

**VIII EVENTO INTERNACIONAL
LA UNIVERSIDAD EN EL SIGLO XXI**

**II Congreso Internacional: Industria y Desarrollo Sostenible
Simposio 1: Medio ambiente y emergencia climática**

**EVALUACION DEL RIESGO ANTE TSUNAMI EN LA ZONA URBANA
COSTERA, DISTRITO DE PUCUSANA, PROVINCIA DE LIMA Y
DEPARTAMENTO DE LIMA, PERÚ 2019**

Autores:

Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú.

ccabreracarranza@gmail.com

Ing. José Luis Quispe Vílchez

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú.

jquispev@gmail.com

Ing. Emilia Isabel Bejar Melgar

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú.

emisabela@gmail.com

Resumen

La Evaluación del Riesgo ante Tsunami en la zona urbana costera del distrito de Pucusana, tiene por objetivo principal identificar y determinar los niveles de riesgos generados ante la ocurrencia de un Tsunami producido por un sismo de intensidad 9.0Mw de origen marino. La ocurrencia de un desastre producto de un tsunami tendría un impacto significativo económico – social en la costa peruana, para efectos el estudio principalmente en la zona costera del distrito de Pucusana, la cual sería afectada severamente por su cercanía al mar. Se identifica que la zona ribereña se encuentra sobre nivel muy alto de peligro y más del 80% del ámbito de intervención sobre nivel alto, el análisis de la vulnerabilidad considerando cuatro dimensiones: social, económica, física y

ambiental, evaluados en función a los factores de fragilidad y resiliencia; se identificaron 57 viviendas con nivel de vulnerabilidad muy alta y 266 viviendas alta vulnerabilidad, el cálculo del riesgo, permitiendo identificar los niveles de riesgo ante la ocurrencia de un tsunami, con 304 viviendas se encuentran sobre nivel alto y muy alto de riesgo ante tsunami con 41 viviendas y 363 viviendas. Se plantean medidas de control de riesgo que permitan el diseño y aplicación de políticas de reducción del riesgo de desastres con incidencia en el ordenamiento territorial.

Palabras claves: Gestión de riesgos, tsunamis, Pucusana.

Introducción

El Balneario y la zona de puerto es un área que concentra actividades económicas y turísticas que generan actividad económica dinámica que beneficia a la población de la zona; el puerto es proveedor de recursos hidrobiológicos a los distritos aledaños y a la capital.

El estudio elaborado en función a la metodología establecida permite tener una base de datos, sobre la cual los tomadores de decisiones tengan la información necesaria para dar respuesta temprana ante la ocurrencia de un desastre.

Asimismo, el territorio requiere disponer de una planificación adecuada, que permita determinar un eje orientador, que incorpore el enfoque basado en el conocimiento del territorio, su población, sus dinámicas, y escenarios de riesgos de desastres.

En el año 2010 en el marco del el proyecto SIRAD, financiado por PNUD, INDECI, IRD, COOPI y la Comisión Europea, el IGP elaboró mapas de zonificación Sísmico-Geotécnica para los distritos de Pucusana, Santa María, San Bartolo, Punta Negra, Punta Hermosa, Santa Rosa y El Agustino, los cuales permitieron conocer las propiedades sísmicas y dinámicas de sus suelos y completar el Mapa de Zonificación propuesto para Lima Metropolitana y Callao por CISMID/APESEG (2005). Adicionalmente, la DHN elaboró cartas de inundación por tsunami en la que identificaron las máximas distancias de ingreso de las olas para un sismo de magnitud 8.5Mw y 9.0Mw.

En año 2010, JICA el CISMID con participación de instituciones técnico científicas peruanas, iniciaron en el Perú el proyecto: “Fortalecimiento de Tecnologías para la Mitigación de Desastres por Terremoto y Tsunami en el

Perú”, en el marco del programa denominado "Asociación de Investigación en Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Sostenible (SATREPS)", cuyo principal objetivo fue generar conocimiento que contribuya a la mitigación de desastres originado por terremotos y tsunamis. Dentro de este proyecto, entre otros estudio, se evaluó el peligro de tsunami para la costa del Callao, tomando como escenario extremo el terremoto de 1746 y las áreas de acoplamiento sísmico propuesto por Chlieh et al. (2011).

Antecedentes históricos de Tsunamis que afectaron al Perú

- 1586, 9 de julio: Tsunami frente a la costa de Lima, el mar subió 2 brazas (4 m), las olas inundaron parte del pueblo del Callao, llegando hasta el monasterio de Sto. Domingo (a unos 250 m). Sismo de intensidad VIII en Lima y Callao, 22 muertos.
- 1664, 12 de Mayo: Terremoto en Ica, la ciudad quedó destruida y murieron más de 300 personas. Maremoto en la costa de Pisco, el mar inundó la ciudad, 60 muertos.
- 1716, 10 de febrero: Tsunami en Pisco (Ica), sismo con probable epicentro en el mar de Ica, con intensidad macrosísmica de IX en Pisco.
- 1746, 28 de octubre: Tsunami en el Callao, destruido por dos grandes olas, una de las cuales alcanzó más de 10 m de altura (en el Callao). De los 5,000 habitantes del Callao solo se salvaron 200; probablemente sea el maremoto más destructivo registrado a la fecha en la región central de Perú; 19 barcos, incluidos los de guerra fueron destruidos y uno de ellos fue varado a 1.5 km tierra adentro. Destrucción en los puertos de Chancay y Huacho. Magnitud estimada en 9.0 Mw.
- 1868, 13 de agosto: Maremoto causa daños desde Trujillo (Perú) hasta Concepción (Chile). En Arica una nave de guerra fue varada 400 m tierra adentro. Se sintió en puertos lejanos como Hawái y Japón, probable epicentro frente a Arica, con máxima altura de ola registrada de 16 m en Arica. Fuertes daños en Arequipa.
- 1940, 24 de mayo: Terremoto en Lima con intensidad de VIII MM. Destrucción de muchas edificaciones en Lima, Callao, Chancay y Lurín. Fue sentido en casi todo el Perú. Se produjo un pequeño tsunami con inundación leve en Ancón y Callao.

- 1974, 3 de octubre: Tsunami causado por sismo frente a la costa del Callao, inundó varias fábricas en las bahías de Chimú y Tortugas al Norte de Lima, destruyendo muelles y zonas de cultivos. La magnitud fue de 8.1 Mw.
- 2001, 23 de junio: Tsunami en Camaná (Arequipa) frente a las costas de Ocoña, magnitud 8.4 Mw, afectando las localidades de Ocoña, Camaná (donde murieron 24 personas), Quilca, y Matarani. El mareógrafo del Callao registró el evento a los 90 minutos de ocurrido el sismo.
- 2007, 15 de agosto: Tsunami en el departamento de Ica producido por un terremoto de 8.0 Mw con epicentro a 60 km al oeste de Pisco. La zona más afectada fue caleta Lagunillas donde alcanzó una altura máxima de casi 10 m.

Materiales y métodos

El área de estudio se encuentra ubicado en el Distrito de Pucusana, el cual es uno de los 43 distritos que conforman la Provincia de Lima; se encuentra al Sur departamento de Lima, en el Km 59 de la carretera Panamericana Sur y limita, por el norte con el Distrito de Santa María del Mar; por el este con el Distrito de Chilca, provincia de cañete; por el sur y oeste con el Océano Pacífico.

Proceso:

Determinación del Peligro:

Recopilación de la información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes, información histórica, cartografía, topografía, geología, geomorfología del área de influencia del área de estudio (Grafico 1). Se sabe que el peligro, es la probable ocurrencia de un fenómeno, sobre un determinado sector sea de origen natural o inducido por la acción humana; para nuestro estudio se definió el área del balneario de Pucusana, del Provincia y Departamento de Lima.

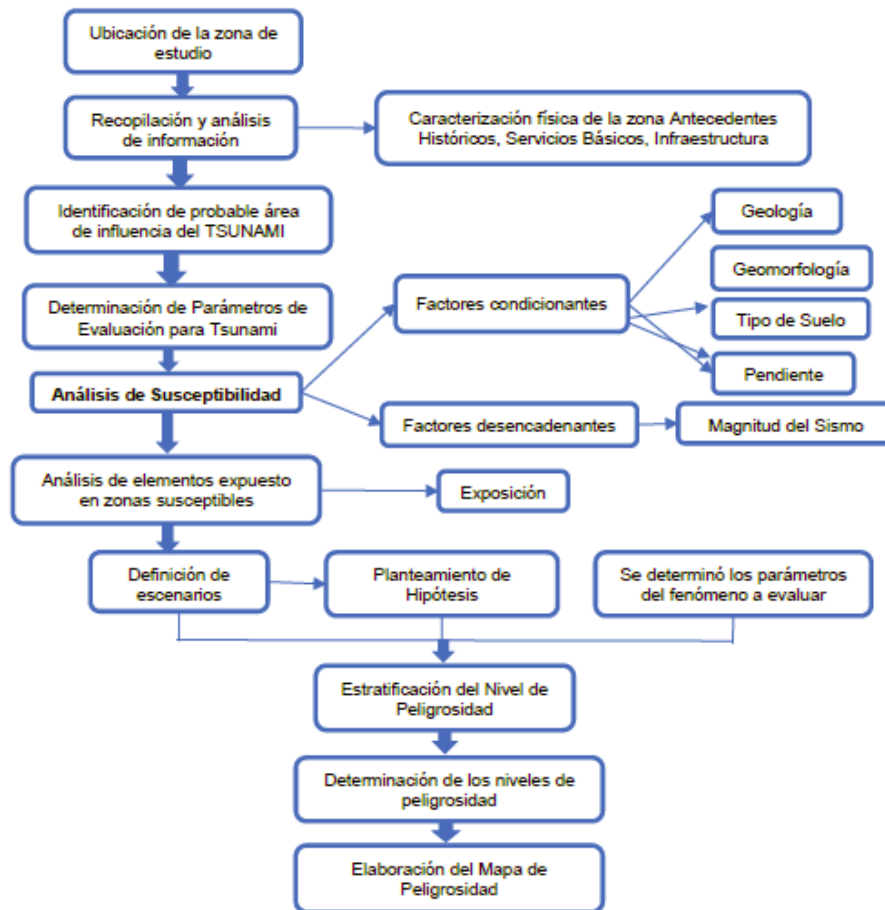


Gráfico N° 1: Flujograma general del proceso de análisis de información

Elaboración Propia

Se entiende que la vulnerabilidad es la susceptibilidad de la población, la estructura física, las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acciones ante el peligro de tsunami.

Para el cálculo de la vulnerabilidad (Gráfico 1), se requiere de la compilación de información sobre los bienes, la población, los animales, expuestos al peligro de tsunami. Es necesario el uso de información socioeconómica y ecológica, así como información sobre las viviendas, las instalaciones críticas y las líneas vitales, expuestas en áreas con peligro de tsunami.

Asimismo, el crecimiento poblacional, los procesos de urbanización, las tendencias en la ocupación del territorio, el proceso de empobrecimiento de algunos segmentos de la población, entre otros son elementos que aumentan gradualmente la vulnerabilidad de la población.

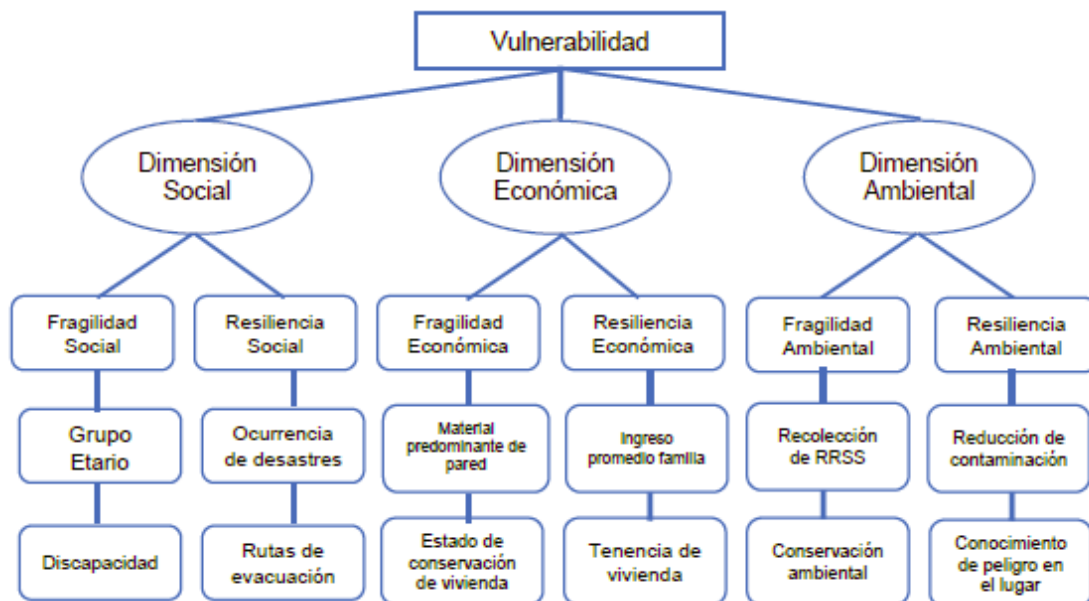


Gráfico N° 2: Flujograma del análisis de vulnerabilidad de la zona de Pucusana
Elaboración Propia

La estimación del riesgo se desarrolla considerando los niveles de peligros ante Tsunami y la síntesis de la vulnerabilidad con 04 niveles establecidos (muy alto, alto, medio y bajo), según el manual del CENEPRED del 2015.

Tabla N° 1: Matriz de Determinación del Riesgo

| | | | | |
|------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|
| Peligro Muy Alto | Riesgo Alto | Riesgo Alto | Riesgo Muy Alto | Riesgo Muy Alto |
| Peligro Alto | Riesgo Medio | Riesgo Alto | Riesgo Alto | Riesgo Muy Alto |
| Peligro Medio | Riesgo Medio | Riesgo Medio | Riesgo Alto | Riesgo Alto |
| Peligro Bajo | Riesgo Bajo | Riesgo Medio | Riesgo Medio | Riesgo Alto |
| | Vulnerabilidad Baja | Vulnerabilidad Media | Vulnerabilidad Alta | Vulnerabilidad Muy Alta |

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales Versión 02, elaborado por el Centro Nacional de estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres – CENEPRED, 2015.

Resultados y discusión

Se ha considerado el escenario de ocurrencia de un Tsunami de origen cercano (de 80 a 150 km. aproximadamente de la costa peruana y con 30 Km de Profundidad), generado por un evento sísmico de magnitud de 8.5 a más en la escala de Richter, es decir, con una intensidad de Muy Fuerte – Destructivo según la escala de Mercalli Modificada, que tendría una duración de aproximadamente 02 minutos, que provocaría el arribo de olas en un tiempo próximo de 20 minutos. Asimismo, en función a la carta de inundación en caso de Tsunami generado por la Dirección de Hidrografía y Navegación – HIDRONAV, se estima que el tsunami llegaría a la línea de costa con olas de 16 metros de altura, aproximadamente; considerando los datos del modelamiento, la población deberá evacuar hacia zonas altas y seguras, muy por encima de los 25 metros. (Ver Figura N° 01).

Considerando el análisis multicriterio se determinó los siguientes niveles de peligro:

- **Muy Alto:** Inundabilidad por tsunami generado por sismo mayores 8.5Mw; pendientes que varían entre 0-4%; suelos con arenas pobremente gradadas con clastos subredondeados, arenas finas que conforman la terraza marina, suelos arenosos medios a finos bien graduados, su geomorfología es de Terraza Marino Actual y Terraza Marino Aluvial; geología de Depósito Marino Actual y Depósito Marino Aluvial.
- **Alto:** Correspondiente a Zonas con Inundabilidad alta a media por tsunami generado por sismo mayores 8.5Mw; con pendientes desde 0 a 8%, suelos con arenas pobremente graduadas con clastos subredondeados, suelos arenosos medios a finos bien graduados, Gravas arenosas pobremente gradadas con materiales sub-angulosos de origen coluvial, Afloramiento Rocoso, su geomorfología es de Terraza Marino Aluvial; geología de Depósito Marino Aluvial, Depósito Coluvio Aluvial.
- **Medio:** Correspondiente a Zonas no Inundables y/o con Inundabilidad media a baja por tsunami generado por sismo mayores 8.5Mw; con pendientes desde 8 a valores mayores a 25%; suelos con Gravas arenosas pobremente gradadas con materiales subangulosos de origen coluvial, Afloramiento Rocoso; su geomorfología es de colinas; geología de Depósito Coluvio Aluvial, Secuencia Ígnea-Sedimentaria. (Ver Figura N° 02).

Se determinó la estratificación de vulnerabilidad se identifican las características más representativas que determinan a nivel de vulnerabilidad:

- **Muy Alto:** Concentración alta de población menor de 5 años y mayor a 65, la mayor parte de residentes de los lotes no le interesa y/o desconoce de las rutas de evacuación en caso de un evento de tsunami. Se identifica que la recurrencia de los desastres se produce regularmente de 4 a 9 años y/o paso alguna vez mayor a 10 años. El material predominante es estera, madera o triplay. El estado de conservación de las viviendas se encuentra entre muy mala y/o mala. Tienen un ingreso menor al sueldo mínimo. La tenencia de las viviendas en su mayoría es de ocupación informal. La eliminación de residuos se realiza semanalmente. Los habitantes de las viviendas no han recibido capacitación en temas de conservación ambiental. En relación a la participación de la reducción de la contaminación de vez en cuando arroja los residuos adecuadamente o no le importa el tema. Asimismo, desconocen o no les interesa conocer los diferentes tipos de peligros que se pueden producir en el territorio sobre el que habitan.

- **Alto:** Concentración media de población menor de 5 años y mayor a 65, población con algún tipo de discapacidad. Han escuchado alguna vez y/o han identificado y recorrido cuales son las rutas de evacuación en caso de un evento de tsunami. Se identifica que la recurrencia de los desastres se produce regularmente de 4 a 9 años. El material predominante varía entre ladrillo o bloque de cemento y estera, madera o triplay. El estado de conservación de las viviendas se encuentra entre regular y/o mala. Tienen un ingreso mayor a 850 y menor a 2200. La tenencia de las viviendas es de ocupación informal o alquilada o propia, pagada totalmente. La eliminación de residuos se realiza interdiaria. Los habitantes de las viviendas no han recibido o posee escasa capacitación en temas de conservación ambiental. En relación a la participación de la reducción de vez en cuando arroja los residuos adecuadamente o arroja los residuos en lugares adecuados. Asimismo, han escuchado de algunos o han identificado cuales son los peligros los diferentes tipos de peligros que se pueden producir en el territorio sobre el que habitan.

- **Medio:** Concentración media de población menor de 5 años y mayor a 65, la mayor parte de residentes de los lotes han identificado y recorrido y/o conoce cuales son las rutas de evacuación en caso de un evento de tsunami.

Se identifica que la recurrencia de los desastres se produce regularmente de 4 a 9 años. El material predominante es ladrillo o bloque de cemento. El estado de conservación de las viviendas en su mayoría se encuentra entre regular y/o buena. Tienen un ingreso mayor a 1500 y menor a 2860. La tenencia de las viviendas en su mayoría es propia, pagada totalmente. La eliminación de residuos se realiza interdiaria y/o diaria. Los habitantes de las viviendas tienen regular conocimiento en temas de conservación ambiental. En relación a la participación de la reducción de la contaminación recicla y segrega de vez en cuando; y recicla, reduce y reutiliza. Asimismo, han identificado cuales son los peligros los diferentes tipos de peligros que se pueden producir en el territorio sobre el que habitan.

La interrupción del peligro y la vulnerabilidad permite determinar los niveles de riesgo del ámbito de estudio. (*Ver Figura N° 03*).

Conclusiones

La zona ribereña se encuentra sobre nivel muy alto de peligro más del 80% del ámbito de intervención sobre nivel alto.

Se identificaron 57 viviendas con nivel de vulnerabilidad muy alta y 266 viviendas sobre nivel alto en el área de estudio

Se identificaron en total 07 los elementos expuestos en el área de influencia del estudio entre ellos: 01 parque, 01 Iglesia, 01 Centro Educativo inicial, 01 Municipalidad Distrital, 01 Mercado, 01 Loza Deportiva y 01 Local Comunal.

Del mapa de riesgo se ha determinado que 304 viviendas se encuentran sobre nivel alto y muy alto de riesgo ante tsunami con 41 viviendas y 363 viviendas respectivamente.

El cálculo del monto de posibles pérdidas asciende a 15,905,719.71 soles, de los cuales, S/. 15,522,599.71 soles corresponde a los daños probables y S/. S/. 383,120.00 soles a las pérdidas probables.

El nivel de aceptabilidad y Tolerancia del riesgo identificado es de Inaceptable, el cual indica que se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de los riesgos.

Bibliografía

- Instituto Nacional de Defensa Civil (2017). Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8Mw.
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) – CEPIG (2016). Informe de Estimación de Riesgo ante Tsunamis de La Caleta Vila Vila (Sama – Tacna) para tomar Acciones para la Gestión Reactiva
- Proyecto Satreps Tsunami, JICA (2016). Guía para la Estimación de Peligro de Tsunami Ver.1.
- Municipalidad Metropolitana de Lima, (2015). Plan de Contingencia Metropolitano ante Tsunamis.
- PNUD Cuba (2014). Metodologías para la Determinación de Riesgos de Desastres a nivel Territorial.
- CENEPRED (2014). Manual para la Evaluación del Riesgo por Tsunami
- Dirección de Hidrografía y Navegación (2013). Tsunamis en Perú, 1ra. Edición.
- UNESCO (2008). Preparación para casos de Tsunami Guía Informativa para los Planificadores Especializados en medidas de contingencia ante catástrofes
- Saaty T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Book Co., N.Y.

ANEXOS

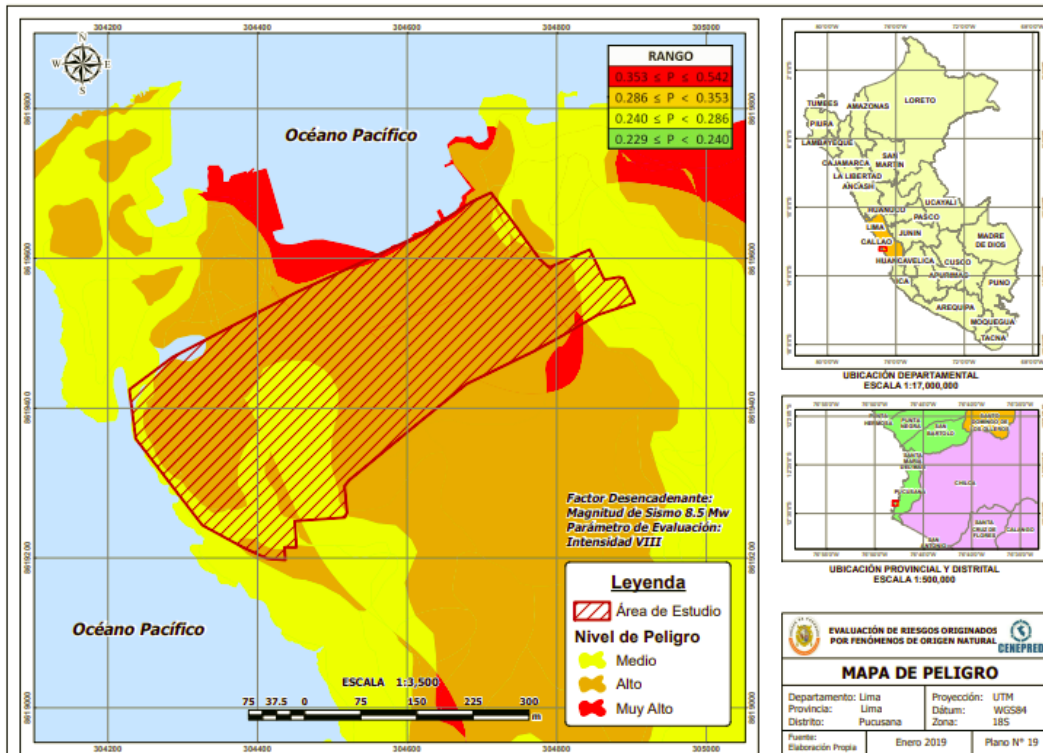


Figura N° 01: Mapa de Peligros
Elaboración Propia

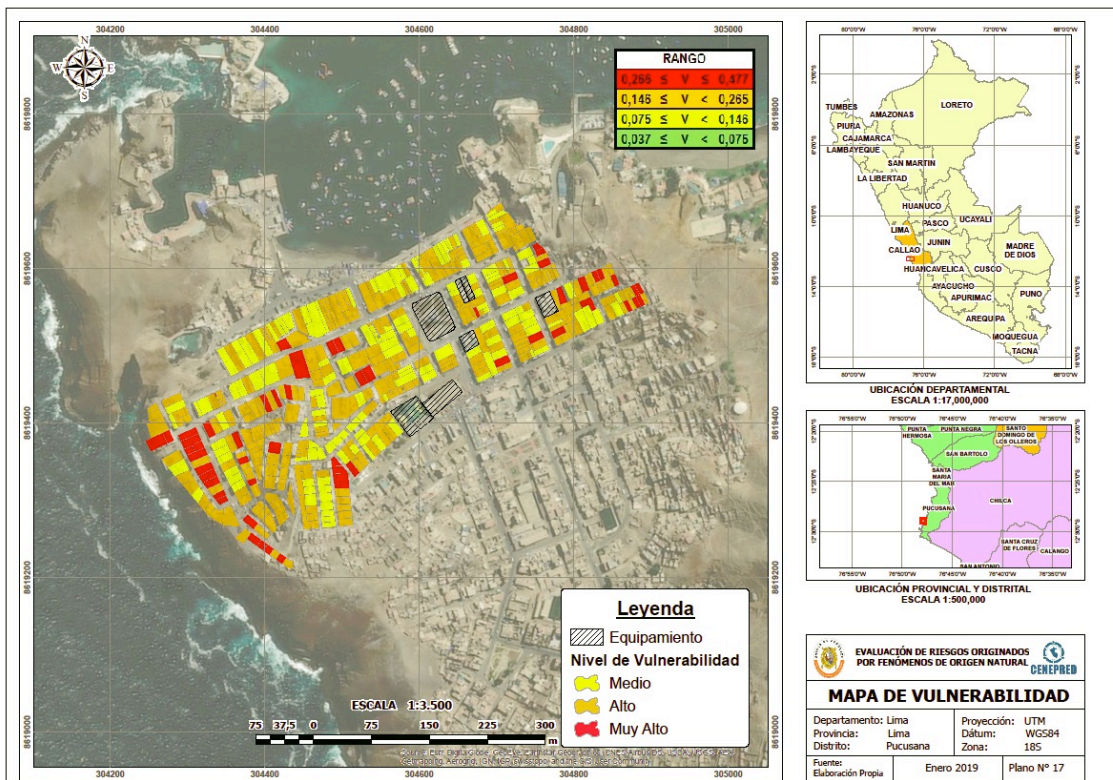


Figura N° 02: Mapa de Vulnerabilidad
Elaboración Propia

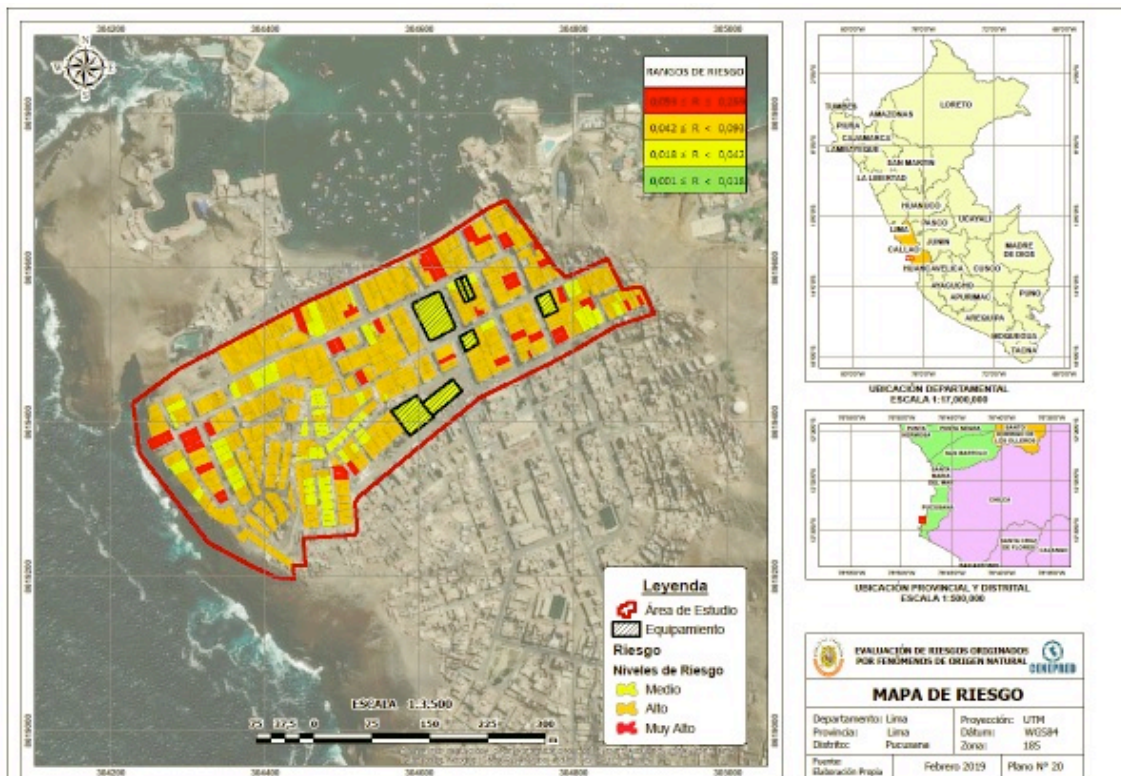


Figura N° 03: Mapa d Riesgos

Elaboración Propia