

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Evaluación de riesgos por sismo, flujo de detritos  
e inundación en el asentamiento humano 03 de  
octubre, en Chosica, Distrito de Lurigancho, Lima**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Edwar Miguel Pagaza Castillo

**Asesor:**

Ing. Reymundo Jaulis Palomino

Lima, mayo 2021

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Yo, Ing. Reymundo Jaulis Palomino, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Evaluación de riesgos por sismo, flujo de detritos e inundación en el ASENTAMIENTO HUMANO 03 de Octubre, en Chosica, Distrito de Lurigancho, Lima”**; constituye la memoria que presenta el Bachiller Edwar Miguel Pagaza Castillo; para obtener el título de Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Ñaña, a los 24 días del mes de Junio del año 2021.



Ing. Reymundo Jaulis Palomino

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **27** día(s) del mes de **mayo** del año 2021 siendo las **13:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Leonel Chahuares Paucar**, el secretario: **Ing. Roberto Roland Yoctun Rios** y los demás miembros: **Ing. David Díaz Garamendi** e **Ing. Ferrer Canaza Rojas** y el asesor **Ing. Reymundo Jaulis Palomino**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Evaluación de riesgos por sismo, flujo de detritos e inundación en el Asentamiento Humano 03 de Octubre, en Chosica, distrito de Lurigancho, Lima"

.....del (los) / la (las) bachiller/es: a)..... **EDWAR MIGUEL PAGAZA CASTILLO**.....

.....b).....

.....conducente a la obtención del título profesional de.....

.....**INGENIERO CIVIL**.....

(Nombre del Título Profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a (la) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el (los)/la (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): ..... **EDWAR MIGUEL PAGAZA CASTILLO**.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	16	B	BUENO	MUY BUENO

Candidato (b): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) *Ver parte posterior*

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (los)/a (la) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
Presidente  
Mg. Leonel  
Chahuares Paucar

  
\_\_\_\_\_  
Secretario  
Ing. Roberto Roland  
Yoctun Rios

\_\_\_\_\_  
Asesor  
Ing. Reymundo  
Jaulis Palomino

\_\_\_\_\_  
Miembro  
Ing. David Díaz  
Garamendi

\_\_\_\_\_  
Miembro  
Ing. Ferrer Canaza  
Rojas

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (a)  
Edwar Miguel  
Pagaza Castillo

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (b)

# ÍNDICE

<b>Resumen</b>	<b>01</b>
<b>Introducción</b>	<b>02</b>
Evaluación de riesgo de desastres	02
Peligro	03
Vulnerabilidad	03
Riesgo	04
<b>Metodología</b>	<b>04</b>
Área de estudio	04
Diseño	05
<b>Resultados</b>	<b>10</b>
<b>Discusiones y Conclusiones</b>	<b>12</b>
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>13</b>
<b>Anexos</b>	<b>14</b>
Mapa de Riesgo ante flujo de detritos	14
Mapa de Riesgo ante inundación	15
Mapa de Riesgo ante movimiento sísmico	15
Panel fotográfico	16

# **Evaluación de riesgos por sismo, flujo de detritos e inundación en el ASENTAMIENTO HUMANO 03 de octubre, en Chosica, Distrito de Lurigancho, Lima**

EDWAR MIGUEL PAGAZA CASTILLO \*

*EP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú*

## **Resumen**

En el distrito de Lurigancho, a pesar de ser un distrito que presenta muchos peligros de origen natural, no se cuenta con evaluaciones de riesgos en todos sus sectores de exposición alta y múltiple, lo que conllevaría a la imposibilidad de propuestas de medidas de control de estos riesgos en dichos sectores, lo que daría como resultados de daños y pérdidas a futuro. El presente estudio permite profundizar el conocimiento de los riesgos asociados al Asentamiento Humano 03 de octubre (inundación, flujo de detritos y sismo), por lo que se permitirá generar data semi cuantitativa en su vulnerabilidad; y a partir de la evaluación de riesgos sustentar las acciones de los tomadores de decisiones a nivel del gobierno local o regional.

La metodología que se consideró fue en base a la estructura del manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres CENEPRED. Los niveles de riesgo obtenidos para los peligros presentes, fueron en general de nivel alto, con algunas ligeras variaciones en el porcentaje de las manzanas, lo que evidencia que el Asentamiento Humano 03 de octubre tiene una población altamente vulnerable.

Palabras clave: Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo, Desastre, evaluación de riesgo de desastre.

## **Risk assessment for earthquake, debris flow and flooding in the ASENTAMIENTO HUMANO October 3, in Chosica, District of Lurigancho, Lima**

### **Abstract**

In the district of Lurigancho, despite being a district that presents many hazards of natural origin, there are no risk assessments in all its high and multiple exposure sectors, which would lead to the impossibility of proposals for control measures of these risks in said sectors, which would result in damages and losses in the future. The present study allows to deepen the knowledge of the risks associated to the Human Settlement October 3 (flood, debris flow and earthquake), so it will be possible to generate semi-quantitative data on its vulnerability; and from the risk assessment support the actions of decision makers at the local or regional government level.

The methodology that was considered was based on the structure of the manual for the evaluation of risks originated by natural phenomena of the National Center for Estimation, Prevention and Reduction of Disaster Risks CENEPRED. The risk levels obtained for the present hazards were generally high, with some slight variations in the percentage of apples, which shows that the October 03 Human Settlement has a highly vulnerable population.

Keywords: Hazard, Vulnerability, Risk, Disaster, disaster risk assessment.

*\*Correspondencia de Edwar Miguel Pagaza Castillo  
Km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lima.  
[E-mail: ingpagazaedwar@gmail.com](mailto:ingpagazaedwar@gmail.com)*

## INTRODUCCION

En todo el territorio del Perú en diferentes momentos de su historia ha sufrido varios tipos de calamidades como terremotos, inundaciones, huaycos, derrumbes, avalanchas, entre otros, y en cada evento con resultados lamentables de pérdidas de vida y material. La sociedad no se encuentra preparada debido a que los planes de contingencia solo existen a nivel de autoridades no llegando a la población. Luego de estos eventos adversos, de igual manera, la respuesta no es la más acertada por falta de una buena organización en todos los niveles por falta de herramientas de planificación o falta de recursos para afrontar el evento adverso.

La ciudad de Chosica en el distrito de Lurigancho se ubica a lo que denominaríamos la entrada a la sierra donde confluyen dos ríos, el río Rímac y el río Santa Eulalia; además en el distrito existen un promedio de 15 quebradas activas los cuales se ven afectadas en temporadas de lluvias (verano) porque la pendiente es elevada (O'Connor, 1988). En verano durante la época de lluvias se dan precipitaciones con características especiales de duración, frecuencia e intensidad que finalmente dan como consecuencia la ocurrencia de los flujos de detritos o aluviones de baja intensidad, también denominados Huaycos. Dentro de Chosica ubicamos al Asentamiento Humano 03 de octubre, adyacente al río Rímac, y se encuentra a nivel del río y con predominancia de construcciones informales, y protegidas del río por un muro que podría colapsar; además existe la desembocadura de una quebrada cerca a dicho asentamiento, y a ello se suma el hecho de que Lima es una zona que espera un sismo de alta intensidad, de acuerdo a los especialistas del IGP.

Basado en lo mencionado en los párrafos anteriores se ha determinado como problema de estudio lo siguiente: La insuficiencia de data en la zona de estudio y por ende de herramientas de planificación de la gestión de riesgo de desastres en el Asentamiento Humano 03 de octubre, para determinar su nivel de riesgo; por lo que el objetivo del presente estudio es: Elaborar las evaluaciones de riesgo de desastres originados por movimiento sísmico, por flujo de detritos y por inundación en dicho asentamiento.

### **Evaluación de riesgo de desastres**

La evaluación de riesgos es un proceso que ayuda a determinar la naturaleza y el alcance de ese riesgo, mediante el análisis de amenazas y la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad existentes que podrían resultar en daños a las personas expuestas y a los bienes, servicios, medios de subsistencia y medio ambiente de los que dependen. La evaluación de riesgos es, por lo tanto, parte integral de los procesos de toma de decisiones y adopción de políticas, y requiere de una estrecha colaboración entre las distintas partes de la sociedad. (PNUD, 2010, p. 01).

La evaluación del riesgo entraña disponer de un conocimiento detallado de las características cuantitativas y cualitativas del riesgo, como también de los factores que lo determinan y de sus consecuencias físicas, sociales, económicas y ambientales. Su importancia para la reducción del riesgo de desastres fue abordada explícitamente durante el Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales DIRDN 1990-2000 “en el año 2000, todos los países, como parte de sus planes para lograr el desarrollo sostenible, deberían haber realizado una evaluación cabal del riesgo de amenazas naturales y haber incorporado sus resultados en sus planes de desarrollo”. (EIRD, 2004, p. 69).

La Evaluación de Riesgos es un instrumento parte del proceso de estimación del riesgo de desastres, el cual se realiza cuando hay evidencia de riesgo inminente y hay evidencia de alto riesgo por sucesos pasados. Dicha herramienta consta de un manual elaborado por el

CENEPRED, que indica la metodología la cual consta de: cálculo del nivel de peligro, cálculo del nivel de vulnerabilidad, cálculo del nivel de riesgo, y control de riesgos.

### **Peligro (amenaza)**

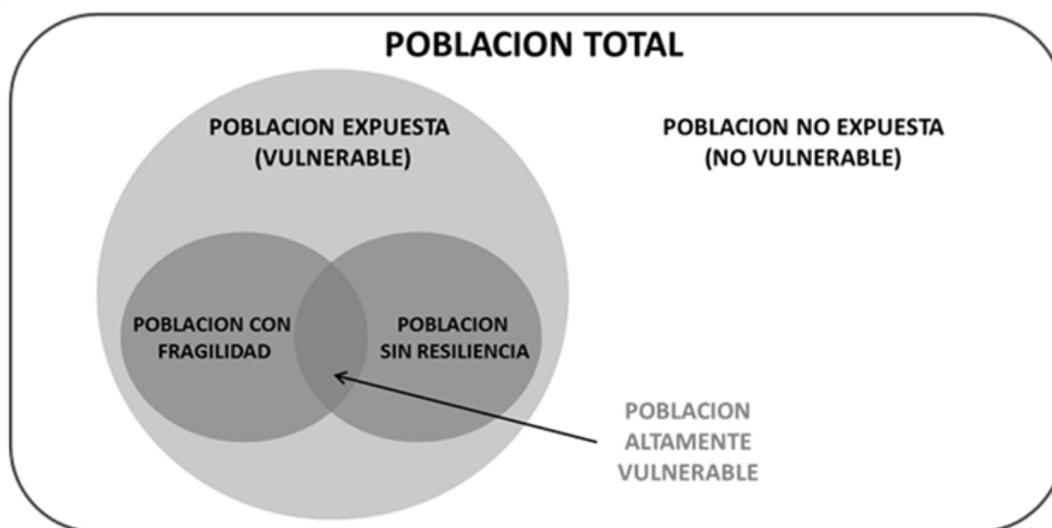
Evento físico, potencialmente perjudicial, fenómeno y/o actividad humana que puede causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental”. (EIRD, 2004).

De acuerdo al manual del CENEPRED, el peligro se compone de factores, los factores desencadenantes y los factores condicionantes; además para el cálculo del nivel de peligro se toma en cuenta los parámetros de evaluación. Los factores desencadenantes son factores externos que provocan o desencadenan la inestabilidad (González de Vallejo, 2002). Los factores condicionantes son aquellos factores que dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno (González de Vallejo, 2002). Los parámetros de evaluación son las variables o indicadores que permiten definir las características del peligro y que son cuantificables o medibles

### **Vulnerabilidad**

Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos, y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de amenazas (EIRD, 2004).

La exposición al peligro es una condición necesaria para que existan pérdidas o daños (con lo cual se puede entender como un determinante de vulnerabilidad), pero no determina el grado o nivel de estos daños, pues éstos dependen de condiciones intrínsecas de los elementos expuestos, es decir; de la fragilidad y resiliencia, a mayor exposición, mayor vulnerabilidad. La Fragilidad, está referida a las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, a mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad (CENEPRED, 2014). La Resiliencia, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad” (CENEPRED, 2014). La condición de la población de acuerdo a los factores de la vulnerabilidad se muestra en la figura 1.



*Figura 1.* Factores de la vulnerabilidad  
Fuente: CAN (2014)

## Riesgo

Probabilidad de consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas (muertes, lesiones, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro del ambiente) resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y las condiciones de vulnerabilidad (EIRD, 2004)

La ecuación para calcular el riesgo es la siguiente:

$$R = f(P, V)$$

Donde:

R = Riesgo

f = En función

P = Peligro

V = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

El riesgo es, en consecuencia, una condición latente que capta una posibilidad de pérdidas hacia el futuro. Esa posibilidad está sujeta a análisis y medición en términos cualitativos y cuantitativos.

## METODOLOGÍA:

### Área de estudio

Este estudio se realizó en el Asentamiento Humano 03 de octubre, en el sector de Chosica del distrito de Lurigancho de la provincia de Lima en la región Lima. Se encuentra ubicado entre el puente peatonal Pedregal y la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, y adyacente al río Rímac.

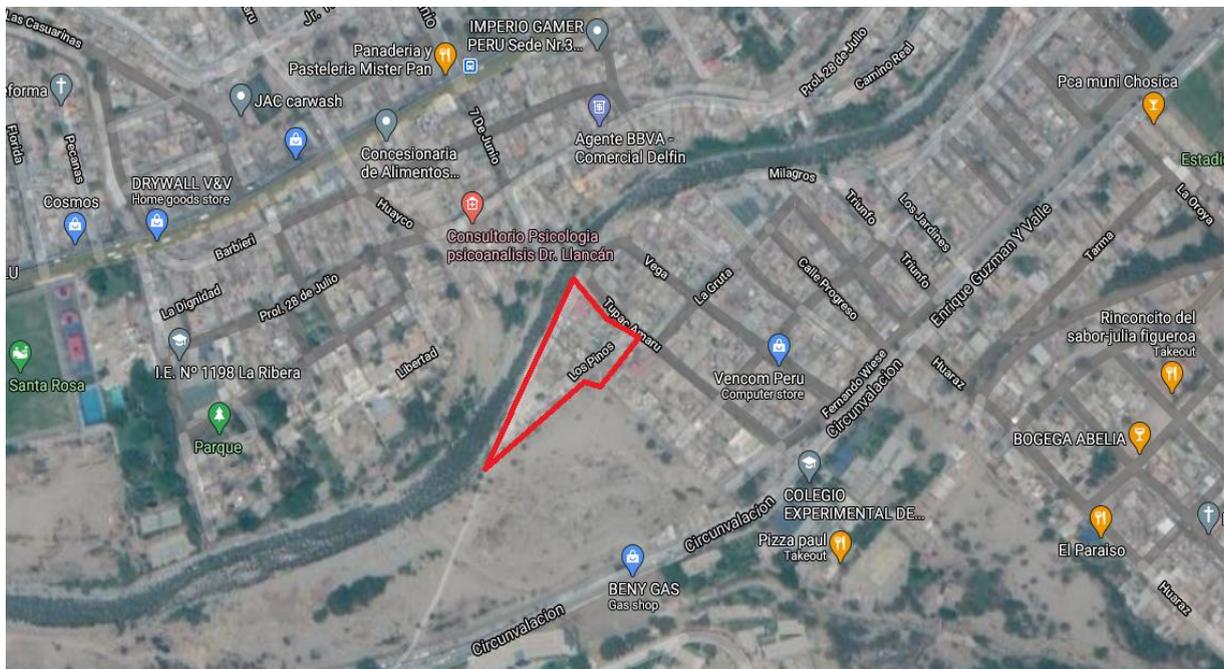


Figura 2: Ubicación del área de estudio

Fuente: Google Maps 2020

El Asentamiento Humano 03 de octubre se encuentra localizado entre la desembocadura de la quebrada Santo Domingo, la Calle Túpac Amaru, la Calle 1° de mayo y el río Rímac; esto es a

la margen izquierda del río Rímac, a la altura de la desembocadura de la quebrada de Pedregal en la margen contraria y cerca de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle – La Cantuta. Se encuentra adyacente al río Rímac, a solo 4.5 m de este, parte del asentamiento se encuentra en la faja marginal, asimismo parte se podría encontrar en la faja marginal de la quebrada Santo Domingo, cabe mencionar que esta no ha sido delimitada por la Autoridad Nacional del Agua. La asociación está a nivel del río Rímac sobre depósito aluvial y se encuentra protegido de las aguas del río por un muro de contención que ya ha colapsado en el pasado en temporada de lluvias intensas y máximas avenidas.

Su población, de acuerdo a la dirigencia comunal, es de 189 personas que conforman 48 familias; el área del asentamiento es de 5072.7 m<sup>2</sup>, lo que indica una densidad de 373 personas/hectárea. La población de la zona es predominantemente de inmigrantes de Lima Provincias o descendientes de estos, el 51% de la población es femenina y el 49% masculina. El Asentamiento Humano 03 de octubre tiene personas en estado de riesgo niños, madres solteras, ancianos, discapacitados físicos. La población demanda apoyo para ellos. La característica principal de las construcciones en las viviendas es de material de albañilería reforzada, la distribución de habitaciones por lo general es mayores a tres habitaciones, con más espacios libres.

La geología de la zona de estudio muestra depósitos superficiales que cubren estas rocas son de origen aluvial (INGEMMET, 2015). Estos depósitos se encuentran formando el cono deyectivo del río Rímac. Corresponden a una mezcla heterogénea de cantos y gravas en una matriz arenolimosas. Esta unidad está presente en el cauce y terrazas del río Rímac.

La geomorfología es la de fondo de valle, además se encuentra el cono deyectivo de la quebrada Santo Domingo, situado en la zona sur del Asentamiento Humano 03 de Octubre. La pendiente de la zona de estudio, se tomó de manera transversal al río Rímac, y dio una pendiente de 5.3% de acuerdo a lo obtenido en el Google Earth,

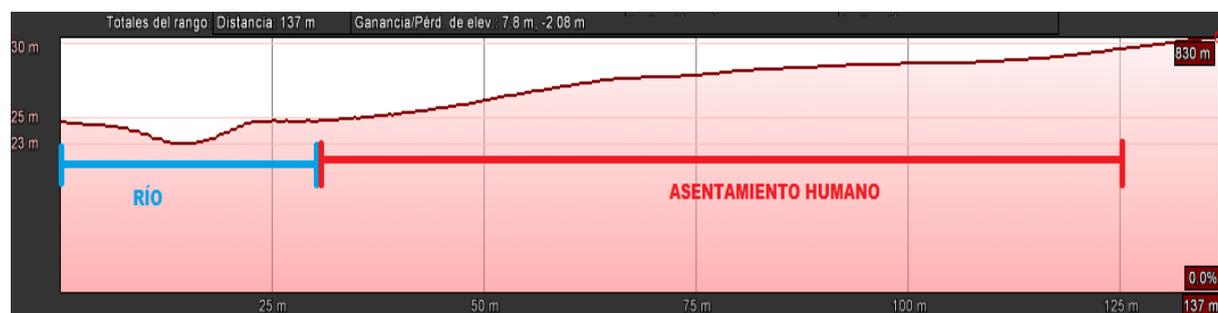


Figura 3: Perfil longitudinal del área de estudio

Fuente: Google Earth 2020

## Diseño

La presente investigación consideró la estructura del manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres CENEPRED. Este manual indica el uso del proceso de análisis jerárquico para la validación de los valores asignados a los parámetros a procesar, este método es recomendado para valorar parámetros no cuantitativos y ayuda a los tomadores de decisión a escoger entre muchas alternativas de decisión sobre la base de criterios múltiples. En términos generales el proceso de análisis jerárquico es un método de descomposición de estructuras complejas en sus componentes, ordenando estos componentes o variables en una estructura jerárquica, donde se obtienen valores numéricos para los juicios de preferencia y, finalmente los sintetiza para

determinar qué variable tiene la más alta prioridad. Para obtener estos ponderados son necesarios respuestas (numéricas o verbales) a una serie de preguntas que comparan dos parámetros o dos descriptores a una serie de preguntas. Toskano Hurtado (2005), esto se basa en lo indicado en la tabla 1.

Tabla 1:  
*Escala de Saaty*

Intensidad	Definición	Explicación
1	De igual importancia	2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica.
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2, 4, 6, 8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
<b>Recíprocos</b>	$a_{ij} = 1/a_{ji}$	Hipótesis del método

Fuente: Saaty 1980

Para analizar el peligro, la información catastral del área de estudio se ha obtenido en formato dwg y se exportaron en formato shp, para determinar su implicancia en las áreas de influencia de los peligros asociados a dicha zona y que por ende puedan afectarla, es decir, se determinó la exposición. Se obtuvo data para los peligros de la base de datos del Instituto Geográfico Nacional IGN, así como del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres SIGRID, en formato shp. Luego la información socioeconómica por manzana y lote se obtuvo a través del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI y del SIGRID. Esta información se almacenó y procesó en una base de datos a nivel de lote, en un software GIS. Se identificó el factor desencadenante, los factores condicionantes y el parámetro de evaluación, para cada peligro asociado al área de estudio (Tablas 2, 3 y 4), y se evaluó de acuerdo al proceso de análisis jerárquico (CENEPRED, 2015). El escenario de peligro de flujo de detritos es de una precipitación menor a 75% y que se presenta de manera bianual; el escenario de peligro de desborde de río es de una precipitación entre 75% a 90% y que se presenta cada lustro; y el escenario de peligro de movimiento sísmico es de un sismo de 6 a 7.5 grados Richter y VII en la escala de Mercali.

Tabla 2:  
*Factores desencadenantes y condicionantes del flujo de detritos*

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes		
Precipitaciones	Litología	Pendiente	Cercanía a la faja marginal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3:  
*Factores desencadenante y condicionantes de inundación*

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes		
Precipitaciones	Litología	Pendiente	Cercanía a la faja marginal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4:

*Factores desencadenante y condicionantes de sismo*

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes		
Magnitud sísmica	Hipocentro	Unidades Geomorfológicas	Geología

Fuente: Elaboración propia

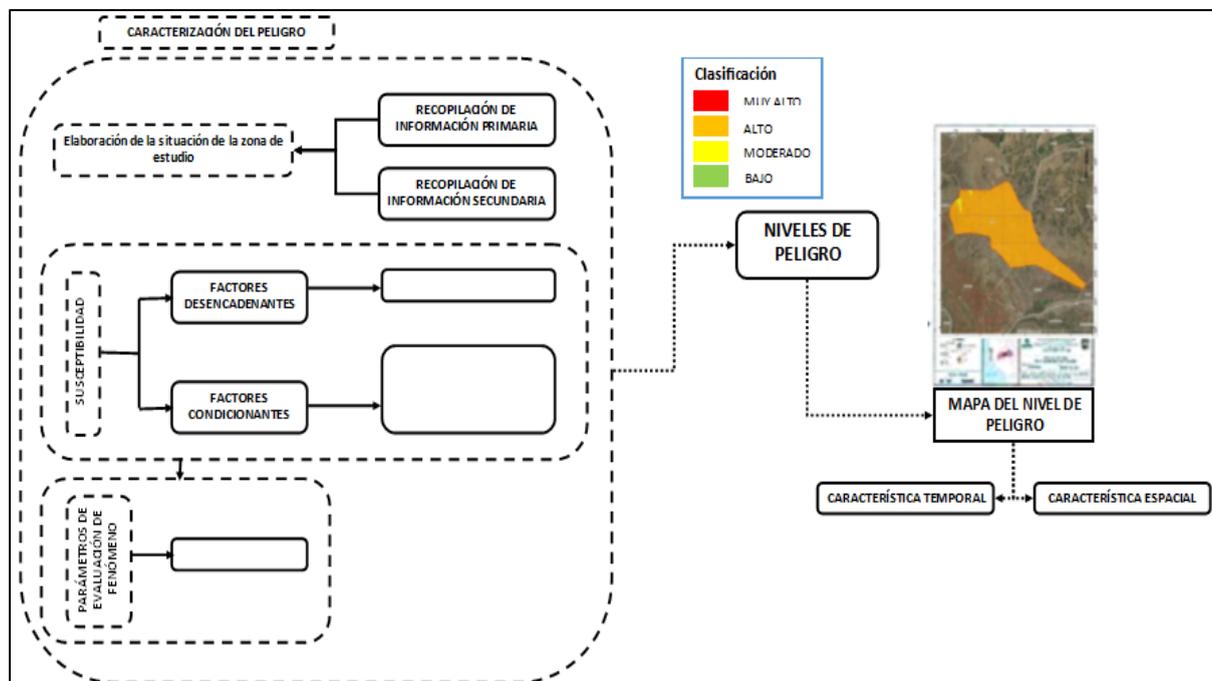


Figura 4: Diagrama de metodología de análisis del peligro

Fuente: CENEPRED 2014

En el análisis de la vulnerabilidad, los descriptores y parámetros asociados al análisis de cada peligro estudiado, se procedió a analizar la vulnerabilidad tomando en cuenta los factores de la vulnerabilidad (exposición, fragilidad y resiliencia) y las dimensiones de la vulnerabilidad (ambiental, económica y social), esto como tablas de doble entrada (ver tabla 5, 6, 7, 8, 9 y 10). Luego los descriptores tendrán un peso ponderado basado en el proceso de análisis jerárquico de Saaty; esto se trabajó en una hoja de cálculo y luego se exportó a la base de datos del programa GIS. En el programa GIS se procedió a generar mapas base de la vulnerabilidad de cada lote ante cada peligro del estudio, luego se generó un mapa del nivel de vulnerabilidad por lote para cada peligro estudiado (CENEPRED, 2015).

Tabla 5:

*Parámetros a utilizar en los factores fragilidad y resiliencia en la dimensión social ante flujo de detritos*

En la dimensión Social	
La Fragilidad	La Resiliencia
Corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo étnico</li> <li>• Discapacidad</li> </ul>	Corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de seguro de Salud</li> <li>• Nivel educativo</li> <li>• Beneficiario de programas sociales.</li> <li>• Actitud frente al riesgo.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6:

*Parámetros a utilizar en los factores fragilidad y resiliencia en la dimensión económica ante flujo de detritos*

En la dimensión Económica	
La Fragilidad	La Resiliencia
Corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de pisos de la construcción.</li> <li>• Material predominante de las paredes.</li> <li>• Material predominante del techo.</li> <li>• Material predominante del piso.</li> <li>• Estado de conservación de la vivienda</li> </ul>	Corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de vivienda</li> <li>• Régimen de la tenencia de la vivienda.</li> <li>• Tipo de ocupación laboral-</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7:

*Parámetros a utilizar en los factores fragilidad y resiliencia en la dimensión social ante desborde de río*

En la dimensión Social	
La Fragilidad	La Resiliencia
Corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo étnico</li> <li>• Discapacidad</li> </ul>	Corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de seguro de Salud</li> <li>• Nivel educativo</li> <li>• Beneficiario de programas sociales.</li> <li>• Actitud frente al riesgo.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8:

*Parámetros a utilizar en los factores fragilidad y resiliencia en la dimensión económica ante desborde de río*

En la dimensión Económica	
La Fragilidad	La Resiliencia
Corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de pisos de la construcción.</li> <li>• Material predominante de las paredes.</li> <li>• Material predominante del techo.</li> <li>• Material predominante del piso.</li> <li>• Estado de conservación de la vivienda</li> </ul>	Corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de vivienda</li> <li>• Régimen de la tenencia de la vivienda.</li> <li>• Tipo de ocupación laboral-</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9:

*Parámetros a utilizar en los factores fragilidad y resiliencia en la dimensión social ante movimiento sísmico*

En la dimensión Social	
La Fragilidad	La Resiliencia
Corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo étnico</li> <li>• Discapacidad</li> </ul>	Corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de seguro de Salud</li> <li>• Nivel educativo</li> <li>• Beneficiario de programas sociales.</li> <li>• Actitud frente al riesgo.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10:

Parámetros a utilizar en los factores fragilidad y resiliencia en la dimensión económica ante movimiento sísmico

En la dimensión Económica	
La Fragilidad	La Resiliencia
Corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de pisos de la construcción.</li> <li>• Material predominante de las paredes.</li> <li>• Material predominante del techo.</li> <li>• Material predominante del piso.</li> <li>• Estado de conservación de la vivienda</li> </ul>	Corresponde a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de vivienda</li> <li>• Régimen de la tenencia de la vivienda.</li> <li>• Tipo de ocupación laboral-</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

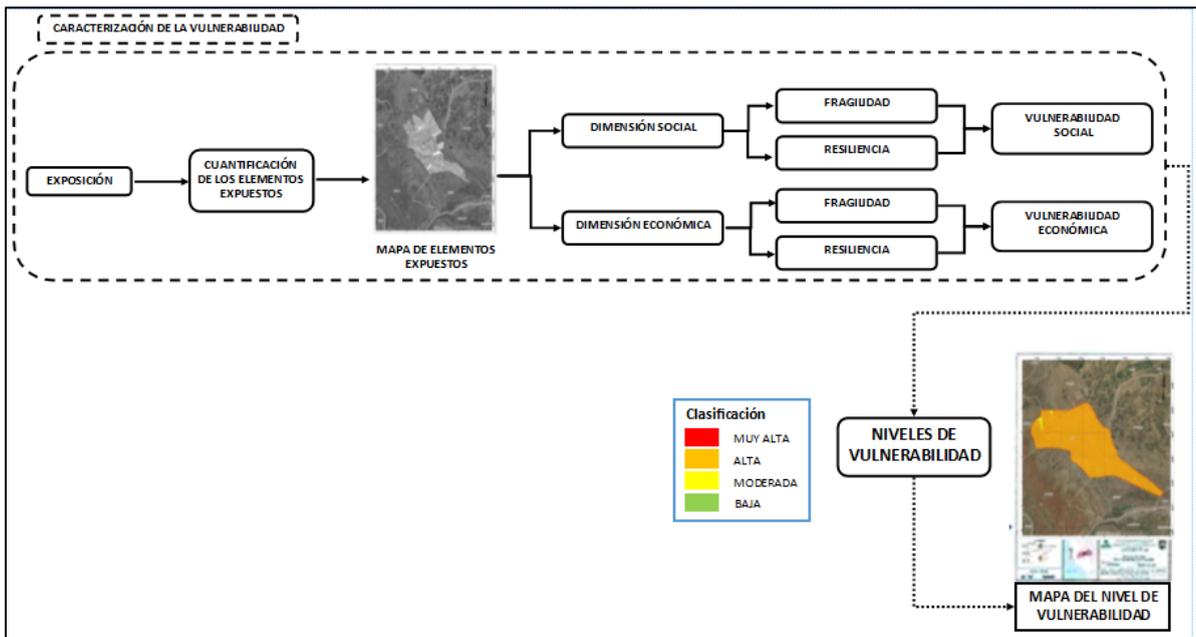


Figura 5: Diagrama de metodología de análisis de la vulnerabilidad

Fuente: CENEPRED 2014

Para determinar la distribución del riesgo, en el software GIS se unió cada lote al nivel de peligro mayoritario en el área por lote, con lo cual se tendrá una base de datos o mapa de elementos expuestos a nivel de peligro, el cual ya podría ser traslapado con el mapa de vulnerabilidad por lote. En la base de datos del GIS se trabajará la ponderación para el peligro y la vulnerabilidad, obteniéndose con ello un mapa de nivel riesgo a nivel de lote, esto debe ser realizado para cada peligro de estudio. Los rangos de los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo se obtienen de los mismos rangos obtenidos de los cinco descriptores de cada parámetro, por lo que se obtienen cuatro rangos de niveles de peligro, vulnerabilidad y de riesgo (CENEPRED, 2015).

Finalmente, para determinar los controles de riesgos, se realizará un análisis de los resultados en las matrices de aceptabilidad y tolerabilidad del riesgo de acuerdo a lo indicado en el manual de evaluación de riesgos del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres CENEPRED, esto se hará para cada peligro estudiado. Se procedió a proponer las medidas del control de riesgos para cada peligro asociado al estudio, las medidas fueron clasificadas en medidas estructurales y en medidas no estructurales; estas medidas deben llevar a un nivel de riesgo tolerable o aceptable para su aplicación o materialización.

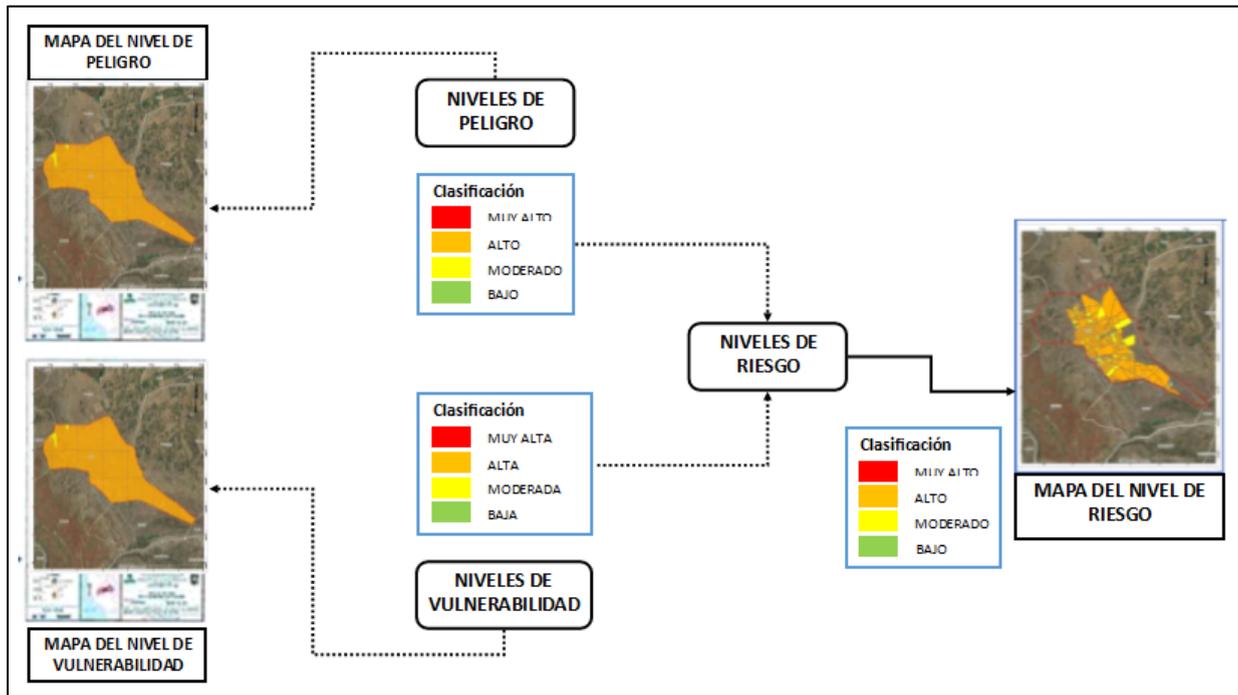


Figura 6: Diagrama de metodología de análisis del riesgo

Fuente: CENEPRED 2014

## RESULTADOS

El riesgo se calculó a través de la convolución del peligro y la vulnerabilidad a través de ponderaciones directas, mientras que el nivel de riesgo se basó en los niveles observados del peligro y vulnerabilidad. Los mapas se pueden ver en los anexos.

El siguiente cuadro y la siguiente tabla resumen los niveles de riesgo determinados en el proceso de evaluación de riesgo de desastre ante flujo de detritos:

Cuadro 1:

*Matriz del riesgo ante flujo de detritos*

Peligro	Peso del peligro	Vulnerabilidad	Peso de la vulnerabilidad	Riesgo
0.158	0.38	0.484	0.62	0.360
0.132	0.38	0.259	0.62	0.210
0.112	0.38	0.138	0.62	0.128
0.102	0.38	0.075	0.62	0.085
0.096	0.38	0.044	0.62	0.064

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Nivel

Nivel de riesgo ante flujo de detritos

RANGOS				CLASIFICACIÓN	
0.210	≤	r	≤	0.360	Muy alto
0.128	≤	r	<	0.210	Alto
0.085	≤	r	<	0.128	Medio
0.064	≤	r	<	0.085	Bajo

Fuente: Elaboración propia

El siguiente cuadro y la siguiente tabla resumen los niveles de riesgo determinados en el proceso de evaluación de riesgo de desastre ante desborde de río:

Cuadro 2:

*Matriz del riesgo ante desborde de río*

Peligro	Peso del peligro	Vulnerabilidad	Peso de la vulnerabilidad	Riesgo
0.230	0.65	0.486	0.35	0.320
0.156	0.65	0.257	0.35	0.191
0.099	0.65	0.137	0.35	0.113
0.070	0.65	0.076	0.35	0.072
0.053	0.65	0.045	0.35	0.050

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12:

*Nivel de riesgo ante desborde de río*

RANGOS				CLASIFICACIÓN	
0.191	≤	r	≤	0.320	Muy alto
0.113	≤	r	<	0.191	Alto
0.072	≤	r	<	0.113	Medio
0.050	≤	r	<	0.072	Bajo

Fuente: Elaboración propia

El siguiente cuadro y la siguiente tabla resumen los niveles de riesgo determinados en el proceso de evaluación de riesgo de desastre ante movimiento sísmico:

Cuadro 3:

*Matriz del riesgo ante movimiento sísmico*

Peligro	Peso del peligro	Vulnerabilidad	Peso de la vulnerabilidad	Riesgo
0.209	0.55	0.472	0.45	0.327
0.173	0.55	0.264	0.45	0.214
0.153	0.55	0.143	0.45	0.148
0.142	0.55	0.076	0.45	0.112
0.137	0.55	0.045	0.45	0.095

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13:

*Nivel de riesgo ante movimiento sísmico*

RANGOS				CLASIFICACIÓN	
0.214	≤	r	≤	0.327	Muy alto
0.148	≤	r	<	0.214	Alto
0.112	≤	r	<	0.148	Medio
0.095	≤	r	<	0.112	Bajo

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de las tablas, y de sus mapas correspondientes (ver anexos) se determina que los niveles de peligro ante sismo e inundación por desborde de río son muy altos mientras que el nivel de peligro es alto; los niveles de vulnerabilidad ante las 3 amenazas en general se dividen en lotes con nivel alto y otros con nivel moderado casi en porcentaje similar; respecto al nivel de riesgo por inundación y por sismo los niveles muestran niveles alto y moderado siendo ligeramente mayor el nivel alto, y el riesgo por inundación es mayoritariamente de nivel alto con muy pocos lotes en nivel muy alto.

## CONCLUSIONES

No existe una resolución directoral que establecía una delimitación de la faja marginal del río Rímac en su margen izquierda, que es donde se ubica el Asentamiento Humano 03 de Octubre, además de no existir una evaluación de riesgo propiamente dicho en esta zona, por lo que se debe tomar en cuenta el actual estudio de delimitación de la faja marginal.

El nivel de peligro ante flujo de detritos es alto, prácticamente en todos los lotes, esto no es notorio en campo, pero sí en imágenes satelitales, puesto que el curso natural de la quebrada ha sido modificado con curvas abruptas, las cuales, ante un evento extremo, serían sobrepasadas retomando su cauce natural, en cuya desembocadura se encuentra parte del asentamiento humano. El nivel de peligro ante inundación por el desborde del río es muy alto, prácticamente en todos los lotes, esto porque la mayor parte del asentamiento se encuentra dentro de la faja marginal del río Rímac, separándolo de él solo un muro de contención que ya ha colapsado anteriormente. La faja marginal es catalogada como zona de muy alto riesgo no mitigable, por lo que se declara inhabitable. El nivel de peligro ante sismo es muy alto en todos los lotes, esto porque se encuentra sobre un suelo inestable como el de la zona, que está sobre material fluvial aluvional reciente y que ha sido modificado para habitar de manera no técnica.

El nivel de vulnerabilidad ante flujo de detritos se daría por el enlodamiento tipo inundación y algunos daños en la zona. Los resultados son de un 50% de lotes en nivel alto y el otro 50% en nivel moderado de riesgo de vulnerabilidad, esto por las características de estas viviendas ante los peligros mencionados anteriormente. El nivel de vulnerabilidad ante inundación se daría por el aumento del caudal del río, el cual retomaría su cauce en máxima avenida, que es donde se encuentra parte del Asentamiento Humano 03 de Octubre. Los resultados son de un 50% de lotes en nivel alto y el otro 50% en nivel moderado de riesgo de vulnerabilidad, esto por las características de estas viviendas ante los peligros mencionados anteriormente. El nivel de vulnerabilidad ante sismo es entre moderado a alto en los diversos lotes, esto por las características de los predios, que en su mayoría son construcciones informales carentes de toda técnica constructiva.

El nivel de riesgo ante flujo de detritos es prácticamente del 50% en nivel alto y el otro 50% en nivel moderado, esto porque la vulnerabilidad en este caso tiene más relevancia que el peligro. El nivel de riesgo ante inundaciones es prácticamente en todos los lotes en nivel alto y unos pocos en nivel muy alto, esto porque en este caso el peligro del desborde del río tiene más relevancia que la vulnerabilidad de los predios. A diferencia del flujo de detritos, este es un flujo constante y de mayor caudal, por ello los resultados que difieren con el riesgo ante flujo de detritos. El nivel de riesgo ante sismo es en el 80% de los lotes de nivel alto, mientras que en un 20% es de nivel moderado; esto porque la vulnerabilidad tiene una ligera mayor relevancia que el peligro, esto se detalla en las matrices desarrolladas.

Estos resultados permitirían una adecuada toma de decisiones respecto a los proyectos de inversión pública que se tomen en cuenta para prevenir y reducir el riesgo de desastres en la zona de estudio. La presente tesis permitirá que, por parte de las autoridades, se realicen nuevas evaluaciones de riesgo en los sectores más críticos de la margen izquierda del río Rímac, teniendo en cuenta que ya existe una delimitación de la faja marginal, esto permitirá tomar medidas de control que reduzcan los daños y pérdidas en el sector de Chosica, que presenta varios peligros naturales.

Las limitaciones encontradas fueron que la data utilizada de las instituciones técnico científicas mostraban ligeras incongruencias, lo que se tuvo que contrastar con el presidente de la asociación, puesto que por la pandemia del COVID 19 no se pudo realizar un adecuado censo,

sin embargo, el presidente de la asociación ayudó a contrastar lo obtenido de las instituciones técnico científicas, pues son pocos lotes los que conforman al ASENTAMIENTO HUMANO 03 de octubre.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CENEPRED. (2013). *Manual para la elaboración de riesgos originados por fenómenos naturales*. Lima: Centro Nacional de Estimación y Prevención de Desastres. Lima: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres.
- CENEPRED. (2015). *Manual para la elaboración de riesgos originados por fenómenos naturales*. Lima: Centro Nacional de Estimación y Prevención de Desastres, v2. Lima: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres.
- Cuisano Marreros, V., Mamai Ccoto, J., Guevara Salas, M. y Suárez Solórzano, J. (2017). *Informe de evaluación del riesgo por flujo de detritos en el área de influencia de la quebrada Huaycoloro, distrito de Lurigancho, provincia y departamento de Lima*. Lima: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres.
- D.S. N°048-2011 PCM, para crear el Reglamento de Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres SINAGERD. Boletín Oficial El Peruano, del 26 de mayo del 2011, pp. 443206 a 443218.
- Dankhe, L.G. (1986). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill
- Flores Inca, G. (2018). *Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial en la localidad de Nuevo Horizonte, distrito de Valera, provincia de Bongará, departamento de Amazonas*. Chachapoyas: Municipalidad distrital de Valera.
- Gonzalez de Vallejo, L. (2002). *Ingeniería Geológica*. Barcelona: Pearson Educación.
- Hayes, B. (1999). *Cómo medir la satisfacción del cliente: diseño de encuestas, uso y métodos de análisis estadístico (2ª ed.)*. México D.F.: edit. Oxford.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (6a. ed.)*. México D.F.: McGraw-Hill
- Holguin Aranda, L. (2018). *Determinación de metodología de la vulnerabilidad por tipología y ámbito aplicado al Distrito de Morococha, Provincia de Yauli, Región Junín*. (Tesis de Maestría) Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- INDECI (2006). *Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres 2006 Evaluación y Estimación del Riesgo*. Capítulo 6. Lima: Instituto Nacional de Defensa Civil.
- INDECI (2006). *Manual Básico para la Estimación del Riesgo*. Lima: Instituto Nacional de Defensa Civil.
- Jimeno Meléndez, R., Pozo Caparó, K. y Flores Cobeñas, E. (2018). *Evaluación de riesgo por erosión lateral en la margen derecha del río Rímac en la zona urbana denominada Asentamiento Humano Moyopampa – Parcela 5, distrito de Lurigancho, provincia y departamento de Lima*. Lima: Municipalidad distrital de Lurigancho.
- Kerlinger, F.N. (1979). *Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento: técnicas y metodología*. México D.F.: Nueva Editorial Interamericana.
- Ley N°29664, para crear el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres SINAGERD. Boletín Oficial El Peruano, del 19 de febrero del 2011, pp. 436456 a 436463.
- O'Connor Salmón, H. (1988). *Investigación del Huayco de Chosica 1987, sus efectos y medidas de mitigación*, (Tesis profesional) Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Passalacqua Aguirre, L. y Holguin Aranda, L. (2019). *Informe de evaluación del riesgo sísmico en la asociación de vivienda Las Laderas de Jicamarca, distrito de Lurigancho, provincia y departamento de Lima*. Lima: Municipalidad distrital de Lurigancho.

PNUD (2004). *Vivir con el Riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres*. Ginebra: ONU.

PNUD (2010). *Evaluación del Riesgo de Desastres*. Recuperado de [www.undp.org/cpr/we\\_do/disaster\\_global\\_risk\\_id.shtml](http://www.undp.org/cpr/we_do/disaster_global_risk_id.shtml)

Rasi, H. (1991). *Combatiendo en dos frentes, una respuesta adventista al secularismo y al neopanteísmo*. Buenos Aires: Diálogo Universitario 1.

Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York City: McGraw-Hill Book Co.

Toskano Hurtado, G. B. (2005). *El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Selección de Proveedores*. (Tesis de Maestría) Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

## ANEXOS

Los mapas de riesgos obtenidos como resultados se muestran a continuación:

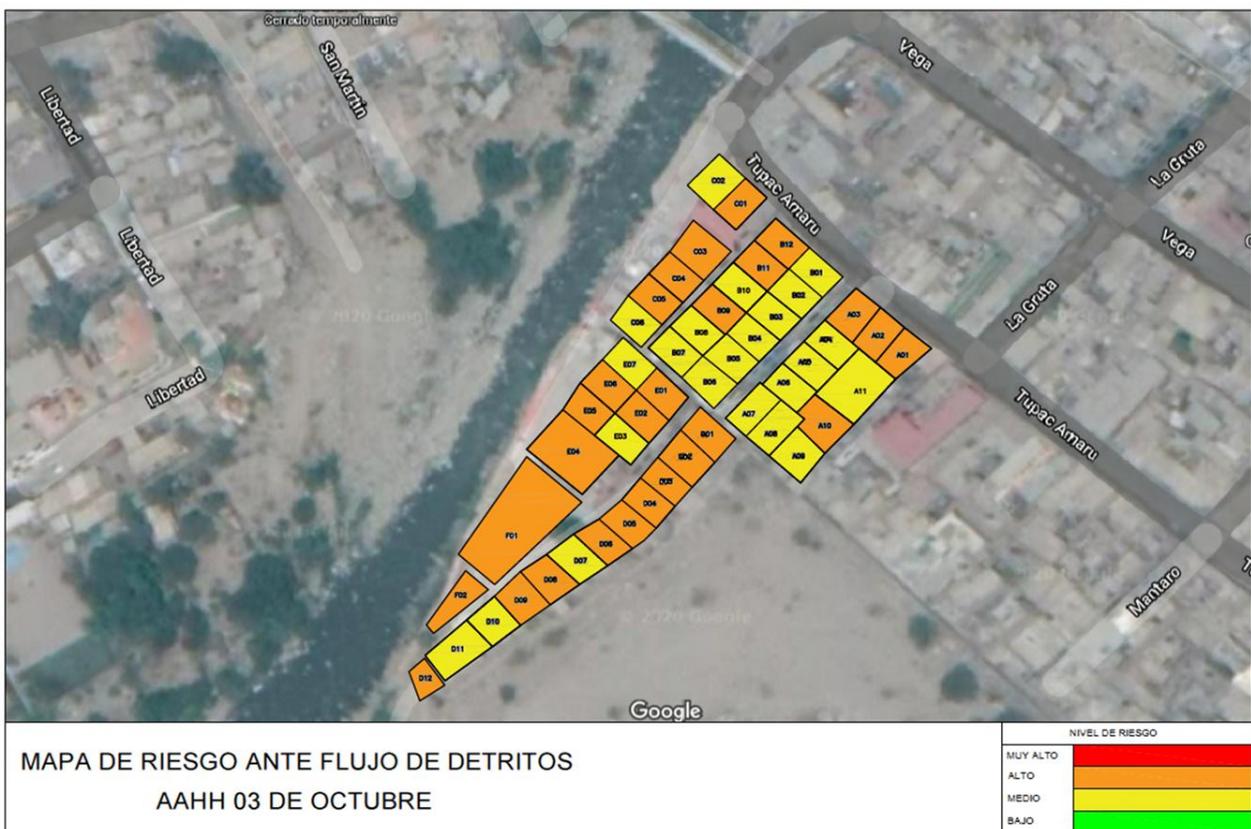


Figura 7: Mapa de riesgo ante flujo de detritos

Fuente: Propia



Figura 8: Mapa de riesgo ante desborde de río  
Fuente: Propia

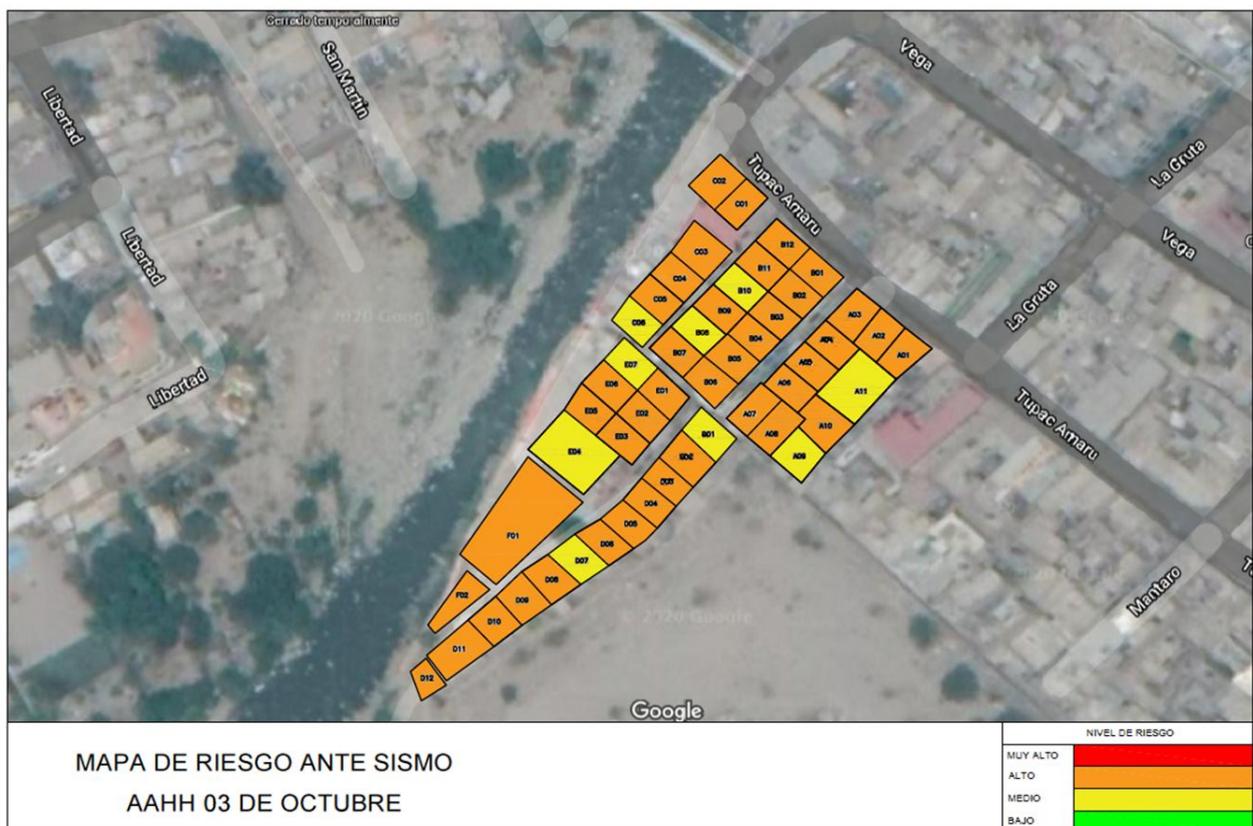


Figura 9: Mapa de riesgo ante movimiento sísmico  
Fuente: Propia

## PANEL FOTOGRÁFICO



Río Rímac



Asentamiento Humano 03 de Octubre



Quebrada San Antonio Pedregal



Quebrada Santo Domingo

