

# INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO ORIGINADO POR EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO EN LA PARCELA P01014696-ZORRILLA, EN EL C.P. CRUZ DEL RÍO, DISTRITO Y PROVINCIA DE BARRANCA, DEPARTAMENTO DE LIMA



FEBRERO, 2023

---

**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

# ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

## Profesionales del Equipo técnico

**Héctor Lavado Sánchez      Geógrafo  
Especialista**

**Jhon Chahua Janampa      Ing. Mecánico de Fluidos  
Especialista**



.....  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
**EVALUADOR DE RIESGO**  
**000-2023-CENEPRED-SG**  
**REG. CGP N° 484**



.....  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
**Ing. Mecánico de Fluidos**  
**Evaluador del Riesgo**  
**RJ N°119-2021-CENEPRED/J**

**INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO ORIGINADO POR EROSIÓN HÍDRICA  
DEL SUELO EN LA PARCELA P01014696-ZORRILLA, EN EL C.P. CRUZ DEL  
RÍO, DISTRITO Y PROVINCIA DE BARRANCA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

**CONTENIDO**

PRESENTACIÓN

**CAPITULO I: INTRODUCCIÓN**

- 1.1 OBJETIVO GENERAL
- 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS
- 1.3 JUSTIFICACIÓN
- 1.4 MARCO NORMATIVO

**CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO**

- 2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA
  - 2.1.1 Vías de acceso
- 2.2 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS
  - 2.2.1 Población
  - 2.2.2 Vivienda
  - 2.2.3 Servicios básicos
- 2.3 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS
  - 2.3.1 Actividades económicas
- 2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
  - 2.4.1 Inclínación y longitud de la pendiente (Factor LS)
  - 2.4.2 Condiciones geológicas
  - 2.4.3 Condiciones geomorfológicas
  - 2.4.4 Condición de erosión del suelo

**CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO**

- 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO
- 3.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN
- 3.3 IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO
- 3.4 CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO
- 3.5 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO Y PONDERACIÓN
- 3.6 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO
  - 3.6.1 Análisis de los factores condicionantes
  - 3.6.2 Análisis del factor desencadenante
- 3.7 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS
- 3.8 NIVELES DE PELIGRO
- 3.9 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO
- 3.10 MAPA DE PELIGROS
- 3.11 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

**CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD**

- 4.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD
- 4.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL
  - 4.2.1 Análisis de la exposición en la dimensión social
  - 4.2.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión social
  - 4.2.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión social

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/1

- 4.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA
  - 4.3.1 Análisis de la exposición en la dimensión económica
  - 4.3.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión económica
  - 4.3.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión económica
- 4.4 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL
  - 4.4.1 Análisis de la exposición en la dimensión ambiental
  - 4.4.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental
  - 4.4.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental
- 4.5 NIVELES DE VULNERABILIDAD
- 4.6 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD
- 4.7 MAPA DE VULNERABILIDAD

#### **CAPÍTULO V: CÁLCULO DE RIESGO**

- 5.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO
- 5.2 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO
- 5.3 ESTRATIFICACIÓN DEL RIESGO
- 5.4 MAPA DE RIESGO
- 5.5 CÁLCULO DE LOS EFECTOS PROBABLES
- 5.6 ZONIFICACIÓN DE RIESGOS

#### **CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO**

- 6.1 DE LA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS
  - 6.1.1 Aceptabilidad o tolerancia de riesgos
  - 6.1.2 Control de riesgos

#### **VII. CONCLUSIONES**

#### **VIII. RECOMENDACIONES**

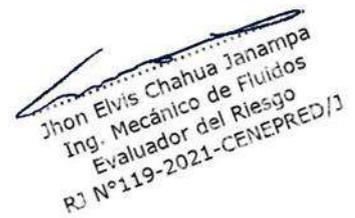
#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **LISTA DE CUADROS Y FIGURAS**

#### **ANEXOS**



.....  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
**EVALUADOR DE RIESGO**  
**006-2023-CENEPRED-SG**  
**REG. CGP N° 484**



**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
**Ing. Mecánico de Fluidos**  
**Evaluador del Riesgo**  
**RJ N°119-2021-CENEPRED/J**

## PRESENTACIÓN

La inmobiliaria Los Portales S.A, se encuentra ejecutando el desarrollo de un nuevo proyecto de habilitación urbana en la parcela Zorrilla con número de partida P01014696, ubicada en el centro poblado de Cruz del Río, distrito y Provincia de Barranca, departamento de Lima. En el marco de sus responsabilidades, ha solicitado la elaboración de un informe de evaluación de riesgo en las inmediaciones de dicha propiedad, a fin de evaluar su afectación por la influencia de erosión hídrica del suelo, recomendando de esta manera, medidas estructurales o no estructurales, a fin de minimizar el posible escenario de riesgo.

En la provincia de Barranca se suscitan derrumbes y erosión de laderas, a causa de la presencia de escurrimientos de agua superficiales por parte del establecimiento de canales de regadío que afectan viviendas y campos de cultivo.

La ejecución del presente estudio constó de una inspección de campo efectuada por el equipo de evaluación, durante mes de setiembre del presente año, así como información existente y documentos disponibles, tales como cuadrángulo geológico, entre otros.

El desarrollo de este informe se sujeta a la aplicación metodológica del “Manual para la evaluación del riesgo originado por Fenómenos Naturales”, segunda versión, la cual permite: analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) de los fenómenos o peligros; analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al peligro, en función a los factores exposición, fragilidad y resiliencia. Así como, la determinación y zonificación de los niveles de riesgos y finalmente, la formulación de recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción del riesgo en el área de estudio.

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/1

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

El presente informe de evaluación de riesgo originado por erosión hídrica del suelo, con fines de habilitación urbana, analiza el probable impacto del fenómeno en la parcela de terreno con número de partida P01014696, en adelante llamada parcela Zorrilla, localizada en el centro poblado de Cruz del Río del distrito de Barranca.

En el primer capítulo del informe, se desarrollan los aspectos generales, objetivos, justificación, marco normativo y antecedentes. En el segundo capítulo, se realiza la caracterización general del área de estudio, que comprende la ubicación geográfica, características físicas, sociales y económicas.

El tercer capítulo, comprende la determinación del peligro, identificando el área de influencia en función de los factores condicionantes y desencadenantes para la definición de los niveles, representandose gráficamente en un mapa de peligro. El cuarto capítulo comprende el análisis de la vulnerabilidad en sus dimensiones económicas y ambientales.

El quinto capítulo, contempla el procedimiento de cálculo del riesgo, a fin de identificar y gráficar el nivel y mapa de riesgo por erosión hídrica respectivamente, como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad

Finalmente, en el sexto capítulo se analiza el control del riesgo, para la identificación de aceptabilidad o tolerancia del riesgo con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

### 1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de riesgo originado por erosión hídrica del suelo en la parcela P01014696-Zorrilla, en el C.P. Cruz del Río, distrito y provincia de Barranca, departamento de Lima.

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.2.1 Determinar los niveles de peligro originado por erosión hídrica del suelo en la parcela P01014696-Zorrilla, en el C.P. Cruz del Río, distrito y provincia de Barranca, departamento de Lima.
- 1.2.2 Determinar los niveles de vulnerabilidad de la parcela P01014696-Zorrilla, en el C.P. Cruz del Río, distrito y provincia de Barranca, departamento de Lima ante la erosión hídrica del suelo.
- 1.2.3 Proponer medidas estructurales y/o no estructurales para la prevención y/o reducción del riesgo ante la erosión hídrica del suelo, en la parcela P01014696-Zorrilla, en el C.P. Cruz del Río, distrito y provincia de Barranca, departamento de Lima

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

El centro poblado Cruz del Río, se asienta sobre depósitos aluviales constituidos por gravas subredondeadas en matriz arenosa y arcillosa, estos suelos son saturados por la intervención de caudales transportados a lo largo de diversos canales de regadío no cementados, que ocasionan la erosión de los suelos. En este caso, la parcela Zorrilla se localiza próxima al borde de un acantilado, expuesta a la erosión del suelo por parte del mal manejo y/o control del desfogue de los caudales circundantes a través de los canales de regadío establecidos en el lugar, siendo necesario caracterizar dicho evento, a fin de estimar los niveles de riesgo prospectivo asociados al mismo con fines de habilitación urbana. Esta información técnica, permitirá contribuir en la gestión del riesgo de desastres por parte de las autoridades locales y empresa privada. Con lo descrito anteriormente, se sustentará la implementación de acciones para la prevención de los niveles de riesgo en el área de estudio.



.....  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484



Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/1

## 1.4 MARCO NORMATIVO

- Ley N°29664 – Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD
- Decreto Supremo N°048-2011-PCM – Reglamento de la ley del sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- Ley N°27867 – Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y sus modificatorias dispuesta por Ley N° 27902
- Ley N°27972 – Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N°28268
- Decreto Supremo N°115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N°29869
- Decreto Supremo N°126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N°29869
- Resolución Jefatural N°112-2014-CENEPRED/J, que aprueba el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da versión
- Resolución Ministerial N°334-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del proceso de Estimación del Riesgo de Desastres
- Resolución Ministerial N°222-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos para el proceso de Reducción del Riesgo de Desastres
- Resolución Ministerial N°220-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos para el proceso de Reducción del Riesgo de Desastres
- Decreto Supremo N°111-2012-PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

  
.....  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
.....  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

## CAPITULO II

### CARACTERISTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio comprende las inmediaciones de la propiedad Zorrilla, ubicada en el centro poblado Cruz del Río, distrito y provincia de Barranca, departamento de Lima. A continuación, se indica la localización en coordenadas UTM zona 18 S:

- Coordenada este: 195964 E
- Coordenada norte: 8812481 S

Límite distrital:

- Por el norte con el distrito de Pativilca.
- Por el sur con el distrito de Supe.
- Por el oeste con el océano Pacífico.
- Por el este con el distrito de Cochas, de la provincia de Ocos en Ancash.

Límite de la parcela Zorrilla:

- Por el norte con el río pativilca y el C.P. Cruz del Río.
- Por el sur con la urbanización Brisas de Barranca.
- Por el oeste con áreas de cultivo.
- Por el este con el C.P. Cruz del Río.

En la siguiente figura 01, se observa el área de estudio.



Figura 01. Mapa de ubicación del área de estudio.

GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

### 2.1.1 Vías de acceso

Para acceder al área de estudio, se dispone como única ruta de acceso la avenida Panamericana Norte (antigua), la distancia desde el centro cívico de la ciudad de Barranca es de 3.2 Km, cuyo traslado demanda una duración máxima de 15 minutos, Figura 02.

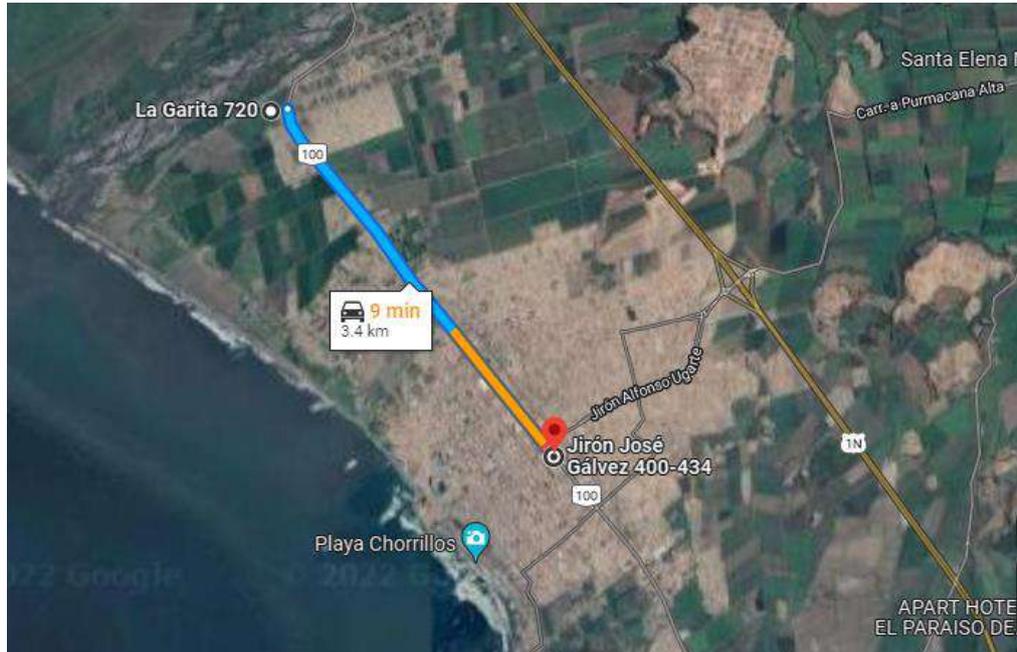


Figura 02. Ruta de acceso del centro cívico de Barranca al área de estudio.  
Fuente: Google Earth.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS

### 2.2.1 Población

El distrito de Barranca cuenta con una población de 68,324 habitantes, de ese total, el 49.12% son hombres y el 50.88% son mujeres. Ver el Cuadro 01.

Cuadro 01.

Población del distrito de Barranca		
Sexo	Habitantes	%
Total	68 324	100
Hombre	33 564	49.12
Mujer	34 760	50.88

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI, 2017.

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/3

## 2.2.2 Vivienda

En el distrito de Barranca, según el Cuadro 02 se tiene 21,614 viviendas particulares, de ese total, el 88.73% son casas independientes; y en segundo orden porcentual el 5.96% son departamentos en edificio, Cuadro 02.

**Cuadro 02.**

<b>Tipo de vivienda en el distrito de Barranca</b>		
<b>Tipo de vivienda</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Total de viviendas	21 614	100
Casa independiente	19179	88.73
Departamento en edificio	1288	5.96
Vivienda en quinta	422	1.95
Vivienda en casa de vecindad	408	1.89
Choza o cabaña	88	0.41
Vivienda improvisada	138	0.64
Local no destinado para habitación	19	0.09
Viviendas colectivas	72	0.33

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI, 2017.

## 2.2.3 Servicios básicos

En cuanto a los servicios básicos, el 83.68% (14333) de las viviendas cuenta con servicio de agua (conexión a domicilio), mientras que el 16.32% (2796) tiene otro tipo de conexión tales como: Pilon, camión cisterna, manantial, etc. Cuadro 03.

**Cuadro 03.**

<b>Cuenta con conexión de agua a domicilio</b>		
	<b>Viviendas</b>	<b>%</b>
Total	17129	100
Tiene	14333	83.68
No tiene	2796	16.32

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI, 2017.

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

Respecto a la conexión de red de desague a las viviendas, el 79.37% (13595) de las viviendas cuenta con este servicio, mientras que el 20.63% (3534) tiene otro tipo de conexión tales como: Pozo, letrina, río, etc. Cuadro 04.

**Cuadro 04.**

<b>Conexión de red de desague a domicilio</b>		
	<b>Viviendas</b>	<b>%</b>
<b>Total</b>	17129	100
Tiene	13595	79.37
No tiene	3534	20.63
Fuente: Elaboración propia con datos del INEI, 2017.		

## 2.3 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS

### 2.3.1 Actividades económicas

En el distrito de Barranca la población económicamente activa (PEA), según el Censo de 2017, era de 31,020 habitantes. De ese total, 18,591 son hombres y 812,429 son mujeres.

Del total de la PEA distrital, 29,743 habitantes estaban ocupados y 1,277 habitantes estaban desocupados. Del total de población ocupada, el 23.58% trabaja en el sector comercio; el 19.65% se desempeña en la agricultura, ganadería y pesca; el 11.60% son trabajadores de transporte y almacenamiento y el 7.2% se desempeñan en actividades de alojamiento. Ver Cuadro 05

En la zona de estudio, se observó que la población mayoritariamente, se dedica a labores de comercio y agricultura.



.....  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484



**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 R3 N°119-2021-CENEPRED/J

**Cuadro 05.**

<b>Población Económicamente Activa del distrito de Barranca</b>		
<b>Población Económicamente Activa</b>	<b>Actividad</b>	<b>%</b>
<b>Total PEA ocupada</b>	<b>29 743</b>	<b>100%</b>
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	5 845	19.65%
Explotación de minas y canteras	91	0.31%
Industrias manufactureras	1 468	4.94%
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	18	0.06%
Suministro de agua; evacua. de aguas residuales, gest. de desechos y descont.	76	0.26%
Construcción	1 988	6.68%
Comerc., reparación de veh. autom. y motoc.	7 014	23.58%
Transporte y almacenamiento	3 455	11.62%
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	2 163	7.27%
Información y comunicaciones	215	0.72%
Actividades financieras y de seguros	343	1.15%
Actividades inmobiliarias	42	0.14%
Actividades profesionales, científicas y técnicas	1 508	5.07%
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	746	2.51%
Adm. pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	769	2.59%
Enseñanza	1 864	6.27%
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	821	2.76%
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	322	1.08%
Otras actividades de servicios	721	2.42%
Act. de los hogares como empleadores; act. no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio	274	0.92%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI, 2017.

## 2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A continuación, se describen las principales características físicas reconocidas en las inmediaciones del área de estudio, las cuales permitieron el análisis y caracterización del peligro, cuya ocurrencia ocasiona la erosión de laderas afectando la parcela Zorrilla; por ello se considera la evaluación de los siguientes factores:

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 000-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/J

### 2.4.1 **Inclinación y longitud de la pendiente (Factor LS)**

La inclinación de la pendiente es el ángulo de inclinación de la superficie local en relación con el plano horizontal. Se puede expresar en grados o en por ciento. Otros algoritmos calculan la pendiente como la media de la pendiente en las 8 direcciones respecto a la celda central de cada entorno de vecindad.

Una vez calculada la pendiente del terreno para cada celda del MDE, los valores pueden ser reclasificados según intervalos de clase a criterio del usuario en dependencia de la finalidad del mapa de pendientes. Al mapa de clases de pendiente resultante se le puede aplicar un filtro de mayoría para reducir la variabilidad espacial u homogeneizar las áreas.

La longitud de la pendiente tiene una importante influencia en el comportamiento de la inundación, determinando también la velocidad de flujo, más el grado de confluencia de la escorrentía. La capacidad de desprendimiento y transporte de las partículas del suelo por el flujo superficial está, por tanto, directamente relacionado con la longitud de la ladera.

El factor L se puede caracterizar como la distancia desde el punto de caída del agua hasta el punto en que esta disminuye delimitando el comienzo de una sedimentación que puede ser un elemento de ruptura a lo largo de los valles o la unión con un canal definido (Wischmeier & Smith,1978).

La intensidad de la erosión hídrica varía en función de la vertiente que el agua recorre a través de sus características la longitud (L) y el grado de la pendiente (S). El LS representa la relación esperada de la pérdida de suelo por unidad de área en una pendiente cualquiera, en comparación con la correspondiente pérdida de suelo en una parcela unitaria estándar (Bertoni y Lombardi Neto,1999).

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

## 2.4.2 Condiciones geológicas

En el lugar se reconocieron y delimitaron cinco unidades litológicas a escala local, descritas a continuación y expresadas gráficamente en el mapa P-02:

### a. Depósitos aluviales

Son depósitos poco consolidados con alta permeabilidad, constituidos por una matriz arenosa y arcillosa con clastos subredondeados >5 cm de diámetro. Estos materiales fueron transportados y depositados por la ocurrencia de eventos aluvionales. En el área de estudio se distinguen dos tipos de depósitos aluviales:

#### Depósito aluvial 1 / Qh-a1

Constituye el área de asentamiento del centro poblado Cruz del Río y la extensión agrícola, esta unidad se encuentra conformada por suelos arenosos y arcillosos que mantienen en suspensión clastos < 20 cm y gravillas < 5 cm, expuestos a escurrimiento superficial de canales de regadío no estructurados y/o canalizados, Figura 03.



Figura 03. Depósito aluvial 1, localizado en el sector de expansión agrícola.

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

### **Depósito aluvial 2 / Qh-a12**

Constituye las zonas de laderas y taludes. Esta unidad está conformada por suelos arenosos con gravillas < 5 cm poco consolidados, que mantienen en suspensión clastos subredondeados > 20 cm, expuestos a procesos de erosión y sobresaturación por la desembocadura de escorrentías superficiales, provenientes de canales de regadío no estructurados y/o canalizados, Figura 04.



Figura 04. Depósito aluvial 2, localizado en las zonas de laderas.

### **b. Depósitos fluviales**

Conformado por clastos subredondeados y redondeados en suspensión sobre una matriz arenosa y limosa. En el área de estudio se distinguen tres tipos de depósitos fluviales:

### **Depósito fluvial 1 / Qh-fl1**

Constituye el área localizada entre la llanura de inundación del río Pativilca a las zonas de laderas. Esta unidad se encuentra conformada por suelos arenosos y limosos que mantienen en suspensión clastos subredondeados > 30 cm, cubierta densamente

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
R3 N°119-2021-CENEPRED/J

por vegetación y establecimiento de áreas de cultivo estacional.  
Figura 05.



Figura 05. Depósito fluvial 1, delimitado por la línea de color amarillo.

### **Depósito fluvial 2 / Qh-fl2**

Conformado por el área expuesta al incremento del caudal del río Pativilca. Esta unidad se encuentra constituida por arena y grava redondeada con dimensiones mayores a 30 cm de diámetro. Sobre este espacio se establece vegetación con densidad media. Figura 06.

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

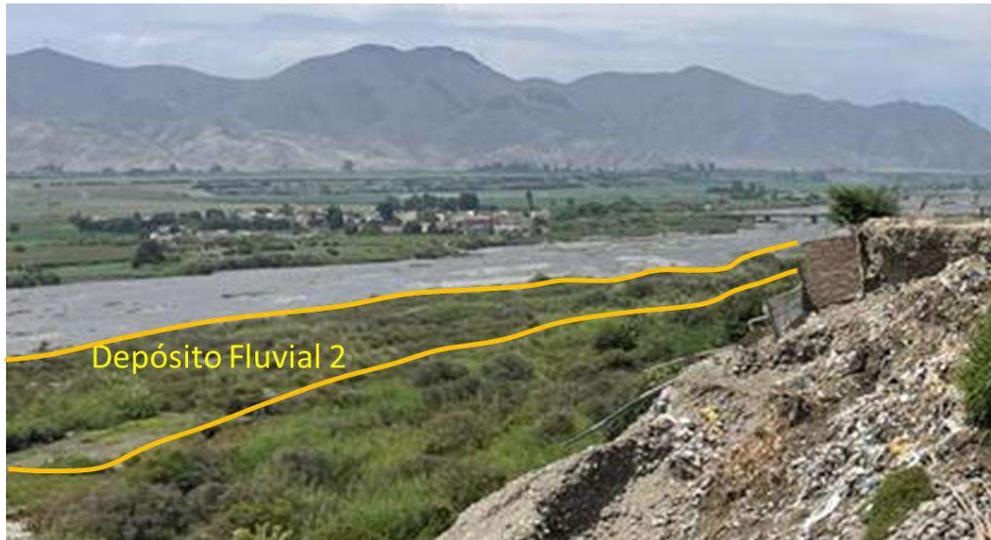


Figura 06. Depósito fluvial 2, delimitado por las líneas de color amarillo.

### Depósito fluvial 3 / Qh-fl3

Conformado por el cauce o lecho del río Pativilca, constituido por clastos redondeados de dimensiones superiores a los 50 cm. Figura 07.

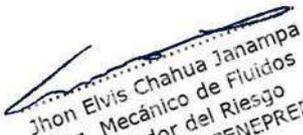


Figura 07. Depósito fluvial 3, delimitado por las líneas de color amarillo.

### 2.4.3 Condiciones geomorfológicas

La zona de estudio se encuentra sobre formas de relieve de carácter depositacional y agradacional. A continuación, se describen las unidades geomorfológicas reconocidas; asimismo, se visualiza de manera cartográfica en el mapa P-03:

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

### a. Terraza aluvial

Relieve formado por procesos de depositación de los flujos aluvionales antiguos. Presenta pendiente suave entre  $2^{\circ}$  a  $14^{\circ}$ , conformada por una matriz arenosa y arcillosa con clastos subangulosos y gravillas. Sobre esta geoforma se asienta el centro poblado Cruz del Río y la extensión de las áreas agrícolas, Figura 08.



Figura 08. Terraza aluvial en el sector del C.P. Cruz del Río.

### b. Talud

Forma de relieve conformado por el proceso erosivo de las laderas, se localiza entre esta última y la terraza fluvial. Presenta una pendiente muy agreste superior a los  $15^{\circ}$  y constituido por clastos subredondeados suspendidos en matriz arenosa. Esta geoforma se encuentra expuesta a procesos erosivos por escurrimiento superficial proveniente de los canales de regadío, que desembocan incidente y constantemente sobre esta unidad; asimismo, se encuentra expuesta a la acción hidrodinámica del río Pativilca, Figura 09.

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J



Figura 09. Talud expuesto a escurrimiento superficial.

### c. Terraza fluvial

Forma de relieve con pendiente suave menor a los  $14^\circ$ , constituidos por clastos subredondeados y gravas en suspensión sobre una matriz arenosa y limosa. Sobre esta geoforma se establecen algunas áreas de cultivo con régimen de uso estacional además de vegetación arbustiva muy densa, Figura 10.



Figura 10. Formación de terraza fluvial (Línea amarilla).

#### d. Llanura de inundación

Forma de relieve conformado por clastos o rocas redondeadas con matriz arenosa, establecidas sobre una pendiente muy suave menor a los  $8^\circ$ . Sobre esta geoforma se asienta vegetación arbustiva de densidad media, inundable en periodos estacionales o crecida del río Pativilca, Figura 11.



Figura 11. Formación de llanura de inundación (entre líneas amarillas).

#### e. Lecho fluvial

Forma de relieve con pendiente  $< 2^\circ$ , conformado por clastos redondeados con dimensiones  $> 30$  cm. Sobre esta geoforma, discurre el caudal del río Pativilca, Figura 12.

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J



Figura 12. Formación de lecho fluvial (entre líneas amarillas).

#### 2.4.4 Condición de erosión del suelo

En el área de estudio se observaron procesos de erosión hídrica del suelo, ocasionado por el paso de un caudal recurrente, que discurre a lo largo de la Parcela Zorrilla, generando la saturación del suelo y cuya desembocadura finaliza en las laderas, dando lugar de esta manera a la erosión de las mismas, cuyas huellas o indicios son hundimientos del terreno y/o formación de escarpas, ver figuras 13, 14 y 15.

Para la estimación del caudal máximo que puede trasladarse por el canal de regadío, sin que este sea rebasado, se ha considerado el uso de la ecuación de caudal de Manning. Para lo cual se ha caracterizado la geometría del cauce, según las observaciones realizadas en campo. La ecuación de Manning es la que se presenta a continuación (Cuadro 06 y Gráfica 01):

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

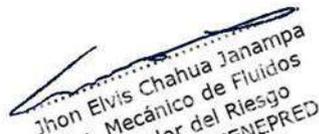
Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

n = Rugosidad

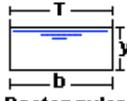
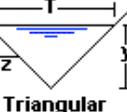
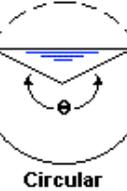
A = Área (m<sup>2</sup>)

R = Radio hidráulico = Área de la sección húmeda / Perímetro húmedo

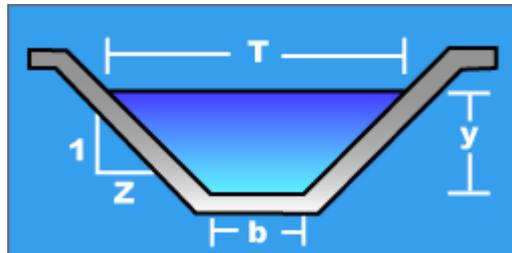
  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Tipo de sección	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$
 Triangular	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$\frac{(\text{sen}\frac{\theta}{2})D}{2}$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$

Cuadro 06. Ecuaciones fundamentales de un canal de sección regular.



Gráfica 01. Sección Típica de canal de regadío del caso de estudio.

Donde:

- T : 1.2 metros
- b : 1.0 metros
- y : 0.45 metros
- z : 2/9

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 000-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/J

A partir de las consideraciones anteriores, se determinó que el caudal máximo que podría soportar el canal existente en la zona de estudio es de 0.2109 m<sup>3</sup>/s o **210.9 litros/s**.



Figura 13. Zona de ladera sometida a proceso erosivo, con incidencia de hundimiento del suelo (círculo amarillo).



Figura 14. Suelo saturado por la ausencia de canalización y mal manejo de canales de regadío.

**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/1



Figura 15. Formación de escarpes por asentamiento del suelo (línea amarilla).

**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
**EVALUADOR DE RIESGO**  
**006-2023-CENEPRED-SG**  
**REG. CGP N° 484**

**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
**Ing. Mecánico de Fluidos**  
**Evaluador del Riesgo**  
**RJ N°119-2021-CENEPRED/J**

## CAPITULO III

### DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

El peligro por definición es 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.

La determinación de sus niveles de peligrosidad, es un proceso que incluye acciones de planeamiento, ejecución y evaluación que conducen a conocer, reducir y controlar el riesgo.

En el área de estudio, se observa por registros y documentaciones técnicas la ocurrencia de eventos de geodinámica interna y externa, tales como, sismos, caída de rocas y erosión hídrica. Este último, presenta ocurrencias de saturación del suelo, que ocasiona daños en la población e infraestructuras económicas como pérdida de áreas de cultivo, por ello, se considera su evaluación técnica a fin de, tomar medidas de mitigación adecuadas para la reducción y/o control del riesgo.

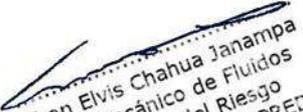
La erosión hídrica del suelo, es un proceso complejo de geodinámica externa, que comprende la desagregación del suelo por impacto de la gota de lluvia, el desprendimiento por el flujo superficial de agua, y el transporte por salpicado o por escurrimiento. Su evaluación se determina a partir de la siguiente metodología:

#### 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

Para determinar el nivel de peligrosidad por erosión hídrica del suelo en la parcela Zorrilla, se hizo uso de la siguiente metodología, Esquema 01.

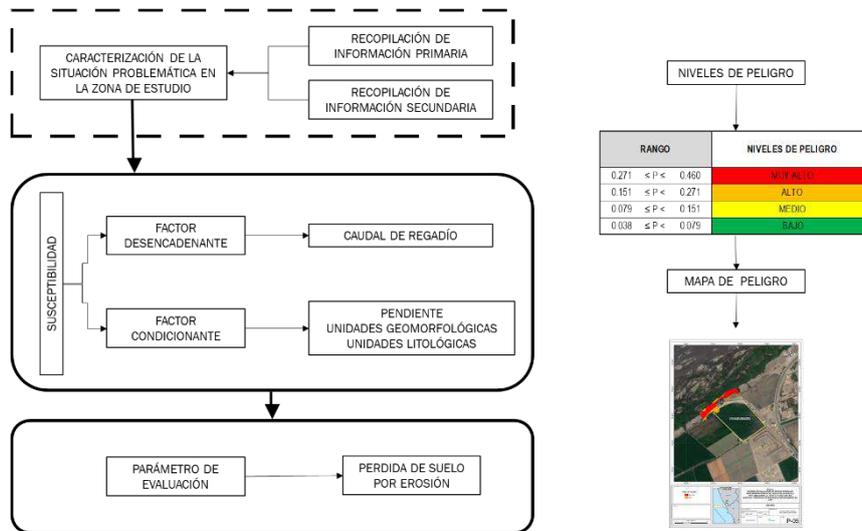


.....  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484



Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/3

**Esquema 01.** Flujograma de evaluación del peligro por erosión hídrica del suelo.



Fuente: Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión.

### 3.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

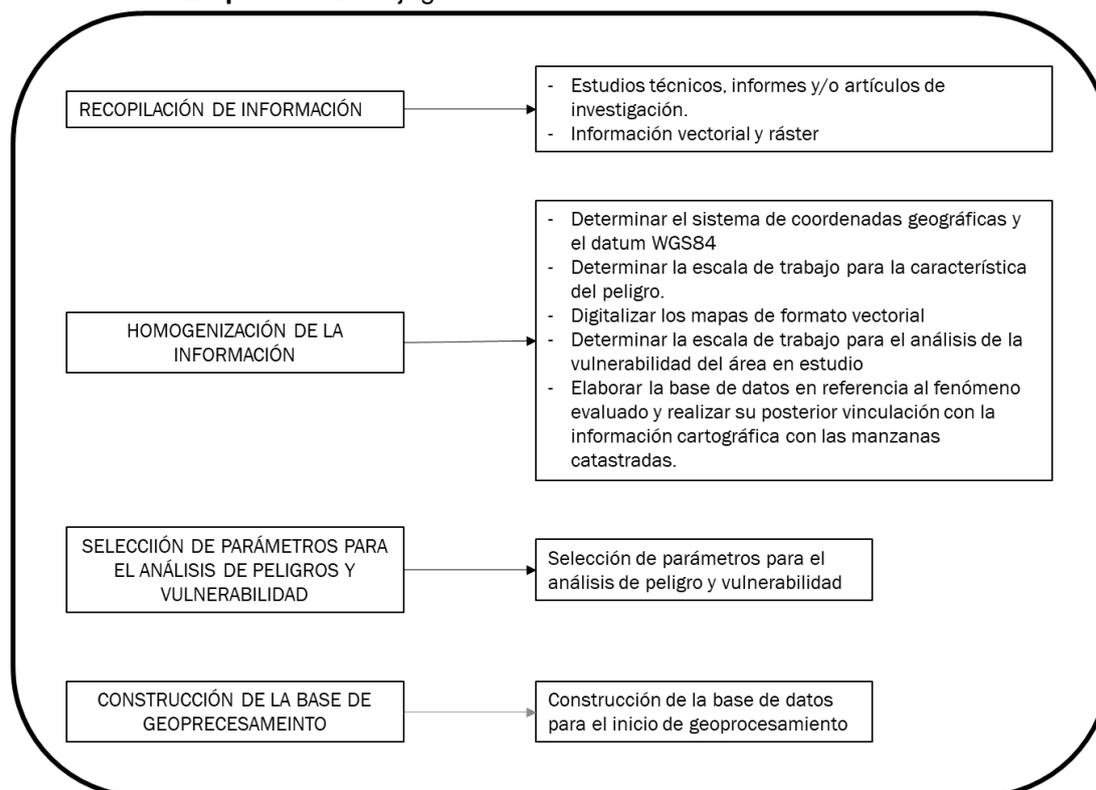
La determinación del peligro y la vulnerabilidad del presente informe, fue realizado a partir de la recopilación de información secundaria de estudios publicados por entidades técnico-científicas, tales como, INGEMMET, SENAMHI, INEI, entre otros, que comprenden información topográfica, unidades geológicas y unidades geomorfológicas.

Estas informaciones secundarias, contempla el siguiente proceso de análisis, Esquema 02.

  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
**EVALUADOR DE RIESGO**  
**000-2023-CENEPRED-SG**  
**REG. CGP N° 484**

  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
**Ing. Mecánico de Fluidos**  
**Evaluador del Riesgo**  
**RJ N°119-2021-CENEPRED/1**

**Esquema 02.** Flujograma de tratamiento de la información.



Fuente: CENEPRED

### 3.3 IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

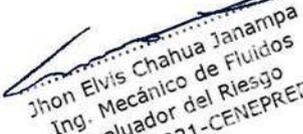
La identificación y delimitación del peligro por erosión hídrica, contempló el uso de la información secundaria, contrastada con datos puntuales recabados en el área de estudio.

### 3.4 CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO

En el área de estudio, acontecen procesos de erosión hídrica del suelo, que afectan a la población y sus infraestructuras socioeconómicas tales como: áreas de cultivo y viviendas del C.P. Cruz Del Río.

En setiembre del 2022, mediante una inspección, se observó que un tramo de 30 metros lineales en el sector norte de la parcela Zorrilla, se encuentra expuesto a procesos de asentamiento diferencial, debido al proceso erosivo de la ladera por sobresaturación de poros del suelo, esto a causa de la falta de canalización y control de las actividades de irrigación de los campos de cultivo.

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/1

### 3.5 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO Y PONDERACIÓN

Para desarrollar la ponderación de los indicadores de evaluación del peligro por erosión hídrica del suelo en la parcela Zorrilla, se consideró el uso metodológico del Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) elaborado por Saaty, que indica la importancia relativa de cada indicador de evaluación.

El parámetro de evaluación más influyente y cartografiable utilizado en este proceso de ponderación fue la pérdida de suelo por erosión hídrica, P-04.

La obtención de los pesos ponderados del parámetro de evaluación del evento descrito en el párrafo anterior, fue realizado a través del uso del PAJ de Saaty (Cuadro 07-09), obteniendo los siguientes resultados:

#### a. Parámetros de evaluación

**Cuadro 07.** Matriz de comparación de pares del parámetro pérdida de suelo por erosión

Pérdida de suelo por erosión (T/ha año)	Mayor o igual a grado 5: Muy severa (mayor a 50)	Grado 4: Severas (15-50)	Grado 3: Moderada (5-15)	Grado 2: Ligera (0.5-5)	Grado 1: Normal (menor a 0.5)
Mayor o igual a grado 5: Muy severa (mayor a 50)	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
Grado 4: Severas (15-50)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Grado 3: Moderada (5-15)	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Grado 2: Ligera (0.5-5)	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
Grado 1: Normal (menor a 0.5)	0.14	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.93	4.68	8.53	14.33	23.00
1/SUMA	0.52	0.21	0.12	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 08.** Matriz de normalización del parámetro pérdida de suelo por erosión

Pérdida de suelo por erosión (T/ha año)	Mayor o igual a grado 5: Muy severa (mayor a 50)	Grado 4: Severas (15-50)	Grado 3: Moderada (5-15)	Grado 2: Ligera (0.5-5)	Grado 1: Normal (menor a 0.5)	Vector Priorización
Mayor o igual a grado 5: Muy severa (mayor a 50)	0.519	0.642	0.469	0.349	0.304	0.457
Grado 4: Severas (15-50)	0.173	0.214	0.352	0.349	0.304	0.278
Grado 3: Moderada (5-15)	0.130	0.071	0.117	0.209	0.217	0.149
Grado 2: Ligera (0.5-5)	0.104	0.043	0.039	0.070	0.130	0.077
Grado 1: Normal (menor a 0.5)	0.074	0.031	0.023	0.023	0.043	0.039

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 09.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro pérdida de suelo por erosión

IC	0.076
RC	0.069

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

La evaluación de la susceptibilidad en la zona de estudio, considera el análisis de los siguientes factores:

**Cuadro 10.** Factores condicionantes y desencadenantes.

FACTORES CONDICIONANTES			FACTOR DESENCADENANTE
Factor LS	Unidades litológicas	Unidades geomorfológicas	Caudal de canal

A continuación, se desarrolla la matriz de comparación de pares, la matriz de normalización, índice de consistencia a los pesos ponderados de cada descriptor de evaluación de los factores condicionantes y desencadenante. Para el cálculo de los pesos ponderados, se utiliza el Proceso de Análisis Jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da versión. (CENEPRED, 2014).

#### 3.6.1 Análisis de los factores condicionantes

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

  
 .....  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/J

### 3.6.1.1 Análisis de los parámetros de los factores condicionantes

**Cuadro 11.** Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

PARÁMETRO	Facto LS	Unidades litológicas	Unidades geomorfológicas
Facto LS	1.00	5.00	6.00
Unidades litológicas	0.20	1.00	2.00
Unidades geomorfológicas	0.17	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.37	6.50	9.00
<b>1/SUMA</b>	0.73	0.15	0.11

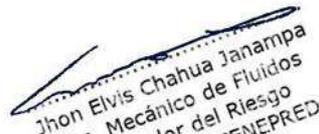
**Cuadro 12.** Matriz de normalización de los factores condicionantes

PARÁMETRO	Facto LS	Unidades litológicas	Unidades geomorfológicas	Vector Priorización
Facto LS	0.732	0.769	0.667	<b>0.723</b>
Unidades litológicas	0.146	0.154	0.222	<b>0.174</b>
Unidades geomorfológicas	0.122	0.077	0.111	<b>0.103</b>

**Cuadro 13.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para los factores condicionantes

<b>IC</b>	0.015
<b>RC</b>	0.028

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/J

### a. Parámetro: Factor LS

El factor LS está representado por la longitud de la pendiente (L) y la inclinación de ésta (S). Estos factores, en la ecuación USLE, se combinan formando uno solo para así poder, tanto caracterizar la longitud de la pendiente como la forma de producción de sedimentos (Abdulkareem et al., 2019). Tanto la longitud como la pendiente de la ladera influyen considerablemente en las tasas de erosión del suelo, siendo el relieve uno de los principales factores que determinan la emisión de sedimentos (González del Tágano, 1991). Mintegui Aguirre (1988) estableció unos determinados rangos de pendiente y asignó un valor de LS a cada uno de ellos, los cuales fueron adaptados para la clasificación de este factor en el PAJ.

**Cuadro 14.** Matriz de comparación de pares del factor LS

FACTOR LS	> 8.7	5.6 - 8.7	3.4 - 5.6	1.5 - 3.4	<= 1.5
> 8.7	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
5.6 - 8.7	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
3.4 - 5.6	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00
1.5 - 3.4	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
<= 1.5	0.14	0.20	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	2.18	4.03	6.70	11.33	21.00
<b>1/SUMA</b>	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

**Cuadro 15.** Matriz de normalización del factor LS

FACTOR LS	> 8.7	5.6 - 8.7	3.4 - 5.6	1.5 - 3.4	<= 1.5	<u>Vector Priorizacion</u>
> 8.7	0.460	0.496	0.448	0.441	0.333	<b>0.436</b>
5.6 - 8.7	0.230	0.248	0.299	0.265	0.238	<b>0.256</b>
3.4 - 5.6	0.153	0.124	0.149	0.176	0.238	<b>0.168</b>
1.5 - 3.4	0.092	0.083	0.075	0.088	0.143	<b>0.096</b>
<= 1.5	0.066	0.050	0.030	0.029	0.048	<b>0.044</b>

**Cuadro 16.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el factor LS

<b>IC</b>	0.024
<b>RC</b>	0.022

  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/J

### b. Parámetro: Unidades Litológicas

Las unidades litológicas fueron clasificadas y ordenadas de acuerdo a la erodibilidad del suelo respecto al factor que influye a su erosión para este caso específico.

**Cuadro 17.** Matriz de comparación de pares de unidades litológicas

UNIDADES LITOLÓGICAS	Deposito aluvial 2	Depósito fluvial 1	Depósito aluvial 1	Depósito fluvial 2	Depósito fluvial 3
Deposito aluvial 2	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Depósito fluvial 1	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Depósito aluvial 1	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00
Depósito fluvial 2	0.20	0.20	0.33	1.00	5.00
Depósito fluvial 3	0.14	0.14	0.20	0.20	1.00
<b>SUMA</b>	2.18	3.84	6.53	14.20	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.46	0.26	0.15	0.07	0.04

**Cuadro 18.** Matriz de normalización de unidades litológicas

UNIDADES LITOLÓGICAS	Deposito aluvial 2	Depósito fluvial 1	Depósito aluvial 1	Depósito fluvial 2	Depósito fluvial 3	Vector Priorizacion
Deposito aluvial 2	0.460	0.520	0.459	0.352	0.280	0.414
Depósito fluvial 1	0.230	0.260	0.306	0.352	0.280	0.286
Depósito aluvial 1	0.153	0.130	0.153	0.211	0.200	0.170
Depósito fluvial 2	0.092	0.052	0.051	0.070	0.200	0.093
Depósito fluvial 3	0.066	0.037	0.031	0.014	0.040	0.038

**Cuadro 19.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para unidades litológicas

<b>IC</b>	0.071
<b>RC</b>	0.064

### c. Parámetro: Unidades Geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas fueron clasificadas y ordenadas de acuerdo a la erodibilidad del suelo respecto al factor que influye a su erosión para este caso específico.

**Cuadro 20.** Matriz de comparación de pares de unidades geomorfológicas

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Talud	Terraza aluvial	Terraza fluvial	Llanura de inundación	Lecho fluvial
Talud	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Terraza aluvial	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Terraza fluvial	0.33	0.50	1.00	5.00	7.00
Llanura de inundación	0.20	0.20	0.20	1.00	5.00
Lecho fluvial	0.14	0.14	0.14	0.20	1.00
<b>SUMA</b>	2.18	3.84	6.34	16.20	27.00
<b>1/SUMA</b>	0.46	0.26	0.16	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

**Cuadro 21.** Matriz de normalización de unidades geomorfológicas

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Talud	Terraza aluvial	Terraza fluvial	Llanura de inundación	Lecho fluvial	Vector Priorización
Talud	0.460	0.520	0.473	0.309	0.259	0.404
Terraza aluvial	0.230	0.260	0.315	0.309	0.259	0.275
Terraza fluvial	0.153	0.130	0.158	0.309	0.259	0.202
Llanura de inundación	0.092	0.052	0.032	0.062	0.185	0.084
Lecho fluvial	0.066	0.037	0.023	0.012	0.037	0.035

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 22.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para unidades geomorfológicas

IC	0.102
RC	0.091

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.2 Análisis del factor desencadenante

Para la obtención de los pesos ponderados de del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico en relación a la capacidad de caudal máxima del canal de regadío. Los resultados obtenidos son los siguientes:

#### a. Análisis de los parámetros del factor desencadenante

**Cuadro 23.** Matriz de comparación para el parámetro: Caudal de canal.

Caudal de canal (l/m3)	> 210	140 - 210	70 - 140	35 - 70	< 35
> 210	1	3	5	7	9
140 - 210	0,33	1	3	5	7
70 - 140	0,20	0,33	1	3	5
35 - 70	0,14	0,20	0,33	1	3
< 35	0,11	0,14	0,20	0,33	1
Suma	1,79	4,68	9,53	16,33	25,00
1/suma	0,56	0,21	0,10	0,06	0,04

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

**Cuadro 24.** Matriz de normalización para el parámetro: Caudal de canal

Caudal de canal (l/m3)	> 210	140 - 210	70 - 140	35 - 70	< 35	Vector Priorización
> 210	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
140 - 210	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
70 - 140	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
35 - 70	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
< 35	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

**Cuadro 25.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Caudal de canal

IC	0.061
RC	0.054

### 3.7 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

El presente escenario de peligro, se plantea ante la presencia de un caudal de canales de regadíos superior a los **210 l/m3**, en interacción con formas de relieve de tipo talud, conformados este último por depósitos aluviales, con intensidad de erosión hídrica cuyo valor del factor LS es > 8.7, que influyen en la ocurrencia del evento, afectando severos daños y pérdidas a los elementos expuestos susceptibles en la dimensión económica y ambiental, en el área de influencia de la parcela Zorrilla, en el distrito y provincia de Barranca, departamento de Lima.

### 3.8 NIVELES DE PELIGRO

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través del proceso de análisis jerárquico, Cuadro 26.

**Cuadro 26.** Cálculo de los niveles de peligro

RANGO	NIVELES DE PELIGRO
0.274 < P ≤ 0.450	MUY ALTO
0.155 < P ≤ 0.274	ALTO
0.082 < P ≤ 0.155	MEDIO
0.040 ≤ P ≤ 0.082	BAJO

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/J

### 3.9 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO

Efectuando el análisis de los factores condicionantes y desencadenantes, así como el parámetro de evaluación se obtuvo como resultado la siguiente estratificación de los niveles de peligro, Cuadro 27.

**Cuadro 27.** Estratificación del nivel de peligro

Nivel de peligro	Descripción	Rango
MUY ALTO	Presentar un factor LS en el rango $> 8.7$ , unidad litológica de depósito aluvial 2 y unidad geomorfológica de tipo talud, desencadenado por un caudal de canal de regadío superior a los 210 l/m <sup>3</sup> , el cual origina una erosión de mayor o igual grado 5: Muy severa (mayor a 50)	$0.274 \leq P \leq 0.450$
ALTO	Presentar un factor LS en el rango 5.6 - 8.7, unidad litológica de depósito aluvial 1 y unidad geomorfológica de tipo terraza aluvial, desencadenado por un caudal de canal de regadío superior a los 210 l/m <sup>3</sup> , el cual origina una erosión de mayor o igual grado 4: Severas (15 - 50)	$0.155 \leq P \leq 0.274$
MEDIO	Presentar un factor LS en el rango 3.4 - 5.6, unidad litológica de depósito aluvial 1 y unidad geomorfológica de tipo terraza fluvial, desencadenado por un caudal de canal de regadío superior a los 210 l/m <sup>3</sup> , el cual origina una erosión de mayor o igual grado 3: Moderada (5 - 15)	$0.082 \leq P \leq 0.155$
BAJO	Presentar un factor LS en el rango $\leq 3.4$ , unidad litológica de depósito fluvial 2 y depósito fluvial 3. Unidad geomorfológica de tipo llanura de inundación y lecho fluvial, desencadenado por un caudal de canal de regadío superior a los 210 l/m <sup>3</sup> , el cual origina una erosión de mayor o igual grado 2: Ligera (0.5 - 5)	$0.040 \leq P \leq 0.082$

  
.....  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

### 3.10 MAPA DE PELIGRO

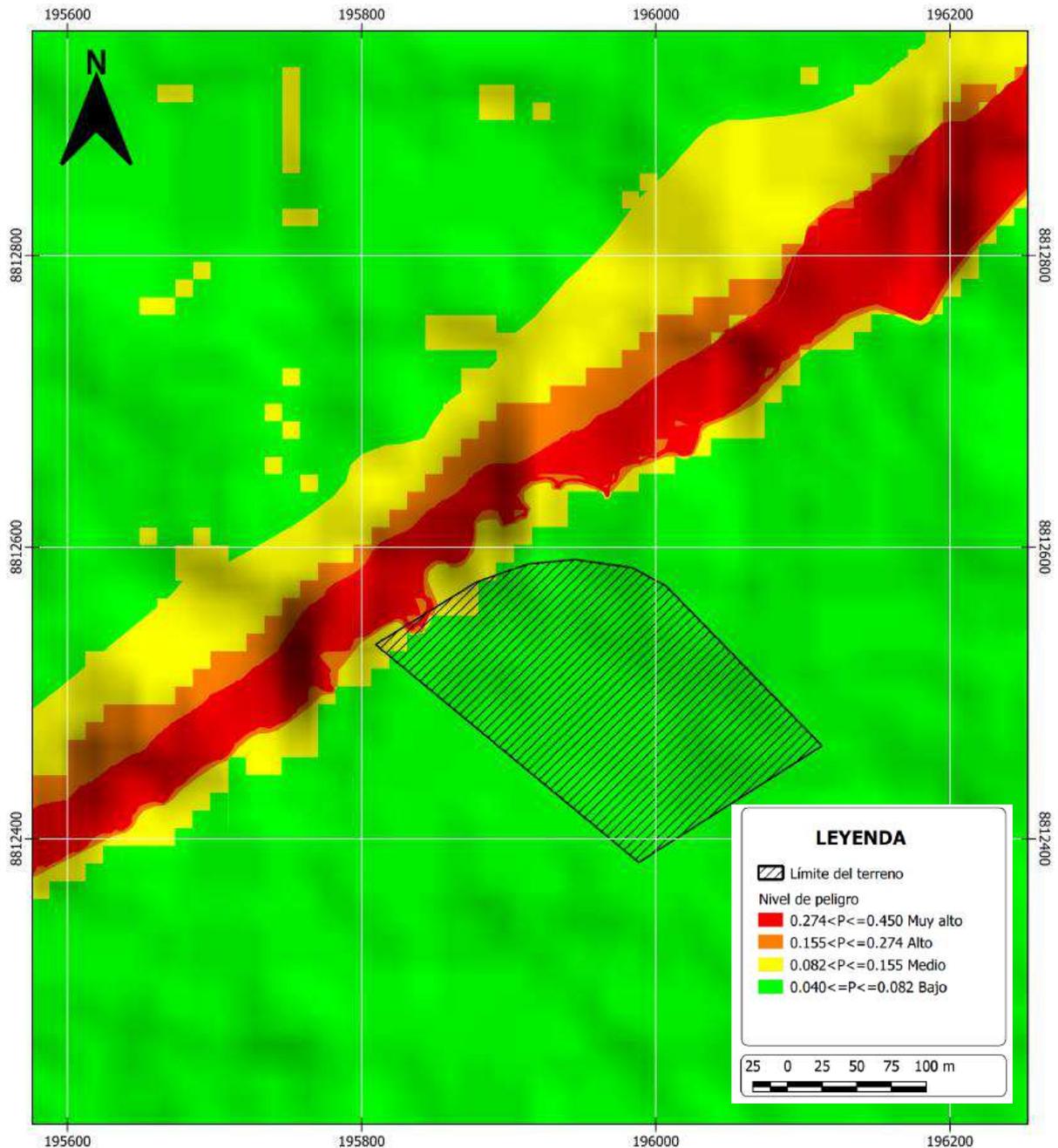


Figura 16. Mapa de peligro por erosión hídrica del suelo.

### 3.11 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

El análisis de elementos expuestos se realizó específicamente a la parcela Zorrilla, el cual es objeto de estudio, en donde se identificó que los elementos expuestos establecidos en zonas susceptibles al potencial impacto de erosión hídrica del suelo, y que podrían sufrir daños y/o pérdidas ante la ocurrencia o manifestación, es:

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

- 32,805.65 m<sup>2</sup> de área de la parcela Zorrilla, se encuentra expuesta a la erosión hídrica del suelo con nivel de peligro bajo.
- 725.66 m<sup>2</sup> de área de la parcela Zorrilla, se encuentra expuesta a la erosión hídrica del suelo con nivel de peligro medio.
- 268.3 m<sup>2</sup> de área de la parcela Zorrilla, se encuentra expuesta a la erosión hídrica del suelo con nivel de peligro alto y muy alto.



**Figura 17.** Elemento expuesto ante la erosión hídrica del suelo.

**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
**EVALUADOR DE RIESGO**  
**006-2023-CENEPRED-SG**  
**REG. CGP N° 484**

**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
**Ing. Mecánico de Fluidos**  
**Evaluador del Riesgo**  
**RJ N°119-2021-CENEPRED/3**

## CAPITULO IV

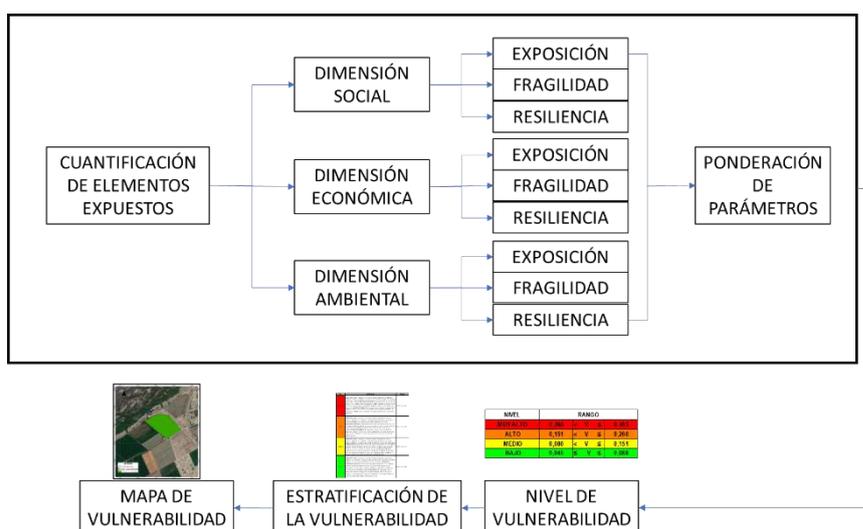
### ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

La Ley 29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, indica que la vulnerabilidad es la predisposición y/o susceptibilidad de la población y sus medios de vida a sufrir pérdidas y/o daños por la ocurrencia de peligros.

Para estimar el nivel de predisposición de estos elementos respecto a la presencia de algún peligro de origen natural, que para este caso es la erosión hídrica, es necesario analizar los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, descritos en el manual de evaluación de riesgo por fenómenos naturales, elaborado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), enmarcado en un objetivo con fines de habilitación urbana.

#### 4.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

El análisis de la vulnerabilidad de los elementos expuestos ante la erosión hídrica del suelo en la parcela Zorrilla, involucra el uso de cálculos semicuantitativos, expresados en la siguiente metodología, Esquema 03.



**Esquema 03.** Flujograma de la metodología para el análisis de la vulnerabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

.....  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

Para determinar los niveles de vulnerabilidad de estos elementos expuestos (con fines de habilitación urbana), se ha considerado en el análisis las dimensiones sociales, económicas y ambientales, utilizando parámetros característicos de cada uno, en el cual se proyecta la construcción de viviendas dentro del área de la parcela evaluada, así como las zonas de actividad agrícola.

## 4.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros:

**Cuadro 28.** Matriz de comparación de pares: Parámetros de dimensión social

DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	<b>1,00</b>	2,00	3,00
Fragilidad	0,50	<b>1,00</b>	2,00
Resiliencia	0,33	0,50	<b>1,00</b>
<b>SUMA</b>	1,83	3,50	6,00
<b>1/SUMA</b>	0,55	0,29	0,17

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 29.** Matriz de normalización: Parámetros de dimensión social.

DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0,545	0,571	0,500	<b>0,539</b>
Fragilidad	0,273	0,286	0,333	<b>0,297</b>
Resiliencia	0,182	0,143	0,167	<b>0,164</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 30.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: dimensión social

<b>IC</b>	0,005
<b>RC</b>	0,009

Fuente: Elaboración propia.

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

#### 4.2.1. Análisis de la exposición en la dimensión SOCIAL

##### a. Parámetro: Cantidad de habitantes por lote

**Cuadro 31.** Matriz de comparación de pares: Cantidad de habitantes por lote.

CANTIDAD DE HABITANTES POR LOTE	> 20 personas	De 15 a 20 personas	De 10 a 15 personas	De 5 a 10 personas	< 5 personas
> 20 personas	1,00	3,00	4,00	5,00	7,00
De 15 a 20 personas	0,33	1,00	3,00	4,00	5,00
De 10 a 15 personas	0,25	0,33	1,00	3,00	4,00
De 5 a 10 personas	0,20	0,25	0,33	1,00	3,00
< 5 personas	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

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 32.** Matriz de normalización: Cantidad de habitantes por lote

CANTIDAD DE HABITANTES POR LOTE	> 20 personas	De 15 a 20 personas	De 10 a 15 personas	De 5 a 10 personas	< 5 personas	Vector Priorizacion
> 20 personas	0,519	0,627	0,466	0,375	0,350	0,467
De 15 a 20 personas	0,173	0,209	0,350	0,300	0,250	0,256
De 10 a 15 personas	0,130	0,070	0,117	0,225	0,200	0,148
De 5 a 10 personas	0,104	0,052	0,039	0,075	0,150	0,084
< 5 personas	0,074	0,042	0,029	0,025	0,050	0,044

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 33.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Cantidad de habitantes por lote.

IC	0,072
RC	0,064

Fuente: Elaboración propia.

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/1

#### 4.2.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión social

##### a. Parámetro: Accesibilidad a servicio de agua potable

**Cuadro 34.** Matriz de comparación de pares: Accesibilidad a servicio de agua potable

ACCESIBILIDAD A SERVICIO DE AGUA POTABLE	No tiene	Acequia o manantial	Camión cisterna	Pilón de uso público	Conexión a red pública de agua potable
No tiene	1,00	2,00	3,00	5,00	7,00
Acequia o manantial	0,50	1,00	2,00	3,00	5,00
Camión cisterna	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00
Pilón de uso público	0,20	0,33	0,50	1,00	2,00
Conexión a red pública de agua potable	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

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 35.** Matriz de normalización: Accesibilidad a servicio de agua potable

ACCESIBILIDAD A SERVICIO DE AGUA POTABLE	No tiene	Acequia o manantial	Camión cisterna	Pilón de uso público	Conexión a red pública de agua potable	Vector Priorizacion
No tiene	0,460	0,496	0,439	0,435	0,389	0,444
Acequia o manantial	0,230	0,248	0,293	0,261	0,278	0,262
Camión cisterna	0,153	0,124	0,146	0,174	0,167	0,153
Pilón de uso público	0,092	0,083	0,073	0,087	0,111	0,089
Conexión a red pública de agua potable	0,066	0,050	0,049	0,043	0,056	0,053

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 36.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Accesibilidad a servicio de agua potable

IC	0,007
RC	0,006

Fuente: Elaboración propia.

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

#### 4.2.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión social

##### a. Parámetro: Capacitación en gestión del riesgo de desastres

**Cuadro 37.** Matriz de comparación de pares: Capacitación en gestión del riesgo de desastres

CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una vez por año
Nunca	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
Cada 5 años	0.50	1.00	3.00	5.00	6.00
Cada 3 años	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Cada 2 años	0.25	0.20	0.33	1.00	2.00
Una vez por año	0.14	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.23	3.70	7.53	13.50	21.00
1/SUMA	0.45	0.27	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 38.** Matriz de normalización: Capacitación en gestión del riesgo de desastres

CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una vez por año	Vector Priorización
Nunca	0.449	0.541	0.398	0.296	0.333	0.404
Cada 5 años	0.225	0.270	0.398	0.370	0.286	0.310
Cada 3 años	0.150	0.090	0.133	0.222	0.238	0.167
Cada 2 años	0.112	0.054	0.044	0.074	0.095	0.076
Una vez por año	0.064	0.045	0.027	0.037	0.048	0.044

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 39.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Capacitación en gestión del riesgo de desastres

IC	0,044
RC	0,040

Fuente: Elaboración propia.

  
 .....  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

### 4.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión económica, se evaluaron los siguientes parámetros:

**Cuadro 40.** Matriz de comparación de pares: Parámetros de dimensión económica

DIMENSIÓN ECONOMICA	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	<b>1.00</b>	3.00	5.00
Fragilidad	0.33	<b>1.00</b>	2.00
Resiliencia	0.20	0.50	<b>1.00</b>
<b>SUMA</b>	1.53	4.50	8.00
<b>1/SUMA</b>	0.65	0.22	0.13

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 41.** Matriz de normalización: Parámetros de dimensión económica

DIMENSIÓN ECONOMICA	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.652	0.667	0.625	<b>0.648</b>
Fragilidad	0.217	0.222	0.250	<b>0.230</b>
Resiliencia	0.130	0.111	0.125	<b>0.122</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 42.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: dimensión económica

<b>IC</b>	0.002
<b>RC</b>	0.004

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.1. Análisis de la exposición en la dimensión económica

##### a. Parámetro: Distancia de la zona de erosión

**Cuadro 43.** Matriz de comparación de pares: Distancia de la zona de erosión

DISTANCIA A LA ZONA DE EROSIÓN	< 5 m de la zona de erosión	5 - 15 m de la zona de erosión	16 - 25 m de la zona de erosión	26 - 45 m de la zona de erosión	> 45 m de la zona de erosión
< 5 m de la zona de erosión	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
5 - 15 m de la zona de erosión	0.33	<b>1.00</b>	2.00	5.00	7.00
16 - 25 m de la zona de erosión	0.20	0.50	<b>1.00</b>	3.00	5.00
26 - 45 m de la zona de erosión	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
> 45 m de la zona de erosión	0.11	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
<b>SUMA</b>	1.79	4.84	8.53	16.33	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.56	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. C6P N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

**Cuadro 44.** Matriz de normalización: Distancia de la zona de erosión

MATERIAL DE EDIFICACIÓN	< 5 m de la zona de erosión	5 - 15 m de la zona de erosión	16 - 25 m de la zona de erosión	26 - 45 m de la zona de erosión	> 45 m de la zona de erosión	Vector Priorizacion
< 5 m de la zona de erosión	0.560	0.619	0.586	0.429	0.360	0.511
5 - 15 m de la zona de erosión	0.187	0.206	0.234	0.306	0.280	0.243
16 - 25 m de la zona de erosión	0.112	0.103	0.117	0.184	0.200	0.143
26 - 45 m de la zona de erosión	0.080	0.041	0.039	0.061	0.120	0.068
> 45 m de la zona de erosión	0.062	0.029	0.023	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 45.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Distancia de la zona de erosión

IC	0.049
RC	0.044

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión económica

##### a. Parámetro: Material de construcción predominante en pared

**Cuadro 46.** Matriz de comparación de pares: Material de construcción predominante en pared

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN PARED	Triplay, calamina o estera	Madera	Quincha	Adobe	Ladrillo
Triplay, calamina o estera	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Madera	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Quincha	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
Adobe	0.14	0.25	0.33	1.00	2.00
Ladrillo	0.11	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.92	8.53	15.50	23.00
1/SUMA	0.56	0.20	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 47.** Matriz de normalización: Material de construcción predominante en pared

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN PARED	Triplay, calamina o estera	Madera	Quincha	Adobe	Ladrillo	Vector Priorizacion
Triplay, calamina o estera	0.560	0.610	0.586	0.452	0.391	0.520
Madera	0.187	0.203	0.234	0.258	0.261	0.229
Quincha	0.112	0.102	0.117	0.194	0.217	0.148
Adobe	0.080	0.051	0.039	0.065	0.087	0.064
Ladrillo	0.062	0.034	0.023	0.032	0.043	0.039

Fuente: Elaboración propia.

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/J

**Cuadro 48.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Material de construcción predominante en pared

IC	0.032
RC	0.029

Fuente: Elaboración propia.

**b. Parámetro: Material de construcción predominante en techo**

**Cuadro 49.** Matriz de comparación de pares: Material de construcción predominante en techo

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN TECHO	Triplay, estera o carrizo	Caña o estera con torta de barro o cemento	Calaminas	Madera	Concreto armado
Triplay, estera o carrizo	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Caña o estera con torta de barro o cemento	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Calaminas	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Madera	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Concreto armado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.84	7.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 50.** Matriz de normalización: Material de construcción predominante en techo

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN TECHO	Triplay, estera o carrizo	Caña o estera con torta de barro o cemento	Calaminas	Madera	Concreto armado	Vector Priorizacion
Triplay, estera o carrizo	0.499	0.520	0.531	0.429	0.360	0.468
Caña o estera con torta de barro o cemento	0.250	0.260	0.265	0.306	0.280	0.272
Calaminas	0.125	0.130	0.133	0.184	0.200	0.154
Madera	0.071	0.052	0.044	0.061	0.120	0.070
Concreto armado	0.055	0.037	0.027	0.020	0.040	0.036
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 51.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Material de construcción predominante en techo

IC	0.032
RC	0.028

Fuente: Elaboración propia.

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/J

### c. Parámetro: Características del terreno

**Cuadro 52.** Matriz de comparación de pares: Características del terreno

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	Terreno no habitable	Terreno sin uso	Terreno con uso agrícola	Terreno con edificación en proceso de construcción	Terreno con edificación construía
Terreno no habitable	1.00	2.00	3.00	7.00	9.00
Terreno sin uso	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Terreno con uso agrícola	0.33	0.33	1.00	4.00	6.00
Terreno con edificación en proceso de construcción	0.14	0.20	0.25	1.00	3.00
Terreno con edificación construía	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	2.09	3.68	7.42	17.33	26.00
1/SUMA	0.48	0.27	0.13	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 53.** Matriz de normalización: Características del terreno

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	Terreno no habitable	Terreno sin uso	Terreno con uso agrícola	Terreno con edificación en proceso de construcción	Terreno con edificación construía	Vector Priorizacion
Terreno no habitable	0.479	0.544	0.404	0.404	0.346	0.436
Terreno sin uso	0.240	0.272	0.404	0.288	0.269	0.295
Terreno con uso agrícola	0.160	0.091	0.135	0.231	0.231	0.169
Terreno con edificación en proceso de construcción	0.068	0.054	0.034	0.058	0.115	0.066
Terreno con edificación construía	0.053	0.039	0.022	0.019	0.038	0.034

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 54.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Características del terreno

IC	0.052
RC	0.047

Fuente: Elaboración propia.

  
 .....  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. C6P N° 484

  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/J

### 4.3.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión económica

#### a. Parámetro: Regimen de tenencia de la vivienda

**Cuadro 55.** Matriz de comparación de pares: Regimen de tenencia de la vivienda

REGIMEN DE TENENCIA	Precario o invasor	Con constancia de posesión	Inquilino	Con título no inscrito en sunarp	Título inscrito en sunarp
Precario o invasor	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Con constancia de posesión	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Inquilino	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
Con título no inscrito en sunarp	0.14	0.25	0.33	1.00	2.00
Título inscrito en sunarp	0.11	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.92	8.53	15.50	23.00
1/SUMA	0.56	0.20	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 56.** Matriz de normalización: Regimen de tenencia de la vivienda

REGIMEN DE TENENCIA	Precario o invasor	Con constancia de posesión	Inquilino	Con título no inscrito en sunarp	Título inscrito en sunarp	Vector Priorización
Precario o invasor	0.560	0.610	0.586	0.452	0.391	0.520
Con constancia de posesión	0.187	0.203	0.234	0.258	0.261	0.229
Inquilino	0.112	0.102	0.117	0.194	0.217	0.148
Con título no inscrito en sunarp	0.080	0.051	0.039	0.065	0.087	0.064
Título inscrito en sunarp	0.062	0.034	0.023	0.032	0.043	0.039

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 57.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Regimen de tenencia de la vivienda

IC	0.032
RC	0.029

Fuente: Elaboración propia.

  
 .....  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

#### 4.4 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión ambiental, se evaluaron los siguientes parámetros:

**Cuadro 58.** Matriz de comparación de pares: Parámetros de dimensión ambiental

RESILIENCIA ECONOMICA	FRAGILIDAD	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA
FRAGILIDAD	1.00	2.00	3.00
EXPOSICIÓN	0.50	1.00	2.00
RESILIENCIA	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.83	3.50	6.00
<b>1/SUMA</b>	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 59.** Matriz de normalización: Parámetros de dimensión ambiental

RESILIENCIA ECONOMICA	FRAGILIDAD	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	Vector Priorización
FRAGILIDAD	0.545	0.571	0.500	<b>0.539</b>
EXPOSICIÓN	0.273	0.286	0.333	<b>0.297</b>
RESILIENCIA	0.182	0.143	0.167	<b>0.164</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 60.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: dimensión ambiental

<b>IC</b>	0.005
<b>RC</b>	0.009

Fuente: Elaboración propia.

##### 4.4.1. Análisis de la exposición en la dimensión ambiental

###### b. Parámetro: Densidad de vegetación

**Cuadro 61.** Matriz de comparación de pares: Densidad de vegetación.

DENSIDAD DE VEGETACIÓN	Área desprovista de vegetación	Área con escasa densidad de vegetación	Área con densidad moderada de vegetación	Área de cultivo	Área con alta densidad de vegetación
Área desprovista de vegetación	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
Área con escasa densidad de vegetación	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Área con densidad moderada de vegetación	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Área de cultivo	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Área con alta densidad de vegetación	0.17	0.20	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.20	3.95	6.83	12.50	17.00
<b>1/SUMA</b>	0.45	0.25	0.15	0.08	0.06

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 62.** Matriz de normalización: Densidad de vegetación.

DENSIDAD DE VEGETACIÓN	Área desprovista de vegetación	Área con escasa densidad de vegetación	Área con densidad moderada de vegetación	Área de cultivo	Área con alta densidad de vegetación	Vector Priorización
Área desprovista de vegetación	0,455	0,506	0,439	0,400	0,353	<b>0,431</b>
Área con escasa densidad de vegetación	0,227	0,253	0,293	0,320	0,294	<b>0,277</b>
Área con densidad moderada de vegetación	0,152	0,127	0,146	0,160	0,176	<b>0,152</b>
Área de cultivo	0,091	0,063	0,073	0,080	0,118	<b>0,085</b>
Área con alta densidad de vegetación	0,076	0,051	0,049	0,040	0,059	<b>0,055</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 63.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Densidad de vegetación.

IC	0.014
RC	0.012

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental

##### b. Parámetro: Pérdida de agua

**Cuadro 64.** Matriz de comparación de pares: Pérdida de agua

PÉRDIDA DE AGUA	Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves problemas de conservación	Prácticas de consumo poblacional y uso indiscriminado en riego de suelos	Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra	Pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas	Manejo adecuado de agua a través de canales de regadío cementados
Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves problemas de conservación	<b>1.00</b>	2.00	3.00	5.00	6.00
Prácticas de consumo poblacional y uso indiscriminado en riego de suelos	0.50	<b>1.00</b>	2.00	3.00	5.00
Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra	0.33	0.50	<b>1.00</b>	2.00	3.00
Pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas	0.20	0.33	0.50	<b>1.00</b>	2.00
Manejo adecuado de agua a través de canales de regadío cementados	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

Fuente: Elaboración propia.

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

**Cuadro 65.** Matriz de normalización: Manejo y disposición de residuos sólidos

PÉRDIDA DE AGUA	Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves problemas de conservación	Prácticas de consumo poblacional y uso indiscriminado en riego de suelos	Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra	Pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas	Manejo adecuado de agua a través de canales de regadío cementados	Vector Priorización
Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves	0.455	0.496	0.439	0.435	0.353	0.435
Prácticas de consumo poblacional y uso indiscriminado en riego de suelos	0.227	0.248	0.293	0.261	0.294	0.265
Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra	0.152	0.124	0.146	0.174	0.176	0.154
Pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas	0.091	0.083	0.073	0.087	0.118	0.090
Manejo adecuado de agua a través de canales de regadío cementados	0.076	0.050	0.049	0.043	0.059	0.055

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 66.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Manejo y disposición de residuos sólidos

IC	0.011
RC	0.010

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental

##### b. Parámetro: Difusión y cobertura en conservación ambiental

**Cuadro 67.** Matriz de comparación de pares: Difusión y cobertura en conservación ambiental.

DIFUSIÓN Y COBERTURA EN CONSERVACIÓN AMBIENTAL	No se establecerá campañas de difusión y cobertura de conservación ambiental en la población	La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental escasa	La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental parcial	La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental mayoritaria	La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental total
No se establecerá campañas de difusión y cobertura de conservación ambiental en la población	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental escasa	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental parcial	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental mayoritaria	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental total	0.17	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.20	4.03	6.83	11.33	18.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia.

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

**Cuadro 68.** Matriz de normalización: Difusión y cobertura en conservación ambiental.

CONOCIMIENTO AMBIENTAL Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL VIGENTE	No se establecerá campañas de difusión y cobertura de conservación ambiental en la población	La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental escasa	La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental parcial	La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental mayoritaria	La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental total	Vector Priorizacion
No se establecerá campañas de difusión y cobertura de conservación ambiental en la población	0.455	0.496	0.439	0.441	0.333	<b>0.433</b>
La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental escasa	0.227	0.248	0.293	0.265	0.278	<b>0.262</b>
La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental parcial	0.152	0.124	0.146	0.176	0.167	<b>0.153</b>
La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental mayoritaria	0.091	0.083	0.073	0.088	0.167	<b>0.100</b>
La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental total	0.076	0.050	0.049	0.029	0.056	<b>0.052</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 69.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Difusión y cobertura en conservación ambiental.

IC	0.024
RC	0.022

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5 NIVELES DE VULNERABILIDAD

En el siguiente Cuadro 70, se detallan los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través del proceso de análisis jerárquico.

**Cuadro 70.** Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO		
<b>MUY ALTO</b>	<b>0,260</b>	<b>&lt; V ≤</b>	<b>0,465</b>
<b>ALTO</b>	<b>0,151</b>	<b>&lt; V ≤</b>	<b>0,260</b>
<b>MEDIO</b>	<b>0,080</b>	<b>&lt; V ≤</b>	<b>0,151</b>
<b>BAJO</b>	<b>0,045</b>	<b>≤ V ≤</b>	<b>0,080</b>

Fuente: Elaboración propia.

  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

## 4.6 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

**Cuadro 71.** Estratificación de la vulnerabilidad

Nivel	Descripción	Rango
<b>Muy Alto</b>	<p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote &gt; 20 personas; Fragilidad: no tiene accesibilidad a servicio de agua potable; Resiliencia: no propone capacitación en GRD. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Distancia a la zona de erosión &lt; 5 m; Fragilidad: Material de pared de triplay, calamina o estera con techo de estera o carrizo y terreno no habitable; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo invasor. DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: área desprovista de vegetación; Fragilidad: Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves problemas de conservación; Resiliencia: No se establece campañas de difusión de conservación ambiental.</p>	0.260 < R ≤ 0.465
<b>Alto</b>	<p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote de 15 a 20 personas; Fragilidad: la accesibilidad a servicio de agua potable es por acequia o manantial; Resiliencia: la capacitación en GRD se ejecutará cada 5 años. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Distancia a la zona de erosión entre 5 - 15 m; Fragilidad: Material de pared de madera con techo de estera con torta de barro y terreno sin uso; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo constancia de posesión. DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: área con escasa densidad de vegetación; Fragilidad: Prácticas de consumo poblacional y uso indiscriminado en riesgo de suelos; Resiliencia: La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental escasa</p>	0.151 < R ≤ 0.260
<b>Medio</b>	<p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote de 10 a 15 personas; Fragilidad: la accesibilidad a servicio de agua potable es por camión cisterna; Resiliencia: la capacitación en GRD se ejecutará cada 3 años. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Distancia a la zona de erosión entre 16 - 25 m; Fragilidad: Material de pared de quincha con techo de calamina y terreno con uso agrícola; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo inquilino. DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: área con densidad moderada de vegetación; Fragilidad: Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra; Resiliencia: La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental parcial.</p>	0.080 < R ≤ 0.151
<b>Bajo</b>	<p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote &lt; 5 personas; Fragilidad: la accesibilidad a servicio de agua potable es por conexión a red pública; Resiliencia: la capacitación en GRD se ejecutará anualmente. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Distancia a la zona de erosión entre &gt; 25 m; Fragilidad: Material de pared de Ladrillo con techo de concreto armado y terreno con edificación en construcción o construido; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo Título inscrito en SUNARP. DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: área de cultivo y alta densidad de vegetación; Fragilidad: Manejo adecuado de agua a través de canales de regadío cementados; Resiliencia: La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental mayoritaria o total.</p>	0.045 ≤ R ≤ 0.080

  
 .....  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
**EVALUADOR DE RIESGO**  
**006-2023-CENEPRED-SG**  
**REG. CGP N° 484**

  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
**Ing. Mecánico de Fluidos**  
**Evaluador del Riesgo**  
**RJ N°119-2021-CENEPRED/J**

## 4.7 MAPA DE VULNERABILIDAD



Figura 18. Mapa de vulnerabilidad.

  
.....  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

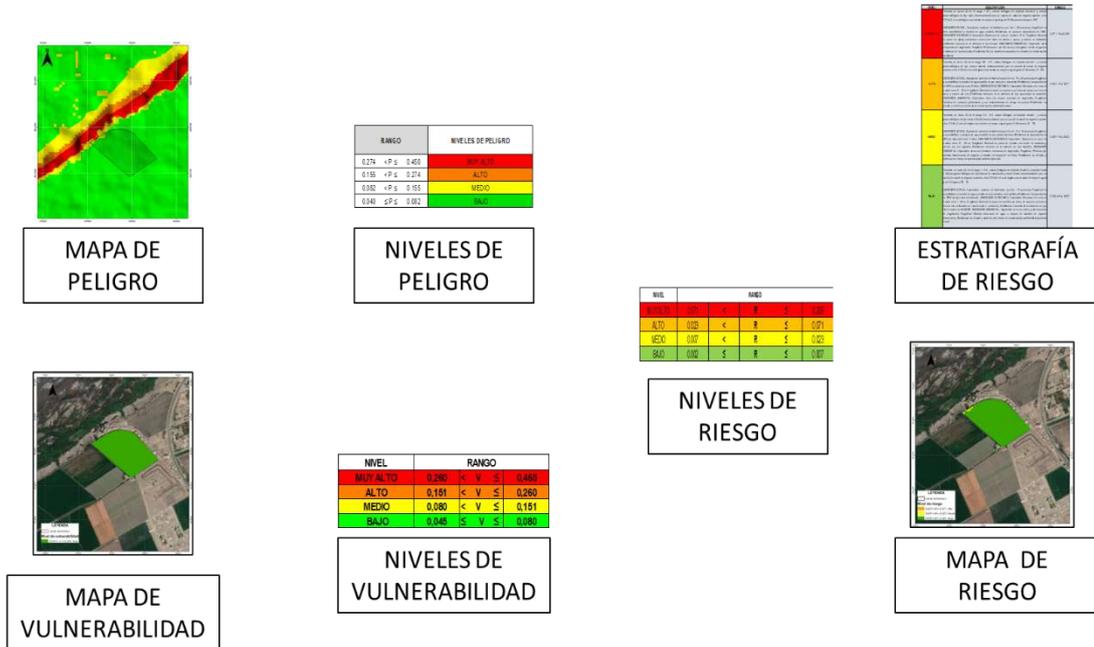
  
.....  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/3

# CAPITULO V CÁLCULO DE RIESGO

## 5.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO

Para determinar el cálculo del riesgo de la zona de influencia de erosión hídrica del suelo, se utiliza el siguiente procedimiento, Esquema 04:

**Esquema 04.** Flujoograma para estimar los niveles de riesgo.



Fuente: Elaboración propia.

## 5.2 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO

Los niveles de riesgo por erosión hídrica del suelo en la parcela Zorrilla, se detallan en el siguiente cuadro 72.

**Cuadro 72.** Niveles de riesgo

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.071	<	R	≤	0.209
ALTO	0.023	<	R	≤	0.071
MEDIO	0.007	<	R	≤	0.023
BAJO	0.002	≤	R	≤	0.007

Fuente: Elaboración propia.

  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

## 5.3 ESTRATIFICACIÓN DEL RIESGO

**Cuadro 73.** Estratificación del riesgo

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>MUY ALTO</b>	<p>Presenta un factor LS en el rango <math>&gt; 8.7</math>, unidad litológica de depósito aluvial 2 y unidad geomorfológica de tipo talud, desencadenado por un caudal de canal de regadío superior a los 210 l/m<sup>3</sup>, el cual origina una erosión de mayor o igual grado 5: Muy severa (mayor a 50)</p> <p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote <math>&gt; 20</math> personas; Fragilidad: no tiene accesibilidad a servicio de agua potable; Resiliencia: no propone capacitación en GRD. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Distancia a la zona de erosión <math>&lt; 5</math> m; Fragilidad: Material de pared de triplay, calamina o estera con techo de estera o carrizo y terreno no habitable; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo invasor. DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: área desprovista de vegetación; Fragilidad: Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves problemas de conservación; Resiliencia: No se establece campañas de difusión de conservación ambiental.</p>	$0.071 < R \leq 0.209$
<b>ALTO</b>	<p>Presenta un factor LS en el rango 5.6 - 8.7, unidad litológica de depósito aluvial 1 y unidad geomorfológica de tipo terraza aluvial, desencadenado por un caudal de canal de regadío superior a los 210 l/m<sup>3</sup>, el cual origina una erosión de mayor o igual grado 4: Severas (15 - 50)</p> <p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote de 15 a 20 personas; Fragilidad: la accesibilidad a servicio de agua potable es por acequia o manantial; Resiliencia: la capacitación en GRD se ejecutará cada 5 años. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Distancia a la zona de erosión entre 5 - 15 m; Fragilidad: Material de pared de madera con techo de estera con torta de barro y terreno sin uso; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo constancia de posesión. DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: área con escasa densidad de vegetación; Fragilidad: Prácticas de consumo poblacional y uso indiscriminado en riesgo de suelos; Resiliencia: La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental escasa.</p>	$0.023 < R \leq 0.071$
<b>MEDIO</b>	<p>Presentar un factor LS en el rango 3.4 - 5.6, unidad litológica de depósito aluvial 1 y unidad geomorfológica de tipo terraza fluvial, desencadenado por un caudal de canal de regadío superior a los 210 l/m<sup>3</sup>, el cual origina una erosión de mayor o igual grado 3: Moderada (5 - 15)</p> <p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote de 10 a 15 personas; Fragilidad: la accesibilidad a servicio de agua potable es por camión cisterna; Resiliencia: la capacitación en GRD se ejecutará cada 3 años. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Distancia a la zona de erosión entre 16 - 25 m; Fragilidad: Material de pared de quincha con techo de calamina y terreno con uso agrícola; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo inquilino. DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: área con densidad moderada de vegetación; Fragilidad: Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra; Resiliencia: La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental parcial.</p>	$0.007 < R \leq 0.023$
<b>BAJO</b>	<p>Presentar un factor LS en el rango <math>\leq 3.4</math>, unidad litológica de depósito fluvial 2 y depósito fluvial 3. Unidad geomorfológica de tipo llanura de inundación y lecho fluvial, desencadenado por un caudal de canal de regadío superior a los 210 l/m<sup>3</sup>, el cual origina una erosión de mayor o igual grado 2: Ligera (0.5 - 5)</p> <p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: cantidad de habitantes por lote <math>&lt; 5</math> personas; Fragilidad: la accesibilidad a servicio de agua potable es por conexión a red pública; Resiliencia: la capacitación en GRD se ejecutará anualmente. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Distancia a la zona de erosión entre <math>&gt; 25</math> m; Fragilidad: Material de pared de Ladrillo con techo de concreto armado y terreno con edificación en construcción o construido; Resiliencia: tenencia de la vivienda de tipo Título inscrito en SUNARP. DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: área de cultivo y alta densidad de vegetación; Fragilidad: Manejo adecuado de agua a travpes de canales de regadío cementados; Resiliencia: La difusión y cobertura en temas de conservación ambiental mayoritaria o total.</p>	$0.002 \leq R \leq 0.007$

  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 000-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

## 5.4 MAPA DE RIESGO

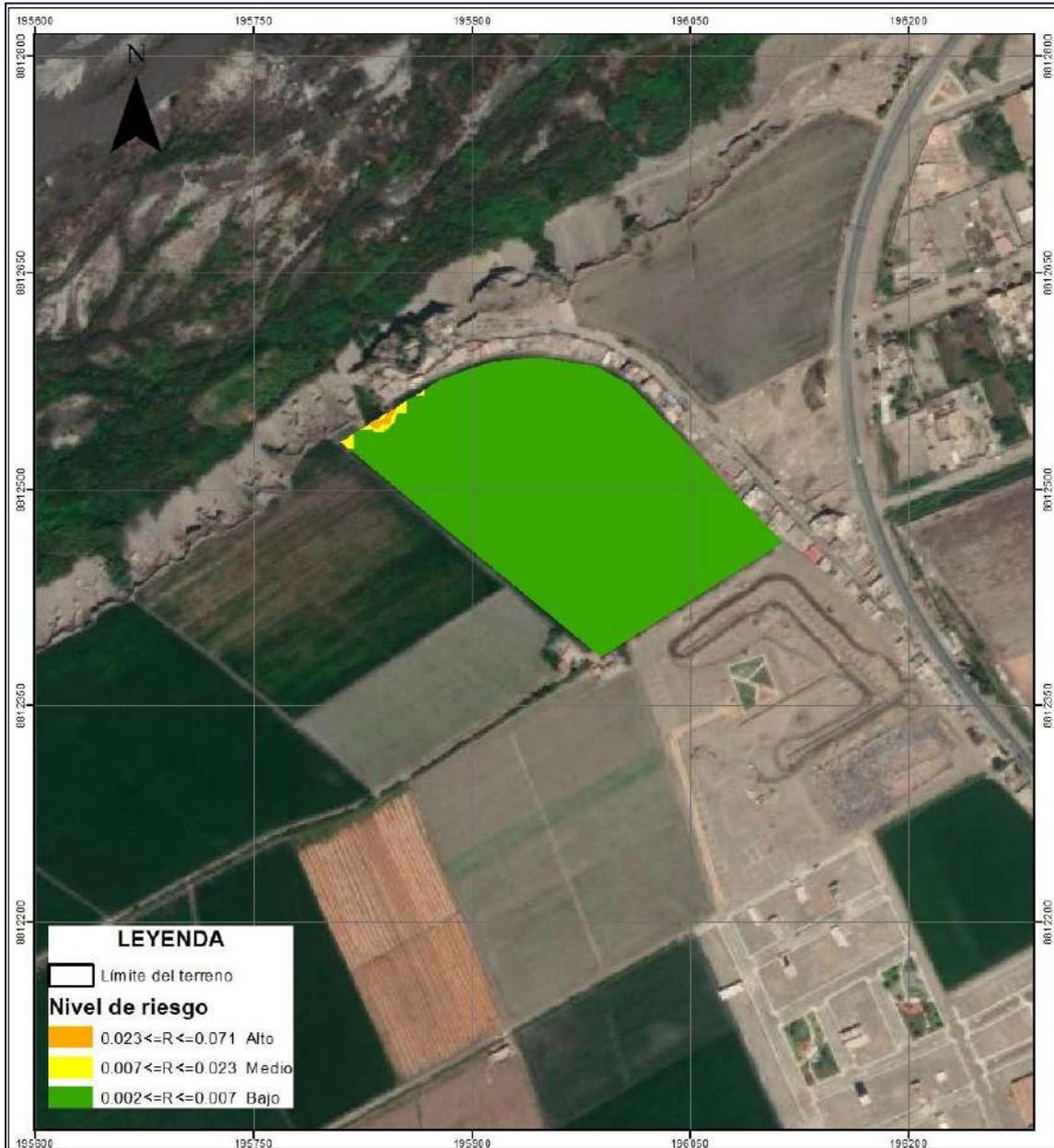
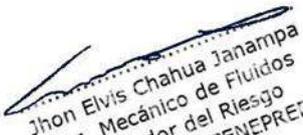


Figura 19. Mapa de riesgo.

## 5.5 CÁLCULO DE EFECTOS PROBABLES

Como parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que se podrían generar en el área de influencia de la parcela Zorrilla, en el distrito de Barranca, a consecuencia de la erosión hídrica del suelo.

  
.....  
**GEOC. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/1

Se ha identificado en el área de estudio, 230 m<sup>2</sup> de terreno expuestos a nivel de riesgo Medio y 87 m<sup>2</sup> a nivel de riesgo alto ante el peligro por erosión hídrica.

Los efectos probables en el área de influencia de la parcela Zorrilla, ascienden a S/ 288,960.00. El cálculo se realiza teniendo en cuenta la exposición del área de terreno al peligro de nivel medio y alto, Cuadro 74.

**Cuadro 74.** Cálculo de efectos probables

EFFECTOS PROBABLES	TOTAL	DAÑOS PROBABLES	PERDIDAS PROBABLES
<b>Daños probables</b>			
317 m <sup>2</sup> de terreno	145,000.00	145000	
Pavimentos	93,960.00	93960	
<b>Perdidas probables</b>			
Gastos de atención de emergencia	50,000.00		50,000.00
<b>SUB TOTAL</b>	<b>S/ 288,960.00</b>	<b>S/ 238,960.00</b>	<b>S/ 50,000.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 5.6 ZONIFICACIÓN DEL RIESGO

De acuerdo a la zonificación del peligro por erosión hídrica del suelo, así como la vulnerabilidad de la parcela Zorrilla (3.35 ha), 87 m<sup>2</sup> se encuentran expuestos a nivel de riesgo alto, 230 m<sup>2</sup> a nivel medio y 3.3 ha a riesgo bajo. Las condiciones físicas del lugar, se caracterizan por taludes conformados por depositos aluviales que presentan saturación de poros del suelo por la infiltración de agua superficial a lo largo de la parcela y que se conduce a través de, canales de regadío de tierra, estos desembocan finalmente en zonas de laderas sobresaturando los poros por el mal manejo, ocasionando el proceso de erosión el el talud

Las evidencias de ocurrencia de estos fenómenos se visualizan con claridad, debido al mal manejo y/o control de canales de irrigación que sobresaturan los de depósitos aluviales, ocasionando la erosión de laderas afectando todo tipo de construcción sometida en el lugar.

## CAPITULO VI

### CONTROL DEL RIESGO

#### 6.1 DE LA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS

##### 6.1.1 Aceptabilidad o tolerancia de riesgos

a. Análisis de nivel de consecuencia:

Las consecuencias ocasionadas por erosión hídrica en la parcela Zorrilla, pueden ser gestionadas por apoyo económico y social externo, tales como entidades públicas involucradas en materia de GRD y empresa privada. El nivel de consecuencia adoptado en este caso es 3 – alta, Cuadro 75.

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	muy alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas
3	alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo
2	media	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles
1	bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

**Cuadro 75.** Niveles de consecuencia.

b. Análisis de niveles de frecuencia de ocurrencia:

La erosión hídrica del suelo, suscitado próximo a la parcela Zorrilla, presentan ocurrencia en la mayoría de las circunstancias, ocasionado por el mal manejo de los canales de regadío, que da lugar a la saturación de poros del suelo y consecuentemente la erosión de laderas. Para este caso, el nivel de frecuencia asignado es 3 – alta, Cuadro 76.

  
.....  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/1

NIVEL	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN
4	muy alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias
3	alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según circunstancias
2	media	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias
1	bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

**Cuadro 76.** Probabilidad de ocurrencia

c. Matriz de consecuencias y daños

Considerando, para el caso, los niveles de consecuencia y frecuencia del evento son Media y Alta, respectivamente. La zona de consecuencias y daños es Alta, Cuadro 77.

MATRIZ DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS					
CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
Muy alta	4	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	NIVEL	1	2	3	4
	FRECUENCIA	Baja	Media	Alta	Muy alta

**Cuadro 77.** Matriz de consecuencias y daños.

d. Medidas cualitativas de consecuencias y daño

La erosión hídrica que acontece en áreas próximas a la parcela Zorrilla, puede ocasionar lesiones graves y sobretodo la inoperatividad de la producción y prestaciones de servicios en el lugar por varios días, concretándose de esta manera pérdidas financieras importantes y de bienes. Medida cualitativa estimada para el caso es Alta, Cuadro 78.

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/J

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
4	Muy alta	Muerte de personas, enorme pérdida y bienes y financieros
3	Alta	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes
2	Media	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas
1	Bajo	tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas

**Cuadro 78.** Medidas cualitativas.

e. Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Dado que en este caso no existe una incidencia precedente de daños o pérdidas de bienes por la presencia de la erosión hídrica del suelo en la parcela Zorrilla; simplemente una exposición del área a dicho evento. la aceptabilidad y tolerancia del riesgo asignado para este caso es inaceptable, considerando la ejecución de actividades que permitan el manejo de riesgos futuros, Cuadro 79.

ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO		
VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Inadmisible	Se deben aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

**Cuadro 79.** Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo.

f. Nivel de priorización de intervención

Considerando el Alto nivel de consecuencias y daños, además de, una tolerancia del riesgo, el nivel de priorización respecto a la intervención del riesgo en la zona de estudio es III – Inaceptable, la cual implica acciones inmediatas, Cuadro 80.

  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 006-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

  
 Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/1

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACIÓN
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

**Cuadro 80.** Priorización e intervención.

### 6.1.2 Control de riesgos

Para este caso, una vez elaborado el mapa de riesgos inducidos por acción del fenómeno natural: Erosión hídrica del suelo en el ámbito geográfico circunscrito por la parcela Zorrilla, donde se debe considerar un diseño de obras de ingeniería, para que con la información obtenida se logre un buen nivel de protección y seguridad que justifique la inversión teniendo en cuenta como referencia la vida útil de la obra. La empresa privada, debe decidir como asignar los recursos disponibles entre las diferentes formas de dar seguridad para la vida, proteger el patrimonio.

#### - Medidas estructurales

##### Obras de reactivación

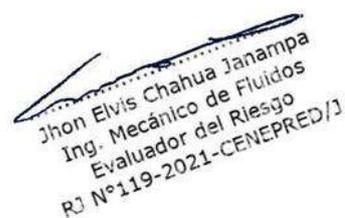
- Limpieza y establecimiento de vegetación de tipo enredadera y/o forestación de árboles con raíces densas y profundas, para la estabilización de talud en el área de estudio.

##### Obras de regulación

- Canalización de fuentes de irrigación próximos a la parcela Zorrilla.



GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

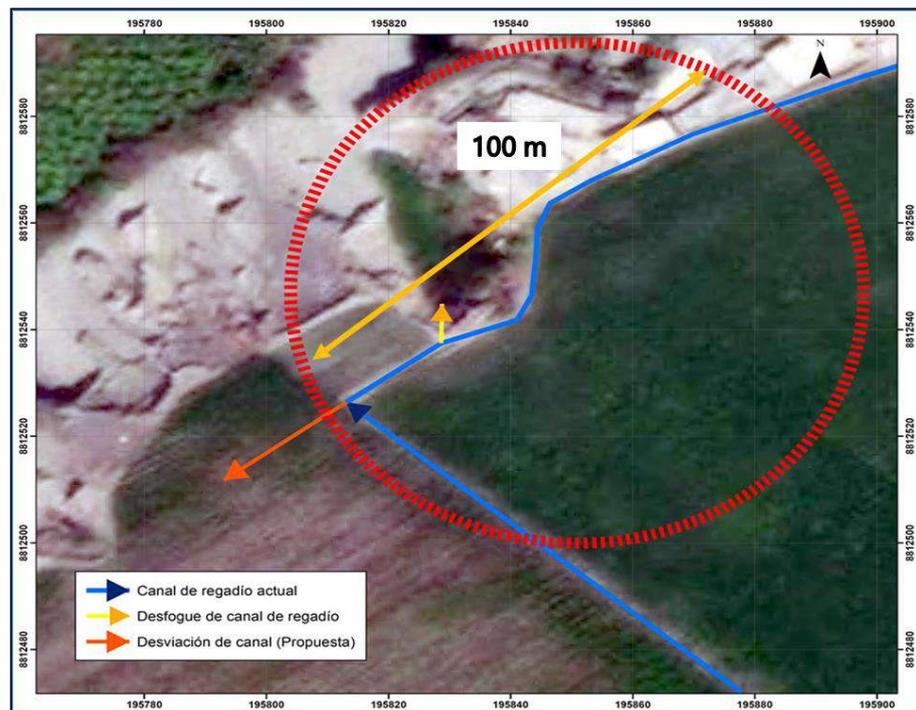


Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
R3 N°119-2021-CENEPRED/1

- **Medidas no estructurales**

**Medidas de regulación**

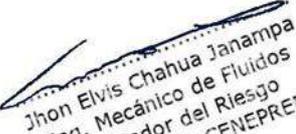
- Anulación y/o desviación de canal de regadío: a fin de evitar la continuidad de saturación de poros del suelo en la zona de erosión, de la propiedad Zorrilla, se propone la anulación del canal de regadío, cuyo tramo de 100 m intersecta el área de terreno, Figura 20.



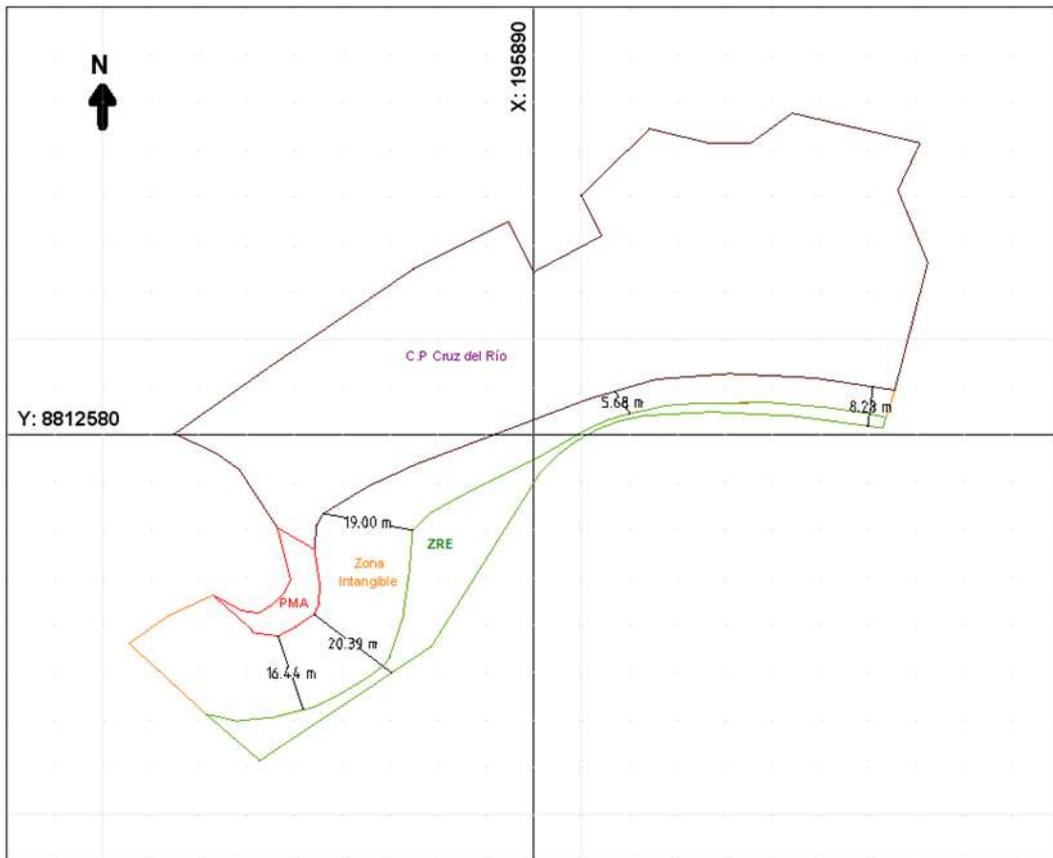
**Figura 20.** Anulación del canal de regadío y zona de desfogue que intersecta la propiedad Zorrilla (Circulo de color rojo).

- Establecimiento de Zona Intangible (ZI) y Zona de Reglamentación Especial (ZRE): se propone establecer una zona intangible o de retiro referente al sector de Peligro Muy Alto (PMA), con área aproximada de 2120 m<sup>2</sup>, dimensionado por la distancia radial entre 5 a 16 m desde el borde del acantilado o zona de erosión y el centro poblado Cruz del Río; asimismo, la ZRE (830 M<sup>2</sup>) es un área adyacente a la ZI con limitaciones de uso, sujeto a establecimiento de vías, veredas o espacios libres de procesos de saturación del suelo y/o sobrecarga de la capacidad portante, Figura 01. Es preciso indicar la anulación de

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
R3 N°119-2021-CENEPRED/J

toda influencia directa del canal de regadío en la propiedad Zorrilla, a fin de evitar la continuidad de erosión del talud. Considerar ejecutar un estudio de estabilidad de talud y saturación de poros del suelo para la delimitación cuantitativa del área restringida de ser necesario.



**Figura 21.** Establecimiento de Zona Intangible y de Reglamentación Especial.

- Limitar el uso y/u ocupación de estructuras con cargas altas como tanques o reservorios de agua o infraestructuras que sobrepasen la capacidad de carga admisible en los sectores adyacentes o periféricos de la zona restringida, descrito este último anteriormente. Puede darse el uso de área común como vías y veredas.

  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

### **Medidas permanentes**

- Elaboración de planes de prevención y atención de desastres, Planes de contingencia, entre otros, en coordinación con la municipalidad.
- Fortalecer las capacidades, instrumentos y mecanismos para responder adecuadamente ante sismos y erosión de ladera, así como gestionar equipamiento con materiales y herramientas para la ejecución de labores de atención, en cumplimiento con los Objetivos Estratégicos para la implementación del PLANAGERD 2022-2030.
- Promover y Fortalecer programas de capacitación en Gestión del Riesgo de Desastres a las familias para el conocimiento de riesgo ante sismo y erosión de laderas.

### **Medidas de monitoreo**

- Establecer el monitoreo de saturación de poros de suelo, mediante uso de instrumentos ingenieriles como los sensores piezométricos u otros, a fin de evaluar la inestabilidad y erosión de taludes.
- Elaborar el análisis de estabilidad de talud de las laderas próximas al área de estudio, bajo escenarios dinámicos.



.....  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
**EVALUADOR DE RIESGO**  
**006-2023-CENEPRED-SG**  
**REG. CGP N° 484**



**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
**Ing. Mecánico de Fluidos**  
**Evaluador del Riesgo**  
**RJ N°119-2021-CENEPRED/J**

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES**

- 7.1 La parcela Zorrilla se encuentra sobre un deposito aluvial, por donde discurren caudeales superficiales de canales de regadío de tierra, que saturan la porosidad del suelo.
- 7.2 Los niveles de peligro en el área de estudio se ha determinado: 32,805.65 m<sup>2</sup> de área de la parcela Zorrilla se encuentra expuesta a la erosión hídrica del suelo con nivel de peligro bajo, 25.66 m<sup>2</sup> de área de la parcela Zorrilla se encuentra expuesta a la erosión hídrica del suelo con nivel de peligro medio y 268.3 m<sup>2</sup> de área de la parcela Zorrilla se encuentra expuesta a la erosión hídrica del suelo con nivel de peligro alto y muy alto.
- 7.3 Los niveles de vulnerabilidad en las zonas expuestas se han determinado de nivel bajo, debido a: el establecimiento de servicios básicos esenciales, futuras infraestructuras construidas bajo la aplicación de la normativa de construcción vigente, implementación de planes de capacitación en materia de gestión del riesgo, entre otros.
- 7.4 El estudio en base al análisis del peligro y vulnerabilidad, con fines de habilitación urbana, concluye que el nivel de riesgo por erosión hídrica en la parcela Zorrilla está constituida espacialmente por 87 m<sup>2</sup> en nivel alto, 230 m<sup>2</sup> en nivel medio y 3.3 ha en nivel bajo, debido a las condiciones físicas del terreno favorables a la erosión hídrica de las laderas o talud, con escasa cobertura vegetal y mal manejo del agua superficial proveniente de canales de regadío de tierra.
- 7.5 En el estudio en cuanto al nivel de aceptabilidad y tolerancia del riesgo de la zona de influencia del peligro (317 m<sup>2</sup>), se define como riesgo inaceptable, considerado la continuidad de control y manejo de los procesos erosivos del talud por incidencia de aguas superficiales.
- 7.6 El cálculo de las probables daños y pérdidas económicas asciende a S/ 288,960.00

  
.....  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/1

## CAPITULO VIII

### RECOMENDACIONES

Con el propósito de prevenir riesgos futuros, se sugiere tomar en cuenta las siguientes medidas:

De orden estructural:

- a. Canalización y/o desviación de caudales de canales de irrigación, próximos al área de estudio y zona de erosión del suelo, localizada esta última en la coordenada UTM 195844 y 8812537.
- b. Realizar trabajos de establecimiento de vegetación de tipo enredadera y/o forestación de árboles con raíces densas y profundas, para la estabilización de talud en el área de estudio.

De orden no estructural

- a. Anulación de canales de regadío, establecidos en el área de estudio, a fin de evitar la saturación de poros y consecuentemente la erosión hídrica del suelo.
- b. Establecimiento de Zona Intangible (ZI) y Zona de Reglamentación Especial (ZRE): Si se desea realizar una intervención en el terreno; se propone establecer una zona intangible o de retiro referente al sector de Peligro Muy Alto (PMA), con área aproximada de 2120 m<sup>2</sup>, dimensionado por la distancia radial entre 5 a 16 m desde el borde del acantilado o zona de erosión y el centro poblado Cruz del Río; asimismo, la ZRE es un área adyacente a la ZI con limitaciones de uso, sujeto a establecimiento de vías, veredas o espacios libres de procesos de saturación del suelo y/o sobrecarga de la capacidad portante.
- c. Establecer el monitoreo de saturación de poros de suelo, mediante uso de instrumentos ingenieriles como los sensores piezométricos, a fin de evaluar la inestabilidad y erosión de taludes.

  
.....  
**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

  
Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
R3 N°119-2021-CENEPRED/3

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdulkareem, J. et al., 2019. Prediction of spatial soil loss impacted by longterm land-use/land-cover change in a tropical watershed. *Geoscience Frontiers*. 10(2), pp. 389–403.
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. *Conservação do Solo*. São Paulo: Ícone, 2008 - 6ta edição (Coleção Brasil Agrícola). 355p.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales*. 2da versión.
- Cobbing, J., 1973. Boletín N° 26: Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ambar, Oyon, Huacho, Huaral y Canta. INGEMMET. Lima-Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2017. Censo Nacional de Población, Vivienda. Recuperado de: <https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>
- González del Tágano, M., 1991. La ecuación universal de pérdidas de suelo. pasado, presente y futuro. *Ecología*, 5, pp. 13–50.
- Mintegui Aguirre, J., 1988. Análisis de la influencia del relieve en la erosión hídrica. Hipótesis de estudio para correlacionar la pendiente con la longitud del declive en un terreno. V Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica. Madrid. p. 2229-2245.
- Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. *Predicting Rainfall Erosion Losses – a Guide to Conservation Planning*. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537. Washington, D.C., United States of America. 1978.



.....  
GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
006-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484



Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/J

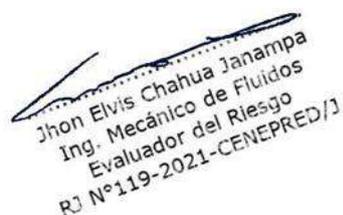
## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

### Cuadros

- Cuadro 01.** Población del distrito de Barranca
- Cuadro 02.** Tipo de vivienda en el distrito de Barranca
- Cuadro 03.** Cuenta con conexión de agua a domicilio
- Cuadro 04.** Conexión de red de desagüe a domicilio
- Cuadro 05.** Población Económicamente Activa
- Cuadro 06.** Ecuaciones fundamentales de un canal de sección regular.
- Cuadro 07.** Matriz de comparación de pares del parámetro pérdida de suelo por erosión
- Cuadro 08.** Matriz de normalización del parámetro pérdida de suelo por erosión
- Cuadro 09.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro pérdida de suelo por erosión
- Cuadro 10.** Factores condicionantes y desencadenantes.
- Cuadro 11.** Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes
- Cuadro 12.** Matriz de normalización de los factores condicionantes
- Cuadro 13.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para los factores condicionantes
- Cuadro 14.** Matriz de comparación de pares de pendiente del terreno
- Cuadro 15.** Matriz de normalización de pendiente del terreno
- Cuadro 16.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para pendiente del terreno
- Cuadro 17.** Matriz de comparación de pares de unidades litológicas
- Cuadro 18.** Matriz de normalización de unidades litológicas
- Cuadro 19.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para unidades litológicas
- Cuadro 20.** Matriz de comparación de pares de unidades geomorfológicas
- Cuadro 21.** Matriz de normalización de unidades geomorfológicas
- Cuadro 22.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para unidades geomorfológicas
- Cuadro 23.** Matriz de comparación para el parámetro caudal de regadío
- Cuadro 24.** Matriz de normalización para el parámetro caudal de regadío
- Cuadro 25.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro caudal de regadío
- Cuadro 26.** Cálculo de los niveles de peligro
- Cuadro 27.** Estratificación del nivel de peligro
- Cuadro 28.** Matriz de comparación de pares: Parámetros de dimensión social
- Cuadro 29.** Matriz de normalización: Parámetros de dimensión social
- Cuadro 30.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: dimensión social
- Cuadro 31.** Matriz de comparación de pares: Cantidad de habitantes por lote
- Cuadro 32.** Matriz de normalización: Cantidad de habitantes por lote
- Cuadro 33.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Cantidad de habitantes por lote
- Cuadro 34.** Matriz de comparación de pares: Accesibilidad a servicio de agua potable



GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484

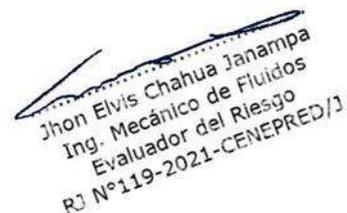


Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/1

- Cuadro 35.** Matriz de normalización: Accesibilidad a servicio de agua potable
- Cuadro 36.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Accesibilidad a servicio de agua potable
- Cuadro 37.** Matriz de comparación de pares: Capacitación en Gestión del riesgo de desastres
- Cuadro 38.** Matriz de normalización: Capacitación en Gestión del riesgo de desastres
- Cuadro 39.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Capacitación en Gestión del riesgo de desastres.
- Cuadro 40.** Matriz de comparación de pares: Parámetros de dimensión económica
- Cuadro 41.** Matriz de normalización: Parámetros de dimensión económica
- Cuadro 42.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: dimensión económica
- Cuadro 43.** Matriz de comparación de pares: Distancia de la zona de erosión
- Cuadro 44.** Matriz de normalización: Distancia de la zona de erosión
- Cuadro 45.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Distancia de la zona de erosión
- Cuadro 46.** Matriz de comparación de pares: Material de construcción predominante en pared
- Cuadro 47.** Matriz de normalización: Material de construcción predominante en pared
- Cuadro 48.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Material de construcción predominante en pared
- Cuadro 49.** Matriz de comparación de pares: Material de construcción predominante en techo
- Cuadro 50.** Matriz de normalización: Material de construcción predominante en techo
- Cuadro 51.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Material de construcción predominante en techo
- Cuadro 52.** Matriz de comparación de pares: Características del terreno
- Cuadro 53.** Matriz de normalización: Características del terreno
- Cuadro 54.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Características del terreno
- Cuadro 55.** Matriz de comparación de pares: Régimen de tenencia de la vivienda
- Cuadro 56.** Matriz de normalización: Régimen de tenencia de la vivienda
- Cuadro 57.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Régimen de tenencia de la vivienda
- Cuadro 58.** Matriz de comparación de pares: Parámetros de dimensión ambiental
- Cuadro 59.** Matriz de normalización: Parámetros de dimensión ambiental
- Cuadro 60.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: dimensión ambiental
- Cuadro 61.** Matriz de comparación de pares: Densidad de vegetación.
- Cuadro 62.** Matriz de normalización: Densidad de vegetación.
- Cuadro 63.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Densidad de vegetación



GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
000-2023-CENEPRED-SG  
REG. CGP N° 484



Jhon Elvis Chahua Janampa  
Ing. Mecánico de Fluidos  
Evaluador del Riesgo  
RJ N°119-2021-CENEPRED/1

- Cuadro 64.** Matriz de comparación de pares: Pérdida de agua  
**Cuadro 65.** Matriz de normalización: Pérdida de agua.  
**Cuadro 66.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Pérdida de agua.  
**Cuadro 67.** Matriz de comparación de pares: Difusión y cobertura en conservación ambiental  
**Cuadro 68.** Matriz de normalización: Difusión y cobertura en conservación ambiental  
**Cuadro 69.** Índice y Relación de Consistencia obtenido del PAJ para el parámetro: Difusión y cobertura en conservación ambiental  
**Cuadro 70.** Niveles de vulnerabilidad  
**Cuadro 71.** Estratificación de la vulnerabilidad  
**Cuadro 72.** Niveles de riesgo  
**Cuadro 73.** Estratificación del riesgo  
**Cuadro 74.** Cálculo de efectos probables  
**Cuadro 75.** Niveles de consecuencia.  
**Cuadro 76.** Probabilidad de ocurrencia  
**Cuadro 77.** Matriz de consecuencias y daños.  
**Cuadro 78.** Medidas cualitativas.  
**Cuadro 79.** Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo.  
**Cuadro 80.** Priorización e intervención.

Jhon Elvis Chahua Janampa  
 Ing. Mecánico de Fluidos  
 Evaluador del Riesgo  
 RJ N°119-2021-CENEPRED/J

.....  
 GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 000-2023-CENEPRED-SG  
 REG. CGP N° 484

## Figuras

- Figura 01. Mapa de ubicación del área de estudio  
 Figura 02. Ruta de acceso del centro cívico de Barranca al área de estudio  
 Figura 03. Depósito aluvial 1, localizado en el sector de expansión agrícola.  
 Figura 04. Depósito aluvial 2, localizado en las zonas de laderas.  
 Figura 05. Depósito fluvial 1, delimitado por la línea de color amarillo.  
 Figura 06. Depósito fluvial 2, delimitado por la línea de color amarillo.  
 Figura 07. Depósito fluvial 3, delimitado por la línea de color amarillo.  
 Figura 08. Terraza aluvial en el sector del C.P. Cruz del Río.  
 Figura 09. Talud expuesto a escurrimiento superficial.  
 Figura 10. Formación de terraza fluvial (Línea amarilla).  
 Figura 11. Formación de llanura de inundación (entre líneas amarillas).  
 Figura 12. Formación de lecho fluvial (entre líneas amarillas).  
 Figura 13. Zona de ladera sometida a proceso erosivo, con incidencia de hundimiento del suelo (círculo amarillo).  
 Figura 14. Suelo saturado por la ausencia de canalización y mal manejo de canales de regadío.  
 Figura 15. Formación de escarpes por asentamiento del suelo (línea amarilla).  
 Figura 16. Mapa de peligro por erosión hídrica del suelo.  
 Figura 17. Elemento expuesto ante la erosión hídrica del suelo.  
 Figura 18. Mapa de vulnerabilidad  
 Figura 19. Mapa de riesgo  
 Figura 20. Anulación del canal de regadío y zona de desfogue que intersecta la propiedad Zorrilla (Círculo de color rojo).  
 Figura 21. Establecimiento de área restringida en zona de riesgo.

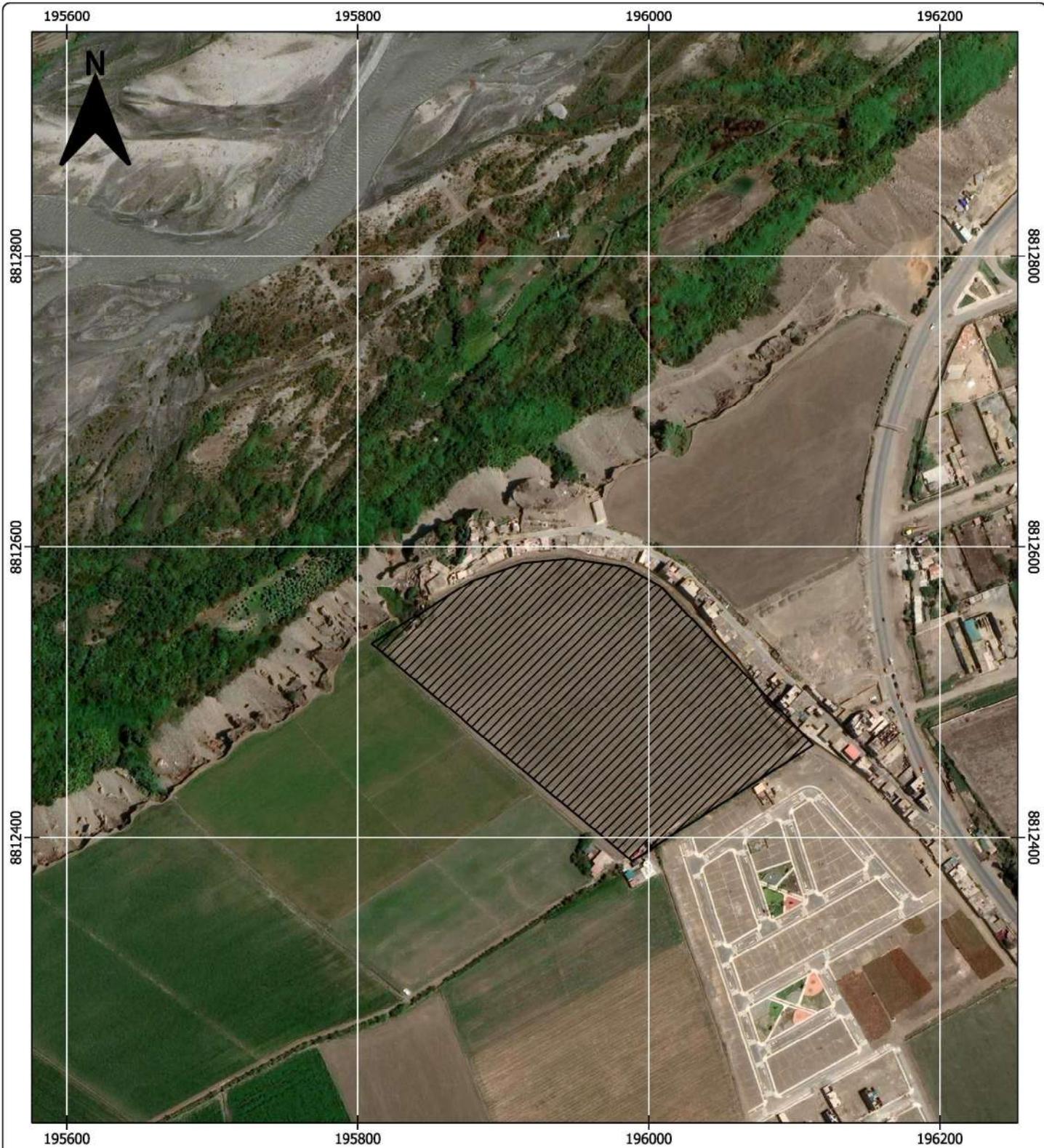
## ANEXOS



**GEOG. HECTOR A. LAVADO SANCHEZ**  
**EVALUADOR DE RIESGO**  
**000-2023-CENEPRED-SG**  
**REG. CGP N° 484**



**Jhon Elvis Chahua Janampa**  
**Ing. Mecánico de Fluidos**  
**Evaluador del Riesgo**  
**RJ N°119-2021-CENEPRED/J**



**LEYENDA**

Límite del terreno



ING. HÉCTOR A. LAVADO SANCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
COP. 00000000000000000000  
REG. COP N° 404

25 0 25 50 75 100 m



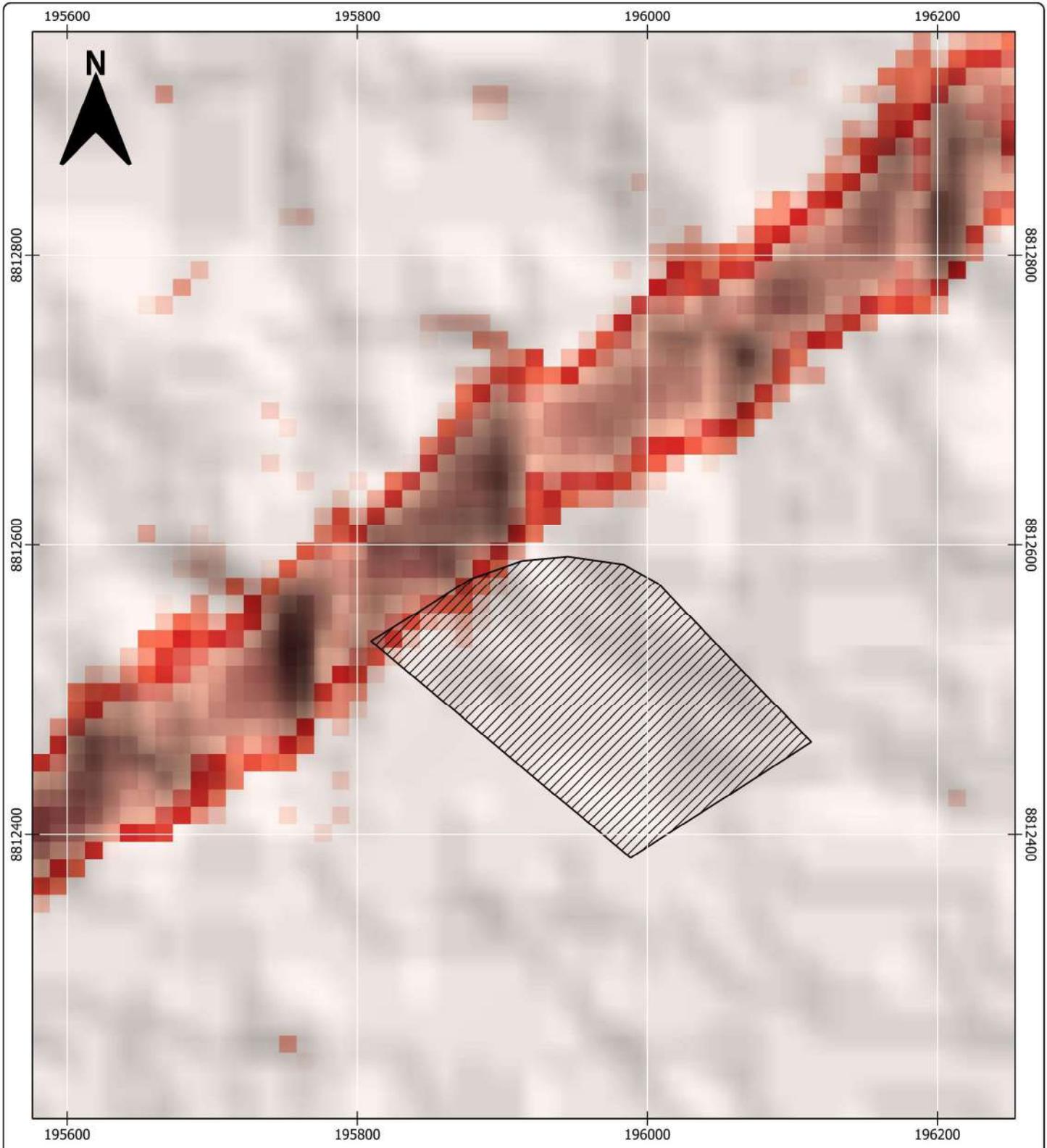


«Informe de evaluación de riesgo originado por erosión hídrica del suelo en la parcela p01014696-zorrilla, en el c.p. cruz del río, distrito y provincia de barranca, departamento de lima»

**MAPA DE UBICACIÓN**

Ubicación	Elaborado por: Jhon Elvis Chahua Janampa Héctor Albert Lavado Sánchez	Mapa:
Distrito: Barranca	Revisado por: Jhon Elvis Chahua Janampa	<b>M-01</b>
Provincia: Barranca	Año: 2022	
Departamento: Lima	Formato: A3	

Datum: WGS 84  
Proyección: UTM Zona18 sur  
Escala: 1:2,500



**LEYENDA**

▨ Límite del terreno

Factor LS

34.29

0

*Héctor Allbert Lavado Sánchez*  
 ING. HÉCTOR A. LAVADO SÁNCHEZ  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 ESPECIALISTA EN RIESGO  
 REG. COP N° 404

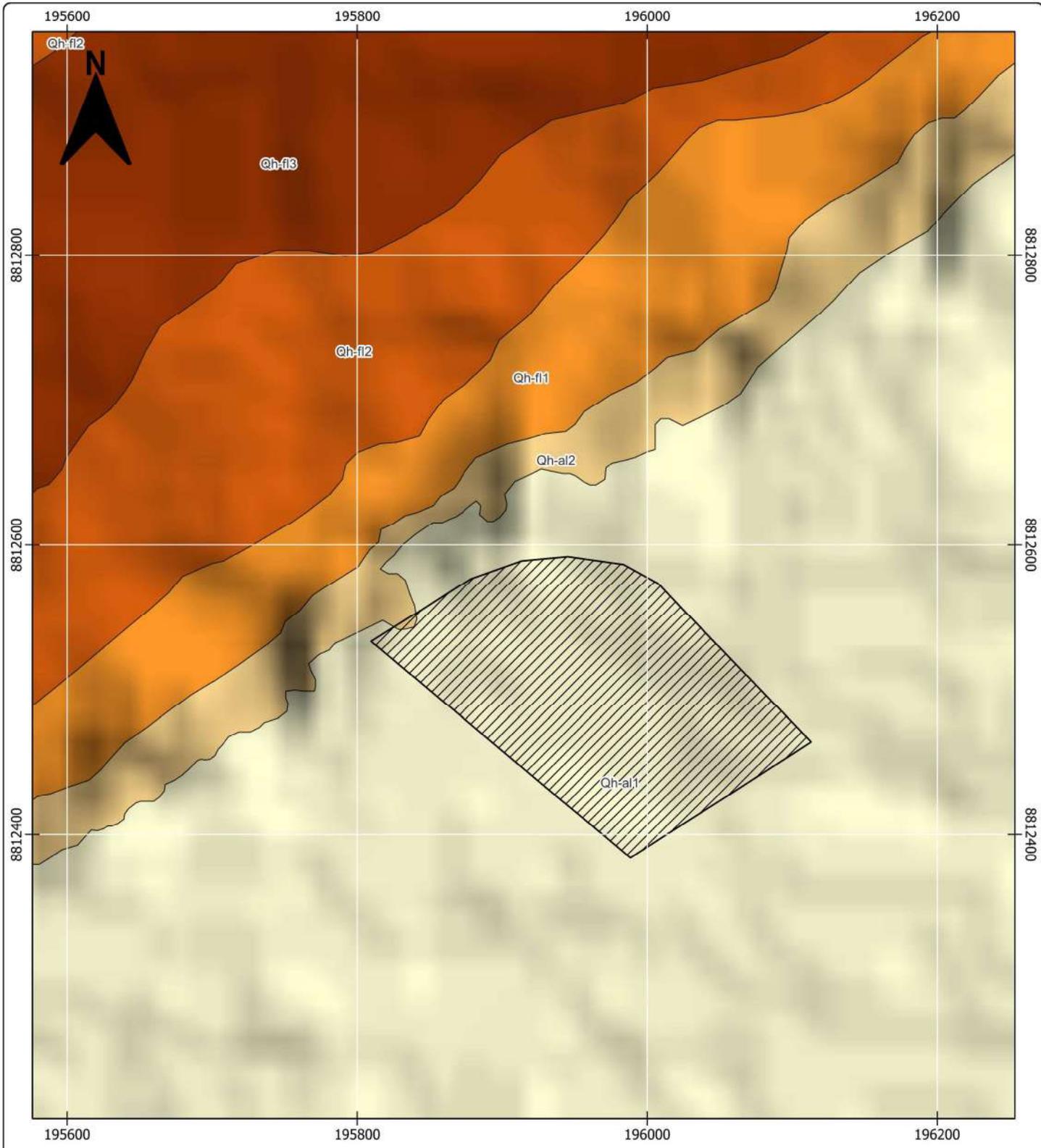
25 0 25 50 75 100 m



«Informe de evaluación de riesgo originado por erosión hídrica del suelo en la parcela p01014696-zorrilla, en el c.p. cruz del río, distrito y provincia de barranca, departamento de lima»

**FACTOR LS**

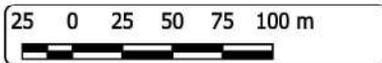
Ubicación	Elaborado por:	Mapa:
Distrito: Barranca	Jhon Elvis Chahua Janampa	M-02
Provincia: Barranca	Héctor Allbert Lavado Sánchez	
Departamento: Lima	Revisado por:	
Datum: WGS 84	Jhon Elvis Chahua Janampa	
Proyección: UTM Zona18 sur	Año: 2022	
Escala: 1:2,500	Formato: A3	



**LEYENDA**

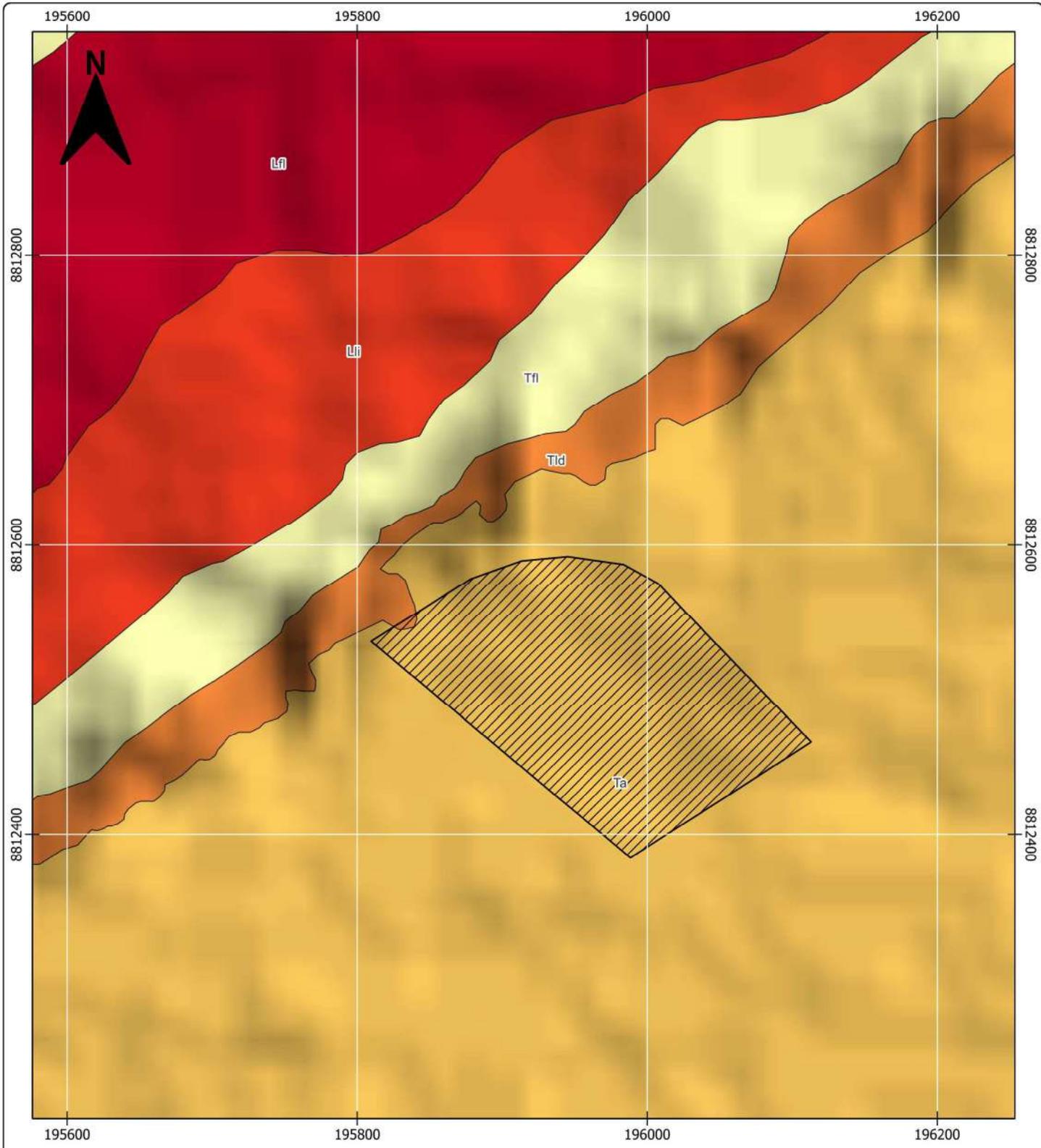
- Límite del terreno
- Unidades Litológicas
- Depósito aluvial 1
- Depósito aluvial 2
- Depósito fluvial 1
- Depósito fluvial 2
- Depósito fluvial 3

ING. HÉCTOR A. LAVADO SÁNCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
REG. COP N° 401



«Informe de evaluación de riesgo originado por erosión hídrica del suelo en la parcela p01014696-zorrilla, en el c.p. cruz del río, distrito y provincia de barranca, departamento de lima»

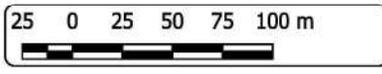
UNIDADES LITOLÓGICAS		
Ubicación	Elaborado por: Jhon Elvis Chahua Janampa Héctor Allbert Lavado Sánchez	Mapa:
Distrito: Barranca	Revisado por: Jhon Elvis Chahua Janampa	<b>M-03</b>
Provincia: Barranca	Año: 2022	
Departamento: Lima	Formato: A3	
Datum: WGS 84		
Proyección: UTM Zona18 sur		
Escala: 1:2,500		



**LEYENDA**

- Límite del terreno
- Unidades geomorfológicas
- Lecho fluvial
- Llanura de inundación
- Talud
- Terraza aluvial
- Terraza fluvial

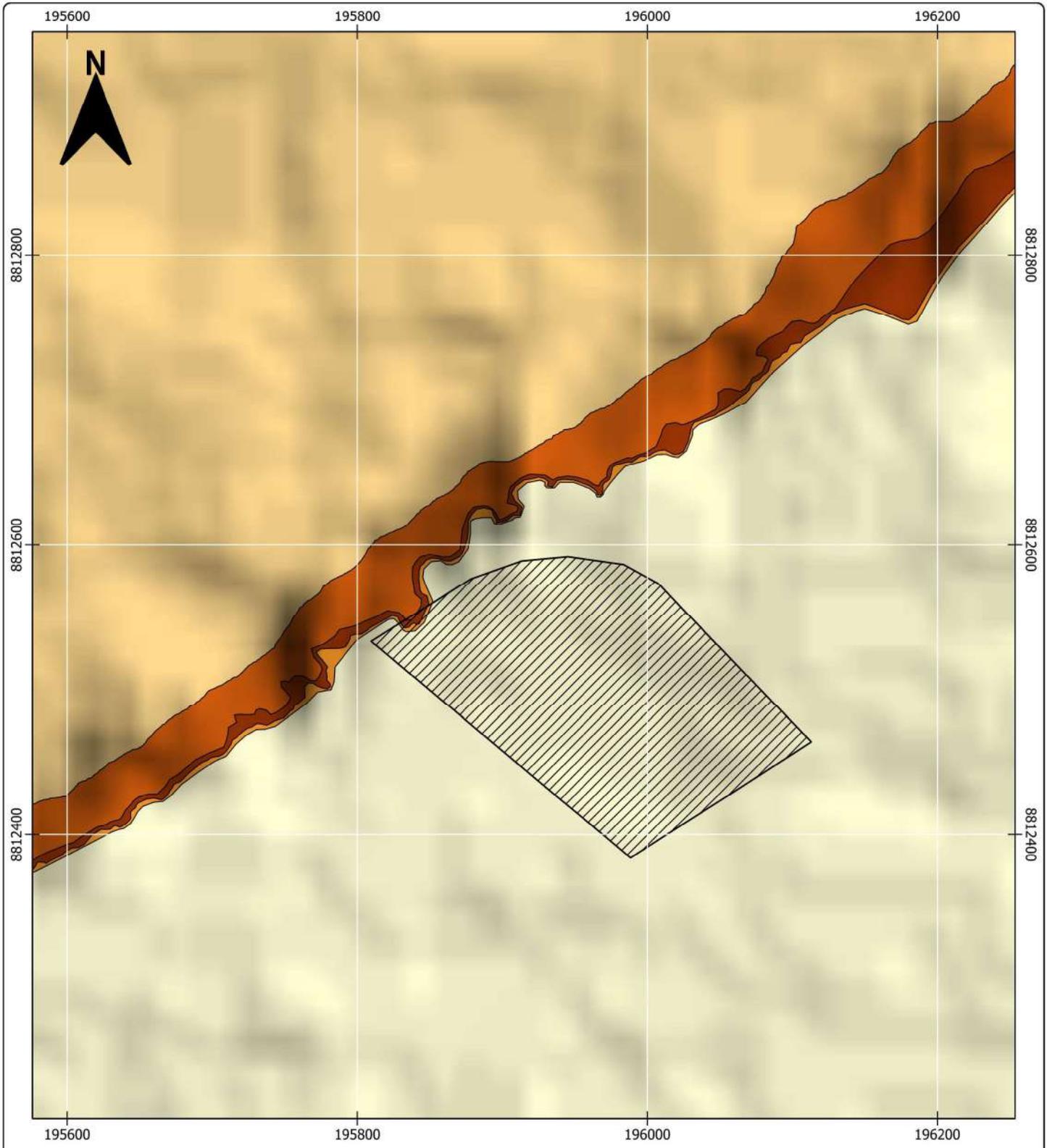
ING. HÉCTOR A. LAVADO SÁNCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
CORPORACIÓN SURENOR S.A.  
REG. COP N° 404



**Los Portales**

«Informe de evaluación de riesgo originado por erosión hídrica del suelo en la parcela p01014696-zorrilla, en el c.p. cruz del río, distrito y provincia de barranca, departamento de lima»

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		
Ubicación	Elaborado por: Jhon Elvis Chahua Janampa Héctor Allbert Lavado Sánchez	Mapa:
Distrito: Barranca Provincia: Barranca Departamento: Lima	Revisado por: Jhon Elvis Chahua Janampa	<b>M-04</b>
Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona18 sur	Año: 2022	
Escala: 1:2,500	Formato: A3	



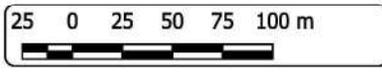
**LEYENDA**

▨ Límite del terreno

Pérdida de suelo (T/ha/años)

- Grado 1
- Grado 2
- Grado 3
- Grado 4
- Grado 5

ING. HÉCTOR A. LAVADO SÁNCHEZ  
EVALUADOR DE RIESGO  
CORPORACIÓN NACIONAL DE RIESGO  
REG. COP N° 404



**Los Portales**

«Informe de evaluación de riesgo originado por erosión hídrica del suelo en la parcela p01014696-zorrilla, en el c.p. cruz del río, distrito y provincia de barranca, departamento de lima»

GRADO DE PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN		
Ubicación	Elaborado por:	Mapa:
Distrito: Barranca	Jhon Elvis Chahua Janampa	M-05
Provincia: Barranca	Héctor Allbert Lavado Sánchez	
Departamento: Lima	Revisado por:	
Datum: WGS 84	Jhon Elvis Chahua Janampa	
Proyección: UTM Zona18 sur	Año: 2022	
Escala: 1:2,500	Formato: A3	





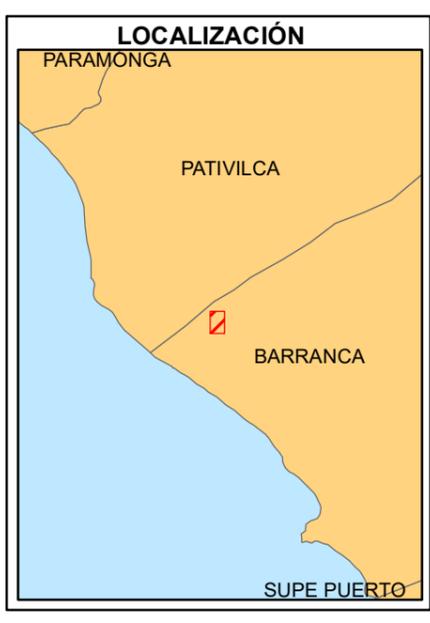
**LEYENDA**

 Límite del terreno

**Nivel de vulnerabilidad**

  $0.045 \leq V \leq 0.080$  Bajo

0 40 80 160 m



**INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO ORIGINADO POR EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO EN LA PARCELA P01014696-ZORRILLA, EN EL C.P. CRUZ DEL RÍO, DISTRITO Y PROVINCIA DE BARRANCA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

**MAPA DE VULNERABILIDAD**

Ubicación Distrito: Barranca Provincia: Barranca Departamento: Lima	Elaborado por: Jhon Elvis Chahua Janampa Héctor Albert Lavado Sánchez Revisado por: Jhon Elvis Chahua Janampa	Mapa:          <b>M-07</b>
Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 18 sur Escala: 1:2,500	Año: 2022 Formato: A3	

