

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LA RED DE  
ALCANTARILLADO DEL CUADRANTE URBANO DEL  
DISTRITO DE BREÑA, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Wilberth Edwin Chavez Maravi

Asesor:

Mg. Ing. Julio Christian Quesada Llanto

Lima - Perú

2021

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a mi familia. A todas las personas maravillosas que me apoyaron para sacar adelante este proyecto de investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer Después de estos años quiero agradecer a las personas que hicieron posible terminar esta carrera en donde profesores y compañeros dejan parte de su vida, para dar vida a las ilusiones y esperanzas, que hoy se hacen realidad. Este camino llega a su fin, lleno de alegrías, aprendizajes y esfuerzos.

Primero está mi familia, quienes durante todos estos años confiaron en mí, comprendiendo mis ideales y el tiempo que no estuve con ellos.

De igual forma, mi más sincero agradecimiento a todos los profesionales que aportaron conocimientos, experiencias, ideas, comentarios y relatos para la elaboración del presente trabajo.

Por último, a mis amistades, sin ellos la tarea hubiese sido aún más difícil, gracias a todos por estar conmigo en esos momentos de locura, ansiedad, y presión. A todos gracias.

## TABLA DE CONTENIDOS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>DEDICATORIA .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>RESUMEN.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>                                  | <b>13</b> |
| 1.1. Realidad problemática.....                                       | 11        |
| 1.2. Marco teórico .....  | 19        |
| 1.2.1. Evaluación de Riesgos .....                                    | 19        |
| 1.2.2. Análisis del Peligro .....                                     | 20        |
| 1.2.3. Análisis de Vulnerabilidad.....                                | 22        |
| 1.2.4. Análisis de Riesgo.....  | 23        |
| 1.2.5. Redes de Alcantarillado.....                                   | 25        |
| 1.3. Justificación .....  | 27        |
| 1.4. Limitaciones.....  | 27        |
| <b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>                                 | <b>30</b> |
| 2.1 Tipo y diseño de la investigación .....                           | 30        |
| 2.2. Población y muestra.....   | 32        |
| 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos ..... | 32        |
| <b>CAPÍTULO III: RESULTADOS .....</b>                                 | <b>37</b> |
| 3.1 Características Generales .....                                   | 39        |
| 3.2 Características geológicas.....                                   | 45        |
| 3.3 Características geomorfológicas .....                             | 47        |
| 3.4 Análisis del Peligro .....  | 48        |
| 3.5 Análisis de Vulnerabilidad.....                                   | 66        |

|  |  |            |
|--|--|------------|
| 3.6  | Análisis de Riesgo.....                    | 83         |
| 3.7  | Análisis de la Red de Alcantarillado ..... | 87         |
| <b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b> |  | <b>95</b>  |
| 4.1  | Discusiones .....                          | 95         |
| 4.2  | Conclusiones .....                         | 97         |
| 4.3  | Recomendaciones.....                       | 98         |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>             |  | <b>100</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                 |  | <b>104</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Ponderación de parámetros y descriptores desarrollado por Saaty.                           | 25 |
| Tabla 2. Matriz de operacionalización de las variables.   | 31 |
| Tabla 3. Población del ámbito de influencia del cuadrante de estudio, según sexo.                   | 41 |
| Tabla 4. Población según grupo de edades del distrito de Breña dentro del ámbito de estudio.        | 41 |
| Tabla 5. Población según grupo de edades del distrito de Pueblo Libre dentro del ámbito de estudio. | 41 |
| Tabla 6. Material predominante de paredes.  | 42 |
| Tabla 7. Tipo de vivienda.  | 43 |
| Tabla 8. Tipo de abastecimiento de agua en viviendas.   | 43 |
| Tabla 9. Disponibilidad de servicios de alcantarillado  | 44 |
| Tabla 10. Tipo de alumbrado.  | 44 |
| Tabla 11. Parámetros de evaluación.   | 57 |
| Tabla 12. Descriptores del parámetro de evaluación – Aceleración Sísmica.                           | 58 |
| Tabla 13. Descriptores del parámetro de evaluación – Profundidad Hipocentral.                       | 58 |
| Tabla 14. Parámetros de la susceptibilidad.   | 59 |
| Tabla 15. Descriptores del factor condicionante – Nivel de Daño.                                    | 59 |
| Tabla 16. Descriptores del factor condicionante – Unidades Geológicas.                              | 59 |
| Tabla 17. Descriptores del factor condicionante – Unidades geomorfológicas.                         | 59 |
| Tabla 18. Descriptores del factor desencadenante – Magnitud del sismo.                              | 60 |
| Tabla 19. Matriz de Peligro- Cuadro resumen Parámetro de Evaluación.                                | 61 |
| Tabla 20. Matriz de Peligro- Cuadro resumen Susceptibilidad.  | 61 |
| Tabla 21. Matriz de Peligro – Cuadro de Cálculo de niveles de peligro.                              | 62 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 22. Niveles de Peligro  | 62 |
| Tabla 23 Matriz de Estratificación del Peligro por Sismo  | 63 |
| Tabla 24 Elementos expuestos de la dimensión física.  | 65 |
| Tabla 25. Elementos expuestos de la dimensión económica.  | 65 |
| Tabla 26. Pesos de ponderación de los parámetros de fragilidad física.  | 67 |
| Tabla 27. Pesos ponderados del parámetro de estado de conservación de infraestructura.                            | 67 |
| Tabla 28. Pesos ponderados del parámetro Antigüedad de infraestructura.   | 67 |
| Tabla 29. Pesos ponderados del parámetro Estado de Limpieza del colector.   | 68 |
| Tabla 30. Pesos ponderados del parámetro Tipo de material del colector.   | 68 |
| Tabla 31. Pesos ponderados de los parámetros de Resiliencia física.   | 68 |
| Tabla 32. Pesos ponderados del parámetro Disponibilidad de sistemas de monitoreo y control.                       | 69 |
| Tabla 33. Pesos ponderados del parámetro Mantenimiento del Sistema.   | 69 |
| Tabla 34. Pesos ponderados de los parámetros de Fragilidad económica.   | 69 |
| Tabla 35. Pesos ponderados del parámetro Ingreso vs Costo de tarifa por agua potable.                             | 69 |
| Tabla 36. Pesos ponderados del parámetro Rango consumo per cápita por vivienda.                                   | 70 |
| Tabla 37. Pesos ponderados de los parámetros de Resiliencia económica.  | 70 |
| Tabla 38. Pesos ponderados del parámetro Actividad económica.   | 71 |
| Tabla 39. Pesos ponderados del parámetro Ahorro por gasto de agua.  | 71 |
| Tabla 40. Pesos ponderados de los parámetros de Fragilidad social.  | 71 |
| Tabla 41. Pesos ponderados del parámetro Grupo de edades de la población.   | 72 |
| Tabla 42. Pesos ponderados del parámetro Calidad del servicio.  | 72 |
| Tabla 43. Pesos ponderados de los parámetros de Resiliencia social.   | 72 |
| Tabla 44. Pesos ponderados del parámetro Conservación del Sistema y mantenimiento de instalaciones domiciliarias. | 73 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 45. Pesos ponderados del parámetro Conocimiento de gestión de riesgos de desastres.     | 73  |
| Tabla 46. Pesos ponderados de los parámetros de Fragilidad ambiental.                         | 73  |
| Tabla 47. Pesos ponderados del parámetro Estado de Caudal promedio efluente.                  | 74  |
| Tabla 48. Pesos ponderados del parámetro Estado del suelo.                                    | 74  |
| Tabla 49. Pesos ponderados de los parámetros de Resiliencia ambiental.                        | 74  |
| Tabla 50. Pesos ponderados del parámetro Gestión adecuada de residuos.                        | 75  |
| Tabla 51. Pesos ponderados del parámetro Actividad de conservación ambiental.                 | 75  |
| Tabla 52 Matriz de la Dimensión física  | 76  |
| Tabla 53 Matriz de la Dimensión Económica   | 77  |
| Tabla 54 Matriz de la Dimensión Social  | 77  |
| Tabla 55 Matriz de la Dimensión Ambiental   | 78  |
| Tabla 56. Valores de la Vulnerabilidad, consolidado.  | 79  |
| Tabla 57. Niveles de Vulnerabilidad.  | 79  |
| Tabla 58. Matriz de Estratificación de Vulnerabilidad por sismo del cuadrante urbano.         | 80  |
| Tabla 59. Matriz de Riesgo.   | 83  |
| Tabla 60. Niveles de Riesgo por Sismo del cuadrante urbano.                                   | 83  |
| Tabla 61. Matriz de estratificación de riesgo por sismo del cuadrante urbano.                 | 84  |
| Tabla 62. Efectos probables de colectores del sistema de alcantarillado del cuadrante urbano. | 92  |
| Tabla 63. Resumen de Problemas en las Redes de Alcantarillado.                                | 105 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Clasificación de los Peligros.   | 20 |
| Figura 2. Flujograma general del proceso de recolección y análisis de información.               | 21 |
| Figura 3. Resumen análisis del tipo de Peligro a estudiar.                                       | 22 |
| Figura 4. Método de análisis jerárquico.   | 24 |
| Figura 5. Resumen de Componentes de Redes de Alcantarillado.                                     | 26 |
| Figura 6. Esquema del procedimiento de la metodología de evaluación del riesgo.                  | 34 |
| Figura 7. Metodología para determinar los niveles de Peligro                                     | 36 |
| Figura 8. Metodología para determinación del Nivel de Vulnerabilidad                             | 37 |
| Figura 9. Metodología para determinación del Nivel de Riesgo                                     | 38 |
| Figura 10. Macro Localización del Proyecto   | 39 |
| Figura 11. Localización del cuadrante urbano de estudio  | 40 |
| Figura 12. Mapa Geológico.   | 46 |
| Figura 13. Mapa Geomorfológico   | 48 |
| Figura 14. Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1960 - 2017.                                    | 50 |
| Figura 15. Principales áreas de ruptura de sismos históricos ocurridos en el borde occidental    | 51 |
| Figura 16. Mapa de intensidades sísmicas teóricas para la costa central del Perú                 | 53 |
| Figura 17. Mapa de Zonificación de tipos de suelos para Lima Metropolitana                       | 55 |
| Figura 18. Microzonificación Sísmica del distrito de Breña.                                      | 57 |
| Figura 18. Mapa de Peligro por Sismo del cuadrante urbano  | 64 |
| Figura 20. Mapa de Vulnerabilidad por sismo del cuadrante urbano.                                | 82 |
| Figura 20. Mapa de riesgo por sismo del cuadrante urbano.  | 86 |
| Figura 22. Diagrama de porcentaje de impacto del colector primario por niveles de vulnerabilidad | 87 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 23. Diagrama de porcentaje de impacto del colector secundario por niveles de vulnerabilidad | 88 |
| Figura 24. Diagrama de porcentaje de impacto del colector primario por niveles de riesgo           | 88 |
| Figura 24. Diagrama de porcentaje de impacto del colector secundario por niveles de riesgo.        | 89 |
| Figura 25. Diagrama de porcentaje de impacto del colector primario por riesgo Muy Alto y Alto.     | 90 |
| Figura 26. Diagrama de porcentaje de impacto del colector secundario por riesgo Muy alto y Alto.   | 90 |

## RESUMEN

En el mundo entero se presentan innumerables desastres que son producto de la falta de planificación y prevención ante fenómenos naturales y los cuales provocan considerables pérdidas materiales y humanas. Una de las deficiencias existentes en la actualidad es la que ocurre en el sector saneamiento. Por ello, en la presente investigación se utilizó la metodología del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) para determinar el nivel de riesgo sísmico de la red de alcantarillado del cuadrante urbano en el distrito de Breña. De acuerdo con esta metodología, se realizó un análisis de vulnerabilidad y peligrosidad, así como un análisis de riesgo cuyos niveles fueron: bajo, medio, alto y muy alto. Los resultados afirman que el 40.16 % de colectores presentan riesgo muy alto, 51.04 % colectores presentan riesgo alto y 8.80 % riesgo medio. Según reporte de instituciones científicas la zona centro del Perú presenta una laguna sísmica sin liberar energía, por lo que, de suceder el escenario proyectado, se estima la pérdida o roturas en el 74% del servicio de alcantarillado, con una probable pérdida económica de más de 256 millones de soles.

**Palabras clave:** Riesgo sísmico, análisis de vulnerabilidad, análisis de peligrosidad, redes de alcantarillado, proceso de análisis jerárquico.

## ABSTRACT

Countless disasters occur throughout the world because of the lack of planning and prevention in the face of natural phenomena, which cause considerable material and human losses. One of the current deficiencies is in the sanitation sector. Therefore, the methodology of the National Center for Estimation, Prevention and Reduction of Disaster Risk (CENEPRED) was used in the present research to determine the seismic risk level of the sewerage network of the urban quadrant in the district of Breña. In accordance with this methodology, a vulnerability and hazard analysis were carried out, as well as a risk analysis whose levels were: low, medium, high and very high. The results show that 40.16 % of collectors are at very high risk, 51.04% are at high risk and 8.80 % are at medium risk. According to scientific institutions reports, the central zone of Peru has a seismic lagoon without releasing energy, so that, if the projected scenario occurs, it is estimated that 74% of the sewerage service will be lost or broken, with a probable economic loss of more than 256 million soles.

**Keywords:** Seismic risk, vulnerability analysis, hazard analysis, sewerage network, analytic hierarchy process.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En el mundo entero se presentan innumerables desastres que son producto de la falta de planificación y prevención ante fenómenos naturales y los cuales provocan considerables pérdidas materiales y humanas. Según un reporte en Statista informa que se registraron un total de 850 catástrofes naturales, siendo el número de víctimas mortales registradas a nivel mundial aproximadamente 12,800. También generaron pérdidas económicas por el valor aproximado de 140.000 millones de dólares estadounidenses (Fernández, 2020).

Las condiciones de inequidad, pobreza extrema, degradación ambiental y de cambio climático han propiciado el aumento del riesgo ante fenómenos naturales como inundaciones, deslizamientos, flujos de detritos, lluvias intensas, sequias y sismos, los cuales han propiciado el incremento del riesgo ante los fenómenos inducidos por la acción humana de origen biológico, químico y físico (CENEPRED, 2015).

Una de las deficiencias existentes en la actualidad es la que ocurre en el sector saneamiento. Por ejemplo, de acuerdo con la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (2017) en un reporte informa sobre la antigüedad de las infraestructuras, una amplia proporción de estas tiene más de 30 años. Esto incrementó la preocupación de los operadores españoles de saneamiento ante el evidente envejecimiento de los sistemas de alcantarillado. Este deterioro en las infraestructuras conlleva operaciones con bajas eficiencias hídricas y energéticas, así como problemas de insalubridad. Por ello, un mantenimiento y/o renovación permite mantener los estándares de calidad, pues de lo contrario estarán expuestas a un colapso o falla ante un evento sísmico.

En las últimas décadas, el Perú ha registrado emergencias o desastres que han generado efectos destructivos en amplios sectores del país. La manifestación de estos eventos se debe a la contribución de diversos factores tales como la concentración de población y estructuras habitacionales localizadas en ámbitos geográficos inseguros, falta de conciencia sobre la importancia de la prevención y reducción de riesgos de desastres, agudización de la pobreza, degradación del medio ambiente y alteraciones en la variabilidad climática (CENEPRED, 2018).

Por tal es necesario adoptar medidas, estrategias y políticas integrales de gestión del riesgo, siendo dos etapas claves para la gestión de riesgo, la etapa pre-desastre incluye la identificación del riesgo, la mitigación del riesgo, la transferencia del riesgo y la preparación; la etapa pos-desastre se ocupa de atender la emergencia, la rehabilitación y reconstrucción (Freeman et al., 2003).

CENEPRED (2018) indica que las acciones de reducción de riesgos ante el impacto de un fenómeno natural y de los inducidos por la acción humana deben ser parte de las actividades de la planificación integral de los sistemas de agua potable y saneamiento. Esto está orientado a la protección de la infraestructura en agua y saneamiento, y la minimización de los posibles riesgos que se podrían generar debido a una incorrecta planificación y mal funcionamiento de los sistemas de alcantarillado. En ese sentido, específicamente en Lima, existen muchas deficiencias en el mantenimiento de las redes de alcantarillado. SEDAPAL (2016) informa que los atoros en redes de alcantarillado de la zona centro representan el 42 % de casos reportados todo ello conlleva a que el problema central sea la inadecuada prestación del servicio de alcantarillado en la zona Centro de Lima.

El Perú se ubica en el borde oriental del cinturón de fuego del océano pacífico, por tal presenta características geográficas y geológicas que están expuestas a la ocurrencia de fenómenos naturales, como los sismos con características propias de magnitud, intensidad, distribución espacial, etc. Frente a esta realidad es importante generar conocimientos y metodologías que permitan estratificar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo. Por eso es necesario estudiar y caracterizar el fenómeno del sismo en Cercado de Lima, ya que según el reporte estadístico de SEDAPAL (2016), la zona centro cuenta con el porcentaje de antigüedad más elevado de redes en un rango de 50-60 años. De esto se puede afirmar que existen deficiencias en la operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado, por eso es importante realizar estudios de evaluación de riesgo como herramientas para plantear políticas de gestión de riesgo de desastres, ya que si no podrían afectar la continuidad del servicio. Asimismo, si se zonifica la zona de riesgo, esta servirá como un instrumento de gestión territorial por parte del gobierno regional y local para que elaboren e implementen un plan de prevención y reducción del riesgo de desastres.

Esta situación problemática se presenta por varias causas de diferente índole. Para este estudio se escogió las siguientes causas: inadecuada gestión y planeamiento para la realización proyectos del sector de agua y saneamiento, malas prácticas de operación y mantenimiento de redes de alcantarillado, ausencia de comunicación entre entidades públicas para plantear estrategias según las condiciones actuales y proyecciones de la zona, deficiencia en el presupuesto de operación y mantenimiento preventivo y correctivo, malas prácticas para las descargas de aguas residuales domésticas y no domésticas. Si la situación se mantiene igual como se encuentra ahora, se generará la ruptura y colapso de redes de desagüe, elevados costos de mantenimiento preventivo y correctivo, afectación a la salud

pública, denuncias por mala prestación del servicio y vida útil corta de los materiales de alcantarillado.

Para este estudio se aportará con el análisis de riesgo sísmico de la red de tubería, proponiendo una ficha técnica para la etapa del análisis de la vulnerabilidad con parámetros identificados para caracterizar el comportamiento del sismo en infraestructura de agua y saneamiento, así identificar los impactos y efectos probables frente al evento sísmico en el servicio saneamiento en el cuadrante urbano de Breña, lo que permita tomar decisiones e implementar estrategias a las entidades involucradas en el sector de Gestión de Riesgo de desastres de la zona de jurisprudencia.

Como antecedentes es importante tener en cuenta según los temas de análisis de peligro, vulnerabilidad y riesgo en las redes de alcantarillado, tenemos al respecto:

Paz (2020) en su estudio, titulado “Análisis de Vulnerabilidad Sísmica de redes de distribución de agua potable para prevenir el desabastecimiento del sector VI del distrito de Huacho, 2018”, trabajó con las tuberías de la red de distribución de agua potable en el sector VI del distrito de Huacho para identificar la cantidad de roturas por tramos que sufrirían según las intensidades de sismos. Su objetivo general fue analizar la vulnerabilidad sísmica de redes de distribución de agua potable para prevenir el desabastecimiento de dicho sector. El diseño que empleo fue no experimental, transversal descriptivo, se utilizaron como instrumentos la observación sistemática indirecta mediante formularios y fichas según la metodología de la Organización Panamericana de la Salud encontró que con un sismo de intensidad IX, en las redes de distribución de agua potable el mayor número de roturas que evidenciaría sería 20 en un tramo, seguido con 17 roturas y con 13 roturas, además el mayor porcentaje es de 16.07% con 3 roturas por tramo de tuberías, seguido del 14.29% con 5 roturas por tramo y otro 14.29% con 2 roturas por



kilómetro. Mientras con un sismo de intensidad X el menor número de roturas que sufriría uno de los tramos es de 7 y mayor número de roturas sería 146, concluyéndose que el resultado preliminar indica que el rango de pérdidas es significativo.

Parraguez (2018) estudió el sistema de agua potable y alcantarillado de una localidad en Lambayeque bajo la metodología del PMI de la guía PMBOK 5ta edición en una investigación titulada “Análisis de riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal-Salas, Provincia de Lambayeque, Lambayeque”. Su trabajo tuvo como objetivo general analizar el grado de riesgo y vulnerabilidad que enfrenta el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal, su diseño fue descriptivo-cualitativo y los instrumentos fueron análisis documental, fichas, formatos. Sus resultados indican que la infraestructura está expuesta a un peligro alto y una vulnerabilidad media. También un parámetro de la vulnerabilidad identificada fue los insuficientes recursos financieros para obras de mitigación/prevención de desastres en agua y saneamiento, siendo la cuota para el servicio de administración, operación y mantenimiento insuficiente.

Gonzales (2020) realizó un estudio llamado “Cálculo, diseño y evaluación de riesgos del sistema de agua potable y alcantarillado en la asociación de vivienda Señor de los Milagros y Villa Hermosa, en el anexo Yuramayo 4ta Pampa, distrito de Vitor, Arequipa”. El objetivo de la investigación fue realizar el cálculo, diseño y evaluación de riesgos del sistema de agua potable y alcantarillado de la zona de estudio con la finalidad de dotar de estos servicios básicos a su población. El diseño utilizado fue descriptivo cuantitativo, se emplearon como instrumentos fichas, marco normativo, software de ingeniería, y sus resultados indican que el sistema de agua potable del centro poblado se encuentra expuesto a vulnerabilidad ambiental, económica, social e institucional.

Cahuantico (2019) estudió la infraestructura hidráulica en Piura en su investigación titulada “Análisis de vulnerabilidad y riesgo en infraestructura hidráulicas de saneamiento en la localidad de Máncora, Piura” en la que trabajo con las redes de tubería de agua potable y saneamiento la localidad de Máncora y tuvo como objetivo general determinar los niveles de los componentes del peligro que afectan al sistema hídrico de agua y saneamiento de la localidad de Máncora en la región Piura 2018, empleo el diseño no experimental con corte transversal, los instrumentos realizados son la técnica de evaluación y entrevista especializada a expertos, software de ingeniería. Sus resultados indican que el sistema hídrico de la localidad de Máncora tiene un nivel medio de peligro. Además, presenta nivel medio de vulnerabilidad, lo que también coincide con el nivel medio de gestión de riesgo.

Cunalata & Cando (2020) en su estudio titulado “Análisis del funcionamiento del sistema de alcantarillado para la reducción de riesgos por Inundación en el barrio Las Palmitas perteneciente al cantón Quinsaloma, provincia de Los Ríos, año 2020”, en Ecuador, analizo mediante un método cualitativo y cuantitativo según Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (SNGR-PNUD), trabajo con el tramo de sistema de alcantarillado ubicado en el barrio Las Palmitas. Su objetivo fue analizar el funcionamiento del sistema de alcantarillado para la reducción de riesgos por inundación en el Barrio Las Palmitas en el periodo enero-agosto 2020, encontró que el sistema de alcantarillado presenta niveles de vulnerabilidad funcional y físico estructural ante la amenaza de inundación, siendo moderada y media, respectivamente. Esto debido al cumplimiento de vida útil de la red de alcantarillado, por tal el servicio no cubre el 100%.

Santacruz (2018) en su estudio titulado “Análisis de Vulnerabilidad físico funcional del sistema de agua potable de Guaraczapas ante deslizamientos, parroquia de

Angochagua, cantón Ibarra”, en Ecuador, trabajó con el componente físico y social donde se ubica el sistema de agua potable Guaraczapas, utilizando la metodología de la SNGR-PNUD, y el diseño que empleó fue descriptivo cualitativo. Se utilizaron como instrumentos información bibliográfica, normativas, planos catastrales, entrevista, gps garmin, Arcgis 10.0 obtuvo como resultado que el sistema de agua potable de Guaraczapas y sus cuatro componentes se encuentran dentro de un territorio susceptible a movimientos de masa que involucra también deslizamientos, siendo los niveles de susceptibilidad baja, moderada, mediana y alta.

## **1.2. Marco teórico**

### **1.2.1. Evaluación de Riesgos**

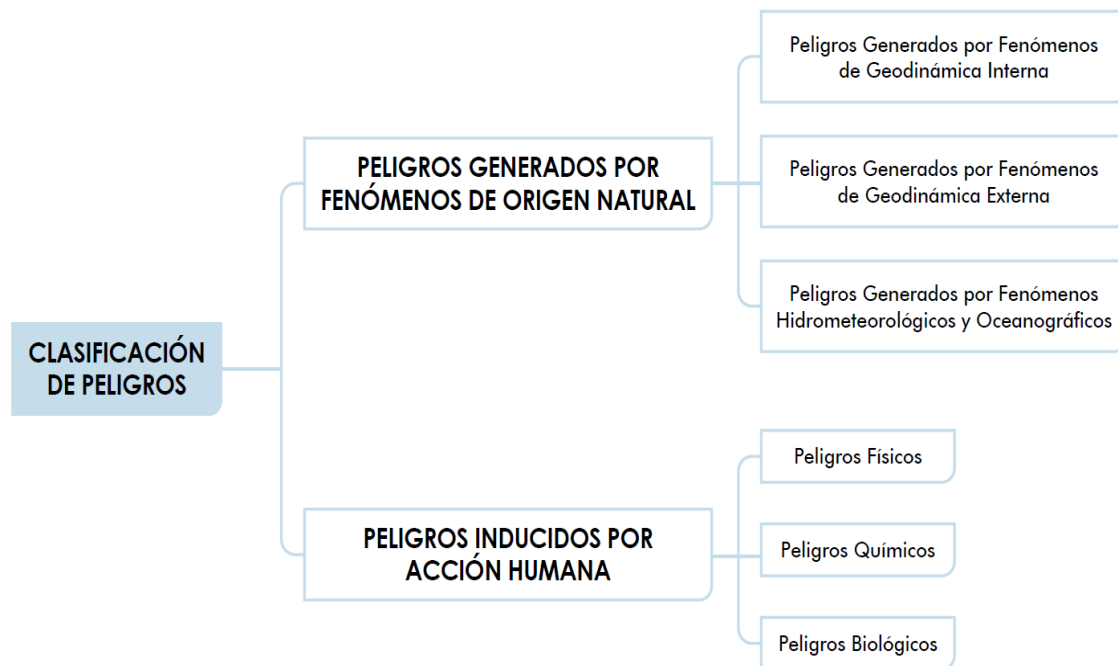
De lo mencionado anteriormente, nuestro país presenta características geográficas, hidrometeorológicas, geológicas, entre otras, que lo exponen a la ocurrencia de fenómenos de origen natural, como sismos, tsunamis, erupciones volcánicas, movimientos en masas y otros. Cada uno de estos fenómenos presentan características como magnitud, intensidad, distribución espacial, periodo de retorno, etc.(CENEPRED, 2015). Por lo tanto, se debe estratificar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo, así zonificar los riesgos en los ámbitos geográficos expuestos al fenómeno natural.

Los niveles de riesgos no solo dependen de los fenómenos de origen natural. También de los niveles de vulnerabilidad, que se analizan, por ejemplo, en función de la localización en riberas de los ríos, desembocadura de quebradas activas, cercanía a fallas geológicas, etc. Así como el tipo de infraestructura y la capacidad social para organizarse, asimilar y/o recuperarse ante el impacto de un fenómeno de origen natural.

### 1.2.2. Análisis del Peligro

CENEPRED (2015) define el peligro, como la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos.

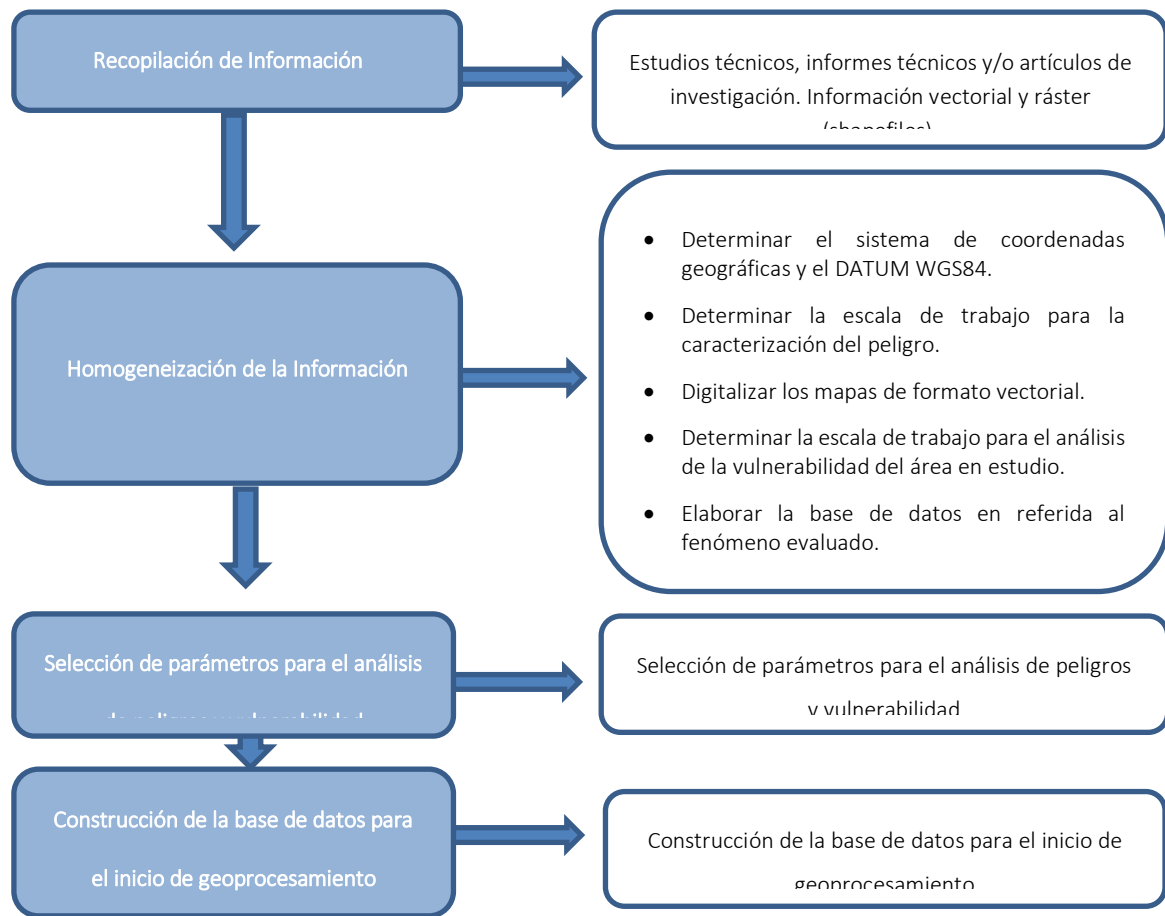
El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: los generados por fenómenos de origen natural; y, los inducidos por la acción humana. Para el estudio estos fenómenos se han agrupado los peligros de acuerdo a su origen, lo cual nos permite realizar la identificación y caracterización de cada uno de ellos. Esto se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Clasificación de los Peligros.

Fuente: CENEPRED (2015).

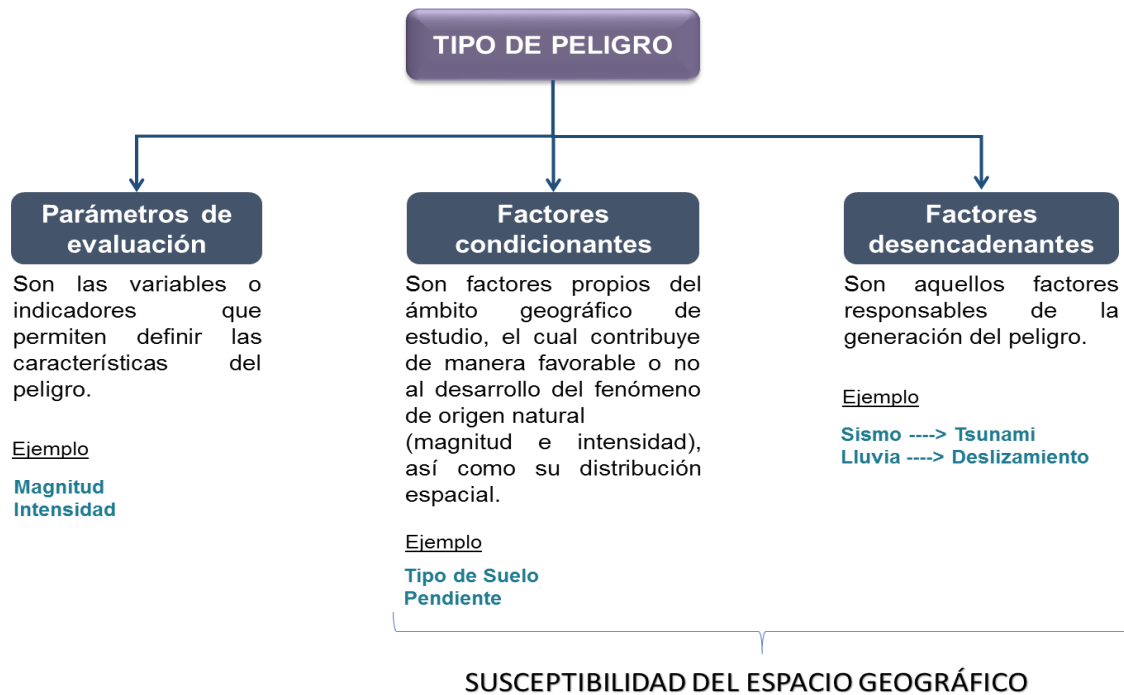
Para la caracterización del peligro identificado en la zona de estudio, se especifica en la Figura 2 el flujograma general del proceso para la recolección y análisis de la información.



**Figura 2.** Flujograma general del proceso de recolección y análisis de información.

Fuente: Adaptado de CENEPRED, 2015.

Luego de caracterizar el peligro generado por fenómenos de origen natural, según la clasificación del tipo de peligro identificado en el área de estudio, se procede a realizar el análisis indicado en la Figura 3.



**Figura 3.** Resumen análisis del tipo de Peligro a estudiar.

Fuente: Elaboración propia.

### 1.2.3. Análisis de Vulnerabilidad

En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la estructura física, la población, lo económico y lo ambiental, de sufrir daños por acción de un peligro o amenazas de un elemento o grupo de elementos expuestos al peligro, y de encontrar dificultades en recuperarse posteriormente (Presidencia del Consejo de Ministros, 2011). Los factores de vulnerabilidad son:

La exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en el área de impacto de un peligro, como crecimientos demográficos no planificados, un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio o a las políticas de desarrollo económico no sostenibles (Presidencia del Consejo de Ministros, 2011).

La fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad y es de origen interno, por ejemplo la manera de construir, sin seguir la normativa vigente sobre construcción o materiales, entre otros (Presidencia del Consejo de Ministros, 2011).

La resiliencia, es la capacidad de la población, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar y recuperarse del impacto de un peligro, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro (Presidencia del Consejo de Ministros, 2011).

#### **1.2.4. Análisis de Riesgo**

El riesgo es el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas al peligro de análisis del presente estudio (CENEPRED, 2015).

El expresar los conceptos de peligro, vulnerabilidad y riesgo, ampliamente aceptada en el campo técnico científico como Cardona (1985), Fournier d´Albe (1985) y Coburn y Spence (1992), lo cual está fundamentada en la ecuación adaptada a la Ley N°29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mediante la cual se expresa que el riesgo es función del peligro y la vulnerabilidad.

$$Rie | t = f (Pi , Ve ) | t \quad (1)$$

Donde:

R= Riesgo.

f= En función

Pi =Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t

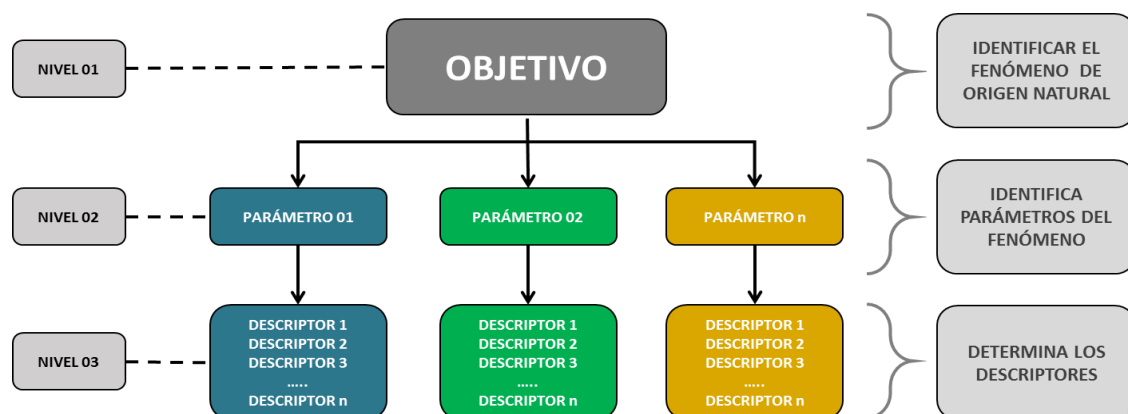
Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto.

Para obtener el nivel del riesgo se hará uso de una matriz de doble entrada: matriz del grado de peligro y matriz del grado de vulnerabilidad.

La metodología desarrollada por CENEPRED es el método multicriterio para la ponderación de los parámetros de evaluación del fenómeno de origen natural, mostrando la importancia (peso) de cada parámetro en el cálculo de los niveles de peligro y vulnerabilidad. Este método tiene un soporte matemático, permitiendo incorporar información cuantitativa (mediciones de campo) y cualitativa (nivel de incorporación de los instrumentos de gestión del riesgo, niveles de organización social, etc.), para lo cual requiere de la participación de un equipo multidisciplinario (CENEPRED, 2015).

### Proceso de Análisis Jerárquico

Método desarrollado por matemático Thomas Saaty (1980) el cual descompone un problema complejo en jerarquías, donde cada nivel es descompuesto en elementos específicos. Este método permite que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio de forma visual, mediante la construcción de un Modelo Jerárquico que como mínimo tiene tres niveles (ver Figura 4).



**Figura 4.** Método de análisis jerárquico.

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la Tabla N°1, la misma que será utilizada para el cálculo de los ponderados de los parámetros objeto del análisis de los peligros y vulnerabilidad.



**Tabla 1.** Ponderación de parámetros y descriptores desarrollado por Saaty.

| ESCALA NUMÉRICA | ESCALA VERBAL   | EXPLICACIÓN   |
|-----------------|---|---|
| 9               | Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.               |
| 7               | Mucho más importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.                       |
| 5               | Más importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.                             |
| 3               | Ligeramente más importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.                             |
| 1               | Igual ...   | Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.   |
| 1/3             | Ligeramente menos importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.               |
| 1/5             | Menos importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.                     |
| 1/7             | Mucho menos importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.                     |
| 1/9             | Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo. |
| 2, 4, 6, 8      | Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores. |   |

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2015).

### 1.2.5. Redes de Alcantarillado

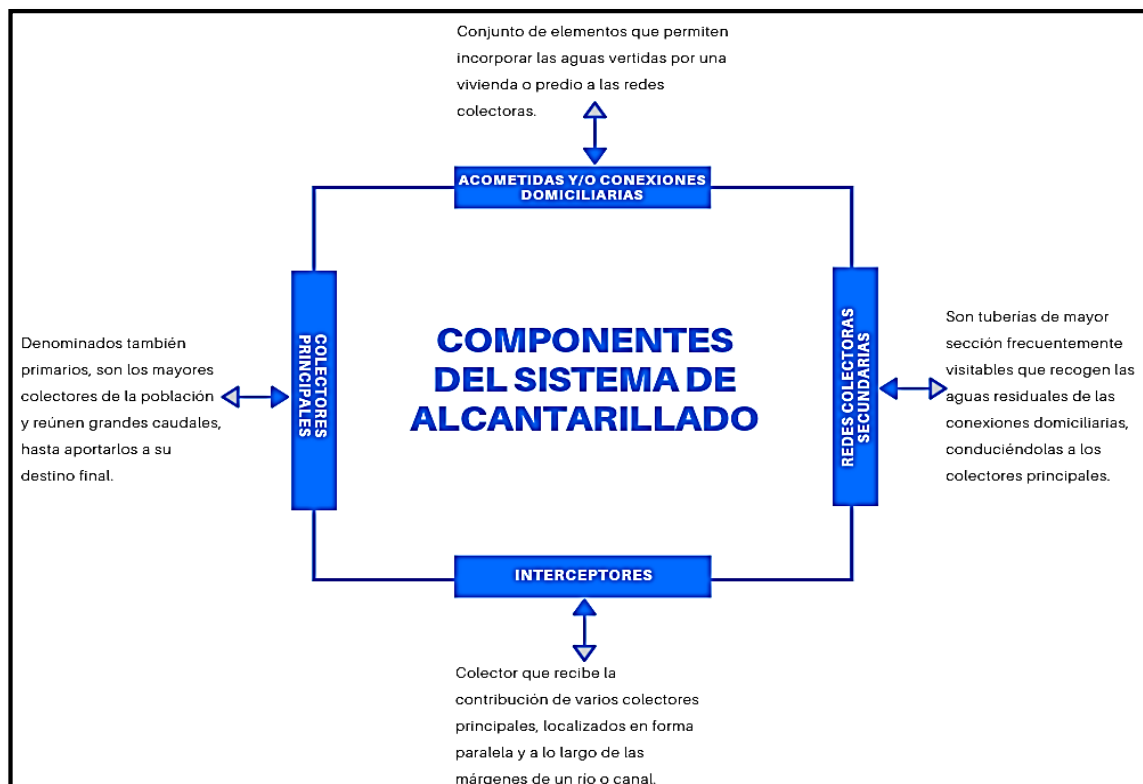
El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) en el Reglamento Nacional de Edificación en la norma OS.70 define las redes de alcantarillado como “conjunto de tuberías principales y ramales colectores que permiten la recolección de las aguas residuales generadas en las viviendas”. (pág.70)

De la misma forma el Ministerio de Desarrollo Económico de Colombia (2000) en el Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico lo define como

“conjunto de tuberías, accesorios, estructuras y equipos que conforman el sistema de evacuación y transporte de las aguas residuales, pluviales o combinadas de una comunidad y al cual desembocan las acometidas de alcantarillado de los inmuebles”. (pág.12)

Vilchez (2012) agrega a lo que afirman los reglamentos de ambas instituciones: Conjunto de conductos e instalaciones que sirven para la evacuación de las aguas residuales o pluviales desde el final de la red de saneamiento interior de la edificación o privada, hasta el punto de vertido a la estación depuradora o, en su defecto, a un cauce público, incluye por tanto la acometida. (pág.7)

Según LKS Perú & Sedapar (2017), la red de alcantarillado está compuesta de colectores principales, redes colectoras secundarias, conexiones domiciliarias e interceptores. Esto se aprecia en la Figura 5.



**Figura 5.** Resumen de Componentes de Redes de Alcantarillado.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de LKS Perú (2017).

### **1.3. Justificación**

Este estudio cuenta con una justificación teórica porque resume el aporte teórico de los autores más importantes que hacen referencia a las variables en estudio. Así mismo tiene una justificación práctica en la medida que ayuda a solucionar este problema actual. De igual manera presenta una justificación económica puesto que colabora con el ahorro o evita gastos económicos a las entidades prestadoras de servicios de saneamiento, municipalidades y gobierno central. Igualmente presenta una justificación social en razón que se está trabajando con personas que se encuentran envueltas en una problemática social y sanitaria. También cuenta con una justificación legal en cuanto que la elaboración de evaluación de riesgos en los servicios de mantenimiento de redes de alcantarillado involucra normas y leyes. Además de una justificación investigativa pues los resultados darán pie a que se continúen los estudios en este campo y quizá se puedan estudiar otras variables que acá no se han considerado y con otros componentes de las infraestructuras de agua potable y de aguas residuales.

### **1.4. Limitaciones**

Este estudio tiene limitaciones en cuanto a la circunscripción de un cuadrante del distrito de Breña y no puede generalizarse a otros ámbitos ni a otras redes de alcantarillado. Así mismo, hay limitaciones en lo referente a las variables, puesto que el cuadrante planteado existen muchas variables interesantes que se pueden investigar. Por otro lado, es necesario mencionar el acceso restringido a los informes, reportes y planes estratégicos planteados entre instituciones públicas para afrontar la problemática del sector de agua y saneamiento. Es por estas razones que se deja abierta la posibilidad de que otros investigadores amplíen o profundicen el estudio presente.

## **1.5. Formulación del problema**

¿Cuál sería el impacto de un posible evento de sismo en la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña?

### **1.5.1. Problemas específicos**

- ¿Cómo determinar el nivel de peligro por sismo en la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña?
- ¿Cómo elaborar una propuesta de ficha técnica para el nivel de vulnerabilidad por sismo en la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña?
- ¿Cómo determinar el nivel riesgo que enfrenta la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña?
- ¿Cómo estimar las pérdidas económicas probables para diferentes eventos posibles identificados en la evaluación de riesgo de desastres por sismo en la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña?

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar el nivel de riesgo sísmico de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Determinar el nivel de peligro por sismo de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña.
- Elaborar una propuesta de ficha técnica para el nivel de vulnerabilidad por sismo de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña.

- Determinar el riesgo por sismo que enfrenta la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña.
- Estimar las pérdidas económicas probables para diferentes eventos posibles identificados en la evaluación de riesgo de desastres por sismo de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo y diseño de la investigación

#### 2.1.1. Tipo de investigación

Según Abarza (2012), en la investigación aplicada, el investigador busca resolver un problema conocido y encontrar respuestas a preguntas específicas. En otras palabras, el énfasis de la investigación aplicada es la resolución práctica de problemas. Este estudio corresponde al tipo de investigación aplicada con enfoque cuantitativo.

#### 2.1.2. Diseño de investigación.

Según Hernández (2016) La investigación no experimental, es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables y en la que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. Este estudio presenta un diseño no experimental, con enfoque transversal y con un nivel **descriptivo**, ya que emplea para analizar y conocer las características, rasgos, propiedades y cualidades de un fenómeno de la realidad en un momento determinado.

#### 2.1.3. Operacionalización de Variables.

- Variable independiente (V1): Evaluación de riesgo sísmico.
- Variable dependiente (V2): Estado de la red de alcantarillado.

**Tabla 2.** *Matriz de operacionalización de las variables.*

| Variables                    | Definición Conceptual  | Definición Operacional                                 | Dimensiones                             | Indicadores   |
|------------------------------|--|--|---|---|
| Evaluación de riesgo sísmico | CENEPRED (2015) define como un documento basado en estudios técnicos y científicos que sustenta de manera fehaciente el resultado de la ejecución de una evaluación de riesgos, comprende la determinación de la identificación y caracterización de los peligros, análisis de las vulnerabilidades y la determinación de los niveles de riesgo en la zona de estudio. | Esta variable se medirá con método multi criterio.     | * Peligro<br>*Vulnerabilidad<br>*Riesgo | *Parámetro de evaluación<br>*Factores condicionantes<br>*Factor desencadenante<br>*Resiliencia<br>*Fragilidad<br>*Niveles de riesgo |
|                              | Sedapal (2016) dice: Identificar las características físicas, fallas que se presentan en el sistema de alcantarillado y verificar el funcionamiento correcto, apropiado y eficiente de un sistema, equipo o componente, destinado a realizar un fin determinado tal como fueron planificados y construidos.  | Esta variable se medirá mediante los efectos probables | *Estructuras afectadas                  | *Área afectada<br>*Nivel de influencia<br>* Pérdida económica   |

Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Población y muestra**

### **2.2.1. Población**

Según Hernández (2006), la población es el conjunto de los casos que concuerda con determinadas características. En la presente investigación, la población estuvo conformada por la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña.

### **2.2.2. Muestra**

Para el estudio se tomó como muestra las tuberías de concreto simple normalizada de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña.

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

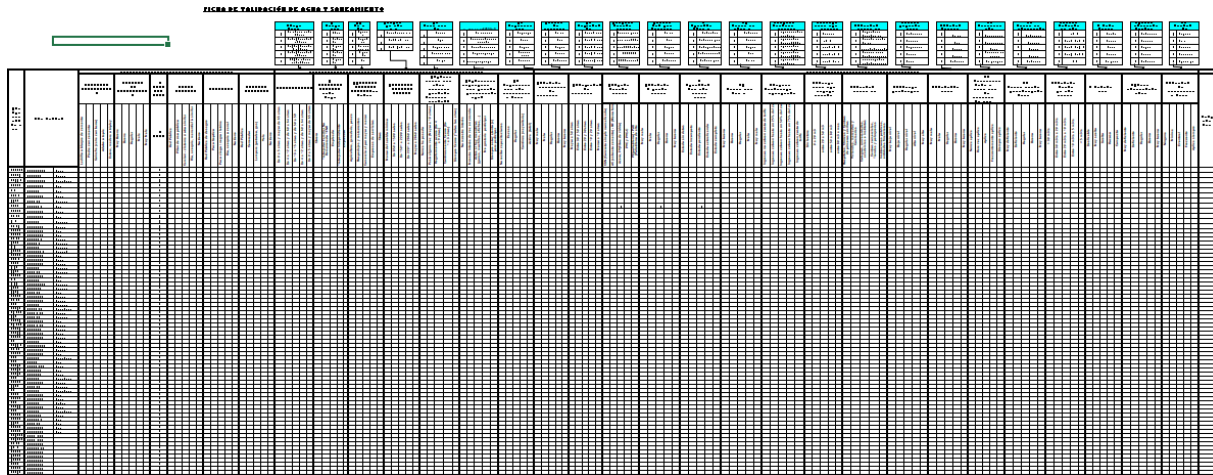
De acuerdo con las técnicas utilizadas para la recolección de datos que se emplearon en la tesis tenemos los siguientes: la observación sistemática indirecta, inspección técnica, los cuales nos permitieron establecer las matrices según los parámetros de evaluación de cada característica identificada en el cuadrante propuesto.

Adicionalmente, dentro de los instrumentos de recolección para el estudio se utilizaron: propuesta de ficha técnica de vulnerabilidad (Anexo 10), manuales, fichas técnicas Sedapal, guías e informes de Evaluación de Riesgo (EVAR), metadata geoespacial (GIS Sedapal, Geocatmin, INEI, SIGRID, EarthObservatory-NASA), procesador de tablas Excel, ArcGIS 10.3, AutoCAD.

También, para la validación de contenido de la propuesta de ficha técnica de vulnerabilidad a través del juicio de expertos, se recoge las opiniones de profesionales especialistas evaluadores de estudios de desastres naturales que han participado en esta línea de experiencia laboral, se presentó un cuestionario para que evalúen el contenido de la Ficha Técnica, se muestra recortes de esta en la figura 6. Ver Anexo 11.



**FICHA DE VALORACIÓN DE AGUA Y SANEAMIENTO**



**Figura 6.** Presentación de Ficha técnica

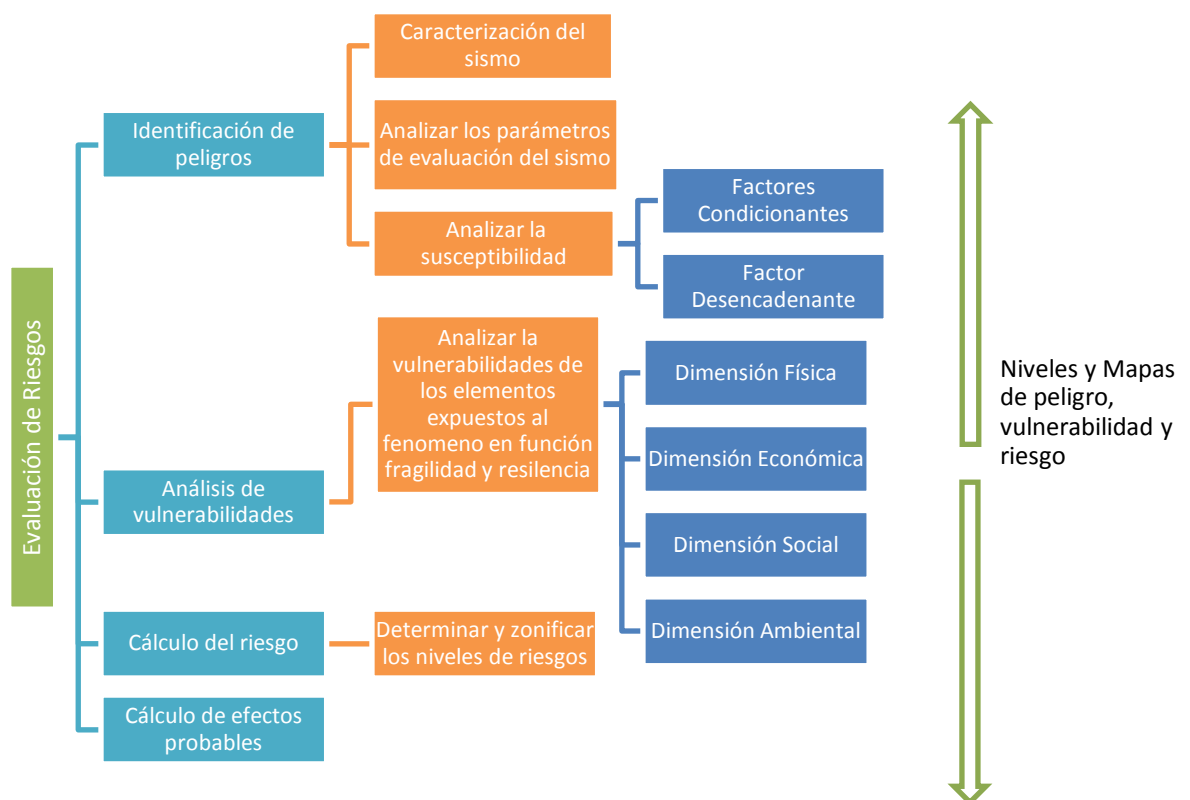
Finalmente, para el análisis de datos del estudio se aplicó el sistema descriptivo de mediciones de riesgo según las guías del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Asimismo, se utilizó la metodología multicriterio de Thomas Saaty y parámetros de aspectos cualitativos y cuantitativos, para ser representado en resultados de tablas, figuras, registros y otros.

## 2.4. Procedimiento

La evaluación de riesgo de desastres es necesaria para conocer las características y condiciones en la que se encuentran el sistema de alcantarillado ante la amenaza de un sismo. En este apartado se presenta la metodología de evaluación de riesgos de desastres según la guía del CENEPRED para evaluar el riesgo, vulnerabilidad (físico, social, económico y ambiental), y el nivel de peligro al que está expuesto el sistema de alcantarillado del cuadrante de estudio. En esta metodología se establecen parámetros, descriptores y pesos de ponderación, respectivamente.

La metodología planteada por CENEPRED contempla un análisis cualitativo y cuantitativo. El análisis cualitativo permite describir y analizar el peligro y la

vulnerabilidad del área de estudio, mediante las características y condiciones del peligro identificados para el presente estudio, mientras que el análisis cuantitativo establece valores a los parámetros y pesos de ponderación para los descriptores que determinan el nivel de peligro, vulnerabilidad y riesgo, según la escala de Tomas Saaty. Para la identificación del peligro, vulnerabilidad y el nivel de riesgo, se siguió el procedimiento indicado en la Figura 7.



**Figura 7.** Esquema del procedimiento de la metodología de evaluación del riesgo.

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el nivel de peligrosidad se siguió la metodología del esquema mostrado en la Figura 7, el cual detalla la información de parámetros y descriptores seleccionados para el estudio. Los cálculos matemáticos se realizaron según lo descrito en el Anexo N°2 – Pasos para el cálculo mediante método de multicriterio.

Para la determinar los niveles de vulnerabilidad se desarrolló la propuesta de ficha técnica, se consolidó la información en función de los parámetros propuestos para el

estudio según el anexo 10, luego se siguió la metodología del siguiente esquema mostrado en la Figura 9, donde se detalla los parámetros seleccionados para el estudio, según la Figura 9. Los cálculos matemáticos se realizan según lo descrito en el Anexo N°2 – Pasos para el cálculo mediante método de multicriterio.

CÁLCULO DEL PELIGRO

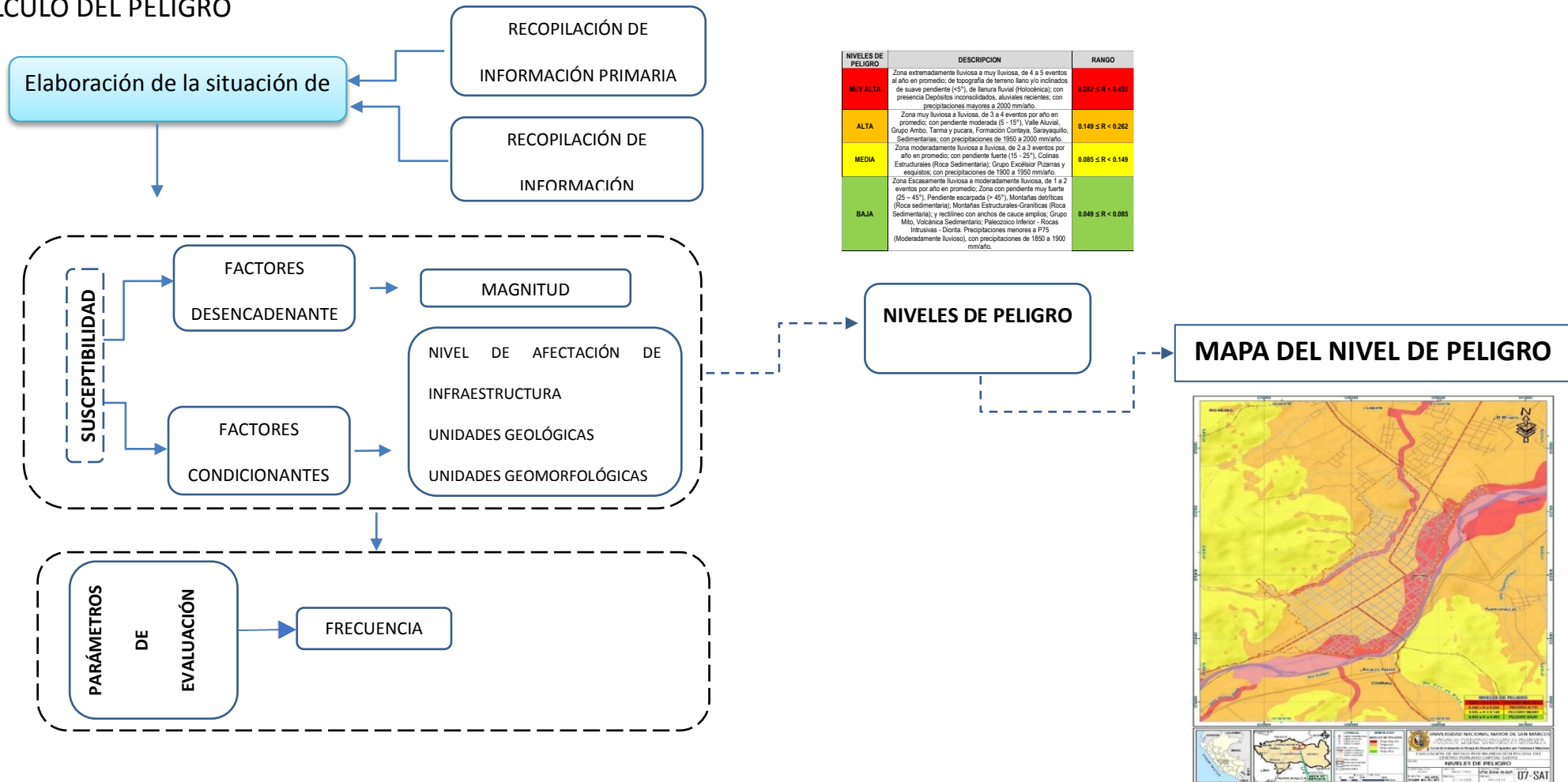


Figura 8. Metodología para determinar los niveles de Peligro

Fuente: Adaptado del Manual de Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 2da. Versión 2015. CENEPRED.

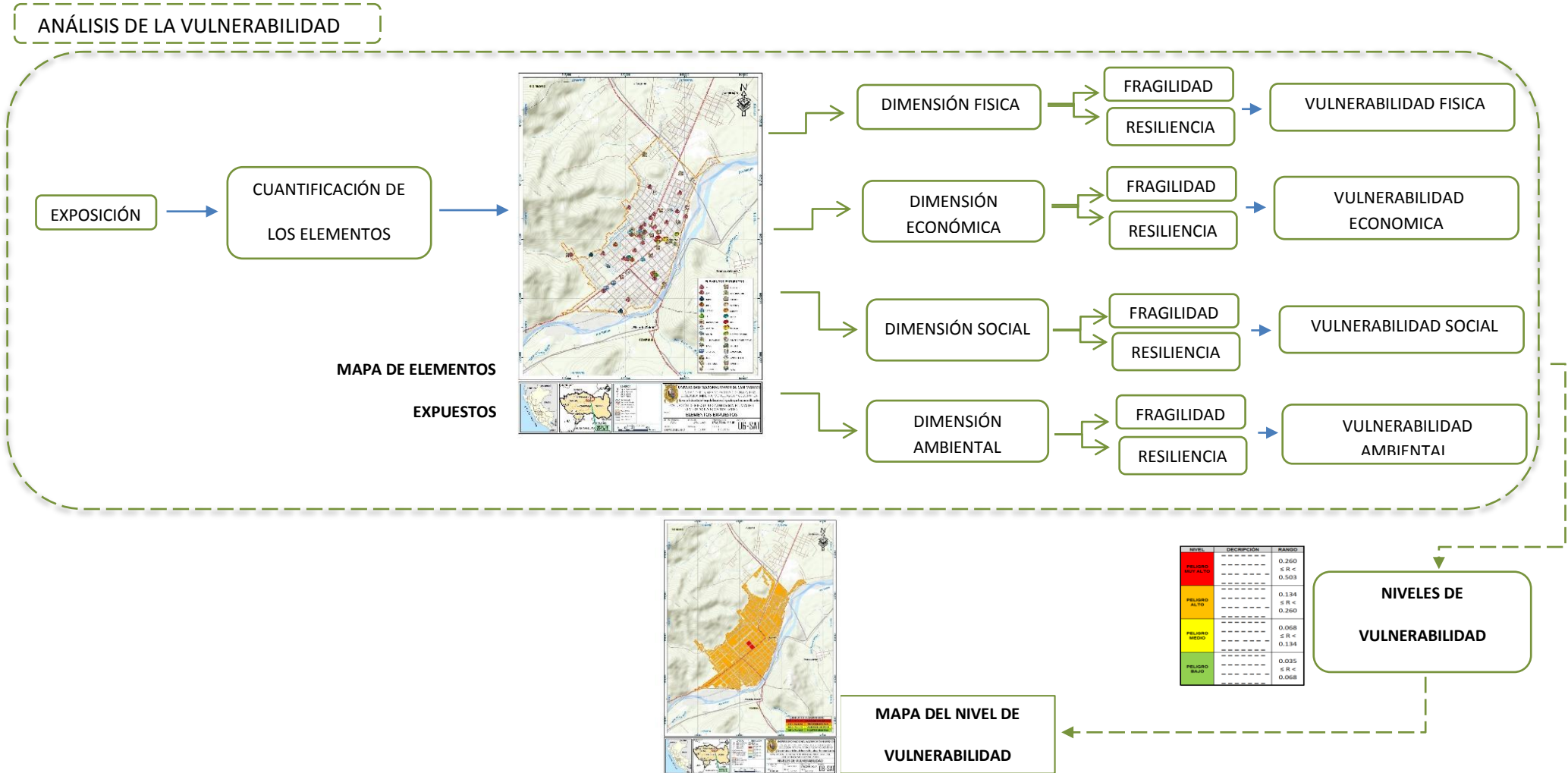
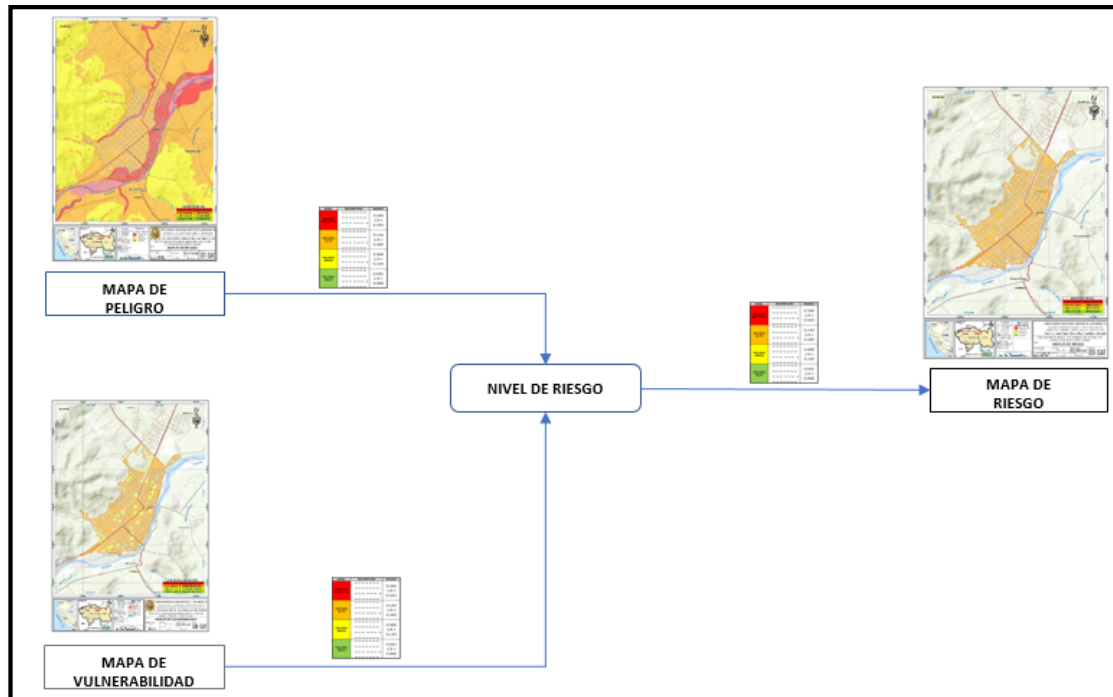


Figura 9. Metodología para determinación del Nivel de Vulnerabilidad

Fuente: Adaptado del Manual de Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 2da. Versión 2015. CENEPRED.

Los niveles de riesgo fueron determinados aplicando la ecuación 1. Luego de tener los valores de niveles de peligro y vulnerabilidad, se construyó la matriz de riesgo. Para ello, se multiplicó el valor de peligro por el valor de vulnerabilidad. El proceso para la obtención del mapa de riesgo se muestra la Figura 10.



**Figura 10.** Metodología para determinación del Nivel de Riesgo

Fuente: Adaptado del Manual de Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 2da. Versión 2015. CENEPRED.

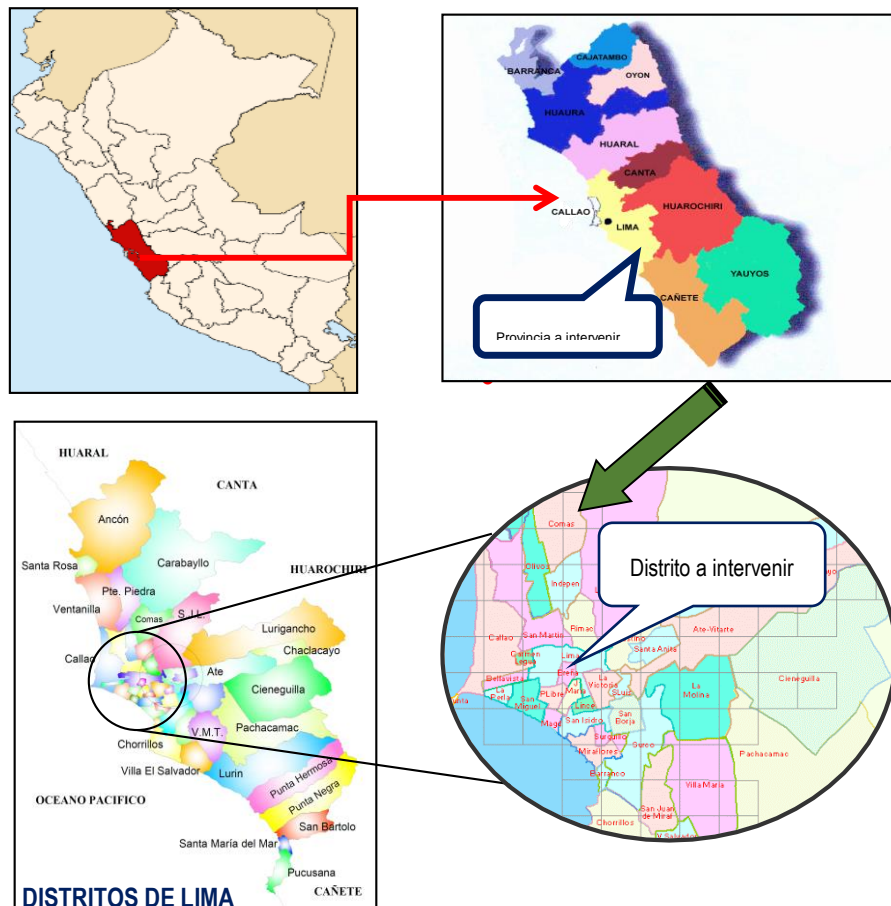
Finalmente, usando los niveles de riesgo por sismo, se identificó la cantidad de colectores primarios y secundarios por niveles de riesgo del cuadrante urbano que están expuestos al sismo de magnitud mayor a 8 Mw (escenario proyectado). Para ello, se utilizó, también, el reporte de graficas de impacto en los colectores primarios y secundarios según los niveles de riesgo reportados por el software de ArcMap. Luego se estimó las pérdidas económicas probables de ocurrir el sismo del escenario proyectado para el estudio.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1 Características Generales

#### 3.1.1 Descripción de la zona

El área de estudio o cuadrante urbano para el estudio se ubica en el distrito de Breña, región Lima Metropolitana, provincia de Lima, departamento de Lima. Asimismo, se encuentra ubicado entre las coordenadas UTM Norte 8667116.7 - 8665253.1 y Este 277689.9 - 276381.7 con una altitud promedio 120 msnm.



**Figura 11.** Macro Localización del Proyecto

Fuente: Elaboración propia.

El acceso al área de estudio por vía terrestre es desde las avenidas Arica, Venezuela, Brasil, siendo estas vías principales.



**Figura 12.** Localización del cuadrante urbano de estudio

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### 3.1.2 Características de la población

La información que se consigna a continuación fue descargada del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de desastres y Censos Nacionales (SINAGERD) 2017: XI de Población y VI de Vivienda-INEI. Según el reporte de dicho sistema, el ámbito de estudio cuenta con una población de 49499 habitantes.

#### a) Población según sexo

La población que corresponde al ámbito de estudio, de acuerdo con el “SINAGERD: XI de Población y VI de Vivienda” del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), es de 49 499 habitantes. De este porcentaje, la mayor cantidad de



población son mujeres, pues representan el 52.90% del total de la población, mientras que el 47.10% son varones (ver Tabla 3).

**Tabla 3.** Población del ámbito de influencia del cuadrante de estudio, según sexo.

| Distrito           | Hombres | Mujeres | Población total | %     |
|--------------------|---------|---------|-----------------|-------|
| Breña              | 22 761  | 25 570  | 48 331          | 97.64 |
| Pueblo Libre       | 542     | 626     | 1 168           | 2.36  |
| Total de población | 23 303  | 26 196  | 49 499          | 100   |

Fuente: INEI, 2017.

### b) Población según grupo de edades

La población del área de influencia del cuadrante de estudio se caracteriza por ser una población joven, de acuerdo con la información proporcionado por el INEI. En las Tablas 4 y 5 se muestra la población según grupo etario por distrito.

**Tabla 4.** Población según grupo de edades del distrito de Breña dentro del ámbito de estudio.

| Edades             | Cantidad | %      |
|--------------------|----------|--------|
| De 0 a 14 años     | 8 414    | 17.41  |
| De 15 a 29 años    | 11 392   | 23.57  |
| De 30 a 44 años    | 10 837   | 22.42  |
| De 45 a 64 años    | 8 550    | 17.69  |
| De 65 a más años   | 9 138    | 18.91  |
| Total de población | 48 331   | 100.00 |

Fuente: INEI, 2017.

**Tabla 5.** Población según grupo de edades del distrito de Pueblo Libre dentro del ámbito de estudio.

| Edades          | Cantidad | %     |
|-----------------|----------|-------|
| De 1 a 14 años  | 176      | 15.07 |
| De 15 a 29 años | 270      | 23.12 |
| De 30 a 44 años | 258      | 22.09 |
| De 45 a 64 años | 221      | 18.92 |

| Edades             | Cantidad | %      |
|--------------------|----------|--------|
| De 65 a más años   | 243      | 20.80  |
| Total de población | 1168     | 100.00 |

Fuente: INEI, 2017.

### 3.1.3 Vivienda

Según el SINAGERD e información del INEI 2017, se señala que el área de estudio del río Rímac cuenta con 14 450 viviendas. El porcentaje más significativo de 82.33% con 11 897 viviendas corresponde a viviendas que tienen como material predominante el ladrillo o bloque de cemento. En menor porcentajes (2.28%) se encuentran las viviendas que tienen otros materiales como la madera, quincha o piedra con barro (ver Tabla 6).

**Tabla 6.** *Material predominante de paredes.*

| Material de paredes             | Cantidad de viviendas | %     |
|---------------------------------|-----------------------|-------|
| Ladrillo o bloque de cemento    | 11 897                | 82.33 |
| Piedra sillar con cal o cemento | 78                    | 0.54  |
| Adobe                           | 1 920                 | 13.29 |
| Tapia                           | 10                    | 0.07  |
| Quincha (caña con barro)        | 330                   | 2.28  |
| Piedra con barro                | 4                     | 0.03  |
| Madera                          | 134                   | 0.93  |
| Triplay/Calamina                | 77                    | 0.53  |
| Otro material                   | 0                     | 0.00  |
| Total de viviendas              | 14 450                | 100   |

Fuente: INEI, 2017.

Se identificó que existe un total de 17 905 hogares en el área de estudio. En este número se evidencia que un porcentaje de 49.82% de hogares cuenta con un tipo de vivienda de departamento en edificio, seguido por familias en casas independientes con un 25.55% (ver Tabla 7).

**Tabla 7.** *Tipo de vivienda.*

| Tipo de vivienda por hogar                | Cantidad de hogares | %     |
|---|---------------------|-------|
| Casa independiente                        | 4 574               | 25.55 |
| Departamento en edificio                  | 8 920               | 49.82 |
| Vivienda en quinta                        | 3 750               | 20.94 |
| Vivienda en casa de vecindad              | 613                 | 3.42  |
| Chozas o cabañas                          | 0                   | 0.00  |
| Vivienda improvisada                      | 7                   | 0.04  |
| Local no destinado para habitación humana | 41                  | 0.23  |
| Otro tipo de vivienda                     | 0                   | 0.00  |
| Total de hogares                          | 17 905              | 100   |

Fuente: INEI, 2017.

### 3.1.4 Sistema de agua potable

El 77.21 % de las viviendas cuenta con el servicio de agua potable mediante red pública de agua dentro de las mismas. El 22.61% cuenta con servicio mediante red pública de agua fuera de la vivienda. El porcentaje restante de 0.18% se abastece de agua mediante pozo, cisterna u otro similar (ver Tabla 8).

**Tabla 8.** *Tipo de abastecimiento de agua en viviendas.*

| Tipo de abastecimiento de agua         | Cantidad | %     |
|--|----------|-------|
| Red pública de agua dentro la vivienda | 11 157   | 77.21 |
| Red pública de agua fuera la vivienda  | 3267     | 22.61 |
| Pilón o pileta de uso publico          | 22       | 0.15  |
| Camión, cisterna u otro similar        | 4        | 0.03  |
| Pozo                                   | 0        | 0.00  |
| Otro tipo de abastecimiento            | 0        | 0.00  |
| Total de viviendas                     | 14 450   | 100   |

Fuente: INEI, 2017.

### 3.1.5 Sistema de Alcantarillado

En cuanto a los servicios de alcantarillado en el ámbito de estudio, de acuerdo con los datos de INEI, el 78.75% de las viviendas cuenta con red pública de desagüe dentro de la vivienda. Asimismo, el 21.23% cuenta con red pública de desagüe fuera de la vivienda (ver Tabla 9).

**Tabla 9.** Disponibilidad de servicios de alcantarillado

| Disponibilidad de servicios de alcantarillado | Cantidad | %     |
|---|----------|-------|
| Red pública de desagüe dentro la vivienda     | 11 380   | 78.75 |
| Red pública de desagüe fuera la vivienda      | 3 068    | 21.23 |
| Pozo séptico                                  | 1        | 0.01  |
| Letrina (con tratamiento)                     | 1        | 0.01  |
| Pozo ciego o negro                            | 0        | 0.00  |
| Río, acequia, canal o similar                 | 0        | 0.00  |
| Campo abierto o al aire libre                 | 0        | 0.00  |
| Otro tipo baño o servicio higiénico           | 0        | 0.00  |
| Total de viviendas                            | 14 450   | 100   |

Fuente: INEI, 2017.

### 3.1.6 Tipo de alumbrado

De acuerdo con la Tabla 10, en el ámbito de estudio, el 99.83% de las viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica, mientras que 25 viviendas (0.17%) registran que no disponen del servicio de alumbrado por red pública en su vivienda.

**Tabla 10.** Tipo de alumbrado.

| Tipo de alumbrado                                  | Cantidad | %     |
|--|----------|-------|
| Si dispones de alumbrado eléctrico por red publica | 14 425   | 99.83 |
| No dispone de alumbrado eléctrico por red publica  | 25       | 0.17  |
| Total de viviendas                                 | 4 956    | 100   |

Fuente: INEI, 2017.

### 3.2 Características geológicas

Las unidades geológicas ubicadas en el área de intervención presentan las siguientes características:

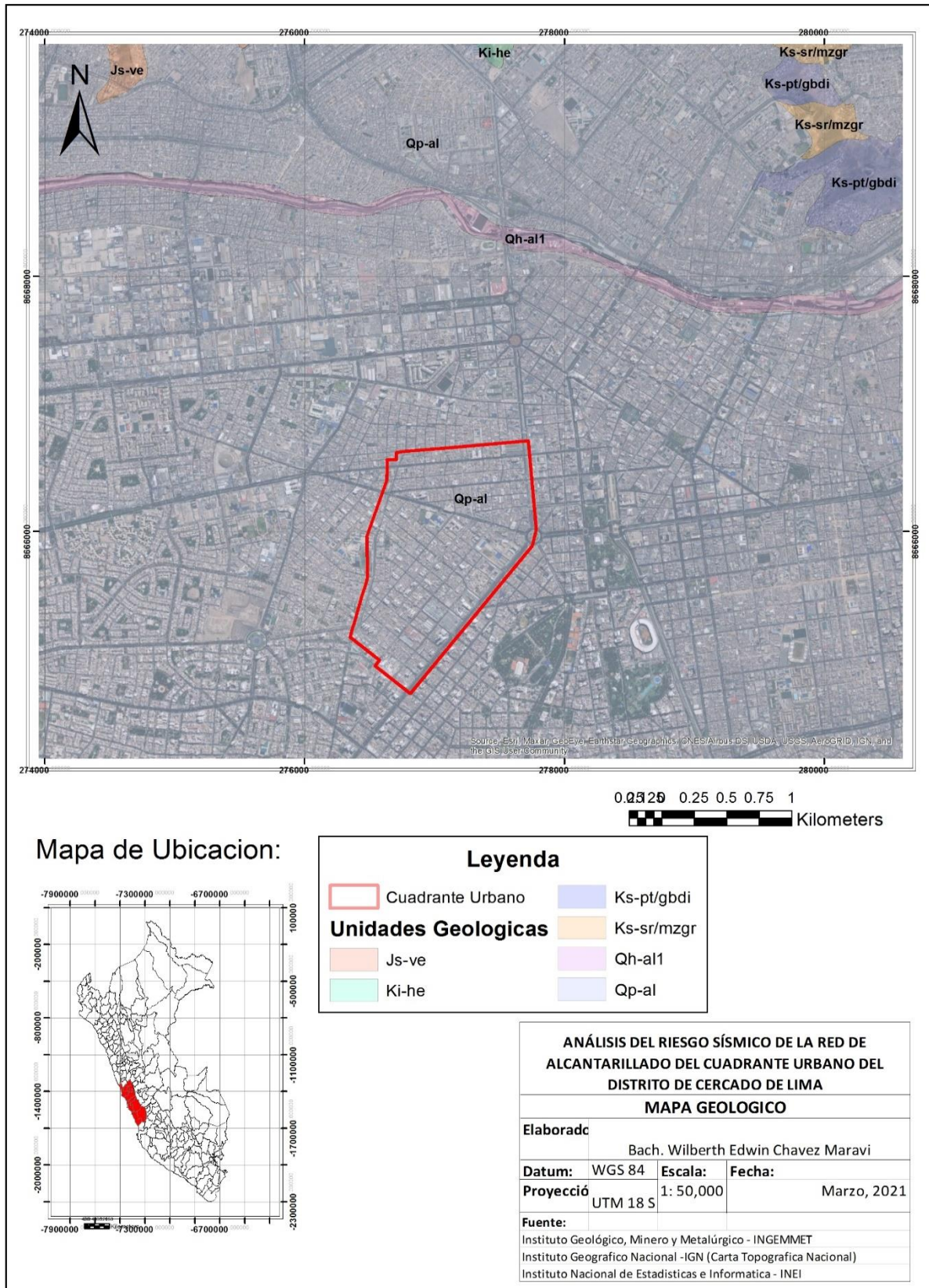
**Depósito aluvial reciente (Qp-al):** Depósito cuaternario pleistoceno conformado por acumulación de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición (CESEL Ingenieros, 2013, pág.51).

**Deposito aluvial 1 (Qh-al1):** Grava con clastos subredondeados a subangulosos en matriz de arena suelta, adosados a los flancos de los cerros o cubriendo a su propia unidad de origen (Provincia Constitucional del Callao, 2011, pág.20).

**Roca ígnea plutónica Gabro-Diorita (Ks-pt/gbdi):** Esta Superunidad, está constituida por gabros y dioritas consideradas como las más antiguas del Batolito emplazados en el lado occidental del mismo (Provincia Constitucional del Callao, 2011, pág.16).

**Roca ígnea plutónica super unidad Santa rosa- monsogranito (Ks-sr/mzgr):** Constituye de cuerpos tonalítico-dioríticos y tonalíticogranodioríticos, emplazándose con posterioridad a los gabros y dioritas de la Superunidad Patap a los que intruye con contactos definidos y casi verticales (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2019, pág. 9).

**Roca de basamento Fm Ventanilla (Js-ve):** Limonitas y arcillas abigarradas (illita), blandas al tacto y muy fosilíferas, se intercalan con limolitas y areniscas limosas de color gris beige finamente estratificados (Provincia Constitucional del Callao, 2011, pág.21).



**Figura 13.** Mapa Geológico.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### 3.3 Características geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas ubicadas en el área de intervención presentan las siguientes características:

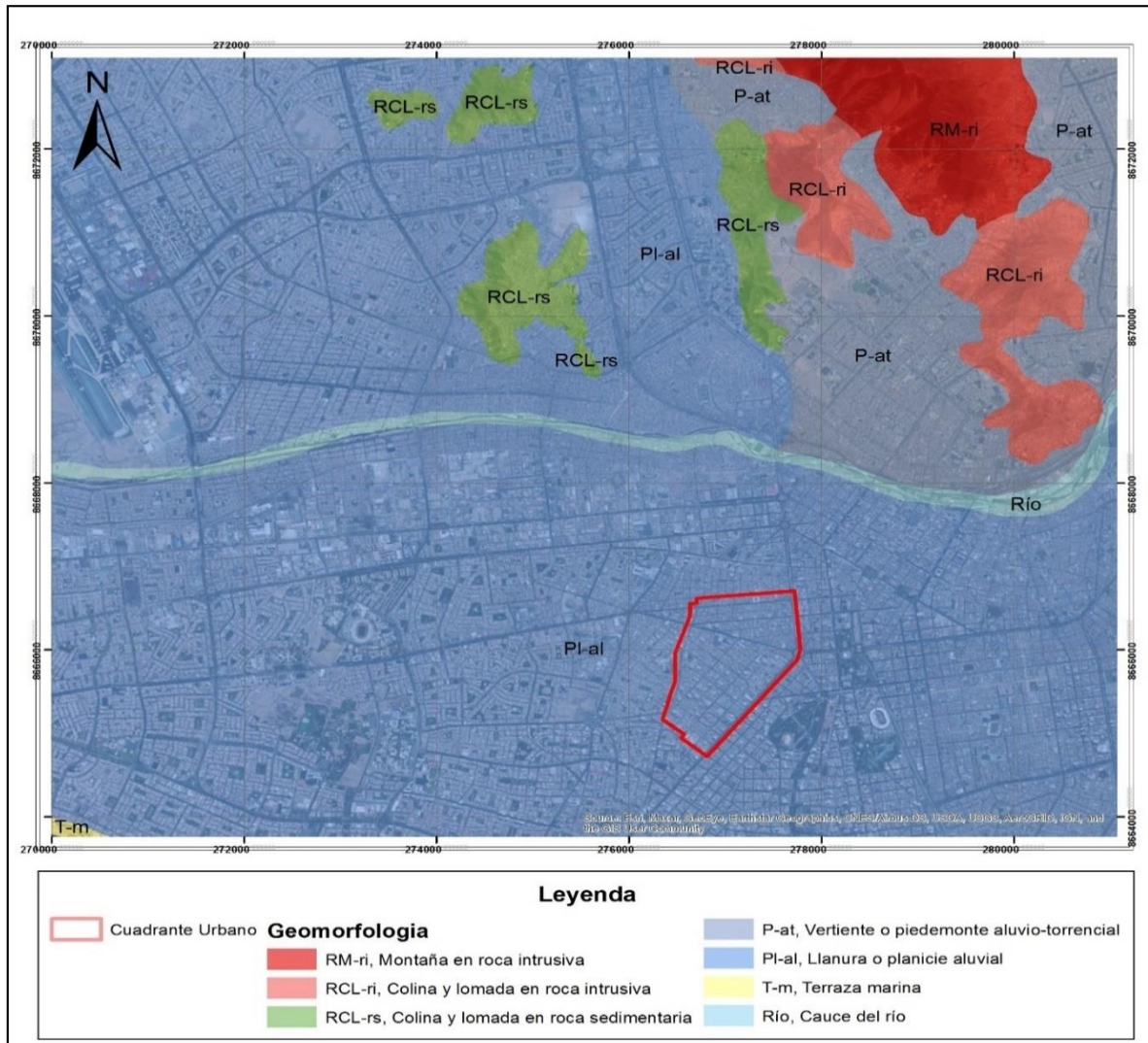
**Llanura o planicie aluvial (Pl-al):** Son los antiguos lechos fluviales que han quedado en alturas superiores al lecho actual, constituyendo terrazas no inundables durante eventos lluviosos normales. Por la topografía llana y fertilidad de los suelos y la cercanía de la fuente hídrica del río (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2019, pág. 9).

**Cauce de río:** Es denominado también como lecho fluvial. Es la parte de un valle por donde discurren las aguas en su curso, viene a ser el confín físico normal de un flujo de agua y las riberas llegan a ser sus confines laterales (Provincia Constitucional del Callao, 2011, pág.19).

**Colina y lornada en roca sedimentaria (RCL-rs):** Afloramiento de roca sedimentaria reducida por procesos denudativos. Conforman elevaciones alargadas con laderas disecadas y de pendiente moderada a baja (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2019, pág. 7).

**Colinas y lomadas en roca intrusiva (RCL-ri):** Corresponde a afloramientos de rocas intrusivas reducidos por procesos denudativos. Conforman elevaciones alargadas con laderas disectadas y de pendiente moderada a baja (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2019, pág. 7).

**Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at):** Esta unidad se encuentra asociada a los depósitos dejados por los flujos de detritos (huaicos) y de lodo de tipo excepcional. Presenta una pendiente suave (menor a 5°) y está compuesto por fragmentos rocosos heterométricos (bloques, bolos y detritos) en matriz limo-arenosa (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2019, pág. 8).



**Figura 14.** Mapa Geomorfológico

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### 3.4 Análisis del Peligro

#### 3.4.1 Identificación de los peligros

Según la Figura 1, la clasificación permitió ordenar los fenómenos de origen natural en tres grupos. En síntesis:

**Peligro** : Sismo

**Tipo** : Peligros generados por fenómenos de origen natural

**Origen** : Geodinámica interna.

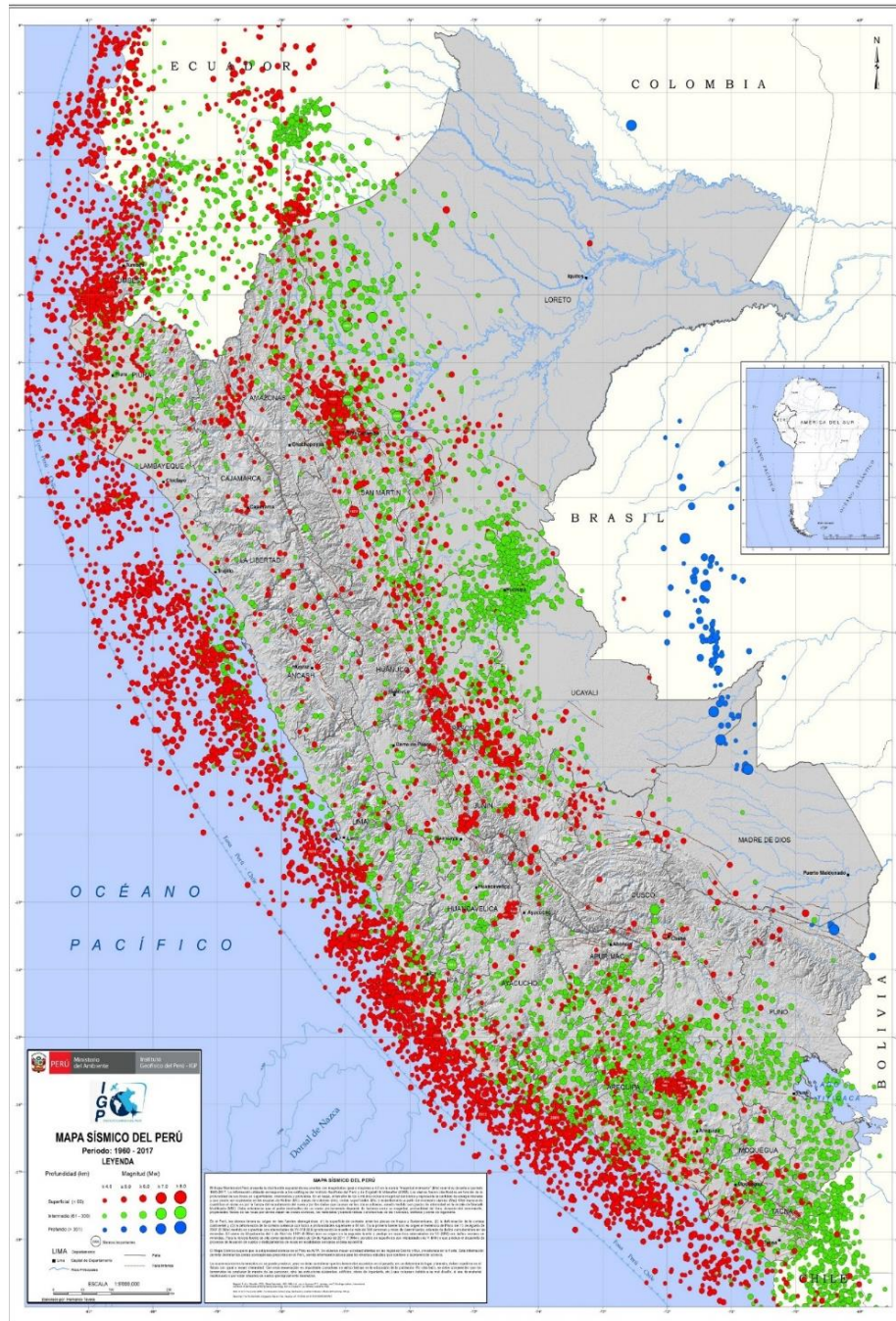
#### 3.4.2 Caracterización del sismo



La ubicación geográfica del Perú, dentro del contexto geotectónico mundial del “Cinturón de Fuego Circun-Pacífico” y la existencia de la placa tectónica de Nazca, permiten a nuestro país ubicarlo en una zona con alto índice de sismicidad. Esto se evidencia por los continuos movimientos telúricos producidos en la actualidad y los registros catastróficos ocurridos en la historia.

El proceso de convergencia y subducción de la placa de Nazca (oceánica) por debajo de la Sudamericana (continental) con velocidades promedio de 7-8 cm/año se desarrolla en el borde occidental del Perú (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999). Este proceso da origen a sismos de diversas magnitudes y focos ubicados a diferentes profundidades. Todos estos eventos están asociados a la fricción de ambas placas, a la deformación de la corteza a niveles superficiales y a la deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera.

En la Figura 14 se muestran los sismos ocurridos para el periodo 1960 - 2017. La magnitud de los sismos se diferencia por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos, por el color de los mismos. Los círculos con número inscrito en su interior indican la ubicación y año de ocurrencia de los grandes sismos (Tavera, 2017).



**Figura 15.** Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1960 - 2017.

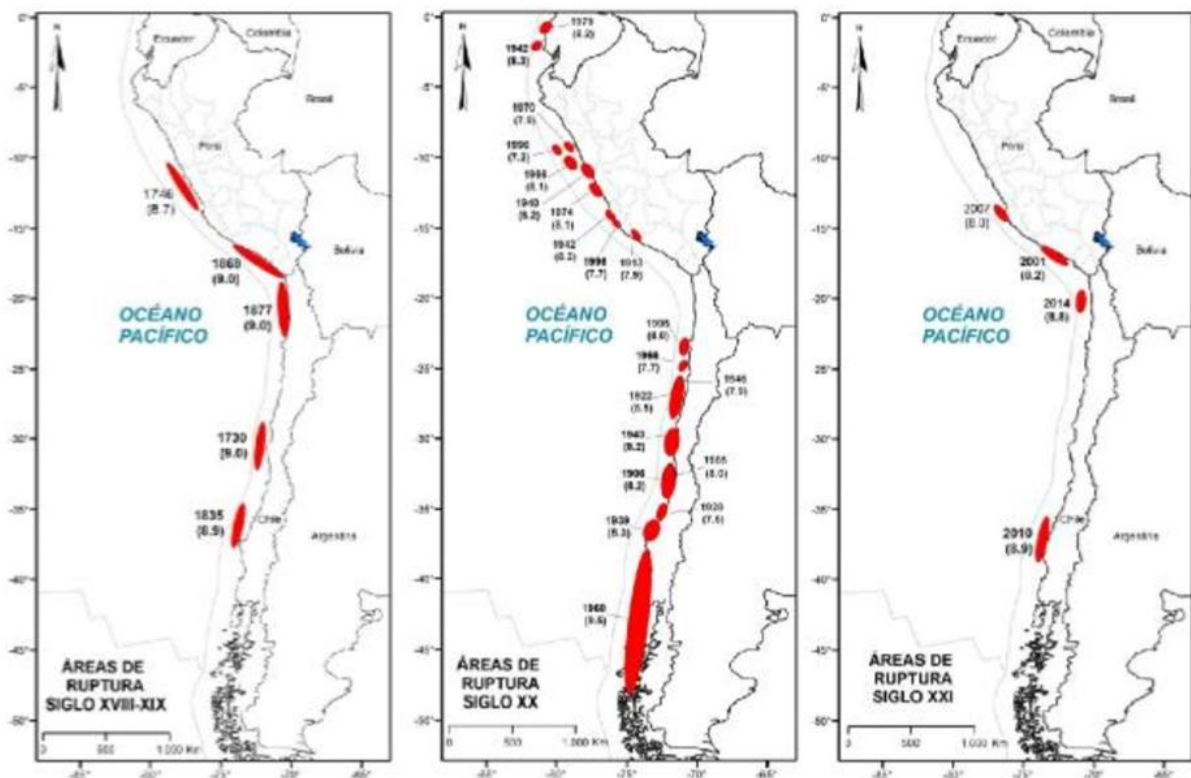
Fuente: IGP, 2017.

El Instituto del Perú (IGP) realiza seguimiento a los sismos generados en el país y los clasifica de acuerdo con la profundidad focal según se aprecia en la Figura 17. De acuerdo con Tavera (2020), estos suelen ser superficiales (<60 km, puntos rojos), intermedios (61km a 350km, puntos verdes) y profundos (>351km, puntos azules).

## Las lagunas sísmicas

La definición de lagunas sísmicas supone que, a lo largo de la superficie de contacto entre las placas tectónicas donde no han ocurrido sismos de gran magnitud durante mucho tiempo y que está rodeada por otras donde sí ocurrieron sismos, es un área donde la deformación se está acumulando y la energía solo se liberaría con la ocurrencia de un sismo de gran magnitud (Tavera, 2020).

Tavera & Bernal Esquina (2005) recopilan y actualizan la información sobre las áreas de ruptura asociadas a la ocurrencia de grandes sismos en el borde occidental del Perú y Chile, a fin de evaluar la presencia de lagunas sísmicas y sus resultados son los siguientes, las cuales se muestran en la Figura N°15.



**Figura 16.** Principales áreas de ruptura de sismos históricos ocurridos en el borde occidental

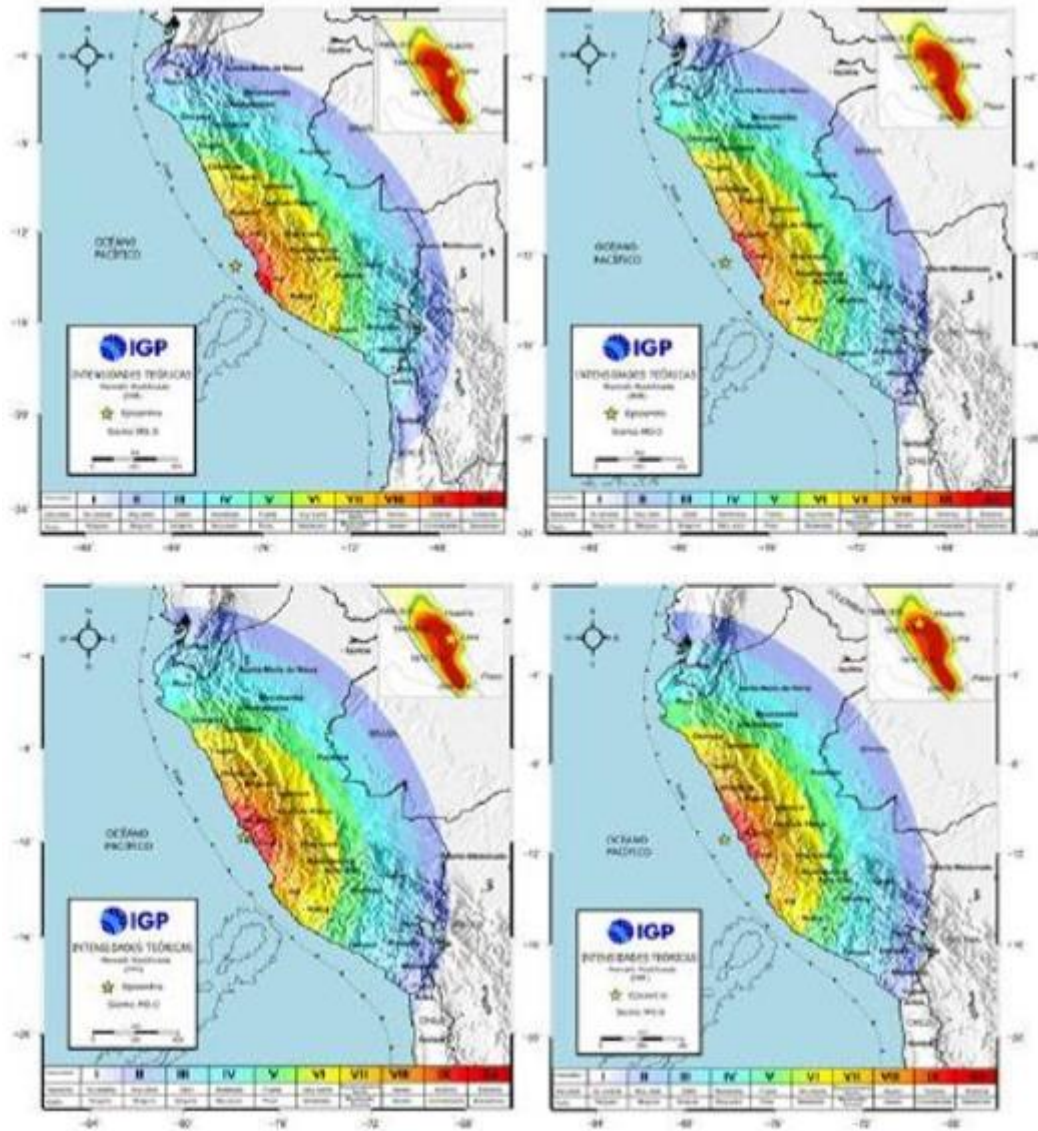
Fuente: Tavera & Bernal, 2005.

De acuerdo con la distribución espacial de las áreas de ruptura en el borde occidental del Perú, para la región centro se identificó la presencia de una laguna sísmica que probablemente viene acumulando deformación desde el año 1746. En esta fecha habría ocurrido quizás el evento sísmico de mayor magnitud en el Perú. Los sismos ocurridos en los años 1940, 1966, 1970, 1974 y 2007 presentaron magnitudes iguales o menores a  $M_w$  de 8.0, por lo tanto, no habrían liberado el total de la energía aún acumulada en la región central (Tavera, 2020).

### **Intensidades máximas**

A la ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud, los suelos son sacudidos con diferentes niveles de intensidad, dependiendo básicamente de su constitución física y geológica, que causan la amplificación de ondas en diferente nivel, produciendo daños en viviendas y cambios geomorfológicos en superficie con la ocurrencia de deslizamientos de tierra y piedras y/o procesos de licuación de suelos.

A fin de conocer y disponer de información complementaria que permita conocer el área de afectación debido a la ocurrencia de sismos de gran magnitud, se han construido mapas de intensidades sísmicas teóricas en la escala de Mercalli Modificada tal como se muestra en la Figura 10 (Tavera, 2020).



**Figura 17.** Mapa de intensidades sísmicas teóricas para la costa central del Perú

Fuente: Mapas de intensidades teóricas en la escala MM elaborados para 4 escenarios de sismos de gran magnitud en el área ZMAS (B2) ubicada frente a la costa de la región central del Perú, Tavera (2020).

Considerándose los 4 escenarios para un sismo de magnitud  $M_w$  de 8.8, el primer mapa considera un epicentro a 110 km en dirección SO con respecto al Callao. El segundo, con epicentro a 110 km en dirección Oeste. El tercero, con epicentro a 40 km en dirección Oeste y el cuarto con epicentro a 180 km en dirección noroeste con respecto al Callao. Para todos estos escenarios la intensidad máxima sería de IX – X (MM) (CENEPRED, 2020).

### **Características Geotécnicas del área de estudio**

Para analizar la distribución de suelos en Lima Metropolitana se recopiló información sísmica, geológica, geomorfológica, geotécnica y la densidad poblacional existente para el área de estudio, siendo la información base la del “Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo de Sismo en 43 Distritos de Lima y Callao” proporcionado por la Asociación Peruana de Empresas de Seguros (APESEG). De acuerdo a este estudio y según las características mecánicas y dinámicas de los suelos que conforman el terreno de cimentación del área de estudio, así como las consideraciones dadas por el código de diseño sismorresistente del reglamento nacional de construcciones (Norma E-030), se ha definido las siguientes zonas geotécnicas y sísmicas para Lima y Callao y se representó en la Figura 17. (Centro Peruano Japonés de Investigación Sísmicas y Mitigación de Desastres, 2018):

**ZONA I:** Zonas de afloramiento de rocas con diferentes grados de fracturación, depósito de grava y arena de compactación densa a muy densa, depósito de limo y arcillas de consistencia rígida a muy rígida. Periodos de vibración ambiental menor a 0.30s

**ZONA II:** Depósito de arena de compactación media a densa o arcillas y limos de consistencia media. Periodos de vibración ambiental menor a 0.40s

**ZONA III:** Depósitos de Arena de compactación suelta a media, depósito de limo y arcillas de consistencias blanda a media, periodos de vibración ambiental mayores a 0.40s.

**ZONA IV:** Taludes Inestable con fuerte pendiente, canteras informales, depósitos de suelos pantanosos, depósitos de arena eólica de compactación suelta potencialmente licuables, Zonas con alta amplificación sísmica.

**ZONA V:** Depósitos de escombros y/o desechos, rellenos antrópicos en el interior de antiguas excavaciones mineras. (pág.1)

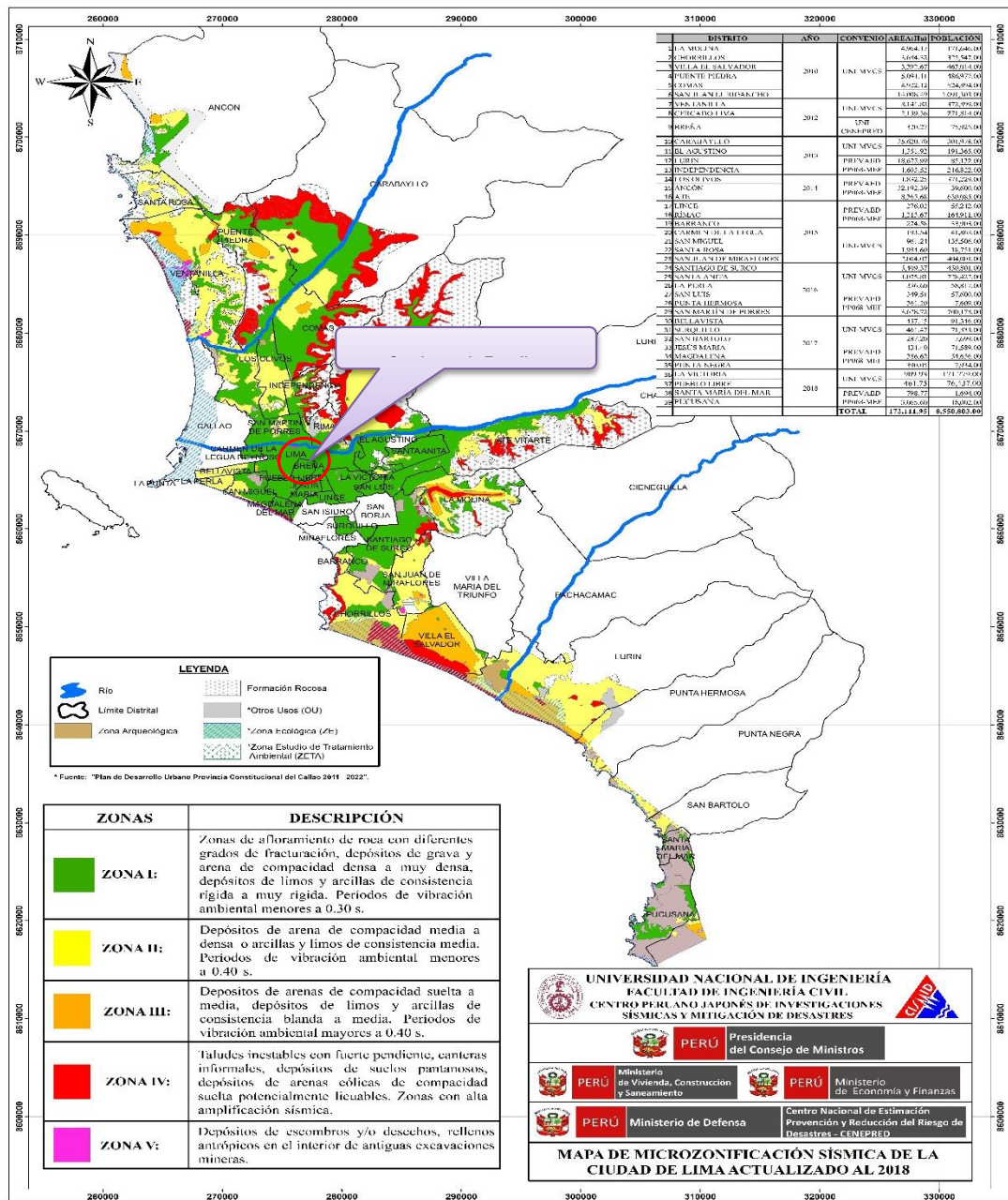


Figura 18. Mapa de Zonificación de tipos de suelos para Lima Metropolitana

Fuente: CISMID, 2018.

Esta zonificación mostrada en la Figura 17 fue actualizada en el 2018 por el Centro Peruano Japonés de Investigación Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) en convenio con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). En este registro, el cuadrante urbano en estudio se encuentra en la ZONA 1.

### **Microzonificación Sísmica**

De acuerdo al mapa de microzonificación sísmica del distrito de Breña, elaborado por el Centro Peruano Japonés de Investigación Sísmicas y Mitigación de Desastres, Universidad Nacional de Ingeniería y CENEPRED (2012), se presentan las siguientes características:

**Zona I:** Esta zona incluye a los depósitos de gravas emplazadas en la mayor parte del distrito de Breña y a los estratos superficiales de poco espesor, de limos, arcillas y arenas. En el caso de que la cimentación se desplante sobre los depósitos de grava, la capacidad de carga admisible resulta ser un valor mínimo de  $3.0 \text{ kg/cm}^2$ . En el caso que se desplante sobre los estratos superficiales de poco espesor, de limos, arcillas o arenas, la capacidad admisible varía entre  $0.5$  y  $1.0 \text{ kg/cm}^2$ . El periodo de oscilación del suelo es menor a  $0.20\text{s}$ .

**Zona de Rellenos:** Esta zona incluye a los rellenos antrópicos de poca potencia, identificados en sectores específicos del área urbana. Dadas las características desfavorables de los materiales de rellenos.





**Figura 19.** Microzonificación Sísmica del distrito de Breña.

Fuente: CISMID – MVCS (2012).

### 3.4.3 Parámetro de evaluación del peligro por sismo

Con el Anexo N°1 de ponderación de parámetros y descriptores desarrollado por Saaty, se procedió a realizar los cálculos. Para el estudio se usó los parámetros indicados en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Parámetros de evaluación.

| N° de Parámetros | Parámetro               | Ponderación |
|------------------|-------------------------|-------------|
| 2                | Aceleración Sísmica     | 0.5         |
|                  | Profundidad Hipocentral | 0.5         |

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de los pesos ponderados de los parámetros de evaluación fue realizado según el Anexo N°2. El resultado de los cálculos de los dos parámetros de evaluación con sus respectivos descriptores se especificó en el Anexo N°3. El resumen de los pesos ponderados de los descriptores se presenta en la Tabla 12 y Tabla 13.

**Tabla 12.** *Descriptores del parámetro de evaluación – Aceleración Sísmica.*

| Parámetro           | N° de descriptores | Descriptor                    | Ponderación |
|---------------------|--------------------|-------------------------------|-------------|
| Aceleración sísmica | 5                  | 500 a 1100 cm/s <sup>2</sup>  | 0.500       |
|                     |                    | 300 a 400 cm/s <sup>2</sup>   | 0.264       |
|                     |                    | 300 a 200 cm/s <sup>2</sup>   | 0.133       |
|                     |                    | 200 a 100cm/s <sup>2</sup>    | 0.068       |
|                     |                    | menor a 100 cm/s <sup>2</sup> | 0.036       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13.** *Descriptores del parámetro de evaluación – Profundidad Hipocentral.*

| Parámetro               | N° de descriptores | Descriptor        | Ponderación |
|-------------------------|--------------------|-------------------|-------------|
| Profundidad Hipocentral | 5                  | Menores de 10 Km  | 0.503       |
|                         |                    | De a 11 a 30 Km   | 0.260       |
|                         |                    | De 31 a 64 Km     | 0.134       |
|                         |                    | De 64 a 120 Km    | 0.064       |
|                         |                    | Mayores de 120 Km | 0.037       |

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.4 Susceptibilidad del territorio ante el sismo

Esta referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda en un determinado ámbito geográfico, para lo cual depende de los factores condicionantes y factores desencadenantes. En el estudio se tomó los parámetros indicados en la Tabla 14 para su evaluación.

**Tabla 14.** *Parámetros de la susceptibilidad.*

|                 | Factor         | N° de parámetros | Parámetro                | Ponderación |
|-----------------|----------------|------------------|--------------------------|-------------|
| Susceptibilidad | Condicionante  | 3                | Nivel de Daño            | 0.633       |
|                 |                |                  | Unidades Geológicas      | 0.260       |
|                 |                |                  | Unidades geomorfológicas | 0.106       |
|                 | Desencadenante | 1                | Magnitud del Sismo       | 0.200       |

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de los pesos ponderados de la susceptibilidad fue realizado según el Anexo N°2. El resultado de los cálculos de los parámetros de los factores condicionantes y desencadenantes con sus respectivos descriptores se especificó en el Anexo N°4. El resumen de los pesos ponderados de los descriptores se presenta en las Tablas 15 al 18.

**Tabla 15.** *Descriptores del factor condicionante – Nivel de Daño.*

| Parámetro     | N° de descriptores | Descriptor                  | Ponderación |
|---------------|--------------------|-----------------------------|-------------|
| Nivel de Daño | 5                  | Colapso                     | 0.444       |
|               |                    | Daño severo                 | 0.262       |
|               |                    | Daño moderado               | 0.153       |
|               |                    | Daño leve                   | 0.089       |
|               |                    | Sin daño o daño superficial | 0.053       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16.** *Descriptores del factor condicionante – Unidades Geológicas.*

| Parámetro           | N° de descriptores | Descriptor  | Ponderación |
|---------------------|--------------------|---|-------------|
| Unidades Geológicas | 5                  | Depósito aluvial reciente (Qp-al)                                       | 0.476       |
|                     |                    | Deposito aluvial 1 (Qh-a11)   | 0.250       |
|                     |                    | Roca ígnea plutónica Gabro-Diorita (Ks-pt/gbdi)                         | 0.146       |
|                     |                    | Roca ígnea plutónica súper unidad Santa rosa- monsogranito (Ks-sr/mzgr) | 0.080       |
|                     |                    | Roca de basamento Fm Ventanilla (Js-ve)                                 | 0.048       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17.** *Descriptores del factor condicionante – Unidades geomorfológicas.*

| Parámetro                | N° de descriptores | Descriptor                                      | Ponderación |
|--------------------------|--------------------|---|-------------|
| Unidades geomorfológicas | 5                  | Llanura o planicie aluvial (PI-al)              | 0.503       |
|                          |                    | Cauce de río                                    | 0.260       |
|                          |                    | Colina y lornada en roca sedimentaria (RCL-rs)  | 0.134       |
|                          |                    | Colinas y lomadas en roca intrusiva (RCL-ri)    | 0.068       |
|                          |                    | Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at) | 0.035       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18.** *Descriptores del factor desencadenante – Magnitud del sismo.*

| Parámetro | N° de descriptores | Descriptor  | Ponderación |
|-----------|--------------------|-------------|-------------|
| Magnitud  | 5                  | Mayores a 9 | 0.444       |
|           |                    | de 8.1 a 9  | 0.262       |
|           |                    | de 7.1 a 8  | 0.153       |
|           |                    | de 6.1 a 7  | 0.089       |
|           |                    | de 5.1 a 6  | 0.053       |

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.5 Niveles de peligro

Para el cálculo de los niveles de peligro se construyó la matriz de peligro por sismo con los cálculos previos de los pesos ponderados de los parámetros y descriptores. En las Tablas 19 y 20 se muestra el resumen de la Matriz de Peligro por sismo.

**Tabla 19.** Matriz de Peligro- Cuadro resumen Parámetro de Evaluación.

| Parámetros de evaluación (PE) |           |                         |           |                                      |
|-------------------------------|-----------|-------------------------|-----------|--------------------------------------|
| Aceleración sísmica           |           | Profundidad hipocentral |           | R                                    |
| Ppar (1)                      | Pdesc (1) | Ppar (2)                | Pdesc (2) | $\Sigma(\text{ppar} * \text{pdesc})$ |
|                               | 0.500     |                         | 0.503     | 0.501                                |
|                               | 0.264     |                         | 0.260     | 0.262                                |
| 0.500                         | 0.133     | 0.500                   | 0.134     | 0.134                                |
|                               | 0.068     |                         | 0.068     | 0.068                                |
|                               | 0.036     |                         | 0.035     | 0.036                                |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 20.** Matriz de Peligro- Cuadro resumen Susceptibilidad.

| Susceptibilidad (s)          |          |                     |          |                          |          |                                      |                            |                    |      |
|------------------------------|----------|---------------------|----------|--------------------------|----------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------|------|
| Factores condicionantes (fc) |          |                     |          |                          |          |                                      | Factor desencadenante (fd) |                    |      |
| Nivel de daño                |          | Unidades geológicas |          | Unidades geomorfológicas |          | Valor                                | Peso                       | Magnitud del sismo |      |
| Par (4)                      | Desc (4) | Par (5)             | Desc (5) | Par (6)                  | Desc (6) | $\Sigma(\text{ppar} * \text{pdesc})$ | Valor                      | Peso               |      |
|                              | 0.444    |                     | 0.476    |                          | 0.503    | 0.458                                | 0.444                      |                    |      |
|                              | 0.262    |                     | 0.250    |                          | 0.260    | 0.259                                | 0.262                      |                    |      |
| 0.633                        | 0.153    | 0.260               | 0.146    | 0.106                    | 0.134    | 0.149                                | 0.80                       | 0.153              | 0.20 |
|                              | 0.089    |                     | 0.080    |                          | 0.068    | 0.084                                | 0.089                      |                    |      |
|                              | 0.053    |                     | 0.048    |                          | 0.035    | 0.049                                | 0.053                      |                    |      |

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se procedió a calcular los valores de peligro, con los valores de la susceptibilidad y parámetros de evaluación (ver Tabla 21).

**Tabla 21.** Matriz de Peligro – Cuadro de Cálculo de niveles de peligro.

| Susceptibilidad (s)                   |      | Parámetros de evaluación (pe) |      | Valor de Peligro                    |
|---------------------------------------|------|-------------------------------|------|-------------------------------------|
| Valor                                 | Peso | Valor                         | Peso | (VALOR S*PESO S+ (VALOR PE*PESO PE) |
| (valor fc*peso fc)+(valor fd*peso fd) |      |                               |      |                                     |
| 0.455                                 |      | 0.501                         |      | 0.474                               |
| 0.259                                 |      | 0.262                         |      | 0.260                               |
| 0.150                                 | 0.60 | 0.134                         | 0.40 | 0.143                               |
| 0.085                                 |      | 0.068                         |      | 0.078                               |
| 0.050                                 |      | 0.036                         |      | 0.044                               |

Fuente: Elaboración propia.

Del resultado de construyó el cuadro de Niveles de Peligro, como se muestra en la Tabla 22.

**Tabla 22.** Niveles de Peligro

| NIVEL DE PELIGRO | RANGO                       |
|------------------|-----------------------------|
| <b>MUY ALTO</b>  | <b>0.260 ≤ P ≤ 0.474</b>    |
| <b>ALTO</b>      | <b>0.143 ≤ P &lt; 0.260</b> |
| <b>MEDIO</b>     | <b>0.078 ≤ P &lt; 0.143</b> |
| <b>BAJO</b>      | <b>0.044 ≤ P &lt; 0.078</b> |

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, se procedió a elaborar la matriz de estratificación de peligro por sismo, como se muestra en la Tabla 23.







**Tabla 23** Matriz de Estratificación del Peligro por Sismo

| Nivel de Peligro | Descripción   | Rangos            |
|------------------|---|-------------------|
| Peligro Muy Alto | Sismo de magnitudes mayores a 9 Mw, aceleración sísmica entre 500 a 1100 cm/s <sup>2</sup> y con profundidad hipocentral menor a 10 km. Un nivel de daño o afectación Nivel I-Colapso. Unidad geológica de depósito aluvial reciente (Qp-al), con unidad geomorfológica Llanura o planicie aluvial (Pl-al)  | 0.260 ≤ P ≤ 0.474 |
| Peligro Alto     | Sismo de magnitud de 8.1 a 9 Mw, aceleración sísmica entre 300 a 400 cm/s <sup>2</sup> y con profundidad hipocentral entre 11 km a 30km. Un nivel de daño o afectación Nivel II-Daños severo. Unidad geológica de depósito aluvial 1 (Qh-al1), con unidad geomorfológica Cauce de río   | 0.143 ≤ P < 0.260 |
| Peligro Medio    | Sismo de magnitud de 7.1 a 8 Mw, aceleración sísmica entre 200 a 100 cm/s <sup>2</sup> y con profundidad hipocentral 31 km a 64 km. Un nivel de daño o afectación entre Nivel III-Daño moderado y Nivel IV-Daño Leve. Unidad geológica de roca ígnea plutónica Gabro-Diorita (Ks-pt/gbdi) y roca ígnea plutónica super unidad Santa rosa- monso granito (Ks-sr/mzgr), con unidad geomorfológica Colina y lornada en roca sedimentaria (RCL-rs) y Colinas y lomadas en roca intrusiva (RCL-ri) | 0.078 ≤ P < 0.143 |
| Peligro Bajo     | Sismo de magnitud 5.1 a 7 Mw, aceleración sísmica menores a 100 cm/s <sup>2</sup> , profundidad hipocentral mayores de 120 km. Un nivel de daño o afectación Nivel V-Sin daño o daño superficial. Unidad geológica de roca de basamento Fm Ventanilla (Js-ve), con unidad geomorfológica Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)  | 0.044 ≤ P < 0.078 |

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.6 Mapa de peligro



| Leyenda   |                  |
|---|------------------|
| <b>Area de Estudio</b>  |                  |
|  | Cuadrante Urbano |
| <b>Colector primario</b>  |                  |
|  | Red primaria     |
| <b>MATERIAL</b>   |                  |
|  | MA               |
|  | A                |
| <b>Colector secundario</b>  |                  |
|  | Red secundaria   |
| <b>MATERIAL</b>   |                  |
|  | ALB              |
|  | PMA              |
|  | PM               |
|  | PA               |

| NIVEL DE PELIGRO | RANGO                       |
|------------------|-----------------------------|
| <b>MUY ALTO</b>  | <b>0.260 ≤ P ≤ 0.474</b>    |
| <b>ALTO</b>      | <b>0.143 ≤ P &lt; 0.260</b> |
| <b>MEDIO</b>     | <b>0.078 ≤ P &lt; 0.143</b> |
| <b>BAJO</b>      | <b>0.044 ≤ P &lt; 0.078</b> |

| ANÁLISIS DEL RIESGO SÍSMICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL CUADRANTE URBANO DEL DISTRITO DE BREÑA |   |          |             |
|--|---|----------|-------------|
| MAPA DE PELIGRO POR SISMO  |   |          |             |
| Elaborado:   | Bach. Wilberth Edwin Chavez Maravi  |          |             |
| Datum:   | WGS 84  | Escala:  | Fecha:      |
| Proyección:  | UTM 18 S  | 1: 8,000 | Marzo, 2021 |
| Fuentes:   | Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - CISMID |          |             |
|  | Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL                           |          |             |
|  | Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET                                  |          |             |
|  | Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Topográfica Nacional)                      |          |             |
|  | Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI                                |          |             |

Figura 20. Mapa de Peligro por Sismo del cuadrante urbano

Fuente: Elaboración propia.



### 3.4.7 Elementos expuestos susceptibles al fenómeno del sismo

Los elementos expuestos en el cuadrante urbano de estudios se indican en la Tabla 24 y 25.

#### Dimisión Física

**Tabla 24** Elementos expuestos de la dimensión física.

| Item                              | Material  | Cantidad | Unidad |
|-----------------------------------|---|----------|--------|
| Infraestructura Viviendas         | Material noble, adobe, quincha, madera u otros  | 14,450   | und    |
| Sistema de recolección primaria   | Colector Taboada CSN                            | 1,975    | ml     |
|                                   | Tubería Rebose y Cámara Bombeo PVC              | 2,325    | ml     |
|                                   | Redes secundarias de alcantarillado Polietileno | 1,854    | ml     |
|                                   | PVC   | 5,141    | ml     |
| Sistema de recolección secundaria | CSN   | 2,750    | ml     |
|                                   | Conexiones domiciliarias de alcantarillado PVC  | 2,596    | und    |

Fuente: Elaboración propia.

#### Dimensión Económica

**Tabla 25.** Elementos expuestos de la dimensión económica.

| Parámetro  | Cantidad                               | Unidad     |
|--|--|------------|
| Servicios prestados para abastecer de agua potable y saneamiento | Domestico                              | 14,348 und |
|  | Comercial                              | 88 und     |
|  | Estatad                                | 5 und      |
|  | Parques                                | 7 und      |
| Servicios prestados para sector energía                          | Instalaciones Domiciliarias Eléctricas | 14425 und  |
| Comercio, Industria y servicios                                  | Establecimientos de Salud              | 21 und     |
|  | Instituciones Educativas               | 58 und     |

|            |    |     |
|------------|----|-----|
| Comisarias | 2  | und |
| Comercio   | 12 |     |

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5 Análisis de Vulnerabilidad

Para el análisis de la vulnerabilidad, primero se consolido la información de la Ficha técnica de vulnerabilidad (Anexo 10), se muestra recortes de la ficha técnica en la figura 21 , para luego analizar los parámetros correspondientes a cada dimensión física, económica, social y ambiental, se identificó y seleccionó los parámetros y descriptores agrupados en función de la fragilidad y resiliencia, resultado de la Ficha técnica de vulnerabilidad.

| I. Codi go NIS Domici lio | 02. Nombre / ID Red | CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA Y SERVICIOS BÁSICOS |                            |                       |                  |             |                       |                  |  | CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LA POBLACION Y CONOCIMIENTO DEL RIESGO |                               |  |  |   |   |   |
|---------------------------|---------------------|--|----------------------------|-----------------------|------------------|-------------|-----------------------|------------------|--|---|-------------------------------|--|--|---|---|---|
|                           |                     | 03. MATERIAL PREDOMINANTE                          | 04. ESTADO DE CONSERVACION | 05. CONFI G. DE ELEV. | 06. AGUA POTABLE | 07. DESAGUE | 08. ENERGIA ELECTRICA | 09. GRUPO ETAREC | 10. OCUPACION PRINCIPAL (Jefe del Hogar) | 11. RAMA DE ACTIVIDAD LABORAL (Jefe de Hogar)                             | 12. INGRESO PROMEDIO FAMILIAR | 13. ¿Tiene conocimiento sobre la ocurrencia pasada de desastres en la localidad? | 14. ¿Tiene interés en participar en las campañas de prevención de riesgos? |   |   |   |
| 342742                    | ODD-273221          | Varilla  | x                          | x                     | 2                | x           | x                     | x                | x  | x   | x                             | x  | x  | x | x | x |
| 25491                     | ODD-24666           | Eraña  | x                          | x                     | 3                | x           | x                     | x                | x  | x   | x                             | x  | x  | x | x | x |
| 24192                     | ODD-273497          | Alteira Uqunt                                      | x                          | x                     | 1                | x           | x                     | x                | x  | x   | x                             | x  | x  | x | x | x |
| 25759                     | ODD-14759           | Arica  | x                          | x                     | 2                | x           | x                     | x                | x  | x   | x                             | x  | x  | x | x | x |

| 09. Grupo Etarec |                                | Ocupación Principal |            | Rama de actividad |            | 12. Ingreso promedio familiar |                    |   | 13. Conocimiento de prevencón |   |         | 14. ¿Tiene interés en participar en las campañas de prevención? |                    |
|------------------|--------------------------------|---------------------|------------|-------------------|------------|-------------------------------|--------------------|---|-------------------------------|---|---------|---|--------------------|
| 1                | De 0 a 5 años mayor de 65 años | 1                   | Dirigir    | 1                 | Retiro     | 1                             | Menor del mínimo   | 1 | Si                            | 1 | Siempre | 1   | Siempre participar |
| 2                | De 6 a 15 años                 | 2                   | Trabajador | 2                 | Trabajador | 2                             | De 150 a 200 soles | 2 | Algo                          | 2 | Siempre | 2   | Siempre participar |
| 3                | De 16 a 30 años                | 3                   | Empleado   | 3                 | Empleado   | 3                             | De 200 a 300 soles | 3 | Regularmente                  | 3 | Siempre | 3   | Siempre participar |
| 4                | De 31 a 45 años                | 4                   | Trabajador | 4                 | Empleado   | 4                             | De 300 a 400 soles | 4 | Continuamente                 | 4 | Siempre | 4   | Siempre participar |
| 5                | De 46 a 60 años                | 5                   | Empleado   | 5                 | Otro       | 5                             | De 400 a 500 soles | 5 | Siempre                       | 5 | Siempre | 5   | Siempre participar |

| 15. Capacitación en temas de conservación ambiental |                        | 16. Estado de conservación de infraestructura |           | 17. Antigüedad de infraestructura |                    | 18. Tipo de Material del colector |          | 19. Estado de limpieza del colector |                    | 20. Disponibilidad de sistemas de monitoreo y control |                    | 21. Mantenimiento del sistema |          | 22. Ingreso vs Costo de tarifa por agua potable |                        | 23. Rango consumo per cápita por vivienda |                               | 24. Actividad económica |                 | 25. Ahorro por gasto de agua |          | 26. Calidad del servicio |              | 27. Conservación del sistema y mantenimiento de instalaciones domiciliarias |              |
|---|------------------------|---|-----------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------|---|--------------------|-------------------------------|----------|---|------------------------|---|-------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------------|----------|--------------------------|--------------|---|--------------|
| 1   | Reparticipa            | 1   | Muy mala  | 1                                 | Más de 50 años     | 1                                 | Asfalto  | 1                                   | Estado en datos    | 1   | Estado en datos    | 1                             | Muy malo | 1   | Más de 1000 soles      | 1   | Agricultura, ganadería, pesca | 1                       | Nunca ha pagado | 1                            | Muy mala | 1                        | Siempre paga |   |              |
| 2   | Errora                 | 2   | Mala      | 2                                 | Entre 30 y 50 años | 2                                 | Concreto | 2                                   | Estado incompleto  | 2   | Estado incompleto  | 2                             | Buena    | 2   | Entre 500 y 1000 soles | 2   | Industria y manufacturas      | 2                       | Nunca ha pagado | 2                            | Mala     | 2                        | Siempre paga |   |              |
| 3   | Regular                | 3   | Regular   | 3                                 | Entre 20 y 30 años | 3                                 | Alfajón  | 3                                   | Estado pendiente   | 3   | Estado pendiente   | 3                             | Regular  | 3   | Entre 200 y 500 soles  | 3   | Comercio al por mayor y menor | 3                       | Regularmente    | 3                            | Regular  | 3                        | Siempre paga |   |              |
| 4   | Continúa (cooperativa) | 4   | Buena     | 4                                 | Entre 10 y 20 años | 4                                 | PVC      | 4                                   | Estado actualizado | 4   | Estado actualizado | 4                             | Mala     | 4   | Entre 100 y 200 soles  | 4   | Empresas de servicios         | 4                       | Siempre         | 4                            | Muy mala | 4                        | Buena        | 4   | Siempre paga |
| 5   | Activa (total)         | 5   | Muy buena | 5                                 | Menor a 10 años    | 5                                 | PAV      | 5                                   | Estado completo    | 5   | Estado completo    | 5                             | Muy mala | 5   | Más de 1000 soles      | 5   | Otros                         | 5                       | Nunca ha pagado | 5                            | Muy mala | 5                        | Muy mala     | 5   | Siempre paga |

Figura 21. Recortes de Ficha técnica como evidencia

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.1 Análisis de la dimensión física

La elaboración de los cálculos de los pesos ponderados de cada parámetro con su descriptor correspondiente se desarrolló según el procedimiento descrito en el Anexo N°2.

Se presenta un resumen de los valores obtenidos en las Tablas 26 al 33.

**Tabla 26.** Pesos de ponderación de los parámetros de fragilidad física.

| Dimensión física  | N° de parámetros | Parámetro                                 | Ponderación |
|-------------------|------------------|---|-------------|
| Fragilidad física | 4                | Estado de conservación de infraestructura | 0.482       |
|                   |                  | Antigüedad de infraestructura             | 0.272       |
|                   |                  | Tipo de material del colector             | 0.158       |
|                   |                  | Estado de limpieza del colector           | 0.088       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 27.** Pesos ponderados del parámetro de estado de conservación de infraestructura.

| Parámetro                                 | N° de descriptores | Descriptor | Ponderación |
|---|--------------------|------------|-------------|
| Estado de conservación de infraestructura | 5                  | Muy malo   | 0.503       |
|   |                    | Malo       | 0.260       |
|   |                    | Regular    | 0.134       |
|   |                    | Bueno      | 0.068       |
|   |                    | Muy bueno  | 0.035       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 28.** Pesos ponderados del parámetro Antigüedad de infraestructura.

| Parámetro                     | N° de descriptores | Descriptor         | Ponderación |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| Antigüedad de infraestructura | 5                  | Mayor a 50 años    | 0.451       |
|                               |                    | Entre 30 y 50 años | 0.295       |
|                               |                    | Entre 20 y 30 años | 0.145       |
|                               |                    | Entre 10 y 20 años | 0.072       |
|                               |                    | Menor a 10 años    | 0.036       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 29.** Pesos ponderados del parámetro Estado de Limpieza del colector.

| Parámetro                       | N° de descriptores | Descriptor | Ponderación |
|---------------------------------|--------------------|------------|-------------|
| Estado de Limpieza del colector | 5                  | Muy malo   | 0.467       |
|                                 |                    | Malo       | 0.256       |
|                                 |                    | Regular    | 0.148       |
|                                 |                    | Bueno      | 0.084       |
|                                 |                    | Muy bueno  | 0.044       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 30.** Pesos ponderados del parámetro Tipo de material del colector.

| Parámetro                     | N° de descriptores | Descriptor  | Ponderación |
|-------------------------------|--------------------|---|-------------|
| Tipo de material del colector | 5                  | CSN (Concreto simple normalizado)                     | 0.481       |
|                               |                    | AC (asbesto cemento) - HF (Hierro fundido)            | 0.269       |
|                               |                    | Acero, FV (Fibra de vidrio)                           | 0.139       |
|                               |                    | PVC y PVC-O   | 0.071       |
|                               |                    | PE (polietileno) - PAD (Polietileno de alta densidad) | 0.040       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 31.** Pesos ponderados de los parámetros de Resiliencia física.

| Dimensión Física   | N° de parámetros | Parámetro   | Ponderación |
|--------------------|------------------|---|-------------|
| Resiliencia Física | 2                | Disponibilidad de sistemas de monitoreo y control | 0.5         |
|                    |                  | Mantenimiento del sistema                         | 0.5         |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 32.** Pesos ponderados del parámetro Disponibilidad de sistemas de monitoreo y control.

| Parámetro   | N° de descriptores | Descriptor          | Ponderación |
|---|--------------------|---------------------|-------------|
| Disponibilidad de sistemas de monitoreo y control | 5                  | Estado sin datos    | 0.468       |
|   |                    | Estado incompleto   | 0.268       |
|   |                    | Estado pendiente    | 0.144       |
|   |                    | Estado actualizando | 0.076       |
|   |                    | Estado completa     | 0.044       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 33.** Pesos ponderados del parámetro Mantenimiento del Sistema.

| Parámetro                 | N° de descriptores | Descriptor | Ponderación |
|---------------------------|--------------------|------------|-------------|
| Mantenimiento del Sistema | 5                  | Muy bueno  | 0.503       |
|                           |                    | Bueno      | 0.260       |
|                           |                    | Regular    | 0.134       |
|                           |                    | Malo       | 0.068       |
|                           |                    | Muy malo   | 0.035       |

Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo de las matrices calculadas por cada parámetro se especificó en el Anexo N°5.

### 3.5.2 Análisis de la dimensión económica

La elaboración de los cálculos de los pesos ponderados de cada parámetro con su descriptor correspondiente se desarrolló según el procedimiento descrito en el Anexo N°2.

Se presenta un resumen de los valores obtenidos en las Tablas 34 al 39.

**Tabla 34.** Pesos ponderados de los parámetros de Fragilidad económica.

| Dimensión Económica  | N° de parámetros | Parámetro                                   | Ponderación |
|----------------------|------------------|---|-------------|
| Fragilidad Económica | 2                | Ingreso vs Costo de tarifa por agua potable | 0.5         |
|                      |                  | Rango consumo per cápita por vivienda       | 0.5         |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 35.** Pesos ponderados del parámetro Ingreso vs Costo de tarifa por agua potable.

| Parámetro                                   | N° de descriptores | Descriptor                                       | Ponderación |
|---|--------------------|--|-------------|
| Ingreso vs Costo de tarifa por agua potable | 5                  | Ingresos no cubren costo de tarifa               | 0.468       |
|   |                    | Ingresos cubren hasta un 25% del costo de tarifa | 0.268       |
|   |                    | Ingresos cubren hasta un 50% del costo de tarifa | 0.144       |
|   |                    | Ingresos cubren hasta un 75% del costo de tarifa | 0.076       |
|   |                    | Ingresos cubren costo de tarifa                  | 0.044       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 36.** Pesos ponderados del parámetro Rango consumo per cápita por vivienda.

| Parámetro                             | N° de descriptores | Descriptor                    | Ponderación |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------|
| Rango consumo per cápita por vivienda | 5                  | Sin lectura                   | 0.490       |
|                                       |                    | 0 a 20 m <sup>3</sup>         | 0.259       |
|                                       |                    | entre 20 a 50 m <sup>3</sup>  | 0.140       |
|                                       |                    | entre 50 a 80 m <sup>3</sup>  | 0.073       |
|                                       |                    | entre 80 m <sup>3</sup> a mas | 0.038       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 37.** Pesos ponderados de los parámetros de Resiliencia económica.

| Dimensión Económica   | N° de parámetros | Parámetro                | Ponderación |
|-----------------------|------------------|--------------------------|-------------|
| Resiliencia Económica | 2                | Actividad económica      | 0.5         |
|                       |                  | Ahorro por gasto de agua | 0.5         |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 38.** Pesos ponderados del parámetro Actividad económica.

| Parámetro           | N° de descriptores | Descriptor  | Ponderación |
|---------------------|--------------------|---|-------------|
| Actividad económica | 5                  | Hospitales, Clínicas y Centros de primeros auxilios | 0.497       |
|                     |                    | Viviendas, mercados y Comisarias                    | 0.262       |
|                     |                    | Colegios, universidades, academias e institutos     | 0.136       |
|                     |                    | Centros comerciales, Tiendas y peluquerías          | 0.069       |
|                     |                    | Instituciones públicas, entidades financieras       | 0.037       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 39.** Pesos ponderados del parámetro Ahorro por gasto de agua.

| Parámetro                | N° de descriptores | Descriptor     | Ponderación |
|--------------------------|--------------------|----------------|-------------|
| Ahorro por gasto de agua | 5                  | Muy bajo nivel | 0.465       |
|                          |                    | Bajo nivel     | 0.265       |
|                          |                    | Regular nivel  | 0.156       |
|                          |                    | Alto nivel     | 0.071       |
|                          |                    | Muy alto       | 0.044       |

Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo de las matrices calculadas por cada parámetro se especificó en el Anexo N°6.

### 3.5.3 Análisis de la dimensión social

La elaboración de los cálculos de los pesos ponderados de cada parámetro con su descriptor correspondiente se desarrolló según el procedimiento descrito en el Anexo N°2. Se presenta un resumen de los valores obtenidos en las Tablas 40 al 45.

**Tabla 40.** Pesos ponderados de los parámetros de Fragilidad social.

| Dimensión social  | N° de parámetros | Parámetro                       | Ponderación |
|-------------------|------------------|---------------------------------|-------------|
| Fragilidad social | 2                | Grupo de edades de la población | 0.5         |
|                   |                  | Calidad del servicio            | 0.5         |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 41.** Pesos ponderados del parámetro Grupo de edades de la población.

| Parámetro                       | N° de descriptores | Descriptor                         | Ponderación |
|---------------------------------|--------------------|------------------------------------|-------------|
| Grupo de edades de la población | 5                  | De 0 a 5 años y mayores de 65 años | 0.467       |
|                                 |                    | De 5 a 12 años y de 60 a 65 años   | 0.256       |
|                                 |                    | De 12 a 15 años y de 50 a 60 años  | 0.148       |
|                                 |                    | De 15 a 30 años                    | 0.084       |
|                                 |                    | De 30 a 50 años                    | 0.044       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 42.** Pesos ponderados del parámetro Calidad del servicio.

| Parámetro            | N° de descriptores | Descriptor | Ponderación |
|----------------------|--------------------|------------|-------------|
| Calidad del servicio | 5                  | Muy bueno  | 0.503       |
|                      |                    | Bueno      | 0.260       |
|                      |                    | Regular    | 0.134       |
|                      |                    | Malo       | 0.068       |
|                      |                    | Muy malo   | 0.035       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 43.** Pesos ponderados de los parámetros de Resiliencia social.

| Dimensión social   | N° de parámetros | Parámetro   | Ponderación |
|--------------------|------------------|---|-------------|
| Resiliencia Social | 2                | Conservación del Sistema y mantenimiento de instalaciones domiciliarias | 0.500       |
|                    |                  | Conocimiento de gestión de riesgos de desastres                         | 0.500       |

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 44.** Pesos ponderados del parámetro Conservación del Sistema y mantenimiento de instalaciones domiciliarias.

| Parámetro   | N° de descriptores | Descriptor            | Ponderación |
|---|--------------------|-----------------------|-------------|
| Conservación del Sistema y mantenimiento de instalaciones domiciliarias | 5                  | Nunca aplica          | 0.468       |
|   |                    | Rara vez aplica       | 0.268       |
|   |                    | Aplica                | 0.144       |
|   |                    | Frecuentemente aplica | 0.076       |
|   |                    | Siempre aplica        | 0.044       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 45.** Pesos ponderados del parámetro Conocimiento de gestión de riesgos de desastres.

| Parámetro                                       | N° de descriptores | Descriptor     | Ponderación |
|---|--------------------|----------------|-------------|
| Conocimiento de gestión de riesgos de desastres | 5                  | Muy deficiente | 0.435       |
|   |                    | Deficiente     | 0.265       |
|   |                    | Regular        | 0.154       |
|   |                    | Bueno          | 0.090       |
|   |                    | Muy bueno      | 0.055       |

Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo de las matrices calculadas por cada parámetro se especificó en el Anexo N°7.

### 3.5.4 Análisis de la dimensión ambiental

La elaboración de los cálculos de los pesos ponderados de cada parámetro con su descriptor correspondiente se desarrolló según el procedimiento descrito en el Anexo N°2. Se presenta un resumen de los valores obtenidos en las Tablas 46 al 51.

**Tabla 46.** Pesos ponderados de los parámetros de Fragilidad ambiental.

| Dimensión Ambiental  | N° de parámetros | Parámetro                          | Ponderación |
|----------------------|------------------|------------------------------------|-------------|
| Fragilidad Ambiental | 2                | Estado de Caudal promedio efluente | 0.500       |
|                      |                  | Estado del suelo                   | 0.500       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 47.** Pesos ponderados del parámetro Estado de Caudal promedio efluente.

| Parámetro                          | N° de descriptores | Descriptor  | Ponderación |
|------------------------------------|--------------------|---|-------------|
| Estado de Caudal promedio efluente | 5                  | > 30 m <sup>3</sup> /s                            | 0.444       |
|                                    |                    | Entre 30 m <sup>3</sup> /s a 20 m <sup>3</sup> /s | 0.262       |
|                                    |                    | Entre 20 m <sup>3</sup> /s a 10 m <sup>3</sup> /s | 0.153       |
|                                    |                    | Entre 10 m <sup>3</sup> /s a 5 m <sup>3</sup> /s  | 0.089       |
|                                    |                    | < 5 m <sup>3</sup> /s                             | 0.053       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 48.** Pesos ponderados del parámetro Estado del suelo.

| Parámetro        | N° de descriptores | Descriptor | Ponderación |
|------------------|--------------------|------------|-------------|
| Estado del suelo | 5                  | Deslizable | 0.435       |
|                  |                    | Muy suelto | 0.265       |
|                  |                    | Suelto     | 0.154       |
|                  |                    | Rocoso     | 0.090       |
|                  |                    | Compacto   | 0.055       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 49.** Pesos ponderados de los parámetros de Resiliencia ambiental.

| Dimensión Ambiental   | N° de parámetros | Parámetro                           | Ponderación |
|-----------------------|------------------|-------------------------------------|-------------|
| Resiliencia Ambiental | 2                | Gestión adecuada de residuos        | 0.5         |
|                       |                  | Actividad de conservación ambiental | 0.5         |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 50.** Pesos ponderados del parámetro *Gestión adecuada de residuos*.

| Parámetro                    | N° de descriptores | Descriptor     | Ponderación |
|------------------------------|--------------------|----------------|-------------|
| Gestión adecuada de residuos | 5                  | Muy deficiente | 0.497       |
|                              |                    | Deficiente     | 0.262       |
|                              |                    | Regular        | 0.136       |
|                              |                    | Bueno          | 0.069       |
|                              |                    | Muy bueno      | 0.037       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 51.** Pesos ponderados del parámetro *Actividad de conservación ambiental*.

| Parámetro                           | N° de descriptores | Descriptor     | Ponderación |
|-------------------------------------|--------------------|----------------|-------------|
| Actividad de conservación ambiental | 5                  | Aplica Siempre | 0.454       |
|                                     |                    | Frecuente      | 0.267       |
|                                     |                    | Eventual       | 0.149       |
|                                     |                    | Mínima         | 0.082       |
|                                     |                    | Ninguna        | 0.049       |

Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo de las matrices calculadas por cada parámetro se especificó en el Anexo N°8.

### 3.5.5 Niveles de vulnerabilidad

Para el cálculo de los niveles de vulnerabilidad, se construye la matriz de vulnerabilidad por sismo con todos los cálculos previos de los pesos ponderados de los parámetros y descriptores. En las Tablas 52 al 55 se resumen de las Matrices de Vulnerabilidad por Sismo.

Tabla 52 Matriz de la Dimensión física

| FRAGILIDAD FÍSICA                     |       |  |       |                                  |       |                                     |       | RESILIENCIA FÍSICA            |                              |   |       |                              |       |                                |                               | VALOR<br>DIMENSIÓN<br>FÍSICA | PESO<br>DIMENSIÓN<br>FÍSICA |
|---------------------------------------|-------|--|-------|----------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|-------------------------------|------------------------------|---|-------|------------------------------|-------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Estado de<br>Limpieza del<br>colector |       | Estado de<br>conservación<br>de<br>infraestructura |       | Antigüedad de<br>infraestructura |       | Tipo de<br>Material del<br>colector |       | Valor<br>Fragilidad<br>Física | Peso<br>Fragilidad<br>Física | Disponibilidad de<br>sistemas de<br>monitoreo y control |       | Mantenimiento<br>del sistema |       | Valor<br>Resiliencia<br>Física | Peso<br>Resiliencia<br>Física |                              |                             |
| Ppar                                  | Pdesc | Ppar   | Pdesc | Ppar                             | Pdesc | Ppar                                | Pdesc |                               |                              | Ppar  | Pdesc | Ppar                         | Pdesc |                                |                               |                              |                             |
| 0.088                                 | 0.467 | 0.482  | 0.503 | 0.272                            | 0.451 | 0.158                               | 0.481 | 0.482                         | 0.50                         | 0.500   | 0.468 | 0.500                        | 0.503 | 0.486                          | 0.50                          | 0.484                        | 0.40                        |
| 0.088                                 | 0.256 | 0.482  | 0.260 | 0.272                            | 0.295 | 0.158                               | 0.269 | 0.271                         | 0.50                         | 0.500   | 0.268 | 0.500                        | 0.260 | 0.264                          | 0.50                          | 0.267                        | 0.40                        |
| 0.088                                 | 0.148 | 0.482  | 0.134 | 0.272                            | 0.145 | 0.158                               | 0.139 | 0.139                         | 0.50                         | 0.500   | 0.144 | 0.500                        | 0.134 | 0.139                          | 0.50                          | 0.139                        | 0.40                        |
| 0.088                                 | 0.084 | 0.482  | 0.068 | 0.272                            | 0.072 | 0.158                               | 0.071 | 0.071                         | 0.50                         | 0.500   | 0.076 | 0.500                        | 0.068 | 0.072                          | 0.50                          | 0.071                        | 0.40                        |
| 0.088                                 | 0.044 | 0.482  | 0.035 | 0.272                            | 0.036 | 0.158                               | 0.040 | 0.037                         | 0.50                         | 0.500   | 0.044 | 0.500                        | 0.035 | 0.039                          | 0.50                          | 0.038                        | 0.40                        |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 53** Matriz de la Dimensión Económica

| FRAGILIDAD ECONÓMICA                              |       |  |       |                                  |                                 | RESILIENCIA ECONÓMICA  |       |                             |       |                                   |                                  | VALOR<br>DIMENSIÓN<br>ECONÓMICA | PESO<br>DIMENSIÓN<br>ECONÓMICA |
|---|-------|--|-------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------|-----------------------------|-------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Ingreso vs Costo de<br>tarifa por agua<br>potable |       | Rango consumo per<br>cápita por vivienda |       | Valor<br>Fragilidad<br>Económica | Peso<br>Fragilidad<br>Económica | Actividad<br>económica |       | Ahorro por gasto de<br>agua |       | Valor<br>Resiliencia<br>Económica | Peso<br>Resiliencia<br>Económica |                                 |                                |
| Ppar  | Pdesc | Ppar                                     | Pdesc |                                  |                                 | Ppar                   | Pdesc | Ppar                        | Pdesc |                                   |                                  |                                 |                                |
| 0.50  | 0.468 | 0.50                                     | 0.490 | 0.479                            | 0.50                            | 0.50                   | 0.497 | 0.50                        | 0.465 | 0.481                             | 0.50                             | 0.480                           | 0.20                           |
| 0.50  | 0.268 | 0.50                                     | 0.259 | 0.264                            | 0.50                            | 0.50                   | 0.262 | 0.50                        | 0.265 | 0.264                             | 0.50                             | 0.264                           | 0.20                           |
| 0.50  | 0.144 | 0.50                                     | 0.140 | 0.142                            | 0.50                            | 0.50                   | 0.136 | 0.50                        | 0.156 | 0.146                             | 0.50                             | 0.144                           | 0.20                           |
| 0.50  | 0.076 | 0.50                                     | 0.073 | 0.074                            | 0.50                            | 0.50                   | 0.069 | 0.50                        | 0.071 | 0.070                             | 0.50                             | 0.072                           | 0.20                           |
| 0.50  | 0.044 | 0.50                                     | 0.038 | 0.041                            | 0.50                            | 0.50                   | 0.037 | 0.50                        | 0.044 | 0.040                             | 0.50                             | 0.041                           | 0.20                           |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 54** Matriz de la Dimensión Social

| FRAGILIDAD SOCIAL                  |       |                      |       |                               |                              | RESILIENCIA SOCIAL  |       |  |       |                                |                               | VALOR<br>DIMENSIÓN<br>SOCIAL | PESO<br>DIMENSIÓN<br>SOCIAL |
|------------------------------------|-------|----------------------|-------|-------------------------------|------------------------------|---|-------|--|-------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Grupo de edades de<br>la población |       | Calidad del servicio |       | Valor<br>Fragilidad<br>Social | Peso<br>Fragilidad<br>Social | Conservación del Sistema y<br>mantenimiento de<br>instalaciones domiciliarias |       | Conocimiento de gestión<br>de riesgos de desastres |       | Valor<br>Resiliencia<br>Social | Peso<br>Resiliencia<br>Social |                              |                             |
| Ppar                               | Pdesc | Ppar                 | Pdesc |                               |                              | Ppar  | Pdesc | Ppar   | Pdesc |                                |                               |                              |                             |
| 0.500                              | 0.467 | 0.500                | 0.503 | 0.485                         | 0.50                         | 0.50  | 0.468 | 0.50   | 0.435 | 0.452                          | 0.50                          | 0.47                         | 0.20                        |
| 0.500                              | 0.256 | 0.500                | 0.260 | 0.258                         | 0.50                         | 0.50  | 0.268 | 0.50   | 0.265 | 0.266                          | 0.50                          | 0.26                         | 0.20                        |
| 0.500                              | 0.148 | 0.500                | 0.134 | 0.141                         | 0.50                         | 0.50  | 0.144 | 0.50   | 0.154 | 0.149                          | 0.50                          | 0.15                         | 0.20                        |
| 0.500                              | 0.084 | 0.500                | 0.068 | 0.076                         | 0.50                         | 0.50  | 0.076 | 0.50   | 0.090 | 0.083                          | 0.50                          | 0.08                         | 0.20                        |
| 0.500                              | 0.044 | 0.500                | 0.035 | 0.039                         | 0.50                         | 0.50  | 0.044 | 0.50   | 0.055 | 0.050                          | 0.50                          | 0.04                         | 0.20                        |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 55** Matriz de la Dimensión Ambiental

| FRAGILIDAD AMBIENTAL               |       |                  |       | RESILIENCIA AMBIENTAL      |                           |                              |       |                                     |       |                             |                            | VALOR<br>DIMENSIÓN<br>AMBIENTAL | PESO<br>DIMENSIÓN<br>AMBIENTAL |
|------------------------------------|-------|------------------|-------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Estado de Caudal promedio efluente |       | Estado del suelo |       | Valor Fragilidad Ambiental | Peso Fragilidad Ambiental | Gestión adecuada de residuos |       | Actividad de conservación ambiental |       | Valor Resiliencia Ambiental | Peso Resiliencia Ambiental |                                 |                                |
| Ppar                               | Pdesc | Ppar             | Pdesc |                            |                           | Ppar                         | Pdesc | Ppar                                | Pdesc |                             |                            |                                 |                                |
| 0.50                               | 0.444 | 0.50             | 0.435 | 0.440                      | 0.50                      | 0.50                         | 0.497 | 0.50                                | 0.454 | 0.475                       | 0.50                       | 0.457                           | 0.20                           |
| 0.50                               | 0.262 | 0.50             | 0.265 | 0.263                      | 0.50                      | 0.50                         | 0.262 | 0.50                                | 0.267 | 0.264                       | 0.50                       | 0.264                           | 0.20                           |
| 0.50                               | 0.153 | 0.50             | 0.154 | 0.154                      | 0.50                      | 0.50                         | 0.136 | 0.50                                | 0.149 | 0.142                       | 0.50                       | 0.148                           | 0.20                           |
| 0.50                               | 0.089 | 0.50             | 0.090 | 0.090                      | 0.50                      | 0.50                         | 0.069 | 0.50                                | 0.082 | 0.075                       | 0.50                       | 0.082                           | 0.20                           |
| 0.50                               | 0.053 | 0.50             | 0.055 | 0.054                      | 0.50                      | 0.50                         | 0.037 | 0.50                                | 0.049 | 0.043                       | 0.50                       | 0.048                           | 0.20                           |

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se procedió a calcular los valores de la vulnerabilidad usando los valores de las 4 dimensiones y pesos ponderadores de cada dimensión. De esta manera, se construyó los valores de nivel de vulnerabilidad. Los resultados se muestran en las Tablas 56 al 58.

**Tabla 56.** *Valores de la Vulnerabilidad, consolidado.*

| Valor de la Vulnerabilidad |
|----------------------------|
| 0.475                      |
| 0.265                      |
| 0.143                      |
| 0.075                      |
| 0.042                      |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 57.** *Niveles de Vulnerabilidad.*

| Nivel de Vulnerabilidad | Rango                     |
|-------------------------|---------------------------|
| MUY ALTO                | $0.265 \leq V \leq 0.475$ |
| ALTO                    | $0.143 \leq V < 0.265$    |
| MEDIO                   | $0.075 \leq V < 0.143$    |
| BAJO                    | $0.042 \leq V < 0.075$    |

Fuente: Elaboración propia.

También se procede a elaborar la matriz de Estratificación de Vulnerabilidad por sismo, como se muestra en la siguiente Tabla 58.

**Tabla 58.** *Matriz de Estratificación de Vulnerabilidad por sismo del cuadrante urbano.*

| Nivel de Vulnerabilidad | Descripción  | Rangos            |
|-------------------------|--|-------------------|
| Vulnerabilidad Muy Alto | Estado de conservación de infraestructura muy malo. Antigüedad de infraestructura de más de 50 años. Estado de limpieza del colector muy malo, tipo de material de CSN (Concreto simple normalizado). Disponibilidad de sistemas de monitoreo en estado sin datos. Muy mal mantenimiento del sistema. Ingresos no cubren el costo de tarifa de agua potable, con un rango de consumo per cápita por vivienda entre 0 a 20 m <sup>3</sup> o sin lectura. Actividad económica de Hospitales, clínicas y centros comerciales. Muy bajo nivel de ahorro por gasto de agua. Población de 0 a 5 años y mayores de 65 años. Muy mala calidad del servicio. Población no aplica actividades de conservación del sistema. Muy deficiente o deficiente nivel de conocimiento de gestión de riesgos de desastres. Estado del caudal del afluente > 30 m <sup>3</sup> /s. Estado del suelo deslizable. Muy deficiente o deficiente gestión de residuos sólidos Ninguna actividad de conservación ambiental.                  | 0.265 ≤ V ≤ 0.475 |
| Vulnerabilidad Alto     | Estado de conservación de infraestructura malo. Antigüedad de infraestructura entre 30 a 50 años. Estado de limpieza del colector malo, Tipo de material de CSN (Concreto simple normalizado). o AC (Asbesto cemento)- HF (Hierro fundido). Disponibilidad de sistemas de monitoreo en estado incompleta. Mal mantenimiento del sistema. Ingresos cubren hasta un 25% del costo de tarifa de agua potable, con un rango de consumo per cápita por vivienda entre 20 a 50 m <sup>3</sup> . Actividad económica de Viviendas, mercados y Comisarias. Bajo nivel de ahorro por gasto de agua. Población de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Mala o regular calidad del servicio. Población rara vez aplica actividades de conservación del sistema. Regular nivel de conocimiento de gestión de riesgos de desastres. Estado del caudal del afluente entre 30 m <sup>3</sup> /s a 10 m <sup>3</sup> /s. Estado del suelo muy suelto. Regular gestión de residuos sólidos. Mínima actividad de conservación ambiental. | 0.143 ≤ V < 0.265 |
| Vulnerabilidad Medio    | Estado de conservación de infraestructura regular. Antigüedad de infraestructura entre 20 a 30 años. Estado de limpieza del colector regular, Tipo de material de Acero, FV (Fibra de vidrio) o PVC. Disponibilidad de sistemas de monitoreo en estado pendiente o actualizando. Regular mantenimiento del sistema. Ingresos cubren hasta un 50% del costo de tarifa de agua potable, con un rango de consumo per cápita por vivienda entre 50 a 80 m <sup>3</sup> . Actividad económica de Colegios, universidades, academias e institutos. Regular nivel de ahorro por gasto de agua. Población de 12 a 15 años y de 50 a 60 años. Buena calidad del servicio. Población aplica actividades de conservación del sistema. Buen conocimiento de gestión de riesgos de desastres. Estado del caudal del afluente entre 10 m <sup>3</sup> /s a 5 m <sup>3</sup> /s. Estado del suelo suelto. Buena gestión de residuos sólidos. Eventual actividad de conservación ambiental.                                      | 0.075 ≤ V < 0.143 |
| Vulnerabilidad Bajo     | Buen y muy buen estado de conservación de infraestructura. Antigüedad de infraestructura menor a 10 años. Estado de limpieza del colector bueno y muy bueno, Tipo de material de PVC y PVC-O y PE (polietileno) - PAD (Polietileno de alta densidad). Disponibilidad de sistemas de monitoreo en estado completa. Buen y muy buen nivel de   | 0.042 ≤ V < 0.075 |












mantenimiento del sistema. Ingresos cubren desde un 75% al 100% del costo de tarifa de agua potable, con un rango de consumo per cápita por vivienda mayor a 80 m<sup>3</sup>. Actividad económica de Centros comerciales, Tiendas y peluquerías o Instituciones públicas, entidades financieras. Muy alto o alto nivel de ahorro por gasto de agua. Población entre los rangos de 15 a 30 años y de 30 a 50 años. Muy buena calidad del servicio. Población frecuentemente y siempre aplica actividades de conservación del sistema. Muy buen de conocimiento de gestión de riesgos de desastres. Estado del caudal del afluente < 5 m<sup>3</sup>/s. Estado del suelo rocoso y compacto. Muy buena gestión de residuos sólidos. Aplica siempre y frecuentemente actividades de conservación ambiental.

---

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5.6 Mapa de vulnerabilidad**



| Legenda   |                  |
|---|------------------|
| <b>Area de Estudio</b>  |                  |
|  | Cuadrante Urbano |
| <b>Colector primario</b>  |                  |
|  | Red primaria     |
|  | A                |
|  | B                |
|  | M                |
| <b>Colector secundario</b>  |                  |
|  | Red secundaria   |
|  | A                |
|  | B                |
|  | M                |

| NIVEL DE                |       | RANGO |              |
|-------------------------|-------|-------|--------------|
| NIVEL DE VULNERABILIDAD |       | RANGO |              |
| <b>MUY ALTO</b>         | 0.265 | ≤ V ≤ | <b>0.475</b> |
| <b>ALTO</b>             | 0.143 | ≤ V < | <b>0.265</b> |
| <b>MEDIO</b>            | 0.075 | ≤ V < | <b>0.143</b> |
| <b>BAJO</b>             | 0.042 | ≤ V < | <b>0.075</b> |

| ANÁLISIS DEL RIESGO SÍSMICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL CUADRANTE URBANO DEL DISTRITO DE BREÑA |                                    |                |               |
|--|------------------------------------|----------------|---------------|
| MAPA DE VULNERABILIDAD POR SISMO   |                                    |                |               |
| <b>Elaborado:</b>  | Bach. Wilberth Edwin Chavez Maravi |                |               |
| <b>Datum:</b>  | WGS 84                             | <b>Escala:</b> | <b>Fecha:</b> |
| <b>Proyección:</b>   | UTM 18 S                           | 1: 8,000       | Marzo, 2021   |
| <b>Fuentes:</b>  |                                    |                |               |
| Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - CISMID              |                                    |                |               |
| Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL  |                                    |                |               |
| Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET   |                                    |                |               |
| Instituto Geográfico Nacional -IGN (Carta Topográfica Nacional)                                    |                                    |                |               |
| Instituto Nacional de Estadísticas e Informática - INEI  |                                    |                |               |

Figura 22. Mapa de Vulnerabilidad por sismo del cuadrante urbano.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6 Análisis de Riesgo

#### 3.6.1 Niveles de riesgo por sismo

Para el cálculo de los niveles de riesgo se aplicó la ecuación 1 usando los valores de peligro y valores de la vulnerabilidad. Así, se construyó la matriz de riesgo el cual se muestra en la Tabla 59.

**Tabla 59.** *Matriz de Riesgo.*

| Valor de peligro (P) | Valor de la vulnerabilidad (V) | Riesgo (R = P*V) |
|----------------------|--------------------------------|------------------|
| 0.474                | 0.475                          | 0.225            |
| 0.260                | 0.265                          | 0.069            |
| 0.143                | 0.143                          | 0.020            |
| 0.078                | 0.008                          | 0.001            |
| 0.044                | 0.042                          | 0.002            |

Fuente: Elaboración propia.

Luego se construyó la Tabla 60 sobre los niveles de riesgo y, finalmente, se construyó la matriz de estratificación de los niveles de riesgo por sismo especificado en la Tabla 61.

**Tabla 60.** *Niveles de Riesgo por Sismo del cuadrante urbano.*

| NIVEL DE RIESGO | RANGO |   |   |         |
|-----------------|-------|---|---|---------|
| <b>MUY ALTO</b> | 0.069 | ≤ | R | < 0.225 |
| <b>ALTO</b>     | 0.020 | ≤ | R | < 0.069 |
| <b>MEDIO</b>    | 0.001 | ≤ | R | < 0.020 |
| <b>BAJO</b>     | 0.002 | ≤ | R | < 0.001 |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 61.** Matriz de estratificación de riesgo por sismo del cuadrante urbano.

| Nivel de riesgo | Descripción  | Rangos            |
|-----------------|--|-------------------|
| Riesgo Muy Alto | <p>Sismo de magnitudes mayores a 9 Mw, aceleración sísmica entre 500 a 1100 cm/s<sup>2</sup> y con profundidad hipocentral menor a 10 km. Un nivel de daño o afectación Nivel I-Colapso. Unidad geológica de depósito aluvial reciente (Qp-al), con unidad geomorfológica Llanura o planicie aluvial (Pl-al).</p> <p>Estado de conservación de infraestructura muy malo. Antigüedad de infraestructura de más de 50 años. Estado de limpieza del colector muy malo, tipo de material de CSN (Concreto simple normalizado). Disponibilidad de sistemas de monitoreo en estado sin datos. Muy mal mantenimiento del sistema. Ingresos no cubren el costo de tarifa de agua potable, con un rango de consumo per cápita por vivienda entre 0 a 20 m<sup>3</sup> o sin lectura. Actividad económica de Hospitales, clínicas y centros comerciales. Muy bajo nivel de ahorro por gasto de agua. Población de 0 a 5 años y mayores de 65 años. Muy mala calidad del servicio. Población no aplica actividades de conservación del sistema. Muy deficiente o deficiente nivel de conocimiento de gestión de riesgos de desastres. Estado del caudal del afluente &gt; 30 m<sup>3</sup>/s. Estado del suelo deslizante. Muy deficiente o deficiente gestión de residuos sólidos Ninguna actividad de conservación ambiental.</p> | 0.069 ≤ V ≤ 0.225 |
| Riesgo Alto     | <p>Sismo de magnitud de 8.1 a 9 Mw, aceleración sísmica entre 300 a 400 cm/s<sup>2</sup> y con profundidad hipocentral entre 11 km a 30km. Un nivel de daño o afectación Nivel II-Daños severo. Unidad geológica de depósito aluvial 1 (Qh-al1), con unidad geomorfológica Cauce de río.</p> <p>Estado de conservación de infraestructura malo. Antigüedad de infraestructura entre 30 a 50 años. Estado de limpieza del colector malo, Tipo de material de AC (Asbesto cemento)- HF (Hierro fundido) o CSN (Concreto simple normalizado). Disponibilidad de sistemas de monitoreo en estado incompleta. Mal mantenimiento del sistema. Ingresos cubren hasta un 25% del costo de tarifa de agua potable, con un rango de consumo per cápita por vivienda entre 20 a 50 m<sup>3</sup>. Actividad económica de Viviendas, mercados y Comisarias. Bajo nivel de ahorro por gasto de agua. Población de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Mala o regular calidad del servicio. Población rara vez aplica actividades de conservación del sistema. Regular nivel de conocimiento de gestión de riesgos de desastres. Estado del caudal del afluente entre 30 m<sup>3</sup>/s a 10 m<sup>3</sup>/s. Estado del suelo muy suelto. Regular gestión de residuos sólidos. Mínima actividad de conservación ambiental.</p>            | 0.020 ≤ V < 0.069 |
| Riesgo Medio    | <p>Sismo de magnitud de 7.1 a 8 Mw, aceleración sísmica entre 200 a 100 cm/s<sup>2</sup> y con profundidad hipocentral 31 km a 64 km. Un nivel de daño o afectación entre Nivel III-Daño moderado y Nivel IV-Daño Leve. Unidad geológica de roca ígnea plutónica Gabro-Diorita (Ks-pt/gbdi) y roca ígnea plutónica super unidad Santa rosa- monsogranito (Ks-sr/mzgr), con unidad geomorfológica Colina y lornada en roca sedimentaria (RCL-rs) y Colinas y lomadas en roca intrusiva (RCL-ri).</p> <p>Estado de conservación de infraestructura regular. Antigüedad de infraestructura entre 20 a 30 años. Estado de limpieza del colector regular, Tipo de material de Acero, FV (Fibra de vidrio) o PVC.</p>  | 0.001 ≤ V < 0.020 |

| Nivel de riesgo | Descripción  | Rangos            |
|-----------------|--|-------------------|
| Riesgo Bajo     | <p>Disponibilidad de sistemas de monitoreo en estado pendiente o actualizando. Regular mantenimiento del sistema. Ingresos cubren hasta un 50% del costo de tarifa de agua potable, con un rango de consumo per cápita por vivienda entre 50 a 80 m<sup>3</sup>. Actividad económica de Colegios, universidades, academias e institutos. Regular nivel de ahorro por gasto de agua. Población de 12 a 15 años y de 50 a 60 años. Buena calidad del servicio. Población aplica actividades de conservación del sistema. Buen conocimiento de gestión de riesgos de desastres. Estado del caudal del afluente entre 10 m<sup>3</sup>/s a 5 m<sup>3</sup>/s. Estado del suelo suelto. Buena gestión de residuos sólidos. Eventual actividad de conservación ambiental.</p> <p>Sismo de magnitud 5.1 a 7 Mw, aceleración sísmica menores a 100 cm/s<sup>2</sup>, profundidad hipocentral mayores de 120 km. Un nivel de daño o afectación Nivel V-Sin daño o daño superficial. Unidad geológica de roca de basamento Fm Ventanilla (Js-ve), con unidad geomorfológica Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at).</p> <p>Buen y muy buen estado de conservación de infraestructura. Antigüedad de infraestructura menor a 10 años. Estado de limpieza del colector bueno y muy bueno, Tipo de material de PVC y PVC-O y PE (polietileno) - PAD (Polietileno de alta densidad). Disponibilidad de sistemas de monitoreo en estado completa. Buen y muy buen nivel de mantenimiento del sistema. Ingresos cubren desde un 75% al 100% del costo de tarifa de agua potable, con un rango de consumo per cápita por vivienda mayor a 80 m<sup>3</sup>. Actividad económica de Centros comerciales, Tiendas y peluquerías o Instituciones públicas, entidades financieras. Muy alto o alto nivel de ahorro por gasto de agua. Población entre los rangos de 15 a 30 años y de 30 a 50 años. Muy buena calidad del servicio. Población frecuentemente y siempre aplica actividades de conservación del sistema. Muy buen de conocimiento de gestión de riesgos de desastres. Estado del caudal del afluente &lt; 5 m<sup>3</sup>/s. Estado del suelo rocoso y compacto. Muy buena gestión de residuos sólidos. Aplica siempre y frecuentemente actividades de conservación ambiental.</p> | 0.002 ≤ V < 0.001 |

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.2 Mapa de riesgo por sismo

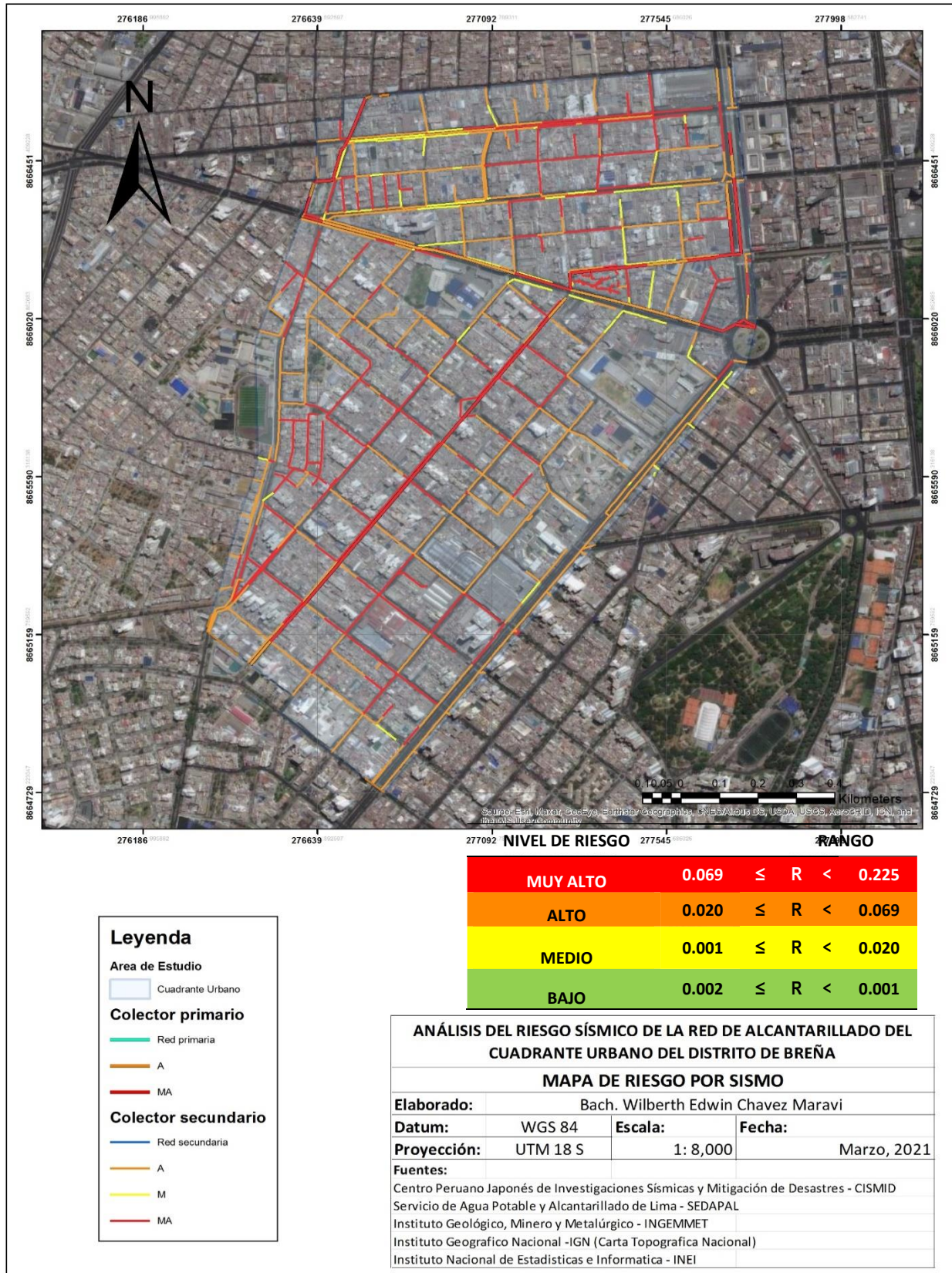


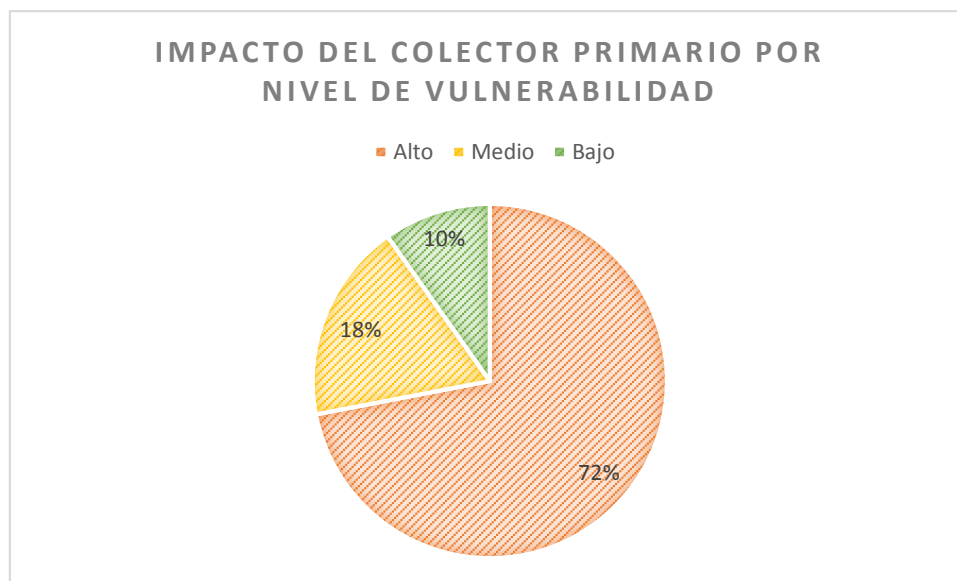
Figura 23. Mapa de riesgo por sismo del cuadrante urbano.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7 Análisis de la red de alcantarillado

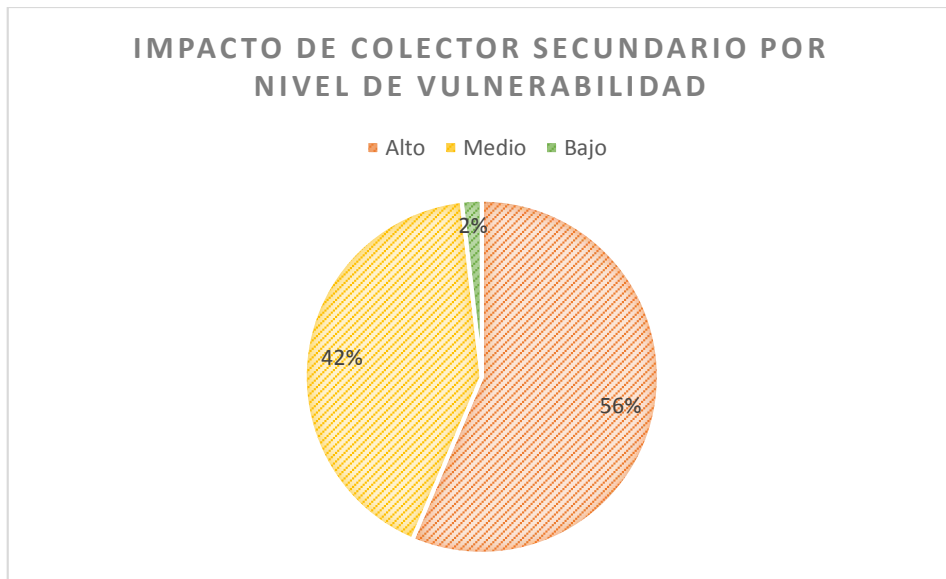
#### 3.7.1 Impacto en los colectores

Luego de evaluar el evento del sismo en la red de alcantarillado del cuadrante urbano, se encontró que un 72% de los colectores primarios se encuentran en una vulnerabilidad ALTA, mientras que el nivel de vulnerabilidad BAJA representa un 10% de los colectores primarios (Ver Figura 22).



**Figura 24.** Diagrama de porcentaje de impacto del colector primario por niveles de vulnerabilidad  
Fuente: Elaboración propia.

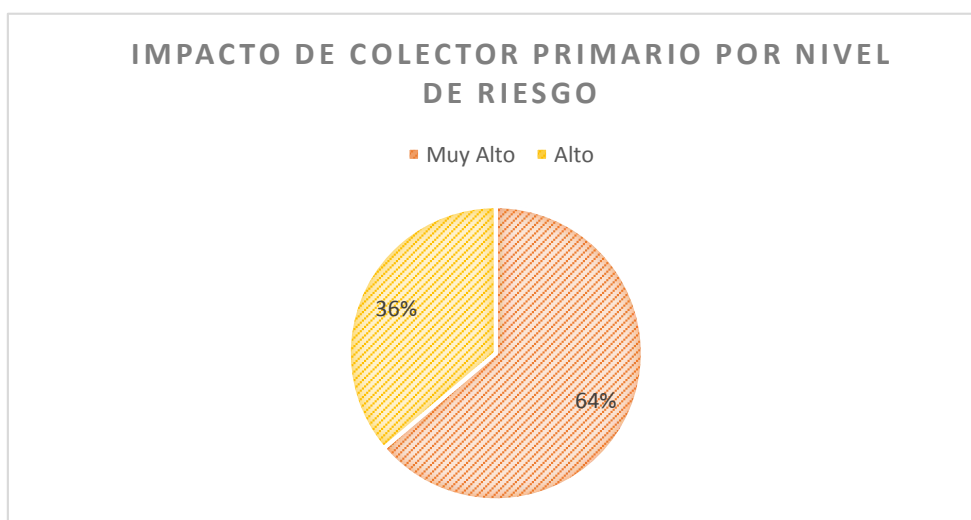
En los colectores secundarios se encontró que un 56% presentan vulnerabilidad ALTA, siendo también el nivel MEDIO con un 42% de colectores secundarios de vulnerabilidad frente al escenario del sismo proyectado. Asimismo, solo un 2% se encontraron con vulnerabilidad BAJA.



**Figura 25.** Diagrama de porcentaje de impacto del colector secundario por niveles de vulnerabilidad

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar los resultados de los niveles de riesgo que impactarían a los colectores primarios y secundarios según el escenario proyectado del fenómeno del sismo, se obtuvo que un 64% de colector primario presenta un riesgo MUY ALTO, y un 36 % en riesgo ALTO. Esto evidencia que el sistema de alcantarillado del cuadrante urbano generaría colapso o pérdida del servicio, así como una afectación al servicio de alcantarillado.

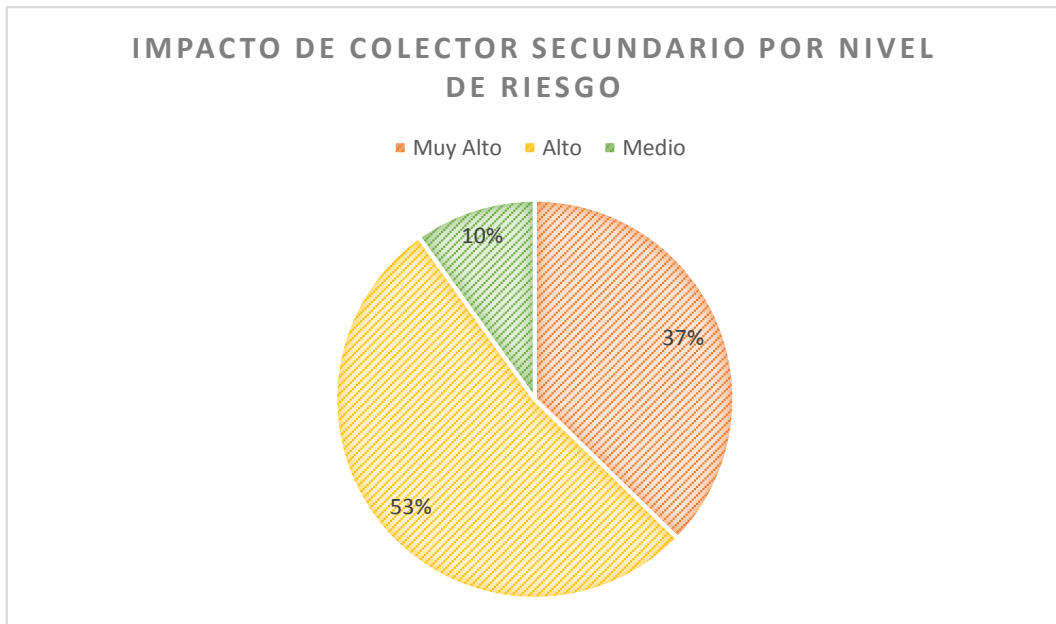


**Figura 26.** Diagrama de porcentaje de impacto del colector primario por niveles de riesgo

Fuente: Elaboración propia.



Sobre los niveles de riesgo a los cuales están generando un impacto a los colectores secundarios, se encontró que un 53% de tuberías de colector secundario presentan riesgo ALTO, un 37% tuberías en riesgo MUY ALTO y solo un 10% en riesgo MEDIO. Por tanto, de producirse un sismo, afectaría o colapsaría el servicio de alcantarillado en el cuadrante urbano estudiado.

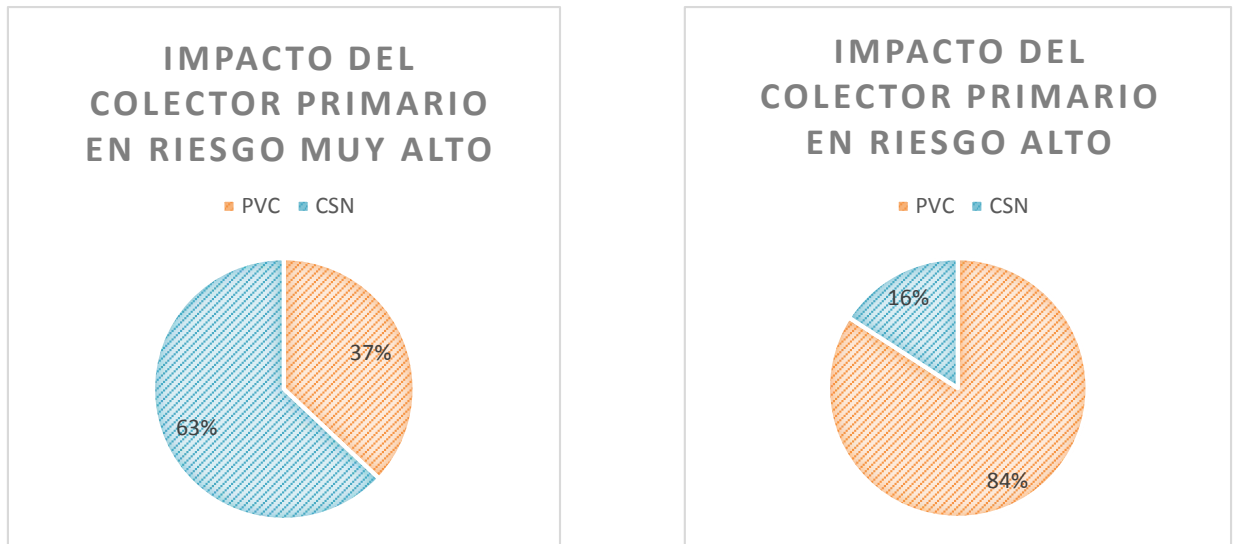


**Figura 27.** Diagrama de porcentaje de impacto del colector secundario por niveles de riesgo.

Fuente: Elaboración propia.

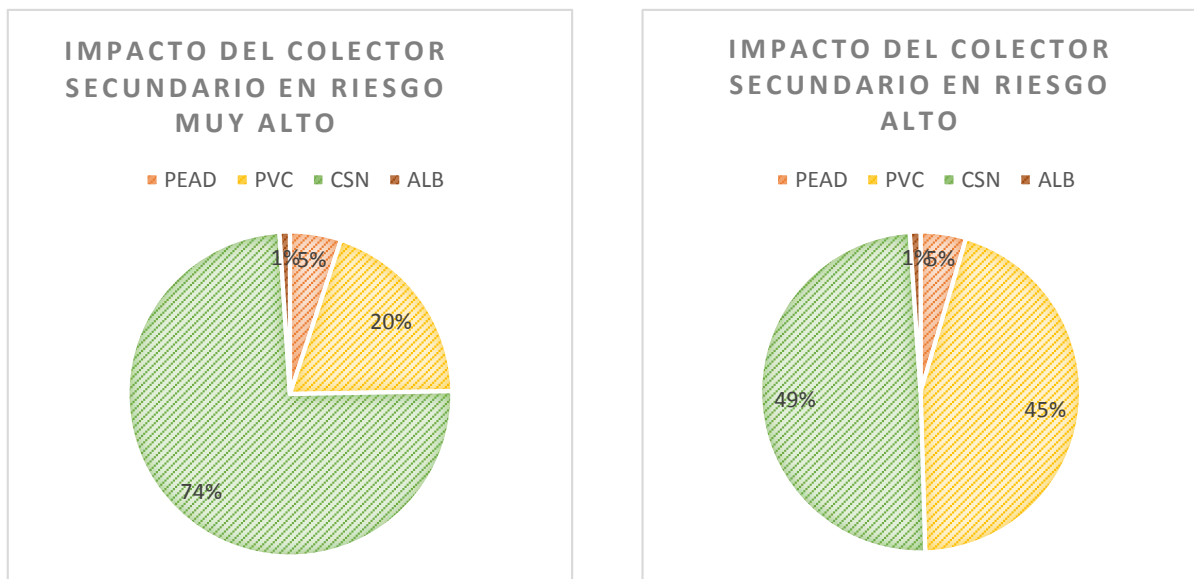
Se analizó, además, los resultados en función del tipo de tubería que se encuentran en niveles de riesgo MUY ALTO y ALTO. Estas tuberías están expuestas a rupturas o colapso, lo que podría afectar la continuidad del servicio, aniegos, y con ello desencadenar enfermedades en la población expuesta.

En la Figura 25 y 26, se presenta el impacto del riesgo en el colector primario y secundario en los niveles MUY ALTO y ALTO. En estas figuras se muestra que las tuberías de CSN se encontrarían más afectadas y, en menor porcentaje, las tuberías de PVC. Asimismo, esto refleja la antigüedad de las redes del distrito de Breña como parámetro evaluado más representativo.



**Figura 28.** Diagrama de porcentaje de impacto del colector primario por riesgo Muy Alto y Alto.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 29.** Diagrama de porcentaje de impacto del colector secundario por riesgo Muy alto y Alto.

Fuente: Elaboración propia.

### **3.7.2 Efectos probables**

Se estimó las pérdidas probables para el evento del sismo, luego de evaluar el riesgo y relacionar los peligros y vulnerabilidades, con el fin de determinar consecuencias ante un sismo de magnitud extraordinaria mayor de 8 Mw. Para ello, se usó la información el Contrato No. 0067-2016 SEDAPAL (2016b), como referencia para el análisis de precios unitarios por actividades desarrollada. Asimismo, los precios unitarios corresponden a las actividades propias e incluyen mano de obra, materiales y las actividades complementarias (reposición de jardines, rotura y reposición de veredas, veredas empedradas, sardineles, rotura y reposición de pavimento de asfalto en caliente, pavimento de concreto). El detalle se especificó en el Anexo N°10. Los cálculos se detallan en la Tabla 62.

**Tabla 62.** Efectos probables de colectores del sistema de alcantarillado del cuadrante urbano.

| Nivel de daño               | Componente          | Tipo de material | Diámetro nominal | Unidad       | Cantidad        | Precio Unitario | Precio Parcial    | Daños Probables  | Pérdidas Probables |
|-----------------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|--------------------|
| Muy Alto                    | Colector Primario   | PVC              | 350 mm - 14'     | ml           | 184.6           | S/ 18,776.08    | S/ 3,466,252.13   | S/ 3,466,252.13  |                    |
|                             |                     |                  | 400 mm - 16'     | ml           | 152.4           | S/ 19,876.08    | S/ 3,028,915.83   | S/ 3,028,915.83  |                    |
|                             |                     |                  | 450 mm - 18'     | ml           | 327.9           | S/ 20,426.08    | S/ 6,696,690.33   | S/ 6,696,690.33  |                    |
|                             |                     |                  | 600 mm - 24'     | ml           | 350.6           | S/ 20,976.08    | S/ 7,354,213.65   | S/ 7,354,213.65  |                    |
|                             |                     | CSN              | 350 mm - 14'     | ml           | 1584.4          | S/ 18,776.08    | S/ 29,748,070.11  |                  | S/ 29,748,070.11   |
|                             |                     |                  | 400 mm - 16'     | ml           | 144.3           | S/ 18,776.08    | S/ 2,709,388.34   |                  | S/ 2,709,388.34    |
|                             | Colector Secundario | PEAD             | 200 mm - 8'      | ml           | 257.0           | S/ 18,776.08    | S/ 4,825,452.56   | S/ 4,825,452.56  |                    |
|                             |                     |                  | 250 mm - 10'     | ml           | 414.3           | S/ 18,776.08    | S/ 7,779,117.70   | S/ 7,779,117.70  |                    |
|                             |                     | PVC              | 200 mm - 8'      | ml           | 2211.0          | S/ 17,566.08    | S/ 38,838,602.88  | S/ 38,838,602.88 |                    |
|                             |                     |                  | 250 mm - 10'     | ml           | 374.2           | S/ 17,566.08    | S/ 6,572,348.83   | S/ 6,572,348.83  |                    |
|                             |                     | CSN              | 150 mm - 6'      | ml           | 3725.9          | S/ 17,566.08    | S/ 65,449,984.45  |                  | S/ 65,449,984.45   |
|                             |                     |                  | 200 mm - 8'      | ml           | 6054.7          | S/ 17,566.08    | S/ 106,358,047.22 |                  | S/ 106,358,047.22  |
| ALB                         | 450 mm - 18'        | ml               | 135.7            | S/ 18,125.08 | S/ 2,459,392.11 | S/ 2,459,392.11 |                   |                  |                    |
| Instalaciones Domiciliarias | PVC                 | 150 mm - 200 mm  | Und              | 6132         | S/ 442.16       | S/ 2,711,325.12 |                   | S/ 2,711,325.12  |                    |
| Alto                        | Colector Primario   | PVC              | 350 mm - 14'     | ml           | 141.4           | S/ 9,498.08     | S/ 1,342,933.53   | S/ 1,342,933.53  |                    |
|                             |                     |                  | 400 mm - 16'     | ml           | 195.6           | S/ 9,855.02     | S/ 1,927,937.56   | S/ 1,927,937.56  |                    |
|                             |                     |                  | 450 mm - 18'     | ml           | 359.5           | S/ 10,748.22    | S/ 3,864,200.05   | S/ 3,864,200.05  |                    |
|                             |                     |                  | 600 mm - 24'     | ml           | 612.9           | S/ 11,868.22    | S/ 7,273,675.99   | S/ 7,273,675.99  |                    |
|                             |                     | CSN              | 350 mm - 14'     | ml           | 163.9           | S/ 11,868.22    | S/ 1,944,963.89   |                  | S/ 1,944,963.89    |

| Nivel de daño | Componente                  | Tipo de material | Diámetro nominal | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Precio Parcial           | Daños Probables          | Pérdidas Probables       |
|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|--------|----------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|               |                             |                  | 400 mm - 16'     | ml     | 82.7     | S/ 11,868.22    | S/ 981,501.79            |                          | S/ 981,501.79            |
|               | Colector Secundario         | PEAD             | 200 mm - 8'      | ml     | 488.5    | S/ 4,422.23     | S/ 2,160,303.58          | S/ 2,160,303.58          |                          |
|               |                             |                  | 250 mm - 10'     | ml     | 367.4    | S/ 4,747.55     | S/ 1,744,249.87          | S/ 1,744,249.87          |                          |
|               |                             | PVC              | 110 mm - 4'      | ml     | 24.2     | S/ 4,320.15     | S/ 104,547.63            | S/ 104,547.63            |                          |
|               |                             |                  | 200 mm - 8'      | ml     | 6799.2   | S/ 4,420.15     | S/ 30,053,483.88         | S/ 30,053,483.88         |                          |
|               |                             |                  | 250 mm - 10'     | ml     | 921.5    | S/ 4,476.58     | S/ 4,125,168.47          | S/ 4,125,168.47          |                          |
|               |                             |                  | 315 mm - 12'     | ml     | 648.7    | S/ 4,513.88     | S/ 2,928,153.96          | S/ 2,928,153.96          |                          |
|               |                             | CSN              | 150 mm - 5'      | ml     | 4342.2   | S/ 4,747.55     | S/ 20,614,811.61         |                          | S/ 20,614,811.61         |
|               |                             |                  | 200 mm - 8'      | ml     | 4640.9   | S/ 4,747.55     | S/ 22,032,904.80         |                          | S/ 22,032,904.80         |
|               |                             |                  | 250 mm - 10'     | ml     | 177.8    | S/ 4,747.55     | S/ 844,114.39            |                          | S/ 844,114.39            |
|               |                             |                  | 300 mm - 12'     | ml     | 59.9     | S/ 4,747.55     | S/ 284,378.25            |                          | S/ 284,378.25            |
|               |                             | ALB              | 450 mm - 18'     | ml     | 202.0    | S/ 5,225.85     | S/ 1,055,621.70          | S/ 1,055,621.70          |                          |
|               | Instalaciones Domiciliarias | PVC              | 150 mm - 200 mm  | Und    | 8692     | S/ 287.16       | S/ 2,495,994.72          |                          | S/ 2,495,994.72          |
| Medio         | Colector Secundario         | PEAD             | 200 mm - 8'      | ml     | 409.4    | S/ 3,993.89     | S/ 1,635,098.57          | S/ 1,635,098.57          |                          |
|               |                             |                  | 250 mm - 10'     | ml     | 109.3    | S/ 3,993.89     | S/ 436,532.18            | S/ 436,532.18            |                          |
|               |                             | PVC              | 160 mm - 6'      | ml     | 56.2     | S/ 3,993.89     | S/ 224,456.62            | S/ 224,456.62            |                          |
|               |                             |                  | 200 mm - 8'      | ml     | 2560.7   | S/ 3,993.89     | S/ 10,227,154.12         | S/ 10,227,154.12         |                          |
|               |                             |                  | 250 mm - 10'     | ml     | 353.9    | S/ 3,993.89     | S/ 1,413,437.67          | S/ 1,413,437.67          |                          |
|               | Instalaciones Domiciliarias | PVC              | 150 mm - 200 mm  | Und    | 1624     | S/ 211.95       | S/ 344,206.80            |                          | S/ 344,206.80            |
| <b>TOTAL</b>  |                             |                  |                  |        |          |                 | <b>S/ 408,057,632.89</b> | <b>S/ 151,537,941.40</b> | <b>S/ 256,519,691.49</b> |

Fuente: Elaboración propia.

De producirse el fenómeno sísmico con una magnitud extraordinaria mayor a 8.8 Mw en el cuadrante urbano, se estimó que costaría S/151, 537,941.40 recuperar la capacidad del servicio de alcantarillado. A su vez, las pérdidas probables bordean los S/256, 519,691.49 para la rehabilitación de las redes afectadas.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusiones

Los resultados obtenidos con el análisis de riesgo sísmico que establece el método de CENEPRED con niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo, nos llevan a aceptar la hipótesis planteada al inicio de esta investigación, pues se determinó que el impacto en las redes de alcantarillado presenta riesgo MUY ALTO (el 51% de los colectores estudiados). De la Figura 18, los resultados afirman que el 32.26% de colectores presenta peligro Muy alto, 56.45% de colectores presentan peligro Alto, 11.29% peligro Medio. Esto bajo los parámetros descritos en la Tabla 23, los cual nos indican los parámetros evaluados y las características de cada nivele de peligro al que se encuentra expuesto los colectores. Los resultados nos indican que el cuadrante urbano presenta redes con niveles de riesgos Altos, reflejados por la cercanía del distrito a la costa peruana, deficiente plan de mantenimiento preventivo y correctivo.

De la Figura 19, los resultados afirman que el 58.10% colectores presentan vulnerabilidad Alta, 39.22% de colectores presentan vulnerabilidad Media, 2.68 % vulnerabilidad Baja. Las características de los niveles de vulnerabilidad en función de los parámetros evaluados están descritas en la Tabla 23. Los resultados indican que el cuadrante urbano presenta redes con niveles de vulnerabilidad Alta, reflejados por el parámetro de antigüedad de las redes colectoras y las deficientes prácticas de cuidado y uso por parte de población de los servicios de saneamiento en la zona de estudio, tomados como parámetros representativos. Asimismo, la Figura 20 muestra que el 40.16% colectores presentan riesgo Muy alto, 51.04 % colectores presentan riesgo Alto, 8.80 % riesgo Medio.

Por otro lado, la presente investigación muestra resultados que guardan similitud con lo que sostiene CENEPRED (2020) en su estudio “Escenario de riesgo por Sismo y Tsunami para Lima y Callao”. En dicho estudio se encontró que el distrito de Breña presenta un nivel de peligro Muy Alto, niveles de vulnerabilidad Alto y Medio y Bajo, así como niveles de riesgo Muy alto y Alto. Por otro lado, el equipo técnico de SEDAPAL estima que, de ocurrir un sismo de magnitud extraordinaria de 8.8 Mw, el 42% colectores secundarios se verían afectados en Lima y Callao.

Lo mencionado anteriormente por los autores de los distintos estudios afirman que los resultados están relacionados con inadecuada gestión y planeamiento para la realización proyectos del sector de agua y saneamiento, malas prácticas de operación y mantenimiento de redes de alcantarillado. Otras razones son la ausencia de comunicación entre entidades públicas para plantear estrategias según las condiciones actuales y proyecciones de la zona, deficiencia en el presupuesto de operación y mantenimiento preventivo y correctivo, así como malas prácticas para las descargas de aguas residuales domésticas y no domésticas. Por ello la presente investigación tuvo como finalidad mostrar y evidenciar los niveles de riesgo de la red de alcantarillado del cuadrante urbano a los cuales está expuesta la infraestructura actual. Es necesario recalcar que esto desencadenaría una afectación directa a las personas que utilizan el servicio de alcantarillado.

Por otro lado, dado los resultados de esta investigación, es necesario que las entidades tales como la empresa operadora de servicios de agua y alcantarillado de la zona Lima Centro (SEDAPAL), gobiernos locales y nacionales fomenten el conocimiento de los riesgos en su entorno, así como desarrollar y mejorar los planes de prevención y reducción de riesgos de desastres tomando.



## 4.2 Conclusiones

En primera instancia se concluye que los niveles de peligro por sismo de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña. De acuerdo con el análisis de peligro, dicha red de alcantarillado presenta niveles de peligro con categoría de Muy Alto para el 32.26% del total de tuberías, Alto para el 56.45% y Medio para el 11.29% de tuberías. Los niveles de peligro dentro del cuadrante de estudio reflejan que el fenómeno del sismo con los parámetros de evaluación y susceptibilidad desarrollan nivel de peligro Muy alto y Alto en los colectores primarios y secundarios según el escenario proyectado.

En segunda instancia se concluye que la propuesta de ficha técnica para el nivel de vulnerabilidad por sismo de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña permitió determinar los niveles de vulnerabilidad. El análisis de vulnerabilidad revela que dicha red de alcantarillado se encuentra con niveles de vulnerabilidad clasificadas como: Alto para un 58.10% del total de tuberías, Medio para el 39.22% de tuberías y Bajo para el 2.68% de tuberías. Los niveles de vulnerabilidad dentro del cuadrante de estudio reflejan que los colectores primarios y secundarios se encuentran en niveles de vulnerabilidad Alto, Medio y Bajo en los colectores expuestos.

En tercera instancia se concluye que los niveles de riesgo que enfrenta la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña. Este análisis indica que dicha red presenta niveles de riesgo Muy Alto para el 40.16% del total de tuberías, Alto para el 51.04% de tuberías y Medio para el 8.80% de tuberías. Los niveles de riesgo dentro del cuadrante de estudio reflejan que el fenómeno del sismo desarrolla

nivel de peligro Muy alto y Alto en los colectores primarios y secundarios según el escenario proyectado.

En cuarta instancia se concluye que los colectores más afectados en el cuadrante urbano del distrito de Breña serían las tuberías de CSN y PVC, pues más del 50% de colectores existentes, que poseen antigüedades mayores a 30 años, se encuentran con un nivel de riesgo Muy Alto.

En quinta instancia se concluye que el monto de aproximadamente S/151 537 941.40 para recuperación de la capacidad del servicio de alcantarillado, de producirse el fenómeno sísmico con una magnitud extraordinaria en el cuadrante urbano del distrito de Breña.

En sexta instancia se concluye que las pérdidas económicas probables ascienden a S/256 519 691.49 soles, en el caso de desencadenarse el sismo según el escenario proyectado.

### **4.3 Recomendaciones**

En primera instancia se recomienda a los futuros investigadores, que se enfoquen en evaluar otros componentes del sistema de alcantarillado y abastecimiento de agua, que se encuentran en la zona de estudio y no fueron incluidos en esta investigación, de ese modo se tendrá una visión más amplia de los niveles de peligro en otros componentes del sistema de alcantarillado y agua.

En segunda instancia se recomienda evaluar la infraestructura sanitaria para riesgos inducidos por la acción humana para verificar los impactos y efectos probables, y así fomentar políticas de gestión de riesgo de desastres.

En tercera instancia se recomienda elaborar un estudio de Evaluación de efectos probables frente al impacto del peligro originado por sismo con la metodología del CENEPRED, así formular Planes de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, mediante la incorporación de la Gestión Prospectiva y Correctiva del riesgo originado por el sismo en la infraestructura de saneamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEAS. (2017). Informe sobre aguas residuales en España. *Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento*, 1–22. [http://www.asoaeas.com/sites/default/files/Documentos/Informe sobre aguas residuales AEAS.pdf](http://www.asoaeas.com/sites/default/files/Documentos/Informe_sobre_aguas_residuales_AEAS.pdf)
- Cahuantico Ostos, S. E. (2019). Análisis de vulnerabilidad y riesgo en infraestructura hidráulicas de saneamiento en la localidad de Mancora-Piura. In *Universidad César Vallejo*. Universidad César Vallejo.
- CENEPRED. (2015). Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales. In *Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres* (02 ed.). [http://www.sigpad.gov.co/sigpad/paginas\\_detalle.aspx?idp=112](http://www.sigpad.gov.co/sigpad/paginas_detalle.aspx?idp=112)
- CENEPRED. (2018). *Guía para la Evaluación del Riesgo en el Sistema de Abastecimiento de agua y alcantarillado*.
- CENEPRED. (2020). Escenario de Riesgo por Sismo y Tsunami para Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao. *Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción Del Riesgo de Desastres*, 118.
- Centro Peruano Japonés de Investigación Sísmicas y Mitigación de Desastres. (2018). *Mapa de Microzonificación Sísmica de la ciudad de Lima actualizado al año, 2018*.
- Centro Peruano Japonés de Investigación Sísmicas y Mitigación de Desastres, Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, & Ingeniería, U. N. de. (2012). Evaluación del Riesgo Sísmico del Distrito de Breña. *Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción Del Riesgo de Desastres*, 1–21.
- CESEL Ingenieros. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado “Línea de Transmisión en 220 kV S.E. Carabayllo S.E. Nueva Jicamarca”*. 50–73.
- Chuquiyuri Cuellar, N. (2009). *Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Redes Secundarias de Alcantarillado en Distritos Administrados por Sedapal-Callao* [Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://189.206.114.203/images/stories/Publicaciones/Informes anuales/completos/informe2003completo.pdf>
- Cunalata Chimbo, Y. S., & Cando Sisa, D. O. (2020). Análisis del funcionamiento del

- Sistema de Alcantarillado para la reducción de riesgos por Inundación [Universidad Estatal De Bolívar]. In *Universidad Estatal De Bolívar*. [http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/3450/1/PROYECTO DE INVESTIGACION.pdf](http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/3450/1/PROYECTO_DE_INVESTIGACION.pdf)
- Fernández, R. (2020). *Desastres naturales a nivel mundial 2007-2019*. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/641148/catastrofes-naturales-a-nivel-mundial/>
- Freeman, P. K., Martin, L. A., Linnerooth-Bayer, J., Warner, K., & Pflug, G. (2003). Gestión de riesgo de desastres naturales. *Sistemas Nacionales Para La Gestión Integral Del Riesgo de Desastres. Estrategias Financieras Para La Reconstrucción En Caso de Desastres Naturales.*, 84.
- Gonzales Arce, D. M. (2020). Calculo, Diseño y Evaluacion de Riesgos del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado en la Asociación de Viviendas Señor de los Milagros y Villa Hermosa, en el anexo Yuramayo 4ta Pampa, distrito de Vitor, Arequipa, Arequipa. In *Facultad de Arquitectura Ingenieria Civil y del Ambiental*. Universidad Católica de Santa María.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (2019). *Informe Tecnico N° A6905 Evaluacion de peligro geologicos en el distrito de Punta Hermosa, provincia Lima, Lima*.
- LKS Perú, & Sedapar. (2017). Manual de operaciones Alcantarillado. *Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Arequipa S.A, 1*, 48.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006). Reglamento Nacional De Edificaciones. *Reglamento Nacional De Edificaciones, 53(9)*, 156. <http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/varios/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf>
- Parraguez Chepe, J. J. (2018). Análisis de riesgo y vulnerabilidad para el sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad El Arrozal – Salas – provincia de Lambayeque – Lambayeque [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. In *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/4474>
- Paz Ronceros, M. M. (2020). ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA PREVENIR EL DESABASTECIMIENTO DEL SECTOR VI DEL DISTRITO DE HUACHO – 2018.

In *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión* (Issue 9). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Prado Huarcaya, M., & SEDAPAL. (2016). Manual de Operación y Mantenimiento (Colectores y Conexiones Domiciliarias). *Elaboracion Del Estudio Definitivo y Expediente Tecnico de Obra de Reposicion de Colectores, Buzones y Conexiones Domiciliarias Av. Republica de Panama, Jr. Rosendo Vidaurre y Jr. Venegas Distrito de Barranco IRA Etapa*, 45.

Presidencia del Consejo de Ministros. (2011). Decreto Supremo N° 048-2011-PCM; Aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). *Diario El Peruano*, 1–23.

Provincia Constitucional del Callao. (2011). *Actualización de la Microzonificación Ecológica Económica de la provincia constitucional del Callao-2011*. 75.

RAS, M. de D. E. D. de A. P. y S. B. (2000). Título D: Sistemas de recolección y evaluación de aguas residuales domésticas y pluviales. *Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Basico*, 97. [http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/7.\\_Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales.pdf](http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/7._Tratamiento_de_aguas_residuales.pdf)

Santacruz Quinchiguano, W. D. (2018). *Análisis de Vulnerabilidad físico funcional del sistema de agua potable de Guaraczapas, ante deslizamientos, parroquia de Angochagua, cantón Ibarra*. Universidad Técnica del Norte.

SEDAPAL. (2016a). Anuario Estadístico 2016. *Equipo Planeamiento Operativo y Financiero*, 106.

SEDAPAL. (2016b). *BASES INTEGRADAS ESCANEADAS CON PRONUNCIA CP N°0067-2016-SEDAPAL* (p. 170). OSCE.

Tavera, H. (2017). Actualización del escenario por sismo, tsunamis y exposición en la región central del Perú. *Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción Del Riesgo de Desastres*, 1–26.

Tavera, H. (2020). Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú. *Lima*.

Tavera, H., & Bernal Esquina, Y. I. (2005). *Distribucion espacial de areas de ruptura y*

*lagunas sísmicas en el borde oeste del Perú* (A. Giesecke Matto (ed.); Volumen Es).

Vilchez Porras, J. (2012). Redes de saneamiento. *Escuela de Organización Industrial*, 1–124. [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:45951/componente45949.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45951/componente45949.pdf)

## ANEXOS

### **Anexo N°1. Mantenimiento de redes de alcantarillado por SEDAPAL.**

#### **Operación y Mantenimiento de Redes de Alcantarillado**

##### **Operación del Sistema de Alcantarillado**

Prado & SEDAPAL (2016) dicen:

La operación de un sistema de alcantarillado puede considerarse como el conjunto de actividades que se desarrollan para conseguir que las estructuras correspondientes puedan recibir y evacuar las aguas residuales, sin poner en riesgo la salud de las personas, tanto de las diferentes áreas de drenaje de una localidad, como de cada uno de los usuarios. (pág.7)

##### **Mantenimiento del Sistema de Alcantarillado**

Prado & SEDAPAL (2016) define el mantenimiento como “conjunto de actividades y maniobras que se realizan para asegurar el funcionamiento correcto, apropiado y eficiente de un sistema, equipo o componente, destinado a realizar un fin determinado tal como fueron planificados y construidos”. (pág.8).

Es importante agregar los tipos de mantenimiento que se realizan:

##### **Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo tiene como “objetivo, mantener y prevenir el deterioro de los colectores, logrando minimizar los costos operativos y prolongando la vida útil de los colectores” (Chuquiuri, 2009, pág. 33)

De la misma forma Prado & SEDAPAL (2016) agrega a la definición de Chuquiuri (2009): Conjunto de actividades que se realizan con el objetivo de prevenir, preservar o evitar problemas que se presentarían de otro modo, si no se toman algunas acciones para reducirlos o eliminarlos. Estas actividades se desarrollan a través de una inspección y limpieza planificada de acuerdo con una periodicidad recomendada de los componentes del sistema de alcantarillado que son las tuberías y buzones. (pág.8)

##### **Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo tiene como “objetivo mantener operativo los Sistemas de Alcantarillado, de manera que trabajen a su máxima eficiencia, manteniendo la continuidad y, calidad del servicio.” (Chuquiuri, 2009, pág. 58)



Prado & SEDAPAL (2016) agrega a la definición:

Conjunto de trabajos necesarios a ejecutar en el sistema para corregir algún problema que se presente durante su funcionamiento, tales como reparaciones de roturas, reemplazo de tramos de tuberías, desatoro, rehabilitación o reconstrucción de tuberías y buzones, reformas para mejorar el funcionamiento del sistema, etc.(pág.8)

### **Problemas en las Redes de Alcantarillado**

Es importante hablar de este tema como lo define “obedecen básicamente a los relacionados con obstrucciones, pérdida de capacidad por asolvamientos, conexiones clandestinas de aguas pluvias, roturas y malos olores.” (Prado & SEDAPAL, 2016,pag.8)

**Tabla 63. Resumen de Problemas en las Redes de Alcantarillado.**

| <b>CAUSAS</b>                      | <b>EXPLICACION</b>   |
|------------------------------------|--|
| <b>Edad de las redes</b>           | Redes más antiguas tienen un mayor riesgo de deterioro; ya sea por el desgaste del material en el tiempo o por la falta de un programa de mantenimiento.   |
| <b>Material de construcción</b>    | Tuberías construidas con materiales más susceptibles a la corrosión tienen un mayor potencial de deterioro o de derrumbamiento.  |
| <b>Pendiente mínima</b>            | Tuberías ubicadas en áreas con poca inclinación, tienen una alta probabilidad de inundación, este es un problema grave, ya que al no tener la capacidad de arrastre los sólidos se sedimentan y acumulan en el interior de las tuberías.                         |
| <b>Grasas</b>                      | Normalmente las zonas aledañas a mercados, restaurantes y edificaciones multifamiliares presentan una mayor incidencia de obstrucciones por grasas. Esta cuando es vertida al alcantarillado directamente puede acumularse en algún sitio.                       |
| <b>Trapos, plásticos y vidrios</b> | Estos materiales se encuentran a menudo obstruyendo las tuberías y su incidencia es mayor en aquellas zonas donde hacen mal uso del servicio de alcantarillado.  |
| <b>Raíces</b>                      | Obstrucciones por raíces se presentan con mayor incidencia en zonas donde las redes de alcantarillado están ubicadas en zonas verdes con árboles. Las raíces penetran por las juntas o roturas de las tuberías y pueden llegar a causar obstrucciones completas. |

| CAUSAS  | EXPLICACION  |
|---|--|
| <b>Arenas y piedras</b>                         | Estos materiales penetran con mayor incidencia en las calles con superficies en tierra o lastre, donde por causa de tuberías rotas o buzones sin tapa éstas penetran al alcantarillado sanitario.  |
| <b>Exceso de aguas residuales</b>               | Con exceso de aguas residuales nos referimos al hecho de falta de capacidad hidráulica de los colectores.<br><br>Las roturas y fallas en redes y colectores de aguas residuales se presentan frecuentemente. Estas fallas pueden ser el resultado de algún de las siguientes causas: |
| <b>Roturas</b>                                  | -Soporte inapropiado del tubo<br><br>-Fallas debidas a cargas vivas<br><br>-Movimiento del suelo<br><br>-Daños causados por otras instituciones  |
| <b>Vandalismo</b>                               | Los problemas asociados con el vandalismo son bien conocidos. La sustracción de tapas de hierro fundido deja los buzones al descubierto originando también los problemas de obstrucciones.   |
| <b>Deficiencia del Mantenimiento Preventivo</b> | La falta de planes y programas de mantenimiento preventivo producirán fallas en el funcionamiento de los sistemas.   |

Fuente:(Prado & SEDAPAL, 2016, págs. 8-12)

## **Inspección y Diagnóstico Técnico de la Red de Alcantarillado**

### **Inspección**

Con respecto al tema Hernández y López (2009), definen:

La inspección es un proceso mediante el cual se determina el estado real de las redes de alcantarillado, incluyendo cada uno de sus componentes como pozos de inspección, colectores, y las diferentes obras constructivas que se realizaron en el proceso de elaboración de la red. (pág.39)

Hay que mencionar, además a Prado & SEDAPAL (2016) que las inspecciones de alcantarillado deben realizarse en condiciones de bajo caudal, donde recomienda que deben

llevarse a cabo entre la medianoche y las cinco de la mañana, o se puede hacer un taponamiento temporal del colector para reducir el caudal.

Las afirmaciones anteriores sugieren que con una buena inspección se puede detectar las fallas que los colectores presentan por los tramos inspeccionados. Así mismo conocer el estado de las redes así definir el tipo de mantenimiento a desarrollar según los resultados. Para lo cual existen los siguientes métodos:

#### **a. Inspección Televisiva**

Hernández y López (2009) definen “Es un sistema que permite la inspección de los colectores por medio de una cámara que obtiene imágenes y luego son almacenadas.” (pág.43).

Prado & SEDAPAL (2016) complementa la definición de Hernández y López (2009): “El uso de este procedimiento son las más eficientes a largo plazo en términos de costo y también eficaces para mostrar la condición interna del alcantarillado. Este tipo de inspección es recomendable para tuberías desde 100mm hasta 1200mm.” (SEDAPAL, 2016, pág. 29)

Además, Mendoza y Salazar (2016) agregan que “con el uso de cámaras especiales se puede verificar visualmente la presencia de defectos estructurales, de operación y mantenimiento y características de construcción.” (pág.23)

Hay que mencionar, además que existen equipos modernos para realizar estas actividades, el uso de cada uno depende de las necesidades propias de las empresas operadoras del servicio y su logística.

#### **b. Inspección Visual**

Prado & SEDAPAL (2016) nos dice que “Son vitales para tener un conocimiento completo de la condición del alcantarillado. Las inspecciones visuales de buzones y tuberías incluyen las de superficie y las internas”. (pág.29)

Dicho lo anterior es importante añadir “debe ser realizada por una persona con un amplio conocimiento de las redes de alcantarillado especial de su ubicación y de los diferentes diámetros que la componen.” (Hernández y López, 2009, pág. 41)

Lo más importante en este tipo de inspecciones es el uso de equipos de protección personal, así mismo seguir los protocolos establecidos para este tipo de actividad.

### **Diagnóstico**

Según Hernández y López (2009) dicen que “el diagnóstico es diseñado para alcanzar una evaluación objetiva del funcionamiento hidráulico y ambiental del sistema del alcantarillado contra criterios de funcionamiento definidos y para identificar las causas de las deficiencias en el funcionamiento”. (pág.49)

Más aun “esta herramienta permite la elaboración de planes preventivos o correctivos en los que se realizan recomendaciones de rehabilitación puntual, limpieza o reparación total de los tramos inspeccionados.” (Mendoza y Salazar, 2016, pág. 27)

En definitiva, el diagnóstico mediante un informe garantizará acciones a corto, mediano y largo plazo, que finalmente contribuye a un buen funcionamiento tanto operativo y estructural de las redes de alcantarillado.

## Anexo 2. Pasos para el cálculo que sigue el Método Multicriterio.

### Proceso de análisis jerárquico

Para la ponderación de los criterios, subcriterios y descriptores se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico el cual es un método multicriterio que permite incorporar criterios cuantitativos (infraestructura expuesta, pérdidas humanas, económicas, etc.) y cualitativos (programas de capacitación, creación y/o aplicación de la normatividad, etc.) que son considerados en la Gestión del Riesgo de Desastres. La matriz que se forma es una matriz cuadrada es decir el mismo número de filas y columnas.

$$A = A_{ij}$$

La notación matemática sería:

### Para el cálculo de los pesos ponderados:

**Primero:** Se construye la matriz de comparaciones pareadas, el que mostraría la comparación entre criterios, subcriterios y/o descriptores según el caso de interés. En el caso de ponderación de criterios esta matriz nos permite determinar la importancia de un criterio respecto a otro, lo que nos servirá posteriormente para la ponderación de criterios.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Sumamos verticalmente los elementos de cada columna. Así se obtienen los valores:

$$v_1, v_2, \dots, v_n = \sum_{i=1}^n a_i$$

**Segundo:** Construimos la matriz de comparaciones normalizada. El cual se obtiene de dividir cada elemento de matriz entre la suma obtenida, para conseguir:

$$A_{NORMALIZADA} = \begin{pmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}/v_1 & a_{n2}/v_2 & \dots & 1/v_n \end{pmatrix}$$

**Tercero:** El siguiente paso consiste en obtener el vector prioridad el cual nos mostrará los pesos ponderados de cada criterio a partir de la matriz normalizada:

Para ello se calcula el vector columna:

$$p = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{2j} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{nj} \end{pmatrix}$$

Y se obtiene el vector de prioridades de los criterios:

$$p = \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix}$$

Se debe indicar que la suma de los elementos del vector prioridad debe ser igual a 1.

$$\sum_{i=1}^n p_{ci} = p_{c11} + p_{c12} + \dots + p_{c1n} = 1$$

### Para el cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Se pasa a la verificación de la posible existencia de consistencia entre los juicios expresados.

**Primero:** Multiplicar cada valor de la primera columna de la matriz de comparación pareada por la prioridad relativa del primer elemento que se considera y así sucesivamente. Se deben sumar los valores sobre las filas para obtener un vector de valores, denominado Vector Suma Ponderada (VSP).

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VSP_{11} \\ VSP_{12} \\ \dots \\ \dots \\ VSP_{1n} \end{pmatrix}$$

**Segundo:** Dividir los elementos del vector de suma ponderada entre el correspondiente valor de prioridad para cada uno de los criterios:

$$\begin{aligned} VSP_{11} / p_{c11} &= \lambda_1 \\ VSP_{12} / p_{c12} &= \lambda_2 \\ &\dots \\ &\dots \\ &\dots \\ VSP_{1n} / p_{c1n} &= \lambda_n \end{aligned}$$

**Tercero:** Posteriormente se determina la lambda máxima  $\lambda_{max}$

$$\lambda_{max} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n) / n$$

Esto nos permite hallar el índice de consistencia

**Cuarto:** Calcular el Índice de Consistencia (IC):

$$IC = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

Esto nos permite hallar la relación de consistencia de la matriz para verificar si las decisiones fueron adecuadas.

**Quinto:** Determinar la Relación de Consistencia (RC);

$$RC = IC / IA$$

Donde IA es el Índice Aleatorio de una Matriz de Comparaciones Pareadas, generada, como su nombre sugiere, de forma aleatoria.

Los valores del Índice Aleatorio para los diferentes “n”, obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguarón y Moreno-Jiménez, 2001), son:

| n  | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| IA | 0.525 | 0.882 | 1.115 | 1.252 | 1.341 | 1.404 | 1.452 | 1.484 | 1.513 | 1.535 | 1.555 | 1.570 | 1.583 | 1.595 |

NOTA: Para matrices de 3 parámetros la RC debe ser menor a 0.04, para matrices de cuatro parámetros la RC debe ser menor a 0.08 y para matrices mayores a cuatro deben ser menores a 0.10.



### Anexo N° 3: Pesos ponderados de los parámetros de evaluación

#### Parámetro de Aceleración Sísmica

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Aceleración Sísmica           | 500 a 1100<br>cm/s <sup>2</sup> | 300 a 400<br>cm/s <sup>2</sup> | 300 a 200 cm/s <sup>2</sup> | 200 a<br>100cm/s <sup>2</sup> | menor a 100<br>cm/s <sup>2</sup> |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 500 a 1100 cm/s <sup>2</sup>  | 1.00                            | 3.00                           | 5.00                        | 7.00                          | 8.00                             |
| 300 a 400 cm/s <sup>2</sup>   | 0.33                            | 1.00                           | 3.00                        | 5.00                          | 7.00                             |
| 300 a 200 cm/s <sup>2</sup>   | 0.17                            | 0.33                           | 1.00                        | 3.00                          | 5.00                             |
| 200 a 100cm/s <sup>2</sup>    | 0.14                            | 0.17                           | 0.33                        | 1.00                          | 3.00                             |
| menor a 100 cm/s <sup>2</sup> | 0.13                            | 0.14                           | 0.17                        | 0.33                          | 1.00                             |
| SUMA                          | 1.77                            | 4.64                           | 9.50                        | 16.33                         | 24.00                            |
| 1/SUMA                        | 0.57                            | 0.22                           | 0.11                        | 0.06                          | 0.04                             |

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Aceleración Sísmica              | 500 a 1100<br>cm/s <sup>2</sup> | 300 a 400<br>cm/s <sup>2</sup> | 300 a 200<br>cm/s <sup>2</sup> | 200 a<br>100cm/s <sup>2</sup> | menor a 100<br>cm/s <sup>2</sup> | Vector<br>Priorización |
|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| 500 a 1100<br>cm/s <sup>2</sup>  | 0.566                           | 0.646                          | 0.526                          | 0.429                         | 0.333                            | 0.500                  |
| 300 a 400 cm/s <sup>2</sup>      | 0.189                           | 0.215                          | 0.316                          | 0.306                         | 0.292                            | 0.264                  |
| 300 a 200 cm/s <sup>2</sup>      | 0.094                           | 0.072                          | 0.105                          | 0.184                         | 0.208                            | 0.133                  |
| 200 a 100cm/s <sup>2</sup>       | 0.081                           | 0.036                          | 0.035                          | 0.061                         | 0.125                            | 0.068                  |
| menor a 100<br>cm/s <sup>2</sup> | 0.071                           | 0.031                          | 0.018                          | 0.020                         | 0.042                            | 0.036                  |

#### HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       |       |       | Vector Suma<br>Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| 0.500 | 0.791 | 0.663 | 0.473 | 0.290 | 2.717                    |
| 0.167 | 0.264 | 0.398 | 0.338 | 0.254 | 1.420                    |
| 0.083 | 0.088 | 0.133 | 0.203 | 0.181 | 0.688                    |
| 0.071 | 0.044 | 0.044 | 0.068 | 0.109 | 0.336                    |
| 0.063 | 0.038 | 0.022 | 0.023 | 0.036 | 0.181                    |

#### HALLANDO $\lambda_{max}$

| VSP/VP |
|--------|
| 5.434  |
| 5.388  |
| 5.184  |
| 4.968  |

|                 |        |
|-----------------|--------|
|                 | 4.998  |
| <b>SUMA</b>     | 25.971 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.194  |

INDICE DE CONSISTENCIA  
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.049 |
| <b>RC</b> | 0.044 |

### Parámetro de Profundidad Hipocentral

**MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES**

| PROFUNDIDAD HIPOCENTRAL | Menores de 10 Km | De a 11 a 30 Km | De 31 a 64 Km | De 64 a 120 Km | Mayores de 120 Km |
|-------------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|-------------------|
| Menores de 10 Km        | <b>1.00</b>      | 3.00            | 5.00          | 7.00           | 9.00              |
| De a 11 a 30 Km         | 0.33             | <b>1.00</b>     | 3.00          | 5.00           | 7.00              |
| De 31 a 64 Km           | 0.20             | 0.33            | <b>1.00</b>   | 3.00           | 5.00              |
| De 64 a 120 Km          | 0.14             | 0.20            | 0.33          | <b>1.00</b>    | 3.00              |
| Mayores de 120 Km       | 0.11             | 0.14            | 0.20          | 0.33           | <b>1.00</b>       |
| SUMA                    | 1.79             | 4.68            | 9.53          | 16.33          | 25.00             |
| 1/SUMA                  | 0.56             | 0.21            | 0.10          | 0.06           | 0.04              |

**MATRIZ DE NORMALIZACIÓN**

| PROFUNDIDAD HIPOCENTRAL | Menores de 10 Km | De a 11 a 30 Km | De 31 a 64 Km | De 64 a 120 Km | Mayores de 120 Km | Vector Priorización |
|-------------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|-------------------|---------------------|
| Menores de 10 Km        | 0.560            | 0.642           | 0.524         | 0.429          | 0.360             | 0.503               |
| De a 11 a 30 Km         | 0.187            | 0.214           | 0.315         | 0.306          | 0.280             | 0.260               |
| De 31 a 64 Km           | 0.112            | 0.071           | 0.105         | 0.184          | 0.200             | 0.134               |
| De 64 a 120 Km          | 0.080            | 0.043           | 0.035         | 0.061          | 0.120             | 0.068               |
| Mayores de 120 Km       | 0.062            | 0.031           | 0.021         | 0.020          | 0.040             | 0.035               |

### HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.503 | 0.781 | 0.672 | 0.474 | 0.313 | 2.743                 |
| 0.168 | 0.260 | 0.403 | 0.339 | 0.244 | 1.414                 |
| 0.101 | 0.087 | 0.134 | 0.203 | 0.174 | 0.699                 |
| 0.072 | 0.052 | 0.045 | 0.068 | 0.104 | 0.341                 |

|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.056 | 0.037 | 0.027 | 0.023 | 0.035 | 0.177 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|                 | VSP/VP |
|-----------------|--------|
|                 | 5.455  |
|                 | 5.432  |
|                 | 5.204  |
|                 | 5.030  |
|                 | 5.093  |
| <b>SUMA</b>     | 26.213 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.243  |

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.061 |
| <b>RC</b> | 0.054 |

### Anexo 4: Pesos ponderados de la Susceptibilidad – Factores Condicionantes y Factores Desencadenantes

#### Pesos ponderados de Factores Condicionantes

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Factores condicionantes | Nivel de Daño | geología    | geomorfología |
|-------------------------|---------------|-------------|---------------|
| Nivel de Daño           | <b>1.00</b>   | 3.00        | 5.00          |
| geología                | 0.33          | <b>1.00</b> | 3.00          |
| geomorfología           | 0.20          | 0.33        | <b>1.00</b>   |
| SUMA                    | 1.53          | 4.33        | 9.00          |
| 1/SUMA                  | 0.65          | 0.23        | 0.11          |

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Factores condicionantes | Nivel de Daño | geología | geomorfología | Vector Priorización |
|-------------------------|---------------|----------|---------------|---------------------|
| Nivel de Daño           | 0.652         | 0.692    | 0.556         | 0.633               |
| geología                | 0.217         | 0.231    | 0.333         | 0.260               |
| geomorfología           | 0.130         | 0.077    | 0.111         | 0.106               |

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.633 | 0.781 | 0.531 | 1.946                 |
| 0.211 | 0.260 | 0.318 | 0.790                 |
| 0.127 | 0.087 | 0.106 | 0.320                 |

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|                 |  | VSP/VP |
|-----------------|--|--------|
|                 |  | 3.072  |
|                 |  | 3.033  |
|                 |  | 3.011  |
| <b>SUMA</b>     |  | 9.116  |
| <b>PROMEDIO</b> |  | 3.039  |

INDICE DE CONSISTENCIA  
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.04

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.019 |
| RC | 0.037 |

### **Factor Condicionante – Nivel de Daño**

**MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES**

| NIVEL DE DAÑO               | Colapso | Daño severo | Daño moderado | Daño leve | Sin daño o daño superficial |
|-----------------------------|---------|-------------|---------------|-----------|-----------------------------|
| Colapso                     | 1.00    | 2.00        | 3.00          | 5.00      | 7.00                        |
| Daño severo                 | 0.50    | 1.00        | 2.00          | 3.00      | 5.00                        |
| Daño moderado               | 0.33    | 0.50        | 1.00          | 2.00      | 3.00                        |
| Daño leve                   | 0.20    | 0.33        | 0.50          | 1.00      | 2.00                        |
| Sin daño o daño superficial | 0.14    | 0.20        | 0.33          | 0.50      | 1.00                        |
| SUMA                        | 2.18    | 4.03        | 6.83          | 11.50     | 18.00                       |
| 1/SUMA                      | 0.46    | 0.25        | 0.15          | 0.09      | 0.06                        |

**MATRIZ DE NORMALIZACIÓN**

| NIVEL DE DAÑO               | Colapso | Daño severo | Daño moderado | Daño leve | Sin daño o daño superficial | Vector Priorización |
|-----------------------------|---------|-------------|---------------|-----------|-----------------------------|---------------------|
| Colapso                     | 0.460   | 0.496       | 0.439         | 0.435     | 0.389                       | 0.444               |
| Daño severo                 | 0.230   | 0.248       | 0.293         | 0.261     | 0.278                       | 0.262               |
| Daño moderado               | 0.153   | 0.124       | 0.146         | 0.174     | 0.167                       | 0.153               |
| Daño leve                   | 0.092   | 0.083       | 0.073         | 0.087     | 0.111                       | 0.089               |
| Sin daño o daño superficial | 0.066   | 0.050       | 0.049         | 0.043     | 0.056                       | 0.053               |

### **HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO**

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.444 | 0.524 | 0.458 | 0.446 | 0.368 | 2.240                 |
| 0.222 | 0.262 | 0.306 | 0.267 | 0.263 | 1.320                 |
| 0.148 | 0.131 | 0.153 | 0.178 | 0.158 | 0.768                 |
| 0.089 | 0.087 | 0.076 | 0.089 | 0.105 | 0.447                 |
| 0.063 | 0.052 | 0.051 | 0.045 | 0.053 | 0.264                 |

### **HALLANDO $\lambda_{max}$**

|        |
|--------|
| VSP/VP |
| 5.049  |

|                 |        |
|-----------------|--------|
|                 | 5.041  |
|                 | 5.024  |
|                 | 5.011  |
|                 | 5.015  |
| <b>SUMA</b>     | 25.140 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.028  |

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.007 |
| <b>RC</b> | 0.006 |

### Factor Condicionante - Unidades Geológicas

#### MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

| UNIDADES GEOLOGICAS  | Depósito aluvial reciente (Qp-al) | Deposito aluvial 1 (Qh-al1) | Roca ígnea plutónica Gabro-Diorita (Ks-pt/gbdi) | Roca ígnea plutónica super unidad Santa rosa-monsogranito (Ks-sr/mzgr) | Roca de basamento Fm Ventanilla (Js-ve) |
|--|-----------------------------------|-----------------------------|---|--|---|
| Depósito aluvial reciente (Qp-al)                                      | <b>1.00</b>                       | 2.00                        | 3.00  | 7.00   | 9.00                                    |
| Deposito aluvial 1 (Qh-al1)  | 0.50                              | <b>1.00</b>                 | 2.00  | 3.00   | 5.00                                    |
| Roca ígnea plutónica Gabro-Diorita (Ks-pt/gbdi)                        | 0.33                              | 0.50                        | <b>1.00</b>                                     | 2.00   | 3.00                                    |
| Roca ígnea plutónica super unidad Santa rosa-monsogranito (Ks-sr/mzgr) | 0.14                              | 0.33                        | 0.50  | <b>1.00</b>  | 2.00                                    |
| Roca de basamento Fm Ventanilla (Js-ve)                                | 0.11                              | 0.20                        | 0.33  | 0.50   | <b>1.00</b>                             |
| SUMA   | 2.09                              | 4.03                        | 6.83  | 13.50  | 20.00                                   |
| 1/SUMA   | 0.48                              | 0.25                        | 0.15  | 0.07   | 0.05                                    |

#### MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

| UNIDADES GEOLOGICAS               | Depósito aluvial reciente (Qp-al) | Deposito aluvial 1 (Qh-al1) | Roca ígnea plutónica Gabro-Diorita (Ks-pt/gbdi) | Roca ígnea plutónica super unidad Santa rosa-monsogranito (Ks-sr/mzgr) | Roca de basamento Fm Ventanilla (Js-ve) | Vector Priorización |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---|--|---|---------------------|
| Depósito aluvial reciente (Qp-al) | 0.479                             | 0.496                       | 0.439   | 0.519  | 0.450                                   | 0.476               |

|  |       |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Deposito aluvial 1 (Qh-al1)  | 0.240 | 0.248 | 0.293 | 0.222 | 0.250 | 0.250 |
| Roca ígnea plutónica Gabro-Diorita (Ks-pt/gbdi)                          | 0.160 | 0.124 | 0.146 | 0.148 | 0.150 | 0.146 |
| Roca ígnea plutónica super unidad Santa rosa- monso granito (Ks-sr/mzgr) | 0.068 | 0.083 | 0.073 | 0.074 | 0.100 | 0.080 |
| Roca de basamento Fm Ventanilla (Js-ve)                                  | 0.053 | 0.050 | 0.049 | 0.037 | 0.050 | 0.048 |

**HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO**

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.476 | 0.501 | 0.437 | 0.558 | 0.430 | 2.402                 |
| 0.238 | 0.250 | 0.291 | 0.239 | 0.239 | 1.258                 |
| 0.159 | 0.125 | 0.146 | 0.159 | 0.143 | 0.732                 |
| 0.068 | 0.083 | 0.073 | 0.080 | 0.095 | 0.399                 |
| 0.053 | 0.050 | 0.049 | 0.040 | 0.048 | 0.239                 |

**HALLANDO  $\lambda_{max}$**

|                 |  | VSP/VP |
|-----------------|--|--------|
|                 |  | 5.040  |
|                 |  | 5.021  |
|                 |  | 5.028  |
|                 |  | 5.015  |
|                 |  | 5.011  |
| <b>SUMA</b>     |  | 25.114 |
| <b>PROMEDIO</b> |  | 5.023  |

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.006 |
| <b>RC</b> | 0.005 |

### Factor Condicionante - Unidades Geomorfológicas

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| UNIDADES GEOMORFOLOGICAS                        | Llanura o planicie aluvial (PI-al) | Cauce de río | Colina y lornada en roca sedimentaria (RCL-rs) | Colinas y lomadas en roca intrusiva (RCL-ri) | Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at) |
|---|------------------------------------|--------------|--|--|---|
| Llanura o planicie aluvial (PI-al)              | <b>1.00</b>                        | 3.00         | 5.00   | 7.00   | 9.00  |
| Cauce de río                                    | 0.333                              | <b>1.00</b>  | 3.00   | 5.00   | 7.00  |
| Colina y lornada en roca sedimentaria (RCL-rs)  | 0.200                              | 0.333        | <b>1.00</b>                                    | 3.00   | 5.00  |
| Colinas y lomadas en roca intrusiva (RCL-ri)    | 0.143                              | 0.200        | 0.333  | <b>1.00</b>                                  | 3.00  |
| Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at) | 0.111                              | 0.143        | 0.200  | 0.333  | <b>1.00</b>                                     |
| SUMA  | 1.79                               | 4.68         | 9.53   | 16.33  | 25.00   |
| 1/SUMA  | 0.56                               | 0.21         | 0.10   | 0.06   | 0.04  |

MATRIZ DE NORMALIZACION

| UNIDADES GEOMORFOLOGICAS                        | Llanura o planicie aluvial (PI-al) | Cauce de río | Colina y lornada en roca sedimentaria (RCL-rs) | Colinas y lomadas en roca intrusiva (RCL-ri) | Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at) | Vector Priorización |
|---|------------------------------------|--------------|--|--|---|---------------------|
| Llanura o planicie aluvial (PI-al)              | 0.560                              | 0.642        | 0.524  | 0.429  | 0.360   | 0.503               |
| Cauce de río                                    | 0.187                              | 0.214        | 0.315  | 0.306  | 0.280   | 0.260               |
| Colina y lornada en roca sedimentaria (RCL-rs)  | 0.112                              | 0.071        | 0.105  | 0.184  | 0.200   | 0.134               |
| Colinas y lomadas en roca intrusiva (RCL-ri)    | 0.080                              | 0.043        | 0.035  | 0.061  | 0.120   | 0.068               |
| Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at) | 0.062                              | 0.031        | 0.021  | 0.020  | 0.040   | 0.035               |

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.503 | 0.781 | 0.672 | 0.474 | 0.313 | 2.743                 |
| 0.168 | 0.260 | 0.403 | 0.339 | 0.244 | 1.414                 |



|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.101 | 0.087 | 0.134 | 0.203 | 0.174 | 0.699 |
| 0.072 | 0.052 | 0.045 | 0.068 | 0.104 | 0.341 |
| 0.056 | 0.037 | 0.027 | 0.023 | 0.035 | 0.177 |

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|                 | VSP/VP |
|-----------------|--------|
|                 | 5.455  |
|                 | 5.432  |
|                 | 5.204  |
|                 | 5.030  |
|                 | 5.093  |
| <b>SUMA</b>     | 26.213 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.243  |

INDICE DE CONSISTENCIA

RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.061 |
| <b>RC</b> | 0.054 |

### Factor Desencadenante – Magnitud

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| MAGNITUD    | Mayores a 9 | de 8.1 a 9  | de 7.1 a 8  | de 6.1 a 7  | de 5.1 a 6  |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Mayores a 9 | <b>1.00</b> | 2.00        | 3.00        | 5.00        | 7.00        |
| de 8.1 a 9  | 0.50        | <b>1.00</b> | 2.00        | 3.00        | 5.00        |
| de 7.1 a 8  | 0.33        | 0.50        | <b>1.00</b> | 2.00        | 3.00        |
| de 6.1 a 7  | 0.20        | 0.33        | 0.50        | <b>1.00</b> | 2.00        |
| de 5.1 a 6  | 0.14        | 0.20        | 0.33        | 0.50        | <b>1.00</b> |
| SUMA        | 2.18        | 4.03        | 6.83        | 11.50       | 18.00       |
| 1/SUMA      | 0.46        | 0.25        | 0.15        | 0.09        | 0.06        |

MATRIZ DE NORMALIZACION

| MAGNITUD    | Mayores a 9 | de 8.1 a 9 | de 7.1 a 8 | de 6.1 a 7 | de 5.1 a 6 | Vector Priorización |
|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|---------------------|
| Mayores a 9 | 0.460       | 0.496      | 0.439      | 0.435      | 0.389      | <b>0.444</b>        |
| de 8.1 a 9  | 0.230       | 0.248      | 0.293      | 0.261      | 0.278      | <b>0.262</b>        |
| de 7.1 a 8  | 0.153       | 0.124      | 0.146      | 0.174      | 0.167      | <b>0.153</b>        |
| de 6.1 a 7  | 0.092       | 0.083      | 0.073      | 0.087      | 0.111      | <b>0.089</b>        |
| de 5.1 a 6  | 0.066       | 0.050      | 0.049      | 0.043      | 0.056      | <b>0.053</b>        |

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.444 | 0.524 | 0.458 | 0.446 | 0.368 | 2.240                 |
| 0.222 | 0.262 | 0.306 | 0.267 | 0.263 | 1.320                 |
| 0.148 | 0.131 | 0.153 | 0.178 | 0.158 | 0.768                 |
| 0.089 | 0.087 | 0.076 | 0.089 | 0.105 | 0.447                 |
| 0.063 | 0.052 | 0.051 | 0.045 | 0.053 | 0.264                 |

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|                 |  | VSP/VP |
|-----------------|--|--------|
|                 |  | 5.049  |
|                 |  | 5.041  |
|                 |  | 5.024  |
|                 |  | 5.011  |
|                 |  | 5.015  |
| <b>SUMA</b>     |  | 25.140 |
| <b>PROMEDIO</b> |  | 5.028  |

INDICE DE CONSISTENCIA

RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.007 |
| <b>RC</b> | 0.006 |

## Anexo 5: Pesos ponderados de los parámetros de la Dimensión física

### Cálculos de pesos de ponderación de la Fragilidad Física

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| FRAGILIDAD FISICA                         | Estado de conservación de infraestructura | Antigüedad de infraestructura | Tipo de Material del colector | Estado de Limpieza del colector |
|---|---|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Estado de conservación de infraestructura | 1.000                                     | 2.00                          | 3.00                          | 5.00                            |
| Antigüedad de infraestructura             | 0.500                                     | 1.00                          | 2.00                          | 3.00                            |
| Tipo de Material del colector             | 0.333                                     | 0.50                          | 1.00                          | 2.00                            |
| Estado de Limpieza del colector           | 0.200                                     | 0.33                          | 0.50                          | 1.00                            |
| SUMA                                      | 2.033                                     | 3.83                          | 6.50                          | 11.00                           |
| 1/SUMA                                    | 0.492                                     | 0.26                          | 0.15                          | 0.09                            |

MATRIZ DE NORMALIZACION

| FRAGILIDAD FISICA                         | Estado de conservación de infraestructura | Antigüedad de infraestructura | Tipo de Material del colector | Estado de Limpieza del colector | Vector Priorización |
|---|---|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Estado de conservación de infraestructura | 0.492                                     | 0.522                         | 0.462                         | 0.455                           | 0.482               |
| Antigüedad de infraestructura             | 0.246                                     | 0.261                         | 0.308                         | 0.273                           | 0.272               |
| Tipo de Material del colector             | 0.164                                     | 0.130                         | 0.154                         | 0.182                           | 0.158               |
| Estado de Limpieza del colector           | 0.098                                     | 0.087                         | 0.077                         | 0.091                           | 0.088               |
|   | 1.000                                     | 1.000                         | 1.000                         | 1.000                           | 1.000               |

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.482 | 0.544 | 0.473 | 0.441 | 1.940                 |
| 0.241 | 0.272 | 0.315 | 0.265 | 1.093                 |
| 0.161 | 0.136 | 0.158 | 0.177 | 0.631                 |
| 0.096 | 0.091 | 0.079 | 0.088 | 0.354                 |

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|                 | VSP/VP |
|-----------------|--------|
|                 | 4.021  |
|                 | 4.021  |
|                 | 4.005  |
|                 | 4.011  |
| <b>SUMA</b>     | 16.058 |
| <b>PROMEDIO</b> | 4.015  |

INDICE DE CONSISTENCIA

| IC | 0.005 |
|----|-------|
|----|-------|

RELACION DE CONSISTENCIA < 0.08

|    |       |
|----|-------|
| RC | 0.005 |
|----|-------|

**Calculo de pesos ponderación del parámetro Estado de conservación de infraestructura**

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Estado de conservación de infraestructura | Muy malo | Malo | Regular | Bueno | Muy bueno |
|---|----------|------|---------|-------|-----------|
| Muy malo                                  | 1.00     | 3.00 | 5.00    | 7.00  | 9.00      |
| Malo                                      | 0.33     | 1.00 | 3.00    | 5.00  | 7.00      |
| Regular                                   | 0.20     | 0.33 | 1.00    | 3.00  | 5.00      |
| Bueno                                     | 0.14     | 0.20 | 0.33    | 1.00  | 3.00      |
| Muy bueno                                 | 0.11     | 0.14 | 0.20    | 0.33  | 1.00      |
| SUMA                                      | 1.79     | 4.68 | 9.53    | 16.33 | 25.00     |
| 1/SUMA                                    | 0.56     | 0.21 | 0.10    | 0.06  | 0.04      |

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Estado de conservación de infraestructura | Muy malo | Malo  | Regular | Bueno | Muy bueno | Vector Priorización |
|---|----------|-------|---------|-------|-----------|---------------------|
| Muy malo                                  | 0.560    | 0.642 | 0.524   | 0.429 | 0.360     | 0.503               |
| Malo                                      | 0.187    | 0.214 | 0.315   | 0.306 | 0.280     | 0.260               |
| Regular                                   | 0.112    | 0.071 | 0.105   | 0.184 | 0.200     | 0.134               |
| Bueno                                     | 0.080    | 0.043 | 0.035   | 0.061 | 0.120     | 0.068               |
| Muy bueno                                 | 0.062    | 0.031 | 0.021   | 0.020 | 0.040     | 0.035               |
|   | 1.000    | 1.000 | 1.000   | 1.000 | 1.000     | 1.000               |

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.503 | 0.781 | 0.672 | 0.474 | 0.313 | 2.743                 |
| 0.168 | 0.260 | 0.403 | 0.339 | 0.244 | 1.414                 |
| 0.101 | 0.087 | 0.134 | 0.203 | 0.174 | 0.699                 |
| 0.072 | 0.052 | 0.045 | 0.068 | 0.104 | 0.341                 |
| 0.056 | 0.037 | 0.027 | 0.023 | 0.035 | 0.177                 |

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|        |
|--------|
| VSP/VP |
| 5.455  |
| 5.432  |

|                 |        |
|-----------------|--------|
|                 | 5.204  |
|                 | 5.030  |
|                 | 5.093  |
| <b>SUMA</b>     | 26.213 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.243  |

INDICE DE CONSISTENCIA

RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.061 |
| <b>RC</b> | 0.054 |

### Cálculos de pesos de ponderación del parámetro Antigüedad de infraestructura

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Antigüedad de infraestructura | Mayor a 50 años | Entre 30 y 50 años | Entre 20 y 30 años | Entre 10 y 20 años | Menor a 10 años |
|-------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| Mayor a 50 años               | 1.00            | 2.00               | 4.00               | 6.00               | 9.00            |
| Entre 30 y 50 años            | 0.50            | 1.00               | 3.00               | 5.00               | 7.00            |
| Entre 20 y 30 años            | 0.25            | 0.33               | 1.00               | 3.00               | 5.00            |
| Entre 10 y 20 años            | 0.17            | 0.20               | 0.33               | 1.00               | 3.00            |
| Menor a 10 años               | 0.11            | 0.14               | 0.20               | 0.33               | 1.00            |
| SUMA                          | 2.03            | 3.68               | 8.53               | 15.33              | 25.00           |
| 1/SUMA                        | 0.49            | 0.27               | 0.12               | 0.07               | 0.04            |

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Antigüedad de infraestructura | Mayor a 50 años | Entre 30 y 50 años | Entre 20 y 30 años | Entre 10 y 20 años | Menor a 10 años | Vector Priorización |
|-------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| Mayor a 50 años               | 0.493           | 0.544              | 0.469              | 0.391              | 0.360           | 0.451               |
| Entre 30 y 50 años            | 0.247           | 0.272              | 0.352              | 0.326              | 0.280           | 0.295               |
| Entre 20 y 30 años            | 0.123           | 0.091              | 0.117              | 0.196              | 0.200           | 0.145               |
| Entre 10 y 20 años            | 0.082           | 0.054              | 0.039              | 0.065              | 0.120           | 0.072               |
| Menor a 10 años               | 0.055           | 0.039              | 0.023              | 0.022              | 0.040           | 0.036               |
|                               | 1.000           | 1.000              | 1.000              | 1.000              | 1.000           | 1.000               |

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.451 | 0.590 | 0.581 | 0.433 | 0.322 | 2.378                 |
| 0.226 | 0.295 | 0.436 | 0.361 | 0.250 | 1.568                 |
| 0.113 | 0.098 | 0.145 | 0.217 | 0.179 | 0.752                 |
| 0.075 | 0.059 | 0.048 | 0.072 | 0.107 | 0.362                 |
| 0.050 | 0.042 | 0.029 | 0.024 | 0.036 | 0.181                 |

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|                 |        |
|-----------------|--------|
|                 | VSP/VP |
|                 | 5.268  |
|                 | 5.312  |
|                 | 5.173  |
|                 | 5.019  |
|                 | 5.067  |
| <b>SUMA</b>     | 25.839 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.168  |

INDICE DE CONSISTENCIA

RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.042 |
| <b>RC</b> | 0.038 |

### Cálculos de pesos ponderados del parámetro Estado de Limpieza del Colector

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Estado de Limpieza del colector | Muy malo | Malo | Regular | Bueno | Muy bueno |
|---------------------------------|----------|------|---------|-------|-----------|
| Muy malo                        | 1.00     | 3.00 | 4.00    | 5.00  | 7.00      |
| Malo                            | 0.33     | 1.00 | 3.00    | 4.00  | 5.00      |
| Regular                         | 0.25     | 0.33 | 1.00    | 3.00  | 4.00      |
| Bueno                           | 0.20     | 0.25 | 0.33    | 1.00  | 3.00      |
| Muy bueno                       | 0.14     | 0.20 | 0.25    | 0.33  | 1.00      |
| SUMA                            | 1.93     | 4.78 | 8.58    | 13.33 | 20.00     |
| 1/SUMA                          | 0.52     | 0.21 | 0.12    | 0.08  | 0.05      |

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Estado de Limpieza del colector | Muy malo | Malo  | Regular | Bueno | Muy bueno | Vector Priorización |
|---------------------------------|----------|-------|---------|-------|-----------|---------------------|
| Muy malo                        | 0.519    | 0.627 | 0.466   | 0.375 | 0.350     | 0.467               |
| Malo                            | 0.173    | 0.209 | 0.350   | 0.300 | 0.250     | 0.256               |
| Regular                         | 0.130    | 0.070 | 0.117   | 0.225 | 0.200     | 0.148               |
| Bueno                           | 0.104    | 0.052 | 0.039   | 0.075 | 0.150     | 0.084               |
| Muy bueno                       | 0.074    | 0.042 | 0.029   | 0.025 | 0.050     | 0.044               |
|                                 | 1.000    | 1.000 | 1.000   | 1.000 | 1.000     | 1.000               |

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       |       |       |                       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
| 0.467 | 0.769 | 0.593 | 0.420 | 0.308 | 2.557                 |
| 0.156 | 0.256 | 0.445 | 0.336 | 0.220 | 1.413                 |

|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.117 | 0.085 | 0.148 | 0.252 | 0.176 | 0.779 |
| 0.093 | 0.064 | 0.049 | 0.084 | 0.132 | 0.423 |
| 0.067 | 0.051 | 0.037 | 0.028 | 0.044 | 0.227 |

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|                 | VSP/VP |
|-----------------|--------|
|                 | 5.471  |
|                 | 5.512  |
|                 | 5.253  |
|                 | 5.037  |
|                 | 5.159  |
| <b>SUMA</b>     | 26.432 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.286  |

INDICE DE CONSISTENCIA

RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.072 |
| <b>RC</b> | 0.064 |

### Calculo de pesos ponderados del parámetro Tipo de material del colector

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

| Tipo de Material del colector                        | CSN (Concreto simple normalizado) | AC (asbesto cemento) - HF (Hierro fundido) | Acero, FV(Fibra de vidrio) | PVC y PVC-O | PE(polietileno) - PAD (Polietileno de alta densidad) |
|--|-----------------------------------|--|----------------------------|-------------|--|
| CSN (Concreto simple normalizado)                    | 1.00                              | 2.00                                       | 4.00                       | 7.00        | 9.00   |
| AC (asbesto cemento) - HF (Hierro fundido)           | 0.50                              | 1.00                                       | 2.00                       | 4.00        | 7.00   |
| Acero, FV(Fibra de vidrio)                           | 0.25                              | 0.50                                       | 1.00                       | 2.00        | 4.00   |
| PVC y PVC-O  | 0.14                              | 0.25                                       | 0.50                       | 1.00        | 2.00   |
| PE(polietileno) - PAD (Polietileno de alta densidad) | 0.11                              | 0.14                                       | 0.25                       | 0.50        | 1.00   |
| SUMA   | 2.00                              | 3.89                                       | 7.75                       | 14.50       | 23.00  |
| 1/SUMA   | 0.50                              | 0.26                                       | 0.13                       | 0.07        | 0.04   |

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

| Tipo de Material del colector              | CSN (Concreto simple normalizado) | AC (asbesto cemento) - HF (Hierro fundido) | Acero, FV(Fibra de vidrio) | PVC y PVC-O | PE(polietileno) - PAD (Polietileno de alta densidad) | Vector Priorización |
|--|-----------------------------------|--|----------------------------|-------------|--|---------------------|
| CSN (Concreto simple normalizado)          | 0.499                             | 0.514                                      | 0.516                      | 0.483       | 0.391  | 0.481               |
| AC (asbesto cemento) - HF (Hierro fundido) | 0.250                             | 0.257                                      | 0.258                      | 0.276       | 0.304  | 0.269               |
| Acero, FV(Fibra de vidrio)                 | 0.125                             | 0.128                                      | 0.129                      | 0.138       | 0.174  | 0.139               |
| PVC y PVC-O                                | 0.071                             | 0.064                                      | 0.065                      | 0.069       | 0.087  | 0.071               |

|  |       |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PE(polietileno) - PAD (Polietileno de alta densidad) | 0.055 | 0.037 | 0.032 | 0.034 | 0.043 | 0.040 |
|  | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

**HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO**

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.481 | 0.538 | 0.555 | 0.498 | 0.364 | 2.436                 |
| 0.240 | 0.269 | 0.278 | 0.285 | 0.283 | 1.355                 |
| 0.120 | 0.134 | 0.139 | 0.142 | 0.162 | 0.698                 |
| 0.069 | 0.067 | 0.069 | 0.071 | 0.081 | 0.357                 |
| 0.053 | 0.038 | 0.035 | 0.036 | 0.040 | 0.203                 |

**HALLANDO  $\lambda_{max}$**

|                 |  | VSP/VP |
|-----------------|--|--------|
|                 |  | 5.069  |
|                 |  | 5.038  |
|                 |  | 5.026  |
|                 |  | 5.021  |
|                 |  | 5.006  |
| <b>SUMA</b>     |  | 25.160 |
| <b>PROMEDIO</b> |  | 5.032  |

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.008 |
| <b>RC</b> | 0.007 |

**Calculo de pesos ponderados del parámetro de Disponibilidad de sistemas de monitoreo y control**

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Disponibilidad de sistemas de monitoreo y control | Estado sin datos | Estado incompleta | Estado pendiente | Estado actualizando | Estado sin datos |
|---|------------------|-------------------|------------------|---------------------|------------------|
| Estado sin datos                                  | <b>1.00</b>      | 2.00              | 4.00             | 6.00                | 8.00             |
| Estado incompleta                                 | 0.50             | <b>1.00</b>       | 2.00             | 4.00                | 6.00             |
| Estado pendiente                                  | 0.25             | 0.50              | <b>1.00</b>      | 2.00                | 4.00             |
| Estado actualizando                               | 0.17             | 0.25              | 0.50             | <b>1.00</b>         | 2.00             |
| Estado completa                                   | 0.13             | 0.17              | 0.25             | 0.50                | <b>1.00</b>      |
| SUMA  | 2.04             | 3.92              | 7.75             | 13.50               | 21.00            |
| 1/SUMA  | 0.49             | 0.26              | 0.13             | 0.07                | 0.05             |

MATRIZ DE NORMALIZACION



| Disponibilidad de sistemas de monitoreo y control | Estado sin datos | Estado incompleta | Regular | Estado actualizando | Estado completa | Vector Priorización |
|---|------------------|-------------------|---------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Estado sin datos                                  | 0.490            | 0.511             | 0.516   | 0.444               | 0.381           | 0.468               |
| Estado incompleta                                 | 0.245            | 0.255             | 0.258   | 0.296               | 0.286           | 0.268               |
| Estado pendiente                                  | 0.122            | 0.128             | 0.129   | 0.148               | 0.190           | 0.144               |
| Estado actualizando                               | 0.082            | 0.064             | 0.065   | 0.074               | 0.095           | 0.076               |
| Estado completa                                   | 0.061            | 0.043             | 0.032   | 0.037               | 0.048           | 0.044               |
|   | 1.000            | 1.000             | 1.000   | 1.000               | 1.000           | 1.000               |

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.468 | 0.536 | 0.574 | 0.455 | 0.353 | 2.387                 |
| 0.234 | 0.268 | 0.287 | 0.303 | 0.265 | 1.358                 |
| 0.117 | 0.134 | 0.144 | 0.152 | 0.177 | 0.723                 |
| 0.078 | 0.067 | 0.072 | 0.076 | 0.088 | 0.381                 |
| 0.059 | 0.045 | 0.036 | 0.038 | 0.044 | 0.221                 |

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|                 |  | VSP/VP |
|-----------------|--|--------|
|                 |  | 5.096  |
|                 |  | 5.065  |
|                 |  | 5.036  |
|                 |  | 5.022  |
|                 |  | 5.011  |
| <b>SUMA</b>     |  | 25.230 |
| <b>PROMEDIO</b> |  | 5.046  |

INDICE DE CONSISTENCIA

RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.012 |
| <b>RC</b> | 0.010 |

### Calculo de pesos ponderados del parámetro Mantenimiento del Sistema

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

| Mantenimiento del sistema | Muy bueno   | Bueno       | Regular     | Malo        | Muy malo |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| <b>Muy bueno</b>          | <b>1.00</b> | 3.00        | 5.00        | 7.00        | 9.00     |
| <b>Bueno</b>              | 0.33        | <b>1.00</b> | 3.00        | 5.00        | 7.00     |
| <b>Regular</b>            | 0.20        | 0.33        | <b>1.00</b> | 3.00        | 5.00     |
| <b>Malo</b>               | 0.14        | 0.20        | 0.33        | <b>1.00</b> | 3.00     |

|                 |      |      |      |       |             |
|-----------------|------|------|------|-------|-------------|
| <b>Muy malo</b> | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33  | <b>1.00</b> |
| SUMA            | 1.79 | 4.68 | 9.53 | 16.33 | 25.00       |
| 1/SUMA          | 0.56 | 0.21 | 0.10 | 0.06  | 0.04        |

**MATRIZ DE NORMALIZACIÓN**

| Mantenimiento del sistema | Muy bueno | Bueno | Regular | Malo  | Muy malo | Vector Priorización |
|---------------------------|-----------|-------|---------|-------|----------|---------------------|
| Muy bueno                 | 0.560     | 0.642 | 0.524   | 0.429 | 0.360    | 0.503               |
| Bueno                     | 0.187     | 0.214 | 0.315   | 0.306 | 0.280    | 0.260               |
| Regular                   | 0.112     | 0.071 | 0.105   | 0.184 | 0.200    | 0.134               |
| Malo                      | 0.080     | 0.043 | 0.035   | 0.061 | 0.120    | 0.068               |
| Muy malo                  | 0.062     | 0.031 | 0.021   | 0.020 | 0.040    | 0.035               |
|                           | 1.000     | 1.000 | 1.000   | 1.000 | 1.000    | 1.000               |

**HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO**

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.503 | 0.781 | 0.672 | 0.474 | 0.313 | 2.743                 |
| 0.168 | 0.260 | 0.403 | 0.339 | 0.244 | 1.414                 |
| 0.101 | 0.087 | 0.134 | 0.203 | 0.174 | 0.699                 |
| 0.072 | 0.052 | 0.045 | 0.068 | 0.104 | 0.341                 |
| 0.056 | 0.037 | 0.027 | 0.023 | 0.035 | 0.177                 |

**HALLANDO  $\lambda_{max}$**

|                 |  | VSP/VP |
|-----------------|--|--------|
|                 |  | 5.455  |
|                 |  | 5.432  |
|                 |  | 5.204  |
|                 |  | 5.030  |
|                 |  | 5.093  |
| <b>SUMA</b>     |  | 26.213 |
| <b>PROMEDIO</b> |  | 5.243  |

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.061 |
| <b>RC</b> | 0.054 |

## Anexo 6: Pesos ponderados de los parámetros de la Dimensión Económica

### Calculo de pesos ponderados del parámetro Ingreso vs costo de tarifa por agua potable

**MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES**

| Rango consumo per cápita por vivienda | Sin lectura | 0 a 20 m <sup>3</sup> | entre 20 a 50 m <sup>3</sup> | entre 50 a 80 m <sup>3</sup> | entre 80 m <sup>3</sup> a mas |
|---------------------------------------|-------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Sin lectura                           | 1.00        | 3.00                  | 5.00                         | 6.00                         | 8.00                          |
| 0 a 20 m <sup>3</sup>                 | 0.33        | 1.00                  | 3.00                         | 5.00                         | 6.00                          |
| entre 20 a 50 m <sup>3</sup>          | 0.20        | 0.33                  | 1.00                         | 3.00                         | 5.00                          |
| entre 50 a 80 m <sup>3</sup>          | 0.17        | 0.20                  | 0.33                         | 1.00                         | 3.00                          |
| entre 80 m <sup>3</sup> a mas         | 0.13        | 0.17                  | 0.20                         | 0.33                         | 1.00                          |
| SUMA                                  | 1.83        | 4.70                  | 9.53                         | 15.33                        | 23.00                         |
| 1/SUMA                                | 0.55        | 0.21                  | 0.10                         | 0.07                         | 0.04                          |

**MATRIZ DE NORMALIZACIÓN**

| Rango consumo per cápita por vivienda | Sin lectura | 0 a 20 m <sup>3</sup> | entre 20 a 50 m <sup>3</sup> | entre 50 a 80 m <sup>3</sup> | entre 80 m <sup>3</sup> a mas | Vector Priorización |
|---------------------------------------|-------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Sin lectura                           | 0.548       | 0.638                 | 0.524                        | 0.391                        | 0.348                         | 0.490               |
| 0 a 20 m <sup>3</sup>                 | 0.183       | 0.213                 | 0.315                        | 0.326                        | 0.261                         | 0.259               |
| entre 20 a 50 m <sup>3</sup>          | 0.110       | 0.071                 | 0.105                        | 0.196                        | 0.217                         | 0.140               |
| entre 50 a 80 m <sup>3</sup>          | 0.091       | 0.043                 | 0.035                        | 0.065                        | 0.130                         | 0.073               |
| entre 80 m <sup>3</sup> a mas         | 0.068       | 0.035                 | 0.021                        | 0.022                        | 0.043                         | 0.038               |
|                                       | 1.000       | 1.000                 | 1.000                        | 1.000                        | 1.000                         | 1.000               |

**HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO**

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.490 | 0.778 | 0.698 | 0.437 | 0.304 | 2.708                 |
| 0.163 | 0.259 | 0.419 | 0.364 | 0.228 | 1.434                 |
| 0.098 | 0.086 | 0.140 | 0.219 | 0.190 | 0.733                 |
| 0.082 | 0.052 | 0.047 | 0.073 | 0.114 | 0.367                 |
| 0.061 | 0.043 | 0.028 | 0.024 | 0.038 | 0.195                 |

**HALLANDO  $\lambda_{max}$**

| VSP/VP |
|--------|
| 5.527  |
| 5.530  |
| 5.247  |
| 5.036  |

|                 |        |
|-----------------|--------|
|                 | 5.121  |
| <b>SUMA</b>     | 26.461 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.292  |

ÍNDICE DE CONSISTENCIA  
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.073 |
| <b>RC</b> | 0.066 |

**Calculo de pesos ponderados del parámetro Rango de consumo per cápita por vivienda**

| Ingreso vs Costo de tarifa por agua potable      | Ingresos no cubren costo de tarifa | Ingresos cubren hasta un 25% del costo de tarifa | Ingresos cubren hasta un 50% del costo de tarifa | Ingresos cubren hasta un 75% del costo de tarifa | Ingresos cubren costo de tarifa |
|--|------------------------------------|--|--|--|---------------------------------|
| Ingresos no cubren costo de tarifa               | 1.00                               | 2.00   | 4.00   | 6.00   | 8.00                            |
| Ingresos cubren hasta un 25% del costo de tarifa | 0.50                               | 1.00   | 2.00   | 4.00   | 6.00                            |
| Ingresos cubren hasta un 50% del costo de tarifa | 0.25                               | 0.50   | 1.00   | 2.00   | 4.00                            |
| Ingresos cubren hasta un 75% del costo de tarifa | 0.17                               | 0.25   | 0.50   | 1.00   | 2.00                            |
| Ingresos cubren costo de tarifa                  | 0.13                               | 0.17   | 0.25   | 0.50   | 1.00                            |
| SUMA   | 2.04                               | 3.92   | 7.75   | 13.50  | 21.00                           |
| 1/SUMA   | 0.49                               | 0.26   | 0.13   | 0.07   | 0.05                            |

**MATRIZ DE NORMALIZACIÓN**

| Ingreso vs Costo de tarifa por agua potable      | Ingresos no cubren costo de tarifa | Ingresos cubren hasta un 25% del costo de tarifa | Ingresos cubren hasta un 50% del costo de tarifa | Ingresos cubren hasta un 75% del costo de tarifa | Ingresos cubren costo de tarifa | Vector Priorización |
|--|------------------------------------|--|--|--|---------------------------------|---------------------|
| Ingresos no cubren costo de tarifa               | 0.490                              | 0.511  | 0.516  | 0.444  | 0.381                           | 0.468               |
| Ingresos cubren hasta un 25% del costo de tarifa | 0.245                              | 0.255  | 0.258  | 0.296  | 0.286                           | 0.268               |
| Ingresos cubren hasta un 50% del costo de tarifa | 0.122                              | 0.128  | 0.129  | 0.148  | 0.190                           | 0.144               |
| Ingresos cubren hasta un 75% del costo de tarifa | 0.082                              | 0.064  | 0.065  | 0.074  | 0.095                           | 0.076               |

|                                 |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ingresos cubren costo de tarifa | 0.061 | 0.043 | 0.032 | 0.037 | 0.048 | 0.044 |
|                                 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

**HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO**

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.468 | 0.536 | 0.574 | 0.455 | 0.353 | 2.387                 |
| 0.234 | 0.268 | 0.287 | 0.303 | 0.265 | 1.358                 |
| 0.117 | 0.134 | 0.144 | 0.152 | 0.177 | 0.723                 |
| 0.078 | 0.067 | 0.072 | 0.076 | 0.088 | 0.381                 |
| 0.059 | 0.045 | 0.036 | 0.038 | 0.044 | 0.221                 |

**HALLANDO  $\lambda_{max}$**

|                 |  | VSP/VP |
|-----------------|--|--------|
|                 |  | 5.096  |
|                 |  | 5.065  |
|                 |  | 5.036  |
|                 |  | 5.022  |
|                 |  | 5.011  |
| <b>SUMA</b>     |  | 25.230 |
| <b>PROMEDIO</b> |  | 5.046  |

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.012 |
| <b>RC</b> | 0.010 |

**Calculo de pesos ponderados del parámetro Actividad Económica**

**MATRIZ DE COMPARACION DE PARES**

| Actividad económica                                 | Hospitales, Clínicas y Centros de primeros auxilios | Viviendas, mercados y Comisarias | Colegios, universidades, academias e institutos | Centros comerciales, Tiendas y peluquerías | Instituciones públicas, entidades financieras |
|---|---|----------------------------------|---|--|---|
| Hospitales, Clínicas y Centros de primeros auxilios | <b>1.00</b>   | 3.00                             | 5.00  | 7.00                                       | 8.00  |
| Viviendas, mercados y Comisarias                    | 0.33  | <b>1.00</b>                      | 3.00  | 5.00                                       | 7.00  |
| Colegios, universidades, academias e institutos     | 0.20  | 0.33                             | <b>1.00</b>                                     | 3.00                                       | 5.00  |
| Centros comerciales, Tiendas y peluquerías          | 0.14  | 0.20                             | 0.33  | <b>1.00</b>                                | 3.00  |
| Instituciones públicas, entidades financieras       | 0.13  | 0.14                             | 0.20  | 0.33                                       | <b>1.00</b>                                   |

|        |      |      |      |       |       |
|--------|------|------|------|-------|-------|
| SUMA   | 1.80 | 4.68 | 9.53 | 16.33 | 24.00 |
| 1/SUMA | 0.56 | 0.21 | 0.10 | 0.06  | 0.04  |

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Actividad económica                                 | Hospitales, Clínicas y Centros de primeros auxilios | Viviendas, mercados y Comisarias | Colegios, universidades, academias e institutos | Centros comerciales, Tiendas y peluquerías | Instituciones públicas, entidades financieras | Vector Priorización |
|---|---|----------------------------------|---|--|---|---------------------|
| Hospitales, Clínicas y Centros de primeros auxilios | 0.555   | 0.642                            | 0.524   | 0.429                                      | 0.333   | 0.497               |
| Viviendas, mercados y Comisarias                    | 0.185   | 0.214                            | 0.315   | 0.306                                      | 0.292   | 0.262               |
| Colegios, universidades, academias e institutos     | 0.111   | 0.071                            | 0.105   | 0.184                                      | 0.208   | 0.136               |
| Centros comerciales, Tiendas y peluquerías          | 0.079   | 0.043                            | 0.035   | 0.061                                      | 0.125   | 0.069               |
| Instituciones públicas, entidades financieras       | 0.069   | 0.031                            | 0.021   | 0.020                                      | 0.042   | 0.037               |
|   | 1.000   | 1.000                            | 1.000   | 1.000                                      | 1.000   | 1.000               |

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.497 | 0.787 | 0.679 | 0.481 | 0.293 | 2.736                 |
| 0.166 | 0.262 | 0.408 | 0.343 | 0.256 | 1.435                 |
| 0.099 | 0.087 | 0.136 | 0.206 | 0.183 | 0.712                 |
| 0.071 | 0.052 | 0.045 | 0.069 | 0.110 | 0.347                 |
| 0.062 | 0.037 | 0.027 | 0.023 | 0.037 | 0.186                 |

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|                 | VSP/VP |
|-----------------|--------|
|                 | 5.509  |
|                 | 5.471  |
|                 | 5.238  |
|                 | 5.056  |
|                 | 5.087  |
| <b>SUMA</b>     | 26.362 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.272  |

INDICE DE CONSISTENCIA

RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.068 |
| <b>RC</b> | 0.061 |

**Calculo de pesos ponderados del parámetro Ahorro por gasto de agua**

**MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES**

| Ahorro por gasto de agua | Muy bajo nivel | Bajo nivel | Regular nivel | Alto nivel | Muy alto |
|--------------------------|----------------|------------|---------------|------------|----------|
| Muy bajo nivel           | 1.00           | 2.00       | 4.00          | 6.00       | 8.00     |
| Bajo nivel               | 0.50           | 1.00       | 2.00          | 4.00       | 6.00     |
| Regular nivel            | 0.25           | 0.50       | 1.00          | 3.00       | 4.00     |
| Alto nivel               | 0.17           | 0.25       | 0.33          | 1.00       | 2.00     |
| Muy alto                 | 0.13           | 0.17       | 0.25          | 0.50       | 1.00     |
| SUMA                     | 2.04           | 3.92       | 7.58          | 14.50      | 21.00    |
| 1/SUMA                   | 0.49           | 0.26       | 0.13          | 0.07       | 0.05     |

**MATRIZ DE NORMALIZACIÓN**

| Ahorro por gasto de agua | Muy bajo nivel | Bajo nivel | Regular nivel | Alto nivel | Muy alto | Vector Priorización |
|--------------------------|----------------|------------|---------------|------------|----------|---------------------|
| Muy bajo nivel           | 0.490          | 0.511      | 0.527         | 0.414      | 0.381    | 0.465               |
| Bajo nivel               | 0.245          | 0.255      | 0.264         | 0.276      | 0.286    | 0.265               |
| Regular nivel            | 0.122          | 0.128      | 0.132         | 0.207      | 0.190    | 0.156               |
| Alto nivel               | 0.082          | 0.064      | 0.044         | 0.069      | 0.095    | 0.071               |
| Muy alto                 | 0.061          | 0.043      | 0.033         | 0.034      | 0.048    | 0.044               |
|                          | 1.000          | 1.000      | 1.000         | 1.000      | 1.000    | 1.000               |

**HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO**

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.465 | 0.530 | 0.623 | 0.424 | 0.350 | 2.393                 |
| 0.232 | 0.265 | 0.312 | 0.283 | 0.263 | 1.355                 |
| 0.116 | 0.133 | 0.156 | 0.212 | 0.175 | 0.792                 |
| 0.077 | 0.066 | 0.052 | 0.071 | 0.088 | 0.354                 |
| 0.058 | 0.044 | 0.039 | 0.035 | 0.044 | 0.220                 |

**HALLANDO  $\lambda_{max}$**

|                 |  | VSP/VP |
|-----------------|--|--------|
|                 |  | 5.151  |
|                 |  | 5.110  |
|                 |  | 5.080  |
|                 |  | 5.004  |
|                 |  | 5.034  |
| <b>SUMA</b>     |  | 25.379 |
| <b>PROMEDIO</b> |  | 5.076  |

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.019 |
| <b>RC</b> | 0.017 |

### Anexo 7: Pesos ponderados de los parámetros de la Dimensión Social

#### Calculo de pesos ponderados del parámetro Grupo de edades de la población

| Grupo de edades de la población  | PB1: 0 a 5 años y > 65 años | PB2: 5 a 12 años y 60 a 65 años | PB3: 12 a 15 años y 50 a 60 años | PB4: 15 a 30 años | PB5: 30 a 50 años |
|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|
| PB1: 0 a 5 años y > 65 años      | <b>1.00</b>                 | 3.00                            | 4.00                             | 5.00              | 7.00              |
| PB2: 5 a 12 años y 60 a 65 años  | 0.33                        | <b>1.00</b>                     | 3.00                             | 4.00              | 5.00              |
| PB3: 12 a 15 años y 50 a 60 años | 0.25                        | 0.33                            | <b>1.00</b>                      | 3.00              | 4.00              |
| PB4: 15 a 30 años                | 0.20                        | 0.25                            | 0.33                             | <b>1.00</b>       | 3.00              |
| PB5: 30 a 50 años                | 0.14                        | 0.20                            | 0.25                             | 0.33              | <b>1.00</b>       |
| SUMA                             | 1.93                        | 4.78                            | 8.58                             | 13.33             | 20.00             |
| 1/SUMA                           | 0.52                        | 0.21                            | 0.12                             | 0.08              | 0.05              |

#### MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

| GRUPO ETARIO                     | PB1: 0 a 5 años y > 65 años | PB2: 5 a 12 años y 60 a 65 años | PB3: 12 a 15 años y 50 a 60 años | PB4: 15 a 30 años | PB5: 30 a 50 años | Vector Priorización |
|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| PB1: 0 a 5 años y > 65 años      | 0.519                       | 0.627                           | 0.466                            | 0.375             | 0.350             | <b>0.467</b>        |
| PB2: 5 a 12 años y 60 a 65 años  | 0.173                       | 0.209                           | 0.350                            | 0.300             | 0.250             | <b>0.256</b>        |
| PB3: 12 a 15 años y 50 a 60 años | 0.130                       | 0.070                           | 0.117                            | 0.225             | 0.200             | <b>0.148</b>        |
| PB4: 15 a 30 años                | 0.104                       | 0.052                           | 0.039                            | 0.075             | 0.150             | <b>0.084</b>        |
| PB5: 30 a 50 años                | 0.074                       | 0.042                           | 0.029                            | 0.025             | 0.050             | <b>0.044</b>        |
|                                  | 1.000                       | 1.000                           | 1.000                            | 1.000             | 1.000             | 1.000               |

#### HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.467                                  | 0.769 | 0.593 | 0.420 | 0.308 | 2.557                 |
| 0.156                                  | 0.256 | 0.445 | 0.336 | 0.220 | 1.413                 |
| 0.117                                  | 0.085 | 0.148 | 0.252 | 0.176 | 0.779                 |
| 0.093                                  | 0.064 | 0.049 | 0.084 | 0.132 | 0.423                 |
| 0.067                                  | 0.051 | 0.037 | 0.028 | 0.044 | 0.227                 |

| HALLANDO $\lambda_{max}$ | Vector Suma Ponderado/Vector Priorización |
|--------------------------|---|
|                          | 5.471                                     |
|                          | 5.512                                     |
|                          | 5.253                                     |
|                          | 5.037                                     |
|                          | 5.159                                     |



|                 |        |
|-----------------|--------|
| <b>SUMA</b>     | 26.432 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.286  |

**INDICE DE CONSISTENCIA**  
**RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1**

|           |              |
|-----------|--------------|
| <b>IC</b> | 0.072        |
| <b>RC</b> | <b>0.064</b> |

### Calculo de pesos ponderados del parámetro Calidad del servicio

**MATRIZ DE COMPARACION DE PARES**

| Calidad del servicio | Muy malo    | Malo        | Regular     | Bueno       | Muy bueno   |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Muy malo             | <b>1.00</b> | 3.00        | 5.00        | 7.00        | 9.00        |
| Malo                 | 0.33        | <b>1.00</b> | 3.00        | 5.00        | 7.00        |
| Regular              | 0.20        | 0.33        | <b>1.00</b> | 3.00        | 5.00        |
| Bueno                | 0.14        | 0.20        | 0.33        | <b>1.00</b> | 3.00        |
| Muy bueno            | 0.11        | 0.14        | 0.20        | 0.33        | <b>1.00</b> |
| <b>SUMA</b>          | 1.79        | 4.68        | 9.53        | 16.33       | 25.00       |
| <b>1/SUMA</b>        | 0.56        | 0.21        | 0.10        | 0.06        | 0.04        |

**MATRIZ DE NORMALIZACION**

| DISCAPACIDAD | Muy malo | Malo  | Regular | Bueno | Muy bueno | Vector<br>Priorización |
|--------------|----------|-------|---------|-------|-----------|------------------------|
| Muy malo     | 0.560    | 0.642 | 0.524   | 0.429 | 0.360     | <b>0.503</b>           |
| Malo         | 0.187    | 0.214 | 0.315   | 0.306 | 0.280     | <b>0.260</b>           |
| Regular      | 0.112    | 0.071 | 0.105   | 0.184 | 0.200     | <b>0.134</b>           |
| Bueno        | 0.080    | 0.043 | 0.035   | 0.061 | 0.120     | <b>0.068</b>           |
| Muy bueno    | 0.062    | 0.031 | 0.021   | 0.020 | 0.040     | <b>0.035</b>           |
|              | 1.000    | 1.000 | 1.000   | 1.000 | 1.000     | 1.000                  |

**HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO**

| Resultados de la operación de matrices |       |       |       |       | Vector Suma<br>Ponderado |
|--|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| 0.503                                  | 0.781 | 0.672 | 0.474 | 0.313 | 2.743                    |
| 0.168                                  | 0.260 | 0.403 | 0.339 | 0.244 | 1.414                    |
| 0.101                                  | 0.087 | 0.134 | 0.203 | 0.174 | 0.699                    |
| 0.072                                  | 0.052 | 0.045 | 0.068 | 0.104 | 0.341                    |
| 0.056                                  | 0.037 | 0.027 | 0.023 | 0.035 | 0.177                    |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| HALLANDO $\lambda_{max}$ | Vector Suma<br>Ponderado/Vector<br>Priorización |
|                          | 5.455   |

|                 |        |
|-----------------|--------|
|                 | 5.432  |
|                 | 5.204  |
|                 | 5.030  |
|                 | 5.093  |
| <b>SUMA</b>     | 26.213 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.243  |

**INDICE DE CONSISTENCIA**  
**RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1**

|           |              |
|-----------|--------------|
| <b>IC</b> | 0.061        |
| <b>RC</b> | <b>0.054</b> |

**Calculo de pesos ponderados del parámetro Conservación del sistema y mantenimiento de instalaciones domiciliarias**

| Conservación del Sistema y mantenimiento de instalaciones domiciliarias | CS1: Siempre aplica | CS2: Frecuentemente aplica | CS3: Aplica | CS4: Rara vez aplica | CS5: Nunca aplica |
|---|---------------------|----------------------------|-------------|----------------------|-------------------|
| CS1: Siempre aplica   | <b>1.00</b>         | 2.00                       | 4.00        | 6.00                 | 8.00              |
| CS2: Frecuentemente aplica  | 0.50                | <b>1.00</b>                | 2.00        | 4.00                 | 6.00              |
| CS3: Aplica   | 0.25                | 0.50                       | <b>1.00</b> | 2.00                 | 4.00              |
| CS4: Rara vez aplica  | 0.17                | 0.25                       | 0.50        | <b>1.00</b>          | 2.00              |
| CS5: Nunca aplica   | 0.13                | 0.17                       | 0.25        | 0.50                 | <b>1.00</b>       |
| <b>SUMA</b>   | 2.04                | 3.92                       | 7.75        | 13.50                | 21.00             |
| <b>1/SUMA</b>   | 0.49                | 0.26                       | 0.13        | 0.07                 | 0.05              |

**MATRIZ DE NORMALIZACION**

| Conservación del Sistema y mantenimiento de instalaciones domiciliarias | CS1: Siempre aplica | CS2: Frecuentemente aplica | CS3: Aplica | CS4: Rara vez aplica | CS5: Nunca aplica | Vector Priorización |
|---|---------------------|----------------------------|-------------|----------------------|-------------------|---------------------|
| CS1: Siempre aplica   | 0.490               | 0.511                      | 0.516       | 0.444                | 0.381             | <b>0.468</b>        |
| CS2: Frecuentemente aplica  | 0.245               | 0.255                      | 0.258       | 0.296                | 0.286             | <b>0.268</b>        |
| CS3: Aplica   | 0.122               | 0.128                      | 0.129       | 0.148                | 0.190             | <b>0.144</b>        |
| CS4: Rara vez aplica  | 0.082               | 0.064                      | 0.065       | 0.074                | 0.095             | <b>0.076</b>        |
| CS5: Nunca aplica   | 0.061               | 0.043                      | 0.032       | 0.037                | 0.048             | <b>0.044</b>        |
|   | 1.000               | 1.000                      | 1.000       | 1.000                | 1.000             | 1.000               |

**HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO**

| Resultados de la operación de matrices |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.468                                  | 0.536 | 0.574 | 0.455 | 0.353 | 2.387                 |
| 0.234                                  | 0.268 | 0.287 | 0.303 | 0.265 | 1.358                 |
| 0.117                                  | 0.134 | 0.144 | 0.152 | 0.177 | 0.723                 |

|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.078 | 0.067 | 0.072 | 0.076 | 0.088 | 0.381 |
| 0.059 | 0.045 | 0.036 | 0.038 | 0.044 | 0.221 |

|                          |  |  |  |  |   |
|--------------------------|--|--|--|--|---|
| HALLANDO $\lambda_{max}$ |  |  |  |  | Vector Suma Ponderado/Vector Priorización |
|                          |  |  |  |  | 5.096                                     |
|                          |  |  |  |  | 5.065                                     |
|                          |  |  |  |  | 5.036                                     |
|                          |  |  |  |  | 5.022                                     |
|                          |  |  |  |  | 5.011                                     |
| <b>SUMA</b>              |  |  |  |  | 25.230                                    |
| <b>PROMEDIO</b>          |  |  |  |  | 5.046                                     |

INDICE DE CONSISTENCIA  
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.012 |
| <b>RC</b> | 0.010 |

**Calculo de pesos ponderados del parámetro de Conocimiento de gestión de riesgos de desastres**

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| CONOCIMIENTO DE GESTION | Muy deficiente | Deficiente  | Regular     | Bueno       | Muy bueno   |
|-------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Muy deficiente          | <b>1.00</b>    | 2.00        | 3.00        | 5.00        | 6.00        |
| Deficiente              | 0.50           | <b>1.00</b> | 2.00        | 3.00        | 5.00        |
| Regular                 | 0.33           | 0.50        | <b>1.00</b> | 2.00        | 3.00        |
| Bueno                   | 0.20           | 0.33        | 0.50        | <b>1.00</b> | 2.00        |
| Muy bueno               | 0.17           | 0.20        | 0.33        | 0.50        | <b>1.00</b> |
| SUMA                    | 2.20           | 4.03        | 6.83        | 11.50       | 17.00       |
| 1/SUMA                  | 0.45           | 0.25        | 0.15        | 0.09        | 0.06        |

MATRIZ DE NORMALIZACION

| TIPO DE SEGURO | Muy deficiente | Bueno | Regular | Bueno | Muy bueno | Vector Priorización |
|----------------|----------------|-------|---------|-------|-----------|---------------------|
| Muy deficiente | 0.455          | 0.496 | 0.439   | 0.435 | 0.353     | <b>0.435</b>        |
| Deficiente     | 0.227          | 0.248 | 0.293   | 0.261 | 0.294     | <b>0.265</b>        |
| Regular        | 0.152          | 0.124 | 0.146   | 0.174 | 0.176     | <b>0.154</b>        |
| Bueno          | 0.091          | 0.083 | 0.073   | 0.087 | 0.118     | <b>0.090</b>        |
| Muy bueno      | 0.076          | 0.050 | 0.049   | 0.043 | 0.059     | <b>0.055</b>        |
|                | 1.000          | 1.000 | 1.000   | 1.000 | 1.000     | 1.000               |

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.435                                  | 0.529 | 0.463 | 0.451 | 0.332 | 2.211                 |
| 0.218                                  | 0.265 | 0.309 | 0.271 | 0.276 | 1.338                 |
| 0.145                                  | 0.132 | 0.154 | 0.181 | 0.166 | 0.778                 |
| 0.087                                  | 0.088 | 0.077 | 0.090 | 0.111 | 0.453                 |
| 0.073                                  | 0.053 | 0.051 | 0.045 | 0.055 | 0.277                 |

| HALLANDO $\lambda_{max}$ | Vector Suma Ponderado/Vector Priorización |
|--------------------------|---|
|                          | 5.078                                     |
|                          | 5.059                                     |
|                          | 5.039                                     |
|                          | 5.022                                     |
|                          | 5.017                                     |
| <b>SUMA</b>              | 25.215                                    |
| <b>PROMEDIO</b>          | 5.043                                     |

INDICE DE CONSISTENCIA  
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.011 |
| <b>RC</b> | 0.010 |

## Anexo 8: Pesos ponderados de los parámetros de la Dimensión Ambiental

### Calculo de pesos ponderados del parámetro Estado de caudal promedio efluente

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Estado de Caudal promedio efluente                | > 30 m <sup>3</sup> /s | Entre 30 m <sup>3</sup> /s a 20 m <sup>3</sup> /s | Entre 20 m <sup>3</sup> /s a 10 m <sup>3</sup> /s | Entre 10 m <sup>3</sup> /s a 5 m <sup>3</sup> /s | < 5 m <sup>3</sup> /s |
|---|------------------------|---|---|--|-----------------------|
| > 30 m <sup>3</sup> /s                            | <b>1.00</b>            | 2.00  | 3.00  | 5.00   | 7.00                  |
| Entre 30 m <sup>3</sup> /s a 20 m <sup>3</sup> /s | 0.50                   | <b>1.00</b>                                       | 2.00  | 3.00   | 5.00                  |
| Entre 20 m <sup>3</sup> /s a 10 m <sup>3</sup> /s | 0.33                   | 0.50  | <b>1.00</b>                                       | 2.00   | 3.00                  |
| Entre 10 m <sup>3</sup> /s a 5 m <sup>3</sup> /s  | 0.20                   | 0.33  | 0.50  | <b>1.00</b>                                      | 2.00                  |
| < 5 m <sup>3</sup> /s                             | 0.14                   | 0.20  | 0.33  | 0.50   | <b>1.00</b>           |
| SUMA  | 2.18                   | 4.03  | 6.83  | 11.50  | 18.00                 |
| 1/SUMA  | 0.46                   | 0.25  | 0.15  | 0.09   | 0.06                  |

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Estado de Caudal promedio efluente                | =B34  | =B35  | =B36  | =+F23 | < 5 m <sup>3</sup> /s | Vector Priorización |
|---|-------|-------|-------|-------|-----------------------|---------------------|
| > 30 m <sup>3</sup> /s                            | 0.460 | 0.496 | 0.439 | 0.435 | 0.389                 | 0.444               |
| Entre 30 m <sup>3</sup> /s a 20 m <sup>3</sup> /s | 0.230 | 0.248 | 0.293 | 0.261 | 0.278                 | 0.262               |
| Entre 20 m <sup>3</sup> /s a 10 m <sup>3</sup> /s | 0.153 | 0.124 | 0.146 | 0.174 | 0.167                 | 0.153               |
| Entre 10 m <sup>3</sup> /s a 5 m <sup>3</sup> /s  | 0.092 | 0.083 | 0.073 | 0.087 | 0.111                 | 0.089               |
| < 5 m <sup>3</sup> /s                             | 0.066 | 0.050 | 0.049 | 0.043 | 0.056                 | 0.053               |
|   | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000                 | 1.000               |

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.444 | 0.524 | 0.458 | 0.446 | 0.368 | 2.240                 |
| 0.222 | 0.262 | 0.306 | 0.267 | 0.263 | 1.320                 |
| 0.148 | 0.131 | 0.153 | 0.178 | 0.158 | 0.768                 |
| 0.089 | 0.087 | 0.076 | 0.089 | 0.105 | 0.447                 |
| 0.063 | 0.052 | 0.051 | 0.045 | 0.053 | 0.264                 |

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|                 | VSP/VP |
|-----------------|--------|
|                 | 5.049  |
|                 | 5.041  |
|                 | 5.024  |
|                 | 5.011  |
|                 | 5.015  |
| <b>SUMA</b>     | 25.140 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.028  |

INDICE DE CONSISTENCIA

RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.007 |
| <b>RC</b> | 0.006 |

### Calculo de pesos ponderados del parámetro Estado del suelo

#### MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

| ESTADO DEL SUELO | Deslizable  | Muy suelto  | Suelto      | Rocoso      | Compacto    |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Deslizable       | <b>1.00</b> | 2.00        | 3.00        | 5.00        | 6.00        |
| Muy suelto       | 0.50        | <b>1.00</b> | 2.00        | 3.00        | 5.00        |
| Suelto           | 0.33        | 0.50        | <b>1.00</b> | 2.00        | 3.00        |
| Rocoso           | 0.20        | 0.33        | 0.50        | <b>1.00</b> | 2.00        |
| Compacto         | 0.17        | 0.20        | 0.33        | 0.50        | <b>1.00</b> |
| SUMA             | 2.20        | 4.03        | 6.83        | 11.50       | 17.00       |
| 1/SUMA           | 0.45        | 0.25        | 0.15        | 0.09        | 0.06        |

#### MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

| ESTADO DEL SUELO | Deslizable | Muy suelto | Suelto | Rocoso | Compacto | Vector Priorización |
|------------------|------------|------------|--------|--------|----------|---------------------|
| Deslizable       | 0.455      | 0.496      | 0.439  | 0.435  | 0.353    | 0.435               |
| Muy suelto       | 0.227      | 0.248      | 0.293  | 0.261  | 0.294    | 0.265               |
| Suelto           | 0.152      | 0.124      | 0.146  | 0.174  | 0.176    | 0.154               |
| Rocoso           | 0.091      | 0.083      | 0.073  | 0.087  | 0.118    | 0.090               |
| Compacto         | 0.076      | 0.050      | 0.049  | 0.043  | 0.059    | 0.055               |
|                  | 1.000      | 1.000      | 1.000  | 1.000  | 1.000    | 1.000               |

#### HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|                       |
|-----------------------|
| Vector Suma Ponderado |
|-----------------------|

|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.435 | 0.529 | 0.463 | 0.451 | 0.332 | 2.211 |
| 0.218 | 0.265 | 0.309 | 0.271 | 0.276 | 1.338 |
| 0.145 | 0.132 | 0.154 | 0.181 | 0.166 | 0.778 |
| 0.087 | 0.088 | 0.077 | 0.090 | 0.111 | 0.453 |
| 0.073 | 0.053 | 0.051 | 0.045 | 0.055 | 0.277 |

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|                 |        |
|-----------------|--------|
|                 | VSP/VP |
|                 | 5.078  |
|                 | 5.059  |
|                 | 5.039  |
|                 | 5.022  |
|                 | 5.017  |
| <b>SUMA</b>     | 25.215 |
| <b>PROMEDIO</b> | 5.043  |

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.011 |
| <b>RC</b> | 0.010 |

**Calculo de pesos ponderados del parámetro Gestión adecuada de residuos**

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Gestión adecuada de residuos | Muy deficiente | Deficiente  | Regular     | Bueno       | Muy bueno   |
|------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Muy deficiente               | <b>1.00</b>    | 3.00        | 5.00        | 7.00        | 8.00        |
| Deficiente                   | 0.33           | <b>1.00</b> | 3.00        | 5.00        | 7.00        |
| Regular                      | 0.20           | 0.33        | <b>1.00</b> | 3.00        | 5.00        |
| Bueno                        | 0.14           | 0.20        | 0.33        | <b>1.00</b> | 3.00        |
| Muy bueno                    | 0.13           | 0.14        | 0.20        | 0.33        | <b>1.00</b> |
| SUMA                         | 1.80           | 4.68        | 9.53        | 16.33       | 24.00       |
| 1/SUMA                       | 0.56           | 0.21        | 0.10        | 0.06        | 0.04        |

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Gestión adecuada de residuos | Muy deficiente | Deficiente | Regular | Bueno | Muy bueno | Vector Priorización |
|------------------------------|----------------|------------|---------|-------|-----------|---------------------|
| Muy deficiente               | 0.555          | 0.642      | 0.524   | 0.429 | 0.333     | 0.497               |
| Deficiente                   | 0.185          | 0.214      | 0.315   | 0.306 | 0.292     | 0.262               |
| Regular                      | 0.111          | 0.071      | 0.105   | 0.184 | 0.208     | 0.136               |
| Bueno                        | 0.079          | 0.043      | 0.035   | 0.061 | 0.125     | 0.069               |

|           |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Muy bueno | 0.069 | 0.031 | 0.021 | 0.020 | 0.042 | 0.037 |
|           | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.497 | 0.787 | 0.679 | 0.481 | 0.293 | 2.736                 |
| 0.166 | 0.262 | 0.408 | 0.343 | 0.256 | 1.435                 |
| 0.099 | 0.087 | 0.136 | 0.206 | 0.183 | 0.712                 |
| 0.071 | 0.052 | 0.045 | 0.069 | 0.110 | 0.347                 |
| 0.062 | 0.037 | 0.027 | 0.023 | 0.037 | 0.186                 |

HALLANDO  $\lambda_{max}$

|                 |  | VSP/VP |
|-----------------|--|--------|
|                 |  | 5.509  |
|                 |  | 5.471  |
|                 |  | 5.238  |
|                 |  | 5.056  |
|                 |  | 5.087  |
| <b>SUMA</b>     |  | 26.362 |
| <b>PROMEDIO</b> |  | 5.272  |

INDICE DE CONSISTENCIA

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.068 |
| <b>RC</b> | 0.061 |

RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1

**Calculo de pesos ponderados del parámetro Actividad de conservación ambiental**

**MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES**

| Actividad de conservación ambiental | Ninguna     | Mínima      | Eventual    | Frecuente   | Aplica siempre |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| Ninguna                             | <b>1.00</b> | 2.00        | 4.00        | 5.00        | 7.00           |
| Mínima                              | 0.50        | <b>1.00</b> | 2.00        | 4.00        | 5.00           |
| Eventual                            | 0.25        | 0.50        | <b>1.00</b> | 2.00        | 4.00           |
| Frecuente                           | 0.20        | 0.25        | 0.50        | <b>1.00</b> | 2.00           |
| Aplica siempre                      | 0.14        | 0.20        | 0.25        | 0.50        | <b>1.00</b>    |
| SUMA                                | 2.09        | 3.95        | 7.75        | 12.50       | 19.00          |



|        |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|
| 1/SUMA | 0.48 | 0.25 | 0.13 | 0.08 | 0.05 |
|--------|------|------|------|------|------|

**MATRIZ DE NORMALIZACIÓN**

| Actividad de conservación ambiental | Ninguna | Mínima | Eventual | Frecuente | Aplica siempre | Vector Priorización |
|-------------------------------------|---------|--------|----------|-----------|----------------|---------------------|
| Ninguna                             | 0.478   | 0.506  | 0.516    | 0.400     | 0.368          | 0.454               |
| Mínima                              | 0.239   | 0.253  | 0.258    | 0.320     | 0.263          | 0.267               |
| Eventual                            | 0.119   | 0.127  | 0.129    | 0.160     | 0.211          | 0.149               |
| Frecuente                           | 0.096   | 0.063  | 0.065    | 0.080     | 0.105          | 0.082               |
| Aplica siempre                      | 0.068   | 0.051  | 0.032    | 0.040     | 0.053          | 0.049               |
|                                     | 1.000   | 1.000  | 1.000    | 1.000     | 1.000          | 1.000               |

**HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO**

|       |       |       |       |       | Vector Suma Ponderado |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.454 | 0.533 | 0.596 | 0.409 | 0.341 | 2.333                 |
| 0.227 | 0.267 | 0.298 | 0.327 | 0.244 | 1.362                 |
| 0.113 | 0.133 | 0.149 | 0.163 | 0.195 | 0.754                 |
| 0.091 | 0.067 | 0.075 | 0.082 | 0.098 | 0.411                 |
| 0.065 | 0.053 | 0.037 | 0.041 | 0.049 | 0.245                 |

**HALLANDO  $\lambda_{max}$**

|                 |  | VSP/VP |
|-----------------|--|--------|
|                 |  | 5.143  |
|                 |  | 5.109  |
|                 |  | 5.059  |
|                 |  | 5.032  |
|                 |  | 5.026  |
| <b>SUMA</b>     |  | 25.368 |
| <b>PROMEDIO</b> |  | 5.074  |

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.018 |
| <b>RC</b> | 0.017 |

### Anexo 9: Registro de Sismos

| Fecha      | Localidades            | Intensidad  | Observaciones  |
|------------|------------------------|-------------|--|
| 1555-11-15 | Lima                   | VII         | Ocurrió en Lima un temblor, el más fuerte desde su fundación, que causó muchos desperfectos en sus edificaciones.  |
| 1568-04-04 | Lima                   | IX          | Por la tarde, se sintió en Lima un fuerte temblor al comenzar la prédica del padre jesuita Jerónimo Ruiz del Portillo, en el convento de Santo Domingo, fue tan fuerte y largo el estremecimiento que todos los fieles allí congregados salieron despavoridamente. No ha quedado registro de daños materiales. Polo anota que el sismo se sintió en Ica y otros puntos.  |
| 1581       | Lima                   | X           | Según la versión de los antiguos vecinos de Lima, y que recogiera años más tarde el virrey Conde del Villar, hubo por este año un gran temblor que maltrató las casas de la ciudad. La fecha exacta nos es desconocida. En la crónica de Charcas, Fray Diego de Mendoza menciona otro terremoto que hizo hundir con todos sus habitantes al pueblo de Yanaoca, situado a unas 24 leguas del Cuzco.   |
| 1582-08-15 | Lima                   | VII         | Fuerte temblor, durante la celebración del Concilio Provincial, cuya apertura tuvo lugar el 15-08-1582.  |
| 1584-03-17 | Lima                   | VII         | Gran temblor en Lima, que averió edificios. En el Callao queda el edificio de Casas Reales dañado. Por espacio de dos días quedó temblando la tierra contándose de 8 a 9 movimientos.  |
| 1586-07-09 | Lima-Ica-Trujillo      | VI-IX       | Terremoto que destruyó Lima, con 14 a 22 víctimas. Sus principales edificios se vinieron al suelo y otros quedaron muy maltratados. Movimiento precedido de gran ruido. Hubo derrumbe de peñascos y rocas del cerro San Cristóbal y de otros situados en la parte alta del valle, como agrietamientos del terreno. La destrucción se extendió en los valles cercanos a Lima, y llegó hasta la villa de Valverde de Ica. A este gran sismo le siguió un tsunami, que anegó gran porción de la costa. En el Callao el mar subió como dos brazas e inundó parte del pueblo. |
| 1609-10-19 | Lima                   | VII         | Violento temblor que derribó y arruinó muchas de sus edificaciones. La catedral en construcción quedó tan maltratada que hubo necesidad de demoler sus bóvedas de ladrillo y labrar otras de crucería.   |
| 1630-11-27 | Lima                   | VII         | Cuando la población de Lima estaba congregada en la Plaza de Armas, esperando una corrida de toros, sobrevino un fortísimo movimiento de tierra que causó varios muertos y contusos. El diario de Lima estimaba los daños causados a los edificios en más de un millón de pesos y anotaba "muy pocas son las casas cuyas paredes no han sido abiertas".  |
| 1655-11-13 | Lima-Callao            | VIII-IX     | Fuerte movimiento de tierra que derribó muchas casas y edificios en Lima, se abrieron grietas en la Plaza Mayor y cerca del convento de Guadalupe. Graves daños en el presidio de la isla San Lorenzo.   |
| 1678-06-17 | Lima-Callao            | VII         | Fortísimo temblor averió muchas edificaciones en Lima, entre ellas el Palacio del Virrey. Reparaciones en el orden de tres millones de pesos. Estragos en el Callao. Nueve muertos en Lima, Callao y Chancay. Ocurrieron dos terremotos en Lima.   |
| 1687-10-20 | Lima-Callao Ica-Cañete | VII-VIII-IX | El primer movimiento sacudió y desarticuló los edificios y torres de la ciudad; y el segundo, más prolongado, las acabó de arruinar ocasionando cerca de cien muertos. Los estragos fueron grandes en el puerto del Callao y alrededores, extendiéndose las ruinas hasta setecientos kilómetros al sur de Lima, especialmente en las haciendas de los valles de Cañete, Ica, Palpa, Nazca y Cumaná. Como efectos secundarios de estos sismos, se formaron entre Ica y Cañete grandes grietas de muchos kilómetros de extensión.  |

| Fecha      | Localidades             | Intensidad | Observaciones  |
|------------|-------------------------|------------|--|
| 1690-11-20 | Lima                    | VI         | Gran temblor. Según el escribano Don Diego Fernández Montaña, este movimiento acabó de arruinar los edificios y templos de la ciudad que habían quedado en pie luego del terremoto de 1687. El acuerdo del cabildo fue que se derribasen todas las paredes que amenazaban desplome y se hiciese un reconocimiento de los daños causados.   |
| 1699-07-14 | Lima                    | VII        | Fuerte temblor en Lima. Derribó algunas casas.   |
| 1732-12-02 | Lima                    | VI         | Recia sacudida de tierra en Lima, maltrató muchos edificios.   |
| 1746-10-28 | Lima-Callao             | X-XI       | Terremoto en Lima, y tsunami en el Callao. En Lima, de las 3000 casas existentes distribuidas en 150 manzanas, sólo 25 quedaron en pie. Cayeron a tierra los principales y más sólidos edificios, la Catedral, monasterios, conventos, hospitales y otros. El movimiento, según Llano y Zapata, fue de tres a cuatro minutos. Según el relato oficial, perecieron en Lima 1141 personas de un total de 60 000, otros cronistas suben estas cifras por diversas causas, y por las epidemias que luego se desataron.   |
| 1828-03-30 | Lima                    | VII        | Terremoto causó grandes daños en los edificios y viviendas, las pérdidas se calcularon en seis millones de pesos. Hubo 30 muertos y numerosos heridos. Sufrieron el puerto del Callao, Chorrillos y Chancay, Huarochirí y el pueblo de San Jerónimo. Se sintió fuerte en Trujillo y Huancayo. Leve en Arequipa.  |
| 1897-09-20 | Lima                    | VII        | Fuerte sismo que causó destrucción en Lima y Callao. En el interior sufrieron las edificaciones de Huarochirí y hubo derrumbes de las partes altas. El movimiento se sintió más allá de Ancón por el norte y hasta Pisco por el sur.   |
| 1904-03-04 | Lima                    | VII-VIII   | Intenso movimiento sísmico sentido en un área de percepción de aproximadamente 230 000 km <sup>2</sup> . En un área epicentral de 4000 km <sup>2</sup> . Dentro de esa área, en Lima cayeron cornisas, paredes antiguas y se agrietaron las torres de la catedral; en el Callao y Chorrillos no quedó casa sin rajadura. Hacia el sur la destrucción se extendió hasta Mala. Otros efectos se apreciaron en el este, o sea en La Molina, y en el fundo Ñaña; en Matucana hubo desprendimiento del material meteorizado de la parte alta de los cerros y agrietamientos en las viviendas, mientras que, en la zona costera, en Pasamayo, fueron profusos los deslizamientos en los acantilados de arena. El mismo fue sentido en Casma, Trujillo, Huánuco, Pisco, Ica y Ayacucho. |
| 1907.11.16 | Tarma-Cerro de Pasco    | V          | Temblor sentido en la costa, entre Lambayeque y Casma; en la región central de Tarma, Cerro de Pasco, Huánuco; y en la selva, entre Masisea y Puerto Bermúdez.   |
| 1909.04.12 | Región central del país | VI         | Movimiento de tierra que conmovió casi toda la región central del país. A lo largo de la costa fue percibido desde Salaverry a Ica; en la montaña en Puerto Bermúdez. En Lima fue de grado V en la hacienda Andahuasi, Huacho causó averías, en Matucana mayores daños.  |
| 1928.05.17 | Cerro de Pasco          | VI         | Fuerte temblor en Cerro de Pasco, Cuzco, Macusani y Paucartambo. En este último lugar se producen derrumbes.   |
| 1932-01-19 | Lima                    | V-VII      | Violento temblor que hizo caer cornisas, tapias y paredes viejas. En el puerto del Callao el temblor fue tan fuerte como en la capital y ocasionó diversos daños en las edificaciones. Se sintió fuerte en Huacho, ligeramente en Cañete, Chincha, Ica, Pisco, Trujillo y Chiclayo. En la ciudad de Huaraz, en Callejón de Huaylas, el temblor fue recio.  |
| 1933-08-05 | Lima                    | VI         | Fuerte y prolongado temblor en Lima-Callao e Ica. Se observaron ligeros deterioros en las casas antiguas de la ciudad. Rotura de vidrios en la ciudad de Ica. Fue sentido entre Huacho y Pisco a lo largo de la costa, en Cerro de Pasco y otros pueblos de la cordillera central, y en el puerto Bermúdez situado en la zona oriental.  |

| Fecha      | Localidades                                     | Intensidad | Observaciones  |
|------------|---|------------|--|
| 1937-12-24 | Vertiente<br>oriental<br>cordillera<br>Oriental | X          | Terremoto en las vertientes de la cordillera central afectó los pueblos de Huancabamba, en el valle del mismo nombre, y Oxapampa, cerca del río Chuquibamba. Sus efectos destructores fueron muy marcados en las construcciones de adobe o tapial. La ciudad de Lima y poblaciones cercanas fueron sacudidas por un terremoto; se extendió hasta el puerto de Guayaquil-Ecuador al norte, y el puerto de Arica-Chile al sur. Ocasiónó la destrucción de muchas edificaciones en Lima, Callao, Chorrillos, Barranco, Chancay y Lurín.   |
| 1940-05-24 | Lima  | VII-VIII   | El sismo dejó un saldo de 179 muertos y 3500 heridos, estimándose los daños materiales en unos 3 600 000 soles oro. Las estadísticas oficiales consignaban que sufrieron daños un 38 % de las viviendas de quincha, 23 % de las de adobe, 20 % de las casas de ladrillo, 9 % las de cemento y 10 % de las casas construidas de diversos materiales.  |
| 1945-06-15 | Lima  | VI         | Temblor muy fuerte. Causó cuarteaduras en las construcciones modernas del barrio obrero del Rímac. Fue sentido desde Supe hasta Pisco por la costa; y en Canta, Matucana, Morococha, Casapalca y Huaytará.   |
| 1951-01-31 | Lima  | VI-VII     | Fuerte temblor, comenzó con un ruido sordo, segundos después se sintió un fuerte remezón que hizo crujir paredes. Ocasiónó una fina rajadura vertical en la fachada de un edificio de concreto armado de la Plaza San Martín. El Observatorio de Lima registró aceleraciones máximas de 68 cm/seg <sup>2</sup> , con periodos de 0.1 segundos en las componentes horizontales. El movimiento fue sentido desde el paralelo 10° hasta el 14° de latitud sur. El Observatorio de Huancayo inscribió este movimiento a una distancia de 220 km, el foco posiblemente estuvo localizado en el océano, cerca de la costa. |
| 1952-08-03 | Lima-Callao                                     | V-VI       | Fuerte sismo sentido en casi todo el departamento de Lima; el área de percepción fue unos 26 000 km <sup>2</sup> . Se registró una aceleración máxima de 21 cm/seg <sup>2</sup> , con período de 0.2 segundos en sus componentes horizontales.   |
| 1954-04-21 | Lima  | VI         | Movimiento ligeramente destructor en el sur del departamento de Lima. El área de percepción estuvo confinada entre los paralelos 9° y 5° de latitud sur a lo largo de la costa, y hasta Tarma y Huancayo hacia el interior. En la costa ocurrieron ligeros desperfectos en las antiguas construcciones de adobe de Mala, Cañete y San Antonio. En la ciudad de Lima fue fuerte, registrándose una aceleración máxima de 25 cm/seg <sup>2</sup> , con periodos de 0.1 seg. Derrumbe en el sector Pacasmayo y en el talud de falla de Jahuary (kilómetro 184 de la carretera sur).                                     |
| 1955-02-09 | Lima  | VI         | Temblor fuerte, resultaron 10 personas accidentadas. Aceleración promedio 27 cm/seg <sup>2</sup> con periodos de 0.2 seg. Desprendimiento del material suelto en los barrancos de los balnearios y en el sector de Pasamayo, al norte de Lima; ligeramente destructor para los edificios y viviendas de la ciudad de Cañete. Sentido en Huaraz.  |
| 1957-02-18 | Huarmey-<br>Chincha                             | IV-V       | Movimiento sentido a lo largo de la costa. En las cercanías del pueblo de Sayán, en el río Huaura, los deslizamientos de grandes bloques de piedras rompieron el muro de contención de un canal de irrigación. Derrumbes de arena en los acantilados de Pasamayo. En la ciudad de Canta la intensidad fue ligeramente superior al grado V, lo mismo que en la ciudad de Huacho.  |
| 1962-03-03 | Junín   | VII        | Fuerte sismo en el anexo de Yungui, distrito de Uculmayo, provincia de Junín, situado en una zona boscosa de las vertientes orientales de los andes. Destrucción.  |

| Fecha      | Localidades       | Intensidad | Observaciones   |
|------------|-------------------|------------|---|
| 1963-09-24 | Cordillera Negra  | V-VI       | Sismo destructor en los muelles situados en la Cordillera Negra, en la latitud 10°. Ocasiónó daños en Huayllacayari, Cajacay, Malvar, Carforaco, Cajamarquilla, Ocos Raquia, Congas y Llipa, en el departamento de Áncash. Además, en los canales de Irriga y Caminos, hubo deslizantes de materiales sueltos de los cerros. El desplome de una pared causó una muerte en Malvas. Destrucción de viviendas contiguas de adobe en el puente y ciudad de Huarney. En Huaraz fueron dañadas varias construcciones, la caída de tejas y cornisas accidentó a varias personas. Hubo algunas rajaduras en inmuebles vetustos situados al norte de la ciudad de Lima. Fue sentido con fuerte intensidad en Chimbote y Salaverry.   |
| 1966-10-17 | Lima              | VIII       | Uno de los sismos más intensos desde 1940, dejó un saldo de 100 muertos y daños materiales ascendientes a mil millones de soles oro. El área de percepción cubrió aproximadamente 524 000 km <sup>2</sup> y fue destructor a lo largo de la franja litoral comprendida entre Lima y Supe. La aceleración registrada en Lima estuvo acompañada de periodos dominantes del orden de un décimo de segundo. La amplitud máxima fue de 0.4 g, entre ondas de aceleraciones menores de 0.2 g. Rotura de vidrios por doquier y ruidos intensos. En el centro de Lima y en algunos sectores se veían caídas de cornisas y enlucidos. En la hacienda San Nicolás, a unos 156 km al norte de Lima, aparecieron numerosas grietas y de varias de ellas surgió agua de color amarillo. En el tramo 169 de la carretera Panamericana Norte se observaron otras, especialmente el kilómetro 51 y el kilómetro 22 de la Carretera Central quedaron bloqueadas a consecuencia de los derrumbes. En la costa hubo deslizamientos de material suelto de los acantilados de Chorrillos, Miraflores y Magdalena.  |
| 1970-05-31 | Costa de Lima-Ica | V-VI       | Uno de los más catastróficos terremotos en la historia del Perú, se sintió en casi toda la costa del Perú hasta las cordilleras, con diferentes intensidades. Al sur y ESE fue de grado VI MM en Lima. Fuerte en Pisco e Ica.   |
| 1972-06-19 | Lima              | VI         | Fuerte temblor que causó ligeros desperfectos en el centro de Lima. Alarma en Mala y Cañete. Por el norte se sintió en Chancay y Huacho. Los remezones en Ica fueron casi imperceptibles.   |
| 1974-10-03 | Lima              | VII-VIII   | Lima fue sacudida por un largo y recio temblor que ocasionó 78 muertos, unos 2500 heridos y pérdidas materiales estimadas en unos 2700 millones de soles. Duración del movimiento de más de minuto y medio, contribuyó a acentuar la destrucción de muchas casas antiguas de adobe y quincha en el área litoral comprendida entre 12° y 14° de latitud sur. En Lima Metropolitana, sufrieron daños entre leves a considerables las iglesias y monumentos históricos, los edificios públicos y privados, las viviendas antiguas de adobe de los Barrios Altos, Rímac, el Cercado, Callao, Barranco y Chorrillos. Los efectos destructores del sismo se extendieron a Mala, Chincha, Cañete, Pisco y otras poblaciones con saldo de 13 muertos y numerosos heridos. Se observaron derrumbes de material aluvial en los acantilados situados entre Magdalena y Chorrillos, agrietamientos de la plataforma de la carretera Panamericana en los tramos III. Este evento sísmico coincidió con el sexto año del gobierno de la “Revolución Peruana” encabezada por el general Velazco Alvarado, aun en el poder. Como consecuencia, se suspendió la gran concentración convocada para ese día, a las 6 de la tarde, en la Plaza de Armas. Felizmente fue día no laborable para los escolares. Tuvo un epicentro a 90 kilómetros al suroeste de la capital. |

| Fecha      | Localidades        | Intensidad | Observaciones  |
|------------|--------------------|------------|--|
| 1993-04-18 | Lima y alrededores | VI         | Lima fue sacudida por un fuerte sismo de 5.8 grados en la escala de Richter, que sacudió la ciudad de Lima y alrededores. El sismo originó daños considerables en las viviendas construidas con materiales inestables en los alrededores de la ciudad y en las zonas altas de Lima. Este sismo se constituye como el último de una serie de cuatro terremotos ocurridos en los últimos 30 años entre 9° S y 13° S a niveles intermedios de profundidad.  |
| 1996-11-12 | Nazca              | VII        | Sismo de magnitud 7.7Mw que afectó principalmente a la localidad de Nazca, departamento de Ica. El epicentro del terremoto llamado "Terremoto de Nazca" fue localizado por el Instituto Geofísico del Perú a 135 km al suroeste de la localidad de Nazca. Este terremoto fue acompañado de una serie de 150 réplicas durante las primeras 24 horas, que causaron alarma en las localidades de Nazca, Palpa, Ica, Acarí y Llauca, las cuales soportaron intensidades máximas de VII (MM) durante el terremoto principal. El Sistema de Defensa Civil (Indeci) reportó 17 personas muertas, 1500 heridos y 100 000 damnificados. En cuanto a infraestructura, más de 5000 viviendas fueron destruidas, 12 000 afectadas. El costo económico de pérdidas fue del orden de 42 millones de dólares. El terremoto de Nazca produjo un tsunami pequeño que fue registrado en el mareógrafo de San Juan, el mismo que muestra desviaciones del nivel medio del mar del orden de 1.80 m. Este tsunami no produjo mayores daños, debido a que el terremoto ocurrió durante la bajamar.   |
| 2001-06-23 | Arequipa           | VIII       | Este terremoto ha sido el más grande ocurrido en la última centuria en la región sur del Perú, afectó a Arequipa, Moquegua y Tacna en el Perú, y a Arica en Chile. La magnitud del sismo fue de Mw =8.2. Hubo 96 muertos, cerca de 11 000 edificaciones destruidas y más de 31 000 damnificados. La ciudad de Camaná fue afectada por un maremoto que provocó la muerte de 39 personas. El 80 % de las viviendas de Moquegua quedó inhabitable y Arequipa se hundió cinco centímetros. La onda sísmica fue sentida en Lima y también en Tumbes, Talara, Sullana y Piura.   |
| 1972-06-19 | Lima               | VI         | Fuerte temblor que causó ligeros desperfectos en el centro de Lima. Alarma en Mala y Cañete. Por el norte se sintió en Chancay y Huacho. Los remezcos en Ica fueron casi imperceptibles.   |
| 1974-10-03 | Lima               | VII-VIII   | Lima fue sacudida por un largo y recio temblor que ocasionó 78 muertos, unos 2500 heridos y pérdidas materiales estimadas en unos 2700 millones de soles. Duración del movimiento de más de minuto y medio, contribuyó a acentuar la destrucción de muchas casas antiguas de adobe y quincha en el área litoral comprendida entre 12° y 14° de latitud sur. En Lima Metropolitana, sufrieron daños entre leves a considerables las iglesias y monumentos históricos, los edificios públicos y privados, las viviendas antiguas de adobe de los Barrios Altos, Rímac, el Cercado, Callao, Barranco y Chorrillos. Los efectos destructores del sismo se extendieron a Mala, Chincha, Cañete, Pisco y otras poblaciones con saldo de 13 muertos y numerosos heridos. Se observaron derrumbes de material aluvial en los acantilados situados entre Magdalena y Chorrillos, agrietamientos de la plataforma de la carretera Panamericana en los tramos III.<br>Este evento sísmico coincidió con el sexto año del gobierno de la "Revolución Peruana" encabezada por el general Velasco Alvarado, aun en el poder. Como consecuencia, se suspendió la gran concentración convocada para ese día, a las 6 de la tarde, en la Plaza de Armas. Felizmente fue día no laborable para los escolares. Tuvo un epicentro a 90 kilómetros al suroeste de la capital. |
| 1993-04-18 | Lima y alrededores | VI         | Lima fue sacudida por un fuerte sismo de 5.8 grados en la escala de Richter, que sacudió la ciudad de Lima y alrededores. El sismo originó daños considerables en las viviendas construidas con materiales inestables en los alrededores de la ciudad y en las zonas altas de Lima. Este sismo se constituye como el último de una serie de cuatro terremotos ocurridos en los últimos 30 años entre 9° S y 13° S a niveles intermedios de profundidad.  |

| Fecha      | Localidades | Intensidad | Observaciones  |
|------------|-------------|------------|--|
| 1996-11-12 | Nazca       | VII        | Sismo de magnitud 7.7Mw que afectó principalmente a la localidad de Nazca, departamento de Ica. El epicentro del terremoto llamado "Terremoto de Nazca" fue localizado por el Instituto Geofísico del Perú a 135 km al suroeste de la localidad de Nazca. Este terremoto fue acompañado de una serie de 150 réplicas durante las primeras 24 horas, que causaron alarma en las localidades de Nazca, Palpa, Ica, Acarí y Llauca, las cuales soportaron intensidades máximas de VII (MM) durante el terremoto principal. El Sistema de Defensa Civil (Indeci) reportó 17 personas muertas, 1500 heridos y 100 000 damnificados. En cuanto a infraestructura, más de 5000 viviendas fueron destruidas, 12 000 afectadas. El costo económico de pérdidas fue del orden de 42 millones de dólares. El terremoto de Nazca produjo un tsunami pequeño que fue registrado en el mareógrafo de San Juan, el mismo que muestra desviaciones del nivel medio del mar del orden de 1.80 m. Este tsunami no produjo mayores daños, debido a que el terremoto ocurrió durante la bajamar. |
| 2001-06-23 | Arequipa    | VIII       | Este terremoto ha sido el más grande ocurrido en la última centuria en la región sur del Perú, afectó a Arequipa, Moquegua y Tacna en el Perú, y a Arica en Chile. La magnitud del sismo fue de Mw =8.2. Hubo 96 muertos, cerca de 11 000 edificaciones destruidas y más de 31 000 damnificados. La ciudad de Camaná fue afectada por un maremoto que provocó la muerte de 39 personas. El 80 % de las viviendas de Moquegua quedó inhabitable y Arequipa se hundió cinco centímetros. La onda sísmica fue sentida en Lima y también en Tumbes, Talara, Sullana y Piura.   |
| 2007-08-15 | Pisco       | VIII       | Sismo registrado con una duración de 210 segundos (3 minutos 30 segundos). Su epicentro se localizó en las costas del centro del Perú a 40 kilómetros al oeste de Chincha Alta y a 150 km al suroeste de Lima, su hipocentro se ubicó a 39 km de profundidad. Fue uno de los terremotos más violentos ocurridos en el Perú en los últimos años. El siniestro tuvo una magnitud de 7.9 grados en la escala sismológica de magnitud de momento y VIII en la escala de Mercalli, dejó 595 muertos, 1800 de heridos, 76 000 viviendas totalmente destruidas e inhabitables y cientos de miles de damnificados. Las zonas más afectadas fueron las provincias de Pisco, Ica, Chincha y Cañete.  |













## Anexo 11: Reporte de validación del cuestionario mediante juicio de expertos

### CARTA DE PRESENTACIÓN

Estimado Señor,  
**Ing. Julio Cesar Lazo Muñoz**

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo egresado de la Universidad Privada del Norte, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título de Ingeniero Civil.

El título nombre del proyecto de investigación es: “Análisis del riesgo sísmico de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña, 2021” y siendo su participación imprescindible, ya que consistirá en analizar y evaluar la pertinencia de cada ítem del instrumento, esto se realizará con el fin de juzgar los aspectos y su concordancia con los objetivos, las variables, las dimensiones y los indicadores de la investigación, así como la recolección de esta. Cualquier sugerencia o modificación que usted considere necesaria, será de gran utilidad en la validez.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Firma: WILBERTH EDWIN CHAVEZ MARAVI  
D.N.I: 47134407

**Valoración general del Instrumento**

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:

|   | si | no |
|---|----|----|
| El instrumento contiene parámetros de evaluación clara y precisa para que los encuestadores puedan levantar la información adecuadamente.               | x  |    |
| La cantidad de parámetros de la ficha es excesiva   |    | x  |
| Los parámetros por evaluar constituyen un riesgo para el encuestado<br>(en el supuesto de contestar SÍ, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles) |    | x  |

| Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el encuestador: |  |
|--|--|
| N.º de (s) parámetros o pregunta(s)  |  |
| Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo                         |  |
| Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)                       |  |

| INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO | CRITERIOS<br>Sobre los ítems del instrumento                                 | Muy malo  | Malo | Regular | Bueno     | Muy Bueno |
|---|--|-----------|------|---------|-----------|-----------|
|   |  | 1         | 2    | 3       | 4         | 5         |
| 1. CLARIDAD                               | Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión          |           |      |         | x         |           |
| 2. OBJETIVIDAD                            | Están expresados en conductas observables, medibles                          |           |      |         |           | x         |
| 3. CONSISTENCIA                           | Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría    |           |      |         |           | x         |
| 4. COHERENCIA                             | Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable         |           |      |         | x         |           |
| 5. PERTINENCIA                            | Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados                    |           |      |         | x         |           |
| 6. SUFICIENCIA                            | Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento |           |      |         |           | x         |
| <b>SUMATORIA PARCIAL</b>                  |  |           |      |         | <b>12</b> | <b>15</b> |
| <b>SUMATORIA TOTAL</b>                    |  | <b>27</b> |      |         |           |           |

|                                  | Evaluación general del Instrumento |       |         |            |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|---------|------------|
|                                  | Excelente                          | Buena | Regular | Deficiente |
| Validez de contenido de la Ficha | x                                  |       |         |            |

| Observaciones y recomendaciones en general de la Ficha:      |  |
|--|--|
| Motivos por los que se considera no adecuada                 |  |
| Motivos por los que se considera no pertinente               |  |
| Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión) | Implementar una automatización para el llenado del mismo, también incluir más parámetros específicos de estudio. Mejorar en forma la ficha es decir una presentación más amigable. |

**Identificación del experto**

|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre y apellidos</b>  | Ing. Julio Cesar Lazo Muñoz   |
| <b>Filiación</b><br>(ocupación, grado académico y lugar de trabajo): | Especialista en Evaluación de Gestión de Riesgo<br>Ingeniero Civil, Consultor Independiente   |
| <b>e-mail</b>  | <a href="mailto:Juliolazo_m@hotmail.com">Juliolazo_m@hotmail.com</a>  |
| <b>Teléfono o celular</b>  | 999-0070-24   |
| <b>Fecha de la validación</b> (día, mes y año):                      | 01/10/2021  |
| <b>Firma</b>   | <br>JULIO CESAR LAZO MUÑOZ<br>INGENIERO CIVIL<br>Reg. del Colegio de Ingenieros N° 91616 |

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de esta Ficha!

**CARTA DE PRESENTACIÓN**

Estimado Señor,  
**Ing. Ranulfo Eduardo Agüero Mendez**


Presente  
Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo egresado de la Universidad Privada del Norte, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título de Ingeniero Civil.

El título nombre del proyecto de investigación es: “Análisis del riesgo sísmico de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña, 2021” y siendo su participación imprescindible, ya que consistirá en analizar y evaluar la pertinencia de cada ítem del instrumento, esto se realizará con el fin de juzgar los aspectos y su concordancia con los objetivos, las variables, las dimensiones y los indicadores de la investigación, así como la recolección de esta. Cualquier sugerencia o modificación que usted considere necesaria, será de gran utilidad en la validez.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Firma: WILBERTH EDWIN CHAVEZ MARAVI  
D.N.I: 47134407



**Valoración general del Instrumento**

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:

|   | si | no |
|---|----|----|
| El instrumento contiene parámetros de evaluación clara y precisa para que los encuestadores puedan levantar la información adecuadamente.               | x  |    |
| La cantidad de parámetros de la ficha es excesiva   |    | x  |
| Los parámetros por evaluar constituyen un riesgo para el encuestado<br>(en el supuesto de contestar SÍ, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles) |    | x  |


| Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el encuestador: |  |
|--|--|
| N.º de (s) parámetros o pregunta(s)  |  |
| Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo                         |  |
| Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)                       |  |

| INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO | CRITERIOS<br>Sobre los ítems del instrumento                                 | Muy malo | Malo | Regular | Bueno | Muy Bueno |
|---|--|----------|------|---------|-------|-----------|
|   |  | 1        | 2    | 3       | 4     | 5         |
| 7. CLARIDAD                               | Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión          |          |      |         |       | x         |
| 8. OBJETIVIDAD                            | Están expresados en conductas observables, medibles                          |          |      | x       |       |           |
| 9. CONSISTENCIA                           | Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría    |          |      |         |       | x         |
| 10. COHERENCIA                            | Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable         |          |      |         |       | x         |
| 11. PERTINENCIA                           | Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados                    |          |      |         | x     |           |
| 12. SUFICIENCIA                           | Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento |          |      |         |       | x         |
| SUMATORIA PARCIAL                         |  |          |      | 3       | 4     | 20        |
| SUMATORIA TOTAL                           |  | 27       |      |         |       |           |

|                                  | Evaluación general del instrumento |       |         |            |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|---------|------------|
|                                  | Excelente                          | Buena | Regular | Deficiente |
| Validez de contenido de la Ficha |                                    | x     |         |            |

| Observaciones y recomendaciones en general de la Ficha:      |   |
|--|---|
| Motivos por los que se considera no adecuada                 |   |
| Motivos por los que se considera no pertinente               |   |
| Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión) | Organizar los parámetros por categorías, ayudaría al llenado del mismo. Desarrollar un método de trabajo para su implementación, con la finalidad de obtener información limpia, también ver una forma de sistematizar el proceso de recolección. |

**Identificación del experto**

|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre y apellidos</b>  | <b>Ing. Ranulfo Eduardo Agüero Mendez</b>   |
| <b>Filiación</b><br>(ocupación, grado académico y lugar de trabajo): | <b>Especialista en Evaluación de Gestión de Riesgo<br/>Ingeniero Geógrafo, Consultor Independiente</b>  |
| <b>e-mail</b>  | <a href="mailto:geo_edu2000@hotmail.com">geo_edu2000@hotmail.com</a>  |
| <b>Teléfono o celular</b>  | 999-0070-24   |
| <b>Fecha de la validación</b> (día, mes y año):                      | 23/09/2021  |
| <b>Firma</b>   | <br><b>RANULFO EDUARDO<br/>AGÜERO MENDEZ<br/>INGENIERO GEÓGRAFO</b> |

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación Reg. CIP Nº 124547

### CARTA DE PRESENTACIÓN

Estimado Señor,  
**Ing. Julio Christian Quesada Llanto**

Presente

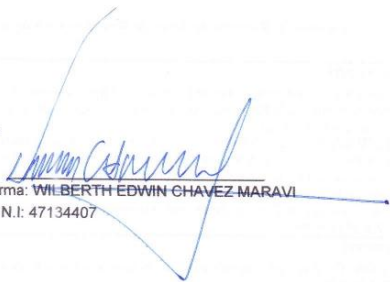
Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo egresado de la Universidad Privada del Norte, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título de Ingeniero Civil.

El título nombre del proyecto de investigación es: "Análisis del riesgo sísmico de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña, 2021" y siendo su participación imprescindible, ya que consistirá en analizar y evaluar la pertinencia de cada ítem del instrumento, esto se realizará con el fin de juzgar los aspectos y su concordancia con los objetivos, las variables, las dimensiones y los indicadores de la investigación, así como la recolección de esta. Cualquier sugerencia o modificación que usted considere necesaria, será de gran utilidad en la validez.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Firma: WILBERTH EDWIN CHAVEZ MARAVI  
D.N.I.: 47134407

**Valoración general del Instrumento**

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:

|   | sí | no |
|---|----|----|
| El instrumento contiene parámetros de evaluación clara y precisa para que los encuestadores puedan levantar la información adecuadamente.               | x  |    |
| La cantidad de parámetros de la ficha es excesiva   | x  |    |
| Los parámetros por evaluar constituyen un riesgo para el encuestado<br>(en el supuesto de contestar SÍ, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles) |    | x  |


| Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el encuestador: |  |
|--|--|
| N.º de (s) parámetros o pregunta(s)  |  |
| Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo                         |  |
| Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)                       |  |

| INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO | CRITERIOS<br>Sobre los ítems del instrumento                                 | Muy malo | Malo | Regular | Bueno | May Bueno |
|---|--|----------|------|---------|-------|-----------|
|   |  | 1        | 2    | 3       | 4     | 5         |
| 13. CLARIDAD                              | Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión          |          |      | x       |       |           |
| 14. OBJETIVIDAD                           | Están expresados en conductas observables, medibles                          |          |      | x       |       |           |
| 15. CONSISTENCIA                          | Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría    |          |      |         | x     |           |
| 16. COHERENCIA                            | Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable         |          |      |         | x     |           |
| 17. PERTINENCIA                           | Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados                    |          |      |         | x     |           |
| 18. SUFICIENCIA                           | Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento |          |      |         |       | x         |
| SUMATORIA PARCIAL                         |  |          |      | 6       | 12    | 5         |
| SUMATORIA TOTAL                           |  | 23       |      |         |       |           |

|                                  | Evaluación general del instrumento |       |         |            |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|---------|------------|
|                                  | Exceiente                          | Buena | Regular | Deficiente |
| Validez de contenido de la Ficha |                                    | x     |         |            |

| Observaciones y recomendaciones en general de la Ficha:      |  |
|--|--|
| Motivos por los que se considera no adecuada                 |  |
| Motivos por los que se considera no pertinente               |  |
| Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión) | Desarrollar una guía o generar un plan de inducción para generar el reporte y se genere una adecuada implementación. |

Identificación del experto

|  |   |
|--|---|
| Nombre y apellidos   | Ing. Julio Christian Quesada Llanto   |
| Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo): | Coordinador de la Carrera de Ing. Civil WA<br>Ingeniero Civil, UPN                  |
| e-mail   | Julio.quesada@upn.edu.pe  |
| Teléfono o celular   | 987-767-393   |
| Fecha de la validación (día, mes y año):                   | 13/10/2021  |
| Firma  |  |

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de esta Ficha.

**Anexo 12: Tramite de solicitud de información de base datos de Redes de Alcantarillado**



UNIVERSIDAD  
PRIVADA DEL NORTE

Lima, 14 de Mayo de 2019

Señores:

**Operación y Mantenimiento de Redes-Breña  
SEDAPAL**

Autopista Ramiro Prialé N° 210, Lima.

Asunto : Solicitud de Información para colaboración con el Proyecto de Investigación

En la Facultad de Ingeniería, la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte, se está desarrollando un proyecto de investigación relacionado con la Tecnología sin Zanja, realizado por el Bachiller Wilberth Edwin Chavez Maravi con código de egresado 350717, el proyecto de investigación titulado "Propuesta del método de fragmentación de tuberías para reducir tiempo de ejecución en el mantenimiento de redes de alcantarillado en Cercado de Lima"


Consideramos que el sector Agua y Saneamiento en el que la institución opera están relacionados con la implementación de nuevas tecnologías para el mantenimiento de redes de agua y desagua. Así pues, consideramos de suma importancia la colaboración de su entidad para poder llevar a cabo el citado proyecto.


En este sentido, sería de gran relevancia para este trabajo de investigación obtener información sobre Planos de Estado de Alcantarillado de Inspección Televisiva para plantear un propuesta y evaluación de costos de mantenimiento preventivo y correctivo de la redes de alcantarillado en el distrito Cercado de Lima que es jurisdicción de Lima Centro. Con los planos se podrá identificar y estimar un presupuesto de la metodología planteada, por lo que le agradeceríamos enormemente su colaboración. Así mismo toda la información recogida recibirá un tratamiento absolutamente confidencial. Y, si usted así lo desea, le enviaremos una copia de los resultados del trabajo de investigación una vez éste haya concluido.

Por este motivo, y en virtud de lo expuesto en esta carta considerar informar al egresado para el recojo de la información al celular 927124213, así mismo de corresponder el pago por gastos administrativos de corresponder por la entrega de la información.

Sin otro en particular, quedo de usted

Atentamente,

  
Fanny Rita Valdivieso, García  
Directora de la Carrera de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Privada del Norte



| Requerimiento de limpieza de tuberías de alcantarillado con máquina de balde |           |   |          |                       |                           |                              |                         |
|--|-----------|---|----------|-----------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Item   | Cuadrante | Dirección   | Distrito | Ø existente (mm)      | Tipo de tubería existente | Ubicación de zona de trabajo | Longitud proyectada (m) |
| 1  | Cuadrante | Av. Arica, Av. Brasil Av. Pedro Ruiz y Av. Aguarico | Breña    | 150, 200, 250 y 300mm | CSN, PVC                  | cuadrante 1                  | 10,000.00               |
| <b>Total 1</b>   |           |   |          |                       |                           |                              | <b>10,000.00</b>        |

Nota: Se entrega la ubicación de zona de trabajo en formato A1 (01 unidades)







Evaluación del riesgo sísmico de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Droño

Table with columns: nro\_of, desc\_subactividad, uni\_Longitud, Municipio, Localidad, direccion, Material de Colector, Estado, Diametro. Contains detailed data for sewerage network evaluation.

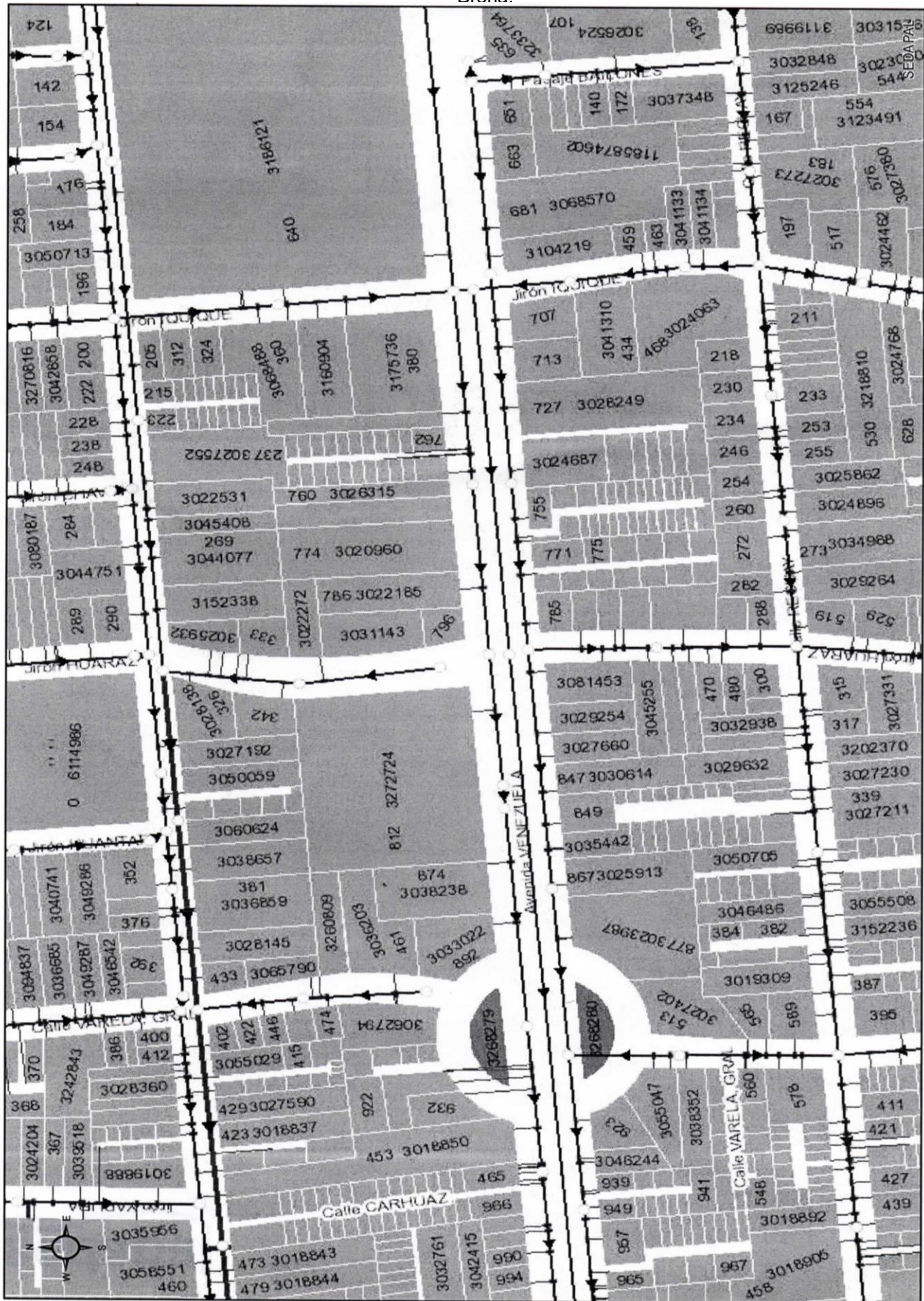
Evaluación del riesgo sísmico de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña.

| nro_of   | nit_md  | desc_subactividad   | unic | Longitud | Municipio | localidad           | direccion   | Material de Colector | Estado | Diámetro |
|----------|---------|---|------|----------|-----------|---------------------|---|----------------------|--------|----------|
| 35629621 | 3035692 | B.26.2 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DEL CONTRATISTA | ml   | 68.2     | BREÑA     | URB CHACRA COLORADA | AV BOLIVIA 646                                    | PVC                  | Bueno  | 10       |
| 35629625 | 3045605 | B.26.2 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DEL CONTRATISTA | ml   | 67.9     | BREÑA     | URB CHACRA COLORADA | AV BOLIVIA 666                                    | PVC                  | Bueno  | 10       |
| 35629628 | 3041796 | B.26.2 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DEL CONTRATISTA | ml   | 68.8     | BREÑA     | URB CHACRA COLORADA | AV BOLIVIA 738                                    | PVC                  | Bueno  | 8        |
| 35629658 | 3088498 | B.26.2 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DEL CONTRATISTA | ml   | 70.3     | BREÑA     | URB CHACRA COLORADA | AV BOLIVIA 782                                    | PVC                  | Bueno  | 8        |
| 35629660 | 3039224 | B.26.2 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DEL CONTRATISTA | ml   | 68.8     | BREÑA     | URB CHACRA COLORADA | AV BOLIVIA 838 CEP HONORES DE BREÑA               | PVC                  | Bueno  | 8        |
| 35629666 | 6680509 | B.26.2 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DEL CONTRATISTA | ml   | 73       | BREÑA     | URB CHACRA COLORADA | AV BOLIVIA 880 LOS PLAN QUINTA INDEP NIS 3033155  | PVC                  | Bueno  | 8        |
| 35629669 | 3060559 | B.26.2 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DEL CONTRATISTA | ml   | 75.7     | BREÑA     | URB CHACRA COLORADA | AV BOLIVIA 914                                    | Poliétileno          | Bueno  | 8        |
| 35977024 | 3031049 | B.26.2 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DEL CONTRATISTA | ml   | 77.5     | BREÑA     | URB CHACRA COLORADA | AV BOLIVIA 980                                    | PVC                  | Bueno  | 10       |
| 35977053 | 3109026 | B.26.2 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DEL CONTRATISTA | ml   | 64.2     | BREÑA     | URB CHACRA COLORADA | AV BOLIVIA LOZE COMERC INDEPENDIZACION NIS 210024 | PVC                  | Bueno  | 8        |
| 35977133 | 3265248 | B.26.2 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DEL CONTRATISTA | ml   | 19.7     | BREÑA     | URB CHACRA COLORADA | JR HUAMAZ 863                                     | PVC                  | Bueno  | 8        |
| 35987983 | 3045154 | B.26.1 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DE SEDAPAL      | ml   | 66.9     | BREÑA     | URB CHACRA COLORADA | JR JANGAS 138                                     | PVC                  | Bueno  | 8        |
| 35723270 | 3210149 | B.26.1 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DE SEDAPAL      | ml   | 40.2     | BREÑA     | URB WOSGUELA        | PS 4 172  | PVC                  | Malo   | 8        |
| 35759972 | 3042633 | B.26.1 LIMPIEZA DE REDES SECUNDARIAS DE DESAGÜE HASTA 350 MM CON MÁQUINA DE BALDE DE SEDAPAL      | ml   | 49.2     | BREÑA     | URB WOSGUELA        | CA RESTAURACION 597                               | PVC                  | Bueno  | 8        |



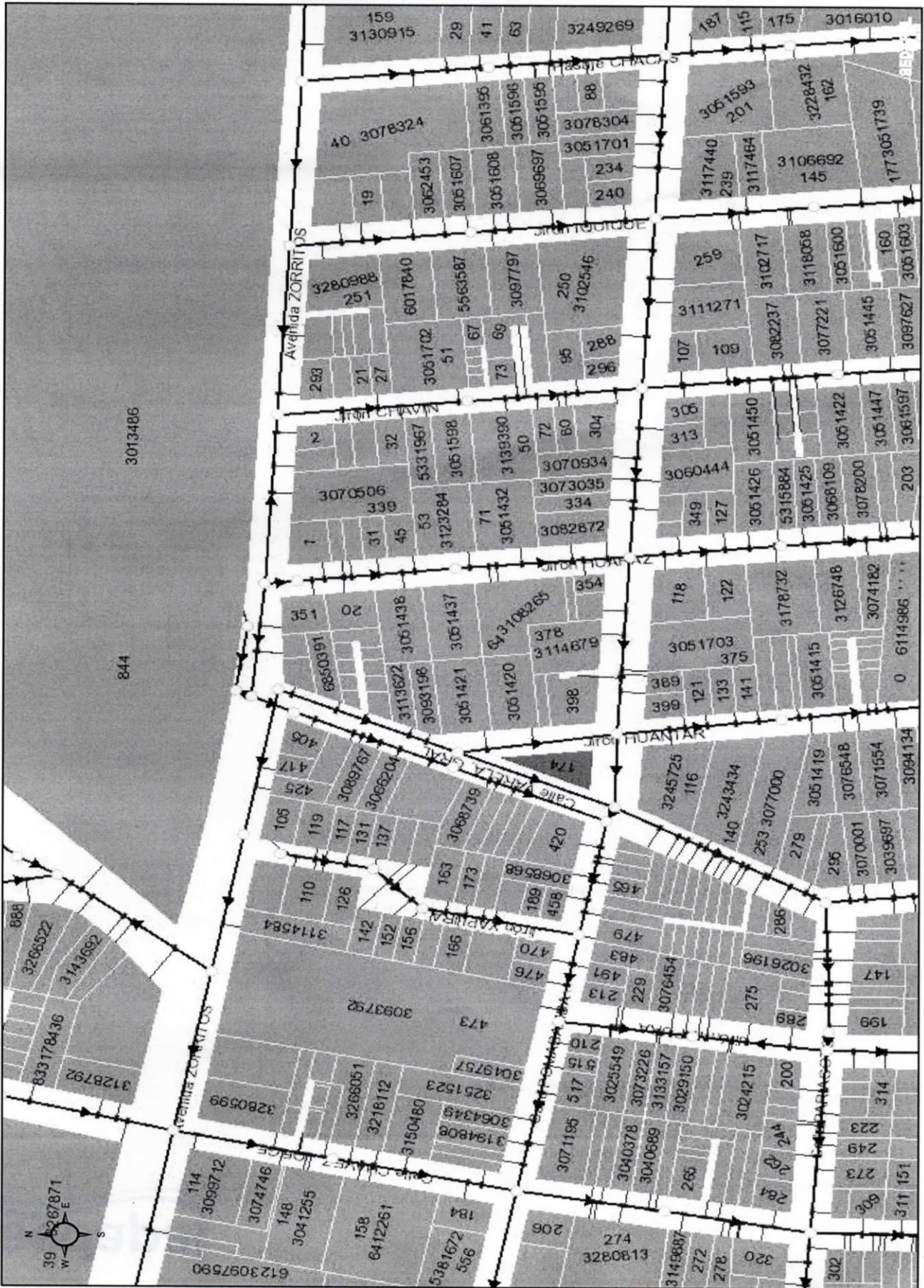
1:1,829

noviembre 29, 2019



noviembre 29, 2019





noviembre 29, 2019

1:1,829

### Anexo 13 -Matriz de Consistencia

| ANÁLISIS DEL RIESGO SÍSMICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL CUADRANTE URBANO DEL DISTRITO DE BREÑA   | Formulación del problema  | Objetivos  | Hipótesis   | Variables $y=f(x)$  | Diseño de la investigación   |
|--|---|--|---|---|--|
|  | <p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuál sería el impacto de un posible evento de sismo en la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña?</p>   | <p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar el nivel de riesgo sísmico de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña.</p> | <p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>No tiene hipótesis</p>                            | <p><b>Variable dependiente (y):</b></p> <p>Estado de las redes de alcantarillado.</p> | <p>Tipo: Investigación aplicada</p> <p>Método: Enfoque cuantitativo</p> <p>Diseño: No experimental</p> |
| <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>1) ¿Cómo determinar el nivel de peligro por sismo en la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña?</p> <p>2) ¿Cómo determinar una propuesta de ficha técnica para el nivel de vulnerabilidad por sismo en la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña?</p> <p>3) ¿Cómo determinar el nivel riesgo que enfrenta la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña?</p> <p>4) ¿Cómo estimar las pérdidas económicas probables para diferentes eventos peligrosos posibles identificados en la evaluación de riesgo de desastres por sismo del</p> | <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>1) Determinar el nivel de peligro por sismo de la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña.</p> <p>2) Determinar una propuesta de ficha técnica para el nivel de vulnerabilidad por sismo de la</p> | <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>No tiene hipótesis</p>   | <p><b>Variable independiente (x):</b> Evaluación de riesgo de desastre por sismo.</p> | <p>En tiempo: Transversal</p> <p>Nivel : Descriptivo</p>                              |  |

|  |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
| <p>cuadrante urbano del distrito de Breña?</p> | <p>red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña.</p> <p>3) Determinar el riesgo por sismo que enfrenta la red de alcantarillado del cuadrante urbano del distrito de Breña.</p> <p>4) Estimar las pérdidas económicas probables para diferentes eventos peligrosos posibles identificados en la evaluación de riesgo de desastres por sismo de la red de alcantarillado</p> |  |  |  |
|--|---|--|--|--|



|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  | del cuadrante<br>urbano del<br>distrito de<br>Breña. |  |  |  |
|--|--|--|--|--|