectos especializados cuando se presupuesta equitativamente los gastos de la construcción al considerar la viabilidad del lugar de edificación y los procedimientos que impidan la afectación ante desastres naturales.

Figura 2

Modelos de viviendas autoconstruidas en los asentamientos humanos de Lima Metropolitana en el siglo XXI



Nota. Tomado de Alva (2021)

Las viviendas autoconstruidas son objeto de estudio de la Arquitectura, debido a que constituyen el desarrollo de propuestas seleccionadas de los ciudadanos para la ocupación de terrenos para su residencia y para beneficiar las actividades económicas de otros ciudadanos. Se modifican los marcos normativos para flexibilizar el diseño arquitectónico de los espacios públicos y privados en relación con los nuevos usos que se les otorgarán. Las viviendas autoconstruidas se proyectan en programas estatales que requieren múltiples autorizaciones en la que participan asociaciones de Arquitectura y autoridades gubernamentales, en colaboración con agentes económicos que colaboran con guías para ayudar a los autoconstructores, como se realizó en las décadas de 1960 y de 1970 con la propuesta de viviendas PREVI en el distrito limeño de Los Olivos (Turok y Sheba, 2019; Montaner, 2015).

Figura 3

Vista panorámica del proyecto de viviendas autoconstruidas PREVI



Nota. Tomado de Montaner (2015).

Los proyectos de autoconstrucción de viviendas son comunes en los países en desarrollo, los cuales se evidencian en el diseño de vecindarios, así como —en contraposición, en las edificaciones no estructuradas, como los tugurios—. También se realizan en los procesos de restauración de un antiguo patrimonio y de una decisión de habitabilidad (Venter et al., 2019; Czischke y Ayala, 2021). No obstante, las viviendas autoconstruidas también existen en los países industrializados, especialmente en comunidades de Norteamérica —mormones, el movimiento hippie, etc.— o en los Países Bajos y más o menos estrictamente regulados en los países ricos. Por otro lado, en Francia, escuelas de Arquitectura supervisan tanto las iniciativas arquitectónicas individualistas como los proyectos colectivos, en contraste con los proyectos sociales diseñados después de la Segunda Guerra Mundial (Durst y Wegmann, 2017; Holden et al., 2021; The Construction Index, 2018).

Figura 4

Modelo arquitectónico de autoconstrucción Linkcity, en Ile-de-France



Nota. Tomado de The Construction Index (2018)

3.2. Características de las viviendas autoconstruidas en América Latina

Las viviendas autoconstruidas en América Latina, de acuerdo con los postulados de Vieda (2021), se caracterizan por constituir el entorno de los habitantes de pueblos o áreas urbanas suburbanas en los procesos socioeconómicos que requieren de manera obligatoria la construcción de conjuntos habitacionales que les permitan acceder de manera pertinente a sus centros de labores. Generalmente, se construye en zonas donde se ha evidenciado la capacidad de supervivencia del ser humano. Estas edificaciones se suelen construir debido al interés común gracias al trabajo voluntario de los vecinos y de los agentes involucrados en los procesos económicos relacionados con la construcción. La contribución del trabajo no remunerado está en estos casos motivada por una relativa escasez de recursos financieros que generalmente corresponde a un nivel limitado de organización o especialización de la estructura productiva local (Antequera et al., 2020).

Figura 5

Viviendas autoconstruidas en zonas de comercio informal en los conos de Lima Metropolitana



Nota. Tomado de Idensity (2018)

Otra de las características de las viviendas autoconstruidas en América Latina y en el Perú, según Melo (2021), es la ausencia de una tecnología antisísmica y que prevenga otros desastres naturales como las inundaciones, en cambio, la tecnología se desarrolla de acuerdo con la idiosincrasia del contexto histórico y geográfico que alberga el edificio. Dado que las tradiciones están fuertemente arraigadas en los lugares, la persistencia de las tecnologías de la construcción se considera una defensa de las características distintivas de una cultura. Los constructores aficionados deben recibir capacitaciones de las organizaciones académicas y gubernamentales de prevención de los desastres naturales con el objetivo de que reproduzcan el borrador de las tecnologías diseñadas y funcionales para sistemas de producción ricos y avanzados.

Otra de las características de las viviendas autoconstruidas es la variación de estilos arquitectónicos entre áreas empresariales y residenciales. La zonificación residencial generalmente incluye un FAR (relación de área de

piso) más pequeño que la zonificación empresarial, comercial o manufacturera. Las viviendas autoconstruidas pueden ser unifamiliares, residenciales multifamiliares o casas móviles dependen de una zonificación en la que se desarrollan mercados laborales o puede excluir por completo el comercio y la industria. Una de las soluciones para gestionar las capacidades de las poblaciones amazónicas es la instalación de un sistema con el que capten las fuentes hídricas pluviales que pueden aprovecharse en el desarrollo cotidiano y económico de los residentes en los palafitos (Garfinkel-Castro, 2021; Bayona, 2018).

Figura 6

Propuesta de un sistema de aprovechamiento hídrico en una vivienda autoconstruida en la Amazonía



Nota. Tomado de Bayona (2018)

Otra de sus características es la empleabilidad de la tierra, esto es, de alta densidad o solo permitir usos de baja densidad. como en el caso de los suburbios metropolitanos de los países en desarrollo, donde las chozas autoconstruidas se amontonan en vecindarios insalubres. El beneficio social de esta forma popular o espontánea de autoconstrucción es facilitar respuestas rápidas a las necesidades de las personas especialmente

desfavorecidas. Los costos no son solo niveles de contaminación y degradación que a menudo son insoportables, sino también la aceptación pasiva de los procesos de colonización cultural implícitos en la adopción de una tecnología (Wilson, 2020).

3.3. Calidad de la construcción

La calidad de las viviendas autoconstruidas depende de un conjunto de factores que se correlacionan con el nivel de seguridad con el que se pretende desarrollar un entorno en el espacio a construir, esto es, el nivel de calidad de los materiales, la calidad de la mano de obra, la asesoría profesional y el diseño de la construcción. Los autoconstructores deben actualizarse a la vanguardia de los desarrollos en diseño de interiores y tecnología, responsables de la adopción dinámica en los últimos años de propiedades ambientales como la generación de electricidad solar, bombas de calor, calefacción por suelo radiante, diseño de planta abierta y tecnología inteligente para el hogar. Estas propiedades tardan muchos años en convertirse en desarrollos residenciales comerciales (Bunster y Bustamante, 2019).

Figura 7

Materiales ecoamigables empleados en la autoconstrucción de viviendas



Nota. Tomado de Sunpower (2019)

La calidad de las viviendas autoconstruidas depende del nivel de viabilidad de los materiales empleados, ya sea como inversiones, casas de vacaciones, residencias de ancianos o reubicaciones. Uno de los referentes, de acuerdo con Brennan (2017), es el manejo de los conceptos teóricos y pragmáticos de quienes trabajan para integrar investigación y experimentación, o diseño y construcción, puede considerarse Richard Buckminster Fuller, adoptado como maestro por los movimientos juveniles de las décadas de 1960 y de 1970, quien construyó y habitó las geodésicas. Por otro lado, la asesoría profesional se solicita a los arquitectos que hayan puesto en práctica los postulados de Shigeru Ban y de Michael Winestock, quienes construyen viviendas temporales con tubos de papel reciclado en zonas afectadas por desastres naturales y enfatizan la relación entre geometría y material, entre modelo virtual y modelo físico, o entre diseño y construcción, respectivamente (Lehmann, 2019; Oliyan, 2020).

Figura 8

Modelo arquitectónico de vivienda autoconstruida de Buckminster Fuller



Nota. Tomado de XL Semanal (2020)

Otro de los factores que influyen en la calidad, según Dwijendra et al. (2021), es el grado de diseño de la construcción porque es el indicador de la creatividad de los diseñadores como del grado de aprendizaje en cuanto a las adaptaciones que realizan los constructores. Estos procedimientos se sofistican mediante las innovaciones tecnológicas, con las cuales se diseña un dibujo digital, se define un proyecto o se construye una herramienta de producción. Un elemento importante es la cronogramación del proyecto porque se debe entregar a cabalidad la infraestructura para generar armonía ecológica con el entorno (Innocenti y Lazzeretti, 2019).

Figura 9

Modelo de viviendas autoconstruidas ecológicas del sur de España



Nota. Tomado de OnDiseño (2009)

3.4. Configuración estructural (geometría, resistencia, rigidez y continuidad)

La configuración estructural de las viviendas autoconstruidas, de acuerdo con los postulados de Ngo et al. (2018), una casa incluye, de manera exterior, materiales resistentes para el techo y para el pulido de las columnas y

de sectores externos, cortes de las ventanas, por su parte, la zona interior se constituye de una sala de estar, un comedor, un baño como mínimo, un dormitorio, una cocina y ubicaciones de los moldes para los accesorios. Respecto de los proyectos sociales, la configuración estructural excluye cimentaciones y movimientos de tierra, los cuales se consultan con los residentes y las empresas privadas operan según las sugerencias de los ciudadanos. En los países desarrollados, las viviendas autoconstruidas se asocian con la construcción a partir de módulos prefabricados, ergo, casas construidas en blocks, en kits, mientras que en América Latina depende de la creatividad del constructor o del pragmatismo de los conocimientos de los grupos que operan en la construcción (Doe, 2017; Werthmann, 2021).

Figura 10

Interiores de vivienda autoconstruida en Barcelona



Nota. Tomado de Arquine (2019)

La geometría de las viviendas autoconstruidas, de acuerdo con Tognon y Trabattoni (2022) y Furtado y Renski (2021), varía según el entorno, en zonas áridas evidencia formas cuadrangulares, mientras que en zonas con elevadas precipitaciones la geometría se presenta de manera circular y con bases para resistir la acumulación de fuentes hídricas en las precipitaciones. Las formas simétricas empleadas en los procedimientos autoconstructivos aluden a los prototipos de los diseñadores en la realización real del proyecto o prototipo. El diseño adecuado de las viviendas se realiza según el nivel de empleo de la investigación y de desarrollo —trazados con procedimientos de innovación—, los cuales deben emplear una tecnología que se extrapola de la relación consolidada entre disciplinas y especializaciones para intentar hacerla más adecuada tanto en términos ambientales como antropológicos (Gamsakhurdia, 2021; Goffin et al., 2019; Bieniawski, 2020).

Figura 11

Geometría cuadrangular en las viviendas autoconstruidas peruanas

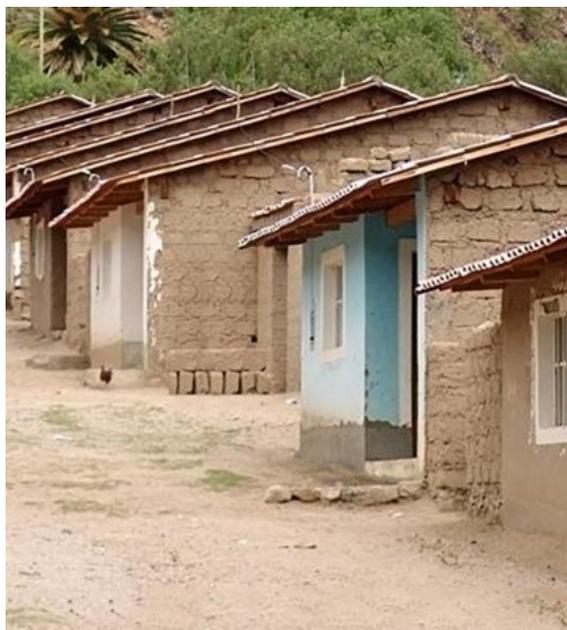


Nota. Tomado de Quispe et al. (2005)

Respecto al nivel de resistencia, las casas individuales, según los postulados de Witte (2018), se construyen con materiales como el adobe, la quincha, el ladrillo, el hormigón, el cartón, el aluminio. La resistencia se explicita cuando interviene un arquitecto que conozca el riesgo sísmico del entorno en donde se planea construir las viviendas. Se requiere del soporte de manuales, como en los casos de las viviendas autoconstruidas en zonas agrestes que presentan viabilidad habitacional.

Figura 12

Adobe en casas autoconstruidas en las zonas de serranía esteparia



Nota. Tomado de Redacción ContentLab (2019).

3.5. Fallas de edificación

Las fallas de edificación, de acuerdo con Suksangpanya et al. (2018), constituyen una ruptura plana en la continuidad de la construcción de un elemento de la vivienda. Su origen es natural, es decir, las precipitaciones, los

sismos; así como antropogénico, el incorrecto empleo de materiales y de los desgastes que estos generan. Se explicitan en los bordes de las uniones de cada pieza de la vivienda, en donde el ancho de la grieta se rompe de manera frecuente, estas acciones implican factores atmosféricos o por las consecuencias de disociar materiales de la construcción (Herega, 2018).

La ruptura de las relaciones estructurales entre los elementos químicos del material de construcción explicita un desaprovechamiento de las cualidades agentivas del mismo. Las acciones sociopolíticas que realizan constructores generan un perjuicio a la sociedad, debido a que las manipulaciones, fraudes en el presupuesto asignado a la construcción evidencia una discordancia entre los materiales y el reglamento que se define para construir viviendas en un entorno específico. El presente capítulo ha definido las generalidades de las viviendas autoconstruidas hasta un acercamiento a la descripción de las condiciones que generan las fisuras en el elemento construido (Rodríguez et al., 2020).

Figura 13

Grietas en una vivienda autoconstruida en Lima



Nota. Tomado de Banchemo (2019)

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS UBICADAS EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA DE VENTANILLA

Uno de los derechos humanos es el derecho a una vivienda; sin embargo, debido a la falta de orientación y recursos económicos se recurre a la construcción de viviendas sin contar con la orientación o evaluación de un especialista o ingeniero, quien es el responsable de realizar un estudio sobre la zona donde se va a construir la vivienda.

Cabe resaltar que el Perú se encuentra en el cinturón de fuego del Pacífico, por ende, se debe considerar el estudio previo de un profesional quien pueda decidir la continuidad de la obra, porque se debe analizar varios aspectos como geométricos, constructivos, estructurales e incluso el tipo de suelo.

Por lo tanto, es necesario conocer sobre el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas con el propósito de que las autoridades den relevancia a esta situación que sucede en el país donde muchos recurren a estas prácticas que puedan traer consecuencias ante un desastre natural.

En este capítulo se muestra el aspecto metodológico para el análisis de las dos variables establecidas (viviendas autoconstruidas y vulnerabilidad sísmica) y los resultados de la investigación que tuvo por objetivo determinar el nivel de vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas del Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas del Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla, Lima, 2018.

Objetivos específicos

- Evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica según la calidad de la construcción en el Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla, Lima en el 2018.
- Analizar el nivel de vulnerabilidad sísmica que se alcanza según las características de las viviendas en el Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla, Lima en el 2018.
- Estudiar nivel de vulnerabilidad sísmica según configuración estructural en el Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla, Lima en el 2018.
- Explicar el nivel de vulnerabilidad sísmica según las fallas de la edificación en el Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla, Lima en el 2018.

Hipótesis

Hipótesis general

El nivel de vulnerabilidad sísmica es alto en las viviendas autoconstruidas del Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla, Lima, 2018

Hipótesis específicas

- El nivel de vulnerabilidad sísmica es alto según la calidad de la construcción en el Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla, Lima en el 2018.
- El nivel de vulnerabilidad sísmica alcanzado es alto según las características de las viviendas en el Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla, Lima en el 2018.
- El nivel de vulnerabilidad sísmica es alto según la configuración estructural en el Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla, Lima en el 2018.
- El nivel de vulnerabilidad sísmica es alto según las fallas de la edificación en el Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla, Lima en el 2018

Diseño de Investigación

Tipo

El presente trabajo de investigación fue de tipo aplicado, porque se hizo uso de los conocimientos teóricos de la variable vulnerabilidad sísmica y viviendas autoconstruidas para dar una posible solución a la realidad problemática.

Diseño

La ejecución de este proyecto de investigación llevó a cabo el diseño de investigación no experimental de corte transversal, ya que no se manipularon las variables ni fueron provocadas por el investigador. Además, se recolectaron los datos en un solo momento.

Nivel

La investigación es descriptiva, porque se describió el comportamiento de las variables: vulnerabilidad sísmica y viviendas autoconstruidas, con la finalidad de conocer las características de las variables y las dimensiones que forman parte de ellas.

Sistema de variables
 Variable independiente: Viviendas Autoconstruidas Variable dependiente: Vulnerabilidad sísmica

Tabla 1

Operacionalización de la variable independiente

MATRIZ OPERACIONAL					
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Viviendas Autoconstruidas	Se llama viviendas autoconstruidas a aquellas viviendas populares construidas por sus propios habitantes, por regla general a lo largo de una buena cantidad de años y por etapas que no responden a un plano original de conjunto, sino a los recursos disponibles en diferentes momentos y a las cambiantes necesidades del hogar que la habitan. En este proceso se suelen combinar, de modo simultáneo, la mano de obra no remunerada de los propios habitantes y eventualmente familiares de los mismos, con la mano de obra remunerada de uno o más trabajadores más o menos especializados (Duhau2008, p.127).	Las Viviendas autoconstruidas son aquellas viviendas populares construidas por sus propios habitantes, por regla general a lo largo de una buena cantidad de años y por etapas que no responden a un diseño original de conjunto, sino a los recursos disponibles en diferentes momentos y a las cambiantes necesidades de los miembros del hogar y esto se manifiesta modificando la calidad de la construcción; las características de la vivienda; la configuración estructural y generando a corto largo plazo fallas en la edificación	Calidad de la Construcción	Asesoría	Con asesoría profesional
				Profesional	Sin asesoría profesional
				Calidad de Materiales	Buena Calidad Regular Calidad Mala Calidad
				Diseño	Con diseño estructural Sin diseño estructural
				Estructural	Buena Calidad Regular Calidad Mala Calidad
				Calidad de mano de obra	130 m2 140 m2 >140 m2
				Área de Terrenos	

MATRIZ OPERACIONAL					
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Viviendas Autoconstruidas				Niveles	1 nivel 2 nivel 3 nivel
				Topografía de terreno	Plano (<1%) Pendiente ligera (1% a < 3%) Pendiente moderada (5% a < 8%) Pendiente pronunciada (8% a < 15%)
			Características de la Vivienda	Geometría	Muros con diafragma Muros sin diafragma
				Resistencia	Con Continuidad de elementos estructurales Sin Continuidad de elementos estructurales
			Configuración estructural	Rigidez	Gran densidad de muros confinados en eje X e Y Poca densidad de muros confinados en eje X e Y
				Continuidad	Con continuidad de Planta y altura Sin continuidad de Planta y altura
			Fallas de edificación	Fisuras y Grietas	Moderado (<3mm de ancho) Fuerte (3mm – 10mm de ancho) Severo (>10mm de ancho)

Tabla 2
Operacionalización de la variable dependiente

MATRIZ OPERACIONAL					
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Vulnerabilidad Sísmica	La vulnerabilidad sísmica es un proceso que establece el nivel de los daños que puede originar la ocurrencia efectiva de un evento sísmico [...] la superficie sobre los cuales se encuentra posicionados el mayor segmento de los centros poblados son indicados como arcillosos y blandos, que aumentan el efecto sísmico. Estos suelos arenosos, areno-arcillosos y areno-limoso, casi siempre saturados de agua, por el alto nivel freático, como consecuencias de las sacudidas sísmicas actúan de forma inestable. Esto se mide de acuerdo con el tipo de suelo, parámetros de diseño y la resistencia estructural y para recopilar datos se tendrá que verificar el estado de la edificación, propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo y el tipo de estructura.	La vulnerabilidad sísmica es un proceso que establece el nivel de los daños que puede originar la ocurrencia efectiva de un evento sísmico [...] la superficie sobre los cuales se encuentra posicionados el mayor segmento de los centros poblados son indicados como arcillosos y blandos, que aumentan el efecto sísmico. Estos suelos arenosos, areno-arcillosos y areno-limoso, casi siempre saturados de agua, por el alto nivel freático, como consecuencias de las sacudidas sísmicas actúan de forma inestable. Esto se mide de acuerdo con el tipo de suelo, parámetros de diseño y la resistencia estructural y para recopilar datos se tendrá que verificar el estado de la edificación, propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo y el tipo de estructura.	Aspectos geométricos	Configuración en planta Separación máxima entre muros Configuración en elevación	De acuerdo con la Valoración de los parámetros, con (A, B, C y D), a ejecutarse en el desarrollo del proyecto de investigación.
			Aspectos constructivos	Calidad del sistema resistente Estado de conservación	
			Aspectos estructurales	Organización del sistema resistente Diafragmas horizontales Elementos no estructurales Posición del edificio y cimentación	
			Suelos	Capacidad portante	

Población

Para el proyecto de investigación se tomó como población el Asentamiento Humano Santa Rosa, que pertenece al distrito de Ventanilla, provincia del Callao y departamento de Lima.

Muestra

La selección de las muestras se realizó mediante el procedimiento de muestreo no probabilístico, llamadas también muestras dirigidas. Las muestras fueron seleccionadas debido a las siguientes características:

- Que las viviendas sean del sistema constructivo que cumplan los requisitos de las fichas de recolección de datos
- Que las viviendas de un piso se encuentren techadas de losa aligerada o de losa maciza y no de material ligero (calaminas, esteras).
- No se tomaron en cuenta aquellas que se encontraban solamente cercadas en su perímetro.

De este modo se encuestaron a 56 viviendas construidas de albañilería confinada, las cuales se consideraron como muestras y, a su vez, las más representativas.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Se utilizaron como técnicas de investigación la observación directa y análisis de datos.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se utilizaron en la investigación fueron los siguientes:

- Ficha de recolección de información
- *Software* de análisis no lineal ETABS V.16.2.1, como herramienta de procesamiento de datos.

Validez y confiabilidad de instrumentos

Validez

En el caso de las herramientas desarrolladas en el presente trabajo de investigación, tales como la ficha de recolección de campo, que fueron adjuntadas en los anexos, la validez interna dada por la opinión de tres expertos en el tema, los que serán ingenieros civiles con colegiatura vigente.

Para su mejor interpretación se planteó la Tabla 3:

Tabla 3

Rango y magnitud de validez

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Nota. Tomado de Ruiz Bolívar, 2002, p. 12.

En la Tabla 4 se muestran los resultados de las dos pruebas.

Tabla 4

Coficiente de validez por juicios de expertos

Validez	Ing. Santos Ricardo Padilla Pichen	Ing. Margarita Boza Olaechea	Ing. José Luis Benites Zúñiga	Promedio
Ficha de datos	0.90	0.80	0.85	0.85
Ficha de reporte	0.90	0.80	0.80	0.83
Índice de validez			0.84	

Confiabilidad

En el caso de los instrumentos de medición, tales como el del *software* de análisis lineal ETABS V16.2.1, la confiabilidad está garantizada, pues este está basado en un algoritmo basado en el método del elemento finito, por lo que, si la data de ingreso es la misma en dos mediciones distintas, los resultados serán idénticos, por tanto, podemos decir que la confiabilidad de esta herramienta está garantizada.

Aspectos éticos

De acuerdo con los principios éticos y morales que respaldan esta investigación, toda información recolectada en campo, es confidencial, privada y de mi autoría. Se respetó la veracidad de los datos vertidos, y la genuinidad de la información. Así como la oportuna cita y referencias a los autores de las diferentes citas, gráficos e información utilizada con los fines de esta investigación.

Análisis e interpretación de resultados

Métodos de análisis de datos

Se usó el *software* de cálculo MS EXCEL, en el que se introdujo la información recopilada en las fichas de datos durante la inspección en campo. Realizado el llenado de las fichas, se procedió a elaborar los gráficos e interpretación para su mejor comprensión. Finalmente se realizó el modelado de una vivienda que cuenta con un nivel de vulnerabilidad sísmica alto para corroborar si sus factores de desplazamientos y distorsiones son los más críticos. Con respecto al uso de *software* de ingeniería, se utilizó lo siguiente:

AutoCAD. Es una herramienta tecnológica, y significa Computer Aid Design. Este *software* en la actualidad es de mucha utilidad para los desarrolladores de proyectos, constructores y dibujantes, ya que cuenta con una amplia biblioteca de comandos y de elementos para crear distintos tipos de proyectos.

ETABS V16.2.1. Es un *software* que ayuda a simular comportamientos sísmicos de edificaciones con el propósito de medir si el diseño es óptimo y requiere algún refuerzo. Esta herramienta cada vez más va tomando más protagonismo en un diseño, ya que aporta factores que puedan darse en la realidad.

Zona de estudio

La zona de estudio fue el Asentamiento Humano Santa Rosa, ubicado a la altura del km 30 de la Avenida Néstor Gambeta del distrito de Ventanilla, provincia de Callao y departamento de Lima. Cuenta con un área de 18 363 hectáreas, perímetro de 673.68 metros y sus límites son los siguientes: por el norte con el Asentamiento Humano José Olaya; por el sur con Agrupación Familiar 7 de Junio; por el este Asentamiento Humano el Mirador y por el oeste con Asentamiento Humano Héroes del Cenepa

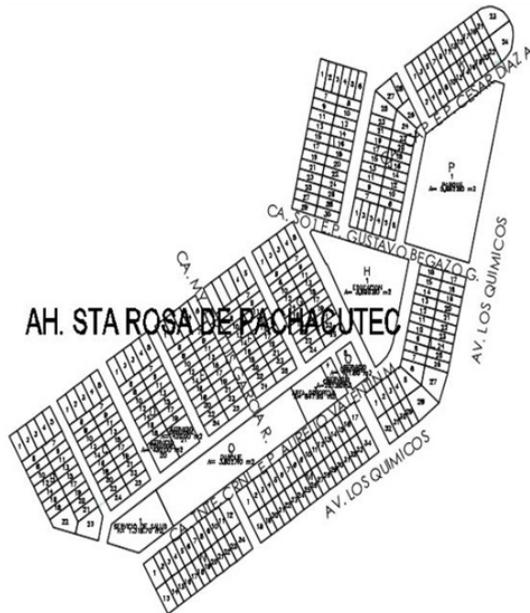
Figura 14

Plano de ubicación



Figura 15

Plano del Asentamiento Santa Rosa de Pachacútec



Estudios previos

- **Calicatas.** Para el presente estudio se realizó el estudio de suelo con fines de cimentación, esta información sirvió para usar en el modelado de la vivienda, la cual según los resultados es considerada una de las más críticas y altamente vulnerable ante un evento sísmico.
- **Resultados de estudio de mecánica de suelos**

Tabla 5

Análisis granulométrico

Calicata		C-1				
Muestra		M-1				
Profundidad (m)		1500				
Malla		Peso retenido	% retenido	% retenido acumula	% que pasa	
N.º	Abertura (mm)					
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0	
N.º 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	
N.º 10	2.000	0.0	0.0	0.0	100.0	
N.º 20	0.840	0.0	0.0	0.0	100.0	
N.º 40	0.425	0.0	0.0	0.0	100.0	
N.º 60	0.250	3.3	2.0	2.0	98.0	
N.º 140	0.106	160.3	96.3	98.3	1.7	
N.º 200	0.075	2.9	1.7	100.0	0.0	

Tabla 6

Límites de Atterberg ASTM D-4318 / NTP 339.129

Contenido de humedad	ASTM-D2216	(%)	24.78
Límite líquido (LL)	ASTM-D423	(%)	-
Límite plástico (LP)	ASTM-D424	(%)	NP
Índice plástico (IP)		(%)	-
Clasificación (SUCS)			SP
Clasificación (AASHTO)			A-3
Índice de grupo			0
Nombre de grupo	Arena pobremente gradada		
Descripción (AASHTO)	BUENO		

Tabla 7

Distribución granulométrica

% Grava	GG%	0.0	0.0
	GF%	0.0	
% Arena	AG%	0.0	100.0
	AM%	0.0	
	AF%	100.0	
% Finos			0.0

Tabla 8

Perfil estratigráfico

Profundidad (m)	Tipo excavación	Muestra	Descripción	Simbología	Clasificación SUCS
0.20					
0.40					
0.60					
0.80			RELLENO		
1.00	EXCAVACIÓN CIELO				
1.20	ABIERTO				
1.40					
1.60			ARENA		SP
1.80					
2.00					

Recolección de datos

Trabajo de campo

Se realizó la recolección de información mediante entrevistas, observación in situ y cálculos básicos. Para esto se tomó como instrumento las fichas de recolección de datos.

Índice de vulnerabilidad (Iv)

Una vez realizada la toma de datos a la muestra (las 56 viviendas), se realizó el análisis de la información y la elaboración de un cuadro de resumen indicando con colores el índice de vulnerabilidad sísmica.

Tabla 9

Resumen del índice de vulnerabilidad (Iv)

Índice de vulnerabilidad						Índice de vulnerabilidad
CASA	MZ	LOTE	NIVELES	ÁREA (m ²)	IV	
1	B	1	1	160	212.50	
2	B	2	1	160	202.50	
3	B	6	2	130	237.50	
4	B	9	1	130	197.50	
5	B	13	1	130	147.50	
6	C	5	1	160	147.50	
7	C	11	1	130	202.50	
8	C	14	1	130	177.50	
9	C	18	2	130	147.50	
10	C	25	1	160	182.50	
11	D	2	1	160	96.25	
12	D	3	1	160	182.50	
13	D	15	1	130	156.25	
14	D	18	1	130	142.50	
15	D	19	2	130	147.50	
16	E	4	1	160	173.75	
17	E	5	1	160	212.50	
18	E	10	2	130	207.50	
19	E	16	1	130	187.50	
20	E	22	2	125	257.50	
21	F	2	2	160	101.25	
22	F	4	1	160	132.50	

VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y SU RELACIÓN CON LA VULNERABILIDAD
SÍSMICA

Índice de vulnerabilidad						Índice de vulnerabilidad
CASA	MZ	LOTE	NIVELES	ÁREA (m ²)	IV	
23	F	10	1	130	131.25	
24	F	22	1	140	117.50	
25	F	23	1	140	117.50	
26	G	3	1	160	122.50	
27	G	4	1	160	147.50	
28	G	6	1	130	132.50	

Tabla 10

Resumen de índice de vulnerabilidad (Iv)

Iv	Medida a tomar
Baja vulnerabilidad	intervención a largo plazo
Media vulnerabilidad - baja	intervención a largo plazo
Media vulnerabilidad - alta	intervención necesaria
Alta vulnerabilidad	intervención inmediata

Tabla 11

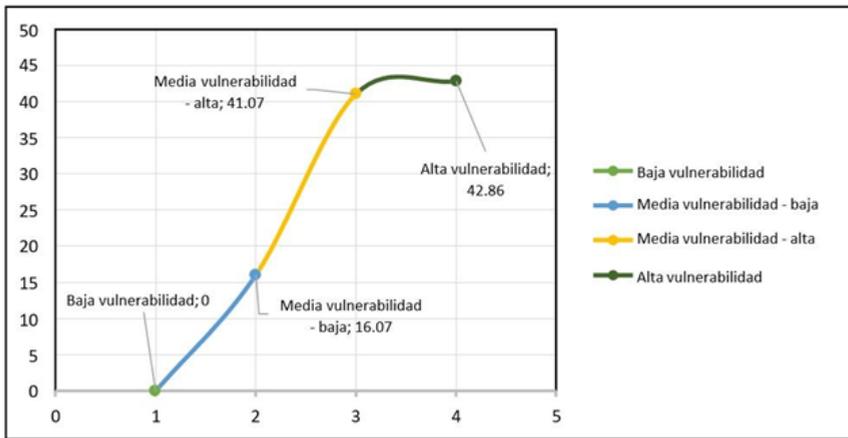
Resumen de índice de vulnerabilidad (Iv)

Iv	Cantidad	%
Baja vulnerabilidad	0	0
Media vulnerabilidad - baja	9	16.07
Media vulnerabilidad - alta	23	41.07
Alta vulnerabilidad	24	42.86
TOTAL	56	100

De acuerdo con la evaluación del índice de vulnerabilidad de las 56 viviendas del Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla se indica que el 16.07 % tiene un nivel denominado media vulnerabilidad – baja; el 41.07 % tiene un nivel denominado media vulnerabilidad – alta y el 42.86 % tiene un nivel denominado alta vulnerabilidad.

Figura 16

Índice de vulnerabilidad sísmica de la zona de estudio



Evaluación de las viviendas autoconstruidas

Calidad en la construcción

Para la dimensión de calidad de la construcción se propuso como indicadores a la asesoría profesional, calidad de materiales, diseño estructural y calidad de mano de obra.

- **Asesoría profesional.** De acuerdo con la recolección de información de este indicador se tuvo que el 16.07 % de viviendas sí contaron con asesoría profesional en el momento de la construcción, y el 83.93 % de viviendas no contaron con asesoría profesional en el momento de la construcción, según lo expuesto en los resultados.

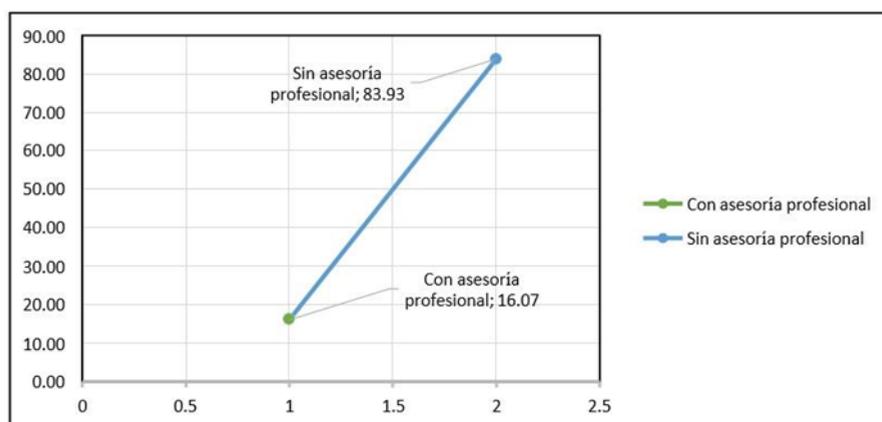
Tabla 12

Asesoría profesional

Asesoría profesional	Cantidad	Porcentaje %
Con asesoría profesional	9	16.07
Sin asesoría profesional	47	83.93
TOTAL	56	100

Figura 17

Asesoría profesional



- **Calidad de materiales.** Se tuvo que el 23.21 % de viviendas cuentan con buena calidad de materiales, el 25.00 % de viviendas cuentan con regular calidad de materiales, y el 51.79 % de viviendas cuentan con mala calidad de materiales según lo expuesto en los resultados.

Tabla 13

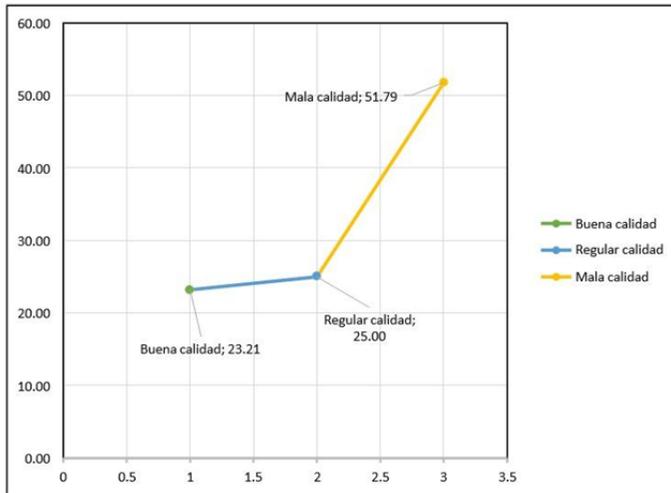
Calidad de materiales

Calidad de materiales	Cantidad	Porcentaje %
Buena calidad	13	23.21
Regular calidad	14	25.00

Calidad de materiales	Cantidad	Porcentaje %
Mala calidad	29	51.79
TOTAL	56	100

Figura 18

Calidad de materiales



- **Diseño estructural.** De acuerdo con la recolección de información de este indicador se tuvo que el 19.07 % de viviendas cuentan con diseño estructural y el 83.93 % de viviendas no cuentan con diseño estructural según lo expuesto en los resultados.

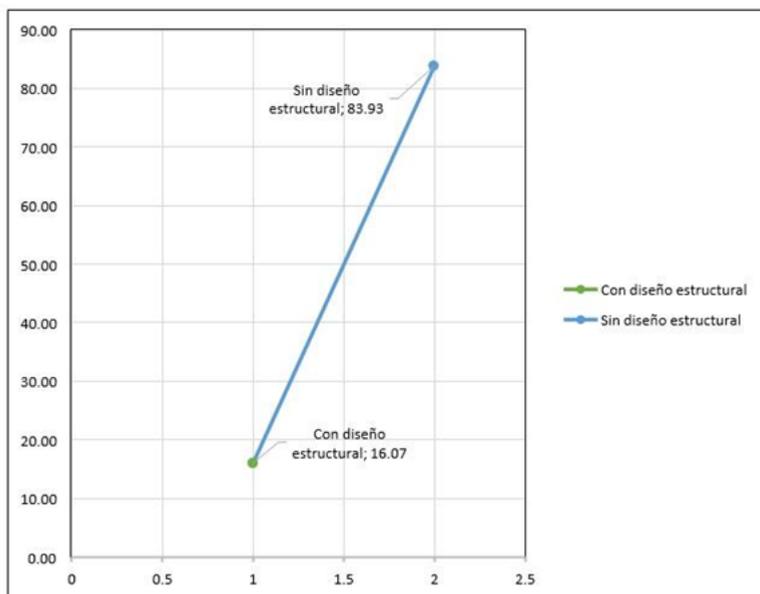
Tabla 14

Diseño estructural

Diseño estructural	Cantidad	Porcentaje %
Con diseño estructural	9	16.07
Sin diseño estructural	47	83.93
TOTAL	56	100

Figura 19

Diseño estructural



- **Calidad de mano de obra.** De acuerdo con la recolección de información de este indicador se evidenció que el 16.07 % de viviendas cuentan con buena calidad de mano de obra, el 28.57 % de viviendas cuentan con regular calidad de mano de obra y el 55.36 % de viviendas cuentan con mala calidad de mano de obra según lo expuesto en los resultados.

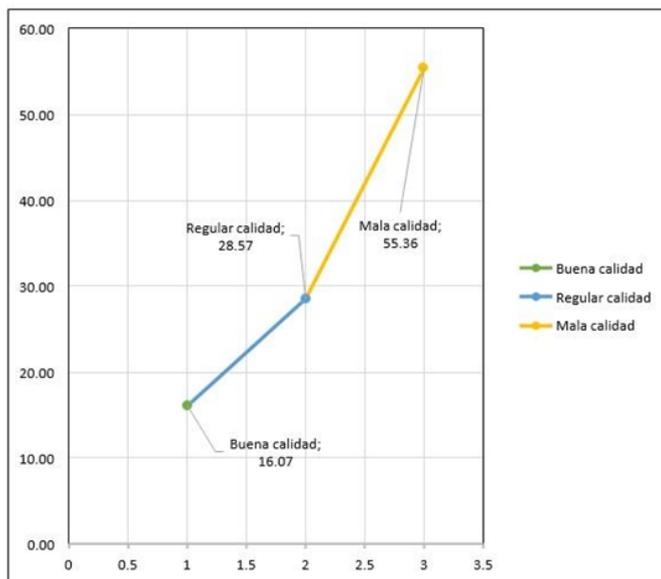
Tabla 15

Calidad de mano de obra

Calidad de mano de obra	Cantidad	Porcentaje %
Buena calidad	9	16.07
Regular calidad	16	28.57
Mala calidad	31	55.36
TOTAL	56	100

Figura 20

Calidad de mano de obra



Características de la vivienda

- **Área de terreno.** De acuerdo con la recolección de información de este indicador se tuvo que el 14.29 % de viviendas cuentan con un área de 130 m², el 78.57 % de viviendas cuentan con un área de 140 m² y el 7.14 % de viviendas cuentan con un área de >140 m² según lo expuesto en los resultados.

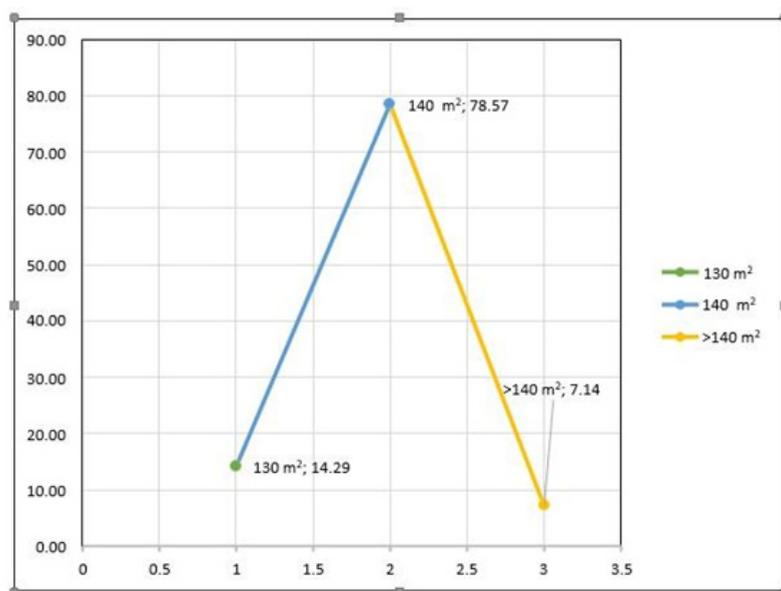
Tabla 16

Área del terreno

Área de terreno	Cantidad	Porcentaje %
130 m ²	8	14.29
140 m ²	44	78.57

Área de terreno	Cantidad	Porcentaje %
>140 m ²	4	7.14
TOTAL	56	100

Figura 21
Área de terreno



- **Niveles.** El 57.14 % de viviendas cuentan con 1 nivel, el 32.14 % de viviendas cuentan con 2 niveles y el 10.71 % de viviendas cuentan con 3 niveles según lo expuesto en los resultados.

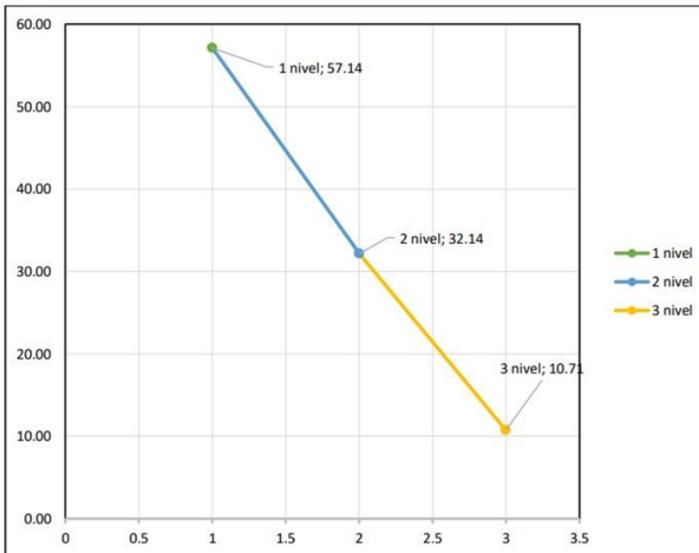
Tabla 17

Niveles

Niveles	Cantidad	Porcentaje %
1 nivel	32	57.14
2 nivel	18	32.14
3 nivel	6	10.71
TOTAL	56	100

Figura 22

Niveles



- **Topografía de terreno.** Se evidenció que el 60.71 % de viviendas cuentan con una pendiente ligera (1% a < 3%), el 23.21 % de viviendas cuentan con pendiente moderada (5% a < 8%) y el 16.07 % de viviendas cuentan con pendiente pronunciada (8% a < 15%) según lo expuesto en los resultados.

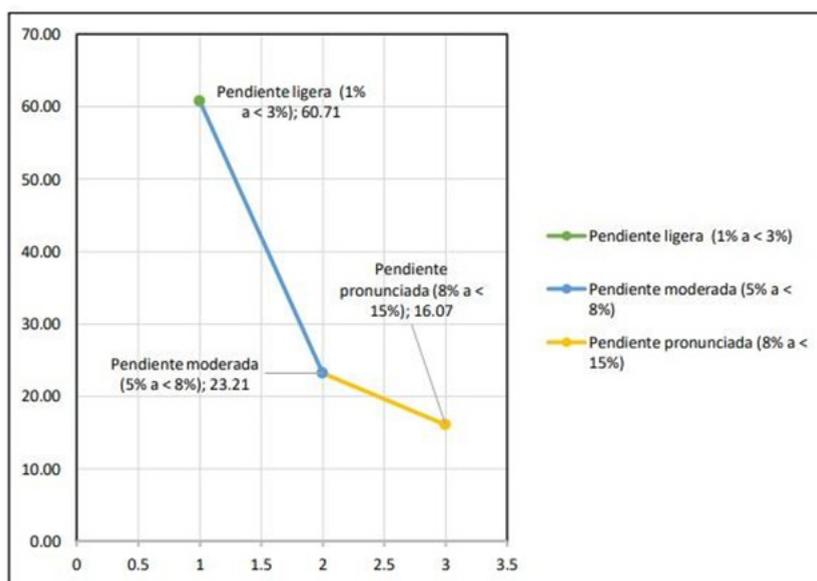
Tabla 18

Topografía del terreno

Topografía de terreno	Cantidad	Porcentaje %
Pendiente ligera (1% a < 3%)	34	60.71
Pendiente moderada (5% a < 8%)	13	23.21
Pendiente pronunciada (8% a < 15%)	9	16.07
TOTAL	56	100

Figura 23

Topografía del terreno



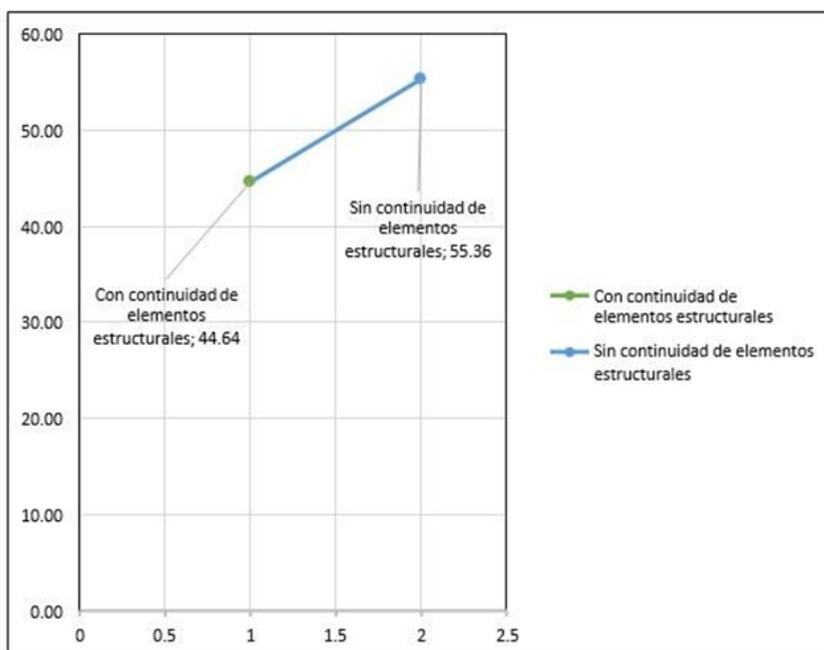
Configuración estructural

- **Resistencia.** De acuerdo con la recolección de información de este indicador se tuvo que el 44.64 % de viviendas cuentan con continuidad de elementos estructurales, el 55.36 % de viviendas no con continuidad de elementos estructurales según lo expuesto en los resultados.

Tabla 19
Resistencia

Resistencia	Cantidad	Porcentaje %
Con continuidad de elementos estructurales	25	44.64
Sin continuidad de elementos estructurales	31	55.36
TOTAL	56	100

Tabla 20
Resistencia

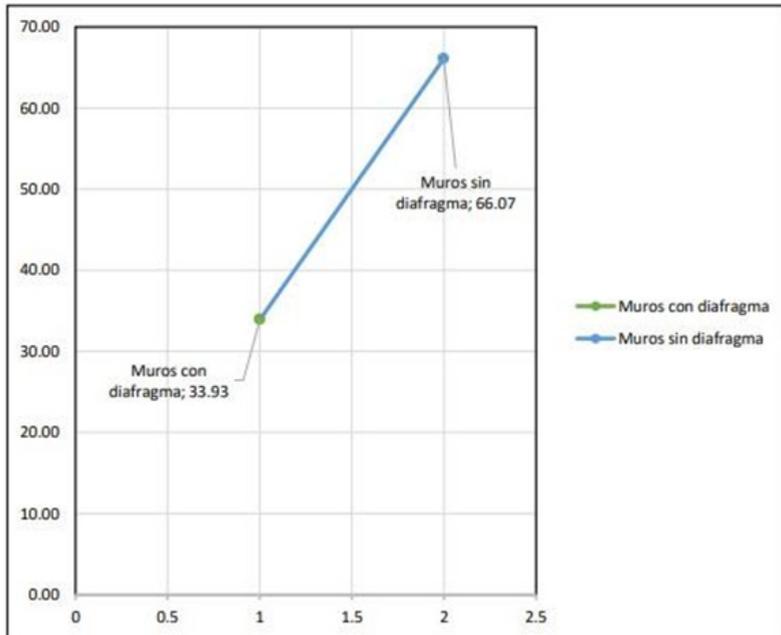


- **Geometría.** Se tuvo que el 33.93 % de viviendas presentan muros con diafragma, el 66.07 % de viviendas presentan muros sin diafragma según lo expuesto en los resultados.

Tabla 21
Geometría

Geometría	Cantidad	Porcentaje %
Muros con diafragma	19	33.93
Muros sin diafragma	37	66.07
TOTAL	56	100

Figura 24
Geometría



- **Rigidez.** Con respecto a la recolección de datos de este indicador, se obtuvo lo siguiente: el 44.64 % de viviendas presentan gran densidad de muros confinados en eje X e Y, el 55.36 % de viviendas presentan poca densidad de muros confinados en eje X e Y según lo expuesto en los resultados.

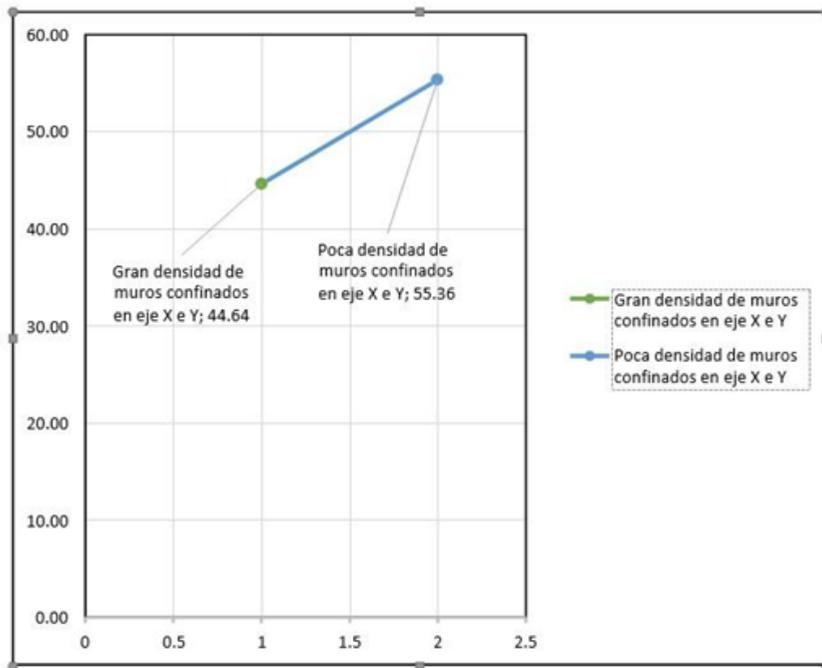
Tabla 22

Rigidez

Rigidez	Cantidad	Porcentaje %
Gran densidad de muros confinados en eje X e Y	25	44.64
Poca densidad de muros confinados en eje X e Y	31	55.36
TOTAL	56	100

Figura 25

Rigidez



- **Continuidad.** El 16.07 % de viviendas se presentaron con continuidad de planta y altura, y el 83.93 % de viviendas se presentaron sin continuidad de planta y altura según lo expuesto en los resultados.

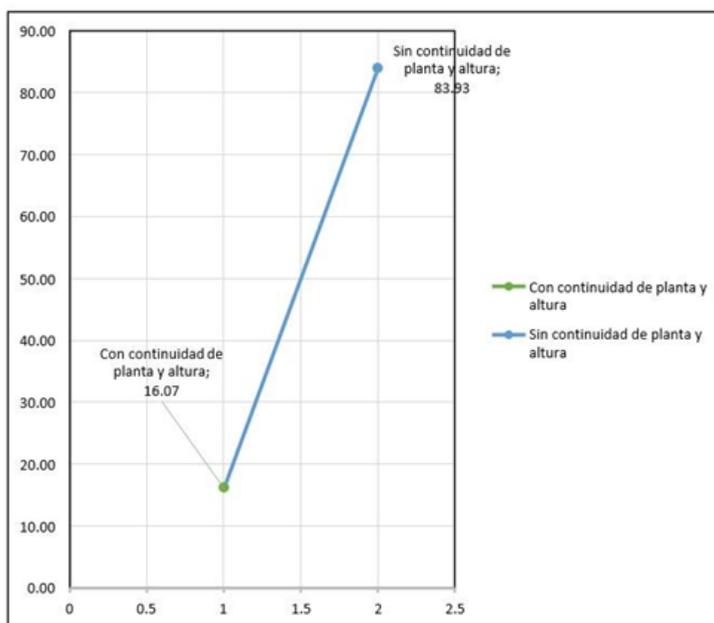
Tabla 23

Continuidad

Continuidad	Cantidad	Porcentaje %
Con continuidad de planta y altura	9	16.07
Sin continuidad de planta y altura	47	83.93
TOTAL	56	100

Figura 26

Continuidad



Fallas de edificación

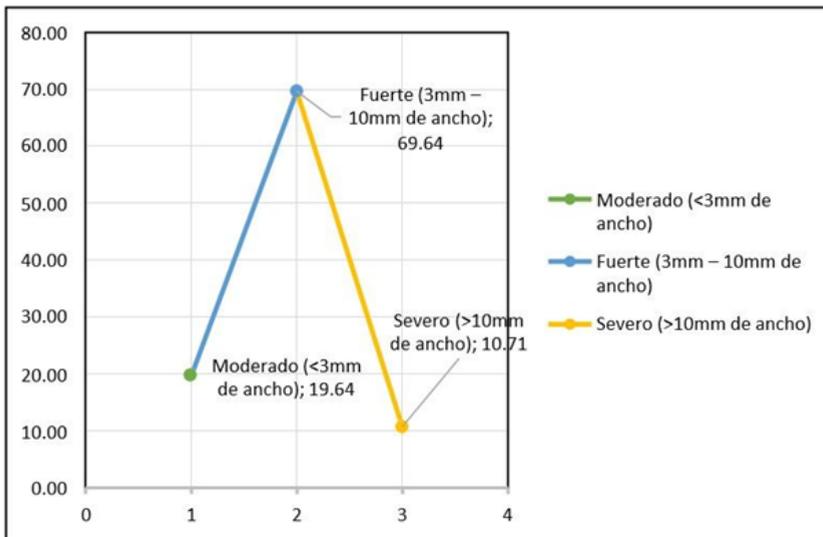
- **Fisuras y grietas.** De los resultados se obtuvo que el 19.64 % de viviendas presentan fisuras y grietas denominado moderado (<3mm de

ancho), el 69.64 % de viviendas presentan fisuras y grietas denominado fuerte (3mm – 10mm de ancho) y el 10.71 % de viviendas presentan fisuras y grietas denominado severo (>10mm de ancho) según lo expuesto en los resultados.

Tabla 24
Fisuras y grietas

Fisuras y grietas	Cantidad	Porcentaje %
Moderado (<3mm de ancho)	11	19.64
Fuerte (3mm – 10mm de ancho)	39	69.64
Severo (>10mm de ancho)	6	10.71
TOTAL	56	100.00

Figura 27
Fisuras y grietas



Resumen de fichas de datos

A continuación, se muestra el resumen de la ficha de datos en la Tabla 25.

Relación entre la dimensión: las viviendas autoconstruidas y el nivel de vulnerabilidad sísmica

Para el análisis se consideró lo consignado en la matriz de consistencia donde se encuentra detallado las hipótesis, los objetivos y las problemáticas específicas para cada una de las cuatro dimensiones con relación a el nivel de vulnerabilidad sísmica.

Calidad en la construcción

Para la dimensión de calidad de la construcción se propuso como indicadores a la asesoría profesional, calidad de Materiales, Diseño Estructural, y Calidad de mano de obra y para cada uno de estos indicadores se hará la evaluación de manera independiente con relación a el nivel de vulnerabilidad sísmica encontrada en la zona de estudio.

- **Asesoría profesional.** Para el presente indicador se tiene los siguientes resultados:

Tabla 26

Relación de Iv - Asesoría profesional

Asesoría profesional				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Con asesoría profesional	8	1	0	9
Sin asesoría profesional	1	22	24	47
TOTAL	9	23	24	56

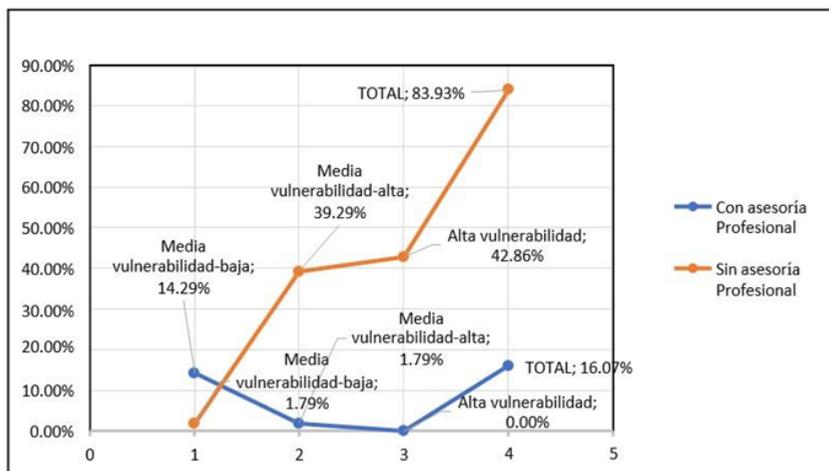
Tabla 27

Relación de Iv - Asesoría profesional en porcentajes

Asesoría profesional				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta Vulnerabilidad	TOTAL
Con asesoría profesional	14.29 %	1.79 %	0.00 %	16.07 %
Sin asesoría profesional	1.79 %	39.29 %	42.86 %	83.93 %
TOTAL	16.07 %	41.07 %	42.86 %	100.00 %

Figura 28

Relación de Iv - Asesoría profesional



Interpretación. Según la Figura 28 Relación de índice de vulnerabilidad – Asesoría profesional se indica que el 14.29 % tuvieron asesoría profesional y el 1.79 % no tuvieron asesoría profesional y ambos datos se ubicaron con media vulnerabilidad – baja; el 1.79 % ha tenido asesoría profesional y

el 39.29 % no ha tenido asesoría profesional y ambos datos se ubican con media vulnerabilidad – baja y finalmente el 42.86% no han tenido asesoría profesional y el dato se ubica con alta vulnerabilidad.

- **Calidad de materiales.** Para este indicador se obtuvo lo siguiente:

Tabla 28

Relación de Iv - Calidad de materiales en porcentajes

Calidad de materiales				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta Vulnerabilidad	TOTAL
Buena calidad	7	4	2	13
Regular calidad	1	7	6	14
Mala calidad	1	12	16	29
TOTAL	9	23	24	56

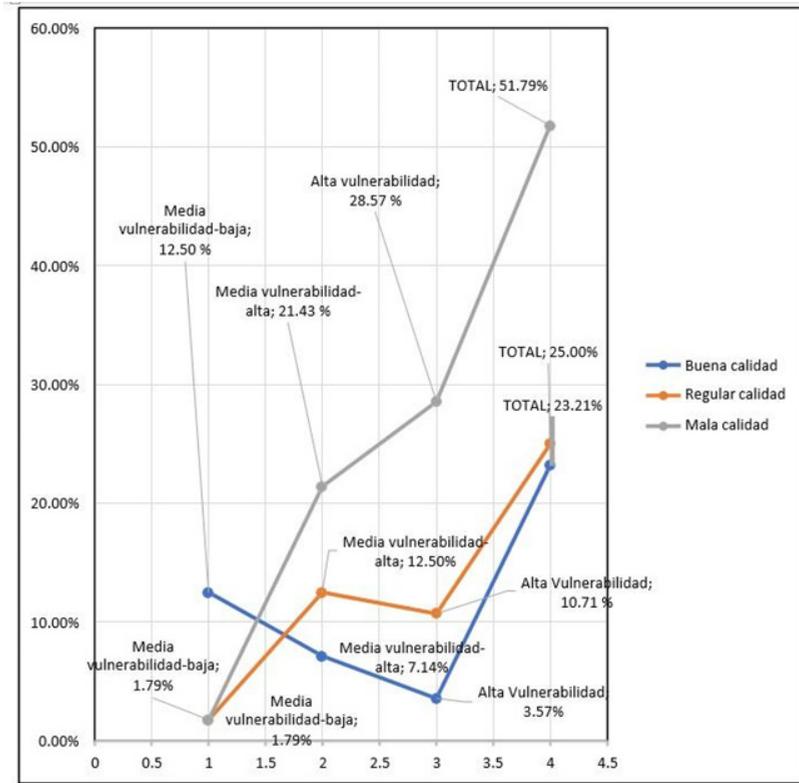
Tabla 29

Relación de Iv - Calidad de materiales en porcentajes

Calidad de materiales				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Buena calidad	12.50 %	7.14 %	3.57 %	23.21 %
Regular calidad	1.79 %	12.50 %	10.71 %	25.00 %
Mala calidad	1.79 %	21.43 %	28.57 %	51.79 %
TOTAL	16.07 %	41.07 %	42.86 %	100.00 %

Figura 29

Relación de Iv - Calidad de materiales



Interpretación. Según la Figura 29 Índice de vulnerabilidad – Calidad de materiales se indica que el 12.50 % tiene buena calidad, el 1.79 % tiene regular calidad y el 1.79 % tiene Mala Calidad y se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 7.14 % tiene buena calidad, el 12.50 % tiene regular calidad y el 21.43 % tiene mala calidad y se ubican con media vulnerabilidad – alta; y finalmente el 3.57 % tiene buena calidad, el 10.71% tiene regular calidad y el 28.57 % tiene mala calidad y el dato se ubica con alta vulnerabilidad.

- Diseño estructural.

Tabla 30

Relación de Iv - Diseño estructural

Diseño estructural				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Con diseño estructural	8	1	0	9
Sin diseño estructural	1	22	24	47
TOTAL	9	23	24	56

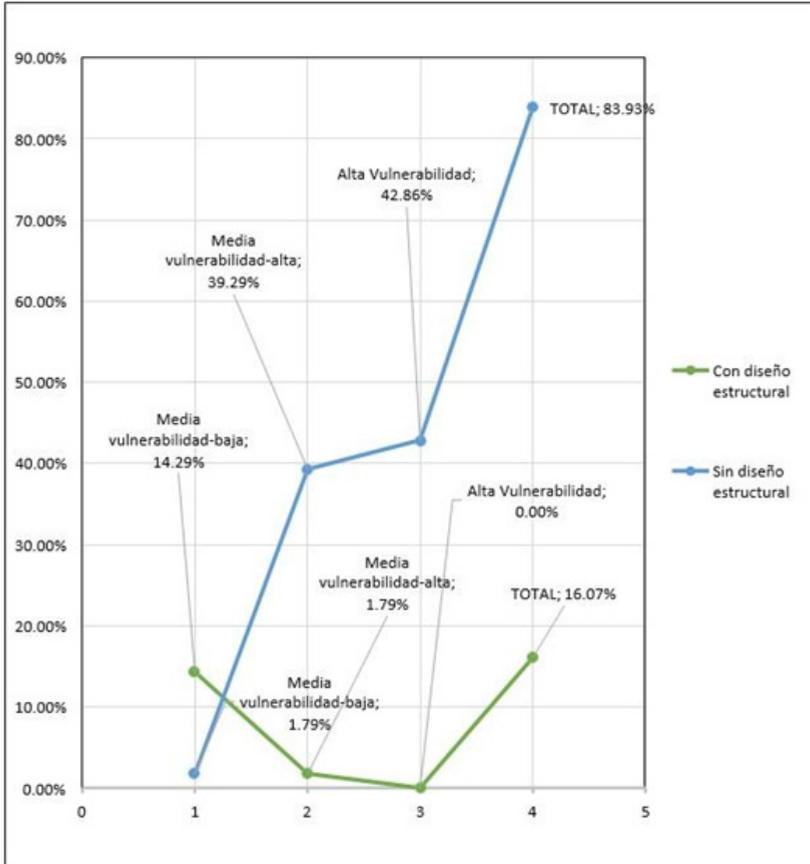
Tabla 31

Relación de Iv - Diseño estructural en porcentaje

Diseño estructural				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Con diseño estructural	14.29%	1.79%	0.00%	16.07%
Sin diseño estructural	1.79%	39.29%	42.86%	83.93%
TOTAL	16.07%	41.07%	42.86%	100.00%

Figura 30

Relación de Iv - Diseño estructural



Interpretación. Según la Figura 30 de relación de índice de vulnerabilidad – Diseño Estructural se indica que el 14.29 % tiene diseño estructural y el 1.79 % no tiene diseño estructural y ambos datos se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 1.79 % tiene diseño estructural y el 39.29 % no tiene diseño estructural y ambos datos se ubican con media vulnerabilidad – baja y finalmente el 42.86 % no tiene diseño estructural y el dato se ubica con alta vulnerabilidad.

- Calidad de mano de obra

Tabla 32

Relación de Iv - Calidad de mano de obra

Calidad de mano de obra				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Buena calidad	5	3	1	9
Regular calidad	2	6	8	16
Mala calidad	2	14	15	31
TOTAL	9	23	24	56

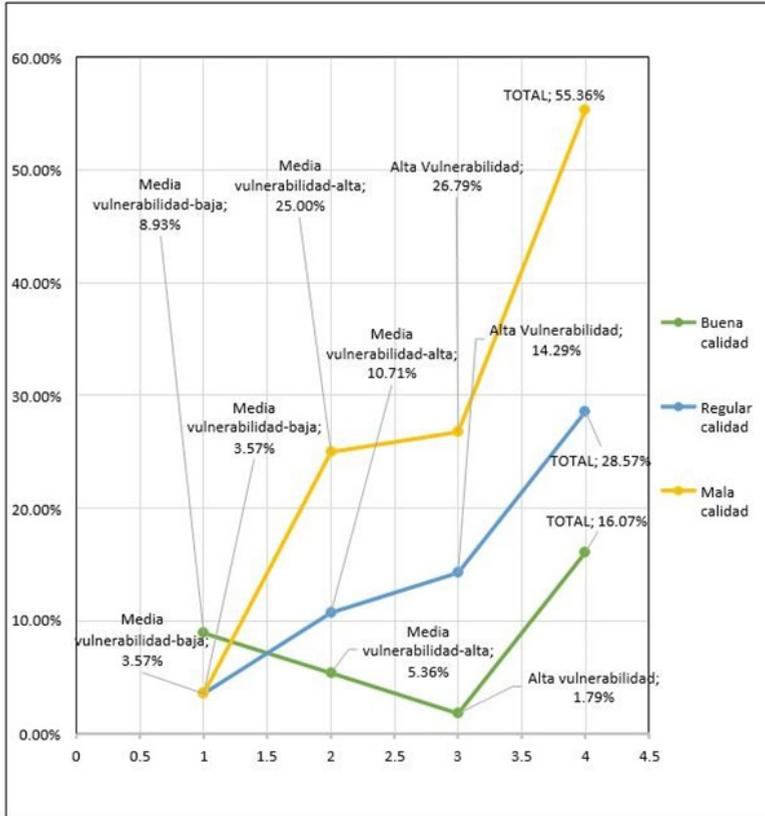
Tabla 33

Relación de Iv - Calidad de mano de obra en porcentajes

Calidad de mano de obra				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Buena calidad	8.93 %	5.36 %	1.79 %	16.07 %
Regular calidad	3.57 %	10.71 %	14.29 %	28.57 %
Mala calidad	3.57 %	25.00 %	26.79 %	55.36 %
TOTAL	16.07 %	41.07 %	42.86 %	100.00 %

Figura 31

Relación de Iv - Calidad de mano de obra



Interpretación. Según la Figura 31 de relación de Índice de vulnerabilidad – calidad de mano de obra se indica que el 8.93 % tiene buena calidad, el 3.57 % tiene regular calidad y el 3.57 % tiene mala calidad y se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 5.36 % tiene buena calidad, el 10.71 % tiene regular calidad y el 25.00 % tiene mala calidad y se ubican con media vulnerabilidad – alta; y finalmente el 1.79 % tiene buena calidad, el 14.29 % tiene regular calidad y el 26.79 % tiene mala calidad y el dato se ubica con alta vulnerabilidad.

Características de la vivienda

- Niveles de viviendas

Tabla 34

Relación de Iv - Niveles de viviendas

Niveles de viviendas				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
1 nivel	3	16	13	32
2 nivel	5	5	8	18
3 nivel	1	2	3	6
TOTAL	9	23	24	56

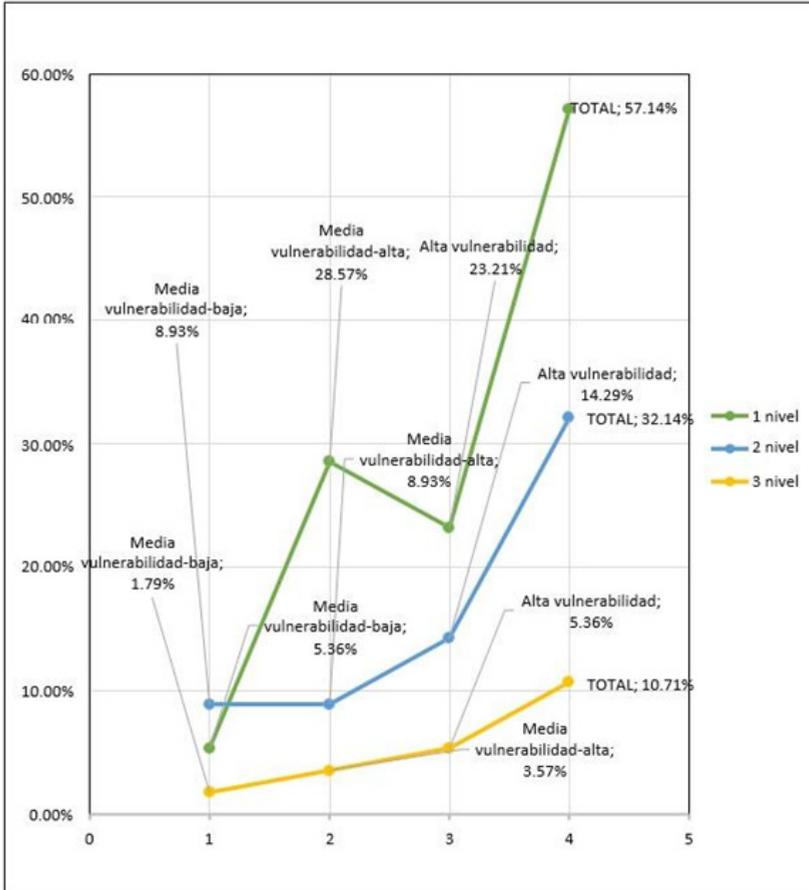
Tabla 35

Relación de Iv - Niveles de viviendas en porcentajes

Niveles de viviendas				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
1 nivel	5.36 %	28.57 %	23.21 %	57.14 %
2 nivel	8.93 %	8.93 %	14.29 %	32.14 %
3 nivel	1.79 %	3.57 %	5.36 %	10.71 %
TOTAL	16.07 %	41.07 %	42.86 %	100.00 %

Figura 32

Relación de Iv - Niveles de viviendas



Interpretación. Según la Figura 32 de relación de Índice de vulnerabilidad – Niveles de viviendas se indica que el 5.36 % tiene 1 nivel, el 8.93 % tiene 2 niveles y el 1.79 % tiene 3 niveles y se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 28.57 tiene 1 nivel, el 8.93 % tiene 2 niveles y el 3.57 % tiene 3 niveles y se ubican con media vulnerabilidad – alta; y finalmente el 23.21 % tiene 1 nivel, el 14.29 % tiene 2 niveles y el 5.36 % tiene 1 nivel y el dato se ubica con alta vulnerabilidad.

- Topografía del terreno

Tabla 36

Relación de Iv - Topografía del terreno

Topografía del terreno				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Pendiente ligera (1% a < 3%)	3	15	16	34
Pendiente moderada (5% a < 8%)	5	5	3	13
Pendiente pronunciada (8% a < 15%)	1	3	5	9
TOTAL	9	23	24	56

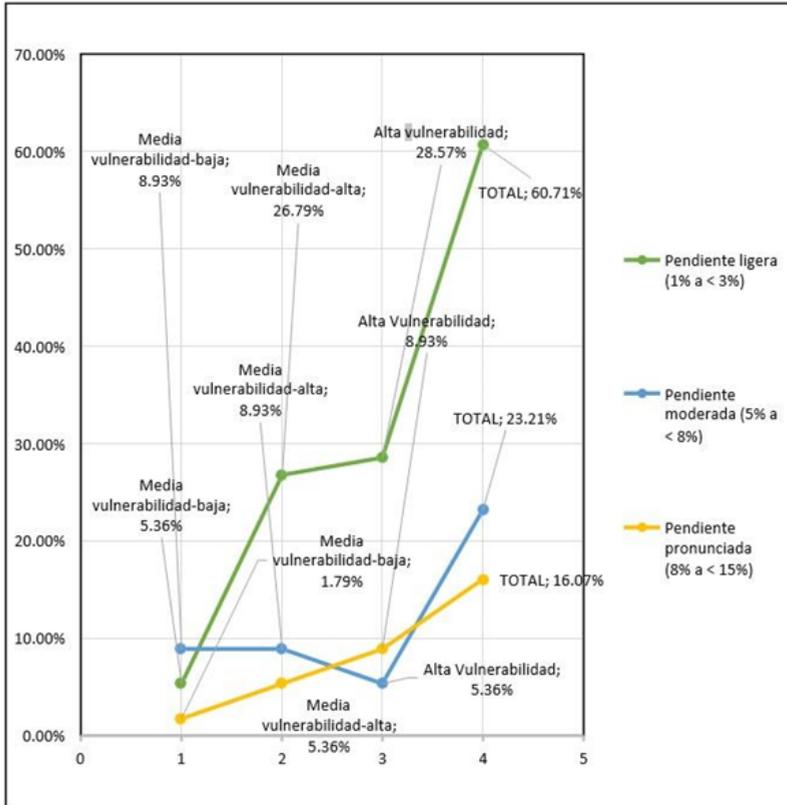
Tabla 37

Relación de Iv - Topografía del terreno en porcentajes

Topografía del terreno				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta Vulnerabilidad	TOTAL
Pendiente ligera (1% a < 3%)	5.36 %	26.79 %	28.57 %	60.71 %
Pendiente moderada (5% a < 8%)	8.93 %	8.93 %	5.36 %	23.21 %
Pendiente pronunciada (8% a < 15%)	1.79 %	5.36 %	8.93 %	16.07 %
TOTAL	16.07%	41.07%	42.86%	100.00%

Figura 33

Relación de Iv - Topografía del terreno



Interpretación. Según la Figura 33 de relación de Índice de vulnerabilidad – Topografía del terreno se indica que el 5.36 % tiene pendiente ligera (1% a < 3 %), el 8.93 % pendiente moderada (5 % a < 8 %) y el 1.79 % tiene Pendiente pronunciada (8 % a < 15 %) y se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 26.79 % tiene Pendiente ligera (1 % a < 3 %), el 8.93% Pendiente moderada (5% a < 8%) y el 5.36% Pendiente pronunciada (8 % a < 15 %) y se ubican con media vulnerabilidad – alta; y finalmente el 28.57% tiene Pendiente ligera (1 % a < 3 %), el 5.36 % Pendiente moderada (5% a < 8 %) y el 8.93 % Pendiente pronunciada (8 % a < 15 %) y el dato se ubica con alta vulnerabilidad.

Configuración estructural

- **Resistencia**

Tabla 38

Relación de Iv - Resistencia

Resistencia				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Con continuidad de elementos estructurales	4	9	12	25
Sin continuidad de elementos estructurales	5	14	12	31
TOTAL	9	23	24	56

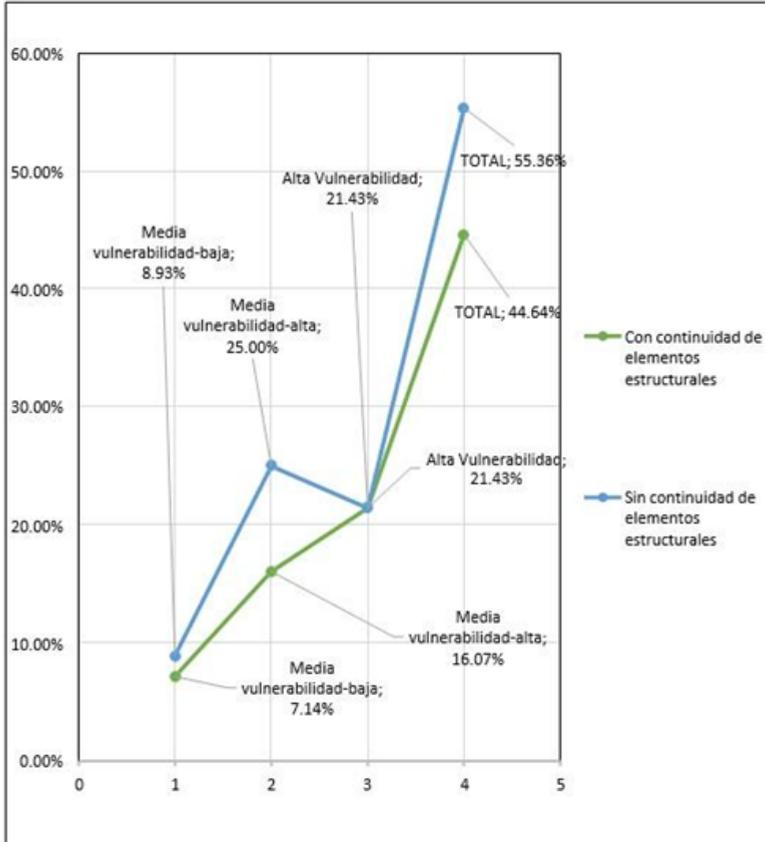
Tabla 39

Relación de Iv - Resistencia en porcentajes

Resistencia				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Con continuidad de elementos estructurales	7.14 %	16.07 %	21.43%	44.64%
Sin continuidad de elementos estructurales	8.93 %	25.00 %	21.43%	55.36%
TOTAL	16.07 %	41.07 %	42.86%	100.00%

Figura 34

Relación de Iv - Resistencia



Interpretación. Según la Figura 34 de relación de Índice de vulnerabilidad – Resistencia se indica que el 7.14 % presenta continuidad de elementos estructurales y el 8.93 % no presenta continuidad de elementos estructurales y ambos datos se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 16.07 % presenta continuidad de elementos estructurales y el 25.00 % no presenta continuidad de elementos estructurales y ambos datos se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 44.64 % presenta continuidad de elementos estructurales y finalmente el 55.36 % no presenta continuidad de elementos estructurales y el dato se ubica con alta vulnerabilidad.

• **Geometría**

Tabla 40

Relación de Iv - Geometría

Geometría				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Muros con diafragma	7	1	1	9
Muros sin diafragma	2	22	23	47
TOTAL	9	23	24	56

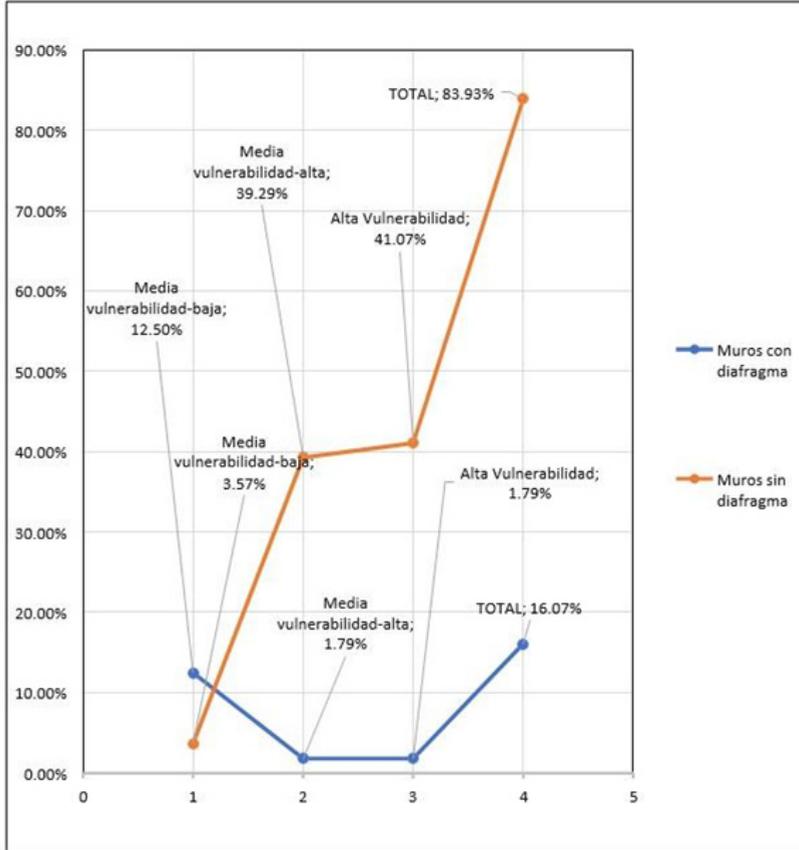
Tabla 41

Relación de Iv - Geometría del terreno en porcentajes

Geometría				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Muros con diafragma	12.50 %	1.79 %	1.79 %	16.07 %
Muros sin diafragma	3.57 %	39.29 %	41.07 %	83.93 %
TOTAL	16.07 %	41.07 %	42.86 %	100.00 %

Figura 35

Relación de Iv - Geometría



Interpretación. Según la Figura 35 de relación de índice de vulnerabilidad – Geometría se indica que el 12.50 % presenta muros con diafragma y el 3.57 % muros sin diafragma y ambos datos se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 1.79 % presenta muros con diafragma y el 39.29 % presenta muros sin diafragma y ambos datos se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 1.79 % presenta muros con diafragma y finalmente el 41.07 % presenta muros sin diafragma y el dato se ubica con alta vulnerabilidad.

• **Rigidez**

Tabla 42

Relación de Iv - Rigidez

Rigidez				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Gran densidad de muros confinados en eje X e Y	7	12	6	25
Poca densidad de muros confinados en eje X e Y	2	11	18	31
TOTAL	9	23	24	56

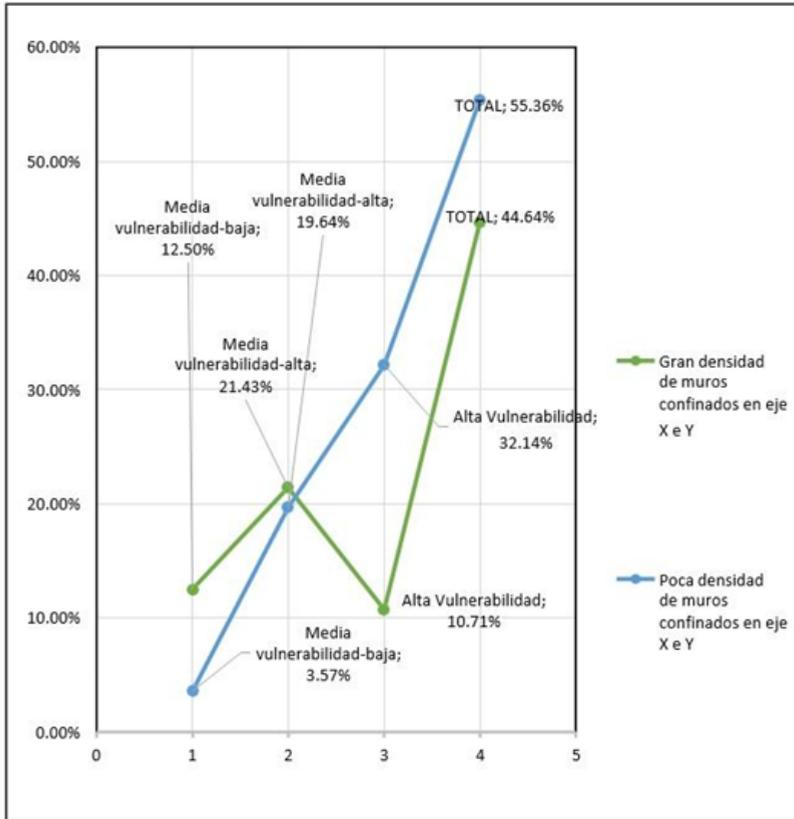
Tabla 43

Relación de Iv - Rigidez en porcentajes

Rigidez				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Gran densidad de muros confinados en eje X e Y	12.50 %	21.43 %	10.71 %	44.64 %
Poca densidad de muros confinados en eje X e Y	3.57 %	19.64 %	32.14 %	55.36 %
TOTAL	16.07 %	41.07 %	42.86 %	100.00%

Figura 36

Relación de Iv - Rigidez



Interpretación. Según la Figura 36 de relación de índice de vulnerabilidad – Rigidez se indica que el 12.50 % presenta gran densidad de muros confinados en eje X e Y y el 3.57 % presenta poca densidad de muros confinados en eje X e Y y ambos datos se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 21.43 % presenta Gran densidad de muros confinados en eje X e Y y el 19.64 % presenta poca densidad de muros confinados en eje X e Y y ambos datos se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 10.71 % presenta Gran densidad de muros confinados en eje X e Y y finalmente el 32.14 % presenta Poca densidad de muros confinados en eje X e Y y el dato se ubica con alta vulnerabilidad.

• **Continuidad**

Tabla 44

Relación de Iv - Continuidad

Continuidad				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Con continuidad de planta y altura	7	1	1	9
Sin continuidad de planta y altura	2	22	23	47
TOTAL	9	23	24	56

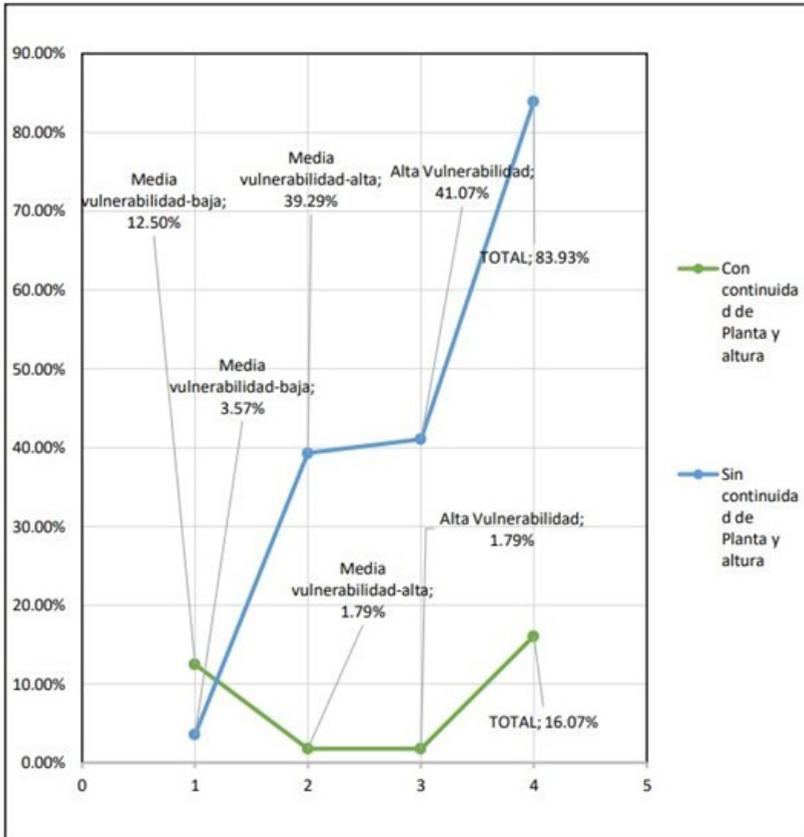
Tabla 45

Relación de Iv - Continuidad en porcentajes

Continuidad				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Con continuidad de planta y altura	12.50 %	1.79 %	1.79 %	16.07 %
Sin continuidad de planta y altura	3.57 %	39.29 %	41.07 %	83.93 %
TOTAL	16.07 %	41.07 %	42.86 %	100.00 %

Figura 37

Relación de Iv - Continuidad



Interpretación. Según la Figura 37 de relación de índice de vulnerabilidad – Continuidad se indica que el 12.50 % se presenta con continuidad de planta y altura y el 3.57 % se presenta sin continuidad de planta y altura y ambos datos se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 1.79 % se presenta se presenta con continuidad de planta y altura y el 39.29 % se presenta se presenta sin continuidad de planta y altura y ambos datos se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 1.79 % se presenta con continuidad de planta y altura y finalmente el 41.07 % se presenta se presenta sin continuidad de planta y altura y el dato se ubica con alta vulnerabilidad.

Fallas de edificación

• **Fisuras y grietas**

Tabla 46

Relación de Iv - Fisuras y grietas

Fisuras y grietas				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Moderado (<3mm de ancho)	3	4	4	11
Fuerte (3mm – 10mm de ancho)	5	16	18	39
Severo (>10mm de ancho)	1	3	2	6
TOTAL	9	23	24	50

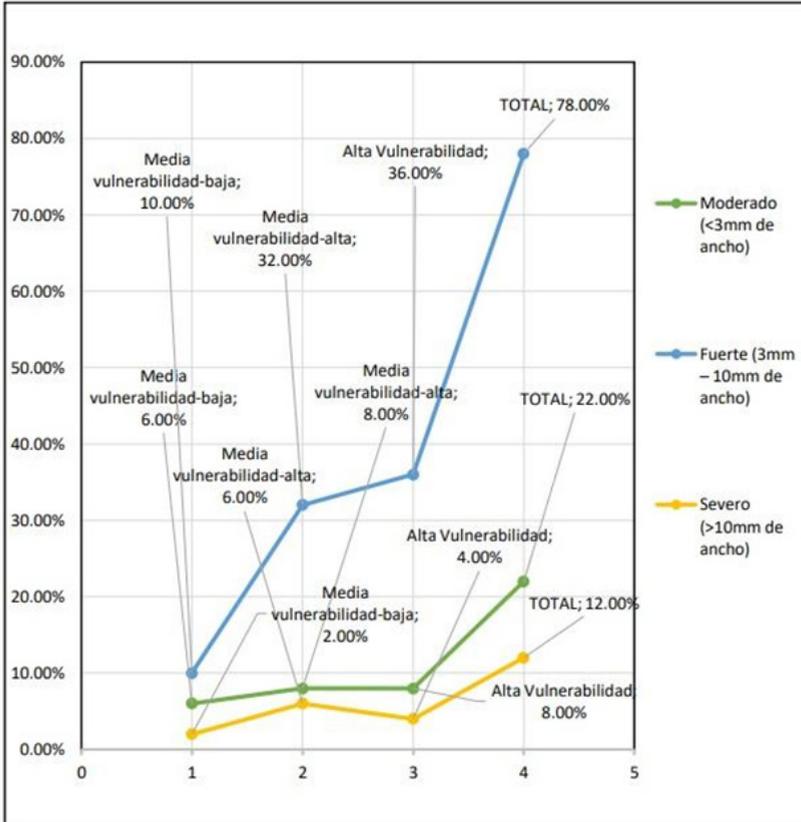
Tabla 47

Relación de Iv - Fisuras y grietas en porcentajes

Fisuras y grietas				
Iv	Media vulnerabilidad-baja	Media vulnerabilidad-alta	Alta vulnerabilidad	TOTAL
Moderado (<3mm de ancho)	6.00 %	8.00 %	8.00 %	22.00 %
Fuerte (3mm – 10mm de ancho)	10.00 %	32.00 %	36.00 %	78.00 %
Severo (>10mm de ancho)	2.00 %	6.00 %	4.00 %	12.00 %
TOTAL	18.00 %	46.00 %	48.00 %	100.00 %

Figura 38

Relación de Iv - Fisuras y grietas



Interpretación. Según la Figura 38 de relación de Índice de vulnerabilidad – Fisuras y grietas se indica que el 6.00 % tiene un daño moderado (10mm de ancho) y se ubican con media vulnerabilidad – baja; el 8.00 % tiene un daño moderado (10mm de ancho) y se ubican con media vulnerabilidad – alta; y finalmente el 8.00 % tiene un daño Moderado (10mm de ancho) y el dato se ubica con alta vulnerabilidad

Discusión

Según los resultados obtenidos de la relación de índice de vulnerabilidad – Asesoría Profesional se indica que 42.86 % no han tenido asesoría profesional y el dato se ubica con alta vulnerabilidad, en la relación de Índice de vulnerabilidad – Calidad de Materiales se indica que el 28.57 % tiene Mala Calidad y el dato se ubica con alta vulnerabilidad, en la relación de Índice de vulnerabilidad – Diseño Estructural se indica que el 42.86% no tiene diseño estructural y el dato se ubica con alta vulnerabilidad, en la relación de Índice de vulnerabilidad – Calidad de mano de obra se indica que el 14.29% tiene Regular Calidad y el 26.79% tiene Mala Calidad y el dato se ubica con alta vulnerabilidad.

Al respecto Valverde (2017), en su investigación de tesis de grado titulada “Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Pueblo Nuevo-Lambayeque en el 2017”, indicó en una de sus conclusiones que el nivel de vulnerabilidad sísmica de las casas del distrito de Pueblo Nuevo es de 72 %; esto se debe, en la mayoría de los casos, a la baja densidad de muros sumado a la baja calidad de los materiales y al no contar con mano de obra calificada. Como muestra de ello, las estructuras presentan canchales, juntas que no son homogéneas, grietas en la albañilería, salitre y corrosión del refuerzo de acero.

Asimismo, Alvarado (2013), en su tesis titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del Casco urbano de la ciudad de Valdivia, empleando índices de vulnerabilidad”, dejó como resultado una gran base de datos especialmente diseñada para el estudio de la vulnerabilidad sísmica. Las principales conclusiones derivadas del presente trabajo de investigación

fueron la vulnerabilidad de las estructuras de Valdivia se encuentra en forma promedio entre moderada y alta, considerando que el sector que posee más vulnerabilidad es el conocido con el nombre de “barrios bajos”, en el cual se encuentra una gran cantidad de estructuras autoconstruidas de madera.

Como se puede observar los resultados son semejantes a los resultados de los antecedentes; por consiguiente, se concluye manifestando que el objetivo fue logrado.

Según los resultados obtenidos de la relación de Índice de vulnerabilidad – Niveles de viviendas se indica que el 23.21 % tiene 1 nivel, el 14.29 % tiene 2 niveles y el 5.36 % tiene 1 nivel y el dato se ubica con alta vulnerabilidad, en la relación de Índice de vulnerabilidad – Topografía del terreno se indica que el 28.57 % tiene pendiente ligera (1 % a < 3 %), el 5.36 % pendiente moderada (5 % a < 8 %) y el 8.93 % pendiente pronunciada (8% a < 15%) y el dato se ubica con alta vulnerabilidad. Al respecto, Rojas (2017), en su tesis de grado titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada del asentamiento humano San Marcos de Ate, Santa Anita, 2017”, tesis para optar el título de Ingeniero Civil de la Universidad César Vallejo, se caracterizó por ser de tipo aplicada. Tuvo por objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica, conocer la densidad de muros de las viviendas de albañilería, conocer la calidad de la mano de obra y de los materiales, y verificar la estabilidad de los tabiques y parapetos del AA.HH. Marcos de Ate, Santa Anita, 2017. El tipo de estudio es descriptivo, la población son las 151 viviendas del asentamiento humano San Marcos de Ate y la muestra para esta investigación son 15 viviendas construidas de albañilería confinada, asimismo en esta investigación se utilizó

la técnica para la recolección de datos la cuales son recopilación de datos, selección de zona de estudio, sensibilización y encuesta y el instrumento de recolección de datos es la encuesta (campo). En el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

Se determinó que el 60.00 % de las viviendas presenta alta vulnerabilidad. Lo cual indica que podrían colapsar ante un sismo severo.

Se ha determinado que el 60.00 % de las viviendas presenta densidad de muros inadecuada. Lo cual demuestra falta de asesoría profesional en la etapa de diseño de las viviendas, practicando la autoconstrucción.

Se determinó que el 87 % de las casas presenta una mano de obra calificada como de calidad regular. Los maestros y albañiles no recibieron capacitación, los materiales fueron de mala calidad y las unidades de albañilería fueron artesanales.

Se determinó que el 67 % de las viviendas presenta tabiques inestables. La verificación se realizó utilizando la Norma E.030 y E.070. Se encontró que los tabiques en la azotea no estaban arriostrados. Como se puede observar los resultados son semejantes a los resultados de los antecedentes; por consiguiente, se concluye manifestando que el objetivo fue logrado.

Según los resultados obtenidos de relación de Índice de vulnerabilidad – Resistencia se indica que el 44.64 % presenta continuidad de elementos estructurales y el 55.36 % no presenta continuidad de elementos estructurales y el dato se ubica con alta vulnerabilidad, en la relación de índice de vulnerabilidad – Geometría se indica que el 1.79 % presenta muros con diafragma y el 41.07 % presenta muros sin diafragma y el dato se ubica con

alta vulnerabilidad, en la relación de índice de vulnerabilidad – Rigidez se indica que el 10.71 % presenta gran densidad de muros confinados en eje X e Y y el 32.14 % presenta poca densidad de muros confinados en eje X e Y y el dato se ubica con alta vulnerabilidad, en la relación de Índice de vulnerabilidad – Continuidad se indica que el 1.79 % se presenta con continuidad de planta y altura y finalmente el 41.07 % se presenta sin continuidad de Planta y altura y el dato se ubica con alta vulnerabilidad. Según Alva (2016) en su tesis de grado titulada “Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas en laderas de la urbanización Tahuantinsuyo del distrito de Independencia, Lima”, se encontró una relación directa entre el diseño estructural de las viviendas y el índice de vulnerabilidad. Se tuvo un aumento del 10.45 % en el índice de vulnerabilidad cuando las viviendas no presentan diseño estructural o no han sido supervisadas durante su construcción. Asimismo, Lozano (2011), en su tesis de grado titulada “Gestión de viviendas autoconstruidas en asentamientos humanos de Lima”, indicó que las principales conclusiones derivadas del presente trabajo de investigación son las siguientes:

Es completamente necesario que el gobierno dé apoyo a los pobladores de escasos recursos en cuanto a la obtención de servicios básicos como agua y desagüe cuando se realice la cesión de terrenos.

Se debe promover la utilización del adobe mejorado y la quincha prefabricada, estos son materiales de fácil obtención por la localidad y son aislantes térmicos y son ecológicos y baratos. Como se puede observar los resultados son semejantes a los resultados de los antecedentes; por consiguiente, se concluye manifestando que el objetivo fue logrado.

Según los resultados obtenidos de la relación de Índice de vulnerabilidad – Fisuras y Grietas se indica que el 8.00 % tiene un daño Moderado (10 mm de ancho) y el dato se ubica con alta vulnerabilidad. Al respecto Tito (2018), en su tesis de grado titulada “Vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas mediante la aplicación del modelo estático no lineal en la av. el parral, comas”, concluyó con lo siguiente:

La redundancia estructural fue mínima en la dirección de menor longitud, lo que estuvo asociado a niveles de distorsiones elevados y, por ende, a elevados niveles de vulnerabilidad sísmica. Por tanto, se ha podido confirmar la veracidad de la hipótesis propuesta.

La segunda hipótesis específica en este trabajo de investigación dice que los procedimientos inadecuados de construcción hacen que las viviendas autoconstruidas tengan un elevado nivel de vulnerabilidad sísmica. En este trabajo los procedimientos de construcción inadecuados se evaluaron mediante el estudio de la relación agua-cemento para determinar la resistencia indirecta del f'_c del concreto, lo cual nos dio como resultado $a/c = 0.80$ que nos da como resultado $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ como se observa en la tabla 5-1, esto se confirmó con el ensayo de la esclerometría donde nos dio como $f'_c = 165 \text{ kg/cm}^2$, se concluye que existe una relación directa entre los procedimientos de construcción inadecuados y la baja calidad de los materiales usados para los elementos estructurales, por lo que se puede decir, que los resultados encontrados prueban la hipótesis planteada.

La tercera hipótesis específica dice que los eventos sísmicos raros, es decir, aquellos con un periodo de retorno de 475 años (E030, 2016, pp. 2), provocarán que las viviendas autoconstruidas queden severamente dañadas.

Como se puede observar los resultados son semejantes a los resultados de los antecedentes; por consiguiente, se concluye manifestando que el objetivo fue logrado

Conclusiones

Se determinó que las viviendas autoconstruidas del asentamiento humano Santa Rosa de Ventanilla presenta un nivel de vulnerabilidad sísmica alta en un 42.86 % del total de viviendas estudiadas; un nivel de media vulnerabilidad alta de 41.07 % del total de viviendas estudiadas y un nivel de media vulnerabilidad sísmica baja en un 16.07 % del total de viviendas encuestadas.

Según los resultados obtenidos se determinó que la relación de índice de vulnerabilidad – Asesoría profesional se indica que 42.86 % del total de viviendas estudiadas no han tenido asesoría profesional, lo cual da indicio que la calidad de construcción es mala y que estas no cumplan con las especificaciones técnicas sísmicas requeridas en el reglamento nacional de edificaciones.

Según los resultados obtenidos se determinó que el 41.07 % del total de viviendas estudiadas se presenta sin continuidad de planta y altura con respecto a los elementos estructurales como vigas y columnas, y el dato se ubica con alta vulnerabilidad

Según los resultados obtenidos de la relación de índice de vulnerabilidad – Diseño Estructural se indica que el 42.86 % del total de viviendas estudiadas no tiene diseño ni una configuración estructurales optima por las distribuciones y dimensión de columnas y vigas has sido hechas con

conocimientos empíricos, por lo tanto, son propensas a colapsar ante un evento sísmico de gran magnitud.

Según los resultados obtenidos de la relación de índice de vulnerabilidad – fisuras y grietas se indica que el 36.00 % del total de viviendas estudiadas tienen un daño fuerte (3mm – 10mm de ancho) principalmente en las uniones de vigas y columnas y columna y pared, por lo tanto, las viviendas autoconstruidas del Asentamiento Humano Santa Rosa de Ventanilla van a seguir sufriendo daños estructurales como falla y fisura perjudicando la estabilidad de esta.

Recomendaciones

Realizar el reforzamiento estructural total lo más pronto a las viviendas que según la evaluación has salido con un nivel de vulnerabilidad alto, para las viviendas con el nivel de vulnerabilidad medio, se recomienda realizar intervenciones a los elementos estructurales de forma parcial.

Los propietarios deben solicitar el asesoramiento de profesionales capacitados e idóneos para la construcción de futuras viviendas y, para el reforzamiento estructural, contar con los planos estructurales avalados por un ingeniero civil con especialidad en estructuras.

Las construcciones futuras en este tipo de suelo deben tener como mínimo un diseño de vigas de cimentación para mejorar la capacidad de soporte del suelo, ya que este presenta una capacidad portante muy insignificante.

Para la construcción de viviendas, el propietario no debe ser austero con respecto a la calidad de los materiales, ya que los resultados del estudio

presentan un alto uso de materiales de mala calidad empleados para la construcción.

Se debe realizar reforzamiento y tratamiento a las fisuras y grietas que son de mayor tamaño, a la vez la evaluación estructural antes de continuar la construcción de futuros niveles.

CAPÍTULO V

REFLEXIONES FINALES EN TORNO A LA PROBLEMÁTICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN UNA ZONA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

En la década del 50, en el país, se dio un proceso de migración de los pobladores de la sierra y la selva a la costa (Seiner, 2017). Esto se originó debido a la búsqueda de oportunidades laborales, ya que no había una equidad de desarrollo en el país, aunque esta situación de desigualdad sigue prevaleciendo hasta el día de hoy. Debido a las razones mencionadas, Lima experimentó un gran cambio en cuanto al aumento de su población, lo que generó la posesión de tierras del Estado a través de invasiones, en las zonas menos indicadas para vivir, por ejemplo, en los bordes de los ríos, en la falda de los cerros, zonas donde el suelo es arenoso, entre otros.

A partir de ello, se formaron los asentamientos humanos, donde se agrupan un conjunto de personas que toman posesión de la tierra de forma gradual o incluso puede darse de forma violenta. Román (2016) sostiene que a la larga los asentamientos humanos son formalizados por el Estado, como medida de contrarrestar la informalidad. Debido a esta

medida, Espinoza y Fort (2020) sostienen que el mismo Estado es quien incentiva la producción de vivienda informal, porque lo ve como una solución, lo cual demuestra su ineficiencia para controlar este problema.

Con el transcurso de los años, el país ha registrado un incremento de viviendas informales. Las causas de este incremento son la mala gestión relacionada a la planificación habitacional, la inequidad de distribución de los programas ofrecidos por parte del gobierno, las altas tasas para acceder a un crédito hipotecario, el trabajo informal, el tiempo para gestionar dicho préstamo, entre otros.

En el último Censo del 2017, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018a) registró 31 237 385 habitantes en el país, donde la mayor parte de la población se concentra en la región de la costa. En Lima, por ejemplo, la producción informal de viviendas es prácticamente la única solución que tienen los sectores económicos más bajos (C, D y E) (Espinoza y Fort, 2020).

Por ello, el Estado busca enfrentar el problema de la informalidad de las viviendas, por ello planteó programas de subsidios y créditos hipotecarios, como el Nuevo Crédito Mivivienda y Techo propio, para las personas vulnerables o de bajos recursos (Roa y Herrera, 2019). El objetivo es brindar viviendas que estén construidas de buena calidad para una mejor condición de vida, porque una vivienda cumple una serie de requisitos para considerarse como tal, por ejemplo, tener un techo, contar con un acceso a ella y acceder a servicios básicos como luz, agua y desagüe.

La informalidad de las viviendas puede generar consecuencias a futuro debido a los constantes movimientos telúricos que hay en el Perú, ya que se encuentra en el cinturón de fuego del Pacífico. Sin embargo, la capital del país presenta un problema de hacinamiento urbano y porcentaje alto de viviendas autoconstruidas, lo que está más propenso a colapsar ante un movimiento de gran magnitud. Cabe resaltar que en Lima y en el Callao experimentan un fenómeno llamado “laguna sísmica o zona de silencio sísmico”; hasta ahora no se ha registrado un evento telúrico de gran escala.

Si bien, Lima presenta la mayor concentración de población, las personas que buscan situarse en un lugar estable para poder vivir se establecen en los bordes de los ríos, en las faldas de los cerros, cerca de los complejos arqueológicos y de áreas naturales protegidas, incluso en zonas donde el suelo no es ideal para la construcción de viviendas, como el suelo arenoso, rellenos sanitarios, pantanos, entre otros.

Icochea (2019) sostiene que el suelo es el criterio fundamental para la construcción de cualquier estructura, ya que es la base de la edificación. Por lo tanto, una vivienda no tendrá problemas si se tiene una buena base de suelo, incluso el suelo determina si la edificación puede contar con la construcción de más de dos pisos. Además, los distritos de la capital cuentan con diferentes tipos de suelo, por lo que algunos distritos gozan de buen suelo ante un sismo.

Desde el punto de vista de la ingeniería civil, el suelo se clasifica en limoso, arcilloso, grava, materia orgánica y arenoso. El primero se caracteriza por filtrar el agua con facilidad, el segundo se destaca por su plasticidad, el tercero es ideal para establecer rellenos y presenta alto grado de permeabilidad, el cuarto se caracteriza por ser esponjoso, asimismo es propiamente de las zonas pantanosas; por último, el arenoso que se adecúa con facilidad a los cambios de humedad y temperatura.

Por otro lado, Quiroz (2017) señala que la calidez y la solidez de las edificaciones de una ciudad son criterios fundamentales que permiten estructurar un plan de emergencia ante cualquier sismo. Entonces, estos criterios permiten establecer el riesgo sísmico en el que pueden encontrarse expuestas las edificaciones. Por ello, las inmobiliarias deben cumplir con la construcción de viviendas antisísmicas y no solo ver como una simple construcción que será vendida sino asegurar la seguridad de las familias; es decir, velar el valor humano y no solo monetario.

Un factor que impide la ejecución de una buena obra es el valor del suelo. Esto no justifica que no se realice una buena obra, sino que en los últimos años se ha incrementado el suelo en el mercado, por lo que las

inmobiliarias construyen con materiales de menor costo que le permita tener algo de ganancia; sin embargo, no tendrá la resistencia adecuada antes un sismo.

La vulnerabilidad sísmica viene a ser la relación entre la respuesta de una estructura que está sometida ante un determinado nivel de intensidad sísmica. Esta se puede calcular a través de curvas de fragilidad, las cuales representan la probabilidad de que una estructura exceda un estado límite de daño en relación a la intensidad del sismo (Zanelli, 2019). De este modo, los estudios de vulnerabilidad sísmica están relacionadas a las obras de ingeniería civil, la cual está comprendida de las carreteras, casas, condominios, edificios, puentes, entre otros.

Para realizar el cálculo de la vulnerabilidad, debe estar conectada con cualquier construcción que requiera de su evaluación ante temblores o terremotos. Asimismo, la vulnerabilidad sísmica se clasifica en estructural, no estructural y funcional. Para Rodríguez-Anaya (2019), la vulnerabilidad estructural es el grado de disposición que la estructura puede presentar frente a los diversos daños que pueda recibir en las partes de la edificación como las columnas, los muros y las vigas. En cuanto a la vulnerabilidad no estructural, las bases de las edificaciones pueden quedar intactas antes los eventos telúricos moderados, pero los elementos arquitectónicos (sistemas de alumbrados, paredes, fachadas, etc.) pueden verse afectados (CISMID, 2014).

Por último, la vulnerabilidad funcional se refiere cuando la edificación sufre algún daño estructural significativo; es decir, si el movimiento sísmico causa algún daño en cuanto al funcionamiento de la edificación. Entonces, la vulnerabilidad funcional está relacionada al grado de susceptibilidad operativa que tiene el recinto. En muchos casos, los movimientos telúricos no ocasionan daños inmediatamente; sin embargo, con el transcurso de los años la vivienda puede verse afectada y esto se refleja en las fisuras y grietas que uno puede encontrar en las paredes o en los techos.

En una zona altamente sísmica, los ingenieros y arquitectos son los especialistas que pueden verificar la resistencia de las viviendas; por ello, es recomendable que las viviendas o edificaciones reciban mantenimiento para evitar perjuicios e incluso se debe dar una inspección para plantear medidas para actuar de manera adecuada ante un evento sismológico. Pero ¿qué pasa con las viviendas autoconstruidas? Ya que este tipo de viviendas es construido en un proceso amplio de acuerdo a los recursos disponibles.

Por lo general, al Estado le es imposible controlar el tráfico de terrenos, ampliar los programas de vivienda y bonos habitacionales, entre otros aspectos que estén relacionados a la inaccesibilidad de una vivienda digna. Por ello, en este trabajo se centró en determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el asentamiento humano Santa Rosa de Ventanilla.

Para evaluar la calidad de la autoconstrucción se tomó en cuenta los siguientes criterios: asesoría profesional, calidad de materiales, diseño estructural y calidad de mano de obra. Y con respecto a la vulnerabilidad sísmica, se consideró los aspectos: geométricos, constructivos, estructurales y el tipo de suelo. Por lo tanto, si la vivienda no cumple con los criterios indicados, su posibilidad de resistir ante un sismo de gran magnitud será nula, porque no cuenta con una base sólida que pueda soportar tal nivel sísmico.

En conclusión, los pobladores que se encuentran en zonas con estructura precaria deben tomar medidas preventivas para actuar ante un sismo; de este modo, evitar pérdidas humanas. Asimismo, el Estado debe ponerse firme y plantear programas adecuados dirigidos para los sectores bajos, con el propósito de brindar una vivienda digna y así evitar pérdidas humanas y controlar el asentamiento de la población en zonas inhabitables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, E, y Rosales, B. (2019). Índice de Vulnerabilidad Estructural, No Estructural y Funcional de las Edificaciones de Uso Turístico ante Sismos y Tsunamis. *Arquitectura*, 4(8),19-36. <https://doi.org/10.5377/arquitectura.v4i8.8857>
- Aguilar, E. (2016). Importancia de la vulnerabilidad estructural de la vivienda unifamiliar en el riesgo urbano. Modelo de estudio ciudad de Managua, Nicaragua. *Revista de Urbanismo*, (35), 197-215. <https://revistaurbanismo.uchile.cl/index.php/RU/article/view/43090>
- Aguilar, M., Orbegoso, F. y Diaz, B. (2015). El problema de la vivienda en el distrito de Pillco Marca: 2012-2014. *Investigación Valdizana*, 9(1), 27-30. <http://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/35>
- Alayza, A. (2019). *Modelo estratégico de las construcciones de viviendas informales en pro al medio ambiente en los humedales de Villa* [tesis de doctorado de la Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Federico Villarreal. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3979>
- Alva, G. (2021, 26 de junio). *Lima, la ciudad que se construye sola desde sus cimientos*. Grupo El Comercio. <https://bit.ly/3xXWbB3>

- Alva, J. (2016). *Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas en laderas de la urbanización Tahuantinsuyo del distrito de Independencia, Lima*. [Tesis de Licenciatura de la Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10571>
- Alvayay, D. (2013). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del casco urbano de la ciudad de Valdivia, empleando índices de vulnerabilidad*. [Tesis de Licenciatura de la Universidad Austral de Chile]. Repositorio institucional de la Universidad Austral de Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcia473e/doc/bmfcia473e.pdf>
- Antequera, F., Baqai, A. y Einkauf, G. (2020). *Low-Income Renting and Sharing in Latin American and Caribbean Cities: Towards a New Policy Agenda*. The University of Texas at Austin. <https://bit.ly/3DfOc3i>.
- Arquine. (2019, 16 de abril). *Vivienda Unifamiliar en La Floresta*. Arquine. <https://www.arquine.com/vivienda-floresta/>.
- Arévalo, A. (2020). 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. *Revista de Urbanismo*, (35), 197-219-10.5354/0717-5051.2016.43090
- Ayala, R., Delgadillo, A. y Ferrer, C. (2017). Amenaza sísmica en Latinoamérica. *Revista Geográfica Venezolana*, 58 (2), 2017, 258-262. <https://www.redalyc.org/pdf/3477/347753793001.pdf>
- Banchero, R. (2019, 17 de septiembre). *¿Cuál es el motivo de la aparición de grietas en nuestras paredes?* Medium. <https://bit.ly/3GidG22>

- Bayona, D. (2018, 4 de octubre). *CASA: planificando ciudades sostenibles y resilientes en la Amazonía*. Archdaily. <https://bit.ly/31AoNnG>
- Benavente, R. (2018). *Minimización del Impacto Social en la Ayuda Humanitaria Ante Un Sismo en Lima Metropolitana y Callao, Optimizando la Velocidad de Respuesta Ante Los Sectores Damnificados, Mediante el Uso de Modelos Matemáticos en la Redistribución de Almacenes y Un Plan de Ruteo Eficiente*. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12427>
- Bieniawski, Z. (2020). *Design methodology in rock engineering*. CRC Press. <https://bit.ly/3ojmLkR>
- Brennan, A. (2017). Dymaxion House. R. Buckminster Fuller. En Mallgrave, H. y Payne, A. (Eds.), *Companions to the History of Architecture*, IV Vol. (1-12). John Wiley & Sons, Inc. <https://bit.ly/3dgpLbx>
- Bunster, V. y Bustamante, W. (2019). Structuring a Residential Satisfaction Model for Predictive Personalization in Mass Social Housing. *Sustainability*, 11(14), 1-30. <https://doi.org/10.3390/su11143943>
- Burga, J. y Rivera, W. (2021). *Análisis de vulnerabilidad sísmica estructural mediante curvas de fragilidad, del Instituto Pedagógico Indoamérica de la ciudad de Trujillo, 2019*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://bit.ly/3rtc3tZ>
- Calderón, J. (2015). Programas de vivienda social nueva y mercados de suelo urbano en el Perú. *EURE*, 41(122), 27-47. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612015000100002>
- Calderón, J. (2019). El Estado y la informalidad urbana. Perú en el siglo XXI. *Pluriversidad*, (3), 45-64. <https://doi.org/10.31381/pluriversidad.v3i3.2234>

- Castillo-García, R. (2021). Políticas públicas de vivienda en el Perú 1946-2021 y aportes para una política pública de vivienda 2021-2030. *Paideia XXI*, 11(2), 383-414. <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/view/4040>
- Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. (2014). *Análisis de vulnerabilidad y riesgo ante sismo y sismo en zonas urbanas – distrito de Ancón*. <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/2685>
- Czischke, D. y Ayala, A. (2021). Housing in the Global North and the Global South. En Orum, A. (Ed.), *Companion to Urban and Regional Studies* (579-604). John Wiley & Sons, Inc. <https://bit.ly/3rz2Cjt>
- Doe, R. (2017). *Integration of computational design tools in the design and production of prefabricated homes* [tesis de Doctorado, The University of Sydney]. Sydney Digital Theses. <http://hdl.handle.net/2123/18768>
- Durst, N. y Wegmann, J. (2017). Informal housing in the United States. *International Journal of Urban and Regional Research*, 41(2), 282-297. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.12444>
- Dwijendra, N., Akhmadeev, R., Tumanov, D., Kosov, M., Shoar, S. y Banaitis, A. (2021). Modeling Social Impacts of High-Rise Residential Buildings during the Post-Occupancy Phase Using DEMATEL Method: A Case Study. *Revista Buildings*, 11(11), 1-18. <https://doi.org/10.3390/buildings11110504>
- Espinoza, A. y Fort, R. (2020). Hacia una política de vivienda en el Perú: problemas y posibilidades. Grade. Grupo de análisis para el desarrollo. <https://bit.ly/3oa8ZRs>

Fondo Mivivienda. (s.f.). Nuevo Crédito Mivivienda. <https://bit.ly/3d7Ljaf>

Furtado, L. y Renski, H. (2021). Place attachment in self-built informal housing: improving spaces of crime. *Journal of Housing and the Built Environment*, 36(x), 283-301. <https://doi.org/10.1007/s10901-020-09755-3>

Galiana, A. (2017). La vivienda como objeto de estudio desde el derecho: la vivienda como derecho humano y la cátedra UNESCO sobre vivienda. *Hábitat y Sociedad*, (10), 129-144. <https://idus.us.es/handle/11441/68288>

Gamsakhurdia, V. (2021). Self-Construction in Immigration–I-Positioning through Tensional Dialogues to Powerful Foreign and Native Voices. *Integrative Psychological and Behavioral Science*, 55(1), 445-469. <https://doi.org/10.1007/s12124-021-09603-1>

Garfinkel-Castro, A. (2021). Unpacking Latino urbanisms: a four-part thematic framework around culturally relevant responses to structural forces. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, a(b), 1-21. <https://doi.org/10.1080/17549175.2021.1953111>

Goffin, K., Åhlström, P., Bianchi, M. y Richtnér, A. (2019). Perspective: State-of-the-art: The quality of case study research in innovation management. *Journal of Product Innovation Management*, 36(5), 586-615. <https://doi.org/10.1111/jpim.12492>

Heffernan, E. y De Wilde, P. (2020). Group self-build housing: A bottom-up approach to environmentally and socially sustainable housing. *Journal of Cleaner Production*, 243(2), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118657>

Herega, A. (2018). *The Selected Models of the Mesostructure of Composites. Percolation, Clusters, and Force Fields*. Springer. <https://bit.ly/32Tql7v>

- Holden, M., About, C., Doussard, C., Rochard, H., Airas, A. y Poiroux, A. (2021). Off-cycle: Comparing model sustainable neighbourhoods in France and Canada. *City*, x(y), 1-27. <https://doi.org/10.1080/13604813.2021.1988346>
- Icochea, S. (2019, 27 de febrero). Tipos de suelos: ¿Cuáles son los más difíciles de preparar? *Innovación en Geosintéticos y Construcción*. *Innovación en Geosintéticos y Construcción*. <https://igc.com.pe/tipos-de-suelos-dificiles-preparar/>
- Idencity. (2018, 21 de junio). *El alto riesgo de las viviendas informales en Perú*. Idencity Consulting. *Transforming Cities*. <https://www.idencityconsulting.com/viviendas-informales-en-el-peru/>
- Innocenti, N. y Lazzeretti, L. (2019). Do the creative industries support growth and innovation in the wider economy? Industry relatedness and employment growth in Italy. *Industry and Innovation*, 26(10), 1152-1173. <https://doi.org/10.1080/13662716.2018.1561360>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018a). *Perú. Crecimiento y distribución de la población, 2017*. INEI, <https://bit.ly/3xOYlmx>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018b). *Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2011-2017*. INEI. <https://bit.ly/2ZLu6Ab>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018c). *Perú: Perfil Sociodemográfico. Informe Nacional*. INEI. <https://bit.ly/3omTmGF>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). Definiciones censales básicas. [Archivo PDF]. <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/Docs/Glosario.pdf>

- Jiménez, J., Cabrera J., Sánchez, J. y Avilés, F. (2018). Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto. *Maskana*, 9(1), 59-78. doi: 10.18537/mskn.09.01.07
- Lehmann, S. (2019). *Urban Regeneration. A manifesto for transforming UK cities in the age of climate change*. Springer. <https://bit.ly/3xSA9PZ>
- López, D. (2021). Estudio comparativo del método italiano y de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, para obtener el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas - caso Riobamba, Chimborazo. *Incitec*, 1 (2), 32-37. <http://incitec.institutoscanar.ec/index.php/INCITEC/article/view/97/11>
- Lozano, M. (2011). Gestión de viviendas autoconstruidas en asentamientos humanos de Lima. [Tesis de Master de la Universidad Politécnica de Madrid]. Biblioteca Universitaria Politécnica. <https://oa.upm.es/9319/>
- Lozano, R., Guzmán, K. y Sierra, S. (2018). Nueva visión de los agentes del proceso edificatorio en Perú a través de su análisis comparado con el modelo español. *Building & Management*, 2(2), 23-34. http://polired.upm.es/index.php/building_management/article/view/3765
- Luo, Y., Li, S. y Zhang, Y. (2018). Urban environment improvement assessment by using hedonic price: Impact of city water system project in China. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 37(4), 1339-1347. <https://doi.org/10.1002/ep.12816>
- Melo, J. (2021). *The Structural Transformation of the Lettered City: The Politics of Culture and Territory in Modern Bogotá, Colombia*. [Tesis de Doctorado, Stanford University]. ProQuest Dissertations Publishing. <https://bit.ly/2ZQg7sT>

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021). Política Nacional de Vivienda y Urbanismo. <https://bit.ly/3odRZtH>
- Montaner, J. (2015). *La arquitectura de la vivienda colectiva. Políticas y proyectos en la ciudad contemporánea* (Estudios Universitarios de Arquitectura, 26). Reverté. <https://bit.ly/3rE13u9>.
- Moreno, E. (2018). *Estabilización de Suelos Arcillosos con Residuos de la construcción y demolición*. [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. <https://bit.ly/3IcI12v>
- Naciones Unidas. (s.f.). Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Ngo, K., Gao, Y. y Pitts, A. (2018). Self-built housing in Hanoi: The study of socio-cultural values and its influence on housing design. En Tracada, E. y Cairns, G. (Eds.), *Cities, Communities and Homes: Is the Urban Future Livable?* AMPS Proceeding, Vol. 10 (366-377). AMPS (Architecture, Media, Politics and Society). <https://bit.ly/3os6udt>
- Oliyan, O. (2020). *Generative Reciprocity: A Computational Approach for Performance-Based and Fabrication-Aware Design of Reciprocal Systems*. [Tesis de Doctorado, Universidad de Michigan]. Repositorio Institucional de la Universidad de Michigan. <https://hdl.handle.net/2027.42/155121>
- OnDiseño. (2009, septiembre). *7+4 Viviendas autoconstruidas*. OnDiseño. <http://www.ondiseño.com/proyecto.php?id=1588>
- Ossul-Vermehren, I. (2018). Lo político de hacer hogar: una mirada de género a la vivienda autoconstruida. *Revista INVI*, 33(93), 9-51. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582018000200009>

- Palomino, J., Hennings, J. y Echevarría, V. (2017). Análisis macroeconómico del sector construcción en el Perú. *Quipucamayoc*, 25(47), 95-101. <https://core.ac.uk/download/pdf/304895543.pdf>
- Quispe, J., Arias, T. y Maquet, P. (2005). El problema de la vivienda en el Perú, retos y perspectivas. *Revista INVI*, 20(53). <http://200.89.73.130/index.php/INVI/article/view/333/877>.
- Quiroz, E. (2017). *Vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar típica módulo 780 Pre NDSR-1997 mediante modelos no lineales*. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/8610>
- Real Academia Española. (2018). En *Diccionario de la Lengua Española*. (edición de tricentenario). <https://dle.rae.es/vivienda>
- Redacción ContentLab. (2019, 24 de julio). *Casa de adobe: Una alternativa de construcción sismorresistente*. Grupo El Comercio. <https://bit.ly/335EjJd>
- Resolución Ministerial N.º 029-2021-Vivienda. (2021). Modificación de la norma técnica G.040, definiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones. *Diario El Peruano*. <https://bit.ly/3Gm7pCb>
- Rodríguez, G., Sáez, I., Asensio, E., Sánchez, M. y Medina, C. (2020). Construction and demolition waste applications and maximum daily output in Spanish recycling plants. *Waste Management & Research*, 38(4), 423-432. <https://doi.org/10.1177%2F0734242X20904437>
- Roa, M. y Herrera, J. (2019). El derecho al pago anticipado de los consumidores y los créditos hipotecarios otorgados con subsidio del Estado. *Ius Et Praxis*, (48-49), 89-115. <https://doi.org/10.26439/iusetpraxis2018.n48-49.4501>

- Rodríguez, D. (2019, 13 de diciembre). Suelo Limoso: Características, Localización y Usos. Lifeder: <https://www.lifeder.com/suelo-limoso/>
- Rodríguez-Anaya, R. (2019). *Vulnerabilidad estructural ante riesgo sísmico de las viviendas de la subcuenca Chucchun – Carhuaz*. [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10316>
- Rojas, E. (2017). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada del asentamiento humano San Marcos de Ate, Santa Anita, 2017*. [Tesis de Licenciatura de la Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/13037>
- Román, A. (2016). Desarrollo sostenible y saneamiento ecológico: opciones para los asentamientos humanos de Huaral (Lima, Perú). *Global Business Administration Journal*, 3(1), 4-10. <https://doi.org/10.31381/gbaj.v3i1.2271>
- Sánchez, N. (2017). Martuccelli, Danilo (2015). Lima y sus arenas. Poderes sociales y jerarquías culturales. *Scientia*, 19(19), 257-266. <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Scientia/article/view/1758>
- Scheller, D. y Thörn, H. (2018). Governing ‘sustainable urban development’ through self-build groups and co-housing: the cases of Hamburg and Gothenburg. *International Journal of Urban and Regional Research*, 42(5), 914-933. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.12652>.
- Schreier, C. (2018). Hotel Savoy (1954-1957). La modernidad del Plan Piloto de Lima. En Montestruque, O. y Fabbri, M. (Eds.), *Mario Bianco. El espacio moderno en el Perú* (277-302). Fondo Editorial de la Universidad de Lima. <https://bit.ly/3opPRzg>.

- Seiner, L. (2017). *Catálogo histórico-sísmico del Perú Siglos XV-XVII*. Universidad de Lima. <https://bit.ly/31sriby>
- Suksangpanya, N., Yaraghi, N., Pipes, R., Kisailus, D. y Zavattieri, P. (2018). Crack twisting and toughening strategies in Bouligand architectures. *International Journal of Solids and Structures*, 150(21), 83-106. <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2018.06.004>.
- Sunpower. (2019, 1 de agosto). *¿A qué llamamos construcción ecológica? Explicamos qué es la construcción respetuosa con el medio ambiente*. Sunpower. <https://bit.ly/3rAboqS>
- Timaná, J. y Castañeda, M. (2019). Factores determinantes en la selección de vivienda social en el Perú: el caso de Chincha. ESAN Ediciones. https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1802/SGD_80.pdf
- Tito, K. (2018). Vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas mediante la aplicación del modelo estático no lineal en la Av. El Parral, Comas 2017. [Tesis de Licenciatura de la Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/19527>
- The Construction Index. (2018, 13 de marzo). *Bouygues to build sustainable neighbourhood in Paris*. The Construction Index. <https://www.theconstructionindex.co.uk/news/view/bouygues-to-build-sustainable-neighbourhood-in-paris>.
- Tognon, A., & Trabattoni, L. (2022). *Necessary Architecture. Raw Earth Solutions for a Common House in Niger*. CRC Press. <https://bit.ly/3DmbowP>

- Torres, D. y Ruiz-Tagle, J. (2019). ¿Derecho a la vivienda o la propiedad privada? De la política pública a la informalidad urbana en el Área Metropolitana de Lima (1996-2015). *EURE (Santiago)*, 45(136), 5-29. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612019000300005>
- Turok, I. y Scheba, A. (2019). 'Right to the city' and the New Urban Agenda: learning from the right to housing. *Territory, Politics, Governance*, 7(4), 494-510. <https://doi.org/10.1080/21622671.2018.1499549>
- Valverde, O. (2017). *Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Pueblo Nuevo – Lambayeque en el 2017*. [Tesis de Licenciatura de la Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1526>
- Venter, A., Marais, L. y Morgan, H. (2019). Informal settlement upgrading in South Africa: A preliminary regenerative perspective. *Sustainability*, 11(9), 1-15. <https://doi.org/10.3390/su11092685>
- Vieda, S. (2021). *Housing Informality beyond The Urban Poor: Spatialities, Public Institutions, and Social Injustice in Rich Settlements of Bogotá* [tesis de Doctorado, Gran Sasso Science Institute]. Repositorio Cineca IRIS. <http://hdl.handle.net/20.500.12571/22502>
- Werthmann, C. (2021). *Informal Urbanization in Latin America. Collaborative Transformations of Public Spaces*. Routledge. <https://bit.ly/3ojYfAb>
- Wilson, B. (2020). *Metropolis: A History of Humankind's Greatest Invention*. Random House. <https://bit.ly/31w0XJJ>
- Witte, D. (2018). *Contemporary Bamboo Housing in South America. Challenges & Opportunities for Building in the Informal Sector*. [Tesis de Doctorado,

Universidad de Washington]. Research Works Archive. <http://hdl.handle.net/1773/42216>

XL Semanal. (2020, 15 de septiembre). *Los proyectos futuristas de 'Bucky' Fuller*, XL Semanal. <https://bit.ly/3rGge5J>

Zanelli, C. (2019). Evaluación de vulnerabilidad sísmica de pircas mediante modelación numérica en elementos discretos: aplicación al caso de las pircas en Carabaylo, Lima. [Tesis de Maestría de la Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13933>



EDITORIAL
NAVEGANTE