



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial  
para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis  
de Octubre - Piura. 2020.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Espinoza Aponte, Jose Andrés (ORCID: 0000-0002-6612-7499)

García Chumacero, Katya Fabiola (ORCID: 0000-0003-0211-5496)

**ASESORA:**

Mg. Saldarriaga Castillo, María del Rosario (ORCID: 0000-0002-0566-6827)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Estructural y Sísmico

PIURA – PERÚ

2020

**Dedicatoria**

A nuestros padres y hermanos

A la Universidad César Vallejo

### **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios por brindarnos sabiduría para realizar esta investigación, a la Dra. Emma Verónica Ramos Farroñan a la Mg. María del Rosario Saldarriaga Castillo y al Ing. Lucio Medina Carbajal por asesorarnos en la elaboración de la presente investigación.

## Índice de contenidos

|  |      |
|--|------|
| Carátula.....  | i    |
| Dedicatoria .....  | ii   |
| Agradecimiento .....                                     | iii  |
| Índice de contenidos .....                               | iv   |
| Índice de tablas .....                                   | v    |
| Índice de figuras .....                                  | vi   |
| Resumen.....   | vii  |
| Abstract.....  | viii |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                    | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO .....                                  | 5    |
| III. METODOLOGÍA .....                                   | 24   |
| 3.1 Tipo y Diseño de Investigación .....                 | 24   |
| 3.2 Variables y operacionalización.....                  | 24   |
| 3.3 Población, muestra y muestreo.....                   | 24   |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 26   |
| 3.5 Procedimientos.....                                  | 28   |
| 3.6 Método de análisis de datos.....                     | 32   |
| 3.7 Aspectos éticos .....                                | 33   |
| IV. RESULTADOS.....                                      | 34   |
| V. DISCUSIÓN .....                                       | 45   |
| VI. CONCLUSIONES .....                                   | 48   |
| VII. RECOMENDACIONES .....                               | 49   |
| REFERENCIAS.....   | 50   |
| ANEXOS.....  | 60   |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1</b> Aceleración Sísmica según escala de Mercalli .....   | 9  |
| <b>Tabla 2</b> Escala de Vulnerabilidad de Benedetti-Petrini .....  | 14 |
| <b>Tabla 3</b> Matriz de Vulnerabilidad Física .....  | 16 |
| <b>Tabla 4</b> Coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para las edificaciones de mampostería no reforzada propuesta por Yépez. .... | 19 |
| <b>Tabla 5</b> Coeficiente de las funciones ajustadas por Maldonado Gómez y Chío ..   | 19 |
| <b>Tabla 6</b> Técnicas e instrumentos a aplicar por objetivos y unidad de investigación.....   | 27 |
| <b>Tabla 7</b> Índices de Vulnerabilidad .....  | 32 |
| <b>Tabla 8</b> Niveles de daño según EERI .....   | 32 |
| <b>Tabla 9</b> Valores de máximas aceleraciones esperadas (PGA) para la capital del departamento de Piura. ....                             | 34 |
| <b>Tabla 10</b> Viviendas evaluadas con los parámetros de Benedetti y Petrini.....  | 35 |
| <b>Tabla 11</b> Resultados del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini en las viviendas del AA. HH Ignacio Merino.....              | 38 |
| <b>Tabla 12</b> Resultados de vulnerabilidad según Método INDECI en las viviendas del AA.HH. Ignacio Merino .....                           | 39 |
| <b>Tabla 13</b> Índice de daños de las edificaciones del AA. HH Ignacio Merino según aceleraciones sísmicas.....                            | 40 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> Funciones de vulnerabilidad propuestas por Angeletti (1988).....   | 18 |
| <b>Figura 2</b> Funciones de vulnerabilidad propuestas por Yepéz (1996).....       | 18 |
| <b>Figura 3</b> Funciones de vulnerabilidad para viviendas de concreto armado..... | 20 |
| <b>Figura 4</b> Funciones de vulnerabilidad para viviendas de adobe.....           | 20 |
| <b>Figura 5</b> Funciones de vulnerabilidad para viviendas de albañilería.....     | 21 |
| <b>Figura 6</b> Mapa de Peligro Sísmico.....                                       | 41 |
| <b>Figura 7</b> Mapa de Vulnerabilidad Sísmica.....                                | 42 |
| <b>Figura 8</b> Mapa de Índice de daños para un sismo de 0.20g.....                | 43 |
| <b>Figura 9</b> Mapa de índice de daños para un sismo de 0.25 g.....               | 43 |
| <b>Figura 10</b> Mapa índice de vulnerabilidad para un sismo de 0.45g.....         | 44 |

## Resumen

El presente informe de investigación tuvo como objetivo principal representar el riesgo sísmico en un modelo geoespacial para las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino, distrito Veintiséis de Octubre, departamento de Piura. La metodología empleada fue de tipo aplicada, descriptiva y de diseño no experimental y transversal, de enfoque cuantitativo, aplicando técnicas como el análisis documental y la observación e instrumentos como la ficha documental y la ficha de observación; teniendo como población 324 viviendas de albañilería confinada y una muestra de 100 viviendas. Se obtuvo como resultado general que el riesgo sísmico es medio debido a que cuenta con un peligro sísmico alto con probabilidad de que ocurran sismos con aceleraciones de 0.20 g, 0.25 g y 0.45 g en diferentes periodos de retorno y una vulnerabilidad media del 67% en las estructuras evaluadas aplicando la metodología de Benedetti y Petrini y de 75% a través de la matriz de vulnerabilidad física de INDECI. Como conclusión general se logró representar mediante mapas temáticos el riesgo sísmico medio de las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino utilizando el software ArcGIS. (ver anexo 6)

**Palabras clave:** peligro sísmico, vulnerabilidad sísmica, riesgo sísmico, modelo geoespacial, funciones de vulnerabilidad

## Abstract

The main objective of this research report was to represent the seismic risk in a geospatial model for the buildings of AA.HH. Ignacio Merino, district Veintiséis de Octubre, department of Piura. The methodology used was applied, descriptive and of a non-experimental and cross-sectional design, with a quantitative approach, applying techniques such as documentary analysis and the observation and instruments such as the documentary sheet and the observation sheet; having as a population 324 confined masonry dwellings and a sample of 0.20 g, 0.25 g y 0.45 dwellings. The general result was that the seismic risk is medium due to the fact that it has a high seismic danger with the probability of earthquakes occurring with accelerations of 100 in different return periods and a medium vulnerability of 67% in the structures evaluated by applying the Benedetti-Petrini methodology and 75% through INDECI's physical vulnerability matrix. As a general conclusion, it was possible to represent through thematic maps the medium seismic risk of the buildings of AA.HH. Ignacio Merino using ArcGIS software (see annex 6).

**Keywords:** seismic hazard, seismic vulnerability, seismic risk, geospatial model, vulnerability functions

## **I. INTRODUCCIÓN**

El departamento de Piura es una zona altamente sísmica según lo establece la norma E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y así lo demuestran los sismos de gran magnitud ocurridos en los años de 1912, 1970 y 2014 con magnitudes de 7.8, 7.5, y 6.3 en la escala de Richter respectivamente. Sin embargo, debido al crecimiento poblacional, la falta de planificación urbana y la falta de control en las construcciones nuevas, que por lo general son informales, es decir, que son realizadas sin asesoramiento técnico y con malas prácticas constructivas, hacen que las zonas urbanas sean vulnerables ante sismos severos.

La problemática radica en que el distrito Veintiséis de Octubre a diferencia de otros distritos del departamento de Piura no tiene un estudio de riesgo sísmico centrado en el estado de las edificaciones a pesar de que existen altas condiciones para que se desarrolle un evento sísmico de grandes magnitudes en la región de Piura, más aun debido a la vulnerabilidad de las viviendas en las distintas zonas como urbanizaciones, asentamientos humanos y pueblos jóvenes, por cuanto se conoce, estas edificaciones se han realizado en la mayoría de los casos por autoconstrucción, por lo que es imprescindible identificar las zonas más propensas a registrar efectos severos en caso de la presencia de un sismo con características de terremoto.

La falta de estudios enfocados en calcular el riesgo sísmico de las edificaciones como la materialización de los daños que sufrirían las estructuras de las diversas zonas del distrito Veintiséis de Octubre no posibilitan que el gobierno regional, gobierno municipal e incluso el Estado cuenten con los instrumentos de gestión necesarios para crear planes de prevención y contingencia y así poder minimizar las pérdidas humanas y económicas ante sismos de gran magnitud. Pues INDECI (2006) establece que las estrategias de prevención de desastres, están en función a la estimación del riesgo.

Debido al problema antes mencionado se realiza esta investigación en la que se tiene la pretensión de elaborar un modelo geoespacial de riesgo sísmico para las edificaciones del AA. HH Ignacio Merino del distrito Veintiséis de Octubre, es

decir, una representación en mapas temáticos que permita identificar la vulnerabilidad de las edificaciones frente a sismos de gran magnitud y la materialización del riesgo de las estructuras dentro de un tiempo y espacio determinado.

Ante la problemática descrita se formula la siguiente pregunta general: ¿Cuál será la representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para las edificaciones del AA. HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020? y los problemas específicos planteados son: ¿Cuál es el peligro sísmico de las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020?, ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti y Petrini en comparación con la vulnerabilidad física de INDECI para las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020?; ¿Cuál es el índice de daños para las edificaciones del AA. HH Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020?, ¿Cuál será el modelo geoespacial que represente el riesgo sísmico para las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020?

La investigación se justifica por las siguientes razones: La representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA. HH Ignacio Merino en el distrito Veintiséis de Octubre permitirá obtener información del nivel de vulnerabilidad sísmica y el daño que pueden sufrir las edificaciones ante la ocurrencia de un sismo.

Ante la evidencia de que el área a intervenir se encuentra en una zona de alta sismicidad tal como lo da a conocer el Reglamento Nacional de Edificaciones, el Instituto Geofísico del Perú, y el Ministerio del Ambiente y que el gobierno local no cuenta con un registro del estado en el que se encuentran las estructuras y qué tan susceptibles son estas a sufrir daños por sismos, entonces el proyecto contribuiría con la Municipalidad Distrital de Veintiséis de Octubre y la población del AA. HH Ignacio Merino con información confiable del daño que sufrirían las viviendas inspeccionadas debido al peligro sísmico de la zona y al estado de la edificación.

Así mismo, se busca resolver la problemática de falta de estudios de riesgo sísmico basados en la predisposición de las estructuras a sufrir daños por

movimientos telúricos generando información útil para la elaboración de planes de prevención ante sismos.

Por otro lado, la investigación serviría para impulsar el desarrollo de modelos geoespaciales de riesgo sísmico para edificaciones en los diferentes sectores del distrito Veintiséis de Octubre y otras ciudades en función al peligro, la vulnerabilidad y el índice de daños de las edificaciones. También, motivaría la generación de diseños sismorresistentes y al desarrollo de estrategias para prevención de desastres.

El estudio si bien es cierto pretende determinar el grado de vulnerabilidad comparando la metodología del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini con la vulnerabilidad física propuesta por INDECI, y el índice de daños de las edificaciones aplicando las funciones de vulnerabilidad de Jauja y Orbegozo, lo que se quiere lograr es que estos datos sean plasmados en mapas temáticos, ya que es una forma visual y simplificada de identificar las zonas más vulnerables.

Este proyecto de investigación presenta limitaciones como: la falta de información actualizada sobre cartografía y estudios de mecánica de suelos por parte de la Municipalidad Distrital de Veintiséis de Octubre; la desconfianza de la población para permitir la evaluación de sus edificaciones; y el diseño a aplicarse que no es experimental limitará establecer relación causa-efecto y solo establecerá relación. Por otra parte, la presente investigación es viable por cuanto los investigadores cuentan con los recursos financieros, humanos y materiales para realizar el estudio.

Para dar respuesta y solucionar los problemas de esta investigación se presentan como objetivos de la misma, los siguientes: El objetivo general fue representar el riesgo sísmico en un modelo geoespacial para las edificaciones del AA. HH Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020 y como objetivos específicos se proponen: Conocer el peligro sísmico en las edificaciones del AA. HH Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020; identificar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti y Petrini y comparándola con la vulnerabilidad física de INDECI para las edificaciones del AA. HH Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020; calcular el índice de daños para

las edificaciones del AA. HH Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020 y elaborar el modelo geoespacial que represente el riesgo sísmico para las edificaciones del AA. HH Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan los trabajos previos en lo referente a nivel internacional, nacional y local:

Rivera (2017) en su tesis para maestría de Estructuras de la Universidad Nacional de Colombia, tuvo como objetivo elaborar una guía que permita identificar, evaluar y reducir la vulnerabilidad sísmica de estructuras en construcción progresiva que brinde una propuesta de reforzamiento estructural para las viviendas evaluadas. La metodología utilizada fue de enfoque cualitativo, de tipo aplicada, de diseño descriptivo y no experimental haciendo uso del método de Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini. Esta investigación obtuvo como resultados que de las 811 viviendas inspeccionadas del barrio Riberas de Occidente el 72.8% muestra un índice de vulnerabilidad alto porque son sujetas a ampliaciones y modificaciones en cuanto al número de pisos sin reforzamiento previo y sin asesoramiento de un especialista ya sea arquitecto o ingeniero civil.

En el artículo de investigación desarrollado por Serrano y Temes (2015) de la Universidad Politécnica de Valencia – España. Buscó exponer el estudio de vulnerabilidad sísmica de la Comunidad Valenciana para lo cual se estimó los daños potenciales para un posible sismo y se representó a través de mapas temáticos el riesgo sísmico derivado para todos los municipios de dicha zona. Utilizó una metodología simplificada aplicada en diferentes regiones de España que consiste en determinar la vulnerabilidad en base a la vida útil de la edificación. El estudio finalizó con la presencia de un daño grave del 13% para las edificaciones de la provincia de Alicante seguido de la provincia de Valencia con un 8% y por último la provincia de Castellón con un 0.2% de daños.

En el artículo científico de Guardiola y Basset (2014) de la Universidad Politécnica de Valencia – España. Su objetivo es elaborar escenarios de riesgo sísmico en términos de pérdidas humanas y económicas teniendo en cuenta el tipo de edificio, el índice de ocupación, la probabilidad de ocurrencia de cada grado de daño y el coste de reposición o reconstrucción de los edificios. Utilizó metodologías cualitativas como es el método del Índice de Vulnerabilidad para identificar la vulnerabilidad de los edificios y posteriormente determinar los escenarios de

riesgos sísmicos utilizando matrices de probabilidad de daños. Los resultados fueron plasmados en mapas de vulnerabilidad y riesgo sísmico de los cuales se concluyó que la ciudad de Valencia presenta una baja peligrosidad sísmica, por el contrario, tiene una elevada vulnerabilidad y un riesgo sísmico apreciable.

Tinoco (2019) en su tesis de doctorado en Tecnologías de Información Geográfica y Gestión del Territorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, tuvo como objetivo desarrollar un modelo geoespacial de vulnerabilidad sísmica en base a las características de las edificaciones a fin de obtener el grado de vulnerabilidad de la zona urbana del distrito de Chiquián - Bolognesi utilizando el SIG. Este estudio es descriptivo, no experimental y transversal porque se analizó las características de las edificaciones en un tiempo determinado a través de la observación. La técnica e instrumentos empleados fueron la encuesta y el formulario de vulnerabilidad respectivamente. El trabajo concluyó que del total de viviendas analizadas un 14.7% presenta vulnerabilidad “baja”, un 21.2% “media”, un 48.8% “alta” y el 15.2% restante posee vulnerabilidad “muy alta”. Así mismo se estableció que el modelo de vulnerabilidad puede ser utilizado en diversas ciudades a fin de obtener mapas de índice de vulnerabilidad sísmica y de daños de las edificaciones.

En la tesis de doctorado en Ciencias y Tecnologías Medioambientales de Huisa (2017) de la Universidad Nacional de San Agustín Arequipa. Ejecutó una investigación geotécnica de las laderas y suelos de la zona norte de Tacna a fin de construir una plataforma que permita distribuir los criterios de evaluación de suelos y rocas en función a la importancia relativa, a la prevención y al riesgo sísmico. Por esta razón, evaluó la peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo sísmico de las edificaciones de su área de estudio. El estudio fue de tipo no experimental, transversal y descriptivo y empleó técnicas como el muestreo, observación, descripción y simulación con instrumentos de recolección de datos como las fichas de observación, equipos de laboratorios, modelos matemáticos, recopilación de bibliografía, mapas de riesgo, entre otros. El autor concluyó que en el distrito de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza el peligro sísmico es alto, la vulnerabilidad sísmica es alta y media respectivamente, y el riesgo sísmico es alto.

Pineda (2016) en su tesis de maestría en Ciencia e Ingeniería de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Ancash. tuvo la pretensión de determinar el

índice de vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales construidas el año 1974 en el barrio de la Soledad baja de la ciudad de Huaraz para lo cual aplica una metodología cuasiexperimental aplicando instrumentos de recolección de información como la ficha técnica. Finalmente, el estudio llegó a la conclusión que el 75% de las viviendas sociales del barrio antes mencionado poseen un índice de vulnerabilidad estructural media.

Montes y Paredes (2019) en su tesis de pregrado de la Universidad Privada Antenor Orrego tiene como objetivo determinar la vulnerabilidad geotécnica-sísmica del casco urbano del distrito La Unión - Piura. La metodología usada fue descriptiva y cualitativa pues busca determinar si la vulnerabilidad Geotécnica-Sísmica es alta, media o baja. Las técnicas e instrumentos fueron la encuesta y los estudios de mecánica de suelos. El estudio finaliza que, de las 360 viviendas, donde 20 edificaciones no pudieron ser evaluadas por motivos personales de los propietarios, resultó que la mayoría de estas fueron de clasificación media, a esto se le suma que los suelos de la zona urbana del distrito de La Unión son arenosos, arenosos limosos, limos de baja plasticidad y con presencia de napa freática en la superficie de algunos sectores.

Quiroga (2019) en su proyecto de investigación de la Universidad Nacional de Piura busca diagnosticar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en las urbanizaciones Enrique López Albújar y Nuevo Sullana. Se aplicó un enfoque cualitativo con técnicas de investigación como la observación, aplicando instrumentos como fichas de encuesta y fichas de reporte. Por último, concluye que los factores que disminuyen la resistencia estructural, los factores nocivos del entorno, y la mala práctica de construcción de las viviendas, limitan a que éstas sean vulnerables sísmicamente.

Poicon (2017) en su trabajo de investigación de la Universidad Nacional de Piura. Identificó el índice de riesgo sísmico en viviendas de albañilería para el centro de la ciudad de Catacaos - Piura, pronosticando los daños posibles a consecuencia de un sismo de gran magnitud tomando en consideración la vulnerabilidad física-social y la peligrosidad sísmica de la zona. Para lograr su objetivo, aplicó una metodología de enfoque cualitativo-cuantitativo, de tipo descriptivo y explicativo con un diseño no experimental, y empleó como técnica de recolección de datos, la encuesta e

instrumentos, el cuestionario. En resumen, se determinó que el nivel de riesgo sísmico de las viviendas de albañilería en el centro del distrito de Catacaos es “Alto”.

Para una mayor comprensión de este trabajo de investigación, iniciaremos el marco teórico con algunos conceptos.

Riesgo es la contingencia de que ocurra un fenómeno que cause perjuicios en algo o alguien debido a la magnitud del evento (Bravo, 2017), por lo que se puede representar como una función que depende de la peligrosidad, la vulnerabilidad y los daños producidos (Perepérez, 2014). Entonces, podemos decir que, el riesgo sísmico de una edificación es el daño sufrido por la exposición a un peligro sísmico dentro de un tiempo determinado. (Rodenas, García y Tomas, 2018).

El riesgo también se puede definir como la estimación o cálculo matemático de las probables pérdidas humanas, daños a la propiedad, el sector económico y materiales en un tiempo y lugar determinado en base al peligro y la vulnerabilidad (INDECI, 2010)

Entonces, conociendo que el riesgo sísmico de las edificaciones combina tres componentes: la peligrosidad sísmica, la vulnerabilidad sísmica y el daño de las estructuras es fundamental definir cada uno de estos términos.

Peligrosidad hace referencia a la probabilidad de ocurrencia de un evento desastroso dentro de un periodo y área específica (Perepérez, 2014), por lo que peligrosidad sísmica se interpreta como la probabilidad de que suceda un sismo de alta intensidad para un lugar y tiempo de retorno definido. (Serrano y Temes, 2015), en otras palabras, es la posibilidad de que en una zona se produzca un movimiento telúrico de gran magnitud originando una aceleración de determinadas características para un periodo de tiempo circunscrito. (Tavera, Bernal, Condori, Ordaz, Zeballos y Ishizawa, 2014)

Por otra parte, el Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma E.030 Diseño Sismorresistente establece que el peligro sísmico se fundamenta en la sismicidad del lugar y en las características del suelo. (MVCS, 2018). Esto se corrobora con el estudio de “Zonificación Sísmica – Geotécnica de la Ciudad de Piura” donde se expresa que las características geológicas, geomorfológicas, geodinámicas, geotécnicas y geofísicas de los terrenos de fundación influyen en el

comportamiento sísmico de las edificaciones por lo que realizaron mapas de zonificación sísmica-geotécnica para el área urbana de Piura en base a estudios geológicos, geotécnicos y sísmicos. (Bernal, Ómez, Vivanco, Vivanco, Rosado, Salas, Sulla, Torres, Oyola, París, Arredondo, Huarachi, Salas, Cárdenas, Yupanqui, Enriquez, 2019)

Para Poicon (2017) la peligrosidad sísmica se evalúa empleando métodos o modelos probabilísticos simplificados, apoyados en teorías estadísticas para describir el comportamiento sísmico del lugar cuyos resultados están representados por la contingencia de diferentes magnitudes de sismos o valores de aceleración esperados en un espacio y tiempo específico.

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) ha realizado un estudio denominado “Reevaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú” en el cual determina las aceleraciones máximas esperadas (PGA) en los veinticuatro (24) departamentos para periodos de retorno de 50, 100, 475 y 975 años, estableciendo que en el departamento de Piura las aceleraciones máximas son: 0.19 g (181.72 gals), 0.23 g (228.89 gals), 0.42 g (412.19 gals) y 0.51 g (499.87 gals) respectivamente (Tavera et al., 2014)

**Tabla 1** *Aceleración Sísmica según escala de Mercalli*

| <b>Escala de Mercalli</b> | <b>Aceleración Sísmica (g)</b> | <b>Percepción del Temblor</b> | <b>Potencial de daño</b> |
|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| <b>I</b>                  | <0.0017                        | No apreciable                 | Ninguno                  |
| <b>II-III</b>             | 0.0017-0.014                   | Muy Leve                      | Ninguno                  |
| <b>IV</b>                 | 0.014-0.039                    | Leve                          | Ninguno                  |
| <b>V</b>                  | 0.039-0.092                    | Moderado                      | Muy leve                 |
| <b>VI</b>                 | 0.092-0.18                     | Fuerte                        | Leve                     |
| <b>VII</b>                | 0.18-0.34                      | Muy Fuerte                    | Moderado                 |
| <b>VIII</b>               | 0.34-0.65                      | Severo                        | Moderado a Fuerte        |
| <b>IX</b>                 | 0.65-1.24                      | Violento                      | Fuerte                   |
| <b>X+</b>                 | >1.24                          | Extremo                       | Muy Fuerte               |

Fuente: Ministerio del Ambiente (2016) tomado del IGP

Por otra parte, vulnerabilidad equivale a susceptibilidad, es decir, la posibilidad de verse dañado por algún fenómeno (Alguacil, Camacho y Hernández, 2014). También se entiende como el grado de exposición tanto físico, social, económico y político de la unidad de análisis al daño de amenazas o peligros. (Fernández, Monsalvo, Gonzáles y Santamaría, 2018). En resumen, vulnerabilidad es la

cualidad de un elemento de ser susceptible a los daños provocados por peligros o amenazas, que pueden ser humanas o materiales.

No obstante, para fines de este estudio es necesario precisar el significado de vulnerabilidad sísmica.

Algunos autores definen vulnerabilidad sísmica como la predisposición de las estructuras a sufrir daños debido a la acción de eventos sísmicos de una magnitud determinada (Basset y Guardiola, 2020) o como la susceptibilidad a recibir daños a causa de la baja calidad de los materiales y de la capacidad de soporte del sistema estructural. (Preciado, Ramírez, Santos y Rodríguez, 2020). Además, la vulnerabilidad sísmica de una estructura es la probabilidad de que un determinado evento sísmico le provoque un daño menor al del colapso. (Sheikhian, Delavar y Stein, 2017). En otras palabras, la vulnerabilidad sísmica de una edificación consiste en la fragilidad de sus componentes a verse afectados por fuerzas sísmicas de gran magnitud cuando estas superan su capacidad de resistencia.

Es importante resaltar que, la vulnerabilidad sísmica es independiente a un peligro sísmico determinado (Redweik, Teves, Villas y Santos, 2017), es decir, las estructuras pueden resultar altamente vulnerables en zonas con baja probabilidad sísmica como también pueden tener baja vulnerabilidad, pero ubicarse en sectores de alta sismicidad. (Vargas, 2016). Así mismo la vulnerabilidad sísmica no puede ser generalizada a un solo tipo de edificación, ya que su capacidad de respuesta a las condiciones de un sismo dependerá de factores como el diseño, la calidad de los materiales y mano de obra, el proceso constructivo, y la supervisión técnica, (Ruiz, Vidal y Aranda, 2015) por lo que su aplicación inadecuada incrementaría la susceptibilidad de la estructura a sufrir daños. Debido a ello, la vulnerabilidad sísmica es considerada una propiedad particular de las edificaciones.

La vulnerabilidad de una estructura se puede dividir en tres dimensiones esenciales: la estructural, la no estructural y la funcional (Ningthoujam y Radhikesh, 2018). En otras palabras, los tipos de vulnerabilidad que pueden presentar los edificios están en base a la clasificación de los elementos que componen la estructura (estructurales o no estructurales) y a la funcionalidad de la misma.

La vulnerabilidad estructural es la susceptibilidad de los componentes estructurales de una edificación, de presentar daños ante un sismo severo. (Gulfo y Serna, 2015). Por otro lado, la vulnerabilidad no estructural hace referencia al daño que pueden recibir los elementos no estructurales y estos a su vez provoquen daños a los equipos, instalaciones y personas que ocupan el espacio afectado. Finalmente, la vulnerabilidad funcional se define como la fragilidad de la estructura de no cumplir la función para la cual ha sido diseñada debido a un evento sísmico, evaluando los componentes de las instalaciones eléctricas y sanitarias, ya que afectado su funcionamiento se podría dar el deceso funcional de la estructura. (Vargas, 2016).

La región norte del Perú, era considerada como uno de los sectores con poca frecuencia sísmica, sin embargo, en los últimos 20 años se han producido sismos de magnitudes menores a 7.0 como el ocurrido en el 2014 en la localidad de Sechura, departamento de Piura con una magnitud de 6.3, los cuales son considerados de alto potencial. (Tavera et al., 2014). La falta de prevención y preparación para responder ante estos eventos sísmicos provocaría una catástrofe, por ello es necesario generar conocimiento sobre el riesgo sísmico de las ciudades. (Ebrahimian-Ghajari, Alesheikh, Modiri, Hosnavi y Nekouei, 2016).

Realizar un análisis del riesgo sísmico es importante para la prevención y mitigación de riesgos, así como para la planificación de emergencia sísmica, en especial en zonas urbanas con alto crecimiento poblacional y demanda de construcción. (Liu, Li, Wei, Li y Fu 2019). El propósito del análisis del riesgo sísmico es pronosticar los daños esperados en las estructuras debido a la probabilidad de ocurrencia de movimientos telúricos, pues gracias a esta investigación se obtiene una herramienta esencial para la mitigación de los efectos sísmicos. (Guardiola y Basset, 2020).

Maldonado, Gómez y Chío (2008) expresan que un mecanismo para evaluar el riesgo sísmico de las edificaciones es la escenificación del riesgo mediante una representación gráfica del índice de daño que puede sufrir una estructura debido a los eventos sísmicos con aceleraciones determinadas.

Sin embargo, para realizar dicho análisis es necesario llevar a cabo una evaluación detallada de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones. Los investigadores con

el transcurso del tiempo, han clasificado las metodologías de evaluación de la siguiente manera:

Según la tendencia del estudio y el diseño de las estructuras sustentado en el desempeño sísmico tenemos las metodologías empíricas y las analíticas o mecánicas.

Los métodos empíricos evalúan la forma de respuesta de las estructuras durante sismos determinados, caracterizando los problemas más incidentes a sufrir daños en la tipología o en el diseño (Ferreira, Rodríguez y Vicente, 2020). Estos modelos califican la vulnerabilidad mediante descriptores o cuantificando parámetros, entre ellos destacan: el índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, el proyecto Risk-UE, método de Japón o informes recientes de la Comisión Europea. (Rodenas, García y Tomas, 2018).

En cuanto a los métodos analíticos o mecánicos, comprenden las propiedades mecánicas de las estructuras evaluando su comportamiento estructural frente a los sismos a través de modelos mecánicos de respuesta como los espectros de los estudios dinámicos no lineales. Entre ellos tenemos: HAZUS 1999, LNECLoss, SELENA y OpenQuake. (Martínez, Benito, Cervera Morillo y Luna, 2017).

Los investigadores han determinado que los métodos cualitativos son ideales para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica a gran escala, mientras que los métodos analíticos se centran en la calidad de la información sobre la estructura. (Giuliani, De Falco y Cutini, 2020). Por lo tanto, se concluye que el uso de métodos empíricos o cualitativos simplifican la evaluación de edificaciones a gran escala; puesto que, utilizan registros de daños de las estructuras ante sismos de similar magnitud mientras que los métodos analíticos o cuantitativos requieren de información más detallada y compleja de una edificación como modelos mecánicos que representen el comportamiento sísmico de la estructura.

Los métodos simples cumplen un rol fundamental dentro de los planes y estrategias de mitigación de riesgos ante grandes eventos sísmicos por lo que son utilizados para la evaluación de vulnerabilidad sísmica a nivel nacional, local o regional basándose en parámetros empíricos (Ferreira, Maio y Vicente, 2017), es decir, estos métodos se basan en la observación del comportamiento de las edificaciones

en eventos sísmicos remotos para poder caracterizar sus deficiencias y así poder plantear estrategias de prevención ante estos eventos.

Sin embargo, los métodos que van a ser utilizados para el análisis de la vulnerabilidad sísmica deben estar adaptados y calibrados correctamente. (Lestuzzi, Podesta, Luchini, Garofano, Kazantzidou, Bozzano, Bischof, Haffter y Rouiller, 2016). Uno de los métodos que cumplen con esta característica es el Índice de Vulnerabilidad desarrollado por Benedetti y Petrini, pues gracias a su efectividad en la evaluación de diversos sistemas estructurales, ha sido aplicado en estudios de vulnerabilidad sísmica de países de Europa y América Latina, siendo este adaptado a las exigencias normativas de cada uno de ellos.

Este método consiste en calificar a las estructuras según su vulnerabilidad sísmica, ya sea alta, media o baja mediante la obtención de un índice de vulnerabilidad que dependerá de las características de la edificación representadas en once parámetros.

La obtención del índice de vulnerabilidad ( $Iv$ ) consiste en la suma ponderada de valores representativos del estado de calidad estructural o no estructural de las edificaciones más influyentes en el comportamiento sísmico de las estructuras.

Cada parámetro será calificado con un valor numérico de 0 a 45 denominado " $K_i$ " los cuales se enmarcarán dentro de las calificaciones cualitativas A, B, C y D, que resultarán de la evaluación observacional del parámetro. Posteriormente, estos valores serán afectados por un coeficiente de peso " $W_i$ " comprendido en un rango de 0.25 y 1.5, el cual representa la importancia de cada parámetro dentro del comportamiento de la estructura. De esta manera, el índice de vulnerabilidad sísmica queda expresado de la siguiente manera:

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} K_i \times W_i$$

El cálculo de dicha expresión genera valores de 0 hasta 382.5, no obstante, para conseguir un índice de vulnerabilidad normalizado en el rango de  $0 < Iv < 100$  se dividirá por 3.825, donde si se obtiene valores menores al 15% la edificación posee una vulnerabilidad baja mientras que aquellas construcciones que varíen entre un

rango de 15% al 35% tienen una vulnerabilidad media y los que excedan el valor de 35% tienen una vulnerabilidad alta.

Los parámetros para evaluar el índice de vulnerabilidad son once, donde la organización y calidad del sistema resistente, la posición del edificio y cimentación, el diafragma horizontal, el tipo de cubierta, los elementos no estructurales y el estado de conservación son de naturaleza descriptiva, es decir, se pueden evaluar mediante la observación, mientras que, los parámetros de resistencia convencional, la configuración en planta y en elevación y la distancia entre muros tienen una naturaleza cuantitativa por lo que es necesario hacer operaciones matemáticas simples para su determinación.

**Tabla 2** *Escala de Vulnerabilidad de Benedetti-Petrini*

| PARÁMETROS                                    | CLASE (K <sub>i</sub> ) |    |    |    | PESO (W <sub>i</sub> ) |
|---|-------------------------|----|----|----|------------------------|
|   | A                       | B  | C  | D  |                        |
| <b>1. Organización del Sistema Resistente</b> | 0                       | 5  | 20 | 45 | 1.00                   |
| <b>2. Calidad del sistema resistente</b>      | 0                       | 5  | 25 | 45 | 0.25                   |
| <b>3. Resistencia convencional</b>            | 0                       | 5  | 25 | 45 | 1.5                    |
| <b>4. Posición del edificio y cimentación</b> | 0                       | 5  | 25 | 45 | 0.75                   |
| <b>5. Diafragmas horizontales</b>             | 0                       | 5  | 15 | 45 | 1.00                   |
| <b>6. Configuración en planta</b>             | 0                       | 5  | 25 | 45 | 0.50                   |
| <b>7. Configuración en elevación</b>          | 0                       | 5  | 25 | 45 | 1.00                   |
| <b>8. Distancia máxima entre los muros</b>    | 0                       | 5  | 25 | 45 | 0.25                   |
| <b>9. Tipo de cubierta</b>                    | 0                       | 15 | 25 | 45 | 1.00                   |
| <b>10. Elementos no estructurales</b>         | 0                       | 0  | 25 | 45 | 0.25                   |
| <b>11. Estado de conservación</b>             | 0                       | 5  | 25 | 45 | 1.00                   |

Fuente: Serrano y Temes (2015)

Los parámetros mencionados anteriormente están acorde a las características de las edificaciones, que se definen como “el conjunto de características que son objeto de valoración y que permiten reconocer el grado en que una edificación responde a su propósito y a las necesidades de sus usuarios” (MVCS, 2020). A continuación, se detallará brevemente en que consiste cada parámetro:

La organización del sistema resistente hace referencia a la capacidad de la estructura para resistir cargas ortogonales. Su determinación se logra teniendo en cuenta la Norma E.030 Diseño Sismorresistente y evaluando que las conexiones de los elementos estructurales en todos los niveles del edificio cumplan un comportamiento similar al de una estructura ortogonal, cerrada o tipo cajón.

La calidad del sistema resistente comprende las características de los materiales empleados en todo el sistema en función a indicadores como el tipo y forma del material utilizado, y la uniformidad del material y de los elementos a lo largo del muro.

La resistencia convencional consiste en la medición de la capacidad de soporte del sistema estructural frente a la acción de cargas horizontales. En este parámetro se toma en cuenta la resistencia de los muros en las direcciones principales.

El parámetro de posición del edificio y cimentación se basa en la interacción del suelo con el comportamiento de la estructura observando la estabilidad y la topografía del terreno, la ubicación de la cimentación a diferente cota y la presencia de agentes agresivos (humedad, sales, etc.) que afecten a la estructura. Su determinación resulta compleja ya que se requiere del uso de planos estructurales de las edificaciones, sin embargo, muchas de estas construcciones no cuentan con dicha información.

Los diagramas horizontales se definen como losas rígidas y continuas que actúan como elementos que integran a los muros portantes y compatibilizan sus desplazamientos laterales. Su inadecuado diseño puede generar mecanismos de fallas en todo el sistema estructural, altas cargas de impacto, inestabilidad de la estructura y hasta colapso de la propia edificación.

Los parámetros de configuración en planta y en elevación comprenden a la disposición de la estructura en el plano horizontal y vertical en relación con la forma, el tipo, la resistencia y la geometría de los elementos resistentes y no estructurales. Los principales problemas encontrados en la configuración de la estructura se asocian con la asimetría y cambios bruscos de dimensiones, masas, rigideces y flexibilidad.

La distancia máxima entre los muros se refiere al espaciamiento o separación que existe entre los muros transversales en relación a los muros principales. Esta característica resulta fundamental evaluarla porque si existe un incremento en la distancia máxima entre muros debido a la eliminación de muros internos secundarios entonces se generaría inestabilidad en la estructura.

El tipo de cubierta hace referencia al tipo, peso, estabilidad, conexión y comportamiento del elemento que protege a los edificios en la parte superior.

Los elementos no estructurales son componentes tales como paneles, cielos rasos, ventanas, puertas, instalaciones sanitarias y eléctricas, entre otros, que pueden provocar daños ante la ocurrencia de eventos sísmicos.

Finalmente, el parámetro de estado de conservación consiste en determinar el buen estado de la edificación, donde se evalúa la existencia de problemas o fallas de manera global en los elementos que conforman la estructura.

En el Perú existe un organismo público encargado de elaborar los instrumentos técnicos para la evaluación de daños y análisis de necesidades en caso de desastres, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), quien a través del “Manual básico para la estimación del riesgo” permite evaluar el peligro, la vulnerabilidad y riesgo de los diferentes desastres naturales que puedan ocurrir en una zona determinada.

Para evaluar la vulnerabilidad, INDECI establece diferentes tipos de vulnerabilidad como: la ambiental y ecológica, física, económica, social, educativa, cultural e ideológica, política e institucional, científica y tecnológica, de las cuales debido al objetivo de la presente investigación estudiaremos solo la vulnerabilidad física pues se relaciona con la calidad del material empleado, el sistema constructivo, la calidad y tipo de suelo. (INDECI, 2016)

**Tabla 3 Matriz de Vulnerabilidad Física**

| VARIABLE  | NIVEL DE VULNERABILIDAD   |   |  |   |
|---|---|---|--|---|
|   | VB<br>< 25 %  | VM<br>26 a 50 %   | VA<br>51 a 75 %  | VMA<br>76 a 100 %   |
| Material de construcción utilizada en viviendas     | Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva( de concreto o acero) | Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva | Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales | Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario   |
| Localización de viviendas (*)                       | Muy alejada<br>> 5 Km   | Medianamente cerca<br>1 – 5 Km  | Cercana<br>0.2 – 1 Km  | Muy cercana<br>0.2 – 0 Km   |
| Características geológicas, calidad y tipo de suelo | Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas        | Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante         | Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante   | Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freática alta con turba, material inorgánico, etc.) |
| Leyes existentes                                    | Con leyes estrictamente cumplidas   | Con leyes medianamente cumplidas  | Con leyes sin cumplimiento   | Sin ley   |

(\*) Es necesario especificar la distancia, de acuerdo a la ubicación del tipo de vulnerabilidad

Fuente: INDECI (2006)

Una vez calculado el índice de vulnerabilidad y conociendo la amenaza sísmica, se puede realizar la evaluación del riesgo sísmico mediante un índice de daños, puesto que este representa la materialización del riesgo dentro de un tiempo y espacio determinado (Poicon, 2017)

El índice de daños se define como el daño esperado en función a las aceleraciones sísmicas de la ubicación y al factor de vulnerabilidad de las estructuras, el cual se obtiene mediante matrices de probabilidad de daños o funciones de vulnerabilidad sísmica, que representan matemáticamente el daño que pueden sufrir las estructuras al ser sometida a fuerzas sísmicas determinadas.

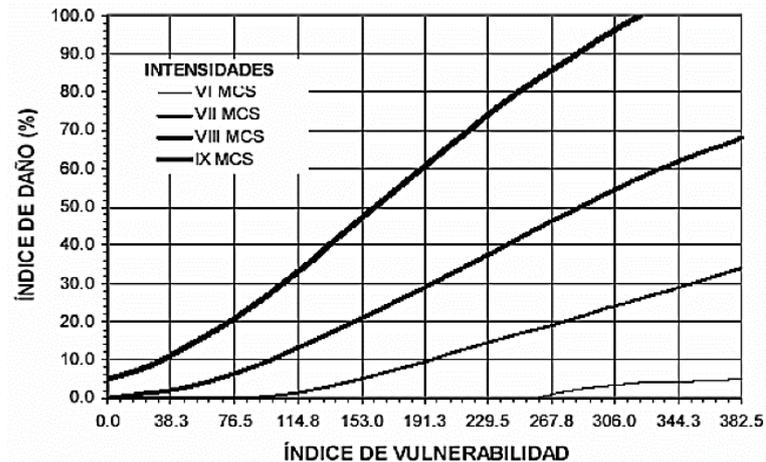
La Earthquake Engineering Research Institute de California establece una clasificación de los daños en un rango de 0 a 100 donde las viviendas que obtienen un valor en un intervalo de 0 a 5 sufren daños ligeros, de 5 a 25 sufren daños moderados, de 25 a 50 sufren daños severos y de 50 a 100 pueden colapsar ante la ocurrencia de un evento sísmico. (Medina y Piminchumo, 2018)

Para el cálculo del índice de daños se ha creído conveniente utilizar las funciones de vulnerabilidad que expresan la probabilidad de sobrepasar un parámetro de respuesta para un determinado parámetro de demanda (Hidalgo, Schmidt y Cruz, 2016), es decir, simbolizan la probabilidad que tiene una estructura de superar su capacidad de resistencia ante una fuerza sísmica de magnitud determinada (Yamin, Hurtado, Rincón, Dorado y Reyes, ,2017), en conclusión, relacionan el índice de vulnerabilidad con el índice de daño basándose en un parámetro de movimiento del suelo, que pueden ser la aceleración máxima pico (PGA) o las escalas de intensidad sísmica.

Las funciones de vulnerabilidad se obtienen mediante registros de daños post-terremotos, pero si no existe esta información, se pueden simular las características de las edificaciones para evaluar los daños. Por esta razón, existen diferentes estudios internacionales como el de Angeletti (1988), Yépez (1994) y Maldonado, Gómez y Chío (2008) donde se obtienen las funciones de vulnerabilidad por estudios post- terremotos o simulación respectivamente cuyos resultados se describen a continuación:

Angeletti (1988) propone una función para la regresión de vulnerabilidad en base a un estudio de daños después de los terremotos en las ciudades de Venzone y Barrea en Italia. La expresión que planteó fue la siguiente:

$$D = 100 * \left[ \rho + k * V + \frac{V^2}{V^2 + A^2} \right]$$

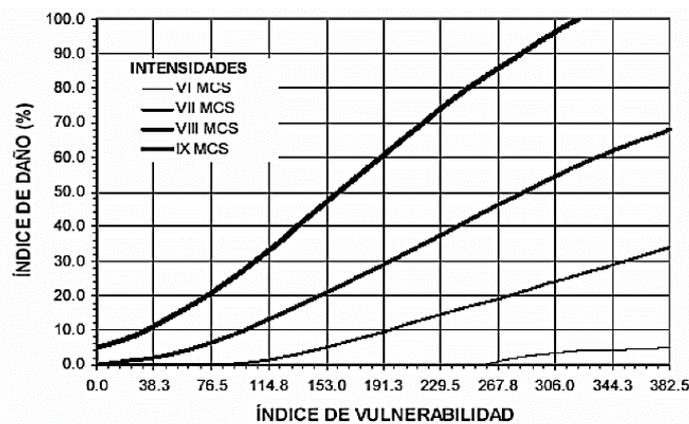


Fuente: Medina y Piminchumo (2018) citando a Angeletti (1988)

**Figura 1** Funciones de vulnerabilidad propuestas por Angeletti (1988)

F. Yépez (1996) generó funciones de vulnerabilidad mediante simulación para estructuras de mampostería y concreto armado recolectando información de los daños y vulnerabilidad que sufrieron dichas edificaciones en los terremotos ocurridos en Almería en 1993 y 1994 en España, cuya intensidad máxima fue de VII en la escala MSK. A partir de este análisis, se obtuvo una regresión de grado tres para representar la relación daño-vulnerabilidad.

$$D(\%) = a_1V + a_2V^2 + a_3V^3$$



Fuente: Medina y Piminchumo (2018) citando a Yépez (1996)

**Figura 2** Funciones de vulnerabilidad propuestas por Yépez (1996)

**Tabla 4** Coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para las edificaciones de mampostería no reforzada propuesta por Yépez.

| Intensidad | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | Correlación |
|------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| VI         | 0.0048         | -0.0014        | 0.000086       | 80%         |
| VII        | 0.0170         | -0.0025        | 0.000140       | 89%         |
| VIII       | -0.0047        | -0.0012        | 0.000190       | 88%         |
| IX         | -0.1500        | -0.0280        | 0.000039       | 90%         |

Fuente: Medina y Piminchumo (2018) citando a Yépez (1996)

Maldonado, Gómez y Chío (2008) simularon funciones de vulnerabilidad para aceleraciones máximas de 0.25 g, 0.20 g, 0.15 g, 0.10 g, 0.05 g y 0.02 g para una base de datos de vulnerabilidad sísmica y daños de 6000 edificios hipotéticos mediante el software Pdaño, obteniendo la siguiente expresión matemática:

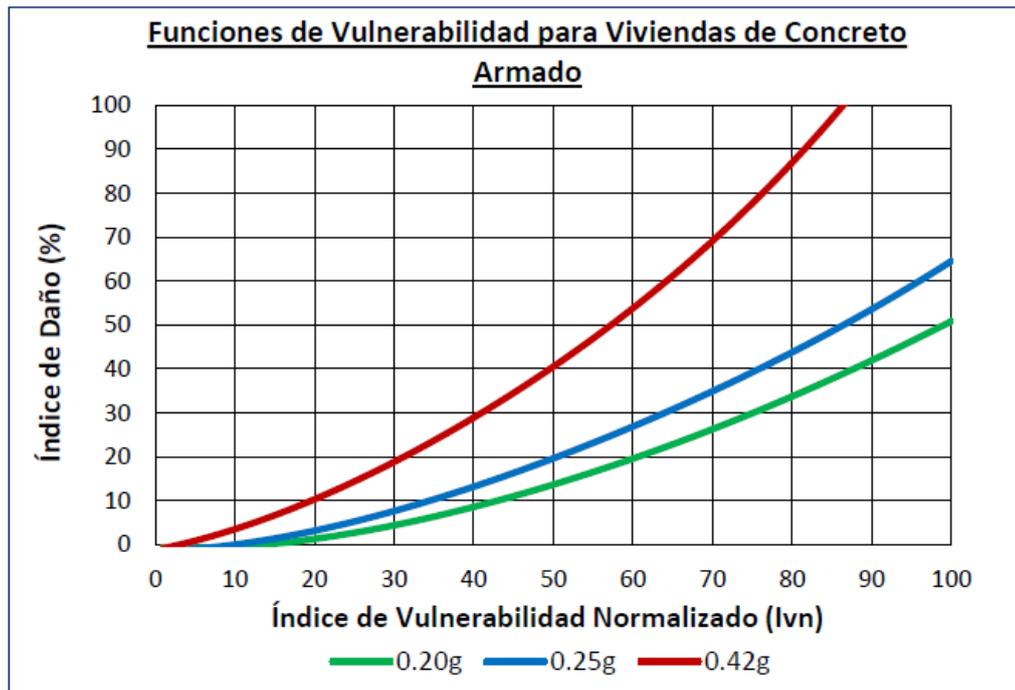
$$D(\%) = a_1V^3 + a_2V^2 + a_3V + b$$

**Tabla 5** Coeficiente de las funciones ajustadas por Maldonado Gómez y Chío

| A <sub>a</sub> | a <sub>1</sub> | a <sub>2</sub> | a <sub>3</sub> | b      |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| <b>0.25g</b>   | 0.1398804      | -2.783534      | 20.0326029     | 44.25  |
| <b>0.20g</b>   | 0.0538057      | 1.5046744      | 17,2410453     | 28.03  |
| <b>0.15g</b>   | 0.1708089      | 4.1237913      | 39.4230886     | 46.32  |
| <b>0.10g</b>   | 0.3623975      | 6.9759839      | 54.4534754     | -97.25 |
| <b>0.05g</b>   | 0.1809592      | 2.3552528      | 19.7226866     | -42.25 |
| <b>0.02g</b>   | 0.0            | 0.3427         | -0.0653        | -3.834 |

Fuente: Maldonado, Gómez y Chío (2008)

Pero, sin embargo, en este país existe el estudio de J. Jauja y E. Orbegozo (2008) quienes establecieron funciones de vulnerabilidad en edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado para el cercado de Chiclayo basado en los registros de daños después del sismo ocurrido en Ica, el 15 de agosto del 2007, cuya representación se detalla en las figuras siguientes y es el que se tomará como base para el desarrollo del tercer objetivo de esta investigación: (ver capítulo 3: Metodología. 3.5 Procedimiento, p. 33)



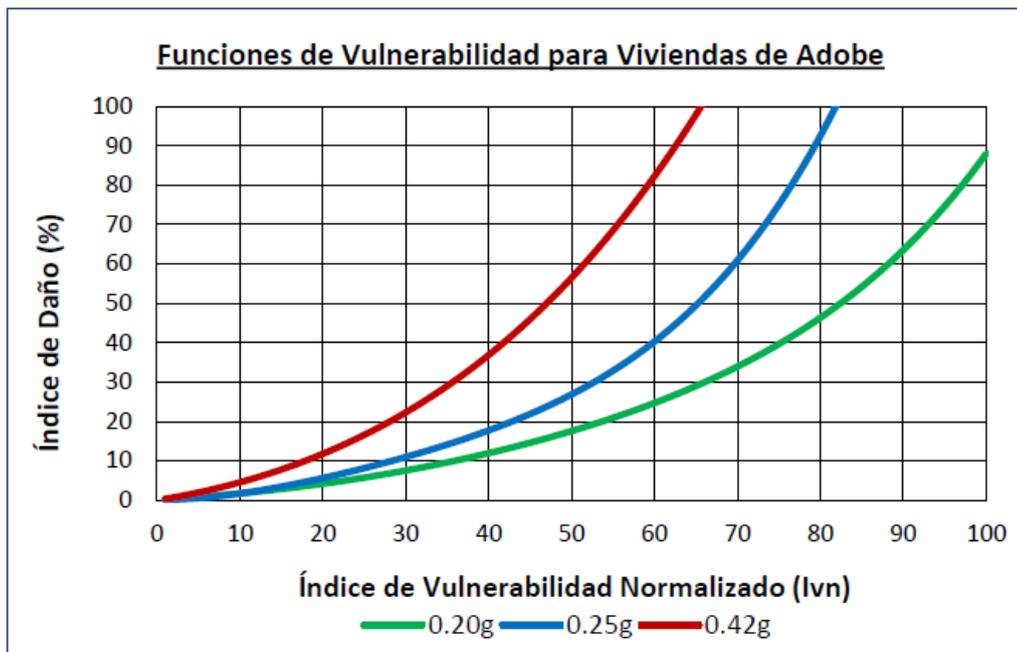
Fuente: Medina y Piminchumo. (2018) citando a Jauja y Orbegoso (2008)

**Figura 3** Funciones de vulnerabilidad para viviendas de concreto armado

Para 0.20g:  $y = -2 \times 10^{-9} X^5 + 7 \times 10^{-7} X^4 - 10^{-4} X^3 + 0.0111 X^2 - 0.0958 X - 0.5518$

Para 0.25g:  $y = 3 \times 10^{-7} X^4 - 7 \times 10^{-5} X^3 + 0.01 X^2 + 0.061 X - 1.5333$

Para 0.42g:  $y = 7 \times 10^{-7} X^4 - 10^{-5} X^3 + 0.0129 X^2 + 0.3516 X - 1.1588$



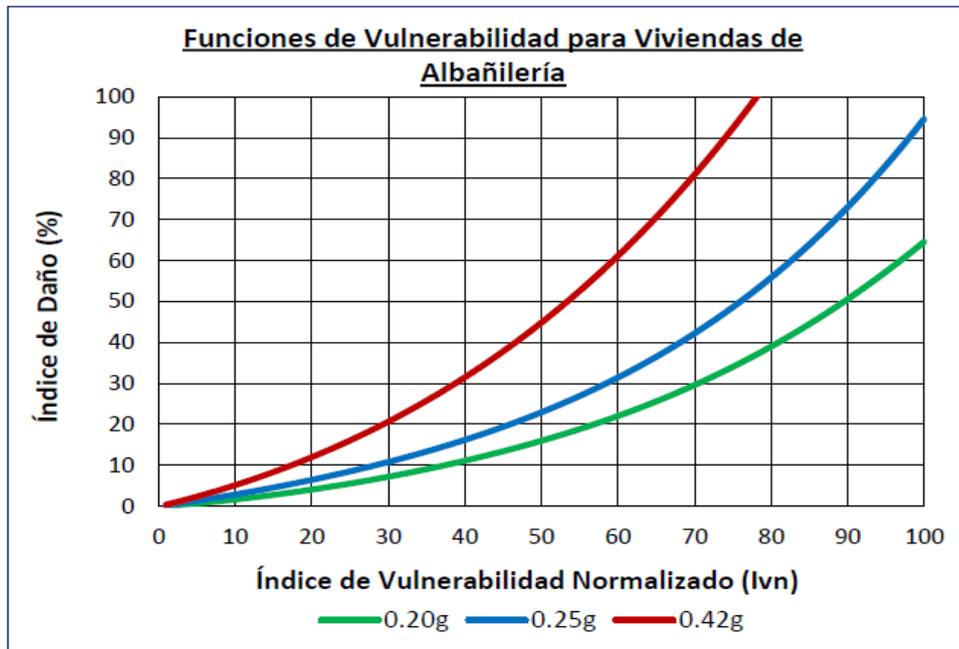
Fuente: Medina y Piminchumo. (2018) citando a Jauja y Orbegoso (2008)

**Figura 4** Funciones de vulnerabilidad para viviendas de adobe

$$\text{Para } 0.20g \quad y = 3x10^{-11}X^6 + 3x10^{-9}X^5 - 7x10^{-7}X^4 + 6x10^{-5}X^3 + 2.4x10^{-3}X^2 + 0.1404X - 0.0196$$

$$\text{Para } 0.25g \quad y = 4x10^{-6}X^4 - 0.0004X^3 + 0.0211X^2 - 0.0207X + 0.1271$$

$$\text{Para } 0.42g \quad y = 8x10^{-7}X^4 + 5x10^{-5}X^3 + 0.0114X^2 + 0.335X + 0.0182$$



Fuente: Medina y Piminchumo. (2018) citando a Jauja y Orbegoso (2008)

**Figura 5** Funciones de vulnerabilidad para viviendas de albañilería

$$\text{Para } 0.20g \quad y = 3x10^{-11}X^6 + 7x10^{-9}X^5 - 3x10^{-7}X^4 + 7x10^{-6}x^3 + 0.0034x^2 + 0.1364X - 0.037$$

$$\text{Para } 0.25g \quad y = 4x10^{-7}X^4 - 3x10^{-6}X^3 + 0.0032X^2 + 0.2572X - 0.0538$$

$$\text{Para } 0.42g: y = 3x10^{-7}X^4 + 2x10^{-5}X^3 + 0.0073X^2 + 0.4455X - 0.0561$$

\* Nota aclaratoria: Las imágenes fueron tomadas de Medina y Piminchumo por la legitimidad de las tablas de funciones de vulnerabilidad, más no se tomó su estudio como base de datos.

Por otra parte, los investigadores establecen que las acciones de mitigación, respuesta, recuperación y preparación ante desastres tienen que estar ligado al uso de los sistemas de información geográfica. (Tomaszewski, Moore, Parnell, Leader, Armington, Aponte, Brooks, Herold, Meyers, Ruggero, Sutherby, Wolters, Wu, Szarzynski, Greve, Parody., 2020).

Zhai, Chen y Ouyang (2019) determinan que un sistema de información geográfica (SIG) “es un sistema informático que puede recopilar, almacenar, analizar y mostrar información georreferenciada”. Asimismo, el SIG constituye una herramienta para el análisis de datos de un área determinada, así como la base para la planeación, programación y evaluación de actividades y la toma de decisiones de los sectores a analizar. (Ascuntar y Jaimes, 2016) En este contexto, el análisis de datos geoespaciales mediante el SIG proporciona un instrumento esencial para los estudios de riesgos y vulnerabilidad sísmica debido a su capacidad para obtener y representar los resultados de los análisis en mapas temáticos.

Para esta investigación es preciso definir qué es un modelo geoespacial. Según Castillo (2015) “Un modelo puede definirse como una representación parcial y abstracta de la realidad” (p. 74). Mientras que los datos geoespaciales permiten georreferenciar la información sobre los atributos de un objeto y a través de herramientas crear modelos que permitan el análisis e interpretación de los datos (Martínez, 2018). Esto significa que un modelo geoespacial del riesgo sísmico de las edificaciones es una representación espacial de un conjunto de datos que caracterizan los daños producidos por un sismo de determinada magnitud en las edificaciones de un lugar determinado. Así mismo nos permite obtener y representar los análisis de los resultados y mapas temáticos.

El uso de mapas temáticos permite mostrar los escenarios posibles de daños, y estructuras vulnerables frente a eventos sísmicos de determinada intensidad. (Medina y Piminchumo, 2018). Además, los mapas sobre vulnerabilidad y riesgo son herramientas estratégicas del análisis de escenarios para planificación urbana. (Besse, Dlah, Bakar, Miura, 2017) Entonces, podemos decir que las herramientas que proporciona el SIG para analizar los datos geoespaciales pueden utilizarse para la elaboración de mapas temáticos que representen los posibles daños que se puedan generar en las estructuras del área de estudio ante eventos sísmicos de gran magnitud, de esta forma, los gobiernos locales contarían con información necesaria para generar planes de prevención.

Los componentes del software ArcGIS pueden facilitar a la obtención de los modelos geoespaciales (Lee, Panahi, Reza, Shahabi, Alizadeh, Shirzadi, Khosravi, Melesse, Yekrangnia, Rezaie, Moeini, Thai y Bin, 2019). La herramienta Model

builder de ArcGIS resulta ser beneficiosa a la hora de crear flujos de trabajo para el procesamiento de datos espaciales, y así obtener automáticamente los mapas temáticos. (Medina, Soler y Giner, 2017).

Teniendo en cuenta los conceptos sobre los cuales se sustentará nuestro trabajo de investigación podemos afirmar que el desarrollo de un modelo geoespacial para representar el riesgo sísmico de las edificaciones puede ser una herramienta significativa para las instituciones encargadas de la planificación y elaboración de estrategias de prevención y mitigación de riesgos sísmicos, pues la obtención de mapas temáticos que representen la vulnerabilidad de las edificaciones del sector estudiado y los diferentes escenarios de daños que pueden sufrir estas edificaciones ante determinados eventos sísmicos otorgará una perspectiva más clara de las consecuencias de los sismos a la hora de la toma de decisiones.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y Diseño de Investigación**

##### **Tipo de investigación**

El presente estudio fue de tipo aplicada y de nivel descriptivo. La investigación de tipo aplicada busca resolver problemas dentro de una realidad. (Hernández, Fernández y Baptista, 2016). Por ende, buscamos resolver la problemática de falta de estudios sobre riesgo sísmico de las edificaciones y proporcionar un instrumento que pueda ser de utilidad en el desarrollo de planes de prevención, mitigación y respuesta a los efectos del sismo. Por otra parte, los estudios descriptivos buscan especificar los atributos del fenómeno que se estudia. (Hernández, Fernández y Baptista, 2016).

##### **Diseño de investigación**

Este proyecto de investigación tuvo un diseño no experimental-transversal, pues una investigación no experimental analiza los fenómenos ocurridos en su medio natural y no hay manipulación expresa de variables. (Hernández, Fernández y Baptista, 2016), transversal porque recoge información en un tiempo único. (Hernández, Fernández y Baptista, 2016). El fenómeno que se analizó en esta investigación es el riesgo sísmico de las edificaciones para el año 2020.

#### **3.2 Variables y operacionalización**

##### **Variables**

- Riesgo sísmico
- Modelo Geoespacial

**Operacionalización** (ver anexo N°1)

#### **3.3 Población, muestra y muestreo**

##### **Población**

Es la totalidad de elementos que se ajustan a características determinadas y similares. Es el conjunto de personas, animales, cosas, características de un fenómeno a estudiar. (Hernández, Fernández y Baptista, 2016).

Para esta investigación, la población estuvo representada por las viviendas de albañilería confinada del AA. HH Ignacio Merino en el distrito de Veintiséis de Octubre. El total de elementos con esta característica fueron 324 viviendas de albañilería confinada (Anexo 4)

### **Muestra**

Se considera muestra al subconjunto o parte de la población a la cual se le aplicarán los instrumentos de recolección de datos (Hernández, Fernández y Baptista, 2016).

En esta investigación la muestra fue calculada con la expresión estadística para una proporción de una población finita.

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

Se tomó en cuenta una proporción esperada (p) del 90% y probabilidad del fracaso del (q) 10%, debido a los siguientes motivos:

No existe un registro en los gobiernos regionales o locales acerca de la vulnerabilidad de las edificaciones para el departamento de Piura, no se tienen antecedentes de evaluaciones del riesgo sísmico de las edificaciones para los diferentes sectores del departamento. Según antecedentes nacionales se puede concluir que debido a la cultura de construcción informal en el Perú entre el 70% al 90% de las viviendas son altamente vulnerables. El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento estima que cerca del 70% de las viviendas en Lima Metropolitana son construidas por el propietario con ayuda de un maestro de obra. (Kuroiwa, 2016). Por otra parte, la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco) determinó que el 70% de las viviendas son informales y el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (Cismid) estableció que para zonas excéntricas este porcentaje se elevaría al 80% o 90% (El Comercio, 2018). (Anexo 4)

En ese sentido, con un error (e) del 5% y con una confiabilidad (Z) del 95%, la muestra a evaluar fue de 97 viviendas de albañilería confinada, no obstante, a criterio de los investigadores se optó por evaluar 100 viviendas (Anexo 4)

## **Muestreo**

Debido a la coyuntura internacional sobre el Covid-19 y las limitaciones del proyecto como es la desconfianza de la población para acceder a la investigación se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Un muestreo no probabilístico hace referencia a una selección en base a los criterios o condiciones de la investigación en vez de criterios estadísticos generalizadores. (Hernández, Fernández y Baptista, 2016)

Además, según Battaglia las muestras por conveniencia están conformadas por los casos accesibles (Hernández, Fernández y Baptista, 2016)

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnica**

El análisis documental es la búsqueda y recopilación de teorías y material bibliográfico útiles para responder los problemas de un tema en particular (Hernández y Tobón, 2016)

La observación consiste en una técnica de recolección de datos mediante la cual se hace registro de los parámetros observables (Hernández, Fernández y Baptista 2016).

#### **Instrumento**

Elemento que usa el investigador para recolectar los datos necesarios para medir o evaluar la variable de estudio (Hernández, Fernández y Baptista 2016)

- Ficha documental
- Ficha de observación
- Software ArcGIS 10.5, para la elaboración de modelos geoespaciales (mapas temáticos)

**Tabla 6** Técnicas e instrumentos a aplicar por objetivos y unidad de investigación.

| OBJETIVOS   | POBLACIÓN  | MUESTRA  | TÉCNICA             | INSTRUMENTO          |
|---|--|--|---------------------|----------------------|
| Conocer el peligro sísmico en las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020;  | AA. HH Ignacio Merino  | AA. HH Ignacio Merino  | Análisis documental | Ficha documental     |
| identificar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti y Petrini y comparándola con la vulnerabilidad física de INDECI para las edificaciones del AA. HH Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020 | 324 viviendas de albañilería confinada del AA. HH Ignacio Merino | 100 viviendas de albañilería confinada del AA. HH Ignacio Merino | Observación         | Ficha de Observación |
| Calcular el índice de daños para las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020 y  | 324 viviendas de albañilería confinada del AA. HH Ignacio Merino | 100 viviendas de albañilería confinada del AA. HH Ignacio Merino | Observación         | Ficha de Observación |
| Elaborar el modelo geoespacial que represente el riesgo sísmico para las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020.   | 324 viviendas de albañilería confinada del AA. HH Ignacio Merino | 100 viviendas de albañilería confinada del AA. HH Ignacio Merino | Observación         | ArcGIS 10.5          |

Fuente: Elaboración propia de los autores

### 3.5 Procedimientos

Para la recolección de datos sobre peligro sísmico se hizo la revisión documentaria del Instituto Geofísico del Perú, del Ministerio del ambiente y del Reglamento Nacional de Edificaciones en su norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Posteriormente, para obtener los datos de la vulnerabilidad se visitaron las viviendas correspondientes a la muestra, para aplicar la ficha de observación en donde se tendrá en cuenta lo siguiente:

Para el parámetro 1 “Organización del sistema resistente” la clasificación A corresponde a edificio de albañilería confinada con vigas y columnas de arriostre, la clase B muros conectados solo con columnas de arriostre, la clase C, refiere a muros conectados solo con vigas de amarre y por último la clase D a muros de albañilería no ligados a elementos de arriostre.

El parámetro 2 “Calidad del sistema resistente” comprende edificaciones que sea construidas con unidades de albañilería de gran calidad y homogénea, aparejo adecuado del muro, presencia de mortero de buena calidad por lo que la clasificación A corresponde a edificaciones que cumplan con todas las características, la clase B edificaciones que no cumplen uno de los factores, la clase C edificaciones que no cumplen dos de las características , la clase D edificaciones que no cumplen todas las características.

El parámetro 3 “Resistencia convencional” evalúa la resistencia del edificio a cargas horizontales para lo cual utilizamos la metodología de Hurtado y Cardona que consiste en calcular la demanda de ductilidad DD, para lo cual se siguen los siguientes pasos:

Primero se debe determinar las áreas totales de los muros resistentes en dirección “x” y “y”. Posteriormente se calcula la resistencia cortante menor mediante la siguiente ecuación:

$$V_R = \min(A_x, A_y) * v$$

Dónde “v” es un valor que depende de muestras de los materiales del edificio, en este caso al ser una investigación no experimental emplearemos los valores recomendados por Medina y Piminchumo (2018) de 15 tn/m<sup>2</sup> para albañilería

confinada y 7.5 tn/m<sup>2</sup> para albañilería no confinada. En tercer lugar, se calcula el peso que resiste la estructura, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$W = N(Ax + Ay)hPm + MP_sAt + AcPc$$

Siendo “At” el área construida en planta (m<sup>2</sup>), “h” la altura promedio de entrepiso (m), “N” el número de pisos del edificio, “Pm” el peso específico de la mampostería (tn/m<sup>3</sup>), “Ps” peso por unidad de área del diafragma horizontal (tn/m<sup>2</sup>), “M” es el número de diafragmas horizontales, “Ac” es el área total de cubierta y “Pc” peso por unidad de área de cubierta (tn/m<sup>2</sup>). Luego se calcula el coeficiente sísmico resistente de la edificación dividiendo la resistencia a la cortante V<sub>R</sub> y el peso que resiste la estructura:

$$CSR = \frac{V_R}{W}$$

Así mismo, se calcula el coeficiente sísmico exigido por la norma E.030 Diseño Sismorresistente:

$$CSE = \frac{ZUCS}{R}$$

Por último, se calcula la demanda de ductilidad dividiendo estos dos valores:

$$DD = \frac{CSE}{CSR}$$

Perteneciendo a la clase A valores menores a 0.5, a la clase B valores entre 0.5 y 1; a la clase C valores entre 1 y 1.5 y a la clase D valores mayores a 1.5

El parámetro 4 “Posición del edificio y cimentación” evalúa las pendientes del terreno, los desniveles de la cimentación y la presencia de agentes nocivos en el suelo, siendo de clase A cimentaciones apoyadas en terrenos con pendientes menores al 10%, sin desniveles en cimentación, ni presencia de agentes nocivos para la estructura, de clase B apoyada en suelos intermedios o blandos con pendientes entre 10%-30% y desniveles menores de 1 metro en la cimentación, sin presencia de agentes nocivos, de clase C, apoyada en suelos blandos con pendientes entre el 20%-30% o suelos intermedios o rocosos entre el 30% - 50% y desniveles menores de 1 metro entre la cimentación, presencia de agentes nocivos

y de clase D apoyada en suelos intermedios o blandos con pendientes mayores a 30%-50 % respectivamente.

El parámetro 5 “Diafragmas horizontales” considera que los diafragmas horizontales no deben comprender desniveles, su deformación es despreciable, y deben estar correctamente conectados con los muros de albañilería, siendo de clase A. aquellos diafragmas rígidos que cumplan con todas las características, de clase B aquellos que no cumplan una de las características, de clase C aquellos que no cumplan con dos de las características y de clase D aquellos que no cumplan ninguna de las características.

El parámetro 6 “Configuración en planta” evalúa la simetría de la vista en planta de la edificación, considerando de buena calidad a edificaciones sin salientes en su geometría y sanciona a edificaciones con salientes o secciones alargadas. Esto se mide a través de las relaciones:

$$b_1 = \frac{a}{L} \text{ y } b_2 = \frac{b}{L}$$

Siendo “a” la menor dimensión del edificio, “b” la dimensión de los elementos que sobresalgan de la dimensión principal “a” y “L” la mayor dimensión del edificio. La clase A son edificios con  $b_1 < 0.8$  o  $b_2 < 0.1$ , la clase B edificios con  $0.8 > b_1 > 0.6$  o  $0.1 < b_2 < 0.2$ , la clase C edificios con  $0.6 > b_1 > 0.4$  o  $0.2 < b_2 < 0.3$  y la clase D edificios con  $0.4 > b_1$  o  $0.3 < b_2$ .

En el parámetro 7 “Configuración en elevación” para el caso de albañilería confinada se evaluará la diferencia de masa entre dos pisos mediante la relación  $\Delta A/A_1$  siendo positivo las diferencias en aumento y negativo las diferencias en disminución. La clase A comprende valores menores al 10%, la clase B los valores entre el 10% y 20% la clase C los valores entre el 20% y 50% y por último la clase D valores mayores al 50%

El parámetro 8 “Distancia máxima entre los muros” se evalúa a través de la relación entre el espaciamiento máximo entre muros transversales (L) y el espesor del muro (S). Para lo cual la clase A comprende edificios cuya relación L/S es menor a 15, la clase B comprende valores entre 15 y 18, la clase C comprende valores entre 18 y 25 y la clase D comprende valores mayores a 25.

El parámetro 9 “Tipo de cubierta” considera de clase A las cubiertas livianas y conectadas adecuadamente a los muros y con viga cumbreira o cubiertas planas, de clase B a cubiertas estables sin viga cumbreira o parcialmente estable con viga cumbreira y conectada adecuadamente a los muros, de clase C a cubiertas inestables con viga cumbreira y de clase D a cubiertas inestables, sin viga cumbreira.

El parámetro 10 “Elementos no estructurales” evalúa la presencia y estado de los elementos no estructurales, perteneciendo a la clase A edificios sin cornisas y parapetos, con presencia de chimeneas livianas y pequeñas, y balcones integrados en los diafragmas rígidos, la clase B considera edificios con cornisas y parapetos bien conectados, con presencia de chimeneas livianas y pequeñas, y balcones integrados en los diafragmas rígidos, la clase C involucra los elementos no estructurales con pequeña dimensiones con conexiones deficientes, y la clase D comprende a los edificios con elementos no estructurales con dimensiones y masas significativas para la estructura, además de presencia de balcones mal vinculados al diafragma rígido.

El parámetro 11 “Estado de conservación” evalúa la fisuración y el estado de deterioro de los materiales de la edificación siendo de clase A, edificios con muros que no presenten fisuras, de clase B muros con fisuras menores a 2 milímetros, de clase C muros en mal estado con presencia de fisuras mayores a 2 milímetros y de clase D muros con materiales altamente deteriorados y fisuras muy perceptibles.

Posteriormente a la recolección de datos, calcularemos el índice de vulnerabilidad sísmica asignando los valores de la tabla 1, y empleando la expresión de vulnerabilidad sísmica de Benedetti-Petrini:

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} K_i \times W_i$$

Se obtuvo el índice de vulnerabilidad normalizado dividiendo el índice de vulnerabilidad calculado entre 3.825, lo que permite ubicar el índice de vulnerabilidad entre  $0 < Iv < 100$ . Clasificamos la vulnerabilidad de la siguiente manera:

**Tabla 7 Índices de Vulnerabilidad**

| INDICE     | VULNERABILIDAD |
|------------|----------------|
| 0% - 15%   | BAJA           |
| 15% - 35%  | MEDIA          |
| 35% - 100% | ALTA           |

Fuente: Moreno, Nayib (2010)

Posteriormente, se realizará la comparación de los resultados con la evaluación de la vulnerabilidad física que establece INDECI en su manual para la estimación de riesgos. (Ver en capítulo 2 Marco teórico: tabla 3)

Luego se calculó el índice de daños para las diferentes aceleraciones que se presentan en el departamento de Piura, empleando las siguientes expresiones matemáticas:

$$\text{Para } 0.20g \quad y = 3x10^{-11}X^6 + 7x10^{-9}X^5 - 3x10^{-7}X^4 + 7x10^{-6}x^3 + 0.0034x^2 + 0.1364X - 0.037$$

$$\text{Para } 0.25g \quad y = 4x10^{-7}X^4 - 3x10^{-6}X^3 + 0.0032X^2 + 0.2572X - 0.0538$$

$$\text{Para } 0.42g \quad y = 3x10^{-7}X^4 + 2x10^{-5}X^3 + 0.0073X^2 + 0.4455X - 0.0561$$

Clasificamos el índice de daños de la siguiente manera:

**Tabla 8 Niveles de daño según EERI**

| INDICE   | DAÑOS    | DEFINICIÓN  |
|----------|----------|---|
| 0 - 5    | LIGERO   | Daño no estructural aislado, no se requiere reparación. El efecto en la estructura es despreciable.   |
| 5 - 25   | MODERADO | Daño estructural ligero y daño no estructural considerable. Costo de reparación menor al 25% de valor de la edificación. Fisuras menores en edificios de concreto armado. |
| 25 - 50  | SEVERO   | Daño estructural considerable y daño no estructural excesivo. Costos de reparación menor al 50% del valor de la edificación.  |
| 50 - 100 | TOTAL    | Daño muy considerable. Es necesario demoler si antes no ha colapsado la estructura.   |

Fuente: Medina, Jenner y Piminchumo, César (2018) tomado del Earthquake Engineering Research Institute.

Por último, para elaborar el modelo geoespacial se crearon los mapas de vulnerabilidad sísmica y riesgo sísmico mediante el software ArcGIS.

### 3.6 Método de análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó una computadora y todas las fichas de observación empleadas en la recolección de datos, los cuales serán transferidos a una base de datos electrónica. Se empleó el software Excel para la elaboración de

pruebas estadísticas y se empleará un análisis estadístico descriptivo basado en gráficos y tablas de frecuencia.

### **3.7 Aspectos éticos**

El presente estudio se fundamenta en el respeto a los principios de ética investigativa como:

Honestidad de la información citada y recopilada, valorando conceptos de fuentes fiables y la aplicación de la técnica e instrumento en la muestra de estudio, considerando así, los datos teóricos y metodológicos como verídicos.

Confidencialidad de los datos obtenidos a través del instrumento de evaluación, el cual se ejecutó con previo consentimiento del propietario del objeto de estudio.

Respeto por los derechos de autor, al cumplir con las normas ISO en el uso de citas y referencias bibliográficas utilizadas en los antecedentes, marco teórico-conceptual y en la metodología de la investigación.

#### IV. RESULTADOS

En cuanto al primer objetivo del presente trabajo que fue conocer el peligro sísmico de las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020, para el recojo de resultados se tuvo en cuenta lo siguiente:

##### Generalidades

- Ubicación del área de estudio: AA. HH Ignacio Merino se localiza entre las coordenadas UTM Norte: 9425823 y Este: 539179 del distrito de Veintiséis de Octubre, en la provincia y departamento de Piura. Limita por el norte con la Urb. Popular San José, por el sur con el AA. HH 31 de enero, por el oeste con el AA. HH Enrique López Albújar y por el este con el AA. HH Consuelo de Velasco. (Anexo 4)
- Análisis documental de estudios sobre peligros sísmicos representativos del Perú, resaltando el proyecto de “Reevaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú” desarrollado por el Instituto Geofísico del Perú (2014) el cual determinó el peligro sísmico en calidad de las aceleraciones sísmicas para los veinticuatro departamentos del país en diferentes periodos de retorno. De la cual se obtiene lo siguiente:

##### Instrumentos

- Ficha documental

##### Procedimiento

**Tabla 9** Valores de máximas aceleraciones esperadas (PGA) para la capital del departamento de Piura.

| CIUDAD | Coordenadas Geográficas |          | Aceleraciones Máximas PGA (gals) por periodo de retorno en años Tr |         |         |         |
|--------|-------------------------|----------|--|---------|---------|---------|
|        | Latitud                 | Longitud | Tr=50  | Tr= 100 | Tr= 475 | Tr= 975 |
| Piura  | -5.20                   | -80.63   | 181.32   | 228.89  | 412.19  | 499.87  |

Fuente: Távora et al. (2014)

**Interpretación:** Como se puede visualizar en la tabla 8 para el departamento de Piura las máximas aceleraciones probables en diferentes periodos de retorno son: para un periodo de 50 años la aceleración es 181.32 gals equivalente a 0.19 g, para 100 años la aceleración es 228.89 gals (0.23 g), para 475 años la aceleración es

412.49 gals (0.42 g) y finalmente para un periodo de retorno de 975 años la aceleración es de 499.87 gals (0.51 g).

Con referencia al segundo objetivo que fue identificar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti y Petrini y comparándola con la vulnerabilidad física de INDECI para las edificaciones del AA. HH Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020

Se realizó la inspección periódica de 100 viviendas de albañilería confinada ubicadas en el AA. HH Ignacio Merino aplicando la ficha de observación que permitió evaluar los 11 parámetros del método de Benedetti y Petrini con el que se determinó el índice de vulnerabilidad de las edificaciones obteniendo los siguientes datos:

**Tabla 10** *Viviendas evaluadas con los parámetros de Benedetti y Petrini*

| PARÁMETROS                                 | CLASES |     |    |    |    |    |    |    |
|--|--------|-----|----|----|----|----|----|----|
|  | A      | %   | B  | %  | C  | %  | D  | %  |
| <b>Organización del Sistema Resistente</b> | 34     | 34  | 45 | 45 | 1  | 1  | 20 | 20 |
| <b>Calidad del Sistema Resistente</b>      | 4      | 4   | 10 | 10 | 75 | 75 | 11 | 11 |
| <b>Resistencia Convencional</b>            | 6      | 6   | 72 | 72 | 16 | 16 | 6  | 6  |
| <b>Posición del Edificio y Cimentación</b> | 100    | 100 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <b>Diafragmas Horizontales</b>             | 89     | 89  | 6  | 6  | 5  | 5  | 0  | 0  |
| <b>Configuración en planta</b>             | 12     | 12  | 13 | 13 | 26 | 26 | 49 | 49 |
| <b>Configuración en elevación</b>          | 90     | 90  | 5  | 5  | 4  | 4  | 1  | 1  |
| <b>Distancia máxima entre muros</b>        | 32     | 32  | 9  | 9  | 33 | 33 | 26 | 26 |
| <b>Tipo de cubierta</b>                    | 13     | 13  | 8  | 8  | 38 | 38 | 41 | 41 |
| <b>Elementos no estructurales</b>          | 14     | 14  | 16 | 16 | 55 | 55 | 15 | 15 |
| <b>Estado de conservación</b>              | 11     | 11  | 73 | 73 | 13 | 13 | 3  | 3  |

Fuente: Elaboración propia de los autores

**Interpretación del parámetro 1:** se obtuvo que de las 100 viviendas de albañilería inspeccionadas un 34% fueron de clase A, es decir, los muros se encontraban confinados por columnas y vigas de arriostre, un 45% fueron de clase B, ya que solo se hallaban arriostros por columnas. Asimismo, el 1% fueron de clase C pues solo estaban conectados a vigas de amarre y por último el 20% de las construcciones restantes fueron de clase D porque los muros no estaban ligados a elementos de arriostre.

**Interpretación del parámetro 2:** corresponde a viviendas construidas con unidades de albañilería de buena calidad, aparejo adecuado y presencia de mortero de buena calidad, se encontró que un 4% de las edificaciones cumplen con las características antes mencionadas por lo que se ubicaron en la clase A, un 10% fueron de clase B por no cumplir con uno de los factores, un 75% fueron de clase C y el 11% restante se situaron en la clase D por no cumplir con ninguna de las características.

**Interpretación del parámetro 3:** se estableció que un 6% de las edificaciones se localizaron en la clase A porque sobrepasaron el coeficiente sísmico exigido y son capaces de resistir las aceleraciones sísmicas, un 72% de las viviendas que representan a la clase B cumplió con el coeficiente sísmico exigido y un 16% y 6% de las viviendas se ubicaron en la clase C y D respectivamente por no contar con la cantidad de muros requeridos tanto en la dirección “X” y “Y”.

**Interpretación del parámetro 4:** el 100 % de las viviendas de albañilería del AA. HH Ignacio Merino se encuentran en la clase A debido a que la zona tiene una topografía plana con pendientes menores al 10%, el suelo es intermedio y en la mayoría de las estructuras no se hallaron presencia de agentes nocivos.

**Interpretación del parámetro 5:** se tomó en cuenta que los diafragmas horizontales no presenten desniveles, ni deformaciones y que estén correctamente conectados a los muros de albañilería por lo que se determinó que el 89% de las viviendas inspeccionadas del asentamiento humano en cuestión se ubicaron en la clase A, un 6% en clase B y un 5% en clase C.

**Interpretación del parámetro 6:** de los resultados que evalúan la simetría de la edificación desde una perspectiva en planta en la cual no debe tener salientes o secciones alargadas en su geometría, se determinó que un 12% de las estructuras evaluadas son regulares y por tanto se ubican en la clase A; un 13% fueron de clase B pues en su configuración en planta presentaron pequeñas irregularidades y los que pertenecen a la clase C y D con un 26% y 49% respectivamente, son viviendas irregulares.

**Interpretación del parámetro 7:** se identificó que un 90% fueron de clase A, lo cual representa que estas viviendas contaban con una diferencia de masas

menores al 10%; un 5% fueron de clase B porque se encontraban entre el 10% y 20% de diferencia. También se obtuvo que la clase C y D se encontraban en intervalos de 20% y 50% y mayores al 50% correspondientemente, por lo que se determinó que estas viviendas son irregulares desde una vista en elevación.

**Interpretación del parámetro 8:** de las 100 viviendas evaluadas un 32% fueron clase A porque la relación que existe entre el espaciamiento de los muros transversales y el espesor del muro es menor a 15, un 9% pertenecieron a la clase B porque la relación antes mencionada se encuentra entre valores de 15 a 18. Por otro lado, en la clase C con un 33% se encontraron aquellas viviendas donde la relación L/S comprende valores del 18 a 25 y finalmente las viviendas que se localizaron en la clase D con un 26 % presentaron una relación L/S mayor a 25.

**Interpretación del parámetro 9:** se obtuvo que un 13% de las viviendas de albañilería representadas en la clase A, tenían cubiertas livianas y conectadas adecuadamente a muros y con vigas cimbrales; el 8% de viviendas que están dentro de la clase B poseían cubiertas estables sin vigas cimbrales o parcialmente estables con vigas cimbrales y conectadas correctamente a los muros. Además, el 38% fueron de clase C pues sus cubiertas eran inestables con vigas cimbrales y un 41% restante (clase D) tenían cubiertas inestables y sin vigas cimbrales.

**Interpretación del parámetro 10:** se identificó que un 14% se encontraban en la clase A, en efecto, son viviendas que no tenían cornisas ni parapetos y contaban con balcones integrados a los diafragmas rígidos, un 16% pertenece a la clase B ya que durante la inspección se halló cornisas y parapetos bien conectados o balcones integrados a los diafragmas rígidos. De manera análoga un 54% estaban en la clase C porque son edificaciones que involucran elementos no estructurales con pequeñas dimensiones y con conexiones deficientes y para finalizar la clase D estaba conformada por el 16% restante donde se ubicaban las viviendas con elementos no estructurales de dimensiones y masas significativas o tenían balcones mal conectados al diafragma rígido.

**Interpretación del parámetro 11:** de la evaluación de la fisuración y el estado de deterioramiento de la estructura, se consiguió que la clase A representada por el 11% de las viviendas, no presentaban fisuras en sus muros y se encontraban en

buen estado; las de la clase B que comprende el 72% tuvieron fisuras menores a 2 milímetros. Igualmente existió un 14 % de viviendas que presentaban muros en mal estado y con presencia de fisuras mayores a 2 milímetros. Por último, hay un 3% del total de las estructuras evaluadas (Clase D) que sus muros se encontraban totalmente deteriorados y sus fisuras eran muy perceptibles.

Una vez registrada la clasificación de los parámetros evaluados en cada una de las viviendas inspeccionadas por el método de Benedetti y Petrini se hace el cálculo del índice de vulnerabilidad aplicando la fórmula que se detalla a continuación. (ver capítulo 3, p. 33)

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} K_i \times W_i$$

Obteniendo los datos que se visualizan en la siguiente tabla:

**Tabla 11** Resultados del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini en las viviendas del AA. HH Ignacio Merino

| Índice De Vulnerabilidad (Benedetti – Petrini) | Número De Viviendas | Porcentaje De Vulnerabilidad |
|--|---------------------|------------------------------|
| Baja   | 14                  | 14%                          |
| Media  | 67                  | 67%                          |
| Alta   | 19                  | 19%                          |

Fuente: Elaboración propia de los autores

**Interpretación:** De las 100 viviendas de albañilería confinada evaluadas en el AA. HH Ignacio Merino, se registró que el 67 % de las viviendas tienen una vulnerabilidad media, seguido de un 19% de las viviendas que cuentan con una vulnerabilidad alta y por último el 14% restante presenta un índice de vulnerabilidad baja ante la ocurrencia de un sismo.

Una vez obtenido los resultados a través del método del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini se comparó con la vulnerabilidad física propuesta por INDECI cuyos resultados se presentan a continuación:

**Tabla 12** Resultados de vulnerabilidad según Método INDECI en las viviendas del AA.HH. Ignacio Merino

| Vulnerabilidad (INDECI) | Número De Viviendas | Porcentaje De Vulnerabilidad |
|-------------------------|---------------------|------------------------------|
| Baja                    | 0                   | 0%                           |
| Media                   | 75                  | 75%                          |
| Alta                    | 25                  | 25%                          |
| Muy Alta                | 0                   | 0%                           |

Fuente: Elaboración propia de los autores

**Interpretación:** De las 100 viviendas de albañilería confinada evaluadas en el AA. HH Ignacio Merino con la metodología de INDECI con respecto a la vulnerabilidad física, se evidenció que el 75% de las viviendas presentan una vulnerabilidad media, seguido de un 25% que registra una vulnerabilidad alta ante la ocurrencia de un sismo.

**Interpretación del objetivo 2:** Se obtuvo como resultado que al aplicar la metodología de Benedetti Petrini y la matriz de vulnerabilidad física de INDECI, la vulnerabilidad de dicha área es media con un 67% y un 75% del total de viviendas inspeccionadas en la zona de estudio respectivamente. La diferencia entre ambas evaluaciones es que con la metodología del índice de vulnerabilidad presenta como resultados que un 14 % de las construcciones tuvo una vulnerabilidad baja y un 19 % presentó vulnerabilidad alta, mientras que con la matriz de vulnerabilidad física se registró un 25% de edificaciones evidenciaron una vulnerabilidad alta.

De acuerdo al tercer objetivo del trabajo de investigación referente a calcular el índice de daños en las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020 se presentó lo siguiente:

Una vez calculado el índice de vulnerabilidad de cada vivienda y conociendo las aceleraciones sísmicas máximas para la ciudad de Piura, se hizo uso de las funciones de vulnerabilidad propuestas en el estudio de Jauja y Orbegoso (2008) para una estructura de albañilería confinada y de acuerdo a ello realizar el cálculo del índice de daños, relacionándolo con los niveles de daños propuesto por el EERI a fin de conocer el nivel de daño de las estructuras en el AA. HH Ignacio Merino, tal como se muestra en la tabla 13:

**Tabla 13** Índice de daños de las edificaciones del AA. HH Ignacio Merino según aceleraciones sísmicas

| Índice de daños | Aceleraciones Sísmicas |       |       |
|-----------------|------------------------|-------|-------|
|                 | 0.20g                  | 0.25g | 0.45g |
| Ligero          | 41                     | 15    | 2     |
| Moderado        | 59                     | 85    | 80    |
| Severo          | 0                      | 0     | 18    |
| Total           | 0                      | 0     | 0     |

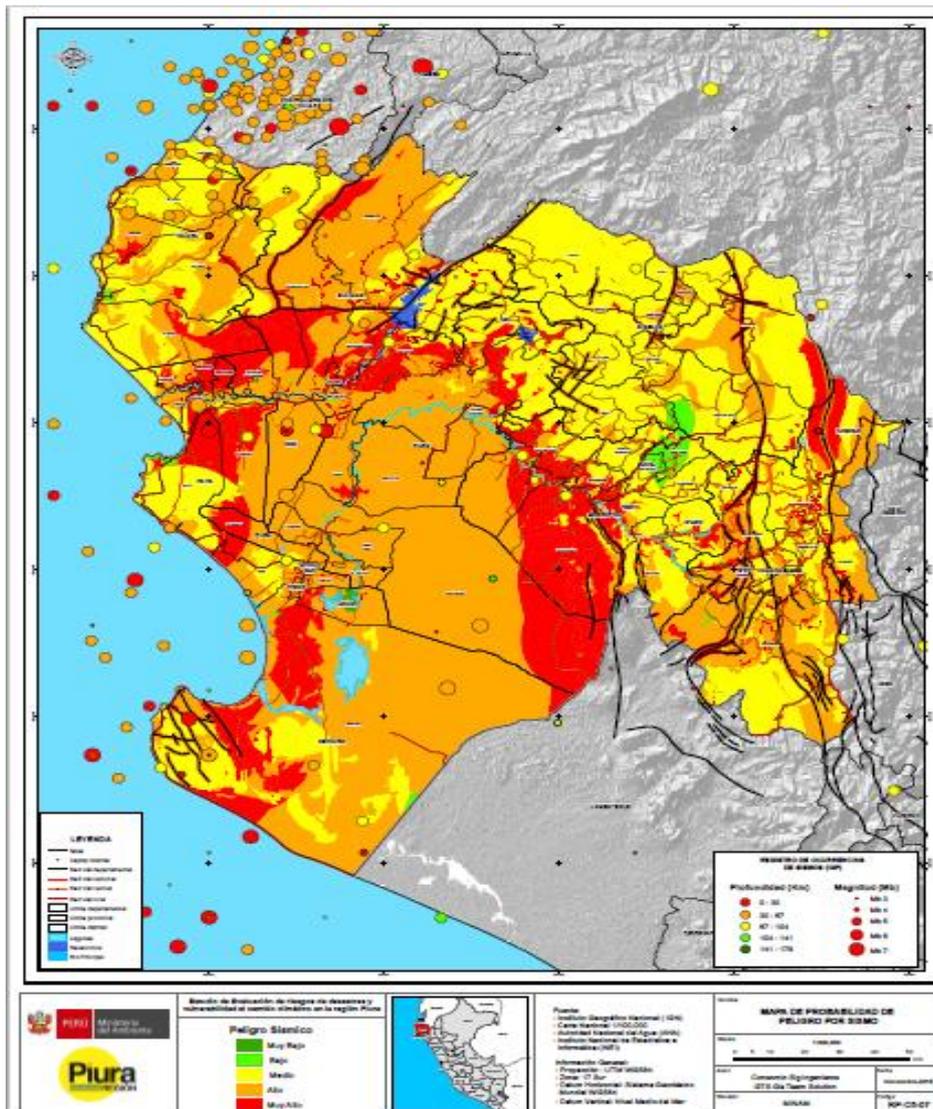
Fuente: Elaboración propia de los autores

**Interpretación del objetivo 3:** Para un sismo de 0.20 g. equivalente a un sismo muy fuerte en la escala de Mercalli se registró que el 41% de viviendas obtendría daños ligeros y un 59% de ellas podrían registrar daños moderados. En un sismo de 0.25 g. equivalente a un sismo muy fuerte en la escala de Mercalli se calculó que el 15% de edificaciones presentaría daños ligeros y un 85% de éstas tal vez presentarían daños moderados. Finalmente, en un eventual sismo de 0.45 g que es similar a un sismo severo en la escala de Mercalli se determinó que en un 2% de las construcciones se ocasionarían daños ligeros, en un 80% daños moderados y el 18% de casas restantes, daños severos.

Por último, para elaborar el modelo geoespacial que represente el riesgo sísmico de las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020 se tuvo en cuenta lo siguiente:

De la revisión documental se extrajo los mapas de peligro sísmico que ya han sido determinadas por entidades como: el Instituto Geofísico del Perú, el Ministerio del Ambiente y el Gobierno Regional de Piura. Posteriormente se hizo uso del programa ArcGIS 10.3 para la elaboración de los mapas de vulnerabilidad sísmica y de riesgo sísmico.

En el trabajo del Ministerio del ambiente (2016) denominado “Estudio de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático en la región Piura” se elaboró el mapa de probabilidad de impacto ante sismos que se muestra a continuación.

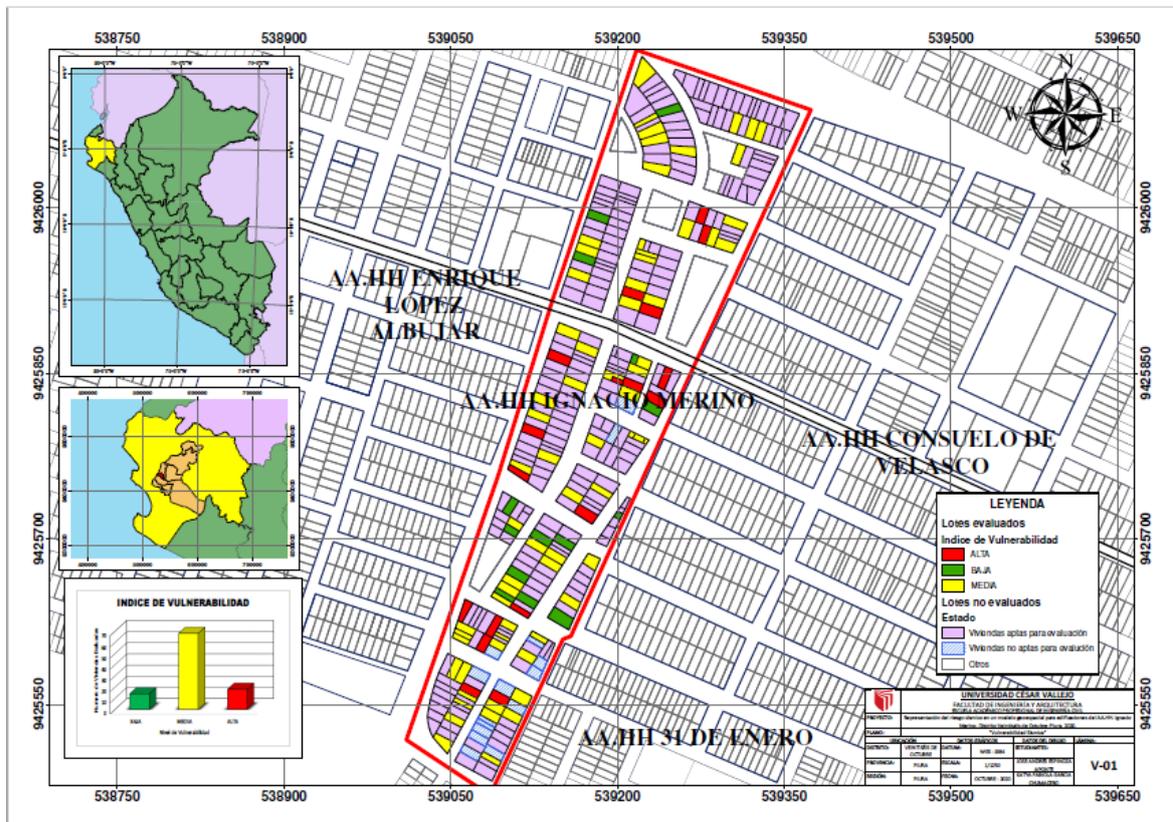


Fuente: Ministerio de Ambiente y Gobierno Regional de Piura. (2016)

**Figura 6** Mapa de Peligro Sísmico.

**Interpretación:** Este mapa refleja que el peligro sísmico para la ciudad de Piura es Alto pues el Ministerio del Ambiente concluye que los suelos presentan baja consistencia y que la ciudad de Piura se encuentra cercana a los procesos de subducción, registrando aceleraciones sísmicas cercanas a los 0.40 g. Por otra parte, el AA. HH Ignacio Merino se encuentra localizado dentro de una zona con alto peligro sísmico.

Posteriormente se realizó la elaboración de los mapas de vulnerabilidad sísmica de acuerdo a los resultados del análisis utilizando el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini. (Segundo objetivo)

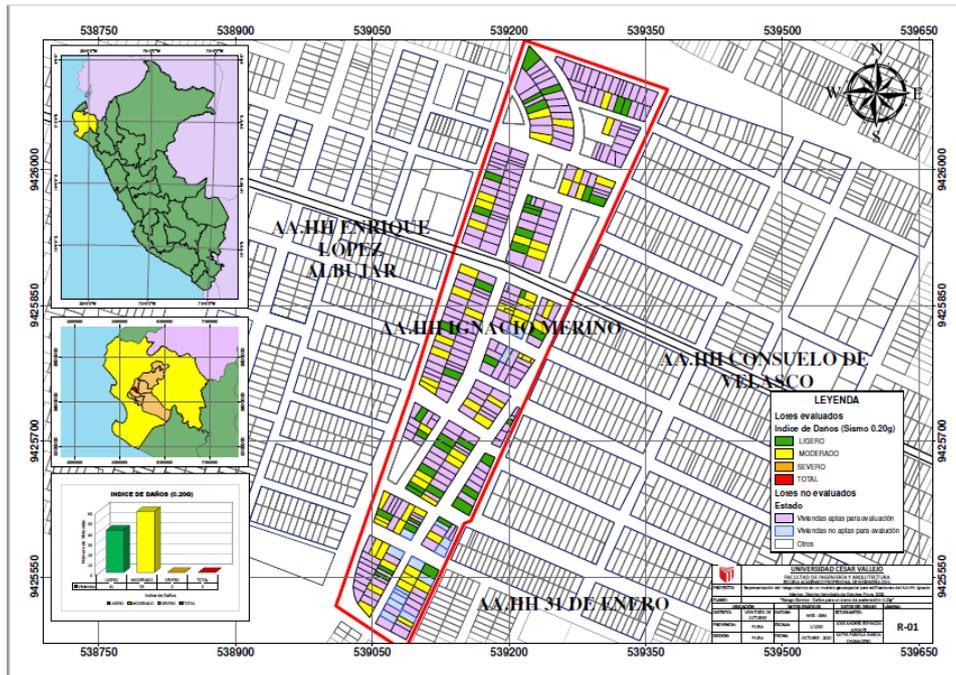


Fuente: Elaboración Propia de los autores.

**Figura 7** Mapa de Vulnerabilidad Sísmica.

**Interpretación:** Del 100% viviendas construidas con albañilería confinada que fueron evaluadas, se obtuvo como resultado que 67 viviendas presentaron una vulnerabilidad media debido a la informalidad de su construcción, el deterioro de ellas, mala conexión entre los elementos de arriostre y la mala calidad de los materiales.

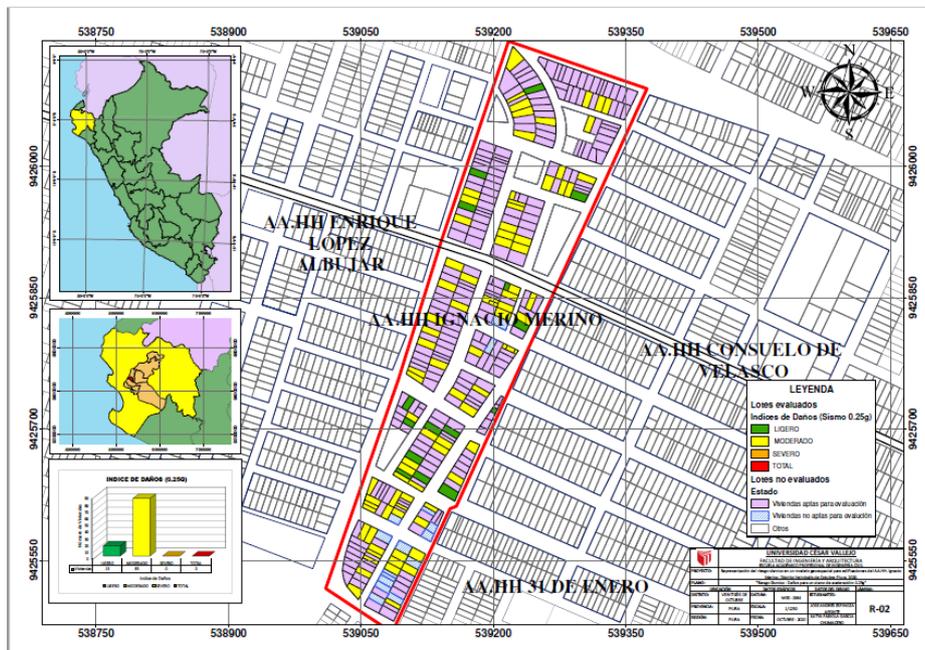
Una vez evaluada la vulnerabilidad se hizo uso de las funciones de vulnerabilidad de Jauja y Orbegoso para la elaboración de los escenarios de daños para sismos de 0.20g, 0.25g y 0.45g. (Ver capítulo 2: teorías relacionadas p.27 y capítulo 3: metodología, 3.5 procedimientos p.33)



Fuente: Elaboración propia de los autores.

**Figura 8** Mapa de Índice de daños para un sismo de 0.20g

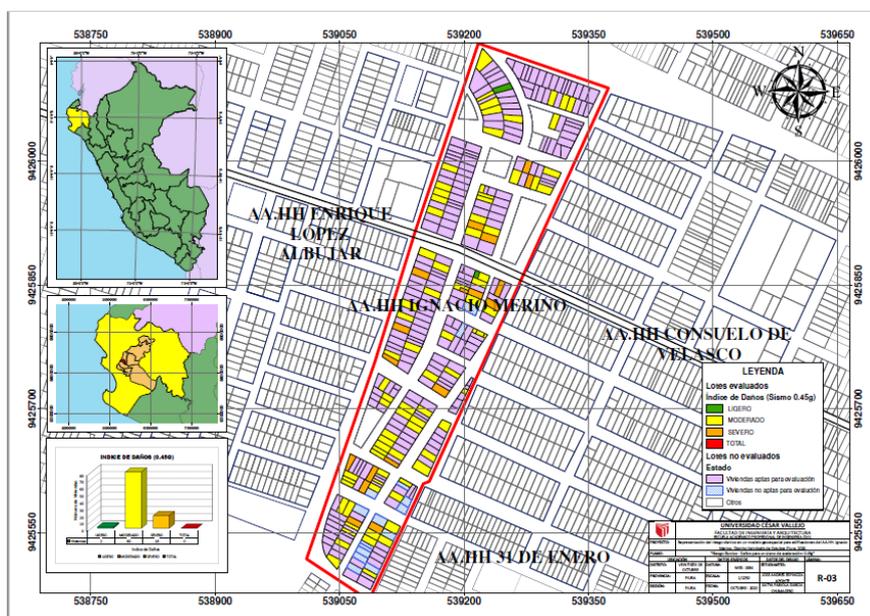
**Interpretación:** Según el análisis del escenario de daños para un sismo de 0.20 g. se estimó que el 59% de las viviendas pueden sufrir daños moderados lo que significaría la presencia de detrimentos estructurales ligeros y perjuicios no estructurales considerables, por lo que su reparación sería menor al 25% de valor de la edificación.



Fuente: Elaboración propia de los autores

**Figura 9** Mapa de índice de daños para un sismo de 0.25 g

**Interpretación:** Del análisis del mapa de índice de daños para un sismo de 0.25 g. se estimó que el 85% de las viviendas de albañilería del AA. HH Ignacio Merino podrían sufrir daños moderados, por lo tanto, podrían presentar daños estructurales ligeros y daños no estructurales considerables, es por ello que su reparación sería menor al 25% de valor de la edificación.



Fuente: Elaboración propia de los autores.

**Figura 10** Mapa índice de vulnerabilidad para un sismo de 0.45g

**Interpretación:** En el escenario de daños para un sismo de 0.45 g. se obtuvo que el 18% de las edificaciones de albañilería confinada del AA. HH Ignacio Merino presentarían daños severos, traducidos en daños estructurales considerables y daños no estructurales excesivos con un costo de reparación menor al 50% del valor de las viviendas, así mismo, el 80% de estas construcciones presentaría un daño moderado.

**Resultado general:** De la representación del riesgo sísmico de las estructuras de albañilería confinada construidas en el AA. HH Ignacio Merino se observa que el peligro sísmico para dicha zona, según la revisión documentaria, es alto con probabilidad de que ocurran sismos con aceleraciones de 0.19 g, 0.23 g y 0.42 g en diferentes periodos y registra una vulnerabilidad sísmica media representada por el 67% de las viviendas evaluadas con el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini. En ese contexto el riesgo sísmico tiene un valor medio, entonces podemos decir que a mayor aceleraciones sísmicas y mayor vulnerabilidad sísmica se registra un mayor riesgo sísmico.

## V. DISCUSIÓN

Basado en el análisis documental realizado para el logro del primer objetivo referido al peligro sísmico para las viviendas del AA. HH Ignacio Merino, este fue considerado alto, de acuerdo a los mapas de peligro sísmico establecidos por el Ministerio del Ambiente y el GORE Piura (Figura 6) donde se establece que el departamento de Piura es altamente sísmico por estar cercano al proceso de subducción entre la placa de Nazca y la Sudamericana y por su suelo no consistente, esto se puede comparar con lo que se señala en el anexo N° 2 de la norma E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones que establece que todos los distritos de la ciudad Piura pertenecen a una zona sísmica “4” equivalente a una alta probabilidad sísmica (MCVS, 2018). Así también, el IGP afirma que el área de análisis presenta altas probabilidades de que ocurran sismos muy fuertes y severos para periodos de retorno entre 50, 100, 475 y 975 años (Tabla 9) de acuerdo a la relación entre las aceleraciones determinadas por este Instituto y su correlación con la escala de Mercalli (Tabla 1) (Tavera, et al., 2014). Finalmente, de acuerdo al estudio de “Zonificación Sísmica – Geotécnica de la ciudad de Piura” se estableció que Piura presenta suelos medianamente rígidos, en particular en el asentamiento humano en mención se identificó que el suelo son arenas mal graduadas (SP) y constituyen suelos semi compactos. (Bernal et al., 2019). De esta comparación se puede afirmar que el peligro sísmico para el AA.HH. Ignacio Merino es alto.

Respecto a la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AA. HH Ignacio Merino se diagnosticó que esta tiene una vulnerabilidad media (Tabla 11 y 12) teniendo como características más influyentes: la calidad del sistema resistente, configuración en planta, distancia máxima entre muros, tipos de cubierta, elementos no estructurales las cuales se encuentran dentro de las clasificaciones C y D de la evaluación con el método de Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini (Tabla 10) así como con el método de INDECI. Al comparar estos resultados con el estudio de Montes y Paredes (2019) se obtuvo que ambas investigaciones tiene corolarios similares, ya que este antecedente recogió que la zona urbana del distrito de La Unión – Piura, el índice de vulnerabilidad es “medio” debido a la falta de mano de obra calificada, diseños no acordes a las normativas de construcción vigentes, la baja calidad del material empleado, el mal estado de conservación de las

estructuras de albañilería y la ausencia de asesoría técnica durante la ejecución de dichas viviendas. De la misma manera, Quiroga (2019) establece que la vulnerabilidad de las urbanizaciones Enrique López Albújar y Nuevo Sullana se debe a la baja calidad de construcción, es decir, existió una baja resistencia en las estructuras a causa de que los muros portantes en las viviendas no estaban adecuadamente confinados a los elementos de arriostre y las losas, además que la resistencia convencional fue mayor en la dirección perpendicular a la calle (dirección y). En otras palabras, los agentes nocivos del entorno, la autoconstrucción y los factores que influyen en la disminución de la resistencia estructural producen que las construcciones sean vulnerables ante sismos.

De todo lo expresado se puede decir que la metodología de Benedetti y Petrini es una de las más idóneas para evaluaciones de edificaciones a gran escala, sin embargo, debe de tenerse en cuenta que la aplicación de este método depende en gran medida del criterio y conocimiento del evaluador, debido a su carácter descriptivo y observacional, por lo que los resultados podrían diferir con otros estudios.

En cuanto al tercer objetivo se calculó que para los diferentes sismos probables en el AA. HH Ignacio Merino el índice de daños es moderado por lo que las viviendas en su mayoría sufrirían daños considerables en sus elementos no estructurales y daños ligeros en los elementos estructurales, por esta razón se necesitarían reparaciones mínimas ante la ocurrencia de un movimiento telúrico (tabla 11). Este resultado difiere del estudio expresado por Poicon (2017) quien determina que el riesgo sísmico de las viviendas de albañilería para el distrito de Catacaos es alto. Cabe resaltar que dicho estudio tiene en cuenta los aspectos físicos, sociales y para determinar el riesgo sísmico hace uso de matrices de estimación del riesgo sísmico proporcionados por INDECI. También se conoció que su zona de estudio cuenta con un peligro y vulnerabilidad sísmica alta y por consiguiente el riesgo concluye en un valor alto.

Por último, mediante la elaboración de los mapas de vulnerabilidad y riesgo sísmico (figuras 7, 8, 9 y 10) se logró representar los resultados obtenidos, por lo que se pudo determinar los escenarios que se presentan dentro del área de estudio. Dichos escenarios son importantes para la gestión de riesgos y para la elaboración

de estrategias de mitigación, reducción, y control de los efectos de desastres naturales. Tal y como lo establece Serrano y Temes (2015) la gestión de datos alfanuméricos y gráficos mediante una geodatabase, es decir los modelos geoespaciales, administrada a través de un SIG se ha demostrado como herramienta eficaz para este tipo de proyectos. Del mismo modo Besse et al. (2017) indica que estos estudios aportan significativamente en la mitigación de desastres y planificación urbana.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se conoció que el peligro sísmico para las edificaciones de albañilería confinada del AA. HH. Ignacio Merino es alta, debido a la probabilidad de ocurrencia de sismos muy fuertes y severos con aceleraciones de 0.19 g, 0.23 g, 0.42 g y 0.51 g para diferentes periodos de retorno, asimismo por localizarse sobre suelos de arenas mal graduadas y semicompactos.
2. Se identificó que la vulnerabilidad sísmica para las viviendas de albañilería confinada del AA. HH. Ignacio Merino aplicando el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini es media porque presenta problemas significativos en la calidad del sistema resistente, la configuración en planta, la distancia máxima entre muros, los tipos de cubierta y los elementos no estructurales y se comparó con las matrices de vulnerabilidad física de INDECI donde el resultado fue el mismo.
3. Se calculó que el índice de daños para las estructuras de albañilería confinada del AA. HH. Ignacio Merino es moderado para las distintas aceleraciones sísmicas evaluadas (0.20 g, 0.25 g, 0.45 g) presentando daños ligeros en los elementos estructurales y daños considerables en los elementos no estructurales, por lo que se necesitaría reparaciones del 25% del costo total de la edificación.
4. Se elaboraron los modelos geospaciales de vulnerabilidad y riesgo sísmico para las edificaciones del AA. HH Ignacio Merino, haciendo uso del software ArcGIS, donde se representó la vulnerabilidad sísmica y el riesgo sísmico en calidad de la materialización de los daños, siendo estos escenarios útiles para la elaboración de planes de gestión, mitigación y control de riesgos. Ver anexo 6)

## VII. RECOMENDACIONES

1. La ausencia de estudios de zonificación sísmica y geotécnica para el AA. HH. Ignacio Merino no permitió la determinación del peligro sísmico para el área de análisis por lo que se tuvo que se generalizar los estudios del departamento de Piura, de ahí la necesidad de que se realicen estudios zonificación sísmica y geotécnica por distritos, zonas, urbanizaciones, asentamientos humanos en la ciudad de Piura lo cual permitiría obtener un resultado específico para cada unidad de análisis.
2. Presentar los resultados a entidades como JUVECOs, municipalidades, y gobiernos regionales a fin de que dicha información sirva para que la población del área evaluada pueda realizar reforzamientos estructurales que disminuyan la vulnerabilidad ante un evento sísmico. Así mismo es importante que se diseñen edificaciones sismorresistentes para las zonas que presenten mayor vulnerabilidad sísmica en los modelos geoespaciales a fin de que estas viviendas resulten aptas para resistir las diferentes aceleraciones sísmicas y se elaboren planes de prevención y reducción de riesgos de desastres a nivel local, regional y nacional.
3. Desarrollar proyectos donde se elaboren funciones de vulnerabilidad para las condiciones sísmicas y estructurales de los diferentes sectores del departamento de Piura de acuerdo a registros de daños post-sismos a fin de que se tenga un cálculo más preciso del daño que sufrirían las estructuras ante un evento sísmico con lo cual se evitaría emplear funciones de vulnerabilidad de ciudades cercanas.
4. Elaborar modelos geoespaciales para el departamento de Piura, sus provincias, distritos, y para cada una de sus urbanizaciones, asentamientos humanos y pueblos jóvenes a fin de que se represente el riesgo sísmico de sus edificaciones y sean instrumentos útiles en la elaboración de planes de prevención y reducción de riesgos sísmicos.

## REFERENCIAS

ALGUACIL, Julio, CAMACHO, Javier y HERNÁNDEZ, Agustín. La vulnerabilidad urbana en España. Identificación y evolución de los barrios vulnerables. *Empiria. Revista de metodología de ciencias sociales* [en línea]. enero-abril 2014, n°. 27. [fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en <http://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/view/10863>

ISSN: 1139-5737

ASCUNTAR, Johana y JAIMES, Fabian. Ronda clínica y epidemiológica: sistemas de información geográfica (SIG) en salud. *Iatreia*. [en línea]. Vol.29, n° 1, 2016. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-07932016000100010&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-07932016000100010&script=sci_abstract&tlng=es)

ISSN: 0121-0793

BASSET, Luida y GUARDIOLA, Arianna. Seismic Vulnerability and Expected Damage in “Ground Zero Area” in El Cabanyal (Valencia). *International Journal of Architectural Heritage* [en línea]. 3 de enero del 2020. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2020].

Disponibilidad en <https://doi.org/10.1080/15583058.2019.1710783>.

ISSN: 1558-3066

BRAVO, Elizabeth. El sismo del 16 de abril en Manabí visto desde la ecología política del desastre. *Universitas. Revista de Ciencias Sociales y Humanas* [en línea]. enero-junio 2017, n°26. [fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476151860010>

ISSN: 1390-8634

BESSE, Andi; DIAH, Martiwi; BAKAR, Abu; MIURA, Fusanori. Physical Flood Vulnerability Mapping Applying Geospatial Techniques in Okazaki City, Aichi Prefecture, Japan por *Urban science*. [en línea] Vol. 1, n°1, 2017. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en <https://www.mdpi.com/journal/urbansci>

ISSN: 2413-8851

BERNAL, Isabel; GÓMEZ, Juan; VIVANCO, Pilar; VIVANCO, Mariana; ROSADO, Fabiola; SALAS, Henry; SULLA, Wilfredo; TORRES, Liliana; OYOLA, Javier; PARÍ, Kelly; ARREDONDO, Luz; HUARACHI, Jesús; SALAS, Jorge; CÁRDENAS, Augusto; YUPANQUI, Roberth; ENRIQUEZ, Marisol. Zonificación Sísmica – Geotécnica de la ciudad de Piura [en línea]. Lima: Instituto Geofísico del Perú, 2019 [fecha de consulta: 5 de octubre del 2020].

Disponible en: <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/9857>

CASTILLO, Grethell. Técnicas de programación paralela aplicadas al procesamiento de datos ráster mediante la biblioteca GDAL. Revista Cubana de Ciencias Informáticas [en línea]. Vol. 10, n° 1, 2016. [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2020].

Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992016000100006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992016000100006).

ISSN: 2227-1899

EBRAHIMIAN-GHAJARI, Yaser, ALESHEIKH, Ali; MODIRI, Mehdi; HOSNAVI, Reza; NEKOU EI, Mohammad. Modeling of Seismic Vulnerability of Urban Buildings in Geographic Information System Environment: A Case Study in Babol, Iran. *Scientific Journal Of Rescue And Relief* [en línea]. Vol. 7, n°4, 2016. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en <http://jorar.ir/article-1-243-en.html>

ISSN: 2008-529X

EL COMERCIO. El alto riesgo de las viviendas informales [en línea]. 26 de febrero del 2018. [Fecha de consulta: 5 de octubre del 2020]. Disponible en: <https://archivo.elcomercio.pe/amp/construyebien/noticias/alto-riesgo-viviendas-informales-noticia-1993016>

FERNÁNDEZ, Marta; MONSALVO, Enrique; GONZÁLES, Alexandra, SANTAMARÍA, José; Diseño de un método de análisis para el cálculo de la vulnerabilidad como predictor de la fragilidad en salud por *Ene* [en línea]. Vol. 12, n°1, 2018. [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2020].

Disponible en [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1988-348X2018000100007](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2018000100007)

ISSN: 1988-348X

FERREIRA, Tiago; MAIO, Rui; VICENTE, Romeu. Seismic vulnerability assessment of the old city centre of Horta, Azores: calibration and application of a seismic vulnerability index method. *Bulletin of Earthquake Engineering*. [en línea] Vol.15, nº7, 26 de diciembre del 2017. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2020]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10518-016-0071-9>  
ISSN: 1573-1456

FERREIRA, Tiago, RODRIGUEZ, Hugo y VICENTE, Romeu. Seismic Vulnerability Assessment of Existing Reinforced Concrete Buildings in Urban Centers. *Sustainability* [en línea]. Vol.12, nº10, 2020. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020]. Disponible en <https://www.mdpi.com/journal/sustainability>  
ISSN: 2071-1050

GIULIANI, Francesca, DE FALCO, Anna y CUTINI, Valerio. The role of urban configuration during disasters. A scenario-based methodology for the post-earthquake emergency management of Italian historic centres. *Safety Science* [en línea]. Vol.127, julio 2020. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753520300977?via%3Dihub>  
ISSN: 0925-7535

GUARDIOLA, Ariana y BASSET, Luisa. Earthquake risk scenarios of the Ciutat Vella District in Valencia, Spain. *Bulletin of Earthquake Engineering*. [en línea]. Vol. 18, nº4, marzo 2020. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2020]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10518-019-00745-7>  
ISSN: 1573-1456

GUARDIOLA, Ariana y BASSET, Luisa. Escenarios del riesgo sísmico del distrito de Eixample de la ciudad de Valencia. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*. [En línea] Vol. 31, nº2, 2015. [Fecha de consulta: 5 de octubre del 2020] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rimni.2014.01.002>  
ISSN: 0213-1315

GULFO, Aldemaro y SERNA, Luis. Vulnerabilidad sísmica de la infraestructura del sector urbano en Girardot-Cundinamarca. *Ingenierías* [en línea]. Vol. 18, n° 68, 2015. [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2020].

Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5247959>

ISSN: 1405-0676

HERNANDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. [en línea]. 6ª. ed. México: Mc Graw Hill Education, 2014. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERNÁNDEZ, Hernán; TOBÓN, Sergio. Análisis documental del proceso de inclusión en la educación. *Revista Ra Ximhai*. [en línea]. Vol 12, n°6, julio-diciembre, 2016. [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2020]

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/461/46148194028.pdf>

ISSN:1665-0441

HIDALGO, Diego, SCHMIDT, Victor y CRUZ, Miguel. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de hospitales de Costa Rica con la aplicación de índices de vulnerabilidad. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras* [en línea]. Vol. 21, n°4, 2016. [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2020].

Disponible en <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/riie/article/view/624>

ISSN: 1390-0315

HUISA, Carlos. Estudio Geotécnico en el análisis del riesgo sísmico de la zona norte de la ciudad de Tacna. Tesis (Doctor en ciencias y tecnologías medioambientales). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3169>

INDECI. Estudio mapa de peligros de la ciudad de Piura. [En línea]. Piura: Instituto Nacional de Defensa Civil, 2009 [fecha de consulta: 5 de octubre del 2020].

Disponible en: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/2594>

INDECI. Manual básico para la estimación del riesgo [En línea] Lima: INDECI, 2006. [fecha de consulta: 10 de noviembre del 2020].

Disponible en: [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319\\_contenido.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf)

KUROIWA, Julio. Manual para la reducción del Riesgo Sísmico de viviendas en el Perú [en línea] Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016. Disponible en: <http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/MINISTERIOS/Manual%20para%20la%20Reduccion%20del%20Riesgo%20Sismico%20de%20Viviendas%20en%20el%20Peru.pdf>

MORENO, Nayid. Comportamiento ante movimientos sísmicos, de viviendas de mampostería de una y dos plantas en el barrio La Paz de Barranquilla. *Revista Inge-CUC* [en línea]. Vol. 6, n°6, octubre 2010. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2020] Disponible en <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/295>  
ISSN: 2382-4700

LEE, Saro; PANAHI, Mahdi; REZA, Hamid; SHAHABI, Himan; ALIZADEH, Mohsen; SHIRZADI Ataollah; KHOSRAVI Khabat; MELESSE, Assefa; YEKRANGNIA, Mohamad; REZAI, Fatemeh; MOEINI, Hamidreza; THAI, Binh; BIN, Baharin. SEVUCAS: A Novel GIS-Based Machine Learning Software for Seismic Vulnerability Assessment. *Applied sciences* [en línea]. Vol. 9, n°17, 2019. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020]. Disponible en <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/17/3495>  
ISSN: 2076-3417

LESTUZZI, P; PODESTA, S; LUCHINI, C; GAROFANO, A; KAZANTZIDOU, D; BOZZANO, C; BISCHOF, P; HAFFTER, A; ROULLIER, J. Seismic vulnerability assessment at urban scale for two typical Swiss cities using Risk-UE methodology por. *Natural Hazards*. [en línea]. Vol.84, n°1, 16 de junio del 2016. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11069-016-2420-z>  
ISSN: 1573-0840

LIU, Yaohu; LI, Zhiqiang; WEI Benyong, LI, Xiaoli; FU, Bo. Seismic vulnerability assessment at urban scale using data mining and GIScience technology: application to Urumqi (China). *Geomatics, Natural Hazards and Risk* [en línea]. Vol. 10, n°1, 2019. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19475705.2018.1524400>

ISSN: 1947-5713

MALDONADO, Esperanza; GÓMEZ, Iván y CHIO, Gustavo. Funciones de vulnerabilidad y matrices de probabilidad de daño sísmico para edificaciones de mampostería utilizando técnicas de simulación. *Dyna* [en línea]. Vol 75, n° 155. 2008. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2020].

Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49611953008>

ISSN: 0012-7353

MARTÍNEZ, Sandra BENITO, M; CERVERA, J; MORILLO, M; LUNA, M. Urban modifiers of seismic vulnerability aimed at Urban Zoning Regulations. *Bulletin of Earthquake Engineering* [en línea]. Vol 15, n° 11. 29 de mayo del 2017. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2020].

Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10518-017-0162-2>

ISSN: 4719-4750

MARTINEZ, Elvia; Inteligencia geoespacial para desastres sísmicos: investigaciones en CentroGeo. *Revista mexicana de sociología* [en línea]. Vol. 80, septiembre 2018. [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2020].

Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-25032018000500071&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-25032018000500071&lng=es&nrm=iso)

ISSN: 2594-0651

MEDINA, Iván, SOLER, Juan y GINER, José. Cálculo de Escenarios de Daños Sísmicos en la Comunidad Valenciana utilizando Model Builder (ArcGIS). *Geogaceta* [en línea] Vol.62, 2017. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en [http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/geo62/geo62\\_17.pdf](http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/geo62/geo62_17.pdf)

ISSN: 2173-6545

MEDINA, Jenner y PIMINCHUMO, Cesar. Vulnerabilidad Sísmica De La Ciudad De Monsefú Aplicando Los Índices De Benedetti - Petrini. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2018.

Disponible en <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/3143>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. G.040: Definiciones. Lima:2016. 5pp.

MONTES, Kevin y PAREDES, Iván. Análisis De La Vulnerabilidad Geotécnica - Sísmica En Edificaciones Del Casco Urbano, Distrito De La Unión - Departamento De Piura- Provincia De Piura. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.

Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/5542>

NINGTHOUJAM, M. y RADHIKESH, N. A GIS System Integrated with Earthquake Vulnerability Assessment of RC Building. *Structures* [en línea]. Vol. 15, August 2018. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352012418300778?via%3Dihub#!>

ISSN: 2352-0124

PEREPÉREZ, B. La peligrosidad sísmica y el factor de riesgo. *Informes de la construcción*. [en línea]. Vol. 66, n° 534, abril-junio 2014 [Fecha de consulta: 16 de setiembre del 2020].

Disponible en <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/3246/3652>

ISSN-L: 0020-0883

PINEDA, Jenny. Determinación el índice de vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales construidas en 1974 en el barrio de la soledad baja de la ciudad de Huaraz – Año 2013. Tesis (Maestría en ciencias e ingeniería). Ancash: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2603>

POICON, Alexis. Análisis y evaluación del riesgo sísmico en edificaciones de albañilería en el centro del distrito de Catacaos – Piura. Tesis (Titulo en ingeniería civil). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1248>

PRECIADO, Adolfo; RAMIREZ, Alejandro; SANTOS, Carlos; RODRIGUEZ, Osmar. Seismic vulnerability assessment and reduction at a territorial scale on masonry and adobe housing by rapid vulnerability indicators: The case of Tlajomulco, Mexico.

*International Journal of Disaster Risk Reduction* [en línea]. Vol. 44, abril 2020.  
[Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212420919308490?via%3Dihub>

ISSN: 2212-4209

QUIROGA, Carlos. Diagnóstico Preliminar De La Vulnerabilidad Sísmica De Las Autoconstrucciones En La Provincia De Sullana. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil) Piura: Universidad Nacional de Piura, 2019.

Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2207>

REDWEIK, Paula; TEVES, Paula; VILAS, Inés; SANTOS, Teresa. 3D City Models as a Visual Support Tool for the Analysis of Buildings Seismic Vulnerability: The Case of Lisbon. *International Journal of Disaster Risk Science* [en línea]. Vol 8, 21 de septiembre 2017. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s13753-017-0141-x>

ISSN: 2192-6395

RIVERA, Luis. Vulnerabilidad sísmica de estructuras de construcción progresiva. Tesis (Magister en Ingeniería-Estructuras). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2017.

Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/64012>

RÓDENAS, Jose; GARCÍA, Salvador y TOMÁS, Antonio. Estimation of the Buildings Seismic Vulnerability: A Methodological Proposal for Planning Ante-Earthquake Scenarios in Urban Areas. *Applied Sciences* [en línea] Vol. 8, nº 7, 23 de Julio del 2018. [Fecha de consulta: 2 de marzo del 2020].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/8/7/1208>

ISSN: 2076-3417

RUIZ, Alejandro, Vidal, F. y Aranda, Carolina. Estudio De La Vulnerabilidad Sísmica Del Centro Histórico De Tapachula, Chiapas, Con El Método Del Índice De Vulnerabilidad. *International Journal of Natural Disasters, Accidents and Civil Infrastructure* [en línea]. Vol. 15, nº1, 2015. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en: [https://www.scipedia.com/public/Sibaja\\_et\\_al\\_2015a](https://www.scipedia.com/public/Sibaja_et_al_2015a)

ISSN: 1936-1483

SERRANO, B. y TEMES, R. Vulnerabilidad y riesgo sísmico de los edificios residenciales estudiados dentro del Plan Especial de evaluación del riesgo sísmico en la Comunidad Valenciana. *Informes de la construcción* [en línea]. Vol. 67, n°539, 2015. [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2020].

Disponible en <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4449/5147>

ISSN 0020-0883

SHEIKHIAN, Hossein, DELAVAR, Mahmoud y STEIN, Alfred. A GIS-based multi-criteria seismic vulnerability assessment using the integration of granular computing rule extraction and artificial neural networks. *Transactions in GIS* [en línea]. Vol. 21, n° 6, 2017. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/tgis.12274>

ISSN: 1467-9671

TAVERA, Hernando; BERNAL, Isabel; CONDORI, Cristóbal; ORDAZ, Mario, ZEVALLOS, Antonio; ISHIZAWA, Oscar. Reevaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú. Informe inédito [En línea]. Lima: Instituto Geofísico del Perú, 2014. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en: <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/783>

TINOCO, Tito. Aplicación Del Modelo Geoespacial De Vulnerabilidad Sísmica En Función De La Calidad De Las Edificaciones De La Zona Urbana Del Distrito De Chiquián - Bolognesi - 2016. Tesis (Doctor en Tecnología de información geográfica y gestión del territorio). Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2019.

Disponible en <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2779>

TOMASZEWSKI, Brian; MOORE, Elizabeth; PARNELL, Kyle; LEADER, Alexandra; ARMINGTON, William; APONTE, Omar; BROOKS, Leslie, HEROLD, Brienna, MEYERS, Benjamin; RUGGERO, Taylor, SUTHERBY, Zachary; WOLTERS, Madeline, WU, Sandy, SZARYNSKI, Jörg; GREVE, Klaus, PARODY, Robert. Developing a geographic information capacity (GIC) profile for disaster risk management under United Nations framework commitments. *International Journal*

of *Disaster Risk Reduction* [en línea]. Vol. 47, agosto 2020. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212420919317522?via%3Dihub>

ISSN: 2212-4209

VARGAS, Freddie. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas y edificios comerciales menores en el área central de Pérez Zeledón, Costa Rica. Tesis (Licenciatura en Ingeniería en Construcción). Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Construcción, 2016.

Disponible en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6672>

YAMIN, Luis; HURTADO, Álvaro; RINCON, Raúl; DORADO, Juan; REYES, Juan. Probabilistic seismic vulnerability assessment of buildings in terms of economic losses. *Engineering Structures* [en línea]. Vol. 138, 1 de mayo del 2017. [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2020].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029617303875?via%3Dihub>

ISSN: 0141-0296

ZHAI, Yougmei, CHEN, Shenglong y OUYANG, Qianwen. GIS-Based Seismic Hazard Prediction System for Urban Earthquake Disaster Prevention Planning. *Sustainability* [en línea]. Vol. 11, n° 9, 2019. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en [https://www.mdpi.com/2071-1050/11/9/2620?type=check\\_update&version=1](https://www.mdpi.com/2071-1050/11/9/2620?type=check_update&version=1)

ISSN: 2071-1050

## ANEXOS

### Anexo 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

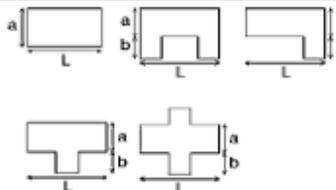
| VARIABLES          | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DEFINICIÓN OPERACIONAL                  | DIMENSIONES   | INDICADORES  | ESCALA    |
|--------------------|--|---|---|--|-----------|
| RIESGO SÍSMICO     | El riesgo sísmico de una edificación es el daño sufrido por la exposición a un peligro sísmico dentro de un tiempo determinado (Rodenas, García y Tomas, 2018) | Se hará uso de una ficha de observación | <p>Peligro sísmico</p> <p>Vulnerabilidad sísmica</p> <p>Índice de daños</p>                                 | <p>Valores PGA/Piura</p> <p>Sistema Estructural<br/>Resistencia Sísmica<br/>Topografía y Cimentación<br/>Losas<br/>Configuración Geométrica<br/>Separación de muros<br/>Condición de los techos<br/>Componentes Arquitectónicos<br/>Condición del edificio</p> <p>Funciones de vulnerabilidad<br/>Intensidad del sismo</p> | INTERVALO |
| MODELO GEOESPACIAL | Es un conjunto de datos construido para la descripción y representación del aspecto de los objetos del mundo real en el ordenador. (Tinoco, 2019)              | Se hará uso del software ArcGIS         | <p>Mapa de peligro sísmico</p> <p>Modelo de geoespacial de vulnerabilidad</p> <p>Mapa de riesgo sísmico</p> | <p>Índice de peligro sísmico</p> <p>Escalas de vulnerabilidad:<br/>- Baja<br/>- Media<br/>- Alta</p> <p>Índice de daños<br/>- Edificaciones</p>  | INTERVALO |

Fuente: Elaboración propia de los autores.

## Anexo 2: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

|   |  |   |              |
|---|--|---|--------------|
|    |  | <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b><br><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> |              |
| <b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>   |  |   |              |
| <b>VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA</b>   |  |   |              |
| Proyecto:   | "Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020" |   |              |
| Propietario:  |  |   |              |
| Dirección:  |  |   | Código:      |
| Departamento  | Provincia  | Distrito  |              |
| Piura   | Piura  | Veintiséis de Octubre   |              |
| Fecha   |  | Hora  |              |
| <b>I. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES</b>   |  |   |              |
| <b>SISTEMA ESTRUCTURAL.</b>   |  |   |              |
| <b>1. Organización del Sistema Resistente</b>   |  |   | <b>CLASE</b> |
| A. Sistema con vigas y columnas de arriostre<br>B. Muros conectados solo con columnas de arriostre<br>C. Muros conectados solo con vigas de amarre<br>D. Muros de albañilería no ligados a elementos de arriostre   |  |   |              |
| <b>2. Calidad del Sistema Resistente</b>  |  |   | <b>CLASE</b> |
| > Unidades de Albañilería Buena Calidad <input type="checkbox"/> Mala Calidad <input type="checkbox"/><br>> Aparejo en muros Adecuado <input type="checkbox"/> Inadecuado <input type="checkbox"/><br>> Mortero Buena Calidad <input type="checkbox"/> Mala Calidad <input type="checkbox"/>  |  |   |              |
| <b>RESISTENCIA SISMICA</b>  |  |   |              |
| <b>3. Resistencia Convencional</b>  |  |   | <b>CLASE</b> |
| > Área de muros en "x":<br>> Área de muros en "y":<br>> Número de pisos:<br>> Altura de entrespiso:<br>> Numero de diafragmas horizontales:<br>> Área total construida:<br>> Área total de cubierta:<br>Resistencia cortante "x":<br>Resistencia cortante "y":<br>Peso de la Estructura "W":<br>Coeficiente sísmico resistente "CSR":<br>Coeficiente sísmico exigido "CSE":<br>Demanda de Ductilidad "DD":  |  |   |              |
| <b>TOPOGRAFÍA Y CIMENTACIÓN</b>   |  |   |              |
| <b>4. Posición del edificio y cimentación</b>   |  |   | <b>CLASE</b> |
| > Pendiente del Terreno<br>- Menores 10% <input type="checkbox"/><br>- 10% - 20% <input type="checkbox"/><br>- 20% - 30% <input type="checkbox"/><br>- 30% - 50% <input type="checkbox"/><br>> Tipo de suelo<br>- Roca Dura <input type="checkbox"/><br>- Roca o Suelos Muy Rígidos <input type="checkbox"/><br>- Suelos Intermedios <input type="checkbox"/><br>- Suelos Blandos <input type="checkbox"/><br>> Desnivel de cimentación<br>- Sin desniveles <input type="checkbox"/><br>- Menor a 1 metro <input type="checkbox"/><br>> Agentes nocivos en el suelo Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> |  |   |              |

Fuente: Elaboración propia de los autores

| <b>LOSAS</b>   |  |              |
|--|--|--------------|
| <b>5. Diafragmas Horizontales</b>  |  | <b>CLASE</b> |
| ➤ Desniveles:  | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>                            |              |
| ➤ Deformación:   | Visible <input type="checkbox"/> Despreciable <input type="checkbox"/>             |              |
| ➤ Conexión a muros:  | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>                            |              |
| <b>CONFIGURACIÓN GEOMETRICA</b>  |  |              |
| <b>6. Configuración en Planta</b>  |  | <b>CLASE</b> |
| ➤ Longitud menor del edificio (a):   |  |              |
| ➤ Longitud del saliente (b):   |  |              |
| ➤ Longitud mayor del edificio (L):   |  |              |
| <b>b1=a/L:</b><br><b>b2=b/L:</b>   |  |              |
| <b>7. Configuración en Elevación</b>   |  | <b>CLASE</b> |
| ➤ Diferencia de masa entre pisos   | Aumento <input type="checkbox"/> Reducción <input type="checkbox"/>                |              |
| - Menor a 10%  | <input type="checkbox"/>   |              |
| - 10% - 20%  | <input type="checkbox"/>   |              |
| - 20% - 50%  | <input type="checkbox"/>   |              |
| - Mayores al 50%   | <input type="checkbox"/>   |              |
| <b>MUROS</b>   |  |              |
| <b>8. Distancia Máxima entre Muros</b>   |  | <b>CLASE</b> |
| ➤ Espaciamiento máximo entre muros transversales (L):  |  |              |
| ➤ Espesor de muro (S):   |  |              |
| Relación (L/S):  |  |              |
| <b>TECHO</b>   |  |              |
| <b>9. Tipo de Cubierta</b>   |  | <b>CLASE</b> |
| A. Cubiertas livianas y conectadas adecuadamente a los muros y con viga cumbreira o cubiertas planas.  |  |              |
| B. Cubiertas estables sin viga cumbreira o parcialmente estable con viga cumbreira, conectada adecuadamente a los muros  |  |              |
| C. Cubiertas inestables con viga cumbreira.  |  |              |
| D. Cubiertas inestables, sin viga cumbreira.   |  |              |
| <b>II. CARACTERÍSTICA NO ESTRUCTURAL</b>   |  |              |
| <b>COMPONENTES NO ESTRUCTURALES</b>  |  |              |
| <b>10. Elementos no Estructurales</b>  |  | <b>CLASE</b> |
| A. Edificios sin cornisas y parapetos, con presencia de chimeneas livianas y pequeñas, y balcones integrados en los diafragmas rígidos.  |  |              |
| B. Considera edificios con cornisas y parapetos bien conectados, con presencia de chimeneas livianas y pequeñas, y balcones integrados en los diafragmas rígidos.                          |  |              |
| C. Involucra los elementos no estructurales con pequeñas dimensiones con conexiones deficientes.   |  |              |
| D. Comprende a los edificios con elementos no estructurales con dimensiones y masas significativas para la estructura, además de presencia de balcones mal vinculados al diafragma rígido. |  |              |
| <b>CONDICIÓN DEL EDIFICIO</b>  |  |              |
| <b>11. Estado de Conservación</b>  |  | <b>CLASE</b> |
| ➤ Fisuras:   |  |              |
| - Muros sin fisuras  | <input type="checkbox"/>   |              |
| - Muros con fisuras menores a 2 milímetros   | <input type="checkbox"/>   |              |
| - Muros con fisuras mayores a 2 milímetros   | <input type="checkbox"/>   |              |
| - Muros con fisuras muy perceptibles   | <input type="checkbox"/>   |              |

Fuente: Elaboración propia de los autores.



## Anexo 3: VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS



### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Lucio Sigifredo Medina Carbajal con DNI N° 40534510 magister en Gestión Pública N° ANR/COP 76695, de profesión Ingeniero Civil, desempeñándome actualmente como Docente de la Universidad Cesar Vallejo – Filial Plura, en la escuela profesional de Ingeniería civil.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los Instrumentos:

Ficha de observación: Vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

|                    | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|--------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1. Claridad        |            |           |       | X         |           |
| 2. Objetividad     |            |           |       | X         |           |
| 3. Actualidad      |            |           |       |           | X         |
| 4. Organización    |            |           |       |           | X         |
| 5. Suficiencia     |            |           |       | X         |           |
| 6. Intencionalidad |            |           |       | X         |           |
| 7. Consistencia    |            |           |       | X         |           |
| 8. Coherencia      |            |           |       | X         |           |
| 9. Metodología     |            |           |       | X         |           |

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Plura a los 18 días del mes de Junio del Dos mil veinte.

Mg. LUCIO S. MEDINA CARBAJAL  
ING. CIVIL  
R. COP. 76695

Mg. : Ing. Lucio Medina Carbajal  
DNI : 40534510  
Especialidad : Gestión Pública  
E-mail : lmedinac@ucvvirtual.edu.pe







### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Miguel Ángel Chan Heredia con DNI N° 18166174 magister en Ingeniería Civil Y Educación Y Gestión Educativa N° ANR/COP 88837, de profesión Ingeniero Civil, desempeñándome actualmente como Docente de la Universidad Cesar Vallejo – Filial Plura, en la escuela profesional de Ingeniería Civil.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los Instrumentos:

Ficha de observación: Vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

|                    | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|--------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1. Claridad        |            |           |       | X         |           |
| 2. Objetividad     |            |           |       | X         |           |
| 3. Actualidad      |            |           |       | X         |           |
| 4. Organización    |            |           |       | X         |           |
| 5. Suficiencia     |            |           |       | X         |           |
| 6. Intencionalidad |            |           |       | X         |           |
| 7. Consistencia    |            |           |       | X         |           |
| 8. Coherencia      |            |           |       | X         |           |
| 9. Metodología     |            |           |       | X         |           |

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Plura a los 24 días del mes de octubre del Dos mil veinte.

Mg. : Ing. MIGUEL CHAN HEREDIA  
DNI : 18166174  
Especialidad : ESTRUCTURAS  
E-mail : mchangheredia@hotmail.com





**“Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiseis de Octubre. Piura 2020”**

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: VULNERABILIDAD SIMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA**

| Indicadores                   | Criterios  | Deficiente<br>0 - 20 |   |    |    |    | Regular<br>21 - 40 |    |    |    |    | Buena<br>41 - 60 |    |    |    |    | Muy Buena<br>61 - 80 |    |    |    |    | Excelente<br>81 - 100 |    |    |    |     | OBSERVACIONES |
|-------------------------------|--|----------------------|---|----|----|----|--------------------|----|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----------------------|----|----|----|----|-----------------------|----|----|----|-----|---------------|
|                               |  | 0                    | 5 | 10 | 15 | 20 | 21                 | 25 | 30 | 35 | 40 | 41               | 45 | 50 | 55 | 60 | 61                   | 65 | 70 | 75 | 80 | 81                    | 85 | 90 | 95 | 100 |               |
| <b>ASPECTOS DE VALIDACION</b> |  | 0                    | 5 | 10 | 15 | 20 | 21                 | 25 | 30 | 35 | 40 | 41               | 45 | 50 | 55 | 60 | 61                   | 65 | 70 | 75 | 80 | 81                    | 85 | 90 | 95 | 100 |               |
| 1. Claridad                   | Esta formulado con un lenguaje apropiado                 |                      |   |    |    |    |                    |    |    |    |    |                  |    |    |    |    |                      |    |    |    | 76 |                       |    |    |    |     |               |
| 2. Objetividad                | Esta expresado en conductas observables                  |                      |   |    |    |    |                    |    |    |    |    |                  |    |    |    |    |                      |    |    |    | 80 |                       |    |    |    |     |               |
| 3. Actualidad                 | Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación |                      |   |    |    |    |                    |    |    |    |    |                  |    |    |    |    |                      |    |    |    | 80 |                       |    |    |    |     |               |
| 4. Organización               | Existe una organización lógica entre sus ítems           |                      |   |    |    |    |                    |    |    |    |    |                  |    |    |    |    |                      |    |    |    | 75 |                       |    |    |    |     |               |
| 5. Suficiencia                | Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad. |                      |   |    |    |    |                    |    |    |    |    |                  |    |    |    |    |                      |    |    |    | 75 |                       |    |    |    |     |               |

Fuente: Elaboración propia de los autores





## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ELKA PANDURO ALVARADO con DNI N.º 18081570 Magister en Gestión Pública N.º ARP/COP 70198, de profesión Ingeniero Civil desempeñandome actualmente como Inspector Técnico en Edificaciones RITSE N.º 1147 en Municipalidad de Porvenir.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los Instrumentos:

Ficha de observación: Vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

|                    | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|--------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1. Claridad        |            |           |       |           | X         |
| 2. Objetividad     |            |           |       |           | X         |
| 3. Actualidad      |            |           |       |           | X         |
| 4. Organización    |            |           |       |           | X         |
| 5. Suficiencia     |            |           |       |           | X         |
| 6. Intencionalidad |            |           |       |           | X         |
| 7. Consistencia    |            |           |       |           | X         |
| 8. Coherencia      |            |           |       |           | X         |
| 9. Metodología     |            |           |       |           | X         |

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 10 días del mes de noviembre del Dos mil veinte.

Mg. : Elka Panduro Alvarado  
DNI : 18081570  
Especialidad: Inspector Técnico en Edificaciones RITSE  
N.º 1147  
E-mail : [elkapanduro@hotmail.com](mailto:elkapanduro@hotmail.com)

  
Elka Panduro Alvarado  
ING. CIVIL INSTRUCTA ESPECIALIZADO  
OP. N.º 70198 - RITSE N.º 1147

**“Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre. Piura 2020”**

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: VULNERABILIDAD SIMICA DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA**

| Indicadores            | Criterios  | Deficiente<br>0 - 20 |    |    |    |    | Regular<br>21 - 40 |    |    |    |    | Buena<br>41 - 60 |    |    |    |    | Muy Buena<br>61 - 80 |    |    |    |     | Excelente<br>81 - 100 |  |  |  |  | OBSERVACIONES |
|------------------------|--|----------------------|----|----|----|----|--------------------|----|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----------------------|----|----|----|-----|-----------------------|--|--|--|--|---------------|
|                        |  | 0                    | 6  | 11 | 16 | 21 | 26                 | 31 | 36 | 41 | 46 | 51               | 56 | 61 | 66 | 71 | 76                   | 81 | 86 | 91 | 96  | 100                   |  |  |  |  |               |
| ASPECTOS DE VALIDACION |  | 5                    | 10 | 15 | 20 | 25 | 30                 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55               | 60 | 65 | 70 | 75 | 80                   | 85 | 90 | 95 | 100 |                       |  |  |  |  |               |
| 1. Claridad            | Esta formulado con un lenguaje apropiado                 |                      |    |    |    |    |                    |    |    |    |    |                  |    |    |    |    |                      |    |    |    |     |                       |  |  |  |  |               |
| 2. Objetividad         | Esta expresado en conductas observables                  |                      |    |    |    |    |                    |    |    |    |    |                  |    |    |    |    |                      |    |    |    |     | 96                    |  |  |  |  |               |
| 3. Actualidad          | Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación |                      |    |    |    |    |                    |    |    |    |    |                  |    |    |    |    |                      |    |    |    |     | 96                    |  |  |  |  |               |
| 4. Organización        | Existe una organización lógica entre sus ítems           |                      |    |    |    |    |                    |    |    |    |    |                  |    |    |    |    |                      |    |    |    |     | 96                    |  |  |  |  |               |
| 5. Suficiencia         | Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad. |                      |    |    |    |    |                    |    |    |    |    |                  |    |    |    |    |                      |    |    |    |     | 96                    |  |  |  |  |               |





**Imagen satelital del sector de estudio**



Fuente: Google Earth Pro

## Cálculo de la Muestra

Se calculará la muestra de la siguiente expresión:

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

Dónde:

$$Z = \text{nivel de confianza (95\%)} = 1.96$$

$$N = \text{Tamaño de la población} = 324 \text{ viviendas de albañilería confinada}$$

$$p = \text{probabilidad de éxito o proporción esperada} = 90\%$$

$$q = \text{probabilidad de fracaso} = 10\%$$

$$e = \text{error máximo admisible} = 5\%$$

Calculando:

$$n = \frac{1.96^2 \times 338 \times 0.90 \times 0.10}{0.05^2(338 - 1) + (1.96^2 \times 0.90 \times 0.10)}$$

Obteniendo finalmente que la muestra es:

$$n = 97 \text{ viviendas de albañilería confinada}$$

## Porcentaje de autoconstrucción

**PERÚ:**  
Según Capeco,  
el 80% de las  
viviendas son  
informales.

---

**LTMA:**  
Se aproxima que  
70% de las  
viviendas son  
informales.



Esto significa que, ante un eventual sismo de alta magnitud o un huauco, son muchas más las viviendas que correrían riesgo de desplomarse o dañarse severamente que las que lo soportarían.

---



Fuente: Maestro (2018)

## Anexo del Capítulo IV: Desarrollo por Objetivos

### Anexo del objetivo 1: Aceleraciones sísmicas máximas del Perú

| CIUDAD       | Coordenadas Geográficas |          | Aceleraciones Máximas PGA (gals) por periodo de retorno en años Tr |         |         |         |
|--------------|-------------------------|----------|--|---------|---------|---------|
|              | Latitud                 | Longitud | Tr=50  | Tr= 100 | Tr= 475 | Tr= 975 |
| Tumbes       | -3.56                   | -80.45   | 181.72   | 228.43  | 409.05  | 494.84  |
| Piura        | -5.20                   | -80.63   | 181.32   | 228.89  | 412.19  | 499.87  |
| Chiclayo     | -6.70                   | -79.84   | 166.02   | 201.69  | 366.46  | 437.97  |
| Trujillo     | -8.11                   | -79.03   | 181.79   | 230.20  | 43.56   | 495.62  |
| Huaraz       | -9.53                   | -77.53   | 102.48   | 158.22  | 253.80  | 312.68  |
| Lima         | -12.05                  | -77.05   | 188.66   | 246.28  | 444.23  | 541.15  |
| Ica          | -14.07                  | -75.73   | 206.92   | 279.28  | 473.32  | 569.62  |
| Arequipa     | -16.40                  | -71.54   | 175.9  | 218.77  | 382.99  | 452.52  |
| Moquegua     | -16.93                  | -70.98   | 188.69   | 238.96  | 426.17  | 499.97  |
| Tacna        | -17.99                  | -70.24   | 198.93   | 260.60  | 445.10  | 543.08  |
| Cajamarca    | -7.17                   | -78.52   | 88.29  | 120.23  | 214.97  | 265.05  |
| Chachapoyas  | -6.21                   | -77.85   | 101.34   | 155.27  | 249.55  | 314.96  |
| Moyobamba    | -6.05                   | -76.97   | 160.98   | 192.42  | 321.88  | 399.27  |
| Huánuco      | -9.93                   | -76.24   | 94.63  | 135.73  | 228.31  | 283.42  |
| C. Pasco     | -10.43                  | -75.15   | 97.65  | 145.38  | 242.28  | 305.37  |
| Huancayo     | -12.07                  | -75.23   | 100.84   | 153.50  | 244.94  | 306.88  |
| Huancavelica | -12.76                  | -74.98   | 108.30   | 164.01  | 255.14  | 318.98  |
| Ayacucho     | -13.16                  | -74.22   | 99.17  | 149.89  | 235.34  | 292.12  |
| Abancay      | -13.63                  | -72.88   | 92.59  | 129.96  | 222.82  | 271.12  |
| Puno         | -15.83                  | -70.03   | 109.45   | 164.54  | 250.60  | 309.96  |
| Cusco        | -3.52                   | -71.98   | 84.89  | 111.43  | 196.00  | 238.01  |
| P. Maldonado | -12.91                  | -69.18   | 33.11  | 41.72   | 75.39   | 91.40   |
| Pucallpa     | -8.38                   | -74.54   | 136.61   | 180.17  | 258.73  | 360.72  |
| Iquitos      | -3.75                   | -73.25   | 25.37  | 34.18   | 57.95   | 74.68   |

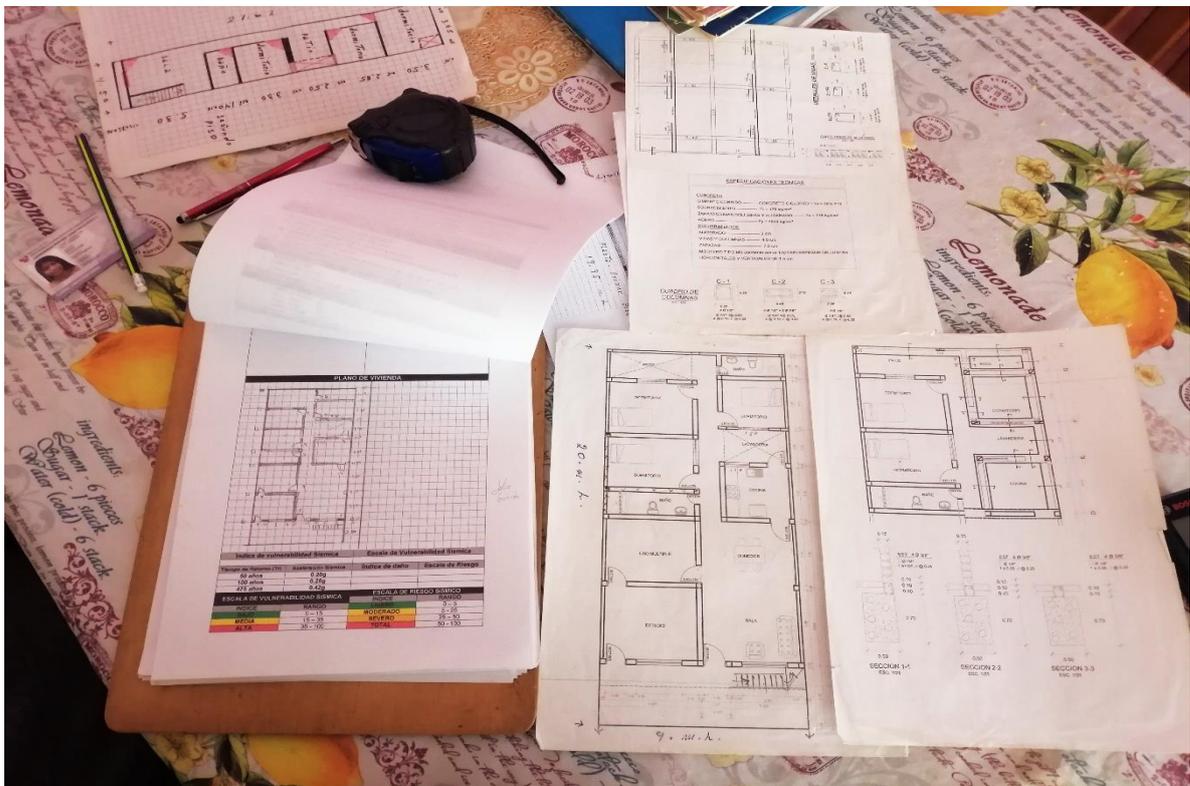
Fuente: Tavera et al. (2014)

## Anexo del objetivo 2: Panel fotográfico



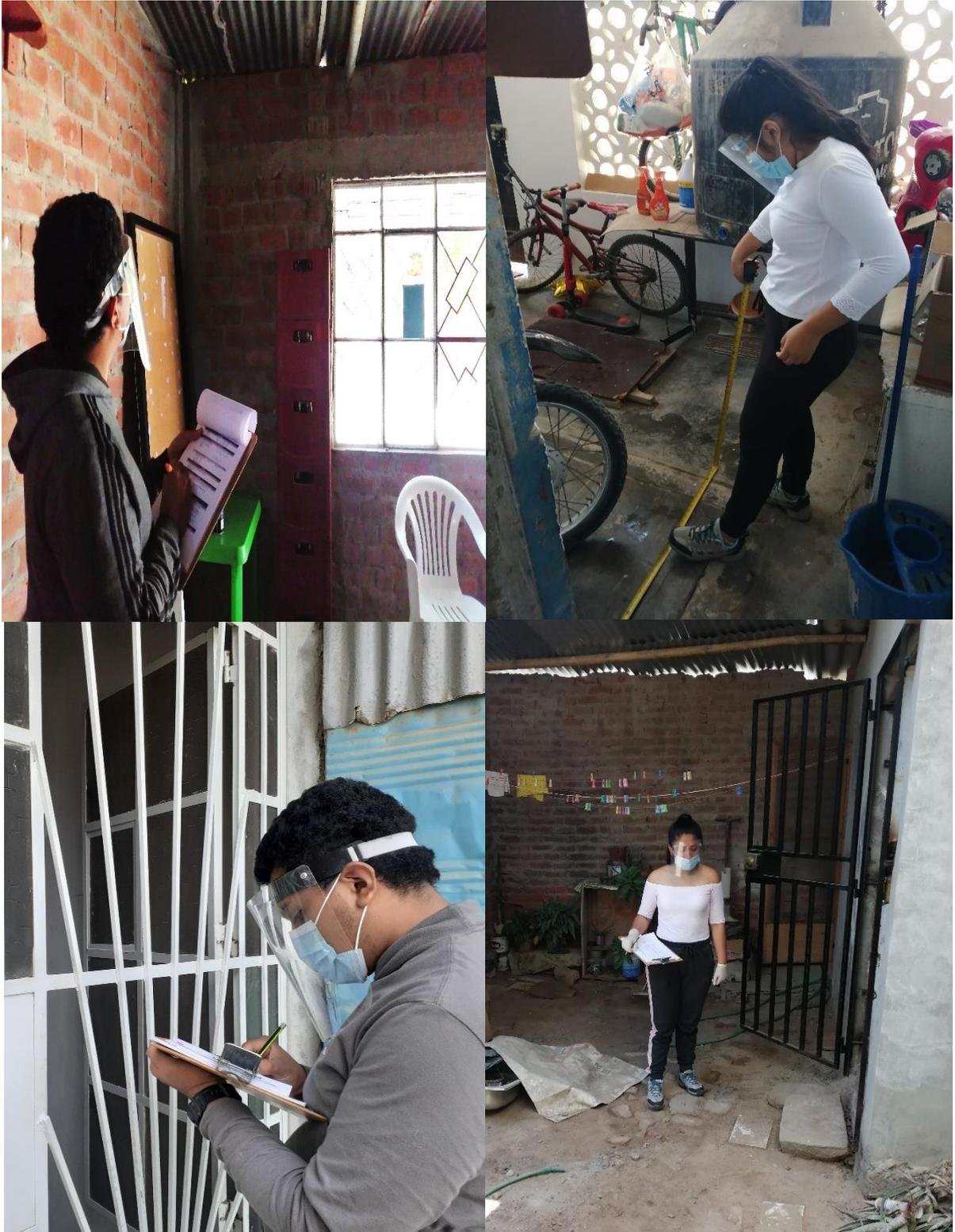
Cubierta inestable y en mal estado

Fuente: Elaboración propia de los autores



Evaluación de viviendas con planos

Fuente: Elaboración propia de los autores



Inspección de las viviendas cumpliendo con los protocolos de seguridad en situación de Covid-19

Fuente: Elaboración propia de los autores



Medición de la longitud de los muros con wincha láser.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Desnivel de losas, unidades de albañilería de baja calidad y no uniformes con presencia de un mortero de baja calidad.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Cubierta inestable y presencia de agentes nocivos.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Presencia de grietas en los muros.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Muros confinados adecuadamente.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Fuente: Elaboración propia de los autores



Muros sin presencia de elementos de confinamiento.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Presencia de agentes nocivos (salitre) en la fachada principal de las viviendas inspeccionadas.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Muros conectados inadecuadamente con los elementos de arriostre.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Viviendas en mal estado de conservación.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Unidades de albañilería de baja calidad y juntas de dilatación que no cumplen con el espesor mínimo establecido por la norma E.070.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Cubierta de calaminon estable

Fuente: Elaboración propia de los autores



Unidades de albañilería de buena calidad y muros confinados adecuadamente.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Presencia de grietas en columnas, losas, y muros.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Tanque elevado apoyado sobre ladrillos pandereta.

Fuente: Elaboración propia de los autores



Ladrillo Pandereta utilizado como muros portantes.

Fuente: Elaboración propia de los autores

### Anexo del objetivo 3: Base de datos de la evaluación con la metodología del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini

| BASE DE DATOS: "Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020." |                  |                                     |                                     |                                |                          |                                     |                        |                          |                            |                              |                  |                            |                        |                                  |        |                |          |       |          |       |          |
|--|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|--------|----------------|----------|-------|----------|-------|----------|
| N°   | DATOS PERSONALES |                                     | SISTEMA ESTRUCTURAL                 |                                | RESISTENCIA SISMICA      | TOPOGRAFIA Y CIMENTACIÓN            | LOSAS                  | CONFIGURACIÓN GEOMETRICA |                            | MUROS                        | TECHOS           | COMPONENTES ESTRUCTURALES  | CONDICIÓN DEL EDIFICIO | INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA |        | INDICE DE DAÑO |          |       |          |       |          |
|  |                  |                                     | Organización del sistema Resistente | Calidad del Sistema Resistente | Resistencia Convencional | Posición del edificio y cimentación | Diáfragma Horizontales | Configuración en Planta  | Configuración en Elevación | Distancia Máxima entre Muros | Tipo de Cubierta | Elementos no Estructurales | Estado de Conservación | lv                               | INDICE | 0.20g          | INDICE   | 0.25g | INDICE   | 0.42g | INDICE   |
|  | Codigo           | Dirección                           | CLASE                               | CLASE                          | CLASE                    | CLASE                               | CLASE                  | CLASE                    | CLASE                      | CLASE                        | CLASE            | CLASE                      | CLASE                  | CLASE                            |        |                |          |       |          |       |          |
| 1  | A01              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. A Lt. 1    | A                                   | A                              | B                        | A                                   | A                      | B                        | A                          | D                            | D                | A                          | A                      | 17.32                            | MEDIA  | 3.37           | LIGERO   | 5.38  | MODERADO | 9.87  | MODERADO |
| 2  | A04              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. A Lt. 04   | A                                   | B                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | D                            | C                | C                          | B                      | 17.97                            | MEDIA  | 3.54           | LIGERO   | 5.63  | MODERADO | 10.33 | MODERADO |
| 3  | A05              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E Lt. 10   | B                                   | B                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | D                | C                          | C                      | 31.05                            | MEDIA  | 7.63           | MODERADO | 11.30 | MODERADO | 21.03 | MODERADO |
| 4  | A06B             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. A Lt. 6B   | A                                   | B                              | C                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | C                | C                          | C                      | 32.35                            | MEDIA  | 8.13           | MODERADO | 11.95 | MODERADO | 22.26 | MODERADO |
| 5  | A09              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. A Lt. 9    | B                                   | D                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | A                            | D                | C                          | D                      | 34.64                            | MEDIA  | 9.03           | MODERADO | 13.15 | MODERADO | 24.48 | MODERADO |
| 6  | A14              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. A Lt. 14   | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | A                            | D                | A                          | C                      | 29.08                            | MEDIA  | 6.93           | MODERADO | 10.35 | MODERADO | 19.24 | MODERADO |
| 7  | A19              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. A Lt. 19   | B                                   | C                              | C                        | B                                   | A                      | A                        | D                          | A                            | D                | D                          | D                      | 40.20                            | ALTA   | 11.47          | MODERADO | 16.30 | MODERADO | 30.30 | SEVERO   |
| 8  | B03              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. B Lt. 3    | A                                   | B                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | B                          | C                            | B                | C                          | B                      | 17.97                            | MEDIA  | 3.54           | LIGERO   | 5.63  | MODERADO | 10.33 | MODERADO |
| 9  | B05              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. B Lt. 5    | B                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | C                        | D                          | A                            | B                | D                          | C                      | 37.58                            | ALTA   | 10.27          | MODERADO | 14.77 | MODERADO | 27.49 | SEVERO   |
| 10   | B06              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. B Lt. 6    | B                                   | C                              | D                        | A                                   | C                      | D                        | A                          | A                            | C                | C                          | B                      | 39.87                            | ALTA   | 11.32          | MODERADO | 16.11 | MODERADO | 29.94 | SEVERO   |
| 11   | B07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. B Lt. 7    | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | A                            | B                | C                          | B                      | 16.34                            | MEDIA  | 3.12           | LIGERO   | 5.02  | MODERADO | 9.19  | MODERADO |
| 12   | B10              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. B Lt. 10   | A                                   | C                              | B                        | A                                   | B                      | A                        | D                          | C                            | C                | C                          | B                      | 17.97                            | MEDIA  | 3.54           | LIGERO   | 5.63  | MODERADO | 10.33 | MODERADO |
| 13   | C01A             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C Lt. 1-A  | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | A                            | D                | C                          | B                      | 24.18                            | MEDIA  | 5.31           | MODERADO | 8.13  | MODERADO | 15.06 | MODERADO |
| 14   | C01B             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C Lt. 1-B  | B                                   | D                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | A                            | D                | C                          | B                      | 39.87                            | ALTA   | 11.32          | MODERADO | 16.11 | MODERADO | 29.94 | SEVERO   |
| 15   | C05              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C Lt. 5    | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | A                            | D                | C                          | B                      | 21.57                            | MEDIA  | 4.53           | MODERADO | 7.04  | MODERADO | 12.99 | MODERADO |
| 16   | C07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C Lt. 7    | D                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | A                        | A                          | D                            | D                | B                          | B                      | 31.37                            | MEDIA  | 7.76           | MODERADO | 11.46 | MODERADO | 21.33 | MODERADO |
| 17   | C09              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C Lt. 9    | D                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | D                            | C                | B                          | B                      | 32.03                            | MEDIA  | 8.00           | MODERADO | 11.79 | MODERADO | 21.95 | MODERADO |
| 18   | C14              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C Lt. 14   | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | D                            | A                | B                          | B                      | 11.11                            | BAJA   | 1.90           | LIGERO   | 3.20  | LIGERO   | 5.80  | MODERADO |
| 19   | C17              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C Lt. 17   | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | A                            | D                | C                          | B                      | 26.49                            | MEDIA  | 5.72           | MODERADO | 8.70  | MODERADO | 16.14 | MODERADO |
| 20   | C19              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C Lt. 19   | D                                   | D                              | C                        | A                                   | B                      | A                        | A                          | D                            | A                | C                          | C                      | 35.29                            | ALTA   | 9.30           | MODERADO | 13.50 | MODERADO | 25.14 | SEVERO   |
| 21   | C23              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C Lt. 23   | A                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | C                | C                          | B                      | 28.43                            | MEDIA  | 6.70           | MODERADO | 10.04 | MODERADO | 18.66 | MODERADO |
| 22   | C32              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C Lt. 32 B | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | C                | B                          | B                      | 18.95                            | MEDIA  | 3.80           | LIGERO   | 6.00  | MODERADO | 11.04 | MODERADO |
| 23   | D05              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. D Lt. 5    | D                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | D                | D                          | B                      | 38.89                            | ALTA   | 10.86          | MODERADO | 15.53 | MODERADO | 28.88 | SEVERO   |
| 24   | D08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. D Lt. 8    | D                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | B                        | A                          | C                            | B                | C                          | B                      | 24.51                            | MEDIA  | 5.41           | MODERADO | 8.27  | MODERADO | 15.33 | MODERADO |
| 25   | D09              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. D Lt. 9    | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | D                            | C                | C                          | B                      | 21.90                            | MEDIA  | 4.62           | LIGERO   | 7.17  | MODERADO | 13.25 | MODERADO |
| 26   | E01              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E Lt. 1    | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | B                            | D                | C                          | B                      | 23.20                            | MEDIA  | 5.01           | MODERADO | 7.72  | MODERADO | 14.27 | MODERADO |
| 27   | E01'             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E Lt. 1'   | D                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | D                | C                          | B                      | 37.58                            | ALTA   | 10.27          | MODERADO | 14.77 | MODERADO | 27.49 | SEVERO   |
| 28   | E02              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E Lt. 2    | D                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | A                            | C                | C                          | B                      | 30.72                            | MEDIA  | 7.51           | MODERADO | 11.14 | MODERADO | 20.73 | MODERADO |
| 29   | E03              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E Lt. 3    | A                                   | C                              | B                        | B                                   | B                      | D                        | A                          | B                            | D                | C                          | C                      | 32.03                            | MEDIA  | 8.00           | MODERADO | 11.79 | MODERADO | 21.95 | MODERADO |
| 30   | E07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E Lt. 7    | B                                   | D                              | A                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | A                            | D                | C                          | D                      | 35.29                            | ALTA   | 9.30           | MODERADO | 13.50 | MODERADO | 25.14 | SEVERO   |
| 31   | E08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E Lt. 8    | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | A                            | D                | C                          | C                      | 29.41                            | MEDIA  | 7.04           | MODERADO | 10.50 | MODERADO | 19.54 | MODERADO |
| 32   | E09              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E Lt. 9    | A                                   | B                              | B                        | A                                   | A                      | B                        | A                          | A                            | A                | A                          | B                      | 4.25                             | BAJA   | 0.60           | LIGERO   | 1.10  | LIGERO   | 1.97  | LIGERO   |
| 33   | E10              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E Lt. 10   | A                                   | C                              | B                        | A                                   | B                      | D                        | C                          | D                            | C                | C                          | B                      | 29.74                            | MEDIA  | 7.16           | MODERADO | 10.66 | MODERADO | 19.83 | MODERADO |
| 34   | E12              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E Lt. 12   | D                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | D                | D                          | B                      | 46.73                            | ALTA   | 14.92          | MODERADO | 20.56 | MODERADO | 37.93 | SEVERO   |
| 35   | F01A             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F Lt. 1A   | A                                   | B                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | B                          | C                            | A                | C                          | A                      | 12.75                            | BAJA   | 2.26           | LIGERO   | 3.75  | LIGERO   | 6.81  | MODERADO |
| 36   | F01B             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F Lt. 1-B  | B                                   | B                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | C                            | D                | A                          | A                      | 20.26                            | MEDIA  | 4.16           | LIGERO   | 6.51  | MODERADO | 12.00 | MODERADO |
| 37   | F02              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F Lt. 2    | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | C                            | D                | C                          | C                      | 29.74                            | MEDIA  | 7.16           | MODERADO | 10.66 | MODERADO | 19.83 | MODERADO |
| 38   | F03              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F Lt. 3    | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | D                | D                          | B                      | 28.43                            | MEDIA  | 6.70           | MODERADO | 10.04 | MODERADO | 18.66 | MODERADO |
| 39   | F04              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F Lt. 4    | D                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | A                            | D                | D                          | B                      | 37.25                            | ALTA   | 10.13          | MODERADO | 14.58 | MODERADO | 27.15 | SEVERO   |
| 40   | F08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F Lt. 8    | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | C                            | D                | C                          | B                      | 24.51                            | MEDIA  | 5.41           | MODERADO | 8.27  | MODERADO | 15.33 | MODERADO |
| 41   | F09              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F Lt. 9    | A                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | C                | C                          | B                      | 28.43                            | MEDIA  | 6.70           | MODERADO | 10.04 | MODERADO | 18.66 | MODERADO |
| 42   | F13              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F Lt. 13   | B                                   | C                              | A                        | A                                   | A                      | B                        | A                          | A                            | C                | C                          | B                      | 13.07                            | BAJA   | 2.34           | LIGERO   | 3.86  | LIGERO   | 7.02  | MODERADO |
| 43   | F15              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F Lt. 15   | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | A                        | A                          | C                            | C                | A                          | A                      | 13.07                            | BAJA   | 2.34           | LIGERO   | 3.86  | LIGERO   | 7.02  | MODERADO |
| 44   | F16              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F Lt. 16   | D                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | A                            | C                | C                          | B                      | 30.72                            | MEDIA  | 7.51           | MODERADO | 11.14 | MODERADO | 20.73 | MODERADO |
| 45   | F21              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F Lt. 21   | A                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | A                            | C                | A                          | B                      | 25.16                            | MEDIA  | 5.62           | MODERADO | 8.56  | MODERADO | 15.86 | MODERADO |
| 46   | F22              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F Lt. 22   | B                                   | C                              | A                        | A                                   | A                      | A                        | A                          | C                            | C                | A                          | A                      | 11.11                            | BAJA   | 1.90           | LIGERO   | 3.20  | LIGERO   | 5.80  | MODERADO |
| 47   | G02              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. G Lt. 2    | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | B                          | A                            | D                | C                          | B                      | 22.88                            | MEDIA  | 4.91           | LIGERO   | 7.58  | MODERADO | 14.01 | MODERADO |
| 48   | G07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. G Lt. 7    | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | A                            | B                | B                          | B                      | 13.40                            | BAJA   | 2.41           | LIGERO   | 3.97  | LIGERO   | 7.23  | MODERADO |
| 49   | G07A             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. G Lt. 7-A  | D                                   | D                              | A                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | A                            | D                | C                          | B                      | 32.68                            | MEDIA  | 8.25           | MODERADO | 12.12 | MODERADO | 22.57 | MODERADO |
| 50   | G07B             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. G Lt. 7-B  | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | A                            | C                | B                          | B                      | 14.71                            | BAJA   | 2.72           | LIGERO   | 4.43  | LIGERO   | 8.08  | MODERADO |

Fuente: Elaboración propia de los autores

**BASE DE DATOS: "Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020."**

| N°  | DATOS PERSONALES |                                       | SISTEMA ESTRUCTURAL                 |                                | RESISTENCIA SISMICA      | TOPOGRAFIA Y CIMENTACIÓN            | LOSAS                  | CONFIGURACIÓN GEOMETRICA |                            | MUROS                        | TECHOS           | COMPONENTES ESTRUCTURALES  | CONDICIÓN DEL EDIFICIO | INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA |        | INDICE DE DAÑO |          |       |          |       |          |
|-----|------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|--------|----------------|----------|-------|----------|-------|----------|
|     |                  |                                       | Organización del sistema Resistente | Calidad del Sistema Resistente | Resistencia Convencional | Posición del edificio y cimentación | Diagramas Horizontales | Configuración en Planta  | Configuración en Elevación | Distancia Máxima entre Muros | Tipo de Cubierta | Elementos no Estructurales | Estado de Conservación | lv                               | INDICE | 0.20g          | INDICE   | 0.25g | INDICE   | 0.42g | INDICE   |
|     | Codigo           | Dirección                             | CLASE                               | CLASE                          | CLASE                    | CLASE                               | CLASE                  | CLASE                    | CLASE                      | CLASE                        | CLASE            | CLASE                      | CLASE                  | CLASE                            | CLASE  | CLASE          | CLASE    | CLASE | CLASE    | CLASE | CLASE    |
| 51  | H03a             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Ll.3a      | D                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | D                            | D                | D                          | B                      | 37.58                            | ALTA   | 10.27          | MODERADO | 14.77 | MODERADO | 27.49 | SEVERO   |
| 52  | H03b             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Ll.3b      | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | D                            | A                | A                          | B                      | 11.11                            | BAJA   | 1.90           | LIGERO   | 3.20  | LIGERO   | 5.80  | MODERADO |
| 53  | H07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Ll.7       | B                                   | C                              | D                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | A                            | C                | B                          | A                      | 30.39                            | MEDIA  | 7.39           | MODERADO | 10.98 | MODERADO | 20.43 | MODERADO |
| 54  | H07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Ll.7       | B                                   | C                              | A                        | A                                   | A                      | A                        | A                          | C                            | C                | B                          | B                      | 12.42                            | BAJA   | 2.19           | LIGERO   | 3.64  | LIGERO   | 6.61  | MODERADO |
| 55  | H08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Ll.8       | B                                   | C                              | D                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | C                | C                          | B                      | 37.58                            | ALTA   | 10.27          | MODERADO | 14.77 | MODERADO | 27.49 | SEVERO   |
| 56  | H10              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Ll.10      | A                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | A                | B                          | B                      | 20.26                            | MEDIA  | 4.16           | LIGERO   | 6.51  | MODERADO | 12.00 | MODERADO |
| 57  | H11              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Ll.11      | D                                   | D                              | B                        | A                                   | A                      | B                        | A                          | D                            | D                | D                          | C                      | 41.50                            | ALTA   | 12.11          | MODERADO | 17.11 | MODERADO | 31.76 | SEVERO   |
| 58  | H14              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Ll.14      | B                                   | D                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | D                            | D                | D                          | B                      | 28.43                            | MEDIA  | 6.70           | MODERADO | 10.04 | MODERADO | 18.66 | MODERADO |
| 59  | H17              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Ll.17      | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | D                            | C                | B                          | B                      | 21.57                            | MEDIA  | 4.53           | LIGERO   | 7.04  | MODERADO | 12.99 | MODERADO |
| 60  | H18              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Ll.18      | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | D                            | C                | C                          | B                      | 23.20                            | MEDIA  | 5.01           | MODERADO | 7.72  | MODERADO | 14.27 | MODERADO |
| 61  | I02              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Ll.1       | D                                   | D                              | B                        | A                                   | C                      | A                        | A                          | B                            | A                | C                          | C                      | 29.08                            | MEDIA  | 6.93           | MODERADO | 10.35 | MODERADO | 19.24 | MODERADO |
| 62  | I03              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Ll.3       | D                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | A                        | A                          | D                            | D                | D                          | C                      | 39.54                            | ALTA   | 11.16          | MODERADO | 15.91 | MODERADO | 29.58 | SEVERO   |
| 63  | I04              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. L Ll.4       | A                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | D                            | B                | C                          | B                      | 24.51                            | MEDIA  | 5.41           | MODERADO | 8.27  | MODERADO | 15.33 | MODERADO |
| 64  | I07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. I Ll.7       | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | C                            | C                | B                          | B                      | 17.65                            | MEDIA  | 3.45           | LIGERO   | 5.50  | MODERADO | 10.10 | MODERADO |
| 65  | I07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. I Ll.7       | D                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | A                            | A                | A                          | A                      | 21.24                            | MEDIA  | 4.43           | LIGERO   | 6.91  | MODERADO | 12.74 | MODERADO |
| 66  | I08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. I Ll.8       | D                                   | D                              | B                        | A                                   | C                      | A                        | A                          | C                            | C                | C                          | B                      | 31.70                            | MEDIA  | 7.88           | MODERADO | 11.62 | MODERADO | 21.64 | MODERADO |
| 67  | I14              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. I Ll.14      | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | B                            | D                | C                          | B                      | 21.90                            | MEDIA  | 4.62           | LIGERO   | 7.17  | MODERADO | 13.25 | MODERADO |
| 68  | I15              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. I Ll.15      | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | A                        | A                          | D                            | C                | C                          | B                      | 17.32                            | MEDIA  | 3.37           | LIGERO   | 5.38  | MODERADO | 9.87  | MODERADO |
| 69  | J01              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Ll.1       | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | A                        | A                          | A                            | C                | B                          | B                      | 7.84                             | BAJA   | 1.24           | LIGERO   | 2.16  | LIGERO   | 3.89  | LIGERO   |
| 70  | J03              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Ll.3       | B                                   | A                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | D                            | A                | A                          | A                      | 23.86                            | MEDIA  | 5.21           | MODERADO | 7.99  | MODERADO | 14.80 | MODERADO |
| 71  | J04              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Ll.4       | B                                   | C                              | D                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | C                | C                          | C                      | 42.81                            | ALTA   | 12.77          | MODERADO | 17.93 | MODERADO | 33.25 | SEVERO   |
| 72  | J05              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Ll.5       | D                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | C                        | D                          | D                            | C                | B                          | B                      | 33.01                            | MEDIA  | 8.38           | MODERADO | 12.29 | MODERADO | 22.89 | MODERADO |
| 73  | J08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Ll.8       | A                                   | B                              | B                        | A                                   | A                      | B                        | B                          | C                            | C                | B                          | B                      | 13.73                            | BAJA   | 2.49           | LIGERO   | 4.09  | LIGERO   | 7.44  | MODERADO |
| 74  | J11              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Ll.11      | A                                   | C                              | C                        | A                                   | B                      | A                        | A                          | C                            | C                | B                          | B                      | 21.24                            | MEDIA  | 4.43           | LIGERO   | 6.91  | MODERADO | 12.74 | MODERADO |
| 75  | K10              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. K Ll.10      | A                                   | D                              | B                        | A                                   | A                      | A                        | C                          | D                            | B                | B                          | B                      | 19.61                            | MEDIA  | 3.98           | LIGERO   | 6.26  | MODERADO | 11.52 | MODERADO |
| 76  | L18              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. L Ll.18      | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | B                        | B                          | D                            | A                | C                          | B                      | 11.44                            | BAJA   | 1.97           | LIGERO   | 3.31  | LIGERO   | 6.00  | MODERADO |
| 77  | L19              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. L Ll.19      | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | C                          | C                            | C                | C                          | B                      | 24.51                            | MEDIA  | 5.41           | MODERADO | 8.27  | MODERADO | 15.33 | MODERADO |
| 78  | L21              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. L Ll.21      | A                                   | A                              | B                        | A                                   | A                      | B                        | D                          | A                            | C                | A                          | B                      | 17.32                            | MEDIA  | 3.37           | LIGERO   | 5.38  | MODERADO | 9.87  | MODERADO |
| 79  | M02              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. M Ll.2       | D                                   | C                              | A                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | A                            | D                | C                          | B                      | 31.37                            | MEDIA  | 7.76           | MODERADO | 11.46 | MODERADO | 21.33 | MODERADO |
| 80  | M05              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. M Ll.5       | B                                   | B                              | B                        | A                                   | A                      | B                        | A                          | D                            | D                | D                          | B                      | 23.20                            | MEDIA  | 5.01           | MODERADO | 7.72  | MODERADO | 14.27 | MODERADO |
| 81  | N01              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. N Ll.1       | B                                   | C                              | D                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | D                            | D                | D                          | B                      | 42.48                            | ALTA   | 12.60          | MODERADO | 17.72 | MODERADO | 32.87 | SEVERO   |
| 82  | N03              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. N Ll.3       | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | B                            | C                | C                          | B                      | 20.59                            | MEDIA  | 4.25           | LIGERO   | 6.64  | MODERADO | 12.25 | MODERADO |
| 83  | N08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. N Ll.8       | A                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | D                        | D                          | D                            | A                | C                          | B                      | 34.97                            | MEDIA  | 9.16           | MODERADO | 13.32 | MODERADO | 24.81 | MODERADO |
| 84  | O07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. O Ll.7       | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | A                            | D                | D                          | B                      | 25.49                            | MEDIA  | 5.72           | MODERADO | 8.70  | MODERADO | 16.14 | MODERADO |
| 85  | O08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. O Ll.08      | B                                   | B                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | B                            | D                | C                          | A                      | 23.20                            | MEDIA  | 5.01           | MODERADO | 7.72  | MODERADO | 14.27 | MODERADO |
| 86  | O11              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. O Ll.11      | B                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | A                            | D                | C                          | B                      | 30.72                            | MEDIA  | 7.51           | MODERADO | 11.14 | MODERADO | 20.73 | MODERADO |
| 87  | O13              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. O Ll.13      | D                                   | D                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | D                            | D                | B                          | B                      | 35.95                            | ALTA   | 9.57           | MODERADO | 13.86 | MODERADO | 25.80 | SEVERO   |
| 88  | O19A             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. O Ll.19a     | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | C                | C                          | B                      | 21.90                            | MEDIA  | 4.62           | LIGERO   | 7.17  | MODERADO | 13.25 | MODERADO |
| 89  | O9               | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. O Ll.9       | D                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | B                            | C                | C                          | B                      | 38.89                            | ALTA   | 10.86          | MODERADO | 15.53 | MODERADO | 28.88 | SEVERO   |
| 90  | P09              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Ll.9       | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | C                | C                          | B                      | 21.90                            | MEDIA  | 4.62           | LIGERO   | 7.17  | MODERADO | 13.25 | MODERADO |
| 91  | P10              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Ll.10      | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | B                        | A                          | A                            | B                | A                          | B                      | 10.78                            | BAJA   | 1.84           | LIGERO   | 3.09  | LIGERO   | 5.60  | MODERADO |
| 92  | P13              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Ll.13      | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | B                            | D                | B                          | A                      | 20.26                            | MEDIA  | 4.16           | LIGERO   | 6.51  | MODERADO | 12.00 | MODERADO |
| 93  | P14              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Ll.14      | A                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | D                        | B                          | C                            | C                | C                          | B                      | 29.74                            | MEDIA  | 7.16           | MODERADO | 10.66 | MODERADO | 19.83 | MODERADO |
| 94  | P15A             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Ll.15a     | B                                   | C                              | A                        | A                                   | B                      | D                        | A                          | C                            | C                | C                          | B                      | 21.57                            | MEDIA  | 4.53           | LIGERO   | 7.04  | MODERADO | 12.99 | MODERADO |
| 95  | P17              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Ll.17      | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | C                        | A                          | D                            | B                | C                          | C                      | 23.20                            | MEDIA  | 5.01           | MODERADO | 7.72  | MODERADO | 14.27 | MODERADO |
| 96  | P20              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Ll.20      | A                                   | A                              | C                        | A                                   | A                      | B                        | A                          | C                            | B                | A                          | A                      | 16.01                            | MEDIA  | 3.04           | LIGERO   | 4.90  | LIGERO   | 8.96  | MODERADO |
| 97  | Q02              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. Q Ll.2       | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | D                | C                          | B                      | 27.12                            | MEDIA  | 6.26           | MODERADO | 9.43  | MODERADO | 17.52 | MODERADO |
| 98  | Q05              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. Q Ll.5       | B                                   | C                              | C                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | C                            | A                | A                          | B                      | 21.57                            | MEDIA  | 4.53           | LIGERO   | 7.04  | MODERADO | 12.99 | MODERADO |
| 99  | Q07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. Q Ll.07      | A                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | A                          | D                            | C                | C                          | B                      | 21.90                            | MEDIA  | 4.62           | LIGERO   | 7.17  | MODERADO | 13.25 | MODERADO |
| 100 | R04              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. R Ll.4 INT.1 | B                                   | C                              | B                        | A                                   | A                      | D                        | C                          | A                            | C                | C                          | B                      | 26.80                            | MEDIA  | 6.15           | MODERADO | 9.28  | MODERADO | 17.24 | MODERADO |

Fuente: Elaboración propia de los autores

## Base de datos de la evaluación con la matriz de vulnerabilidad física de INDECI

| BASE DE DATOS: Vulnerabilidad Física ( INDECI ) |                  |                                   |  |                               |   |                  |                       |       |
|---|------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|---|------------------|-----------------------|-------|
| N°  | DATOS PERSONALES |                                   | Vulnerabilidad Física                          |                               |   |                  | Vulnerabilidad Física |       |
|   |                  |                                   | Materia de construcción utilizada en viviendas | Localización de las viviendas | Características geológicas, calidad y tipo de suelo | Leyes existentes |                       |       |
|   | Código           | Dirección                         |  |                               |   |                  |                       |       |
| 1   | AD1              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. A LL 1   | 25   | 30                            | 51  | 25               | 32.75                 | MEDIA |
| 2   | AD4              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. A LL 04  | 30   | 30                            | 51  | 30               | 35.25                 | MEDIA |
| 3   | AD5              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E LL 10  | 35   | 30                            | 51  | 40               | 39.00                 | MEDIA |
| 4   | AD6B             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. A LL 6B  | 35   | 30                            | 51  | 40               | 39.00                 | MEDIA |
| 5   | AD9              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. A LL 9   | 40   | 30                            | 51  | 45               | 41.50                 | MEDIA |
| 6   | A14              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. A LL 14  | 40   | 30                            | 51  | 45               | 41.50                 | MEDIA |
| 7   | A19              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. A LL 19  | 60   | 30                            | 51  | 65               | 51.50                 | ALTA  |
| 8   | B03              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. B LL 3   | 30   | 30                            | 51  | 25               | 34.00                 | MEDIA |
| 9   | B05              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. B LL 5   | 55   | 30                            | 51  | 65               | 50.25                 | ALTA  |
| 10  | B06              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. B LL 6   | 58   | 30                            | 51  | 65               | 51.00                 | ALTA  |
| 11  | B07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. B LL 7   | 35   | 30                            | 51  | 35               | 37.75                 | MEDIA |
| 12  | B10              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. B LL 10  | 30   | 30                            | 51  | 35               | 36.50                 | MEDIA |
| 13  | CO1A             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C LL 1-A | 30   | 30                            | 51  | 3                | 28.50                 | MEDIA |
| 14  | CO1B             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C LL 1-B | 60   | 30                            | 51  | 70               | 52.75                 | ALTA  |
| 15  | CO5              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C LL5    | 40   | 30                            | 51  | 40               | 40.25                 | MEDIA |
| 16  | CO7              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C LL7    | 60   | 30                            | 51  | 60               | 50.25                 | ALTA  |
| 17  | CO9              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C LL9    | 60   | 30                            | 51  | 60               | 50.25                 | ALTA  |
| 18  | C14              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C LL14   | 25   | 30                            | 51  | 25               | 32.75                 | MEDIA |
| 19  | C17              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C LL17   | 40   | 30                            | 51  | 25               | 36.50                 | MEDIA |
| 20  | C19              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C LL 19  | 65   | 30                            | 51  | 65               | 52.75                 | ALTA  |
| 21  | C23              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C LL23   | 35   | 30                            | 51  | 35               | 37.75                 | MEDIA |
| 22  | C32              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. C LL32 B | 30   | 30                            | 51  | 35               | 36.50                 | MEDIA |
| 23  | D05              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. D LL5    | 60   | 30                            | 51  | 60               | 50.25                 | ALTA  |
| 24  | D08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. D LL8    | 60   | 30                            | 51  | 60               | 50.25                 | ALTA  |
| 25  | D09              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. D LL9    | 30   | 30                            | 51  | 35               | 36.50                 | MEDIA |
| 26  | ED1              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E LL1    | 35   | 30                            | 51  | 35               | 37.75                 | MEDIA |
| 27  | ED1'             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E LL1'   | 60   | 30                            | 51  | 60               | 50.25                 | ALTA  |
| 28  | ED2              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E LL2    | 60   | 30                            | 51  | 60               | 50.25                 | ALTA  |
| 29  | ED3              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E LL3    | 28   | 30                            | 51  | 30               | 34.75                 | MEDIA |
| 30  | ED7              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E LL 7   | 40   | 30                            | 51  | 60               | 45.25                 | MEDIA |
| 31  | ED8              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E LL 8   | 35   | 30                            | 51  | 35               | 37.75                 | MEDIA |
| 32  | ED9              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E LL9    | 15   | 30                            | 51  | 10               | 26.50                 | MEDIA |
| 33  | E10              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E LL 10  | 28   | 30                            | 51  | 30               | 34.75                 | MEDIA |
| 34  | E12              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. E LL12   | 65   | 30                            | 51  | 60               | 51.50                 | ALTA  |
| 35  | F01A             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F LL1A   | 15   | 30                            | 51  | 15               | 27.75                 | MEDIA |
| 36  | F01B             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F LL 1-B | 30   | 30                            | 51  | 30               | 35.25                 | MEDIA |
| 37  | F02              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F LL 2   | 30   | 30                            | 51  | 30               | 35.25                 | MEDIA |
| 38  | F03              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F LL3    | 40   | 30                            | 51  | 35               | 39.00                 | MEDIA |
| 39  | F04              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F LL4    | 60   | 30                            | 51  | 60               | 50.25                 | ALTA  |
| 40  | F08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F LL8    | 35   | 30                            | 51  | 35               | 37.75                 | MEDIA |
| 41  | F09              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F LL9    | 35   | 30                            | 51  | 30               | 36.50                 | MEDIA |
| 42  | F13              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F LL 13  | 25   | 30                            | 51  | 20               | 31.50                 | MEDIA |
| 43  | F15              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F LL15   | 25   | 30                            | 51  | 20               | 31.50                 | MEDIA |
| 44  | F16              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F LL16   | 60   | 30                            | 51  | 30               | 42.75                 | MEDIA |
| 45  | F21              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F LL 21  | 25   | 30                            | 51  | 30               | 34.00                 | MEDIA |
| 46  | F22              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. F LL22   | 15   | 30                            | 51  | 15               | 27.75                 | MEDIA |
| 47  | G02              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. G LL2    | 28   | 30                            | 51  | 30               | 34.75                 | MEDIA |
| 48  | G07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. G LL 7   | 30   | 30                            | 51  | 20               | 32.75                 | MEDIA |
| 49  | G07A             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. G LL 7-A | 60   | 30                            | 51  | 60               | 50.25                 | ALTA  |
| 50  | G07B             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. G LL 7-B | 15   | 30                            | 51  | 15               | 27.75                 | MEDIA |

Fuente: Elaboración propia de los autores

| BASE DE DATOS: Vulnerabilidad Física ( INDECI ) |                  |  |                               |   |                  |                       |       |       |
|---|------------------|--|-------------------------------|---|------------------|-----------------------|-------|-------|
|   | DATOS PERSONALES | Vulnerabilidad Física                          |                               |   |                  |                       |       |       |
|   |                  | Materia de construcción utilizada en viviendas | Localización de las viviendas | Características geológicas, calidad y tipo de suelo | Leyes existentes | Vulnerabilidad Física |       |       |
| 51  | H03a             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Lt.3a               | 60                            | 30  | 51               | 65                    | 51.50 | ALTA  |
| 52  | H03b             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Lt.3b               | 15                            | 30  | 51               | 25                    | 30.25 | MEDIA |
| 53  | H07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Lt.7                | 35                            | 30  | 51               | 35                    | 37.75 | MEDIA |
| 54  | H07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Lt.7                | 30                            | 30  | 51               | 20                    | 32.75 | MEDIA |
| 55  | H08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Lt.8                | 60                            | 30  | 51               | 60                    | 50.25 | ALTA  |
| 56  | H10              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Lt.10               | 28                            | 30  | 51               | 35                    | 36.00 | MEDIA |
| 57  | H11              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Lt. 11              | 60                            | 30  | 51               | 60                    | 50.25 | ALTA  |
| 58  | H14              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Lt. 14              | 35                            | 30  | 51               | 45                    | 40.25 | MEDIA |
| 59  | H17              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Lt.17               | 30                            | 30  | 51               | 35                    | 36.50 | MEDIA |
| 60  | H18              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. H Lt.18               | 30                            | 30  | 51               | 38                    | 37.25 | MEDIA |
| 61  | I02              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt.1                | 55                            | 30  | 51               | 35                    | 42.75 | MEDIA |
| 62  | I03              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt. 3               | 60                            | 30  | 51               | 60                    | 50.25 | ALTA  |
| 63  | I04              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. L Lt. 4               | 28                            | 30  | 51               | 30                    | 34.75 | MEDIA |
| 64  | I07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt.7                | 30                            | 30  | 51               | 25                    | 34.00 | MEDIA |
| 65  | I07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt. 7               | 60                            | 30  | 51               | 60                    | 50.25 | ALTA  |
| 66  | I08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt. 8               | 60                            | 30  | 51               | 60                    | 50.25 | ALTA  |
| 67  | I14              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt. 14              | 25                            | 30  | 51               | 30                    | 34.00 | MEDIA |
| 68  | I15              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt. 15              | 30                            | 30  | 51               | 30                    | 35.25 | MEDIA |
| 69  | J01              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt.1                | 30                            | 30  | 51               | 15                    | 31.50 | MEDIA |
| 70  | J03              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt.3                | 25                            | 30  | 51               | 25                    | 32.75 | MEDIA |
| 71  | J04              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt. 4               | 60                            | 30  | 51               | 60                    | 50.25 | ALTA  |
| 72  | J05              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt. 5               | 55                            | 30  | 51               | 35                    | 42.75 | MEDIA |
| 73  | J08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt. 8               | 25                            | 30  | 51               | 25                    | 32.75 | MEDIA |
| 74  | J11              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. J Lt.11               | 28                            | 30  | 51               | 30                    | 34.75 | MEDIA |
| 75  | K10              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. K Lt. 10              | 25                            | 30  | 51               | 28                    | 33.50 | MEDIA |
| 76  | L18              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. L Lt. 18              | 23                            | 30  | 51               | 23                    | 31.75 | MEDIA |
| 77  | L19              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. L Lt. 19              | 25                            | 30  | 51               | 30                    | 34.00 | MEDIA |
| 78  | L21              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. L Lt. 21              | 15                            | 30  | 51               | 25                    | 30.25 | MEDIA |
| 79  | M02              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. M Lt.2                | 60                            | 30  | 51               | 60                    | 50.25 | ALTA  |
| 80  | M05              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. M Lt. 5               | 25                            | 30  | 51               | 30                    | 34.00 | MEDIA |
| 81  | N01              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. N Lt. 1               | 60                            | 30  | 51               | 65                    | 51.50 | ALTA  |
| 82  | N03              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. N Lt. 3               | 30                            | 30  | 51               | 30                    | 35.25 | MEDIA |
| 83  | N08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. N Lt. 8               | 25                            | 30  | 51               | 30                    | 34.00 | MEDIA |
| 84  | O07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. O Lt. 7               | 25                            | 30  | 51               | 25                    | 32.75 | MEDIA |
| 85  | O08              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. O Lt.08               | 30                            | 30  | 51               | 28                    | 34.75 | MEDIA |
| 86  | O11              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. O Lt.11               | 38                            | 30  | 51               | 35                    | 38.50 | MEDIA |
| 87  | O13              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. O Lt.13               | 60                            | 30  | 51               | 60                    | 50.25 | ALTA  |
| 88  | O19a             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. O Lt.19a              | 30                            | 30  | 51               | 35                    | 36.50 | MEDIA |
| 89  | O9               | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. O Lt.9                | 60                            | 30  | 51               | 60                    | 50.25 | ALTA  |
| 90  | P09              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Lt.9                | 25                            | 30  | 51               | 30                    | 34.00 | MEDIA |
| 91  | P10              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Lt.10               | 25                            | 30  | 51               | 20                    | 31.50 | MEDIA |
| 92  | P13              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Lt.13               | 25                            | 30  | 51               | 35                    | 35.25 | MEDIA |
| 93  | P14              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Lt. 14              | 25                            | 30  | 51               | 28                    | 33.50 | MEDIA |
| 94  | P15a             | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Lt.15a              | 25                            | 30  | 51               | 30                    | 34.00 | MEDIA |
| 95  | P17              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Lt. 17              | 28                            | 30  | 51               | 25                    | 33.50 | MEDIA |
| 96  | P20              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. P Lt.20               | 20                            | 30  | 51               | 35                    | 34.00 | MEDIA |
| 97  | Q02              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. Q Lt.2                | 28                            | 30  | 51               | 33                    | 35.50 | MEDIA |
| 98  | Q05              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. Q Lt.5                | 28                            | 30  | 51               | 35                    | 36.00 | MEDIA |
| 99  | Q07              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. Q Lt.07               | 25                            | 30  | 51               | 30                    | 34.00 | MEDIA |
| 100   | R04              | AA.HH IGNACIO MERINO Mz. R Lt.4 INT. 1         | 28                            | 30  | 51               | 35                    | 36.00 | MEDIA |

Fuente: Elaboración propia de los autores

## Anexo 5: MATRIZ DE CONSISTENCIA

### “Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020”

| PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS   | OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS   | VARIABLES                        | DIMENSIONES   | INDICADORES  | METODOLOGÍA   |
|--|--|----------------------------------|---|--|---|
| <p><b>Problema General:</b><br/>¿Cuál será la representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para las edificaciones del AA. HH. Ignacio Merino? Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020?</p> <p><b>Problema Específico:</b><br/>¿Cuál es el peligro sísmico en las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020?</p> <p>¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti y Petrini en las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020?</p> <p>¿Cuál es el índice de daños en las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020?</p> <p>¿Cuál será el modelo geoespacial que represente el riesgo sísmico de las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020?</p> | <p><b>Objetivo General:</b><br/>Representar el riesgo sísmico en un modelo geoespacial para las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre- Piura. 2020</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b><br/>Conocer el peligro sísmico de las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020.</p> <p>Identificar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti y Petrini en las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020;</p> <p>Calcular el índice de daños en las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020.</p> <p>Elaborar el modelo geoespacial que represente el riesgo sísmico de las edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre - Piura. 2020.</p> | <p><b>RIESGO SÍSMICO</b></p>     | <p>Peligro sísmico</p> <p>Vulnerabilidad sísmica</p> <p>Índice de daños</p>   | <p>Valores PGA/Piura</p> <p>Sistema Estructural<br/>Resistencia Sísmica<br/>Topografía y Cimentación<br/>Losas<br/>Configuración Geométrica<br/>Separación de muros<br/>Condición de los techos<br/>Componentes Arquitectónicos<br/>Condición del edificio</p> <p>Funciones de vulnerabilidad<br/>Intensidad del sismo</p> | <p><b>Tipo:</b><br/>Investigación aplicada<br/>Descriptiva</p> <p><b>Diseño:</b><br/>No experimental<br/>Transversal</p> <p><b>Técnica:</b><br/>Revisión documentaria<br/>Observación</p> <p><b>Población:</b><br/>324 viviendas de albañilería confinada.</p> <p><b>Muestra:</b><br/>100 viviendas de albañilería confinada.</p> <p><b>Técnicas de recolección de datos:</b><br/>Revisión documentaria<br/>Observación</p> <p><b>Instrumentos:</b><br/>Ficha documental<br/>Ficha de observación y<br/>Software ArcGIS</p> <p><b>Técnica de análisis de datos:</b><br/>Excel</p> <p><b>Escala:</b><br/>Intervalo</p> |
|  |  | <p><b>MODELO GEOESPACIAL</b></p> | <p>Modelo de mapa de peligro sísmico</p> <p>Modelo de geoespacial de vulnerabilidad</p> <p>Mapa de riesgo sísmico</p> | <p>Índice de peligro sísmico</p> <p>Escalas de vulnerabilidad:<br/>- Alto<br/>- Medio<br/>- Bajo</p> <p>Índice de daños<br/>- Edificaciones</p>  |   |

Fuente: Elaboración propia de los autores

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

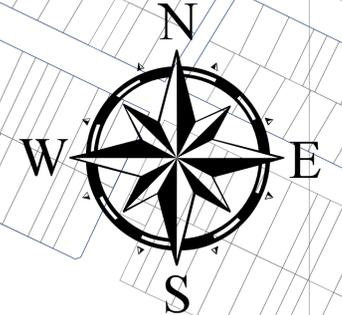
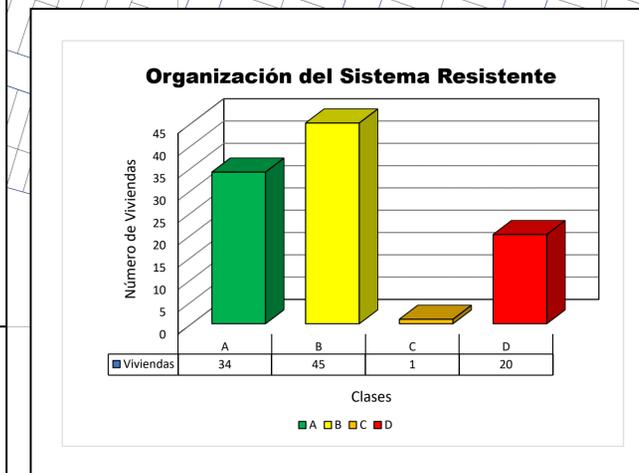
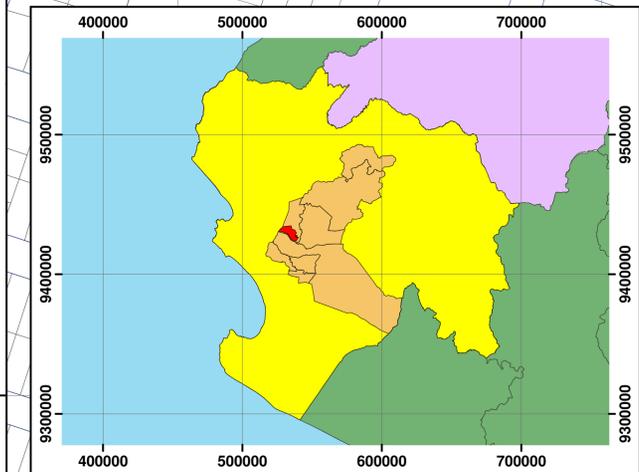
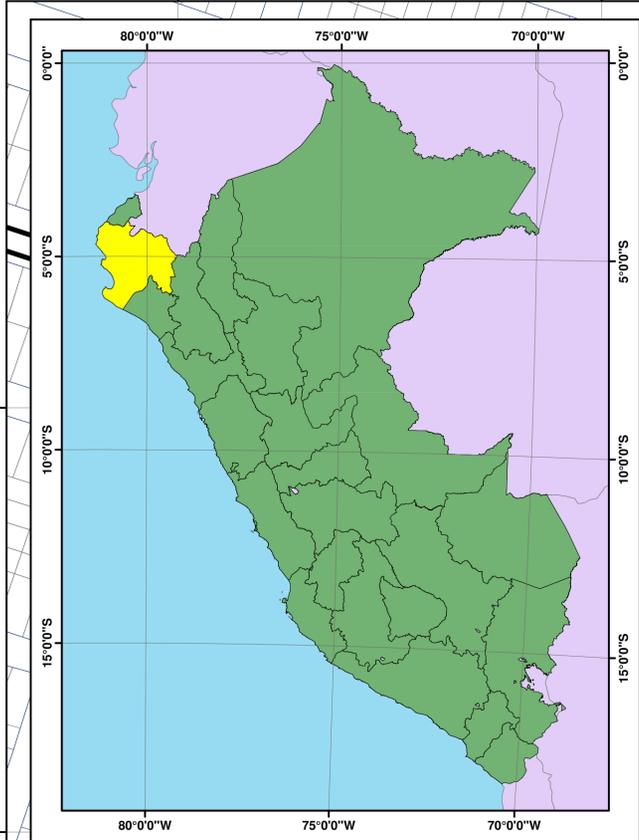
9425550

9426000

9425850

9425700

9425550



**AA.HH ENRIQUE  
LÓPEZ  
ALBUJAR**

**AA.HH IGNACIO MERINO**

**AA.HH CONSUELO DE  
VELASCO**

**AA.HH 31 DE ENERO**

**LEYENDA**

**Lotes evaluados**

**Organización del Sistema Resistente**

- A
- B
- C
- D

**Lotes no evaluados**

**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación
- Viviendas no aptas para evaluación
- Otros

|   |  |         |                |                                |
|---|--|---------|----------------|--------------------------------|
| <p><b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b><br/>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br/>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> |  |         |                |                                |
| PROYECTO:   | Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |         |                |                                |
| PLANO:  | "Vulnerabilidad Sísmica-Organización del Sistema Resistente"   |         |                |                                |
| DISTRITO:   | VEINTISÉIS DE OCTUBRE  | DATUM:  | WGS - 1984     | ESTUDIANTES:                   |
| PROVINCIA:  | PIURA  | ESCALA: | 1/1250         | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE    |
| REGIÓN:   | PIURA  | FECHA:  | OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO |
|   |  |         |                | <b>PC-01</b>                   |

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

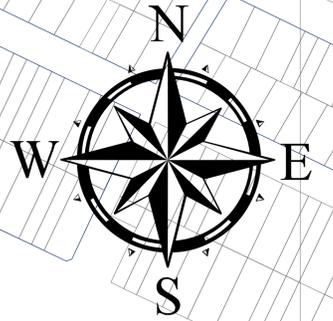
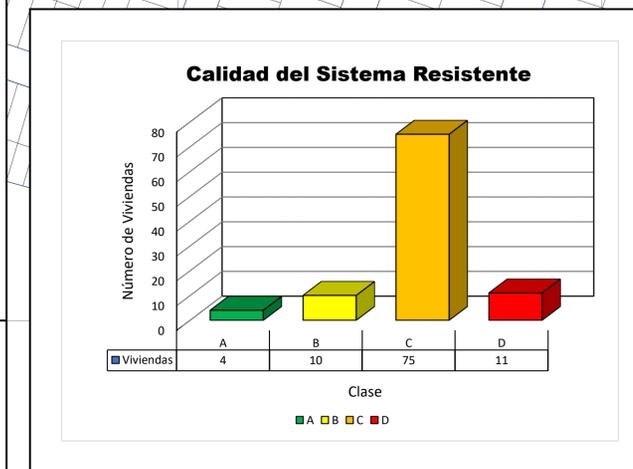
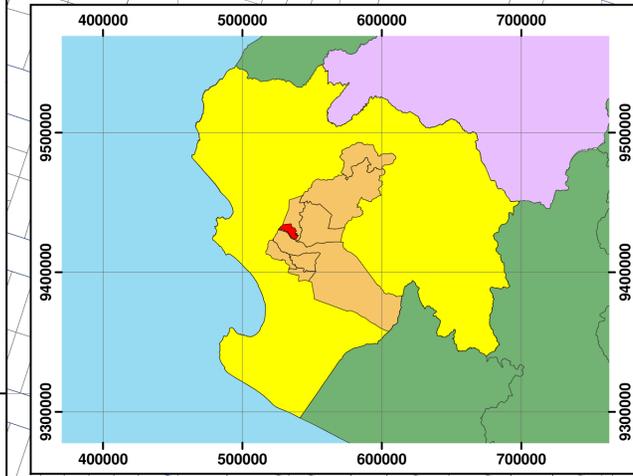
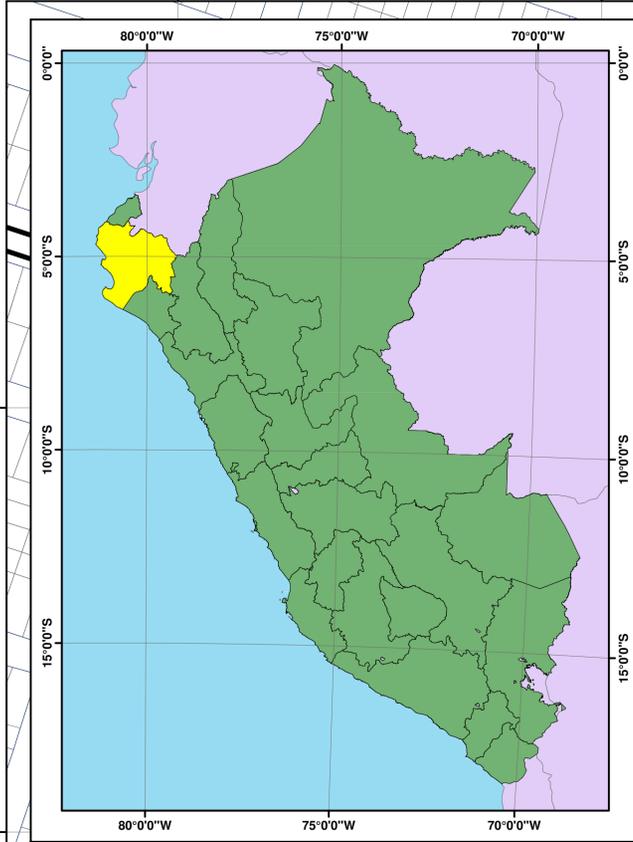
9425550

9426000

9425850

9425700

9425550



**AA.HH ENRIQUE  
LÓPEZ  
ALBUJAR**

**AA.HH IGNACIO MERINO**

**AA.HH CONSUELO DE  
VELASCO**

**AA.HH 31 DE ENERO**

**LEYENDA**

**Lotes evaluados**

**Calidad del Sistema Resistente**

- A
- B
- C
- D

**Lotes no evaluados**

**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación
- Viviendas no aptas para evaluación
- Otros

|  |                       |                |                |                                |
|--|-----------------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>   |                       |                |                |                                |
| FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  |                       |                |                |                                |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  |                       |                |                |                                |
| PROYECTO: Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                       |                |                |                                |
| PLANO: "Vulnerabilidad Sísmica-Calidad del Sistema Resistente"   |                       |                |                |                                |
| UBICACIÓN  |                       | DATOS GRÁFICOS |                | LÁMINA:                        |
| DISTRITO:  | VEINTISÉIS DE OCTUBRE | DATUM:         | WGS -1984      | ESTUDIANTES:                   |
| PROVINCIA:   | PIURA                 | ESCALA:        | 1/1250         | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE    |
| REGIÓN:  | PIURA                 | FECHA:         | OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO |
|  |                       |                |                | <b>PC-01</b>                   |

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

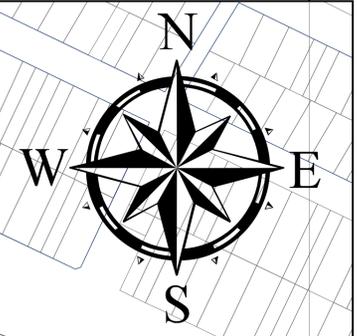
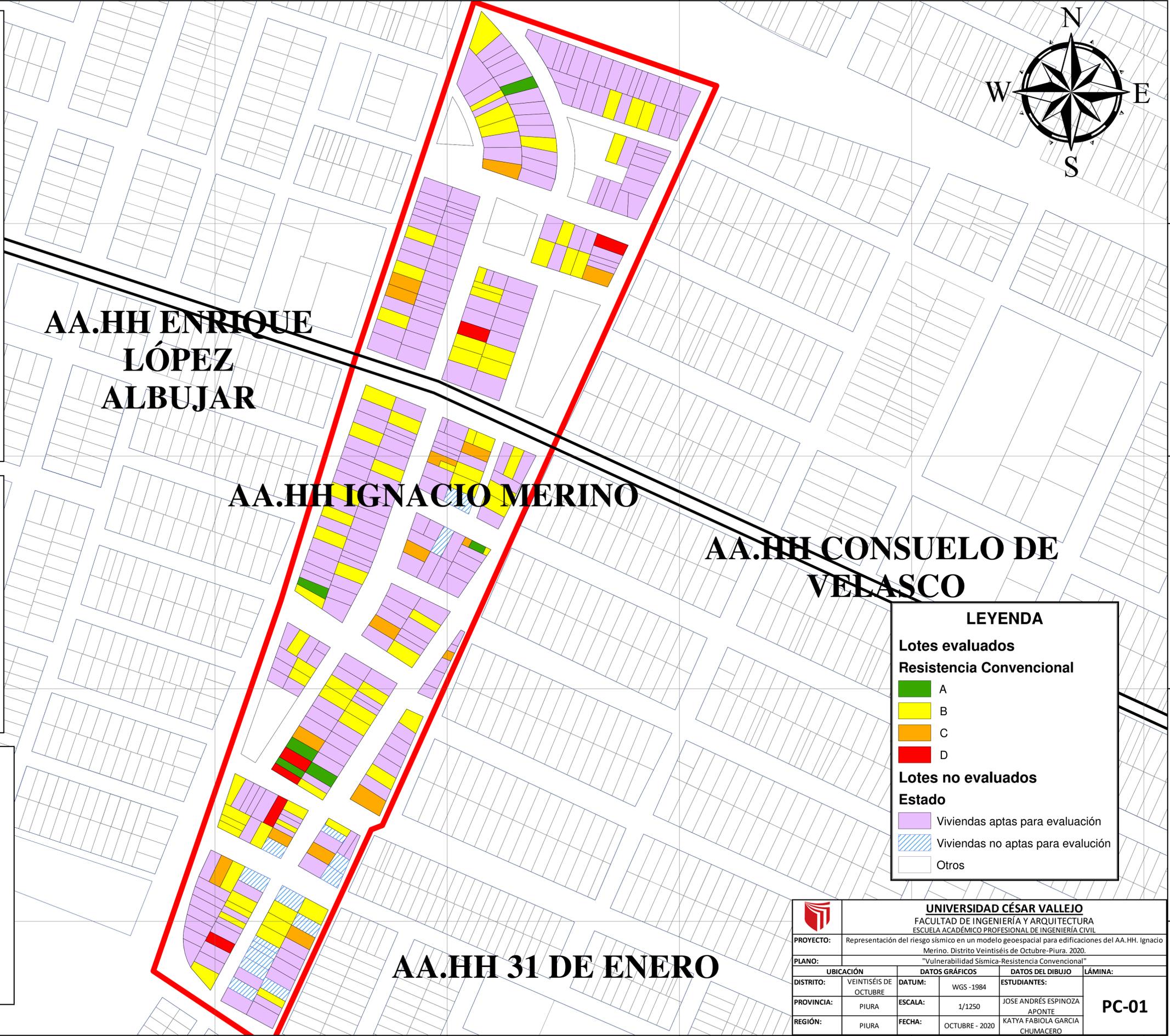
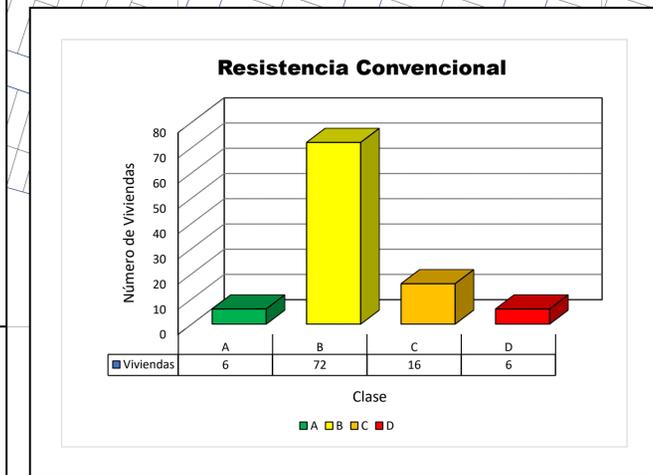
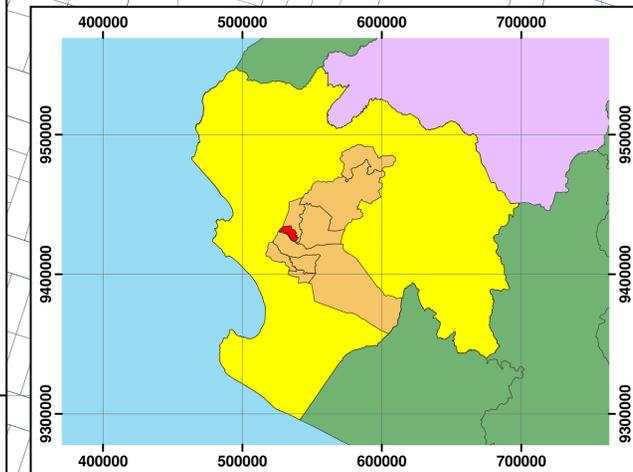
9425550

9426000

9425850

9425700

9425550



**LEYENDA**

**Lotes evaluados**

**Resistencia Convencional**

- A (Green)
- B (Yellow)
- C (Orange)
- D (Red)

**Lotes no evaluados**

**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación (Purple)
- Viviendas no aptas para evaluación (Blue hatched)
- Otros (White)

|   |                              |  |                                |                |
|---|------------------------------|--|--------------------------------|----------------|
| <p><b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b><br/>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br/>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> |                              |  |                                |                |
| <b>PROYECTO:</b>  |                              | Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                                |                |
| <b>PLANO:</b>   |                              | "Vulnerabilidad Sísmica-Resistencia Convencional"  |                                |                |
| <b>UBICACIÓN</b>  | <b>DATOS GRÁFICOS</b>        |  | <b>ESTUDIANTE:</b>             | <b>LÁMINA:</b> |
| <b>DISTRITO:</b> VEINTISÉIS DE OCTUBRE  | <b>DATUM:</b> WGS -1984      | <b>ESCALA:</b> 1/1250  | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE    | <b>PC-01</b>   |
| <b>PROVINCIA:</b> PIURA   | <b>FECHA:</b> OCTUBRE - 2020 |  | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO |                |
| <b>REGIÓN:</b> PIURA  |                              |  |                                |                |

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

538750

538900

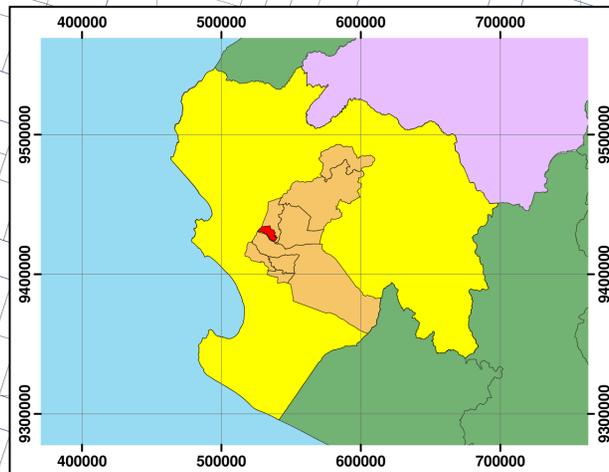
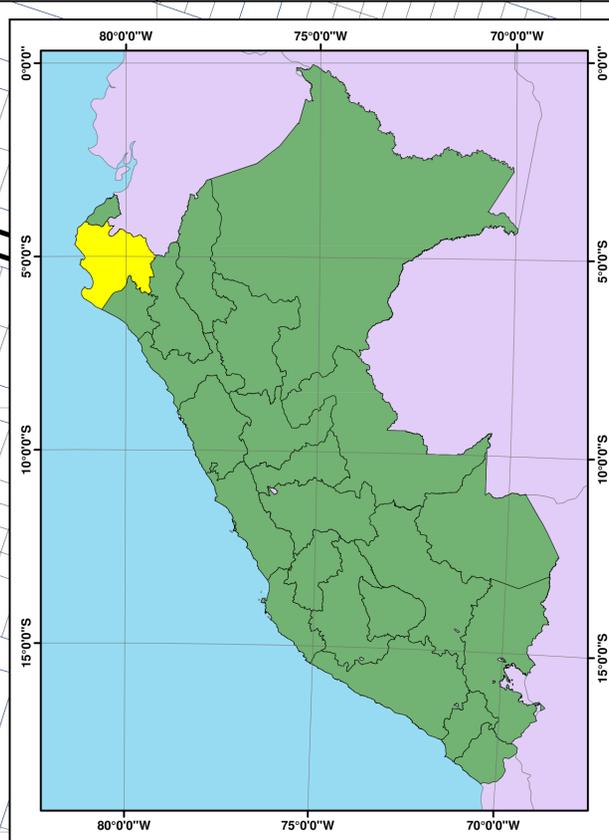
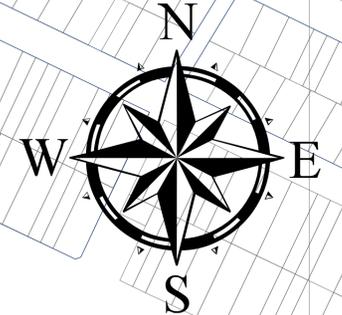
539050

539200

539350

539500

539650



AA.HH ENRIQUE LÓPEZ ALBUJAR

AA.HH IGNACIO MERINO

AA.HH CONSUELO DE VELASCO

AA.HH 31 DE ENERO

**LEYENDA**

**Lotes evaluados**

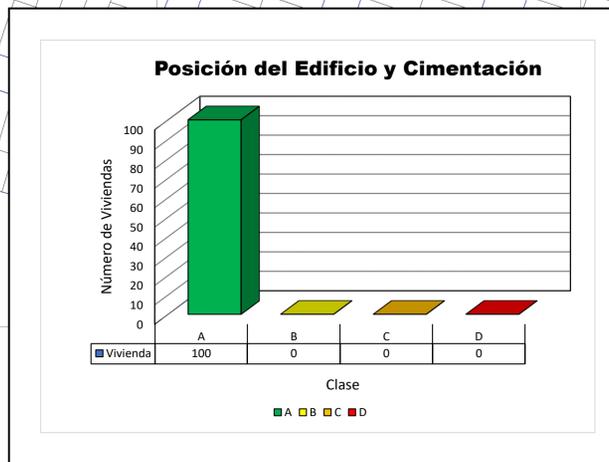
**Posición del Edificio y Cimentación**

- A
- B
- C
- D

**Lotes no evaluados**

**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación
- Viviendas no aptas para evaluación
- Otros



|   |  |                |                |                                |
|---|--|----------------|----------------|--------------------------------|
|   |  |                |                |                                |
| <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>                  |  |                |                |                                |
| FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA             |  |                |                |                                |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |                |                |                                |
| <b>PROYECTO:</b>                                  | Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                |                |                                |
| <b>PLANO:</b>                                     | "Vulnerabilidad Sísmica-Posición del Edificio y Cimentación"   |                |                |                                |
| <b>DISTRITO:</b>                                  | VEINTISÉIS DE OCTUBRE  | <b>DATUM:</b>  | WGS -1984      | <b>ESTUDIANTES:</b>            |
| <b>PROVINCIA:</b>                                 | PIURA  | <b>ESCALA:</b> | 1/1250         | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE    |
| <b>REGIÓN:</b>                                    | PIURA  | <b>FECHA:</b>  | OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO |
|   |  |                |                | <b>PC-04</b>                   |

9426000

9426000

9425850

9425850

9425700

9425700

9425550

9425550

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

538750

538900

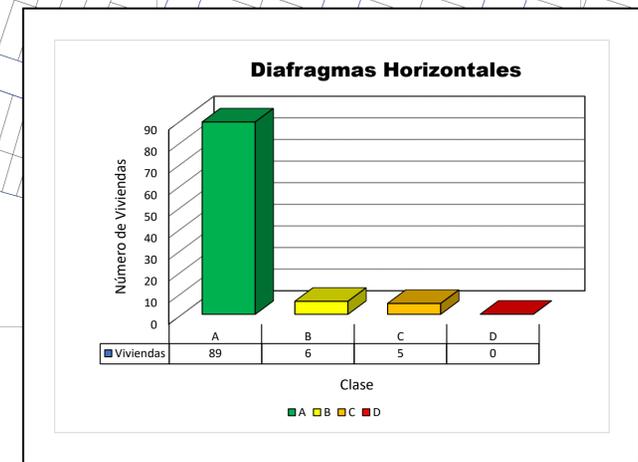
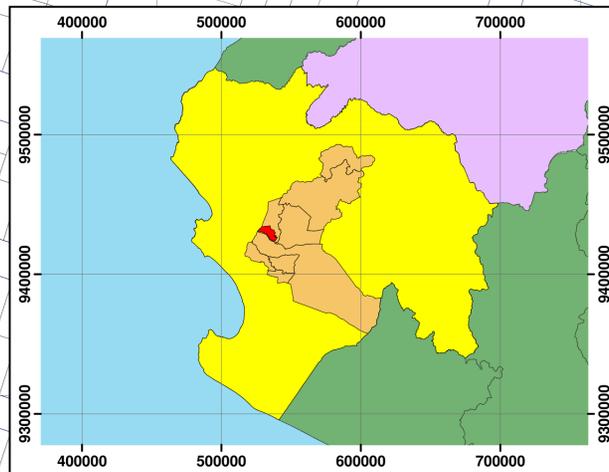
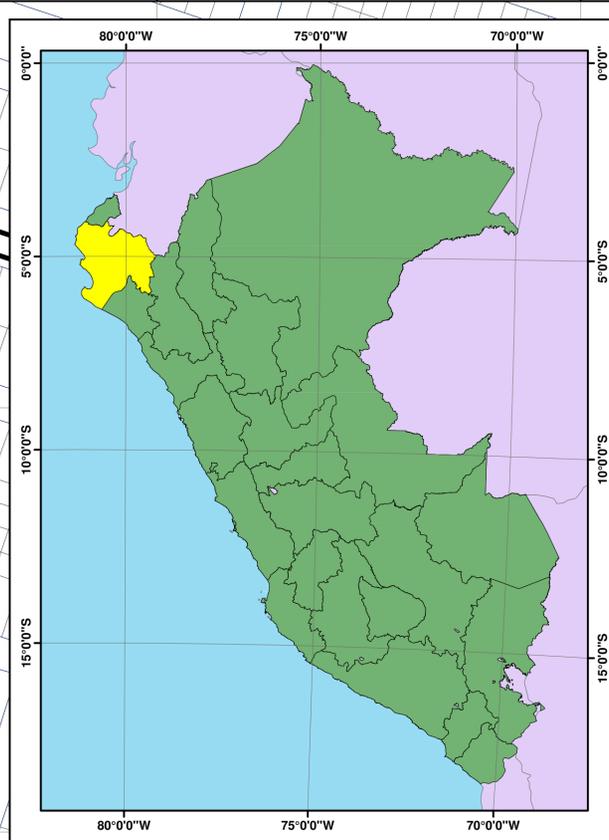
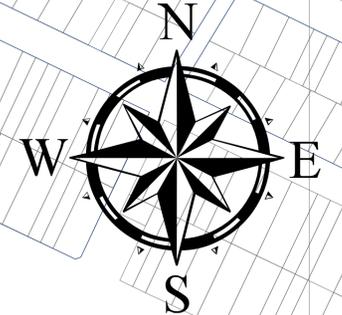
539050

539200

539350

539500

539650



AA.HH ENRIQUE LÓPEZ ALBUJAR

AA.HH IGNACIO MERINO

AA.HH CONSUELO DE VELASCO

AA.HH 31 DE ENERO

**LEYENDA**

**Lotes evaluados**

- A (Green)
- B (Yellow)
- C (Orange)
- D (Red)

**Lotes no evaluados**

- Viviendas aptas para evaluación (Purple)
- Viviendas no aptas para evaluación (Blue hatched)
- Otros (White)

|   |                              |                                |                         |                |
|---|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
|   |                              |                                |                         |                |
| <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b><br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  |                              |                                |                         |                |
| <b>PROYECTO:</b> Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                              |                                |                         |                |
| <b>PLANO:</b> "Vulnerabilidad Sísmica-Diafragmas Horizontales"  |                              |                                |                         |                |
| <b>UBICACIÓN</b>  | <b>DATOS GRÁFICOS</b>        |                                | <b>DATOS DEL DIBUJO</b> | <b>LÁMINA:</b> |
| <b>DISTRITO:</b> VEINTISÉIS DE OCTUBRE  | <b>DATUM:</b> WGS -1984      | <b>ESTUDIANTE:</b>             | <b>PC-05</b>            |                |
| <b>PROVINCIA:</b> PIURA   | <b>ESCALA:</b> 1/1250        | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE    |                         |                |
| <b>REGIÓN:</b> PIURA  | <b>FECHA:</b> OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO |                         |                |

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

9425550

9426000

9425850

9425700

9425550

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

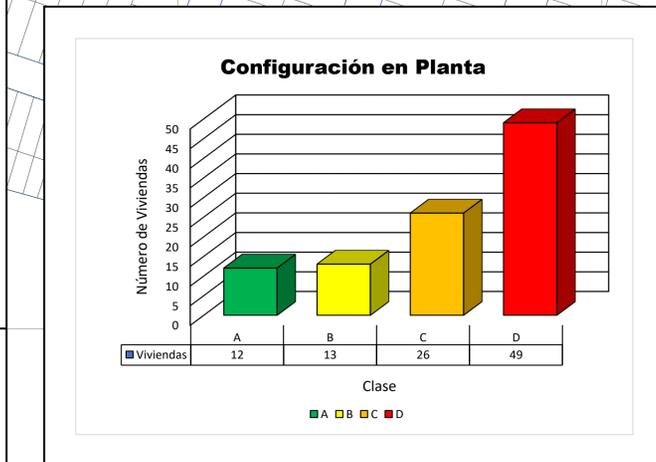
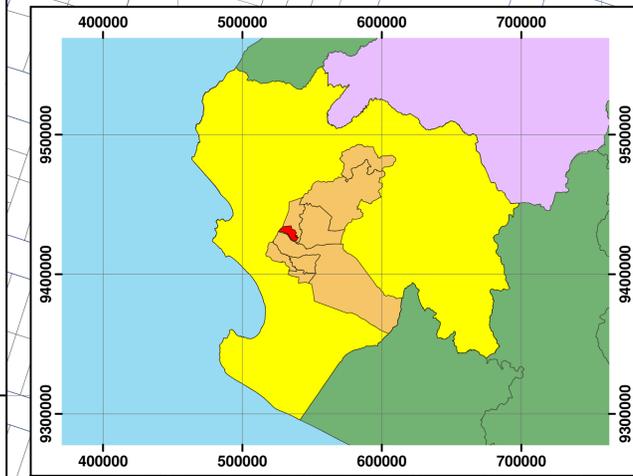
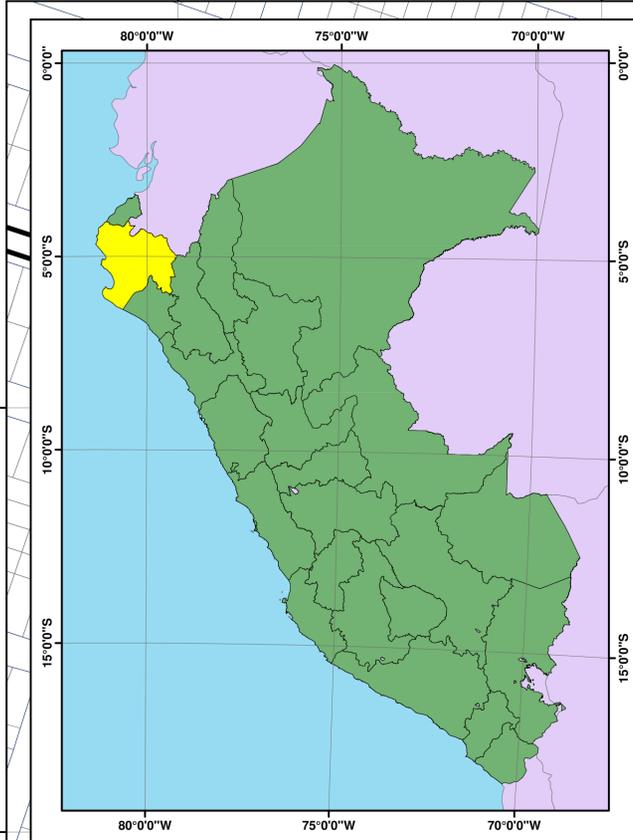
9425550

9426000

9425850

9425700

9425550

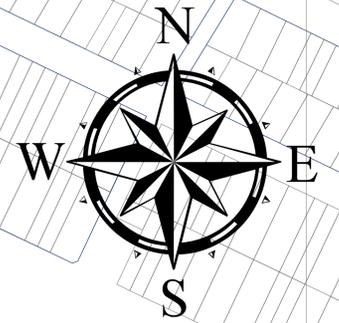


AA.HH ENRIQUE LÓPEZ ALBUJAR

AA.HH IGNACIO MERINO

AA.HH CONSUELO DE VELASCO

AA.HH 31 DE ENERO



**LEYENDA**

**Lotes evaluados**

**Configuración en Planta**

- A
- B
- C
- D

**Lotes no evaluados**

**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación
- Viviendas no aptas para evaluación
- Otros

|   |                              |  |                         |                |
|---|------------------------------|--|-------------------------|----------------|
| <p><b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b><br/>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br/>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> |                              |  |                         |                |
| <b>PROYECTO:</b>  |                              | Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                         |                |
| <b>PLANO:</b> "Vulnerabilidad Sísmica-Configuración en Planta"  |                              |  |                         |                |
| <b>UBICACIÓN</b>  | <b>DATOS GRÁFICOS</b>        |  | <b>DATOS DEL DIBUJO</b> | <b>LÁMINA:</b> |
| <b>DISTRITO:</b> VEINTISÉIS DE OCTUBRE  | <b>DATUM:</b> WGS -1984      | <b>ESTUDIANTE:</b>   | <b>PC-06</b>            |                |
| <b>PROVINCIA:</b> PIURA   | <b>ESCALA:</b> 1/1250        | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE  |                         |                |
| <b>REGIÓN:</b> PIURA  | <b>FECHA:</b> OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO   |                         |                |

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

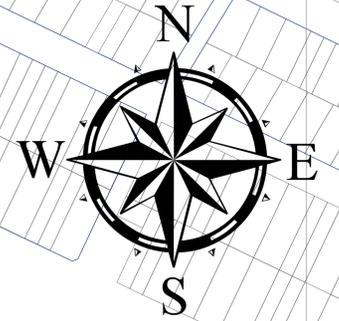
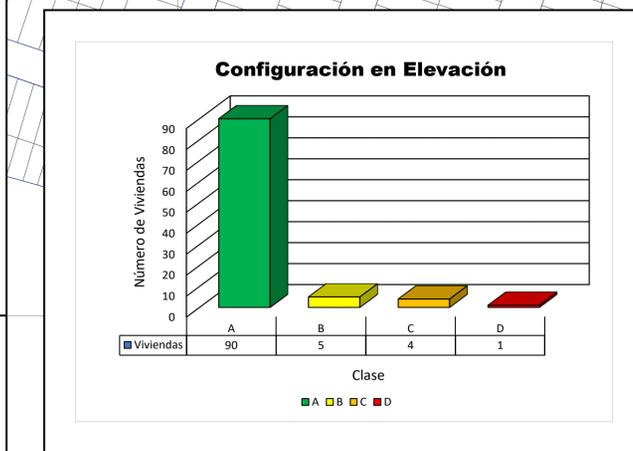
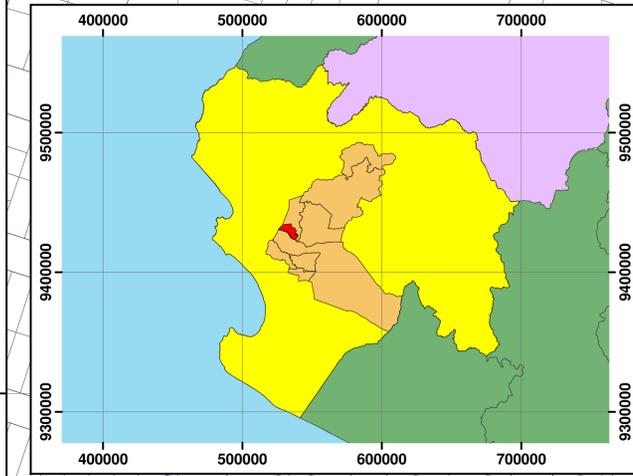
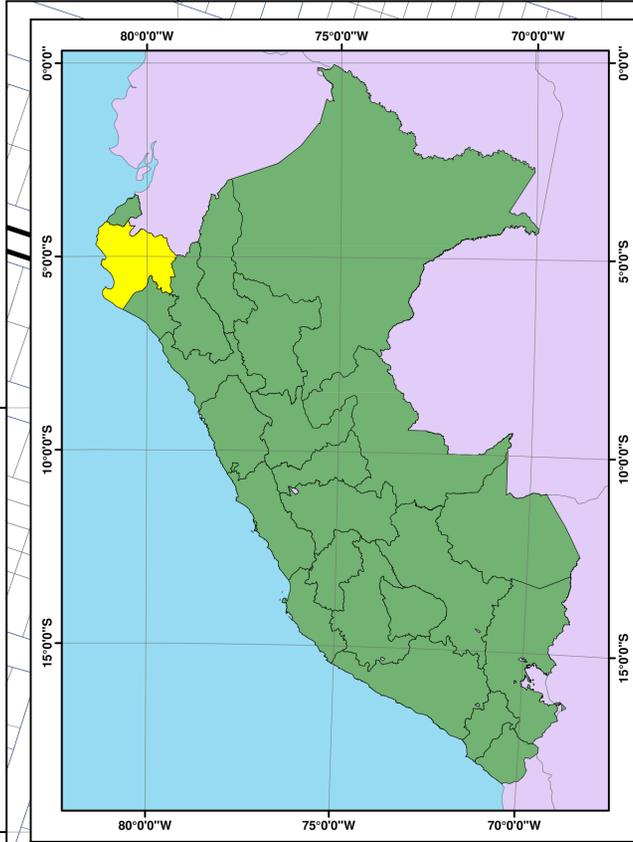
9425550

9426000

9425850

9425700

9425550



**AA.HH ENRIQUE  
LÓPEZ  
ALBUJAR**

**AA.HH IGNACIO MERINO**

**AA.HH CONSUELO DE  
VELASCO**

**AA.HH 31 DE ENERO**

**LEYENDA**

**Lotes evaluados**  
Configuración en Elevación

- A (Green)
- B (Yellow)
- C (Orange)
- D (Red)

**Lotes no evaluados**

**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación (Purple)
- Viviendas no aptas para evaluación (Blue hatched)
- Otros (White)

|   |                       |  |                |                                |
|---|-----------------------|--|----------------|--------------------------------|
| <p><b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b><br/>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br/>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> |                       |  |                |                                |
| <b>PROYECTO:</b>  |                       | Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                |                                |
| <b>PLANO:</b> "Vulnerabilidad Sísmica-Configuración en Elevación"   |                       |  |                |                                |
| <b>UBICACIÓN</b>  |                       | <b>DATOS GRÁFICOS</b>  |                | <b>LÁMINA:</b>                 |
| <b>DISTRITO:</b>  | VEINTISÉIS DE OCTUBRE | <b>DATUM:</b>  | WGS -1984      | <b>ESTUDIANTES:</b>            |
| <b>PROVINCIA:</b>   | PIURA                 | <b>ESCALA:</b>   | 1/1250         | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE    |
| <b>REGIÓN:</b>  | PIURA                 | <b>FECHA:</b>  | OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO |
|   |                       |  |                | <b>PC-07</b>                   |

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

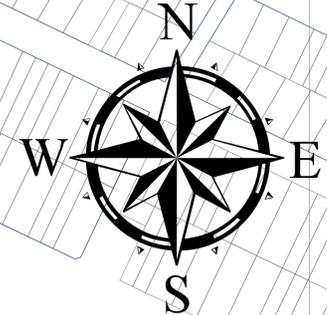
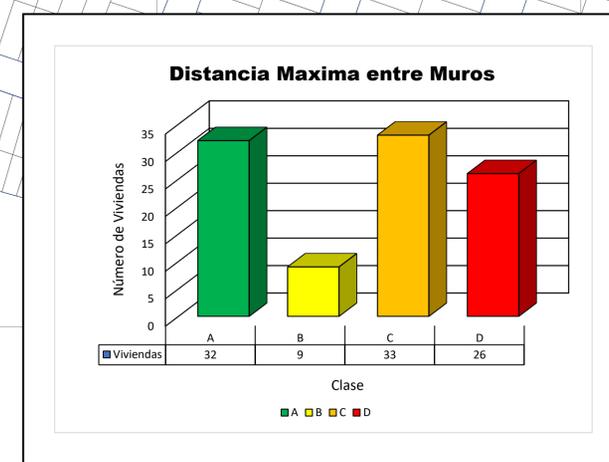
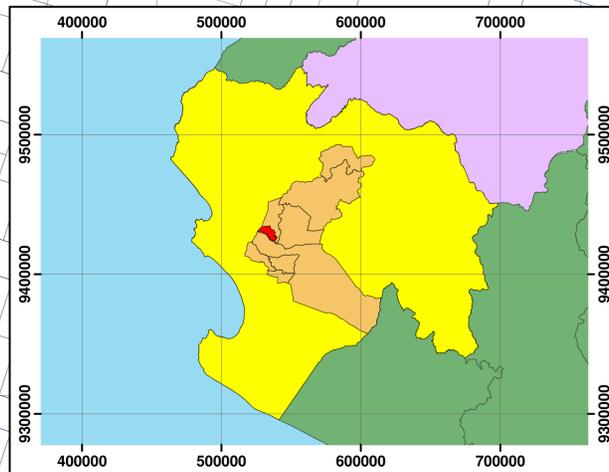
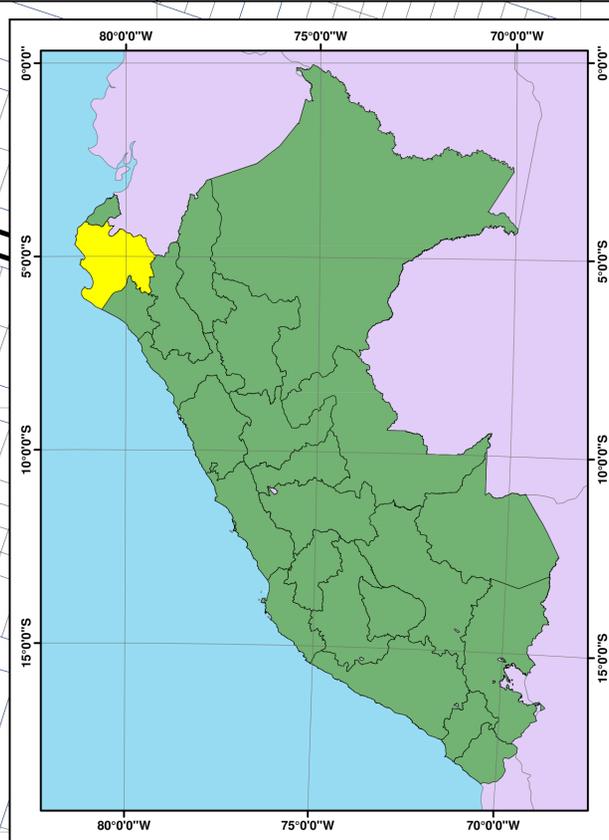
9425550

9426000

9425850

9425700

9425550



**AA.HH ENRIQUE  
LÓPEZ  
ALBUJAR**

**AA.HH IGNACIO MERINO**

**AA.HH CONSUELO DE  
VELASCO**

**AA.HH 31 DE ENERO**

**LEYENDA**

**Lotes evaluados**

**Distancia Máxima entre Muros**

- A (Green)
- B (Yellow)
- C (Orange)
- D (Red)

**Lotes no evaluados**

**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación (Purple)
- Viviendas no aptas para evaluación (Blue hatched)
- Otros (White)

|   |                       |  |                |                                |
|---|-----------------------|--|----------------|--------------------------------|
| <p><b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b><br/>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br/>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> |                       |  |                |                                |
| <b>PROYECTO:</b>  |                       | Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                |                                |
| <b>PLANO:</b>   |                       | "Vulnerabilidad Sísmica-Distancia Máxima entre Muros"  |                |                                |
| <b>DISTRITO:</b>  | VEINTISÉIS DE OCTUBRE | <b>DATUM:</b>  | WGS -1984      | <b>ESTUDIANTES:</b>            |
| <b>PROVINCIA:</b>   | PIURA                 | <b>ESCALA:</b>   | 1/1250         | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE    |
| <b>REGIÓN:</b>  | PIURA                 | <b>FECHA:</b>  | OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO |
|   |                       |  |                | <b>LÁMINA:</b>                 |
|   |                       |  |                | <b>PC-08</b>                   |

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

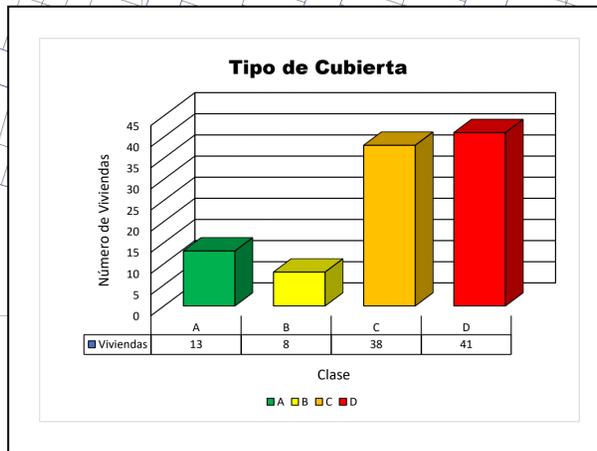
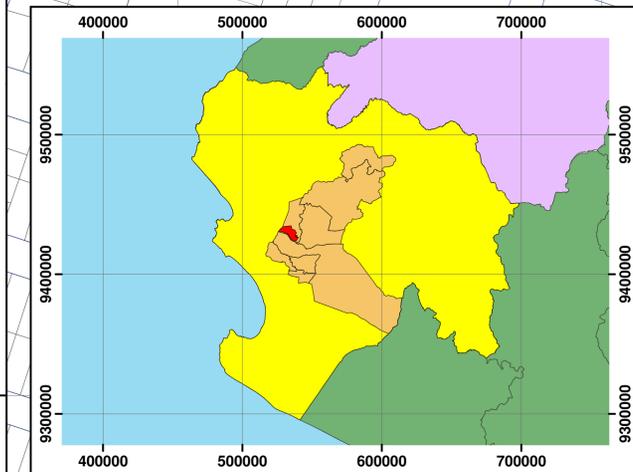
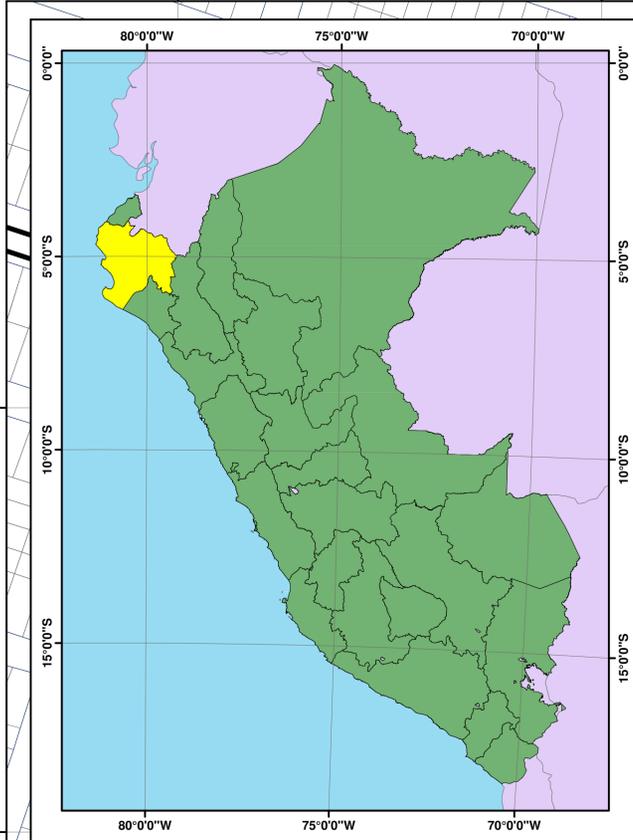
9425550

9426000

9425850

9425700

9425550

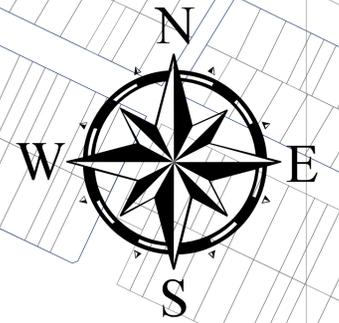


AA.HH ENRIQUE LÓPEZ ALBUJAR

AA.HH IGNACIO MERINO

AA.HH CONSUELO DE VELASCO

AA.HH 31 DE ENERO



**LEYENDA**

**Lotes evaluados**

**Tipo de Cubierta**

- A
- B
- C
- D

**Lotes no evaluados**

**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación
- Viviendas no aptas para evaluación
- Otros

|   |                              |  |                         |                |
|---|------------------------------|--|-------------------------|----------------|
| <p><b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b><br/>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br/>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> |                              |  |                         |                |
| <b>PROYECTO:</b>  |                              | Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                         |                |
| <b>PLANO:</b> "Vulnerabilidad Sísmica-Tipo de Cubierta"   |                              |  |                         |                |
| <b>UBICACIÓN</b>  | <b>DATOS GRÁFICOS</b>        |  | <b>DATOS DEL DIBUJO</b> | <b>LÁMINA:</b> |
| <b>DISTRITO:</b> VEINTISÉIS DE OCTUBRE  | <b>DATUM:</b> WGS -1984      | <b>ESTUDIANTES:</b>  |                         | <b>PC-09</b>   |
| <b>PROVINCIA:</b> PIURA   | <b>ESCALA:</b> 1/1250        | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE  |                         |                |
| <b>REGIÓN:</b> PIURA  | <b>FECHA:</b> OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO   |                         |                |

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

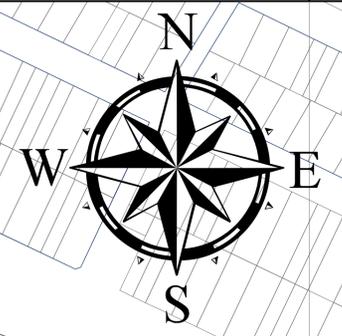
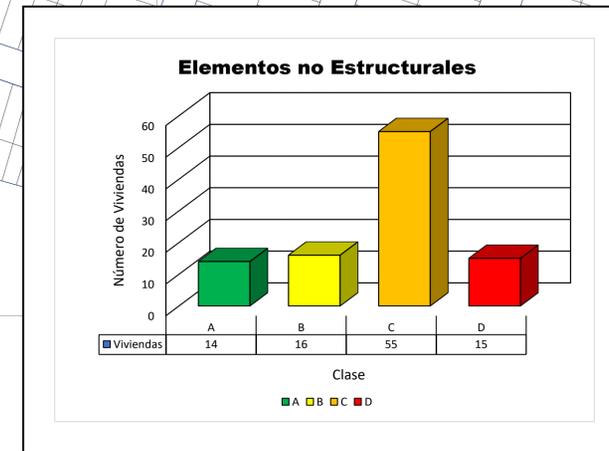
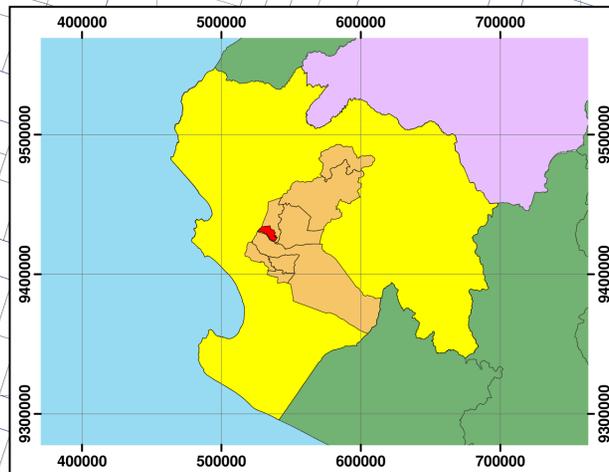
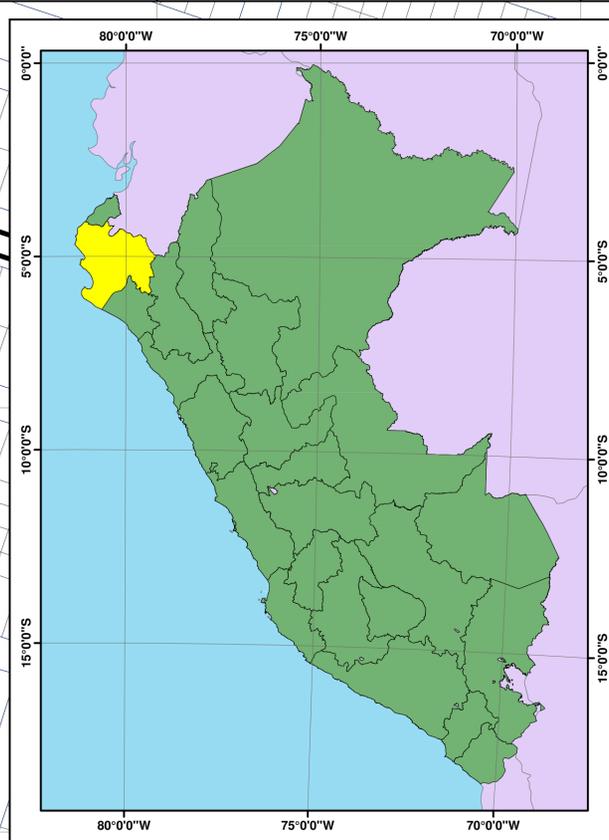
9425550

9426000

9425850

9425700

9425550



**AA.HH ENRIQUE  
LÓPEZ  
ALBUJAR**

**AA.HH IGNACIO MERINO**

**AA.HH CONSUELO DE  
VELASCO**

**AA.HH 31 DE ENERO**

**LEYENDA**

**Lotes evaluados**

**Elementos no Estructurales**

- A
- B
- C
- D

**Lotes no evaluados**

**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación
- Viviendas no aptas para evaluación
- Otros

|   |                         |  |                |                                |
|---|-------------------------|--|----------------|--------------------------------|
| <p><b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b><br/>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br/>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> |                         |  |                |                                |
| <b>PROYECTO:</b>  |                         | Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                |                                |
| <b>PLANO:</b>   |                         | "Vulnerabilidad Sísmica-Elementos no Estructurales"  |                |                                |
| <b>UBICACIÓN</b>  | <b>DATOS DEL DIBUJO</b> |  |                |                                |
| <b>DISTRITO:</b>  | VEINTISÉIS DE OCTUBRE   | <b>DATUM:</b>  | WGS -1984      | <b>ESTUDIANTES:</b>            |
| <b>PROVINCIA:</b>   | PIURA                   | <b>ESCALA:</b>   | 1/1250         | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE    |
| <b>REGIÓN:</b>  | PIURA                   | <b>FECHA:</b>  | OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO |
|   |                         |  |                | <b>LÁMINA:</b>                 |
|   |                         |  |                | <b>PC-10</b>                   |

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

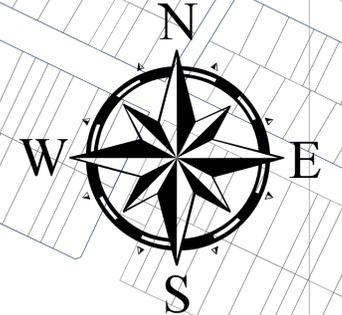
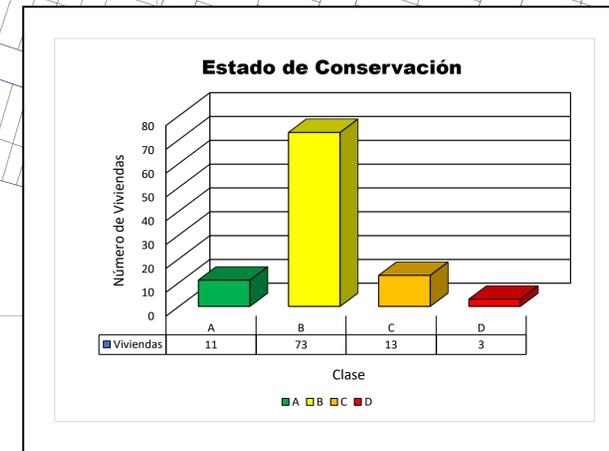
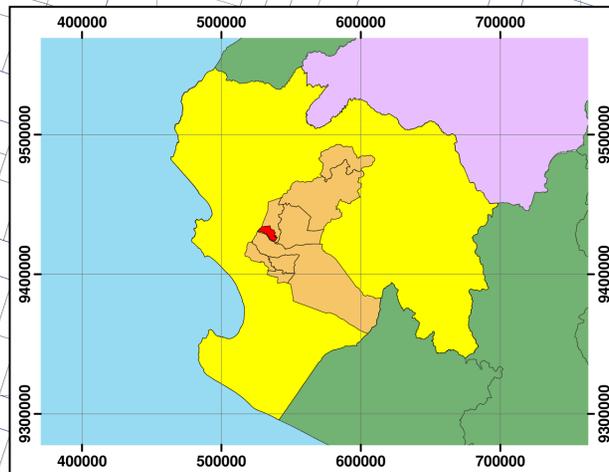
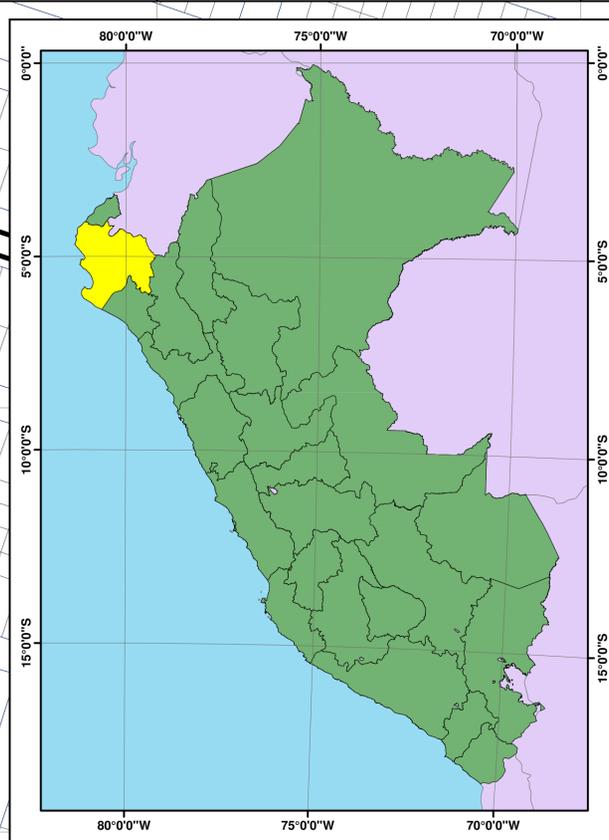
9425550

9426000

9425850

9425700

9425550



**AA.HH ENRIQUE  
LÓPEZ  
ALBUJAR**

**AA.HH IGNACIO MERINO**

**AA.HH CONSUELO DE  
VELASCO**

**AA.HH 31 DE ENERO**

**LEYENDA**

**Lotes evaluados**

**Estado de Conservación**

- A
- B
- C
- D

**Lotes no evaluados**

**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación
- Viviendas no aptas para evaluación
- Otros

|   |  |                |                |                                |
|---|--|----------------|----------------|--------------------------------|
| <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>                  |  |                |                |                                |
| FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA             |  |                |                |                                |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |                |                |                                |
| <b>PROYECTO:</b>                                  | Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                |                |                                |
| <b>PLANO:</b>                                     | "Vulnerabilidad Sísmica-Estado de Conservación"  |                |                |                                |
| <b>DISTRITO:</b>                                  | VEINTISÉIS DE OCTUBRE  | <b>DATUM:</b>  | WGS -1984      | <b>ESTUDIANTES:</b>            |
| <b>PROVINCIA:</b>                                 | PIURA  | <b>ESCALA:</b> | 1/1250         | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE    |
| <b>REGIÓN:</b>                                    | PIURA  | <b>FECHA:</b>  | OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO |
|   |  |                |                | <b>PC-11</b>                   |

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

538750

538900

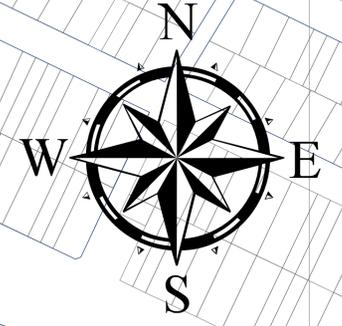
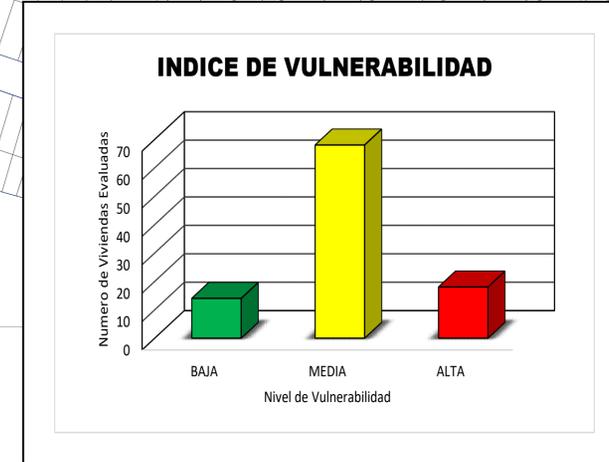
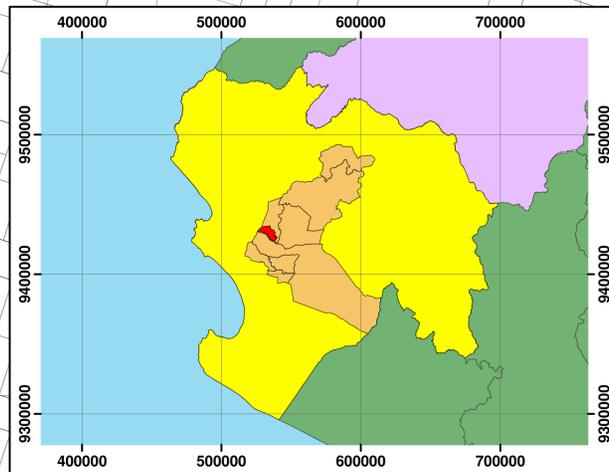
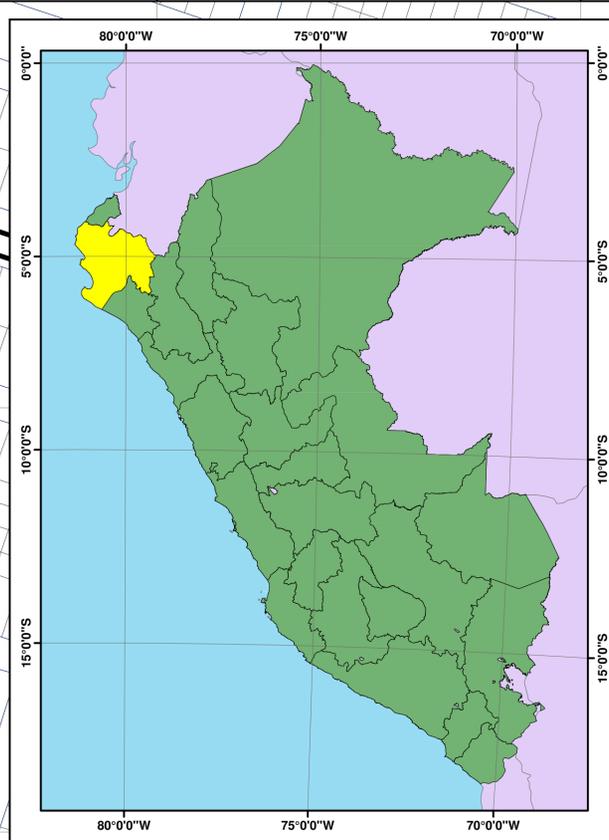
539050

539200

539350

539500

539650



**AA.HH ENRIQUE  
LÓPEZ  
ALBUJAR**

**AA.HH IGNACIO MERINO**

**AA.HH CONSUELO DE  
VELASCO**

**AA.HH 31 DE ENERO**

**LEYENDA**

**Lotes evaluados**  
**Indice de Vulnerabilidad**

- ALTA
- BAJA
- MEDIA

**Lotes no evaluados**  
**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación
- Viviendas no aptas para evaluación
- Otros

|  |                       |  |                  |             |
|--|-----------------------|--|------------------|-------------|
| <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>   |                       |  |                  |             |
| FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL   |                       |  |                  |             |
| PROYECTO: Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                       |  |                  |             |
| PLANO: "Vulnerabilidad Sísmica"  |                       |  |                  |             |
| UBICACIÓN  | DATOS GRÁFICOS        |  | DATOS DEL DIBUJO | LÁMINA:     |
| DISTRITO: VEINTISÉIS DE OCTUBRE  | DATUM: WGS -1984      | ESTUDIANTES: JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE |                  | <b>V-01</b> |
| PROVINCIA: PIURA   | ESCALA: 1/1250        | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO           |                  |             |
| REGIÓN: PIURA  | FECHA: OCTUBRE - 2020 |  |                  |             |

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

9425550

9426000

9425850

9425700

9425550

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

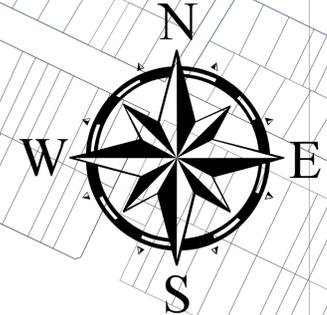
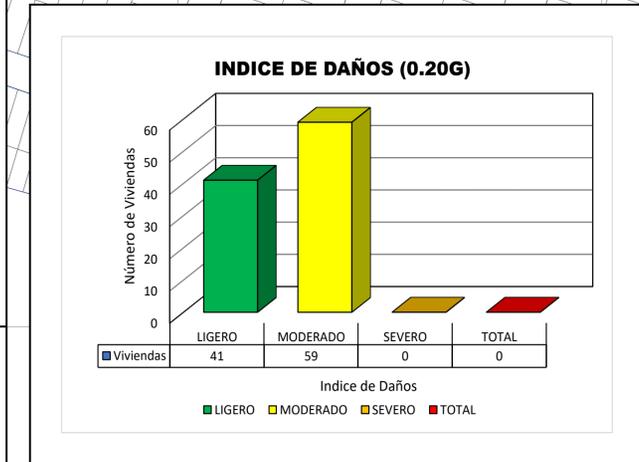
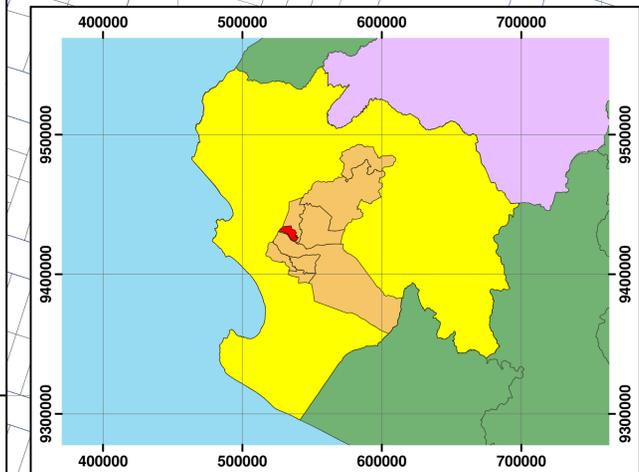
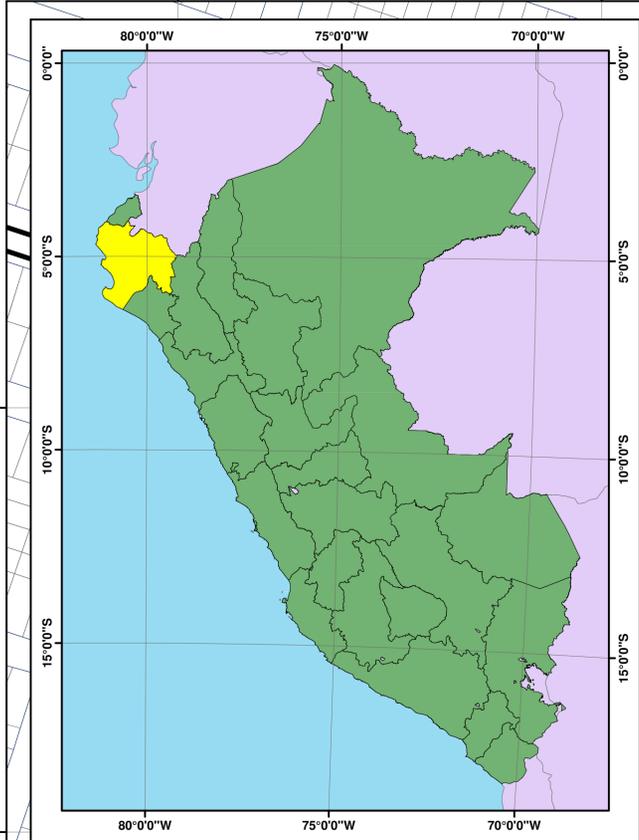
9425550

9426000

9425850

9425700

9425550



**AA.HH ENRIQUE  
LÓPEZ  
ALBUJAR**

**AA.HH IGNACIO MERINO**

**AA.HH CONSUELO DE  
VELASCO**

**AA.HH 31 DE ENERO**

**LEYENDA**

**Lotes evaluados**  
**Índice de Daños (Sismo 0.20g)**  
 ■ LIGERO  
 ■ MODERADO  
 ■ SEVERO  
 ■ TOTAL

**Lotes no evaluados**  
**Estado**  
 ■ Viviendas aptas para evaluación  
 ■ Viviendas no aptas para evaluación  
 ■ Otros

|  |  |                |                |                                |
|--|--|----------------|----------------|--------------------------------|
| <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b><br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |                |                |                                |
| <b>PROYECTO:</b>   | Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                |                |                                |
| <b>PLANO:</b>  | "Riesgo Sísmico - Daños para un sismo de aceleración: 0.20g"   |                |                |                                |
| <b>DISTRITO:</b>   | VEINTISÉIS DE OCTUBRE  | <b>DATUM:</b>  | WGS -1984      | <b>ESTUDIANTES:</b>            |
| <b>PROVINCIA:</b>  | PIURA  | <b>ESCALA:</b> | 1/1250         | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE    |
| <b>REGIÓN:</b>   | PIURA  | <b>FECHA:</b>  | OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO |
|  |  |                |                | <b>LÁMINA:</b>                 |
|  |  |                |                | <b>R-01</b>                    |

538750

538900

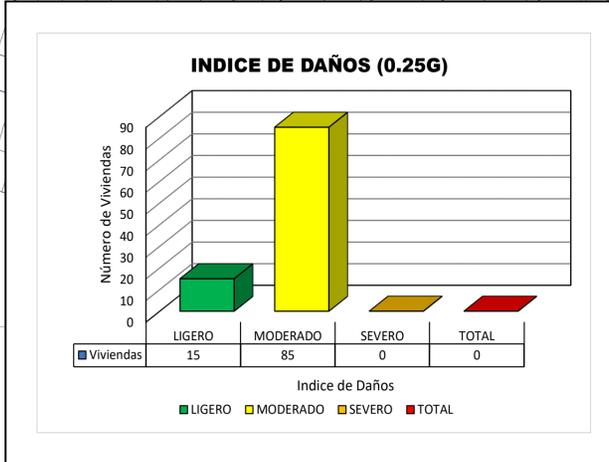
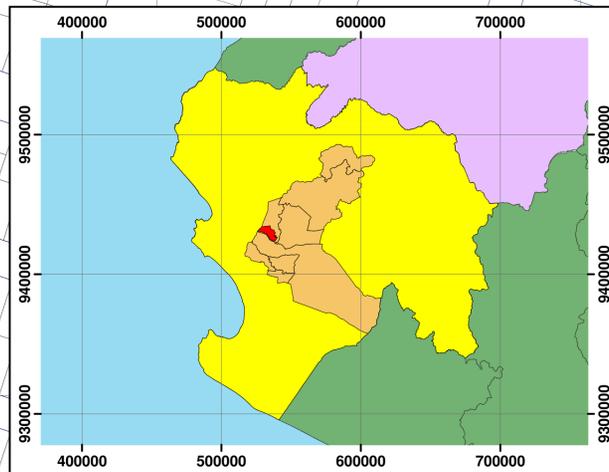
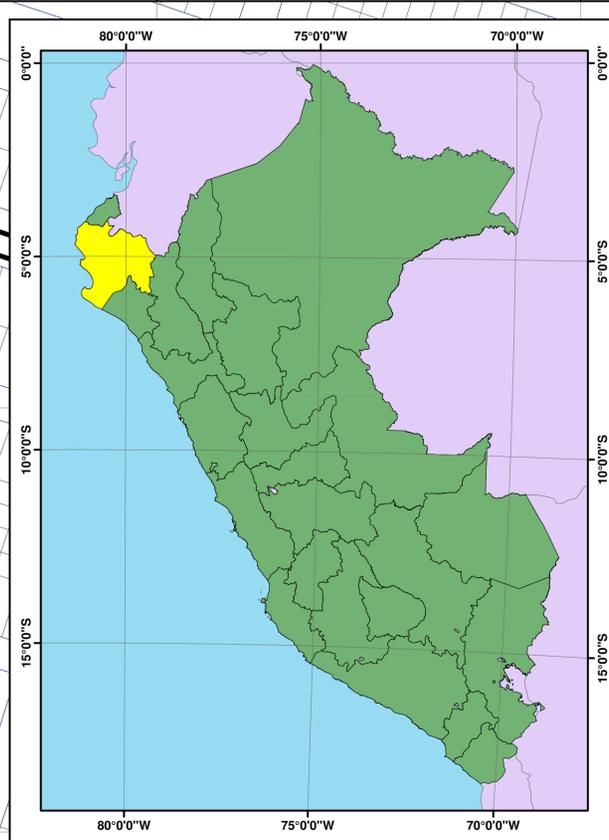
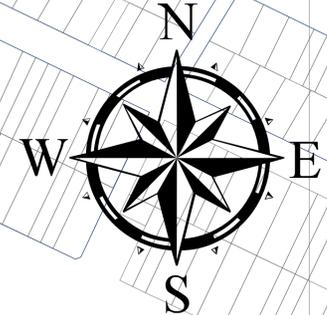
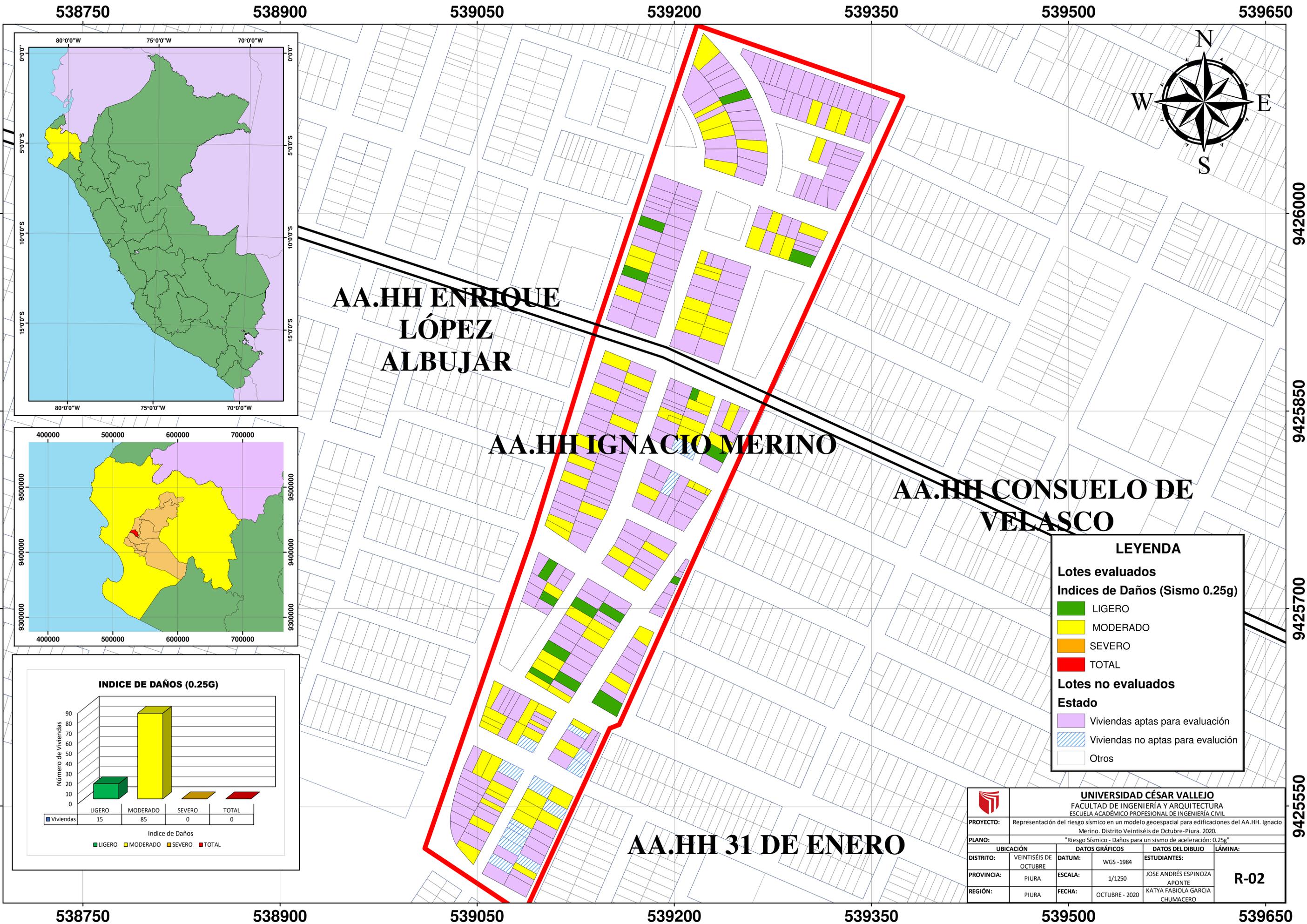
539050

539200

539350

539500

539650



**LEYENDA**

**Lotes evaluados**  
**Indices de Daños (Sismo 0.25g)**

- LIGERO
- MODERADO
- SEVERO
- TOTAL

**Lotes no evaluados**

**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación
- Viviendas no aptas para evaluación
- Otros

|   |  |                |                |                                |
|---|--|----------------|----------------|--------------------------------|
| <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>                  |  |                |                |                                |
| FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA             |  |                |                |                                |
| ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |  |                |                |                                |
| <b>PROYECTO:</b>                                  | Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                |                |                                |
| <b>PLANO:</b>                                     | "Riesgo Sísmico - Daños para un sismo de aceleración: 0.25g"   |                |                |                                |
| <b>DISTRITO:</b>                                  | VEINTISÉIS DE OCTUBRE  | <b>DATUM:</b>  | WGS -1984      | <b>ESTUDIANTES:</b>            |
| <b>PROVINCIA:</b>                                 | PIURA  | <b>ESCALA:</b> | 1/1250         | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE    |
| <b>REGIÓN:</b>                                    | PIURA  | <b>FECHA:</b>  | OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO |
|   |  |                |                | <b>R-02</b>                    |

538750

538900

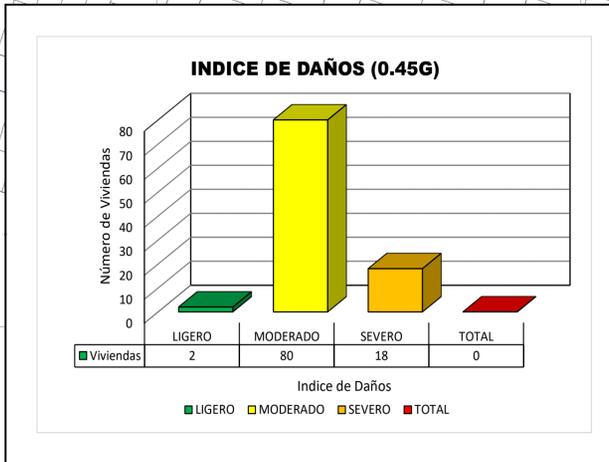
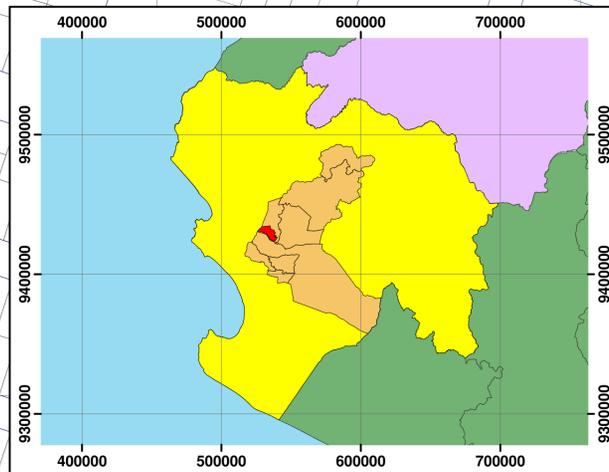
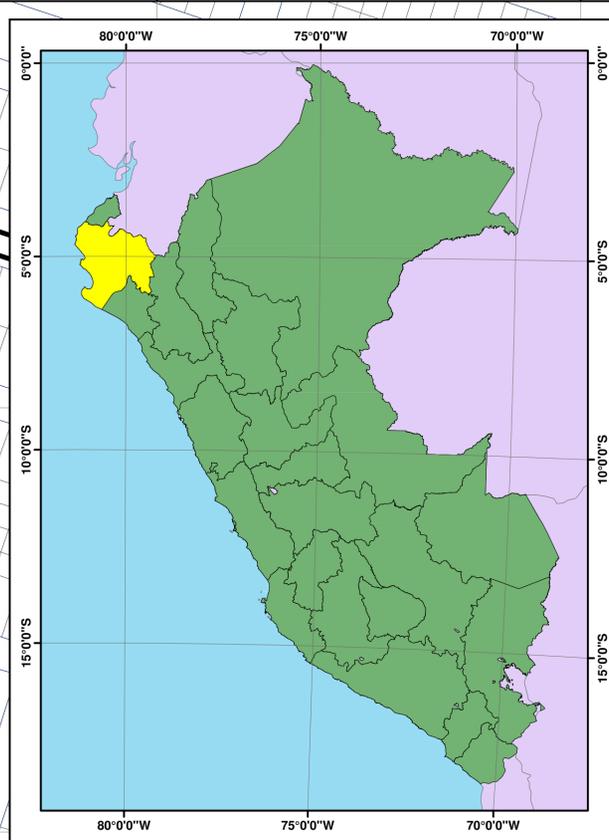
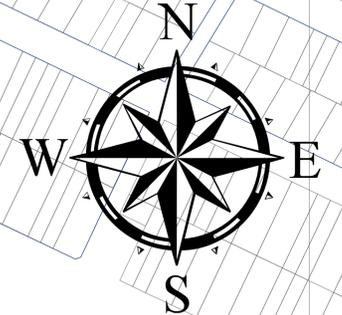
539050

539200

539350

539500

539650



AA.HH ENRIQUE LÓPEZ ALBUJAR

AA.HH IGNACIO MERINO

AA.HH CONSUELO DE VELASCO

AA.HH 31 DE ENERO

**LEYENDA**

**Lotes evaluados**  
Índice de Daños (Sismo 0.45g)

- LIGERO
- MODERADO
- SEVERO
- TOTAL

**Lotes no evaluados**

**Estado**

- Viviendas aptas para evaluación
- Viviendas no aptas para evaluación
- Otros

|  |                       |  |                |                                |
|--|-----------------------|--|----------------|--------------------------------|
|  |                       |  |                |                                |
| <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b><br>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA<br>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL |                       |  |                |                                |
| <b>PROYECTO:</b>   |                       | Representación del riesgo sísmico en un modelo geoespacial para edificaciones del AA.HH. Ignacio Merino. Distrito Veintiséis de Octubre-Piura. 2020. |                |                                |
| <b>PLANO:</b>  |                       | "Riesgo Sísmico - Daños para un sismo de aceleración: 0.45g"   |                |                                |
| <b>UBICACIÓN</b>   |                       | <b>DATOS GRÁFICOS</b>  |                | <b>LÁMINA:</b>                 |
| <b>DISTRITO:</b>   | VEINTISÉIS DE OCTUBRE | <b>DATUM:</b>  | WGS -1984      | <b>ESTUDIANTES:</b>            |
| <b>PROVINCIA:</b>  | PIURA                 | <b>ESCALA:</b>   | 1/1250         | JOSE ANDRÉS ESPINOZA APONTE    |
| <b>REGIÓN:</b>   | PIURA                 | <b>FECHA:</b>  | OCTUBRE - 2020 | KATYA FABIOLA GARCIA CHUMACERO |
|  |                       |  |                | <b>R-03</b>                    |

538750

538900

539050

539200

539350

539500

539650

9426000

9425850

9425700

9425550

9426000

9425850

9425700

9425550