



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistema de albañilería confinada en el sector El Nuevo Porvenir, distrito El Porvenir

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Bacilio Corro, José Antonio Rodolfo (ORCID: 0000 – 0002 – 9602 – 2073)

Carranza Gonzales, Jhajaira Lizeth (ORCID: 0000 – 0002 – 7749 – 3101)

ASESORES:

Dr. Valdivieso Velarde, Alan Yordan (ORCID:0000-0002-8179-2809)

Mg. Farfán Córdova, Marlon Gastón (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A vuestros padres por su cariño, comprensión y apoyo incondicional en nuestro desarrollo personal y profesional durante este proceso de formación.

A vuestros profesores que a través de sus enseñanzas experiencias y conocimiento han aportado una parte importante en nuestra formación académica profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios nuestro divino creador por regalarnos la vida y brindarnos las oportunidades que nos da día a día para poder cumplir todas nuestras metas y a vuestros padres por el apoyo tanto emocional como económico en todo el transcurso de nuestras vidas hasta el día de hoy.

A vuestro asesor externo el ing. Luis Quiroz Peche, por su apoyo incondicional para la realización de dicha investigación y a vuestros amigos con los que se ha compartido momentos importantes de estudio durante nuestra formación universitaria.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DE JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- MÉTODO.....	25
2.1. Tipo y Diseño de investigación.....	25
2.2. Operacionalización de variables.....	25
2.3. Población, muestra y muestreo.....	27
2.3.1. Población.....	27
2.3.2. Muestra.....	27
2.3.3. Muestreo.....	27
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	27
2.4.1. Técnicas.....	27
2.4.2. Instrumentos.....	27
2.4.3. Validez y Confiabilidad.....	27
2.5. Procedimiento.....	27
2.6. Métodos de análisis de datos.....	28
2.7. Aspectos éticos.....	29
III.- RESULTADOS.....	30
3.1. Clasificación y Cuantificación.....	30
3.3.1. Clasificación.....	30
3.3.2. Cuantificación.....	31
3.2. Evaluación de las edificaciones y Recopilación de base de datos.....	60
3.2.1. Evaluación de las edificaciones comunes de albañilería confinada.....	60
3.2.2. Recopilación de base de datos.....	62
3.3. Procesamiento de datos y resultados y Determinación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural.....	71
3.3.1. Procesamiento de datos y resultados.....	71
3.3.2. Determinación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural.....	71

IV.- DISCUSIÓN	73
V.- CONCLUSIONES	75
VI.- RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS	77
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categoría de edificaciones según su uso	23
Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables	26
Tabla 3. Clasificación según uso de las edificaciones comunes del sector de estudio ...	31
Tabla 4. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 1	37
Tabla 5. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 2	38
Tabla 6. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 3	39
Tabla 7. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 4	40
Tabla 8. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 5	41
Tabla 9. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 6	42
Tabla 10. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 7	43
Tabla 11. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 8	44
Tabla 12. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 9	45
Tabla 13. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 10	46
Tabla 14. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 11	47
Tabla 15. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 12	48
Tabla 16. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 13	49
Tabla 17. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 14	50
Tabla 18. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 17	51
Tabla 19. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 18	52
Tabla 20. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 19	53
Tabla 21. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 20	54
Tabla 22. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 21	55
Tabla 23. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 22	56
Tabla 24. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 24	57
Tabla 25. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 25	58
Tabla 26. Cuantificación total de edificaciones a evaluar del sector de estudio	59
Tabla 27. Base de datos	63
Tabla 28. Vulnerabilidad general del sector El Nuevo Porvenir	71
Tabla 29. Vulnerabilidad según uso de edificaciones de El Nuevo Porvenir.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores que influyen en la vulnerabilidad sísmica de edificaciones	10
Figura 2. Sistema estructural de albañilería confinada.....	11
Figura 3. Sillar, piedra romana de arte románico	12
Figura 4. Tipos de muros portantes	12
Figura 5. Elementos de confinamiento	13
Figura 6. Secuencia de la construcción de albañilería confinada	13
Figura 7. Deformación de muro por cortante	14
Figura 8. Grado (modelo) vs Densidad de muro (porcentaje) en X	15
Figura 9. Grado (modelo) vs Densidad de muro (porcentaje) en Y	16
Figura 10. Gráfica para medir el grado de vulnerabilidad sísmica en edificaciones aporticadas	17
Figura 11. Caso de ejemplo para aplicación de formato	17
Figura 12. Resultado del F.V. del caso ejemplificado.....	18
Figura 13. Parapeto sin confinar originaría desplome de muro.....	19
Figura 14. Tanque en péndulo invertido colapsaría ante un sismo	19
Figura 15. Poste de alumbrado muy cerca de la edificación	20
Figura 16. Edificios sin junta sísmica.....	20
Figura 17. Edificación que fallo por piso blando	21
Figura 18. Edificación con muros sin confinar.....	21
Figura 19. Falla por columna corta.....	22
Figura 20. Mapa de zonificación sísmica del Perú.....	22
Figura 21. Plano catastral del sector El Nuevo Porvenir, distrito de El Porvenir, Provincia de Trujillo	30
Figura 22. Manzanas y zona arqueológica, a las que no se realizará la evaluación	32
Figura 23. Manzana 4A, Centro Integrado del Sistema de Administración de Justicia ..	33
Figura 24. Parte de la Manzana 11, losa deportiva.....	33
Figura 25. Manzana 15, Plaza de Armas del sector El Nuevo Porvenir.....	33
Figura 26. Manzana 16, Institución Educativa Primaria N° 81778 “Ramiro Priale”	34
Figura 27. Parte de la Manzana 19, losa deportiva.....	34
Figura 28. Parte de la Manzana 23, Institución Educativa Inicial N° 2170 Nuevo Porvenir.....	34
Figura 29. Parte de la Manzana 23, Base Militar - PNP “La Dinos”.....	35
Figura 30. Parte de la Manzana 23, edificio del MIMP, con sedes del SOA y CEM	35

Figura 31. Parte de la Manzana 23, Centro Infantil de Atención Integral (CUNA MÁS)	36
Figura 32. Manzana 26, parque triangular pequeño	36
Figura 33. Observación y reconocimiento de la manzana 1	37
Figura 34. Observación y reconocimiento de la manzana 2	38
Figura 35. Observación y reconocimiento de la manzana 3	39
Figura 36. Observación y reconocimiento de la manzana 4	40
Figura 37. Observación y reconocimiento de la manzana 5	41
Figura 38. Observación y reconocimiento de la manzana 6	42
Figura 39. Observación y reconocimiento de la manzana 7	43
Figura 40. Observación y reconocimiento de la manzana 8	44
Figura 41. Observación y reconocimiento de la manzana 9	45
Figura 42. Observación y reconocimiento de la manzana 10	46
Figura 43. Observación y reconocimiento de la manzana 11	47
Figura 44. Observación y reconocimiento de la manzana 12	48
Figura 45. Observación y reconocimiento de la manzana 13	49
Figura 46. Observación y reconocimiento de la manzana 14	50
Figura 47. Observación y reconocimiento de la manzana 17	51
Figura 48. Observación y reconocimiento de la manzana 18	52
Figura 49. Observación y reconocimiento de la manzana 19	53
Figura 50. Observación y reconocimiento de la manzana 20	54
Figura 51. Observación y reconocimiento de la manzana 21	55
Figura 52. Observación y reconocimiento de la manzana 22	56
Figura 53. Observación y reconocimiento de la manzana 24	57
Figura 54. Observación y reconocimiento de la manzana 25	58
Figura 55. Cuantificación total de edificaciones a evaluar del sector de estudio	59
Figura 56. Ejemplo del correcto llenado del formato de evaluación	60
Figura 57. Resultado del F.V. del segundo ejemplo	61
Figura 58. Correcto llenado de amenazas potenciales y/o fallas estructurales	62
Figura 59. Correcto llenado de la evaluación final y comentarios de la edificación	62
Figura 60. Vulnerabilidad general (%) del sector El Nuevo Porvenir	72
Figura 61. Vulnerabilidad según uso de edificaciones comunes de albañilería confinada del sector El Nuevo Porvenir	72

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones conformadas por sistema de albañilería confinada en el sector El Nuevo Porvenir, distrito El Porvenir, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad. Para la realización de nuestra investigación se empleó un diseño no experimental transversal descriptivo simple, tomando como muestra a toda la población, es decir, a todas las edificaciones comunes (según norma E.030) de albañilería confinada del sector de estudio. La primera etapa consistió en un trabajo de campo, clasificando las edificaciones comunes en viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares y viviendas – comercio (oficinas, restaurantes, hotel), y cuantificando una totalidad de 220 edificaciones a ser evaluadas, luego se prosiguió a aplicar como técnica de recolección de datos a la encuesta, mediante un formato con condiciones locales donde se adquirió por parte de los propietarios de las viviendas como también del levantamiento a wincha de cada vivienda, la base de datos de nuestra investigación con un total de 205 edificaciones comunes de albañilería confinada evaluadas en todo el sector El Nuevo Porvenir, cuyas edificaciones en su gran mayoría presentan a su vez tanto fallas estructurales (piso blando, columna corta, muros sin confinar y junta sísmica) como amenazas potenciales (desplome de muro, tanque en péndulo invertido y poste de alumbrado). La segunda etapa consistió en un trabajo de gabinete, donde se ordenó y procesó la base de datos, obteniendo como resultado que el 47.73% de viviendas presenta grado alto de vulnerabilidad sísmica estructural, el 8.18% presenta grado medio de vulnerabilidad sísmica estructural y el 37.27% presenta grado bajo de vulnerabilidad sísmica estructural.

Palabras clave: Grado de vulnerabilidad, albañilería confinada, sector El Nuevo Porvenir, formato con condiciones locales.

ABSTRACT

The purpose of this research is to evaluate the degree of structural seismic vulnerability of buildings formed by confined masonry systems in the El Nuevo Porvenir sector, El Porvenir district, Trujillo province, La Libertad department. For the realization of our research, a simple descriptive cross-sectional non-experimental design was used, taking as a sample the whole population, that is, all the common buildings (according to the E.030 standard) of confined masonry in the El Nuevo Porvenir sector. The first stage consisted of a field work, classifying the common buildings in single-family homes, multifamily housing and housing - commerce (offices, restaurants, hotel), and quantifying a total of 220 buildings to be evaluated, then proceeded to apply as a technique of data collection to the survey, through a format with local conditions where it was acquired by the owners of the houses as well as the wincha survey of each dwelling, the database of our research with a total of 205 common buildings of confined masonry evaluated throughout the Nuevo Porvenir sector, whose buildings, in their great majority, present both structural failures (soft floor, short column, unconfined walls and seismic joints) and potential threats (wall collapse, tank in inverted pendulum and lighting post). The second stage consisted of a cabinet work, where the database was ordered and processed, obtaining as a result that 47.73% of dwellings have a high degree of structural seismic vulnerability, 8.18% have a medium degree of structural seismic vulnerability and 37.27% presents low degree of structural seismic vulnerability.

Keywords: Degree of vulnerability, confined masonry, El Nuevo Porvenir sector, format with local conditions.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha sufrido la ocurrencia de devastadores fenómenos naturales, siendo los sismos uno de los más impactantes y considerables en cuanto a daños a las edificaciones en distintas ciudades del Perú, esto se debe, por un lado, a que nuestro país se encuentra ubicado en el cinturón de fuego del pacífico (zona donde se da la convergencia de las placas Oceánica y Continental), y por otro lado, a que la mayoría de edificaciones son construidas de manera empírica, sin tener en cuenta parámetros mínimos de diseño estipulados por las normas de construcción, lo que aumenta el grado de vulnerabilidad de estas infraestructuras ante cualquier eventual sismo.

Por otro lado, según Jiménez (2016, p.22) la ciudad de Trujillo forma parte del gap sísmico Trujillo-Chiclayo; además, Defensa Civil informó que este gap sísmico está en observación ya que en cualquier momento podría liberar su energía acumulada. (Ver Anexo 1). También se sabe que el periodo de retorno de los grandes sismos está estimado entre 400 a 500 años (Tavera, 2002, p. 136); y el ultimo sismo devastador que se dio en Trujillo del cual se relatan en crónicas antiguas, fue en febrero del año 1619 (Silgado, 1978, p. 25), por lo que estamos cerca de la ocurrencia de un eventual sismo de gran magnitud.

Si analizamos a simple vista las edificaciones del distrito de El Porvenir, se puede observar que presentan fallas tanto estructurales como constructivas, por lo que los efectos de un sismo de gran magnitud afectarían a gran escala a estas edificaciones, no solo a este distrito, sino a toda la provincia de Trujillo.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, surge la necesidad de evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones existentes en el sector El Nuevo Porvenir, mediante un formato de evaluación con condiciones locales, para que de esta manera se puedan reforzar dichas edificaciones y puedan así alcanzar un nivel mayor de seguridad frente a eventuales movimientos telúricos. Así mismo, concientizar a las familias no solo del sector de estudio, sino de todo Trujillo, a construir de manera responsable para que, ante la presencia de un sismo futuro, no se lamente las posibles pérdidas materiales y hasta humanas.

Por otra parte, cabe enmarcar tanto los aspectos generales como los aspectos socioeconómicos del sector donde realizaremos nuestra investigación, cuyos aspectos son los siguientes:

La ubicación política de nuestro sector de estudio El Nuevo Porvenir se encuentra en el distrito El Porvenir, provincia de Trujillo, región La Libertad, país Perú.

La ubicación geográfica del distrito de El Porvenir está dada por las siguientes coordenadas: una superficie de 36.7 km²; latitud de 8°3'5.8" S; longitud de 78°59'45.46" O; y altitud de 90 m.s.n.m.

Los límites distritales de El Porvenir por Ley N° 15368 son por el norte con Huanchaco; por el sur con Trujillo y Florencia de Mora; por el este con Laredo; y por el oeste con La Esperanza y Florencia de Mora. (GRLL, 2018, p.34)

El clima del distrito El Porvenir, denominado “La ciudad del calzado”, presenta características cálidas y secas con variaciones de temperatura según el año. La temperatura promedio en verano es de 26°C, mientras que en invierno oscila entre 18°C a 20°C. (MDEP, 2017, p.13)

Las vías de acceso al sector de El Nuevo Porvenir son solamente por vía terrestre: desde Trujillo a través de la Av. Prolongación Unión, desde Laredo a través de la Av. Pumacahua, desde la Esperanza a través de la Av. Wichanza, desde Florencia de Mora a través de la Av. 26 de Marzo y de Huanchaco a través de la Vía Evitamiento Milagro.

Las actividades económicas de El Porvenir están dadas por la producción de calzado y mercancía hecha de cuero, el cual forma un conglomerado industrial del 53% de los negocios, la carpintería, confección de ropa, trabajo en metal y repostería tienen lugar, pero en una escala menor. (CENEPRED, 2017, p.19)

Los centros de salud estatales más reconocidos que podemos encontrar dentro del distrito de El Porvenir son: Hospital Santa Isabel, Centro de Salud Alto Trujillo, Puesto de Salud Gran Chimú, Policlínico el Porvenir-Rio Seco, Puesto de Salud Virgen del Carmen, entre otros, y el centro de salud particular más reconocido es: la clínica Maternidad del Rosario.

El sector de estudio El Nuevo Porvenir cuenta con solo una institución educativa primaria denominada “Ramiro Prialé”, pero en el distrito encontramos infraestructuras educativas primarias y secundarias, tanto estatales (Colegio Indoamericano, José Carlos Mariátegui, Leoncio Prado Gutiérrez, La Caridad, Horacio Zevallos Gámez, Francisco Lizarzaburu, entre otros) como particulares (Engels Class, Santa Rita de Jesús, La Asunción, Pierre Simón Laplace, entre otros). También cuenta con una infraestructura de educación superior como la I.E.S.T.P. Manuel Gonzales Prada.

En el distrito de El Porvenir, la entidad prestadora del servicio de energía eléctrica está a cargo de Hidrandida, siendo uno de los distritos de mayor consumo. La entidad prestadora del servicio de distribución de agua potable y alcantarillado está a cargo de SEDALIB S.A., la cual adquiere el recurso hídrico del proyecto especial de CHAVIMOCHIC.

El Porvenir con el código de ubigeo 130102, en el XII Censo de Población y VII de Vivienda realizado a nivel nacional en el 2017, el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) nos dice que El Porvenir cuenta con 55427 viviendas, con una población estimada de 192002 habitantes. (Diario Correo, agosto 2017)

De la misma forma, cabe enunciar los trabajos previos tomados en cuenta para la realización de nuestra investigación:

Anco (2018), realiza una investigación denominada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de viviendas de albañilería confinada en el centro poblado La Curva, Distrito de Deán Valdivia, Arequipa” en el cual tuvo como objetivo evaluar cualitativamente la vulnerabilidad sísmica estructural de las viviendas de albañilería confinada en el Centro Poblado La Curva. El estudio se realizó a 39 viviendas de albañilería confinada del sector La Curva, Distrito de Deán Valdivia, así mismo para lograr con los objetivos planteados se hizo uso del método del índice de vulnerabilidad, elaborando fichas de diagnósticos para luego ser procesadas y sintetizadas en fichas de reporte que posteriormente fueron analizadas y plasmadas en una base de datos. Los resultados mostraron que el 21% presenta vulnerabilidad sísmica baja, el 41% presentan vulnerabilidad sísmica media y el 38% vulnerabilidad sísmica alta, concluyendo

que un buen porcentaje de las viviendas no cuentan con un buen estado de conservación presentando una vulnerabilidad sísmica de media a alta.

Sivincha y Mamani (2018), en su investigación titulada “Análisis de la vulnerabilidad sísmica estructural de las viviendas ubicadas en el Sector XII de la Asociación Parque Industrial Porvenir Arequipa, Distrito de Cerro Colorado” tuvo como objetivo evaluar cualitativamente la vulnerabilidad sísmica estructural en las viviendas del sector XII, Distrito de Cerro Colorado, se siguió la metodología mediante el método del índice de vulnerabilidad propuesta por Benedetti y Petrini adoptando los parámetros de acuerdo a las condiciones estructuración, materiales usados, etc. Del Reglamento Nacional de Edificaciones, se hizo la recolección de información mediante una ficha de campo y fotografías representativas, luego se procedió al análisis y cálculo del índice de vulnerabilidad de cada edificación, con los resultados se elaboró un mapa de tipología y de vulnerabilidad de las viviendas de la zona estudiados, clasificándolo en tres niveles: Alto, Medio, Bajo. Concluyendo que el nivel económico de los dueños de las edificaciones es la causa principal de la vulnerabilidad, el cual se ve reflejado en el uso de materiales de baja calidad, mano de obra deficiente, no cuentan con planos, entre otros.

Enríquez y Granda (2018), en su investigación titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de la vivienda del Distrito de Vitor de la Región Arequipa” en el cual tuvo como objetivo elaborar un análisis de vulnerabilidad sísmica estructural por el método del índice de vulnerabilidad, se siguió la metodología del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti Petrini que es una metodología cualitativa, rápida y eficaz de recopilación de datos, el estudio se realizó a 210 viviendas del Distrito de Vitor, los resultados mostraron que el 48% presentan una vulnerabilidad alta, el 34% vulnerabilidad media y el 18% vulnerabilidad baja, concluyendo que las viviendas del Distrito de Vitor, presentan un grado de vulnerabilidad media, por lo que se sugiere un plan de mitigación para disminuir la vulnerabilidad de las edificaciones ante un evento sísmico.

Medina y Piminchumo (2018), en su investigación denominada “Vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Monsefú aplicando los índices de Benedetti-Petrini”, la

cual tuvo como principal objetivo la identificación de zonas de alta, media y baja vulnerabilidad sísmica, para lo cual utilizó el Método del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini (que identifica once parámetros que incurren en daños en edificaciones producidos por la ocurrencia de acontecimientos sísmicos) a un total de 3667 viviendas. Luego, se elaboró una base de datos con la información obtenida, obteniendo como resultado que las viviendas de la Ciudad de Monsefú en su gran mayoría, ostentan una vulnerabilidad sísmica de media a alta. Finalmente se elaboraron mapas temáticos con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permitieron una mejor gráfica de los resultados y la zonificación de acuerdo a su vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Monsefú. Pudiendo de esta manera evaluar los escenarios de daño, para dar una idea sobre las secuelas ante posibles sismos que ocurrirían en la Ciudad de Monsefú.

Huashua y Sánchez (2017), en su investigación titulada “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la urbanización Bella Vista de la ciudad de Abancay-Apurímac”, evaluó la vulnerabilidad y el daño sísmico de las viviendas autoconstruidas de la urbanización mencionada mediante el método cualitativo del índice de vulnerabilidad, mediante encuestas, mediciones y levantamientos de las viviendas; también, se identificó factores arquitectónicos, constructivos y estructurales de estas viviendas que puedan afectar de manera negativa a su comportamiento sísmico. Luego de recopilar la base de datos en fichas de encuesta de una muestra de 48 viviendas autoconstruidas de albañilería confinada de la zona de estudio, se procesó los resultados, determinando que el 2% presenta una vulnerabilidad sísmica baja. El 46% vulnerabilidad sísmica media y el 52% una vulnerabilidad sísmica alta, y se estimando los posibles daños luego de la ocurrencia de un sismo de intensidades VI, VII, VIII y IX según los registros de eventos telúricos en Apurímac.

Nervi (2017), en su investigación titulada “Análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma E-0.70 del RNE en la Ciudad de Juliaca Puno”, en el cual tuvo como objetivo identificar y evaluar el riesgo sísmico en viviendas de albañilería confinada edificadas con materiales artesanales, procesos constructivos inadecuados y asesoría técnica deficiente. El estudio se realizó a 40 viviendas en la Ciudad de Juliaca, se siguió la metodología

aplicada por el ingeniero Kuroiwa, así como también el uso de la norma E 070 del RNE. Los resultados mostraron que existe un riesgo sísmico elevado ante la presencia de un evento sísmico de media a alta intensidad, siendo el riesgo sísmico el 95% (riesgo sísmico alto) para las viviendas ubicadas en el Sector de salida Huancané y el 65% (riesgo sísmico medio) para el sector de salida Cusco. Se concluyó que la causa primordial es en muchos casos los escasos recursos económicos del propietario y la idiosincrasia y desconocimiento del maestro de obra constructor de la vivienda.

Rojas (2017), en su investigación titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada del asentamiento humano San Marcos de Ate, Santa Anita, 2017”, tiene como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería confinada del sector anteriormente mencionado, por localizarle en la zona 4 (altamente sísmica según Normas E.030). Dicha investigación se desarrolló empleando métodos cualitativos y cuantitativos descriptivos a través de la observación, levantamientos de viviendas de albañilería y entrevistas; considerando como muestra a 15 viviendas de un total de una población de 151 viviendas del sector San Marcos de Ate, a las cuales se le aplicó la ficha de encuesta y reporte (donde se le realizó un análisis sísmico, verificando densidad de muros, entre otras cosas). Finalmente se calificó el nivel de vulnerabilidad de cada vivienda, obteniendo los siguientes resultados: el 60% de las edificaciones presentan vulnerabilidad sísmica alta, el 33.33% presentan vulnerabilidad sísmica media y solo el 6.67% presentan vulnerabilidad sísmica baja.

Palacios y Tandaypan (2017), en su investigación “Análisis de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada desde el punto de vista geotécnico-sísmico del centro poblado El Milagro-distrito de Huanchaco-provincia de Trujillo”, desarrolló el análisis de vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería confinada de dicho centro poblado. Debido a que las viviendas existentes no fueron diseñadas con las respectivas normas y no existió supervisión calificada durante el proceso constructivo, presento cierta incertidumbre para la realización de la investigación, por lo que, realizamos un primer trabajo para conocer la realidad de las viviendas existentes, realizando 30

encuestas a los propietarios de las viviendas y su respectivo levantamiento arquitectónico de estas.

Los resultados permitieron evaluar densidad de muros, materiales utilizados y calidad del proceso constructivo, determinando así, que solo el 56% es de albañilería y no presenta un alto grado estructural de vulnerabilidad sísmica, mientras que el 46% restante está conformado de adobe. Por otro lado, se realizó 7 estudios de mecánica de suelos en los distintos sitios estratégicos, determinando que la capacidad portante del C.P. El Milagro alcanza de 1.2 kg/cm² a 1.8 kg/cm², cuyo tipo de suelo es Grava Rocoso (GW) y con un nivel freático a una profundidad entre 55 a 65 m; finalmente de esta manera, se realizó una microzonificación geotécnica determinando así, que el sector de estudio posee un buen suelo para potenciales construcciones, y una microzonificación de peligros, observando que existen zonas colindantes a la quebrada León, lo que afectaría en una magnitud considerable a dichas viviendas del C.P. El Milagro.

Alva y Bendezu (2015), en su investigación titulada “Diagnóstico de vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada de la zona PPJJ La Libertad-Chimbote” tuvo como objetivo aplicar el método de índice de vulnerabilidad en las viviendas de albañilería confinada del pueblo joven La Libertad, con la finalidad de conocer el grado de vulnerabilidad sísmica de dichas edificaciones, puesto que, estas viviendas suelen presentar daños y fallas por el transcurso de vida de las edificaciones, la falta de aplicación de normas sísmicas y deficiencia en el proceso constructivo. Los resultados obtenidos fueron que las viviendas en su totalidad fueron construidas sin supervisión técnica calificada ni uso del reglamento vigente; también, presentan daños y fallas en elementos estructurales y no estructurales. Se concluyó que las viviendas del PPJJ La Libertad presenta el 61% una vulnerabilidad sísmica media y el 39% una vulnerabilidad sísmica alta; de esta manera, se podrá tomar medidas preventivas ante un futuro evento sísmico.

Quiroz y Vidal (2015), en su investigación titulada “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas aporticadas y de albañilería confinada en el sector de La Esperanza parte baja-Trujillo. 2014”, tiene como objetivo evaluar del grado de vulnerabilidad sísmica en el distrito de La Esperanza -parte baja, para lo cual se determinaron las fallas

constructivas, consiguiendo datos desde la década del 70 hasta el año 2014, procesándolos y obteniendo características de los elementos estructurales, materiales y condiciones de construcción pasados y actuales. Luego se obtuvo datos promedio de densidad de muros, área de terreno y número de columnas mediante levantamientos y análisis de arquitecturas de un número representativo de edificaciones para que el diseño de instrumento de evaluación sea ajustado a la realidad de la zona. Finalmente se obtuvo como variables el área construida, número de columnas y densidad de muros; con lo cual se evaluó 300 viviendas determinando y concluyendo así que el 75.48% presenta vulnerabilidad sísmica alta, el 11.04% media y el 13.67% baja, en el distrito de la Esperanza-parte baja.

Mesta (2014), en su investigación titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel”, utilizó el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini que identificó parámetros que reconocen el daño en las edificaciones causadas por un sismo, asignando un valor numérico que aumenta conforme se estiman mayores defectos y fallas. Luego de aplicar dicha metodología, se obtuvo la base de datos de las edificaciones existentes, contando con sus características constructivas y estructurales; concluyendo que casi la totalidad de edificaciones de adobe ostentan vulnerabilidad alta, la gran mayoría de edificaciones de albañilería ostentan vulnerabilidad de media a alta, mientras que la mayor cantidad de edificaciones de concreto armado ostentan vulnerabilidad baja. Finalmente se elaboró mapas temáticos mediante la aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG), para representar las zonas que presentan las construcciones más defectuosas en la ciudad de Pimentel.

Laucata (2013), en su investigación titulada “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo”, tiene como objetivo determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada en la ciudad de Trujillo. Para esto, analizó características técnicas, errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas construidas informalmente. Se encuestó 30 viviendas en dos distritos de la ciudad de Trujillo por sus características morfológicas recopilando datos de ubicación, estructuración, proceso constructivo y calidad de la construcción. Luego se procesó dicha información en fichas de reporte, procesando un análisis sísmico

simplificado por medio de la densidad de muros, determinando peligro, vulnerabilidad y riesgo sísmico de las viviendas seleccionadas. De los reportes obtenidos de vulnerabilidad, se concluyó que la mayoría de las construcciones informales en Trujillo podrían colapsar ante un sismo severo, por lo que se elaboró una cartilla para la construcción y mantenimiento de las viviendas de albañilería confinada.

Otro aspecto importante a tener en cuenta para la realización de nuestra investigación son las teorías relacionadas al tema y los conceptos preliminares, como lo son la vulnerabilidad sísmica estructural, la albañilería confinada y el formato a aplicar para la evaluación de la vulnerabilidad; para de esta manera, poder familiarizarse y comprender algunos puntos del desarrollo de la investigación:

La palabra vulnerabilidad para Caicedo et al (1994, p. 4), significa el grado de pérdida (consecuencias negativas producidas debido a un fenómeno natural) de un elemento en riesgo (población o infraestructuras susceptibles a ser afectados por un fenómeno natural) o de un conjunto de tales elementos resultantes de la ocurrencia de un fenómeno natural con una magnitud dada. Dicha vulnerabilidad se puede expresar en una escala desde 0 (sin daño) hasta 1 (colapso total) o en cualquier otra escala proporcional a ésta.

Para el Ing. Alonso G. (2014, p. 64) la vulnerabilidad sísmica de una estructura puede definirse como el límite en el que se sobrepasa el grado de reserva o el nivel de capacidad de respuesta previsto disponible ante una amenaza sísmica conocida. Las pérdidas materiales y/o humanas durante la ocurrencia de un sismo dependen en gran parte de la capacidad de respuesta de la edificación.

El proceso de evaluación sísmica incluye dos aspectos fundamentales los cuales son la tipificación y evaluación de los daños potenciales, y la determinación de sus causas. En general, los daños producidos en edificaciones durante la ocurrencia de un sismo se dividen en daños a elementos estructurales y daños a elementos no estructurales. (Alonso G., 2014, p. 65).

Para el Ing. Alonso G. (2014, p. 65) los daños pueden ser causados por una combinación de factores asociadas que inciden en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones tales como:

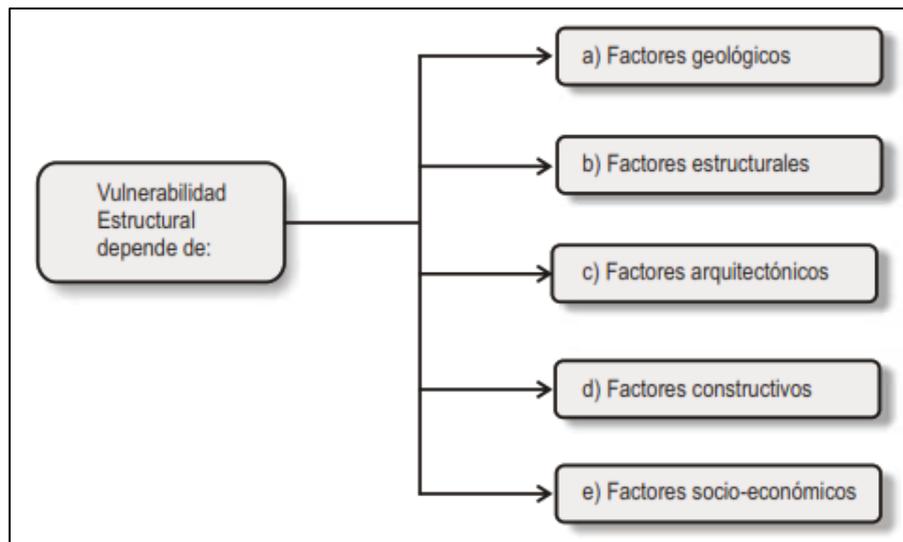


Figura 1. Factores que influyen en la vulnerabilidad sísmica de edificaciones. Fuente: Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones.

Los factores geológicos están dados por la sismicidad de la zona, mecanismos de falla como interacción suelo-estructura, licuefacción de suelos, asentamientos de terreno, entre otros, y por la magnitud del sismo.

Los factores estructurales están dados por la tipología estructural, tipo de material (concreto armado, acero, mampostería, madera, etc.), deficiencia en el análisis y diseño estructural, deficiencia en utilización de normas, ductilidad disponible, golpeteo o colindancia de edificaciones contiguas, problemas torsionales, cambios bruscos de rigidez (columna corta y pisos blandos) y distribución asimétrica de rigideces.

Los factores arquitectónicos están dados por la configuración geométrica irregular en planta y en elevación, distribución asimétrica o impropia de elementos de fachada, ordenanzas vigentes (retiros, alturas, porcentaje de construcción, etc.), grandes luces y pocas columnas, uso excesivo de espacios abiertos, distribución errática de la tabiquería y sistemas de escape deficiente o inexistente.

Los factores constructivos están dados por la mala calidad de los materiales utilizados en la construcción, mano de obra defectuosa, incompatibilidad de los materiales utilizados y falta de inspección eficiente.

Los factores socio-económicos están dados por la utilización de materiales no aptos para resistir sismos, cambio del uso previsto en la edificación original,

falta de recursos económicos (remuneración deficiente a profesionales responsables del proyecto estructural y viviendas de bajos recursos no apropiadas para zonas sísmicas) y la falta de comunicación entre el responsable proyectistas y el responsable constructor.

La albañilería confinada para Abanto (2007, p.21), es un sistema estructural conformado por unidades de albañilería asentadas y apiladas con mortero, fortificada con elementos de concreto armado en todo su contorno perimetral, vaciado seguidamente a la construcción de la albañilería; para el primer nivel, se considera como confinamiento horizontal de los muros del primer nivel a la cimentación de concreto.

La albañilería confinada se caracteriza porque los muros están bordeados por elementos de concreto armado, columnas y vigas. Kuroiwa (2007, p.66)

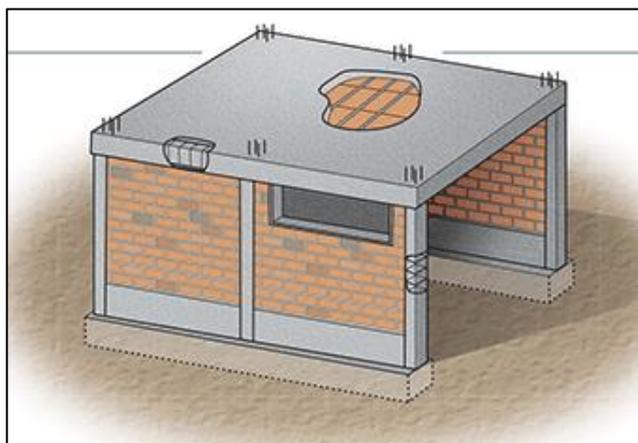


Figura 2. Sistema estructural de albañilería confinada.
Fuente: Manual del Maestro Constructor Aceros Arequipa

La albañilería confinada fue implantada por ingenieros italianos, a continuación de que el sismo de 1908 en Sicilia arrasara con las casas de albañilería no reforzadas. En el Perú, la albañilería confinada se introduce después del terremoto de 1940; mientras que la armada se concibe en la década del 60, pese a que se había creado años antes. (San Bartolomé, 1994, p.1)

Según San Bartolomé, Quiun y Silva (2011, p.106), las unidades de albañilería son aquellos ladrillos de arcilla, de concreto, sílico-calcáreos, o hasta de sillar (Fig. 3), que se emplean en construcción de los muros portantes confinados, empleados con tal que califiquen como unidades sólidas y cumplan las especificaciones de uso que señala la norma E.070.



Figura 3. Sillar, piedra labrada de arte románico.
Fuente: Alibaba.com, piedra natural para construcción.

La diversidad de unidades empleadas en los muros confinados es bastante: las principales son de arcilla, con modelo artesanal o industrial. Debe evitarse el uso de unidades mal cocidas (o rajadas) o con demasiadas perforaciones. Por la buena adherencia observados en varios ensayos de corte, se recomienda utilizar unidades de arcilla con un máximo de 33% de perforaciones en su cara de asentado. (San Bartolomé, 1992-1993, p.3)

Los muros portantes para San Bartolomé (2008, p.22), son aquellos muros confinados que portan carga vertical y sísmica, y que necesariamente debe tener continuidad vertical, para que así, los esfuerzos se transfieran de un piso al otro hasta llegar a la cimentación.

Los muros no portantes son aquellos que no reciben carga vertical (los tabiques, parapetos y cercos) y deben diseñarse ante cargas perpendiculares a su plano, causadas por sismo, viento u otras cargas de empuje. (San Bartolomé, 1994, p.5)

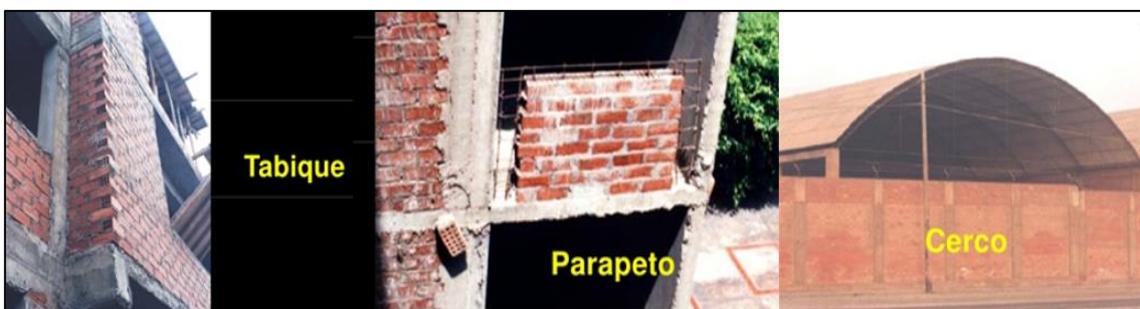


Figura 4. Tipos de muros no portantes.
Fuente: Reparación y reforzamiento de construcciones de albañilería confinada (Blog).

Los elementos de confinamiento son de concreto armado y tenemos los verticales (columnas de amarre) que influyen en la resistencia a cargas vertical de los muros; y, los horizontales (vigas de amarre) que reciben y distribuyen las cargas horizontales y verticales. (Abanto, 2017, p.104 y p.105).

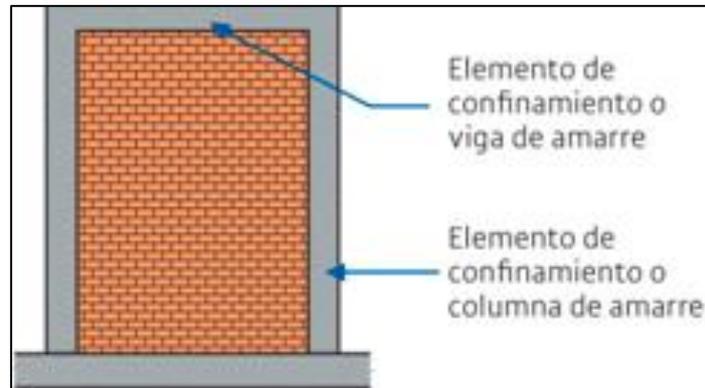


Figura 5. Elementos de confinamiento.

Fuente: Manual del Maestro Constructor Aceros Arequipa

Para la construcción del sistema estructural de albañilería confinada, se levanta primero el muro de albañilería, luego, se vacía el concreto de las columnas de confinamiento, finalmente, se vacía el concreto del techo junto con el de las vigas, como se muestra en la Fig. 6. Esta cadena constructiva produce una correcta adherencia entre los materiales comprendidos y un comportamiento integrado de la estructura. (San Bartolomé y Quium, 2010, p.3)



Figura 6. Secuencia de la construcción de la albañilería confinada.

Fuente: Capítulo 4. Procedimiento de Construcción (Blog)

Para Abanto (2017, p.223) las construcciones de albañilería sometidas a fuerzas sísmicas han presentado las siguientes fallas:

Las fallas por corte, las cuales son deformaciones horizontales, que se dan cuando el muro está confinado por un marco exterior y es sometido a fuerzas horizontales, estas fuerzas se deslizan como carga diagonal concentrada y el muro se separa en sus dos esquinas.

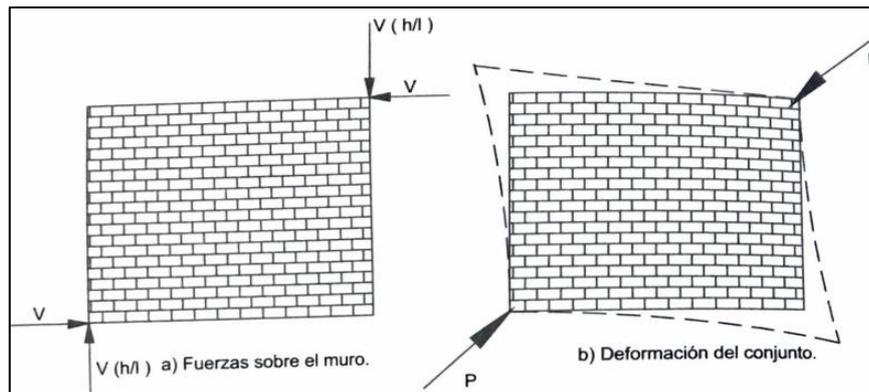


Figura 7. Deformación de muro por cortante.

Fuente: Análisis y diseño de edificaciones de Albañilería.

Las fallas por flexión, hay dos tipos de acuerdo al plano en que se desarrolla: falla por flexión en el plano del muro (ocurre en muros sin elementos de confinamiento que restrinja el desplazamiento vertical en el muro originándose así grietas horizontales); y por flexión perpendicular al plano del muro (ocurre por la poca inercia del muro en dicho sentido y porque el arriostramiento en la parte superior del muro es defectuoso, esto originará rajaduras verticales).

Y las fallas por asentamiento diferencial, las cuales se da cuando las partículas del suelo se reacomodan debido a la vibración ocasionada por un sismo debido a la baja capacidad portante del terreno, originando una grieta vertical hasta lo alto del muro.

Para Páez, Parra y Montaña (2009, p.54) también existe la falla de aplastamiento por compresión diagonal y se da cuando se separa el muro de los elementos de confinamiento, esto produce grandes tensiones de compresión en las esquinas del muro.

Los sismos han originado daños severos en construcciones de albañilería, y la mayoría de fallas mencionadas se presentaron por las siguientes causas:

- La estructura fue concebida con materiales débiles como ladrillos de baja calidad y adobe, no existiendo así una adecuada unión entre muros y techo.
- Inapropiada distribución de los elementos resistentes y escasez en una de las dos direcciones, causando torsión en planta.
- Inexistencia del refuerzo de confinamiento de muros (columnas y vigas de amarre).
- Existencia de aberturas excesivas en las losas del techo.
- En edificaciones comerciales se aprecia la escasez de muros portantes en el primer piso, originando el llamado piso blando (poca rigidez del primer piso respecto a los pisos superiores).
- Utilización de unidades de albañilería tubular con un alto porcentaje de orificios perpendiculares a la cara del asentado (mayor del 30%).

Ahora bien, el formato que utilizaremos para la realización de la investigación es un formato de evaluación con condiciones locales, que según los diversos estudios y análisis realizados por Quiroz y Vidal (2015, p.230), lograron obtener una gráfica para determinar la vulnerabilidad de edificaciones de albañilería confinada (usaron datos tradicionales y sus interpolaciones para 5 modelos estructurales), analizando 3 situaciones (vulnerabilidad alta, media y baja) para una misma edificación en una dirección de la venida de un sismo leve, moderado y severo (0.10g, 0.25g y 0.45g correspondientemente), refiriéndose al control de fisuración diagonal de acuerdo con la Norma E.070.

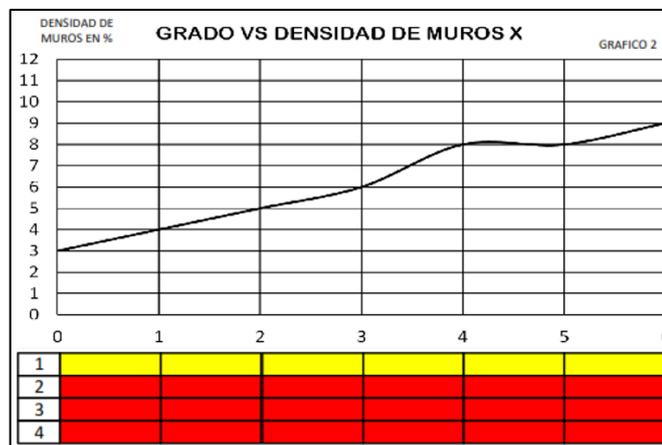


Figura 8. Grado (modelo) vs Densidad de muro (porcentaje) en X.
Fuente: Tesis Pregrado de Quiroz y Vidal, 2014.

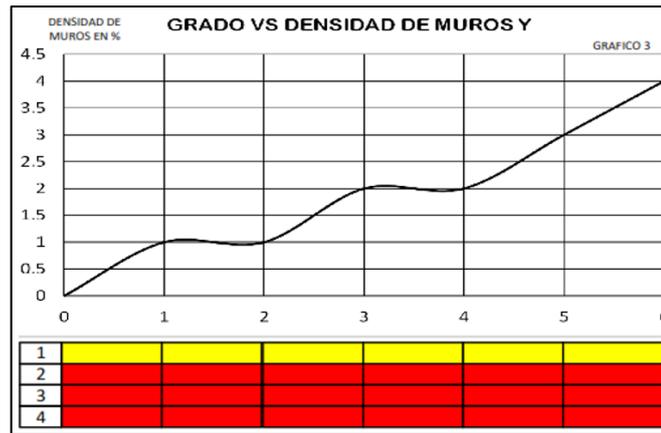


Figura 9. Grado (modelo) vs Densidad de muro (porcentaje) en Y.
Fuente: Tesis Pregrado de Quiroz y Vidal, 2014.

Cabe resaltar que estos gráficos se obtuvieron aplicando los parámetros sísmicos tanto de la norma E.030 Diseño Sismorresistente (Z =varía en función a la intensidad sísmica evaluada; $U=1$, considerando uso común; $S=1.2$, debido al suelo de la provincia de Trujillo; y $N=1, 2, 3$ y 4 que varía de acuerdo a las pruebas estructurales) y de la norma E.070 Albañilería ($V_e \leq 0.55V_m$, control de agrietamiento diagonal); puesto que el análisis y los resultados obtenidos y su aplicación a edificaciones existentes será sí y solo sí dichas construcciones fueron concebidas conteniendo un diseño sísmico, planos, empleando materiales de calidad y una correcta supervisión.

Pero la realidad es otra, casi en su totalidad, las construcciones de albañilería del sector de estudio fueron construidas empíricamente, no obedeciendo los parámetros mencionados anteriormente y sobre todo que fueron concebidas por los maestros de obra como un sistema aporticado con muros de albañilería, por lo que no es factible emplear el anterior gráfico para esta investigación.

A su vez, Quiroz y Vidal (2015, p.204), también realizaron pruebas de análisis y estudios (análisis sísmico estático no lineal Pushover para edificaciones con características geométricas de la realidad de la zona y con las características de los materiales de la zona) para el sistema aporticado (teniendo en cuenta parámetros de las normas E.020, E.030 y E.060 Concreto Armado), y que su comportamiento en su gran mayoría se asemeja a la del sistema aporticado con muros de albañilería, llegando a tener como resultado que el F.V. (factor de vulnerabilidad) resulta ser la división entre el área construida (área techada) y el área de corte de los elementos resistentes (columnas).

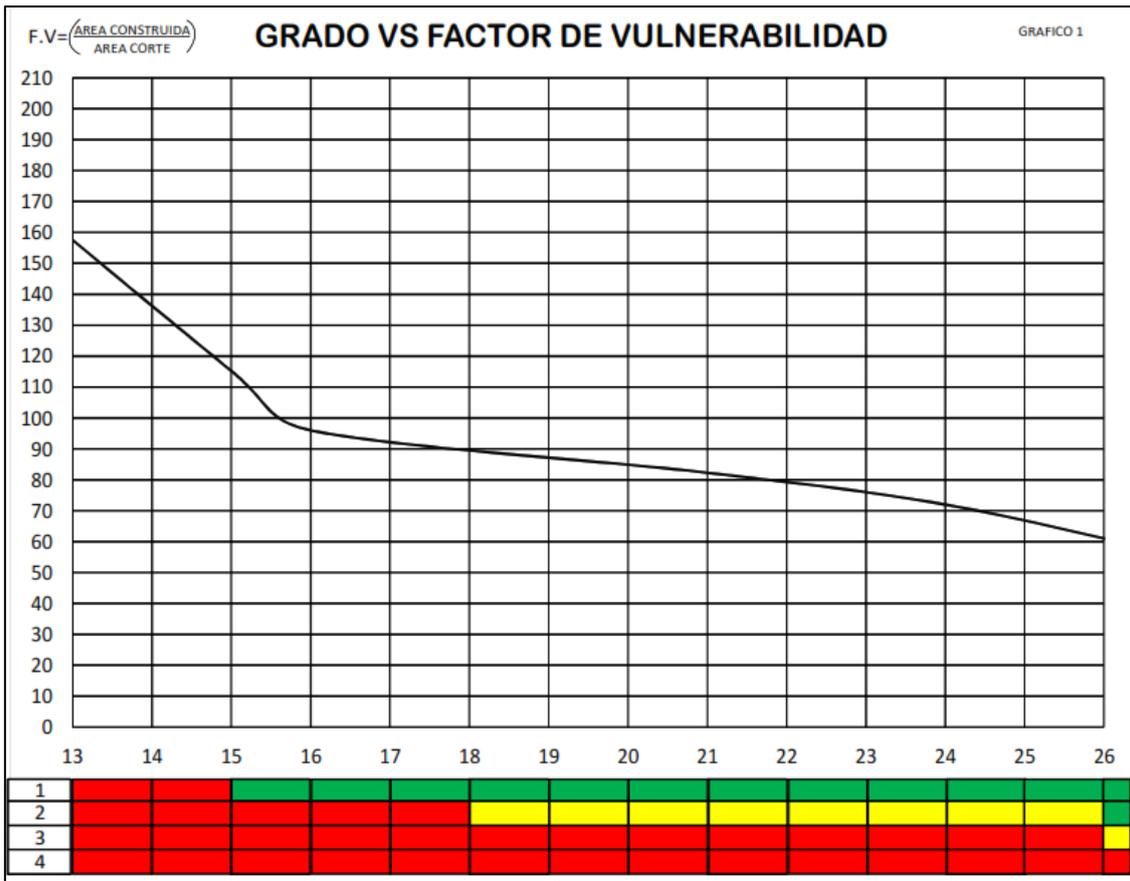


Figura 10. Gráfica para medir el grado de vulnerabilidad sísmica en edificaciones aperticadas.
 Fuente: Tesis Pregrado de Quiroz y Vidal, 2014.

El formato de evaluación de la presente investigación se puede apreciar en el anexo 2, y un ejemplo según el caso de estudio es el siguiente:

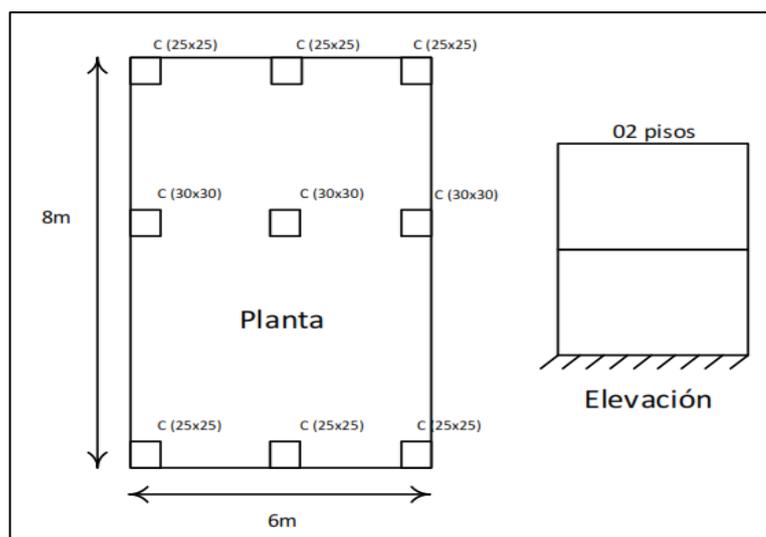


Figura 11. Caso de ejemplo para aplicación del formato
 Fuente: Tesis Pregrado de Quiroz y Vidal, 2014.

El área construida (área techada) para el caso anterior sería:

$$\text{Área construida} = 8m \times 6m$$

$$\text{Área construida} = 48m^2$$

El área de corte (área del total de columnas) para el caso anterior sería:

$$\text{Área de corte} = 6 \times 0.25 \times 0.25 + 3 \times 0.30 \times 0.30$$

$$\text{Área de corte} = 0.645$$

Y operando el factor de vulnerabilidad para el caso ejemplificado sería:

$$\text{Factor de Vulnerabilidad} = \frac{\text{Área construida}}{\text{Área de corte}}$$

$$\text{Factor de Vulnerabilidad} = \frac{48}{0.645}$$

$$\text{Factor de Vulnerabilidad} = 74.41$$

Empleando el grafico obtendríamos el siguiente resultado:

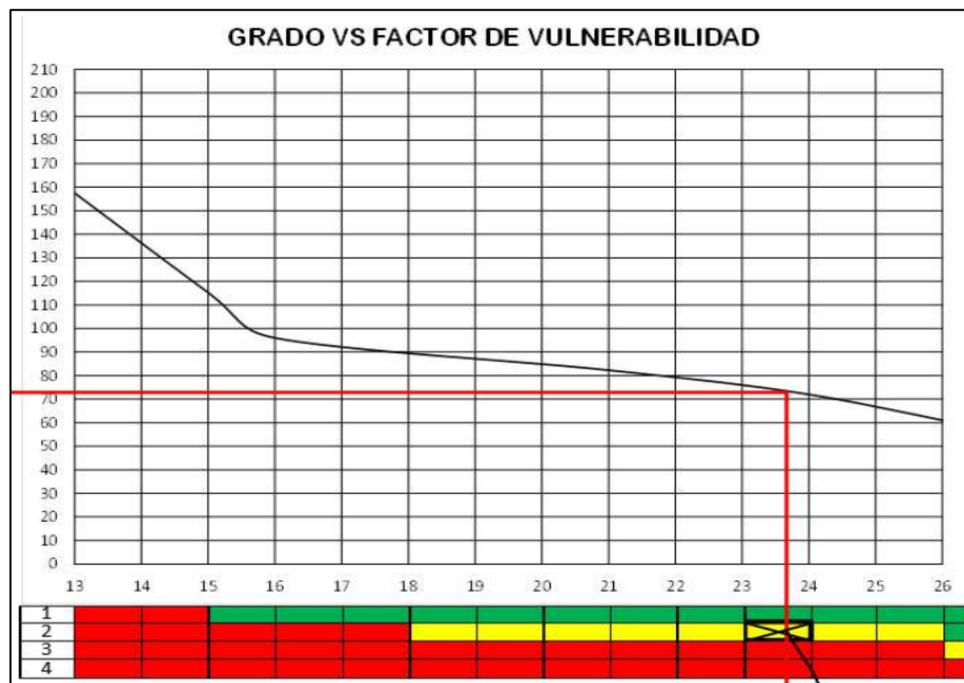


Figura 12. Resultado del F.V. del caso ejemplificado

Fuente: Tesis Pregrado de Quiroz y Vidal, 2014.

Para el caso ejemplificado, se traza una línea horizontal en el F.V. calculado (74.41) hasta que choque con la curva de vulnerabilidad del gráfico, luego se

proyecta hacia abajo hasta el recuadro del número de pisos de la edificación evaluada.

Cabe resaltar que, si la edificación tuviera algún tragaluz o escalera, el área que proyectan estos dos en planta, se le resta al área construida (área techada) y ése sería la verdadera área para poder encontrar el F.V. de dicha edificación.

Así mismo, las amenazas potenciales consideradas por Quiroz y Vidal en el formato de evaluación son:

Desplome de muro: se da porque los parapetos o muros del último piso se encuentran sin confinamiento vertical. Según el Dr. Zavala et al (2004, p.15) los muros deben confinarse a cierta distancia de acuerdo al aparejo del muro.



Figura 13. Parapeto sin confinar originaría desplome de muro.
Fuente: Reparación y reforzamiento de construcciones de albañilería confinada (Blog).

Tanque en péndulo invertido: esta amenaza se da en los tanques elevados ubicados en la parte superior y apoyados en una columna, lo que formaría una articulación plástica que podría generar un colapso. (Hernández, 2018, p.2)



Figura 14. Tanque en péndulo invertido colapsaría ante un sismo.
Fuente: Uno entre Ríos, tanques de agua domiciliarios.

Poste de alumbrado: según el CNE (2011, p.157) la DMS de los postes de baja tensión son 1m. Ante un evento sísmico y de no respetarse esta distancia, dicho poste vibraría y puede ocasionar un chicoteo contra la edificación.



Figura 15. Poste de alumbrado muy cerca de la edificación.
Fuente: Riesgos eléctricos por dms, Electrocentro S.A.

A su vez, las posibles fallas consideradas por Quiroz y Vidal en el formato de evaluación son:

Junta sísmica: toda edificación debe separarse una cierta distancia respecto a las edificaciones vecinas, por razones de seguridad (moverse independientemente una de la otra frente a un sismo), contra incendios, entre otras razones. (Norma Técnica A.010, 2014, artículo 16)



Figura 16. Edificios sin junta sísmica.
Fuente: Seminario Normas E.030 Diseño Sismorresistente.

Piso blando: se da en aquellos edificios que presentan alta flexibilidad en el primer piso debido a la escasez de muros (cocheras, tiendas o restaurantes),

mientras que en los pisos superiores que son destinados a vivienda contienen tabiquería en exceso. (San Bartolomé, 2010, p.1)



Figura 17. Edificación que fallo por piso blando.
Fuente: El gran problema del piso blando (Blog).

Muros sin confinar: según Bazán, Noriega y Miyashiro (2005, p.21) el no confinar los muros de tabiquería es falta de criterio al construir, ya que originaría problemas y hasta desplomes frente a un sismo.



Figura 18. Edificación con muros sin confinar.
Fuente: Load Bearing Masonry Construction.

Columna corta: se da cuando la tabiquería está adosada a las columnas hasta una cierta altura que no es la misma altura que las columnas, lo que provoca concentraciones de fuerza cortante en los extremos libres de las columnas, originando que estas fallen por cortante. (Astorga y Rivero, 2009, p.38)



Figura 19. Falla por columna corta.
Fuente: Columnas cortas en el diseño estructural (Blog).

Habría que mencionar también otro aspecto importante a tener en cuenta para la realización de nuestro estudio, el cual es el marco normativo peruano, con conceptos y parámetros elementales empleados para el desarrollo de la investigación:

Según la Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente, el territorio peruano en la actualidad se encuentra dividido en 4 zonas (Fig. 20) que representa el nivel de sismicidad basada en las características generales de los movimientos sísmicos. La zona de estudio de la presente investigación se encuentra en una zona 4, y a su vez, el formato de evaluación con condiciones locales fue elaborado también para un sector ubicado en la zona 4; y cuyo factor Z es de $0.45g$ el cual se interpreta como un porcentaje de la aceleración de la gravedad del terreno frente a un sismo.

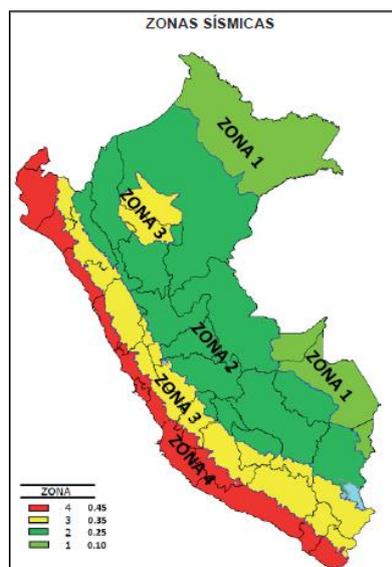


Figura 20. Mapa de zonificación sísmica Perú.
Fuente: Norma Técnica E.030

Anteriormente, el formato de evaluación se elaboró teniendo en cuenta parámetros de esta norma, como lo son el perfil de suelo, parámetros de sitio, factor de amplificación sísmica, periodo fundamental de vibración, entre otros, pero algo importante para nuestra presente investigación es la categoría de las edificaciones de acuerdo a su uso, de la cual solo evaluamos las edificaciones comunes, que son las que más encontramos en nuestro sector de estudio.

Tabla 1. Categoría de edificaciones según su uso.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
"C" EDIFICACIONES COMUNES	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminaciones.

Fuente. Norma Técnica E.030

También se hizo uso de la Norma Técnica E.070 Albañilería Confinada, puesto que nuestra investigación es aplicada a este sistema estructural, se tuvo en cuenta aspectos importantes de esta norma para la realización del formato de evaluación como el control de fisuras por corte ante un sismo moderado:

$$V_e \geq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$

En donde la resistencia al agrietamiento diagonal está dada por la resistencia al corte (V_m) de los muros de albañilería:

$$V_m = 0.5 V'_m * \alpha * t * L + 0.23 * P_g$$

En cuanto a la formulación del problema, nosotros lo planteamos así: ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones conformadas por sistema de albañilería confinada del sector de El Nuevo Porvenir?

Considerando como justificación de estudio lo siguiente:

- La justificación teórica de nuestro proyecto de investigación se basa en que toda edificación debe ajustarse a los requisitos mínimos de diseño estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), y de no ser así, y presentar un nivel alto de grado de vulnerabilidad sísmica estructural, se debe reforzar dicha edificación.

- La justificación técnica de nuestro proyecto de investigación se basa en que nos va a permitir conocer el grado de vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones del sector de estudio, y saber así que edificaciones están aptas para soportar sismos y que otras necesitan un reforzamiento estructural.
- La justificación metodológica de nuestro proyecto de investigación se basa en que el estudio realizado al sector elegido, servirá como referencia a tener en cuenta para futuros estudios de evaluación de vulnerabilidad sísmica estructural, no solo en Trujillo, sino también en todo el Perú.
- La justificación práctica de nuestro proyecto de investigación se basa en que va a permitir conocer que edificaciones del sector de estudio necesitan ser reforzadas estructuralmente para poder soportar sismos de gran magnitud y de esta manera elevar el nivel de seguridad permitiendo salvaguardar la vida de las personas.

De esta manera, se consideró que la hipótesis se comprobará únicamente cuando se realice el estudio de la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones conformadas por sistema de albañilería confinada del sector El Nuevo Porvenir.

En lo que concierne a los objetivos, se planteó como objetivo general:

- Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistema de albañilería confinada en el sector El Nuevo Porvenir, distrito El Porvenir.

Y para los objetivos específicos nos planteamos:

- Clasificar y cuantificar según su uso a las edificaciones comunes de albañilería confinada de todo el sector El Nuevo Porvenir.
- Evaluar las edificaciones mediante el formato con condiciones locales para la recopilación de la base de datos del sector El Nuevo Porvenir.
- Procesar los resultados y determinar el grado de vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones comunes de albañilería confinada del sector El Nuevo Porvenir.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de Investigación

El proyecto se realizó con el diseño No Experimental Transversal Descriptiva Simple, teniendo como esquema a emplear:



Dónde:

M: Representa todas las edificaciones comunes de albañilería confinada del sector de El Nuevo Porvenir, distrito de El Porvenir, provincia de Trujillo, región de La Libertad.

O: Representa la recolección de datos de las edificaciones comunes de albañilería confinada del sector de estudio.

2.2 Operacionalización de Variables

2.2.1 Variable

Grado de vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones conformadas por sistema de albañilería confinada del sector El Nuevo Porvenir.

2.2.2 Dimensiones

- Clasificación y cuantificación según el uso de las edificaciones comunes de albañilería confinada de todo el sector de estudio.
- Evaluación y aplicación del formato con condiciones locales a las edificaciones de albañilería confinada para la recopilación de la base de datos de todo el sector de estudio.
- Procesamiento de datos y resultados y determinación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones comunes de albañilería confinada de todo el sector de estudio.

2.2.3 Operacionalización

La matriz de Operacionalización de variables es la siguiente:

Tabla 2. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Grado de vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones conformadas por sistema de albañilería confinada del sector El Nuevo Porvenir	Clasificación y cuantificación según el uso de las edificaciones comunes de albañilería confinada de todo el sector de estudio	Cada estructura está clasificada de acuerdo con las categorías de la edificación presentes en la tabla N° 5 de dicha Norma técnica, y el uso que vaya a tener dicha edificación. (Norma E.030, 2018, p.13)	Se realizó mediante la observación y el criterio ingenieril, teniendo en cuenta solo las edificaciones comunes que figuran en la tabla N°5 de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente 2018 y que cuenten con el sistema de albañilería confinada.	Viviendas Unifamiliares (uds.)	Razón
				Viviendas Multifamiliares (uds.)	
				Viviendas - Comercio (uds.)	
	Evaluación y aplicación del formato con condiciones locales a las edificaciones para la recopilación de la base de datos de todo el sector de estudio	La evaluación por encuesta consiste en la observación de datos de interés sociológico mediante la interrogación a miembros de la sociedad. Este procedimiento de investigación permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. (Casas, Repullo y Donado, 2003, p.1)	Se evaluó mediante la observación, el criterio ingenieril y la aplicación de un formato de encuesta con condiciones locales y necesarias para la recopilación de la base de datos de las edificaciones comunes de albañilería confinada.	Área Total Construida (m ²)	Razón
				Área Total de Columnas (m ²)	
				Presencia o No presencia de amenazas potenciales (uds.)	Ordinal
				Presencia o no presencia de fallas estructurales (uds.)	
	Procesamiento de datos y resultados y determinación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones comunes de albañilería confinada de todo el sector de estudio	El análisis de resultados se hace de acuerdo a indicadores específicos, obteniendo así un conocimiento respecto a la relación entre tales factores. (Sabino, 1992, p.71)	Se procesó los resultados mediante el software necesario para poder determinar en porcentajes el grado de vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones comunes de albañilería confinada.	Vulnerabilidad Baja (%)	Ordinal
				Vulnerabilidad Media (%)	
Vulnerabilidad Alta (%)					

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población:

Todas las edificaciones comunes de albañilería confinada del sector de El Nuevo Porvenir, distrito de El Porvenir, provincia de Trujillo, región de La Libertad.

2.3.2 Muestra:

Todas las edificaciones comunes de albañilería confinada del sector de El Nuevo Porvenir, distrito de El Porvenir, provincia de Trujillo, región de La Libertad.

2.3.3 Muestreo:

Todas las edificaciones comunes de albañilería confinada del sector de El Nuevo Porvenir, distrito de El Porvenir, provincia de Trujillo, región de La Libertad.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas:

La técnica empleada para el desarrollo de la investigación fueron dos, la observación y la encuesta.

2.4.2 Instrumentos:

Se utilizó equipos de medición para un levantamiento a wincha como: libreta de campo, wincha, tablero, regla de 30 cm, calculadora científica, lapicero, lápiz, borrador y los formatos para la evaluación de vulnerabilidad. También se empleó equipos electrónicos para el almacenamiento y procesamiento de la información como: cámara fotográfica, memoria USB y laptop.

2.4.3 Validez y confiabilidad

Los instrumentos de medición, así como los instrumentos electrónicos, utilizados para la realización del proyecto de investigación fueron validados y confiabilizados por mi asesor un ingeniero civil.

2.5 Procedimiento

El procedimiento con el cual que se llevó a cabo la recolección de información para el desarrollo de la investigación fue:

- Los encuestadores correctamente uniformados (casco y/o chaleco) y equipados (con todos los equipos de medición de campo mencionados anteriormente)

deberán presentarse a la vivienda a evaluar con un saludo similar a este: “buenos días(tardes), permítame presentarme, soy ..., alumno(a) del último ciclo de la carrera de ingeniería civil de la Universidad César Vallejo, estamos haciendo una evaluación gratuita de la resistencia de edificaciones de albañilería confinada de todo el sector El Nuevo Porvenir, para esto, estamos solicitando su la participación del propietario o alguna persona que nos pueda brindar la información necesaria para la evaluación de su vivienda o el permiso necesario para hacer un levantamiento a wincha de su vivienda y poder evaluarla ...”.

- Luego de tener la información o el permiso, se procede a llenar nuestro formato de evaluación (Ver Anexo 2) con la información brindada por el propietario o recolectada con el levantamiento a wincha; el correcto llenado del formato se ejemplificará detalladamente más adelante.
- Finalmente se agradecería la colaboración e información brindada a la persona que nos atendió, y se le entregaría un reporte de resultados (Ver Anexo 3) de la evaluación totalmente gratis. De no obtener los permisos necesarios o la información necesaria para la evaluación, también se agradecería y disculparía la interrupción causada, y se proseguiría a pasar a la siguiente vivienda y efectuar desde cero el mismo procedimiento.
- Cabe resaltar que las evaluaciones se realizarán durante el día, en horas prudentes y sin exponer la seguridad de los evaluadores.

2.6 Método de análisis de datos

- Se clasificó y cuantificó a las diferentes edificaciones comunes de albañilería confinada del sector de El Nuevo Porvenir de acuerdo a las Norma E.030 Diseño Sismorresistente.
- Se realizó el levantamiento a wincha de las edificaciones de albañilería confinada del sector El Nuevo Porvenir y se aplicó la encuesta con condiciones locales obteniendo la información necesaria para la realización del proyecto de investigación
- Se procesó los resultados mediante el software Excel y se determinó los grados de vulnerabilidad de las edificaciones comunes de albañilería confinada de todo

el sector del Nuevo Porvenir teniendo en cuenta las Norma E.030 Diseño Sismorresistente y la Norma E.070 Albañilería.

2.7 Aspectos éticos

El proyecto de investigación se elaboró con honestidad y responsabilidad, respetando las opiniones, juicio de expertos y uso adecuado de las normas:

- Norma Técnica – E.030: Diseño sismorresistente
- Norma Técnica – E.070: Albañilería

Así mismo, Los datos obtenidos fueron respaldados por el ingeniero civil asesor de nuestro proyecto de investigación.

III. RESULTADOS

3.1 CLASIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN

3.1.1 Clasificación

El proceso de clasificación se efectuó mediante la observación de las edificaciones a cada manzana según el plano catastral del sector de El Nuevo Porvenir.

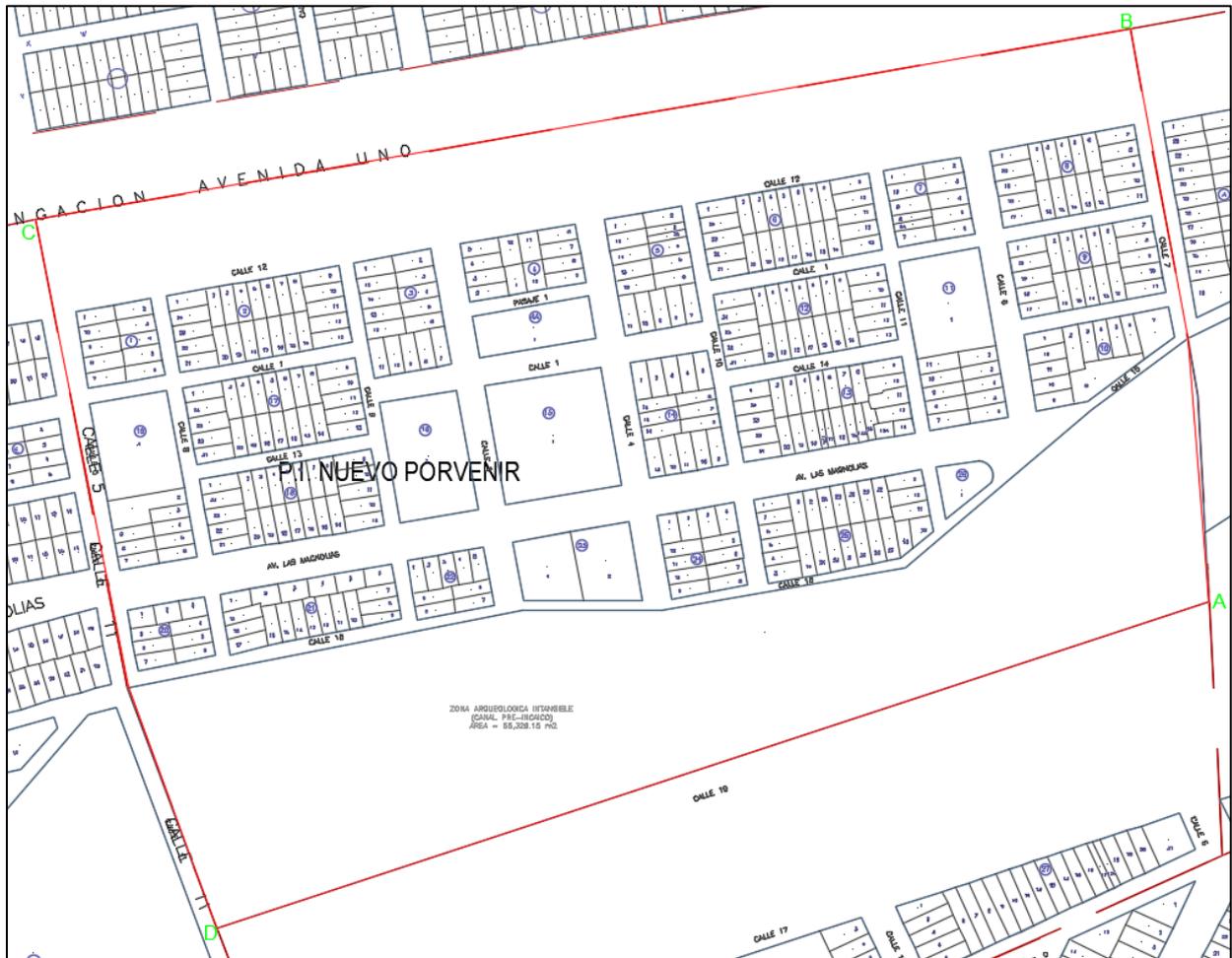


Figura 21. Plano Catastral del sector El Nuevo Porvenir, distrito de El Porvenir, Provincia de Trujillo.

Fuente. Municipalidad Distrital de El Porvenir

La clasificación de las edificaciones de albañilería confinada según su uso, se realizó teniendo en cuenta la tabla N° 5 de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, edificaciones comunes; porque en su gran mayoría, las edificaciones de nuestro sector de estudio son de esta categoría según dicha norma. Entonces, se omitió las otras categorías (edificaciones esenciales, importantes y temporales) y se clasificaron solo las edificaciones comunes de la siguiente manera:

Tabla 3. Clasificación según uso de las edificaciones comunes.

Categoría de Edificación	Uso	Sistema Estructural
Edificaciones Comunes	Viviendas unifamiliares	Albañilería Confinada
	Viviendas multifamiliares	
	Viviendas – Comercio (oficina, restaurant u hotel)	

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2 Cuantificación

La cuantificación total se realizó, teniendo en cuenta solo las edificaciones comunes según su uso, como estipula la tabla N°5 de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, y que cuenten con un sistema estructural de albañilería confinada.

El proceso de cuantificación se efectuó mediante la observación a cada manzana según el plano catastral del sector de El Nuevo Porvenir. Como se puede apreciar en el plano catastral (Fig. 21), no todas las manzanas están lotizadas, lo que quiere decir que no todas están destinadas como edificaciones comunes (viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, y depósitos, según E.030), unas están destinadas para áreas verdes y otras para instituciones del estado:

- ✓ La manzana 4A, es el Centro Integrado del Sistema de Administración de Justicia (CISAJ).
- ✓ Parte de la manzana 11, es una losa deportiva
- ✓ La manzana 15, es parque las Magnolias.
- ✓ La manzana 16, es la Institución Educativa Primaria N° 81778 “Ramiro Prialé”.
- ✓ Parte de la manzana 19, es otra losa deportiva.
- ✓ La manzana 23, consta de la Institución Educativa Inicial N° 2170 “Nuevo Porvenir”; el Centro Infantil de Atención Integral C.A.I. Nuevo Porvenir (Programa Nacional CUNA MÁS) del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social; el edificio del Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables (MIMP) el cual cuenta con sedes del Servicio de Orientación al Adolescente (SOA) y del Centro Emergencia Mujer (CEM); y, por último, la Base Militar-PNP “La Dinos”.
- ✓ La manzana 26, es parque los Espinos.

Entonces, se obvió las manzanas 4A, 11, 15, 16, 19, 23 y 26, tal y como se observa en la Fig. 22 y solo se cuantificó las edificaciones comunes con sistema de albañilería confinada de las manzanas restantes según la clasificación hecha anteriormente: viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares, Vivienda-Comercio y hoteles-hospedajes.

No obstante, también se observa en la Fig. 22 la zona arqueológica intangible (canal pre-incaico) con un área de 55 329 m², dicha zona fue invadida y que en la actualidad se encuentra una cierta cantidad de viviendas las cuales no han sido incluidas para la realización de nuestra investigación, ya que, la municipalidad distrital aun evalúa la reubicación de las familias que habitan en estas viviendas, y además, estas construcciones en su gran mayoría son de material de adobe, el cual no es el material del sistema estructural de evaluación de nuestra investigación.

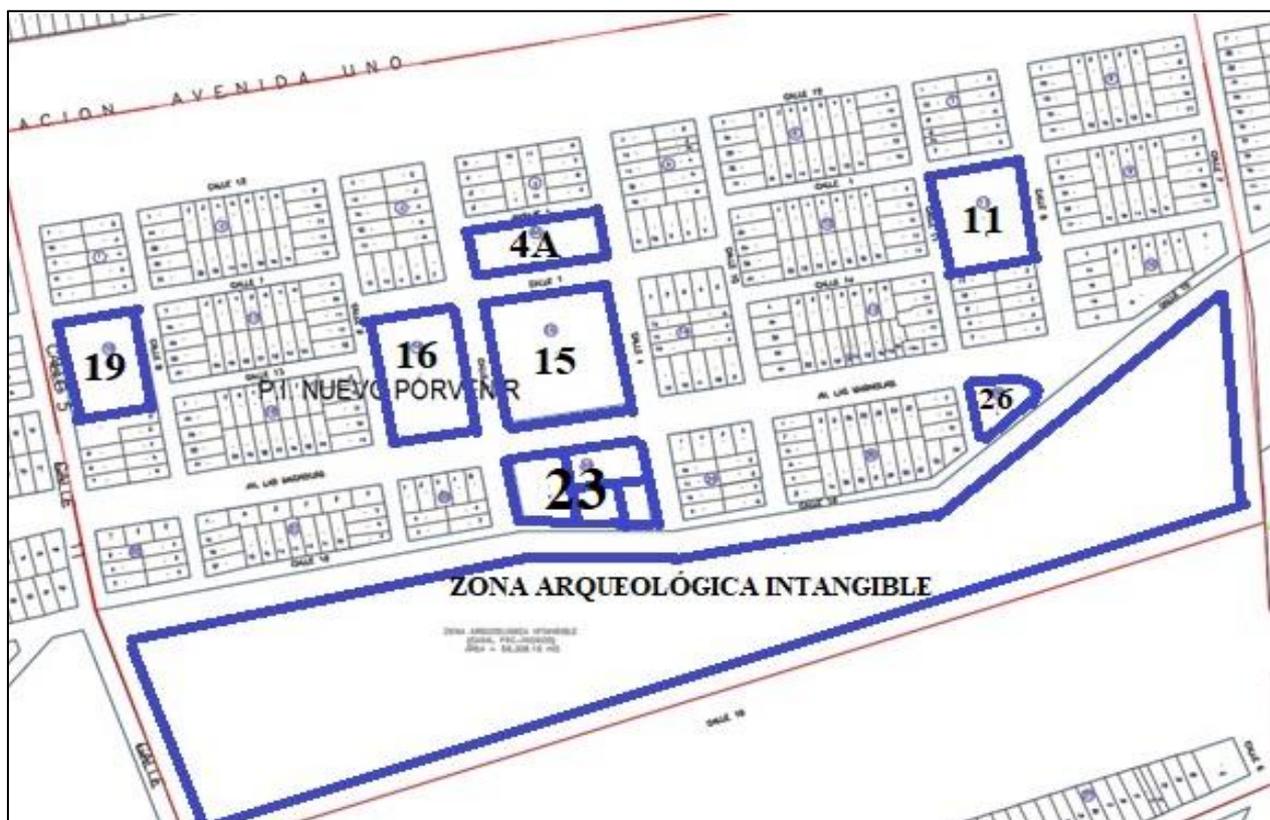


Figura 22. Manzanas y zona arqueológica, a las cuales no se realizará la investigación.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 23. Manzana 4A, Centro Integrado del Sistema de Administración de Justicia.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 24. Parte de la Manzana 11, losa deportiva.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 25. Manzana 15, Parque las Magnolias.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 26. Manzana 16, Institución Educativa Primaria N° 81778 “Ramiro Prialé”.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 27. Manzana 19, losa deportiva.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 28. Manzana 23, Institución Educativa Inicial N° 2170 Nuevo Porvenir.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 29. Manzana 23, Base Militar - PNP “La Dinos”.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 30. Manzana 23, edificio del MIMP, con sedes del SOA y del CEM.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 31. Manzana 23, Centro Infantil de Atención Integral (CUNA MÁS).
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 32. Manzana 26, Parque los Espinos.
Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.1 Cuantificación de la manzana 1



Figura 33. Observación y reconocimiento de la manzana 1.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 1.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	5
Viviendas Multifamiliares	1
Viviendas – Comercio	0
Total	6

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.2 Cuantificación de la manzana 2



Figura 34. Observación y reconocimiento de la manzana 2.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 2.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	10
Viviendas Multifamiliares	3
Viviendas – Comercio	0
Total	13

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.3 Cuantificación de la manzana 3



Figura 35. Observación y reconocimiento de la manzana 3.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 3.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	10
Viviendas Multifamiliares	3
Viviendas – Comercio	1
Total	14

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.4 Cuantificación de la manzana 4



Figura 36. Observación y reconocimiento de la manzana 4.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 4.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	4
Viviendas Multifamiliares	1
Viviendas – Comercio	0
Total	5

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.5 Cuantificación de la manzana 5



Figura 37. Observación y reconocimiento de la manzana 5.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 5.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	5
Viviendas Multifamiliares	3
Viviendas – Comercio	2
Total	10

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.6 Cuantificación de la manzana 6



Figura 38. Observación y reconocimiento de la manzana 6.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 6.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	10
Viviendas Multifamiliares	3
Viviendas – Comercio	1
Total	14

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.7 Cuantificación de la manzana 7



Figura 39. Observación y reconocimiento de la manzana 7.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 7.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	6
Viviendas Multifamiliares	0
Viviendas – Comercio	0
Total	6

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.8 Cuantificación de la manzana 8



Figura 40. Observación y reconocimiento de la manzana 8.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 8.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	6
Viviendas Multifamiliares	3
Viviendas – Comercio	0
Total	9

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.9 Cuantificación de la manzana 9



Figura 41. Observación y reconocimiento de la manzana 9.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 9.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	6
Viviendas Multifamiliares	1
Viviendas – Comercio	1
Total	8

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.10 Cuantificación de la manzana 10



Figura 42. Observación y reconocimiento de la manzana 10.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 10.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	8
Viviendas Multifamiliares	0
Viviendas – Comercio	3
Total	11

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.11 Cuantificación de la manzana 11



Figura 43. Observación y reconocimiento de la manzana 11.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 14. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 11.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	5
Viviendas Multifamiliares	1
Viviendas – Comercio	0
Total	6

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.12 Cuantificación de la manzana 12



Figura 44. Observación y reconocimiento de la manzana 12.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 12.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	14
Viviendas Multifamiliares	1
Viviendas – Comercio	0
Total	15

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.13 Cuantificación de la manzana 13

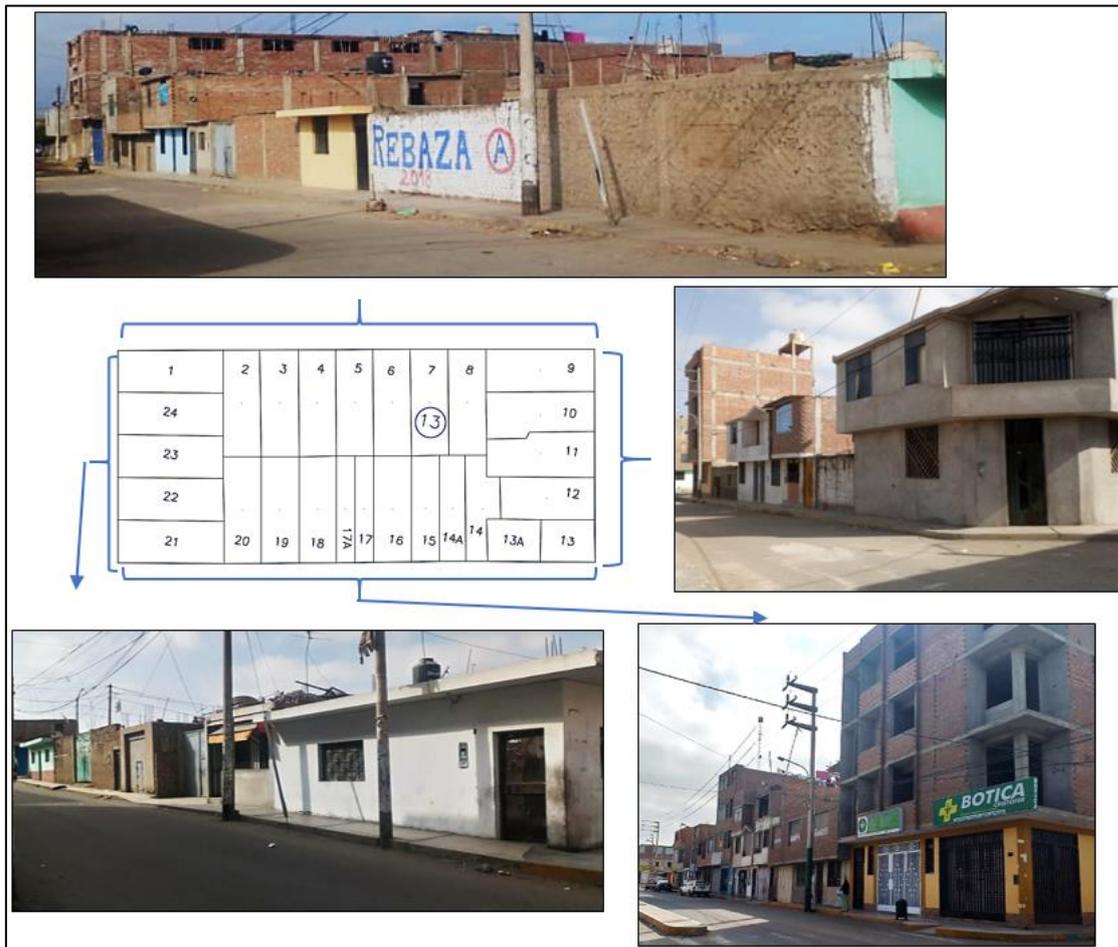


Figura 45. Observación y reconocimiento de la manzana 13.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 13.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	8
Viviendas Multifamiliares	4
Viviendas – Comercio	4
Total	16

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.14 Cuantificación de la manzana 14



Figura 46. Observación y reconocimiento de la manzana 14.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 14.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	5
Viviendas Multifamiliares	1
Viviendas – Comercio	4
Total	10

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.15 Cuantificación de la manzana 17



Figura 47. Observación y reconocimiento de la manzana 17.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 17.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	11
Viviendas Multifamiliares	1
Viviendas – Comercio	1
Total	13

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.16 Cuantificación de la manzana 18



Figura 48. Observación y reconocimiento de la manzana 18.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 18.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	8
Viviendas Multifamiliares	5
Viviendas – Comercio	2
Total	15

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.17 Cuantificación de la manzana 19



Figura 49. Observación y reconocimiento de la manzana 19.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 20. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 19.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	2
Viviendas Multifamiliares	0
Viviendas – Comercio	2
Total	4

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.18 Cuantificación de la manzana 20



Figura 50. Observación y reconocimiento de la manzana 20.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 20.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	3
Viviendas Multifamiliares	1
Viviendas – Comercio	2
Total	6

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.19 Cuantificación de la manzana 21



Figura 51. Observación y reconocimiento de la manzana 21.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 22. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 21.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	8
Viviendas Multifamiliares	1
Viviendas – Comercio	1
Total	10

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.20 Cuantificación de la manzana 22



Figura 52. Observación y reconocimiento de la manzana 22.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 22.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	4
Viviendas Multifamiliares	0
Viviendas – Comercio	2
Total	6

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.21 Cuantificación de la manzana 24



Figura 53. Observación y reconocimiento de la manzana 24.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 24. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 24.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	2
Viviendas Multifamiliares	0
Viviendas – Comercio	4
Total	6

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.22 Cuantificación de la manzana 25



Figura 54. Observación y reconocimiento de la manzana 25.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 25. Cuantificación de edificaciones a evaluar de la manzana 25.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	8
Viviendas Multifamiliares	1
Viviendas – Comercio	8
Total	17

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.23 Cuantificación total de edificaciones a evaluar



Figura 55. Cuantificación total de edificaciones a evaluar del sector de estudio.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26. Cuantificación total de edificaciones a evaluar del sector de estudio.

Uso de Edificación	Número de Edificaciones
Viviendas Unifamiliares	148
Viviendas Multifamiliares	34
Viviendas – Comercio	38
Total	220

Fuente: Elaboración Propia.

3.2 EVALUACIÓN DE LAS EDIFICACIONES Y RECOPIACIÓN DE BASE DE DATOS

3.2.1 Evaluación de las edificaciones comunes de albañilería confinada

La evaluación se realizó en todo el sector “El Nuevo Porvenir” a todas las edificaciones existentes y de posible acceso a la información, es decir, hubo una pequeña cantidad de viviendas a las cuales no se le pudo hacer la evaluación de vulnerabilidad, puesto que sus habitantes se negaron a brindarnos información necesaria para la realización del estudio.

El formato de evaluación con condiciones locales se puede contemplar en el anexo 2. Anteriormente se hizo un ejemplo básico en la etapa de introducción de la presente investigación para la aplicación del formato, pero valga la redundancia, se hará un ejemplo completo del correcto llenado del formato para determinar el factor de vulnerabilidad de las edificaciones de nuestro sector de estudio:

	DIRECCION: <u>Mz. "Q" Lt. 25</u> <u>SECTOR EL NUEVO PORVENIR</u>
	PROPIETARIO: <u>CRISTINA DIAZ</u> CEL: <u>980332574</u> N° PISOS: <u>2</u> AÑO DE CONSTRUCCIÓN: <u>2001</u> INSPECTOR: <u>JOSÉ BACILIO</u> FECHA: <u>05-06-2019</u> AREA TOTAL CONSTRUIDA: <u>60 m²</u> NOMBRE DE LA EDIFICACION: <u>FAMILIA AREDO</u> USO: <u>VIVIENDA UNIFAMILIAR</u>
$\text{Área construida} = [8m \times (5.5m + 5.5m)] - (3m \times 2m) = 60m^2$ $\text{Área de corte} = 6 \times 0.30 \times 0.40 = 0.72$ $\text{Factor de Vulnerabilidad} = \frac{\text{Área construida}}{\text{Área de corte}} = \frac{60}{0.72} = 83.33$	
ESCALA:	

Figura 56. Ejemplo del correcto llenado del formato de evaluación.
Fuente: Elaboración Propia.

Después de operar los datos obtenidos del levantamiento arquitectónico de la edificación evaluada, pasamos a emplear el gráfico de Grado vs Factor de Vulnerabilidad de la siguiente manera:

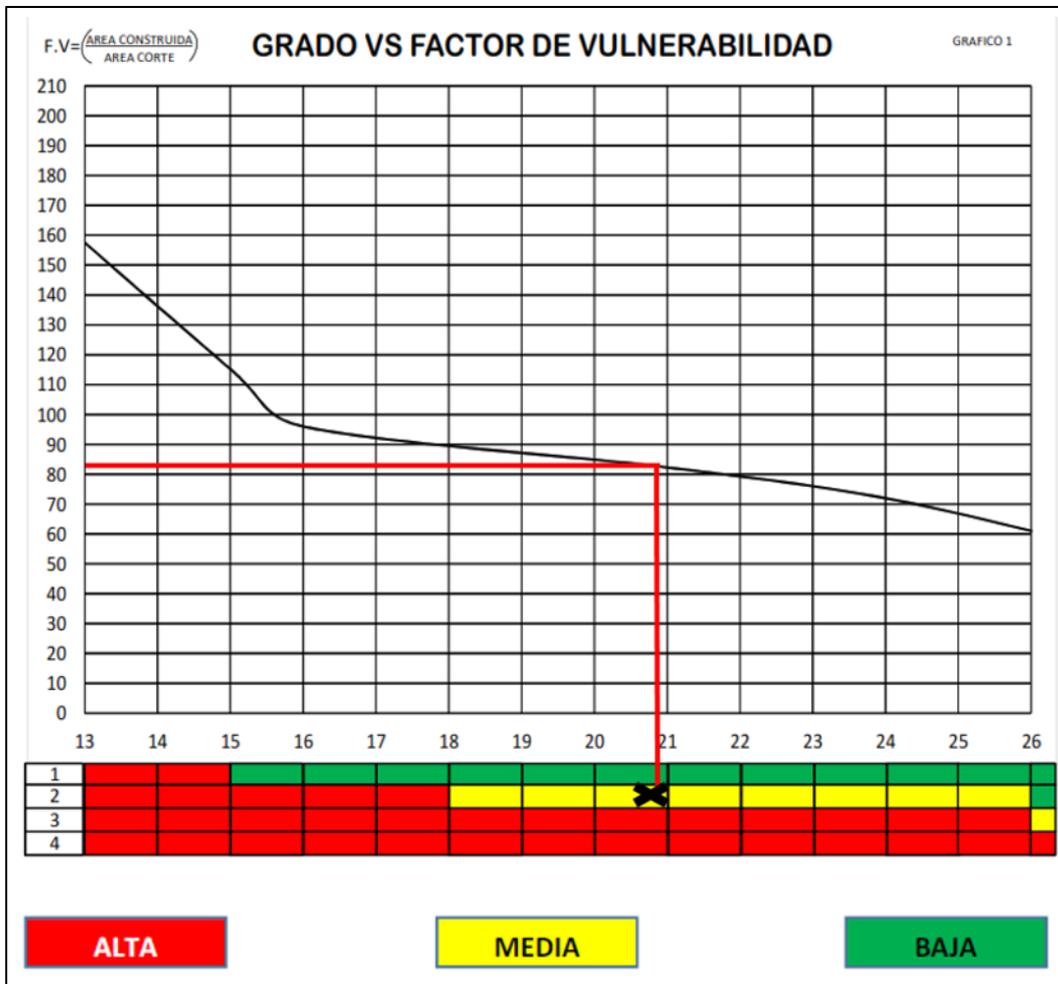


Figura 57. Resultado del F.V. del segundo ejemplo.
Fuente: Elaboración Propia.

El grado de vulnerabilidad sísmica se expresa por los colores: rojo, amarillo y verde; representando la vulnerabilidad alta, media y baja respectivamente; y para nuestro ejemplo, el F.V. calculado (83.33) nos indica amarillo, esto quiere decir que para esta edificación de 2 pisos el grado de vulnerabilidad es media.

Posteriormente también se realiza la observación de amenazas potenciales (desplome de muro, tanque en péndulo invertido y poste de alumbrado) con las que cuenta la edificación evaluada y las posibles fallas estructurales (piso blando, muros sin confinar, columna corta y junta sísmica) que frente a un evento

sísmico pueda hacer que falle la edificación; junto con un dato alternativo, el cual es el número de ocupantes de dicha edificación:

NUMERO DE OCUPANTES	5	AMENAZA POTENCIAL:		
		DESPLOME DE MURO: <input checked="" type="checkbox"/>	TANQUE EN PENDULO INVERTIDO: <input type="checkbox"/>	POSTE DE ALUMBRADO: <input type="checkbox"/>
FALLAS	PISO BLANDO: <input type="checkbox"/>	MUROS SIN CONFINAR: <input checked="" type="checkbox"/>	COLUMNA CORTA: <input type="checkbox"/>	JUNTA SISMICA: <input checked="" type="checkbox"/>

Figura 58. Correcto llenado de amenazas potenciales y/o fallas estructurales.
Fuente: Elaboración propia

Y finalmente se llena la evaluación final de la edificación con palabras y se comenta alguna recomendación según el resultado de la evaluación:

EVALUACION FINAL:	La edificación presenta vulnerabilidad media	EVALUACION DETALLADA	
		SI	NO
COMENTARIOS:	Se recomienda reforzar las estructuras de la edificación		

Figura 59. Correcto llenado de la evaluación final y comentarios de la edificación.
Fuente: Elaboración Propia.

La totalidad de las fichas de evaluaciones de vulnerabilidad se pueden contemplar a partir del anexo 4.

3.2.2 Recopilación de base de datos

Luego de aplicar la evaluación a todas las edificaciones, se ordenó toda la información en una hoja de Excel y se obtuvo la siguiente base de datos:

Tabla 27. Base de datos.

N°	MANZANA	LOTE	TIPO DE VIVIENDA	N° DE PISOS	FALLAS				AMENAZAS			GRADO DE VULNERABILIDAD
					PISO BLANDO	MUROS SIN CONFINAR	COLUMNA CORTA	JUNTA SÍSMICA	DESPLOME DE MURO	TANQUE EN PÉNDULO INVERTIDO	POSTE DE ALUMBRADO	
1	MANZANA 1	Lote 1	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
2		Lote 2	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			Alta
3		Lote 3	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			Alta
4		Lote 6	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
5		Lote 8	Vivienda Multifamiliar	2				x				Alta
6		Lote 10	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Baja
7	MANZANA 2	Lote 3	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
8		Lote 5	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
9		Lote 7	Vivienda Multifamiliar	2				x				Alta
10		Lote 9	Vivienda Unifamiliar	1				x			x	Baja
11		Lote 10	Vivienda Multifamiliar	2		x		x	x			Alta
12		Lote 11	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
13		Lote 12	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
14		Lote 13	Vivienda Multifamiliar	2		x		x	x		x	Media
15		Lote 17	Vivienda Unifamiliar	2		x		x				Alta
16		Lote 19	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
17		Lote 21	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Alta
18		Lote 22	Vivienda Unifamiliar	2				x				Alta
19		Lote 24	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
20	MANZANA 3	Lote 1	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
21		Lote 2	Vivienda Multifamiliar	2				x				Media

22		Lote 3	Vivienda Unifamiliar	2				x				Baja
23		Lote 4	Vivienda Unifamiliar	1				x				Media
24		Lote 5	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
25		Lote 6	Vivienda Unifamiliar	3		x		x	x			Alta
26		Lote 7	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Baja
27		Lote 7'A	Vivienda Multifamiliar	4				x		x		Alta
28		Lote 8	Vivienda - Comercio	2				x				Alta
29		Lote 11	Vivienda Multifamiliar	3				x				Alta
30		Lote 12	Vivienda Unifamiliar	1				x		x		Alta
31		Lote 13	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x	x		Alta
32		Lote 14	Vivienda Unifamiliar	1				x				Alta
33		Lote 15	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
34	MANZANA 4	Lote 1	Vivienda Multifamiliar	4				x		x	-	Alta
35		Lote 2	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x	-	-	Baja
36		Lote 4	Vivienda Unifamiliar	1				x		-	-	Baja
37		Lote 6	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x	-	x	Media
38		Lote 9	Vivienda Unifamiliar	3		x		x	x	-	-	Alta
39	MANZANA 5	Lote 1	Vivienda Multifamiliar	2				x			x	Alta
40		Lote 5	Vivienda Multifamiliar	3				x				Alta
41		Lote 6	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
42		Lote 7	Vivienda - Comercio	3		x		x	x		x	Alta
43		Lote 8	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
44		Lote 11	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
45		Lote 12	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			Alta
46		Lote 13	Vivienda Multifamiliar	2				x			x	Alta
47	Lote 14	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Alta	
48	MANZANA 6	Lote 3	Vivienda Unifamiliar	1				x				Alta
49		Lote 4	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja

50		Lote 7	Vivienda - Comercio	2		x		x	x			Alta
51		Lote 11	Vivienda Unifamiliar	1								Baja
52		Lote 12	Vivienda Multifamiliar	2				x				Media
53		Lote 13	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
54		Lote 15	Vivienda Multifamiliar	2				x				Alta
55		Lote 17	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
56		Lote 19	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
57		Lote 21	Vivienda Unifamiliar	2				x			x	Baja
58		Lote 21'A	Vivienda Unifamiliar	2				x				Media
59		Lote 22	Vivienda Unifamiliar	2								Alta
60		Lote 23	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Baja
61	MANZANA 7	Lote 1	Vivienda Unifamiliar	2			x	x				Media
62		Lote 2	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
63		Lote 4	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
64		Lote 7	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Baja
65		Lote 9	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
66		Lote 10	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
67	MANZANA 8	Lote 3	Vivienda Multifamiliar	2				x				Media
69		Lote 7	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
70		Lote 8	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Baja
71		Lote 11	Vivienda Multifamiliar	2		x		x	x		x	Media
72		Lote 14	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
73		Lote 15	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
74	Lote 17	Vivienda Multifamiliar	2		x		x	x			Alta	
75	Lote 20	Vivienda Unifamiliar	1				x					Baja
76	MANZANA 9	Lote 3	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
77		Lote 7	Vivienda Unifamiliar	2				x			x	Alta
78		Lote 13	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			Alta

79		Lote 14	Vivienda Unifamiliar	1				x		x		Baja	
80		Lote 16	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja	
81	MANZANA 10	Lote 3	Vivienda Unifamiliar	2				x			x	Media	
82		Lote 4	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja	
83		Lote 6	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja	
84		Lote 7	Vivienda - Comercio	1		x		x	x				Baja
		Lote 8	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x				Baja
85		Lote 8A	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x				Alta
86		Lote 8B	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x				Alta
87		Lote 9	Vivienda Unifamiliar	1				x					Baja
88		Lote 11	Vivienda - Comercio	1		x		x	x				Alta
89		Lote 12B	Vivienda - Comercio	1		x		x	x				Alta
90	MANZANA 11	Lote 2	Vivienda Unifamiliar	2				x				Alta	
91		Lote 4	Vivienda Multifamiliar	2		x	x	x	x				Alta
92		Lote 7	Vivienda Unifamiliar	2				x					Alta
93		Lote 8	Vivienda Unifamiliar	1				x					Baja
94		Lote 11	Vivienda Unifamiliar	1				x					Alta
95	MANZANA 12	Lote 1	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x				Alta
96		Lote 4	Vivienda Unifamiliar	1				x					Baja
97		Lote 6	Vivienda Unifamiliar	1				x			x		Baja
98		Lote 9	Vivienda Unifamiliar	1				x					Baja
99		Lote 10	Vivienda Unifamiliar	1				x					Alta
100		Lote 11	Vivienda Unifamiliar	2				x					Alta
101		Lote 12	Vivienda Multifamiliar	2				x					Alta
102		Lote 13	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			x	Alta
103		Lote 14	Vivienda Unifamiliar	1				x					Alta
104		Lote 15	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			x	Alta
105	Lote 16	Vivienda Unifamiliar	1				x					Baja	

106		Lote 17	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			Alta	
107		Lote 20	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja	
108		Lote 21	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja	
109		Lote 22	Vivienda Unifamiliar	2				x			x	Media	
110	MANZANA 13	Lote 1	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja	
111		Lote 4	Vivienda Multifamiliar	1		x		x	x			Alta	
112		Lote 6	Vivienda Multifamiliar	2		x		x	x			Alta	
113		Lote 9	Vivienda Unifamiliar	2								Alta	
114		Lote 10	Vivienda Unifamiliar	1					x			Baja	
115		Lote 11	Vivienda Unifamiliar	2					x			Alta	
116		Lote 13	Vivienda - Comercio	4		x			x	x		x	Alta
117		Lote 14	Vivienda - Comercio	3		x	x		x	x			Alta
118		Lote 15	Vivienda Multifamiliar	4					x				Alta
119		Lote 16	Vivienda Unifamiliar	1					x			x	Baja
120		Lote 17	Vivienda Multifamiliar	3					x				Alta
121		Lote 18	Vivienda - Comercio	2		x			x	x			Alta
122		Lote 21	Vivienda Unifamiliar	1					x				Baja
123		Lote 22	Vivienda - Comercio	1					x				Baja
124	MANZANA 14	Lote 3	Vivienda Multifamiliar	3			x	x				Alta	
125		Lote 4	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			Alta	
126		Lote 5	Vivienda Unifamiliar	1					x			Baja	
127		Lote 6	Vivienda Unifamiliar	2					x			Alta	
128		Lote 7	Vivienda Unifamiliar	2		x			x	x		Media	
129		Lote 8	Vivienda Unifamiliar	1					x			Baja	
130		Lote 9	Vivienda - Comercio	3					x			Alta	
131		Lote 10	Vivienda - Comercio	2		x	x		x	x		Media	
132		Lote 12	Vivienda - Comercio	1					x			Baja	
133		Lote 15	Vivienda - Comercio	2					x			Alta	

134	MANZANA 15	Parque las Magnolias										
135	MANZANA 16	Institución Educativa Primaria N° 81778 "Ramiro Priale"										
136	MANZANA 17	Lote 1	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x		x	Alta
137		Lote 2	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			Alta
138		Lote 4	Vivienda Multifamiliar	2				x		x		Alta
139		Lote 5	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x		x	Alta
140		Lote 6	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
141		Lote 9	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
142		Lote 10	Vivienda - Comercio	2		x		x	x		x	Alta
143		Lote 12	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x		x	Alta
144		Lote 16	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x		x	Alta
145		Lote 17	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Baja
146		Lote 19	Vivienda Unifamiliar	2				x				Alta
147		Lote 21	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x	x		Alta
148		MANZANA 18	Lote 1	Vivienda Unifamiliar	2				x			
149	Lote 7		Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
150	Lote 8		Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			Alta
151	Lote 10		Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
152	Lote 11		Vivienda Unifamiliar	2				x			x	Alta
153	Lote 12		Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Alta
154	Lote 13		Vivienda Multifamiliar	3				x			x	Alta
155	Lote 14		Vivienda Unifamiliar	2				x			x	Alta
156	Lote 16		Vivienda Multifamiliar	5		x		x	x			Baja
157	Lote 17		Vivienda - Comercio	2				x				Media
158	Lote 19		Vivienda Multifamiliar	2		x		x	x		x	Alta
159	Lote 21		Vivienda Multifamiliar	2		x		x	x			Alta
160	Lote 23		Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			Alta
161	Lote 24	Vivienda Multifamiliar	2	x				x			Media	

162	MANZANA 19	Lote 6	Vivienda - Comercio	3				x				Alta
163		Lote 7	Vivienda Unifamiliar	3			x	x			x	Alta
164		Lote 9	Vivienda - Comercio	2				x				Alta
165		Lote 10	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Baja
166	MANZANA 20	Lote 1	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			Alta
167		Lote 4	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
168		Lote 5	Vivienda Multifamiliar	2		x		x	x			Alta
169		Lote 8	Vivienda - Comercio	4	x			x				Alta
170		Lote 9	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			Alta
171	MANZANA 21	Lote 1	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Baja
172		Lote 5	Vivienda Unifamiliar	2		x		x	x			Media
173		Lote 6'A	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
174		Lote 8	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
175		Lote 11	Vivienda Unifamiliar	1				x				Alta
176		Lote 12	Vivienda Unifamiliar	1			x		x			Baja
177		Lote 13	Vivienda - Comercio	2				x				Alta
178		Lote 14	Vivienda Unifamiliar	2				x				Alta
		Lote 15	Vivienda Unifamiliar	1				x			x	Baja
179	Lote 17	Vivienda Multifamiliar	3	x	x		x	x			Alta	
180	MANZANA 22	Lote 1	Vivienda Unifamiliar	2				x			x	Alta
181		Lote 4	Vivienda Unifamiliar	1				x				Alta
182		Lote 5	Vivienda - Comercio	2		x		x	x		x	Alta
183		Lote 6	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Baja
184		Lote 7	Vivienda Unifamiliar	2				x			x	Alta
185		Lote 9	Vivienda - Comercio	2		x		x	x		x	Alta
186	MANZANA 23	Institución Educativa Inicial N° 2170, CUNA MAS, Centro de Emergencia Mujer, Servicio de Orientación al Adolescente y Base Militar- PNP "La Dinoses"										
187												
188		Lote 1	Vivienda - Comercio	2	x			x				Alta

189	MANZANA 24	Lote 2A	Vivienda - Comercio	4	x	x		x	x			Alta
190		Lote 4	Vivienda - Comercio	2				x			x	Alta
191		Lote 8	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
192		Lote 9A	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
193	MANZANA 25	Lote 1	Vivienda - Comercio	4	x			x			x	Alta
194		Lote 2A	Vivienda - Comercio	2		x		x	x		x	Media
195		Lote 2'A	Vivienda - Comercio	2								Alta
196		Lote 2D	Vivienda - Comercio	3				x				Alta
197		Lote 2E	Vivienda - Comercio	1		x		x	x			Alta
198		Lote 2F	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
199		Lote 2H	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
200		Lote 2J	Vivienda Unifamiliar	2				x			x	Baja
201		Lote 2K	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Baja
202		Lote 2K'	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
203		Lote 4	Vivienda Unifamiliar	1				x				Alta
204		Lote 5	Vivienda Unifamiliar	1				x				Baja
205		Lote 8	Vivienda - Comercio	2	x			x				Alta
206		Lote 10A	Vivienda Multifamiliar	4		x	x	x	x			Alta
207	Lote 13	Vivienda - Comercio	2		x		x	x	x	x	Media	
208	Lote 14	Vivienda Unifamiliar	1		x		x	x			Alta	

3.3 PROCESAMIENTO DE DATOS Y RESULTADOS Y DETERMINACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL

3.3.1 Procesamiento de datos y resultados

De la etapa de procesamiento de los datos recaudados en campo, se obtuvo el número de vulnerabilidad general de grado alta, media y baja en las edificaciones comunes de albañilería confinada según su uso, ya sean viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares y/o viviendas – comercio (oficinas, restaurantes, hotel); de todo el sector El Nuevo Porvenir.

Tabla 28. Vulnerabilidad general del sector El Nuevo Porvenir

	GRADO DE VULNERABILIDAD	Nº	%
V. ENCUESTADAS	Alto	105	47.73%
	Media	18	8.18%
	Baja	82	37.27%
V. NO ENCUESTADAS	Sin valor	15	6.82%
TOTAL	-	220	100.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29. Vulnerabilidad según uso de edificaciones de El Nuevo Porvenir

TIPO DE VIVIENDA	ALTA	MEDIA	BAJA	TOTAL DE VIVIENDAS ENCUESTADAS
Vivienda Unifamiliar	55	8	78	141
Vivienda Multifamiliar	25	6	1	32
Vivienda - Comercio	25	4	3	32
TOTAL	105	18	82	205

TIPO DE VIVIENDA	ALTA	MEDIA	BAJA	TOTAL DE VIVIENDAS ENCUESTADAS
Vivienda Unifamiliar	25.00%	3.64%	35.45%	64.09%
Vivienda Multifamiliar	11.36%	2.73%	0.45%	14.55%
Vivienda - Comercio	11.36%	1.82%	1.36%	14.55%
TOTAL	47.73%	8.18%	37.27%	93.18%

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.2 Determinación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural

El número total de edificaciones evaluadas de albañilería confinada fueron 205, de las cuales se determinó que 105 presentan vulnerabilidad sísmica estructural alta, 18 vulnerabilidad sísmica estructural media y 82 vulnerabilidad sísmica estructural baja.

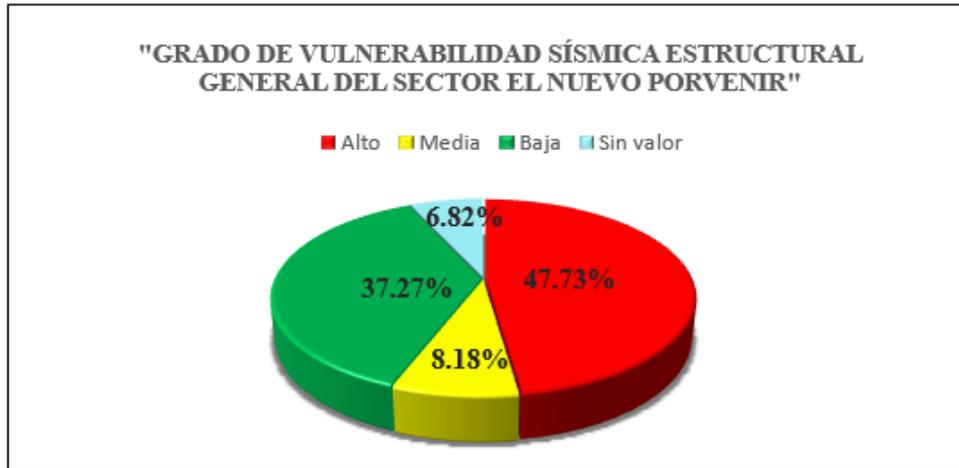


Figura 60: Vulnerabilidad general (%) del sector El Nuevo Porvenir
Fuente: Elaboración Propia.

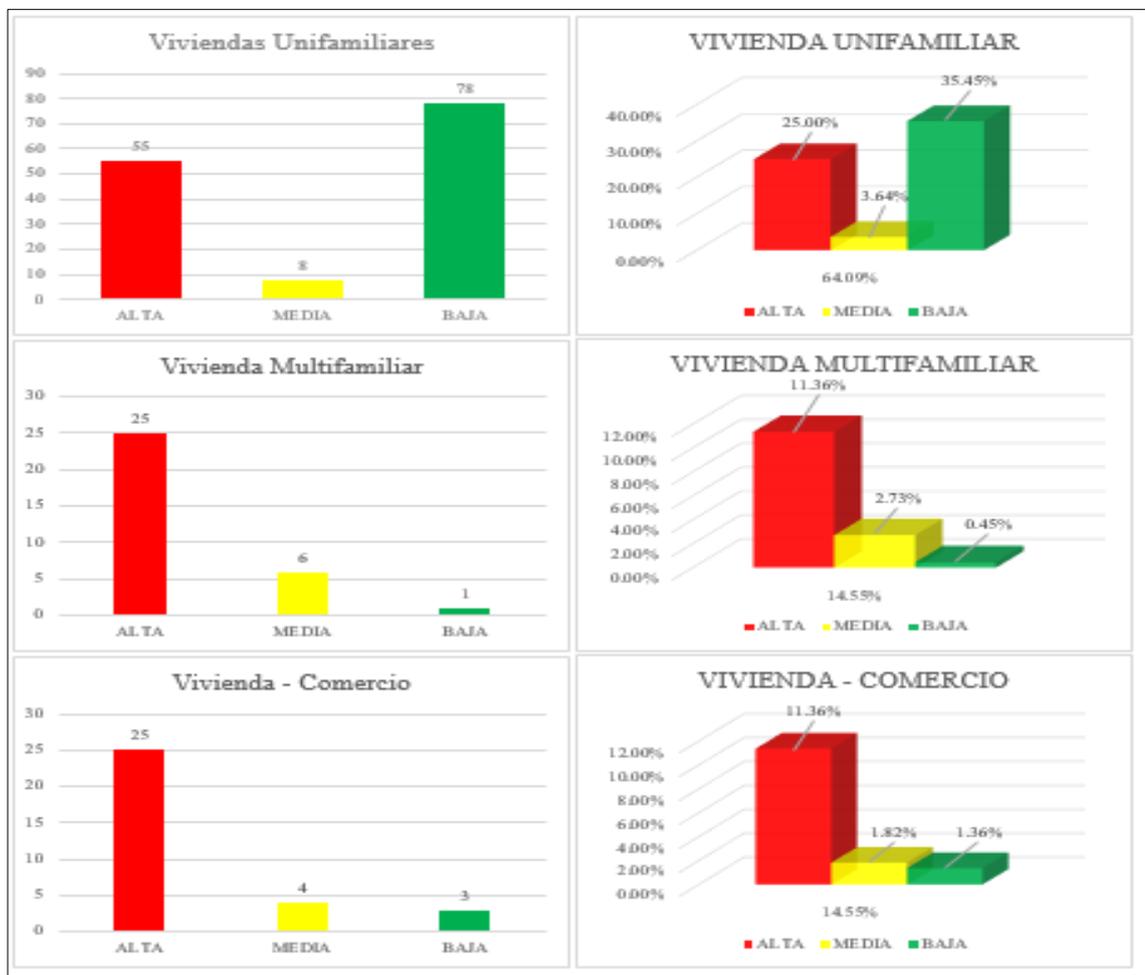


Figura 61: Vulnerabilidad según uso de edificaciones comunes de albañilería del sector El Nuevo Porvenir
Fuente: Elaboración Propia.

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación evaluó el grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por el sistema de albañilería confinada en el sector El Nuevo Porvenir, distrito de El Porvenir en el año 2019. Se evaluó un total de 205 edificaciones comunes según la tabla N° 5 de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, clasificándolas según su uso en viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares y viviendas – comercio (oficinas, restaurantes, hotel).

Los resultados obtenidos luego de procesar los datos recogidos en campo mediante un levantamiento a wincha de las edificaciones (teniendo en cuenta el área total construida y el área total de las columnas) nos permitió determinar el grado de vulnerabilidad sísmica estructural que presentan las edificaciones del sector El Nuevo Porvenir, las cuales el 47.73% de estas edificaciones presenta grado alto, el 8.18% presenta grado medio y el 37.27% presenta grado bajo de vulnerabilidad sísmica estructural. Se determinó además que, en su gran mayoría, estas edificaciones evaluadas presentan fallas estructurales (piso blando, columna corta, muros sin confinar y junta sísmica) y amenazas potenciales (desplome de muro, tanque en péndulo invertido y poste de alumbrado), y estas viviendas que presentan fallas y amenazas potenciales ha quedado demostrado que fueron construidas empíricamente, sin supervisión técnica o profesional, según los propietarios de las viviendas evaluadas.

Ahora bien, en la investigación realizada por Sivincha y Mamani (2018), “Análisis de la vulnerabilidad sísmica estructural de las viviendas ubicadas en el Sector XII de la Asociación Parque Industrial Porvenir Arequipa, Distrito de Cerro Colorado”, empleó el método del índice de vulnerabilidad propuesta por Benedetti y Petrini, una metodología distinta a la empleada por nosotros en nuestra investigación, pero con resultados iguales en cuanto a la clasificación de la vulnerabilidad (alto, medio y bajo) y concluyendo que el nivel económico de los propietarios de las edificaciones es la causa principal de la vulnerabilidad, por lo que antes y durante la construcción de sus viviendas no contaron con personal técnico o profesional calificado.

Por su parte, Huashua y Sánchez (2017) en su investigación “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la urbanización Bella

Vista de la ciudad de Abancay-Apurímac”, empleó el método cualitativo del índice de vulnerabilidad, mediante encuestas, mediciones y levantamientos de las viviendas; metodología lo más cercana posible a nuestro formato de evaluación con condiciones locales, y también clasificó a la vulnerabilidad en alta, media y baja, obteniendo una ligera diferencia a la nuestra, ya que el solo evaluó las viviendas autoconstruidas, las cuales son más propensas a tener una vulnerabilidad alta como ya lo habíamos mencionado anteriormente.

A su vez, Rojas (2017) en su investigación “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada del asentamiento humano San Marcos de Ate, Santa Anita, 2017” empleó métodos cualitativos y cuantitativos descriptivos, aplicando al igual q nuestra investigación una ficha de encuesta y reporte, pero solo consideró una muestra de 15 viviendas de un total de 151, pero a esta muestra se le realizó un análisis sísmico y verificación de muro, es decir, la muestra de las 15 viviendas fueron netamente albañilería confinada, a diferencia de nosotros que empleamos el formato con condiciones locales de Quiroz y Vidal (2015) para sistemas aporticados, cuyo comportamiento estructural es el que más se asemeja a la realidad que encontramos en el sector El Nuevo Porvenir, cuyos sistemas estructurales construidos empíricamente son aporticados con muros de albañilería confinada.

Cabe resaltar que Quiroz y Vidal (2015) en su investigación “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas aporticadas y de albañilería confinada en el sector de La Esperanza parte baja Trujillo. 2014” realizó los respectivos ensayos y análisis tanto para albañilería como para aporticado para poder llegar al formato de evaluación con condiciones locales, decidiendo usar nosotros usar el aporticado por lo mencionado anteriormente.

V. CONCLUSIONES

- ✓ Se clasificó según su uso a las edificaciones comunes de albañilería confinada en viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares y viviendas – comercio (oficinas, restaurantes, hotel), teniendo en cuenta la tabla N° 5 de la Norma Técnica E.030. A su vez, utilizando la observación, se cuantificó un total de 220 edificaciones a evaluar, de las cuales 148 son viviendas unifamiliares, 34 son viviendas multifamiliares y 38 son viviendas – comercio.

- ✓ Se evaluó a las edificaciones aplicando el formato con condiciones locales obteniendo la información por parte del propietario, teniendo en cuenta tanto las amenazas potenciales (desplome de muro, tanque en péndulo invertido y poste de alumbrado) como las fallas estructurales (piso blando, columna corta, muros sin confinar y junta sísmica) que estas presentan, recopilando una base de datos con un total de 205 edificaciones de albañilería confinada evaluadas.

- ✓ Se logró procesar los datos obtenidos del total de 205 edificaciones comunes de albañilería confinada evaluadas en el sector El Nuevo Porvenir, determinando así que el 47.73% de estas edificaciones presenta grado alto de vulnerabilidad sísmica estructural, el 8.18% presenta grado medio de vulnerabilidad sísmica estructural y el 37.27% presenta grado bajo de vulnerabilidad sísmica estructural.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para la clasificación de edificaciones en futuras investigaciones ingenieriles, seguir haciendo uso de la Norma Técnica E.030 para poder clasificar a las viviendas comunes. Cabe resaltar que esta clasificación debe ajustarse a la realidad en la que se encuentran estas edificaciones en campo.
- Se recomienda utilizar el formato con condiciones locales para investigaciones futuras en diferentes sectores de zona 4 del litoral peruano, y a su vez emplearlas no solo para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica estructural de estos sectores, sino también, para predimensionar el área de corte (columnas) de edificaciones comunes de menor altura (máximo hasta 4 pisos), de la misma forma y teniendo en cuenta criterios ingenieriles, determinar el acero adecuado para estas columnas.
- Para una determinación más exhaustiva de la vulnerabilidad sísmica estructural de edificaciones, se recomienda hacer el empleo de softwares de análisis estructural como el Etabs y a su vez hacer pruebas de resistencia al concreto actual de la edificación como ensayos usando un esclerómetro; ya que hay, fallas estructurales que no se pueden apreciar a simple vista (deflexiones, flexión excesiva en vigas, pandeo de columnas, inadecuada cimentación para soportar la sobrecarga de la edificación, etc.) y que la gran mayoría de edificaciones las tiene debido a la construcción empírica en que estas se dieron.

REFERENCIAS

- ABANTO, Tomás. “Análisis y diseño de edificaciones de Albañilería”. [en línea] Perú. 2° Edición por Editorial San Marcos. Abril. 2017. 376 pp. [fecha consultada: 2 de mayo de 2018].
Disponible en: <https://es.scribd.com/document/380756799/Analisis-y-Diseno-de-Edificaciones-de-Albanileria-Flavio-Abanto-Castillo-Edicion-Actualizada>
ISBN: 978-612-315-410-3
- ALONSO, José. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones. [en línea]. 1° ed. Venezuela. Pag Marketing Soluciones C.A., 2014. 624 pp. [fecha de consulta: 26 de octubre del 2018].
Disponible en:
<http://https://pe56d.s3.amazonaws.com/p194bfb12n1obn1gab14591p7d1q42b.pdf>
ISBN: 9789807658041
- ALVA, Gianpablo y BENDEZU, Roberto. “Diagnóstico de vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada de la zona PPJJ La Libertad-Chimbote”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2015. 296 pp.
Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2720>
- ASTORGA, Ariana y RIVERO, Pedro. Patologías en las edificaciones, módulo III-sección IV. [en línea]. Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos. 2009. 44 pp. [fecha de consulta: 17 de octubre del 2018].
Disponible en:
http://chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf
- BAZÁN, Joen, NORIEGA, Carlos y MIYASHIRO, Jaime. Programa urbano “Paso a Paso”. Desco. [en línea]. Abril 2005. 34 pp. [fecha de consulta: 12 de octubre del 2018].
Disponible en:
http://urbano.org.pe/descargas/investigaciones/Manuales_Herramientas_de-desarrollo/HD_DENSIFICACION_HABITACIONAL_Construccion.pdf
- CASAS, Juana, REPULLO, José y DONADO, Juan. La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I).

Revista Atención Primaria. [en línea]. 2003, vol. 31, n° 8. [fecha de consulta: 29 de octubre del 2018].

Disponible en:

<http://www.unidaddocentemfyclaspalmas.org.es/resources/9+Aten+Primaria+2003.+La+Encuesta+I.+Cuestionario+y+Estadistica.pdf>

ISSN: 0212-6567

- CARI, Edwin. “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de viviendas de albañilería confinada en el centro poblado La Curva, Distrito de Deán Valdivia, Arequipa”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Juliaca: Universidad Peruana Unión, 2018. 297 pp.

Disponible en <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1208>

- ENRÍQUEZ, Paolo y GRANDA, Nataly. “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de la vivienda del Distrito de Vitor de la Región Arequipa”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2018. 241 pp.

Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6515>

- GUÍA para la construcción con albañilería por Zavala Carlos [*et al*]. [en línea]. Lima, Universidad Nacional de Ingeniería. 2005. 30 pp. [fecha de consulta: 20 de octubre del 2018].

Disponible en:

https://iisee.kenken.go.jp/net/saito/web_edes_b/construction_of_masonry_Spanish.pdf

- HERNÁNDEZ, Hugo. Respuesta sísmica de tanques elevados tipo péndulo invertido. *Revista de Ingeniería Sísmica*. [en línea]. Enero-Julio 2019, n° 98. [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2018].

Disponible en:

https://www.redalyc.org/pdf/618/Resumenes/Resumen_61858695005_1.pdf

ISSN: 0185-092X

- HISTORIA de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513 – 1974). (Enero, 1978). [en línea]. Lima: Instituto de Geología y Minería. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2018].

Disponible en: http://apps.ingemmet.gob.pe/bitstream/ingemmet/251/2/C-003-Boletin-Historia_sismos_mas_notables_Peru.pdf

- HUASHUA, Máximo y SÁNCHEZ, Alex. “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la urbanización Bella Vista de la ciudad de Abancay-Apurímac”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Apurímac: Universidad Tecnológica Los Andes. 2017. 378 pp.
Disponible en: <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/51>

- INEI: El Porvenir es el distrito con mayor población en la provincia. [en línea]. Diario Correo.PE. 14 de agosto de 2017. [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2018].
Disponible en: <https://diariocorreo.pe/edicion/la-libertad/inei-el-porvenir-es-el-distrito-con-mayor-poblacion-en-la-provincia-767589/>

- INFORME de evaluación de riesgo por inundación pluvial en el área de influencia del distrito El Porvenir, provincia de Trujillo y departamento de La Libertad. [en línea]. CENEPRED (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de desastres). Municipalidad Distrital El Porvenir. 2017. [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2018].
Disponible en: <https://www.cenepred.gob.pe/web/transparencia/acceso-informacion/2018/INFORME-EVAR-EL-PORVENIR.pdf>

- JIMÉNEZ, César. El maremoto notable de 1746. [en línea]. Perú. Editorial Academia Española. 2016, 121 pp. [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2018].
Disponible en:
https://www.researchgate.net/profile/Cesar_Jimenez8/publication/312972101_El_Maremoto_Notable_de_1746_-_Aspectos_fisicos_del_maremoto_de_Callao_Peru/links/588b6844aca272137ab08739/El-Maremoto-Notable-de-1746-Aspectos-fisicos-del-maremoto-de-Callao-Peru.pdf
ISBN: 978-3-8417-6085-2

- KUROIWA, Julio. Manual para el desarrollo de viviendas sismorresistentes. [en línea]. 1.º ed. Lima. Biblioteca Nacional del Perú, 2008, 123 pp. [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2018].
Disponible en:
<http://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/Manuales/06%20Manual%20para%20Desarrollo%20de%20Viviendas%20Sismoresistentes.pdf>

- LAUCATA, Johan. “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2013. 99 pp.
Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4967>
- MEDINA, Jenner y PIMINCHUMO, César. “Vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Monsefú aplicando los índices de Benedetti-Petrini”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2018. 363 pp.
Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/3143>
- MESTA, Carlos. “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad de San Martín de Porres. 2014. 252 pp.
Disponible en: <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/4014>
- NERVI, Manuel. “Análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma E-0.70 del RNE en la Ciudad de Juliaca Puno”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Juliaca: Universidad Peruana Unión, 2017. 188 pp.
Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/940>
- NORMAS Legales (Perú). Normas Técnicas de los Servicios Eléctricos. Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011). [en línea]. Lima. MINEM, 2011. 326 pp. [fecha de consulta: 15 de noviembre de 2018].
Disponible en: <http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/05/RM-214-2011-MEM-DM.pdf>
- NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica A.010 Condiciones Generales de Diseño. [en línea]. Lima: RNE, 2014. 14 pp. [fecha de consulta: 15 de noviembre de 2018].
Disponible en:
http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/01_A/DS005-2014_A.010.pdf
- NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. [en línea]. Lima: RNE, 2016. 30 pp. [fecha de consulta: 5 de noviembre de 2018].

Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/217118/RM-355-2018-VIVIENDA.pdf>

- NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.070 Albañilería Confinada. [en línea]. Lima. RNE, 2006. 201 pp. [fecha de consulta: 5 de noviembre de 2018].

Disponible en: <https://docplayer.es/32571091-Norma-tecnica-e-070-albanileria.html>

- PALACIOS, Heiner y TANDAYPAN, Cristhian. “Análisis de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada desde el punto de vista geotécnico-sísmico del centro poblado El Milagro-distrito de Huanchaco-provincia de Trujillo”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. 2017. 200 pp.

Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3567>

- PAEZ, Diego, PARRA, Sonia y MONTAÑA, Carlos. Alternativa estructural de refuerzo horizontal en muros de mampostería. Revista Ingenierías Universidad de Medellín. [en línea]. Enero-Julio 2009, vol. 8, n° 14. [fecha de consulta: 5 de noviembre de 2018].

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n14/v8n14a05.pdf>

ISSN: 1692-3324

- PLAN de contingencia de la región La Libertad ante lluvias intensas 2018. [en línea]. Sub Gerencia de Defensa Civil del Gobierno Regional La Libertad. 2018. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2018].

Disponible en:

<http://www.regionlalibertad.gob.pe/web/opciones/pdfs/Resolucion%20N%C2%BA%20230-2018-GRLL-GOB.pdf>

- PLAN de prevención y reducción del riesgo de desastres del distrito El Porvenir 2018-2021. [en línea]. Gestión de Riesgos de Desastres de la Municipalidad Provincial El Porvenir. 2017. [Fecha de consulta: 21 de octubre de 2018].

Disponible en: http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//6213_plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastres-del-distrito-el-porvenir-2019-2021.pdf

- QUIROZ, Luis y VIDAL, Lindaura. “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas aporticadas y de albañilería

- confinada en el sector de La Esperanza parte baja-Trujillo. 2014”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. 2015. 291 pp.
 Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/1146>
- ROJAS, Edwin. “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada del asentamiento humano San Marcos de Ate, Santa Anita, 2017”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo. 2017. 134 pp.
 Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/13037>
 - SABINO, Carlos. El proceso de investigación. [en línea]. 1.º ed. Caracas. Ed. Panapo, 1992, 229 pp. [fecha de consulta: 2 de octubre de 2018].
 Disponible en: <https://bibliotecavirtualupel.blogspot.com/2016/09/el-proceso-de-investigacion-por-carlos.html>
 ISBN: 9583001546
 - SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Albañilería Confinada. [en línea] Perú. 2º Edición por Capítulo de Ingeniería Civil. Julio. 1992-1993. 114 pp. [fecha de consulta: 2 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/202912824/Albanileria-confinada>
 - SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Construcciones de Albañilería. Comportamiento sísmico y estructural. [en línea] Perú. 1º Edición por Fondo Editorial de la PUCP (Pontificia Universidad Católica del Perú). Octubre. 1994. 231 pp. [fecha de consulta: 2 de mayo de 2018].
 Disponible en: <https://www.udocz.com/read/construcciones-en-albanileria-angel-san-bartolome-pdf>
 ISBN: 84-8390-965-0
 - SAN BARTOLOMÉ, Ángel. El problema de “Piso Blando”. Pontificia Universidad Católica del Perú. [en línea]. 2010. 5 pp. [fecha de consulta: 16 de noviembre de 2018].
 Disponible en: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2010/07/Piso-Blando.pdf>
 - SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Manual de construcción, estructuración y predimensionamiento en albañilería armada hecha con bloques de concreto vibrado. Pontificia Universidad Católica del Perú. [en línea]. 2008. 28 pp. [fecha de consulta: 14 de noviembre de 2018].

Disponible en: <https://www.udocz.com/read/manual-de-construccion-estructuracion-y-predimensionamiento-en-albanileria-armada-hecha-con-bloques-de-concreto-vibrado>

- SAN BARTOLOMÉ, Ángel y QUIUN, Daniel. Investigación: Diseño sísmico de edificaciones de albañilería confinada. [en línea] Perú. Candidatura al premio Graña y Montero. Marzo. 2010. 28 pp. [fecha de consulta: 6 de mayo de 2018].

Disponible en:

<http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2010/06/Diseno-en-Alba-Confinada.pdf>

- SAN BARTOLOMÉ, Ángel, QUIUN, Daniel y SILVA, Wilson. Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería. [en línea] Perú. 1° Edición por Fondo Editorial de la PUCP (Pontifica Universidad Católica del Perú). Febrero. 2011. 343 pp. [fecha de consulta: 2 de mayo de 2018].

Disponible en: <https://www.slideshare.net/JOEPETERPAYANOVILCA/diseo-y-construccion-de-estructuras-angel-san-bartolome-daniel-quiun>

- SIVINCHA, Mónica y MAMANI, Erick. “Análisis de la vulnerabilidad sísmica estructural de las viviendas ubicadas en el Sector XII de la Asociación Parque Industrial Porvenir Arequipa, Distrito de Cerro Colorado”. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2018. 447 pp.

Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6595>

- TAVERA, Hernando. El terremoto de la región sur del Perú del 23 de junio del 2001. [en línea]. Perú. Instituto Geofísico del Perú. Lima 2002. 444 pp. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2018].

Disponible en:

http://intranet.igp.gob.pe/hernando.tavera/documentos/publicacion/editor/tavera_arequipa_2001.pdf

- VULNERABILIDAD sísmica de edificios por Caicedo César [*et al*]. [en línea]. Barcelona: Monografía CIMNE IS-6. 1994. 106 pp. [fecha de consulta: 26 de octubre del 2018].

Disponible en:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/27020/675973.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ISBN: 9788487867439

ANEXOS

ANEXO 1

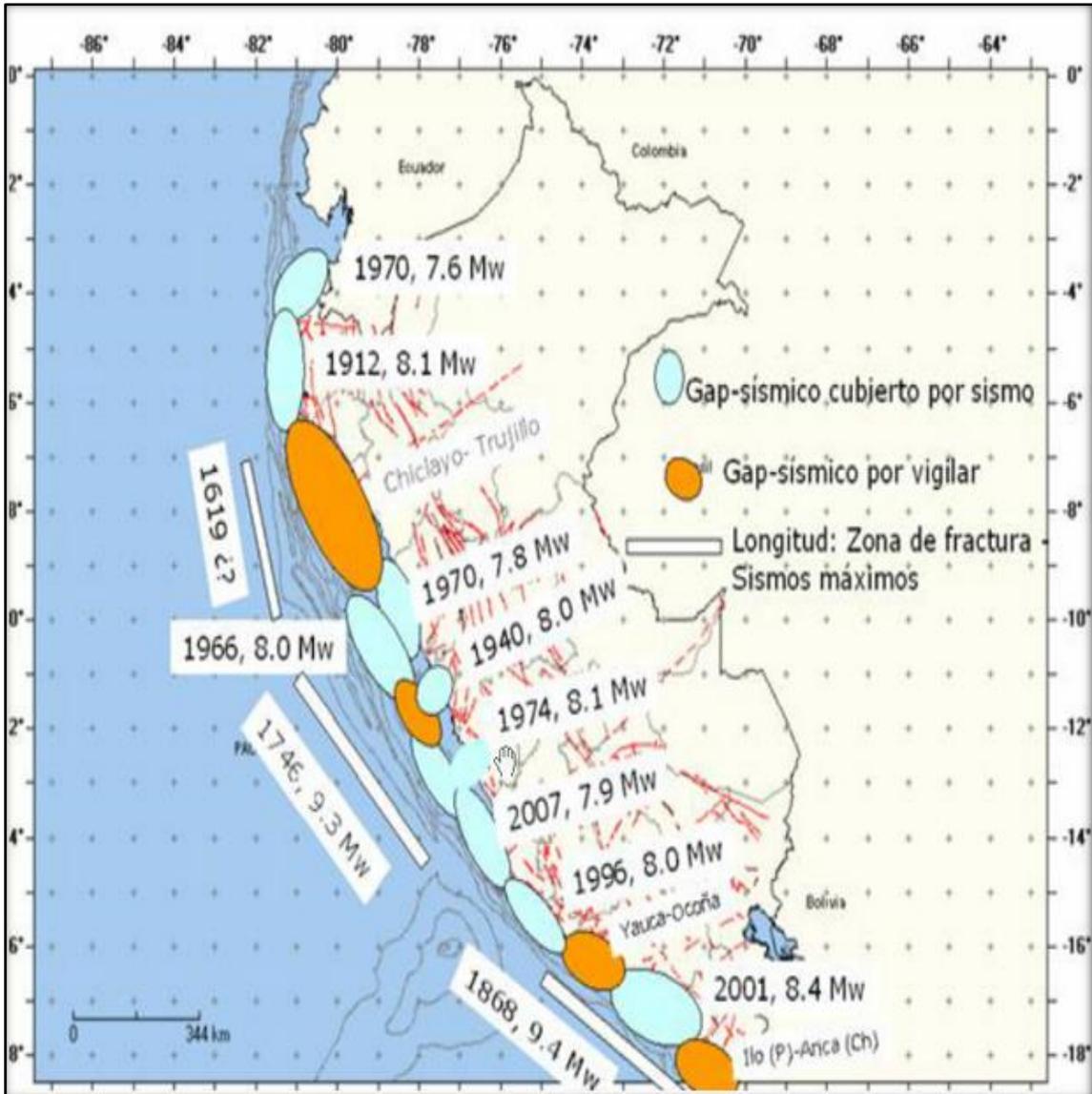


Figura 62. Mapa del registro histórico de sismos en el Perú y las regiones que presentan un gap sísmico

Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP)

ANEXO 3

DIRECCION:	FECHA:
AÑO DE CONSTRUCCION:	USO:
NOMBRE DE LA EDIFICACION:	
INSPECTOR:	

1. VULNERABILIDAD GENERAL

RECOMENDACION	
<input type="checkbox"/>	ALTA
<input type="checkbox"/>	MEDIANA
<input type="checkbox"/>	BAJA

	<p>Esta edificación presenta una deficiente resistencia a sismos de Baja intensidad, se recomienda un reforzamiento estructural realizado en coordinación con un profesional especializado en ESTRUCTURAS. Sin un reforzamiento, cualquier incremento de pisos hará aun mayor su inseguridad.</p>
	<p>Esta edificación presenta una deficiente resistencia a sismos de Mediana intensidad, se recomienda un reforzamiento estructural realizado en coordinación con un profesional especializado en ESTRUCTURAS. Sin un reforzamiento, cualquier incremento de pisos hará aun mayor su inseguridad.</p>
	<p>Esta edificación presenta una deficiente resistencia a sismos de Alta intensidad, NO se recomienda un reforzamiento estructural a menos que quiera construir mas pisos, para lo cual deberá hacerlo en coordinación con un profesional especializado en ESTRUCTURAS. El numero maximo de pisos a los que podria llegar sin reforzamiento son:</p>

2. AMENAZAS POTENCIALES

RECOMENDACION	
<input type="checkbox"/>	<p>Desplome de muro Llegar a un acuerdo con su vecino para poder asegurar los elementos que pueden provocar, por su caída, un accidente o un impacto en su techo. Estos elementos usualmente se refuerzan con columnas o columnetas de concreto, pero podrian usarse otras opciones con la coordinacion de un Ingeniero Estructural.</p>
<input type="checkbox"/>	<p>Tanque en pendulo Se debe construir una losa con minimo 3 apoyos, la losa debe ser resistente al peso del tanque y ademas debe estar reforzada con vigas y viguetas. Otra opcion podria ser apoyar el tanque sobre el techo del ultimo piso y no tratar de llevarla mas arriba si la economia no permite la construccion de una losa.</p>
<input type="checkbox"/>	<p>Poste de alumbrado Si el poste esta en el ingreso, puede solicitar a la empresa de suministro electrico que lo desplace a un lugar que no le impida una evacuacion en caso de sismos. En caso de encontrarse muy cerca de su propiedad debera solicitar igual el cambio de posicion debido a que en un evento sismico el poste vibra y esto le puede ocasionar un chicoteo contra su edificacion. Si el poste se encuentra en una posicion diferente a las mencionadas no habra que solicitar el cambio.</p>

3. FALLAS ESTRUCTURALES

RECOMENDACION	
<input type="checkbox"/>	<p>Piso blando Se tendrá que reforzar la edificación, se tendrá que trabajar en coordinación con un Ingeniero Estructural para poder determinar el tipo de reforzamiento. Una medida de prevención puede ser reemplazar los muros de pisos superiores por tabiques tipo Drywall.</p>
<input type="checkbox"/>	<p>Muro sin confinar Se debe asegurar los muros con columnas.</p>
<input type="checkbox"/>	<p>Columna corta Se deben construir juntas en las conexiones del muro con la columna. Estas juntas estan acompañadas de elementos de confinamiento en los extremos del muro, si este esta en pisos superiores, si se trata de un primer pisos puede solo requerir la junta.</p>
<input type="checkbox"/>	<p>Junta sísmica Es necesario trabajar en coordinación con un Ingeniero Estructural para planificar avances en la construcción de la edificación, una medida preventiva podría ser aumentar la cantidad de muros que empiecen en el primer piso y continúen hasta el ultimo.</p>

Figura 64. Reporte de resultados para propietarios.

Fuente: Tesis Pregrado de Quiroz y Vidal, 2014.