

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR
FLUJO DE DETRITOS EN EL PREDIO “BODEGAS SAN
FRANCISCO ALMACENES DEL PERÚ (LOGISTCITY)” DEL
DISTRITO DE PUNTA HERMOSA, PROVINCIA Y
DEPARTAMENTO DE LIMA.**



JUNIO 2025

EQUIPO CONSULTOR

Coordinador del estudio

Arq. Melisa Fanny Rodríguez Ramírez

Especialistas en Evaluación de Riesgos acreditados por CENEPRED

Arq. Melisa Fanny Rodríguez Ramírez

Evaluador del Riesgo Originado por Fenómenos Naturales R.J. N° 85-2018-CENEPRED-J

Ing. Daniel Apolinario García Prado

Evaluador del Riesgo Originado por Fenómenos Naturales R.J. N° 105-2018-CENEPRED-J

Especialista SIG

Ing. Orlando Giménez Vásquez

Especialista en hidrología y modelamiento numérico de flujos

Ing. Alex Gomes Gómez Astuhuaman

Bach. Christopher Johnny Pacherres Cueva

Especialista en geología y geomorfología

Bach. Marcelo Melgar Laura



ING. DANIEL A. GARCIA PRADO
EVALUADOR DE RIESGO
R.J. N° 105-2018-CENEPRED/J
CIP N° 103845

 Melisa Rodríguez Ramírez
ARQUINECTA
C.A.P. 5147

INDICE

INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	9
1.1 JUSTIFICACIÓN	9
1.2 OBJETIVO GENERAL.	9
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	9
1.4 MARCO NORMATIVO	10
1.5 ANTECEDENTES	12
CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	19
2.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO BODEGAS SAN FRANCISCO ALMACENES DEL PERÚ (LOGISTCITY)	19
2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA A EVALUAR	22
2.2.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS LOCALES	22
2.2.2 UNIDADES GEOLÓGICAS LOCALES	27
2.2.3 PENDIENTES	31
2.2.4 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	33
2.3 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	38
2.3.5. HIDROLOGÍA	40
2.3.5.1. UBICACIÓN, EXTENSIÓN Y LIMITES	40
2.3.5.3. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN	40
2.3.5.4. PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS	43
2.3.5.5. HIDROLOGÍA ESTADÍSTICA	44
2.3.5.6. RIESGO ADMISIBLE, VIDA ÚTIL Y PERÍODO DE RETORNO	46
2.3.5.7. ESTIMACIÓN DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS DE DISEÑO	47
2.3.5.8. TORMENTAS DE DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN	47
2.3.5.9. TORMENTAS DE DISEÑO	47
2.3.5.10. MÁXIMAS AVENIDAS	47
2.4 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DISTRITO DE PUNTA HERMOSA	49
I. CARACTERÍSTICAS SOCIALES	49

CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO **51**

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.	51
3.2 RECOPILACIÓN, ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN RECOPILADA.	52
3.3 IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR.	53
3.3.1. PELIGRO: MOVIMIENTO DE MASA	55
3.4 SIMULACIÓN DE FLUJO NEWTONIANO	58
3.4.1 SIMULACIÓN DE FLUJO	58
3.4.2 MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL	58
3.4.3 MALLADO NUMÉRICO	59
3.4.4 CONDICIONES INICIALES Y DE FRONTERA	60
3.4.5 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE MANNING	61
3.4.6 CONFIGURACIÓN DEL FLUJO	63
3.4.7 RESULTADOS DE SIMULACIÓN	64
3.4.7.1 <i>TIRANTES MÁXIMOS</i>	64
3.5 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	65
3.6 SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO ANTE PELIGROS	67
3.6.1 FACTORES CONDICIONANTES	67
3.6.2 FACTORES DESENCADENANTES	70
3.7 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS	71
3.8 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS	73
3.9 DEFINICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO	73
3.9.1 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	74
3.9.2 MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	75

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD **76**

4.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	76
4.2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	77
4.2.1 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	77
4.2.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	82
4.2.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	86
4.1.1 DEFINICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD	89
4.1.2 MAPA DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD	90

CAPÍTULO V: CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO	91
5.1 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE RIESGO	91
5.2 DEFINICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO.	92
5.2.1 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS	92
5.2.2 MAPA DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS	94
5.3 CALCULO DE PÉRDIDAS	95
5.3.1 CÁLCULO DE PERDIDAS PROBABLES	95
CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO	96
6.1 ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO	96
6.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES.	99
6.2.1 MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL	99
6.3.2 MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL	100
A. MEDIDAS DE PREVENCION DE ORDEN NO ESTRUCTURAL	100
MEDIDAS DE OPERACIÓN	100
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXO Nº 1	104
ANEXO N.º 2	108

PRESENTACIÓN

El área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), ubicado en el parte baja del distrito de Punta Hermosa, por sus características físicas y meteorológicas está expuesto a peligros de origen natural como, sismos y flujos que podrían generar impactos negativos provocando muertes, daños en la salud pública, en el ambiente, infraestructura y actividad económica.

Ante este contexto se realizó la evaluación de riesgo de desastres (EVAR), que se tiene previsto ejecutar en el marco del proceso de habilitación urbana, el cual constituye un procedimiento técnico que permitirá identificar los peligros que ocurrán en las inmediaciones de la Quebrada Malanche, analizar la vulnerabilidad y determinar los niveles de riesgos ante la ocurrencia de peligros de origen natural; así como la identificación de las medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres.

El presente Informe de Evaluación del Riesgo por fenómenos de origen natural, permite analizar el impacto potencial por Flujo de detritos en el área de influencia directa e indirecta, tal es así que producto de este fenómeno se podrían generar impactos en la zona urbana debido a la ausencia de medidas y/o acciones que puedan garantizar las condiciones de estabilidad física relacionados con el factor de exposición a estos fenómenos naturales del ser humano y sus medios de vida.

Ante ello, se analizó el registro de los distintos peligros de origen natural que podrían afectar el área de estudio, entre los cuales se identificó que el área de estudio hay de manera recurrente precipitaciones y granizadas que podrían generar Flujo de detritos y afectar la seguridad física del personal e infraestructura existente.

Asimismo, se hace de conocimiento que el 7 y 8 de junio del 2025 se realizó inspección de campo por el equipo evaluador en las inmediaciones de la Quebrada Malanche, donde realizó la identificación de parámetros para el análisis de vulnerabilidad en sus tres dimensiones, además para el análisis de peligro se realizó levantamiento topográfico para la elaboración de mapas geomorfológicos, geológicos, Pendientes, entre otros; que se utilizaran como insumos para la elaboración del presente Estudio de Evaluación del Riesgo.

En el presente estudio se aplica la metodología del “Manual para la evaluación del riesgo originado por Fenómenos Naturales”, 2da Versión, el 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



ING. DANIEL A. GARCIA PRADO
EVALUADOR DE RIESGO
R.J. N° 105-2018-GENEPRED/J
CIP N° 103845


Melisa Rodríguez Ramírez
ARQUITECTA
C.A.P. 5147


formulación de recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de “Evaluación de riesgos de desastres por flujos de detritos” permite analizar el impacto potencial al área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), ubicado en la parte baja del distrito de Punta Hermosa, ante la ocurrencia de flujo de detritos originado por lluvias intensas anómalas.

Ante lo descrito en el párrafo anterior es que el Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY) ha buscado la ocupación planificada del territorio, minimizando la exposición, fragilidad y mejorando la resiliencia de en base a la construcción de las edificaciones según el reglamento nacional de edificación (RNE) y el fortalecimiento de conocimientos sobre la importancia en la Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.

La quebrada Malanche en la parte tiene una morfología de pendientes muy pronunciadas en ambas márgenes de las estribaciones andinas, que en gran parte están conformadas de material no consolidado muy susceptibles a deslizarse que serían material aportante para la generación de flujos de detritos.

En este documento, se desarrolla la Evaluación del Riesgo, ante la ocurrencia de flujo de detritos; el cual comprende la determinación del peligro y el área de influencia en función a sus factores condicionantes para la definición de sus niveles, representados en el mapa de peligro. Además, comprende el análisis de la vulnerabilidad de los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica y ambiental. Cada dimensión de la vulnerabilidad se evalúa con sus respectivos factores: exposición, fragilidad y resiliencia, para definir los niveles de vulnerabilidad y mapa respectivo.

Luego, se contempla el procedimiento para cálculo del riesgo, que permite identificar el nivel del riesgo originado por dicho flujo de detritos en las inmediaciones del área de estudio, así como también el mapa de riesgo como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad. Finalmente, se evalúa el control del riesgo, para identificar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo.

Los resultados, del presente informe servirán para la identificación e implementación de medidas de prevención y reducción de riesgos, orientados a disminuir la vulnerabilidad.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1 JUSTIFICACIÓN

El presente estudio se justifica en razón que los propietarios área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY) requiere contar un informe de evaluación de riesgos de desastre a fin gestionar la habilitación urbana para el poder declarar esta área como espacio urbano, según lo establecido en la LEY 29090 “Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones” y la Ley N° 31313 “Ley de Desarrollo Urbano Sostenible”.

1.2 OBJETIVO GENERAL.

Determinar el nivel del riesgo por peligro de flujo de detritos en el área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY) ubicado en el distrito de Punta Hermosa, provincia y departamento de Lima, en cumplimiento de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD y su reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 048-211-PCM, la LEY 29090 “Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones” y la Ley N° 31313 “Ley de Desarrollo Urbano Sostenible”.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar la caracterización física, social, económica, ambiental y cultural en el área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), parte baja del distrito de Punta Hermosa.
- Identificar y determinar los niveles de peligro por flujo de detritos en el área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), parte baja del distrito de Punta Hermosa.
- Identificar los elementos expuesto por flujo de detritos en el área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), parte baja del distrito de Punta Hermosa.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad de la población por flujo de detritos en el área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), parte baja del distrito de Punta Hermosa.
- Elaborar el mapa de riesgos evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo por flujo de detritos en el área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), parte baja del distrito de Punta Hermosa.
- Proponer medidas estructurales y no estructurales para prevenir y disminuir los riesgos existentes por flujo de detritos en el área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), parte baja del distrito de Punta Hermosa.

1.4 MARCO NORMATIVO

El marco normativo contempla lo establecido en la constitución Política del Perú, la misma que hace referencia a diversas normas a ser tomadas en cuenta.

- Ley N° 29664, que crea el sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres – SINAGERD, modificada por el Decreto Legislativo N° 1587.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y sus modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Decreto Legislativo N° 1252, Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones.
- Decreto Supremo N°48-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, modificado parcialmente por el DS N° 060-2024-PCM.
- Decreto Supremo N° 038-2021-PCM, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050.
- Decreto Supremo N° 284-2018-EF, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1252, Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones.
- Decreto Supremo N° 115-2022-PCM, de fecha 13 de setiembre de 2022, que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2022 – 2030.
- Resolución Ministerial N° 046-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos que definen en el marco de responsabilidades de Gestión de Riesgo de Desastres en las entidades del Estado en los tres niveles de Gobierno.
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Ley N°29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy alto Riesgo No Mitigable
- La Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 009-2025-PCM/SGRD
- 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° 290-2025-PCM, publicada el 29 de octubre de 2025, que deroga la Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, la cual aprobaba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Ley N° 30779, Medidas para el fortalecimiento del sistema nacional de gestión del riesgo de desastres” (05 de junio 2018).
- Ley N° 31313 de desarrollo sostenible.

- Resolución Directoral N° 0828-2020-ANA-AAA-CAÑETE-FORTEZA. Delimitación de la faja marginal de la Qda. Rio Seco (Malanche), distrito de Punta Hermosa y San Bartolo, provincia de Lima, departamento de Lima.
- Resolución Directoral N° 0623-2024-ANA-AAA.CF: Modificación de la faja marginal de la Quebrada Malanche, Río Seco, tramo de Punta Hermosa, en el sector de Punta Hermosa.

1.5 ANTECEDENTES

Los flujos de detritos, comúnmente conocidos como “huaycos” son muy comunes en nuestro país debido a la geomorfología del territorio, constituido por altas montañas, vertientes pronunciadas, estribaciones occidentales sumamente áridas con rocas y suelos deleznables o susceptibles de remoción con aguas de lluvia (Zavala et al 2012).

De acuerdo a INGEMMET, generalmente las zonas afectadas son espacios delimitados por una microcuenca, subcuenca, quebrada o riachuelo, siendo los principales daños, los que se producen en el cono o abanico deyectivo, parte terminal de depósito de un cauce tributario a otro. Los daños que producen son considerables, por la gran energía y violenta aparición con que se presentan, destruyendo, arrasando o sepultando lo que encuentran en su paso, infraestructura urbana, vial, hidráulica y productiva agrícola.

Los Flujos de detritos son altamente recurrentes en temporada de lluvias, sus factores condicionantes son: Suelo, Pendiente y Geomorfología (que son descritos detalladamente en los Informes de Evaluación de Riesgos consultados).

Las precipitaciones (lluvias) constituyen el factor desencadenante del flujo de detritos “las lluvias como factores desencadenantes de remociones en masa, se encuentran relacionadas con su intensidad duración y distribución. Precipitaciones de poca intensidad en períodos prolongados de tiempo y precipitaciones de gran intensidad en períodos cortos de tiempo podrían desencadenar eventos de remociones en masa en zonas donde el escenario sea favorable para ello.

Según el Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Versión 02, Versión 02. Pag 69-70. (CENEPRED, 2014)., Se presentan las siguientes clases de movimientos en masa: caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, propagaciones laterales, reptaciones; se describe además cierto tipo de deformaciones gravitacionales profundas, ver cuadro 1.

Cuadro N° 01. Tipos de flujo según la Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 009-2025-PCM/SGRD

		<p>Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída del material involucrado, la humedad, la velocidad, el confinamiento lateral y otras características que los hacen distinguibles; así mismo, aportan definiciones que enfatizan aspectos de uso práctico útiles para el estudio de amenazas.</p> <p>Es importante hacer la distinción entre los diferentes tipos de flujos cuando se analiza el peligro al que está sometido un área ya que, como se describe más adelante, el potencial destructivo es característico de cada tipo.</p>
10	Flujo	<p>10.1 Flujo de detritos: Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (índice de plasticidad menor al 5%), que transurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.</p> <p>Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos, sus depósitos tienen rasgos característicos como albardones o diques longitudinales, canales en forma de u, trenes de bloques rocosos y grandes bloques individuales. Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo.</p> <p>10.2 Aluvión: Flujo muy rápido de una crecida de agua que transporta una gran carga de detritos a lo largo de un canal, usualmente también llamados flujos hiperconcentrados. Es difícil distinguir entre un flujo de detritos y una crecida de detritos con base en la concentración de sedimentos, por lo que deben diferenciarse según el caudal pico observado o potencial.</p> <p>También conocidos como crecidas de detritos, se caracterizan por caudales pico 2 o 3 veces mayores que el de una crecida de agua o inundación. De esta manera, la capacidad de daño de una crecida de detritos es similar a la de una inundación y los objetos impactados quedan enterrados o rodeados por los detritos, con frecuencia sin sufrir daño.</p> <p>También pueden ocurrir eventos excepcionales por descargas de agua inusualmente altas, tales como las producidas por el rompimiento de presas naturales o artificiales, la liberación súbita de agua de lagos glaciales (GLOFs) o subglaciales.</p> <p>10.3 Flujo de lodo: Flujo canalizado muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados plásticos, cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material fuente (índice de Plasticidad mayor al 5%). El carácter de este tipo de movimiento es similar al del flujo de detritos, pero la fracción arcillosa modifica la geología del material.</p>

Fuente: Lineamientos Técnicos Del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres, según la Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 009-2025-PCM/SGRD

Cronología de eventos en la zona de estudio

Según el Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres (SINPAD) del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), en el distrito de Punta Hermosa, Provincia y Departamento de Lima, se han presentado las emergencias descritas en el cuadro N°2.

Cuadro N° 02. Datos Históricos de emergencias en el distrito de Punta Hermosa.

FECHA	EMERGENCIA
15/08/2007	SISMO AFECTO 18 VIVIENDAS EN SECTOR MARTÍN OLAYA Y EL CARMEN PUNTA HERMOSA
23/02/2017	LLUVIAS INTENSAS EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA
14/03/2017	CAIDA DE FLUJO DE LODO POR LA QUEBRADA MALANCHE
15/03/2017	HUAYCO
02/03/2017	ACTIVACION DE LA QUEBRADA MALANCHE, CAIDA DE FLUJO DE LODO
15/05/2019	INCENDIOS URBANOS
17/06/2019	DERRUMBE ESTRUCTURA GENERAL
20/07/2019	DESLIZAMIENTO
23/08/2019	INCENDIOS URBANOS
28/03/2020	EPIDEMIA COVID-19
29/01/2021	EPIDEMIAS
22/10/2022	INCENDIOS URBANOS
14/03/2023	LLUVIAS INTENSAS

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil. Reporte de emergencias

Los flujos de los años 2017 y 2023 tuvieron como desencadenante las lluvias intensas y/o extraordinarias, el desborde provocó afectación en distintos sectores de la quebrada Malanche. El flujo del año 2017 causó graves daños a los poblados adyacentes al cauce de la quebrada; en el C.P. Pampapacta fueron afectadas familias del sector 9 Las Begonias, con daños a viviendas, corrales de ganado y la pérdida de una vida humana en el sector 4 de Los Jazmines.

En el informe N° A6768, el INGEMMET propuso algunas medidas de mitigación como limpiar y descolmatar el material del cauce de la quebrada, forestar el borde del cauce y laderas y la capacitación de la población en temas de peligros geológicos (Ocho Z. al., 2017). Según el Compendio Estadístico del INDEC: El Huaico “provocó a su paso daños materiales y personales entre ellos arrasó varios metros a una señora de nombre Evangelina Chamorro Díaz, quien estaba empapada de lodo, logró salir de la zona de peligro, las personas se mostraron desesperadas por la intensidad de la corriente de barro, también quedó atrapado un enorme conteiner y lamentablemente varias vacas que estaban dentro de un vehículo perdieron la vida, el huaico también arrastró al menos cinco vacas, tres cerdos de los criaderos ubicados en Punta Hermosa”.

Los datos meteorológicos del SENAMHI informaron que, desde el 12 al 15 de marzo del 2017, se presentarían lluvias de moderada y fuerte intensidad en la sierra centro y sur. Los mayores valores superarían los 25 mm/día y se registrarían los días 13 y 14 de marzo, afectando principalmente las zonas de Ancash, Lima (provocando la activación y flujo de la quebrada Malanche), Ayacucho, Apurímac y Arequipa. Estas precipitaciones estarán acompañadas de descargas eléctricas y ráfagas de viento. Asimismo, durante este periodo se presentarían lluvias por trasvase en la zona costera (Fuente: Aviso Meteorológico N° 033-Senamhi, 2017).

El flujo del año 2023 producto de las lluvias intensas causado por el ciclón Yaku, según el INFORME DE EMERGENCIA N.^o 1366 - 26/4/2023 / COEN - INDECI / 06:50 HORAS (Informe N^o 30) “El 14 de marzo de 2023, en horas de la madrugada, se registraron lluvias intensas que causaron la activación de las quebradas: Quebradillo, Rio Seco, Inocente, Huaycoloro 1 y 2, Río Seco 1 y 2, Quirio, Malanche, Jicamarca, entre otras y como consecuencia ocasionó daños a viviendas y vías de comunicación en los distritos de Ancón, Pucusana, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa María del mar, provincia de Lima”.

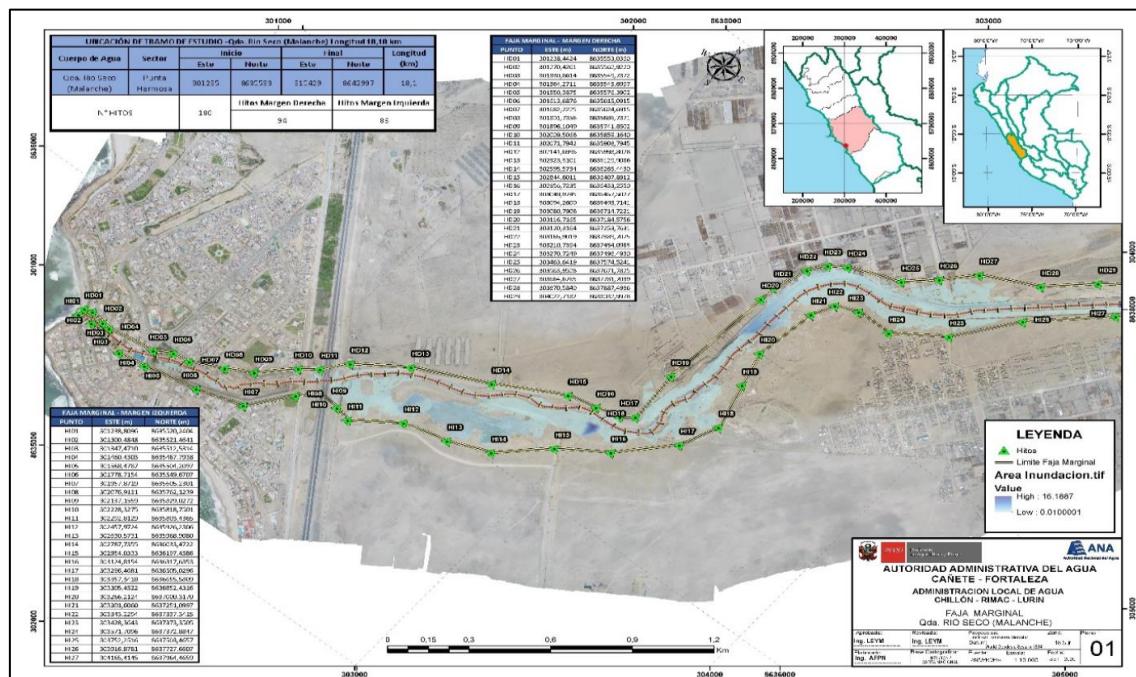
Estudios realizados en el ámbito de estudio.

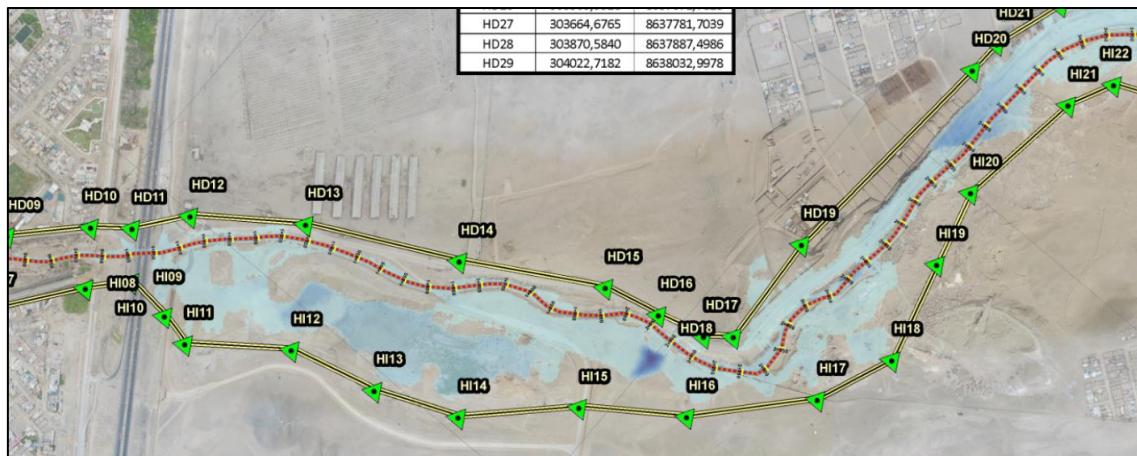
- Resolución directoral N°0828-2020-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA: Delimitación de la faja marginal de la Qda. Rio Seco (Malanche), distrito de Punta Hermosa y San Bartolo, provincia de Lima, departamento de Lima.

La autoridad nacional del agua realizó una delimitación de la faja marginal en el cauce de la quebrada Rio Seco (Malanche) en un tramo de 18.10km.

En el cual se declara zonas intangibles los cauces de las riberas, las fajas marginales, prohibiéndose expresamente la transferencia o cesión para fines de vivienda, comercio, agrícola y otros alcanzando a cualquier modalidad de ocupación poblacional, por lo cual se recomienda respetar y evitar la ocupación de la faja marginal.

Imagen 1. Faja marginal de la quebrada Rio Seco (Malanche)



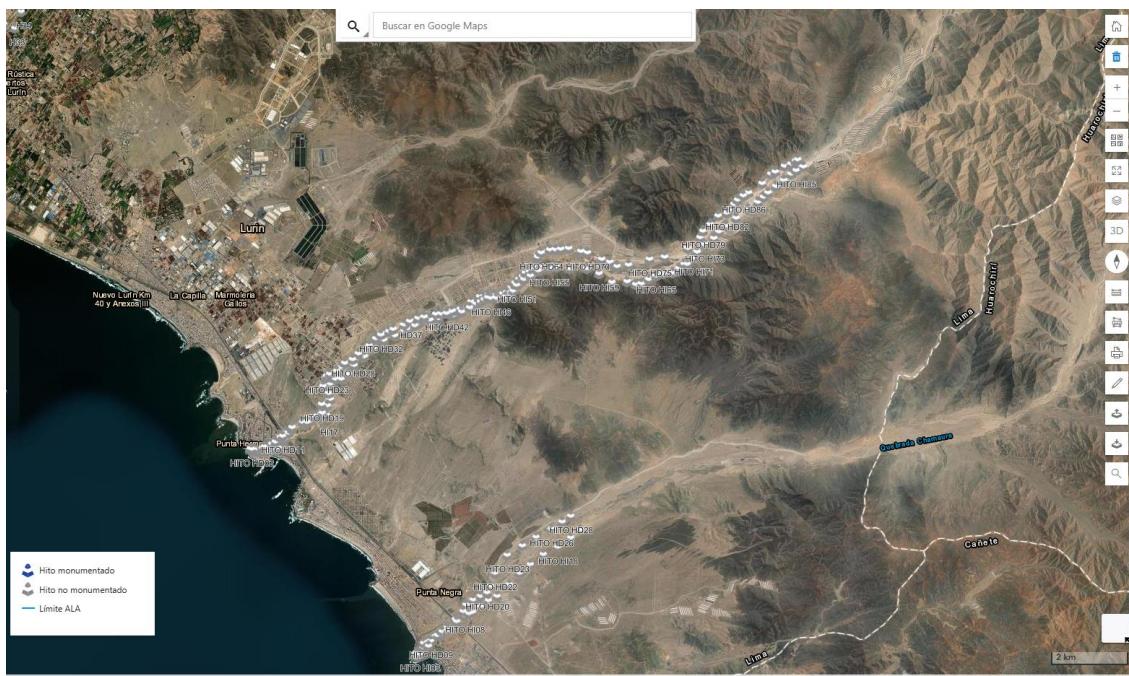


Fuente: SIGRID.

- **Resolución Directoral N° 0623-2024-ANA-AAA.CF: Modificación de la faja marginal de la Quebrada Malanche, Río Seco, tramo de Punta Hermosa, en el sector de Punta Hermosa.**

La presente resolución aprueba la modificación de la Faja Marginal de la Quebrada Malanche, Rio Seco, tramo de Punta Hermosa, entre los hitos del 09 al 18 de la margen izquierda, en el sector de Punta Hermosa, Progresivas 1+050 hasta 2+550 km.

Imagen 2. Modificatoria de la Faja marginal de la quebrada Rio Seco (Malanche)



Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA)

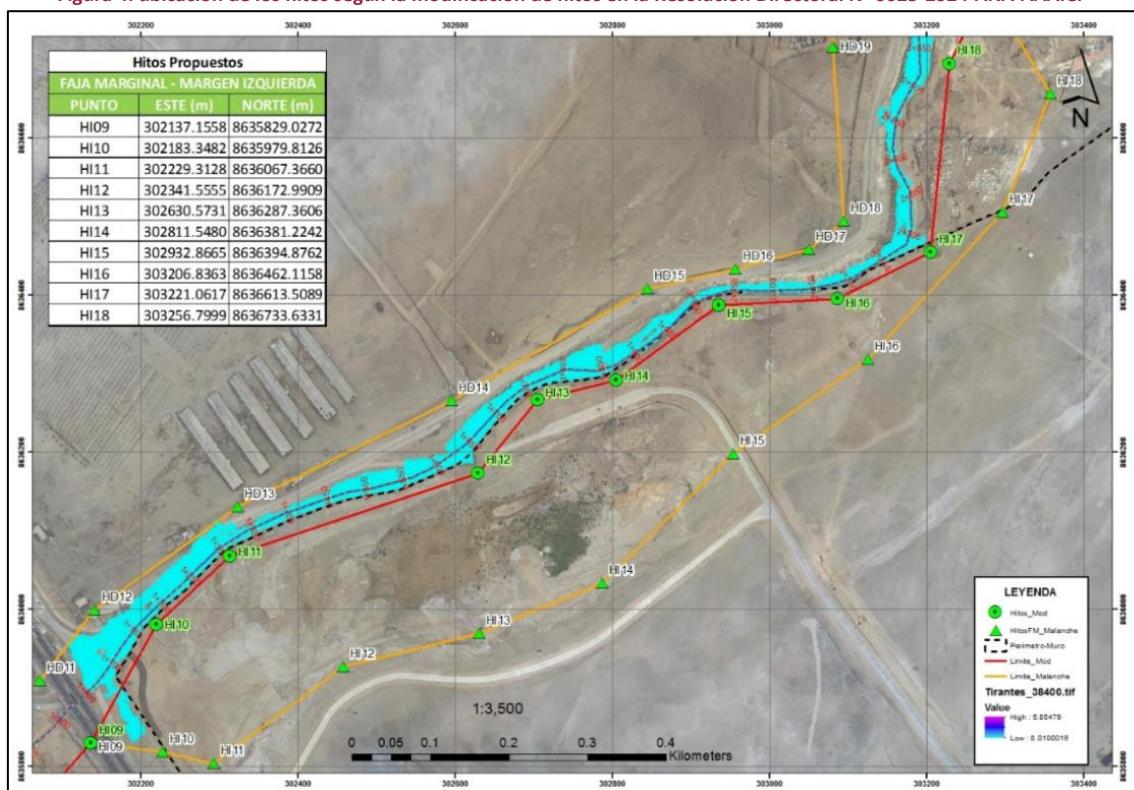
La modificación de la faja marginal ha sido en los Hitos 09 al hito 18. Como se muestra en la siguiente imagen.

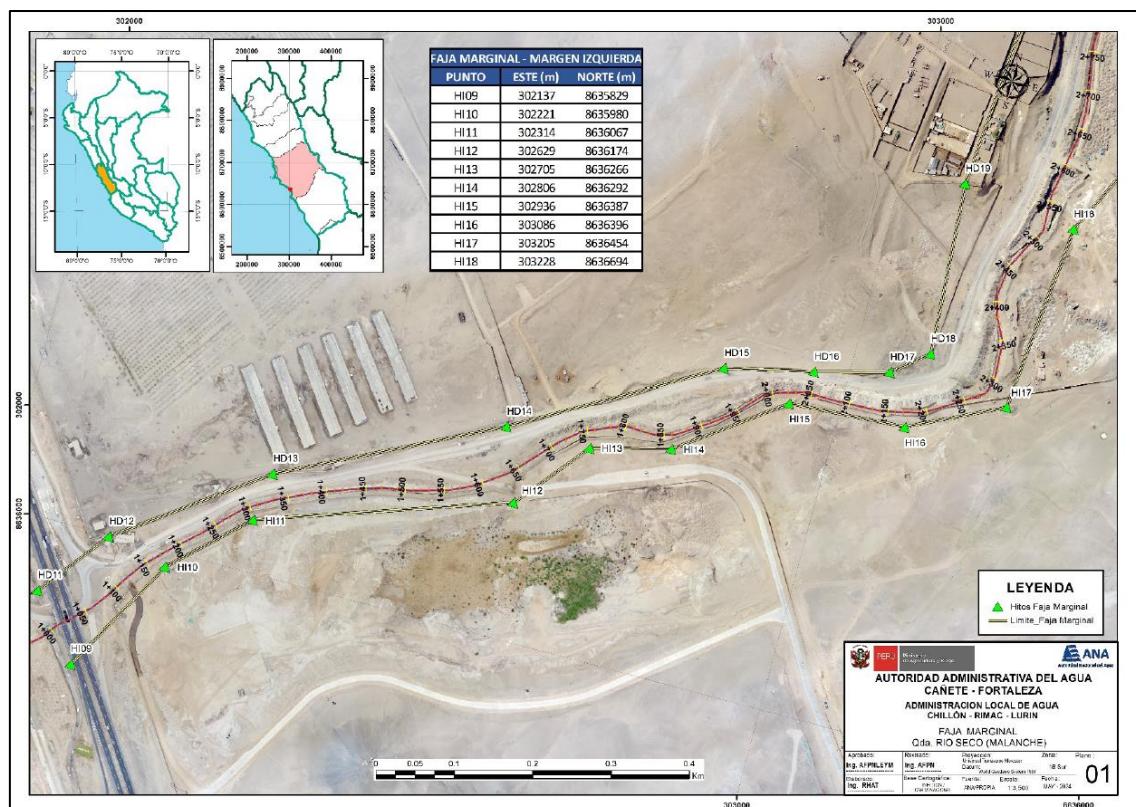
Figura 3. Hitos existentes y Hitos propuestos

Hitos Existentes			Hitos Propuestos		
FAJA MARGINAL - MARGEN IZQUIERDA			FAJA MARGINAL - MARGEN IZQUIERDA		
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI09	302137.156	8635829.03	HI09	302137	8635829
HI10	302228.328	8635818.75	HI10	302221	8635980
HI11	302292.813	8635803.44	HI11	302314	8636067
HI12	302457.972	8635926.23	HI12	302629	8636174
HI13	302630.573	8635968.91	HI13	302705	8636266
HI14	302787.736	8636033.47	HI14	302806	8636292
HI15	302954.033	8636197.46	HI15	302936	8636387
HI16	303124.815	8636317.64	HI16	303086	8636396
HI17	303296.468	8636505.03	HI17	303205	8636454
HI18	303357.342	8636655.58	HI18	303228	8636694

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Figura 4. ubicación de los hitos según la modificación de hitos en la Resolución Directoral N° 0623-2024-ANA-AAA.CF





Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA)

CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO BODEGAS SAN FRANCISCO

ALMACENES DEL PERÚ (LOGISTCITY)

El área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), se encuentra en la parte baja del distrito de Punta Hermosa.

En cuanto a la cartografía se ubica en el cuadrante del sistema geodésico de coordenadas geográficas (304003.12 m E, 8636034.87 m S), Datum WGS84 –Proyección UTM, Zona 18S.

VÍAS DE ACCESO

El acceso principal al área de estudio es a través de la vía carretera Panamericana Sur.

ALTITUD

El área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY) se encuentra ubicado en una altitud sobre el nivel del mar entre los 62 hasta 106 m.s.n.m.

SUPERFICIE

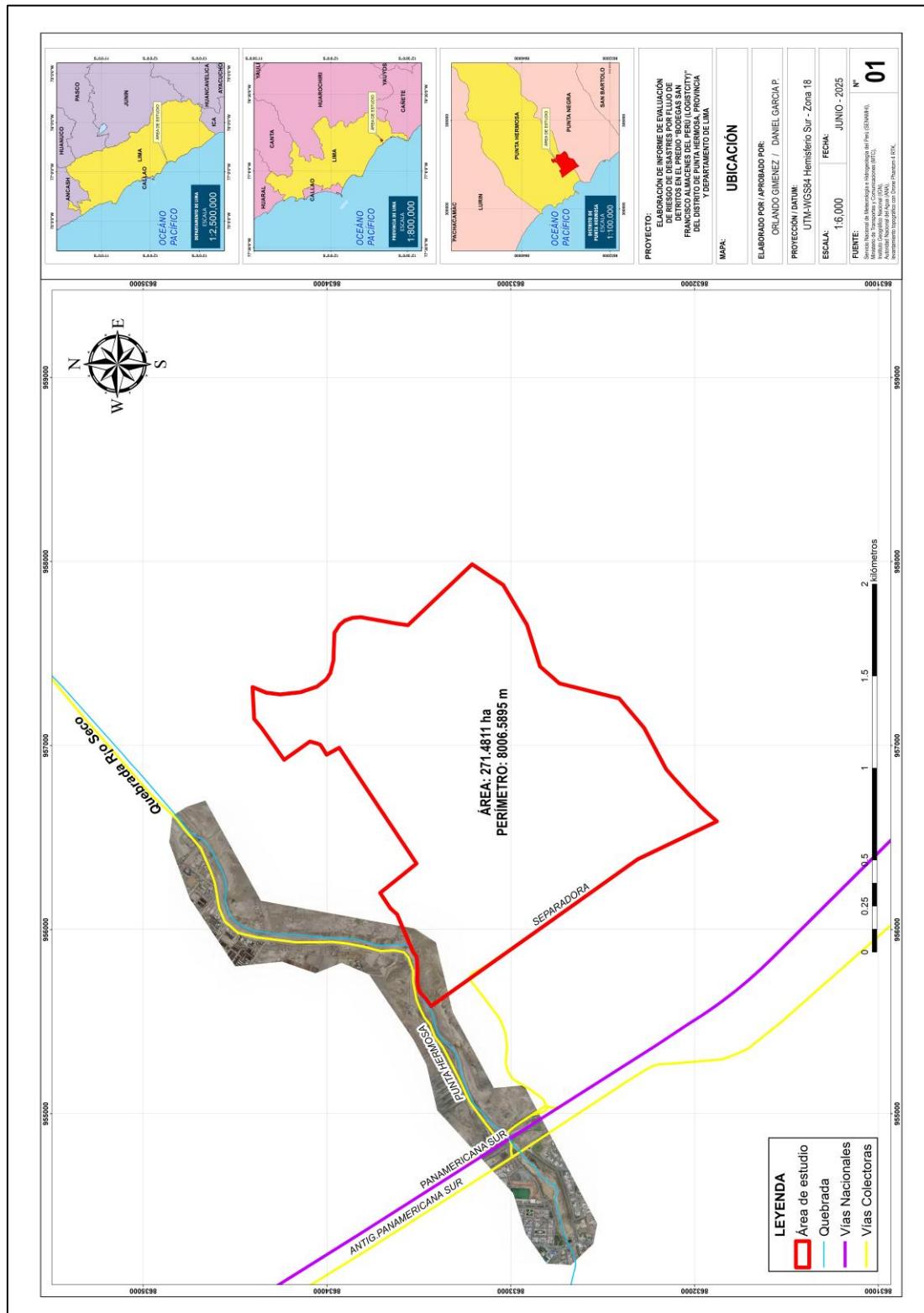
El área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY) comprende una superficie de 2714,812.91m².

HIDROLOGÍA

Los principales generadores de recursos hídricos en condiciones climáticas extraordinarias en el área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY) es la Quebrada Malanche.

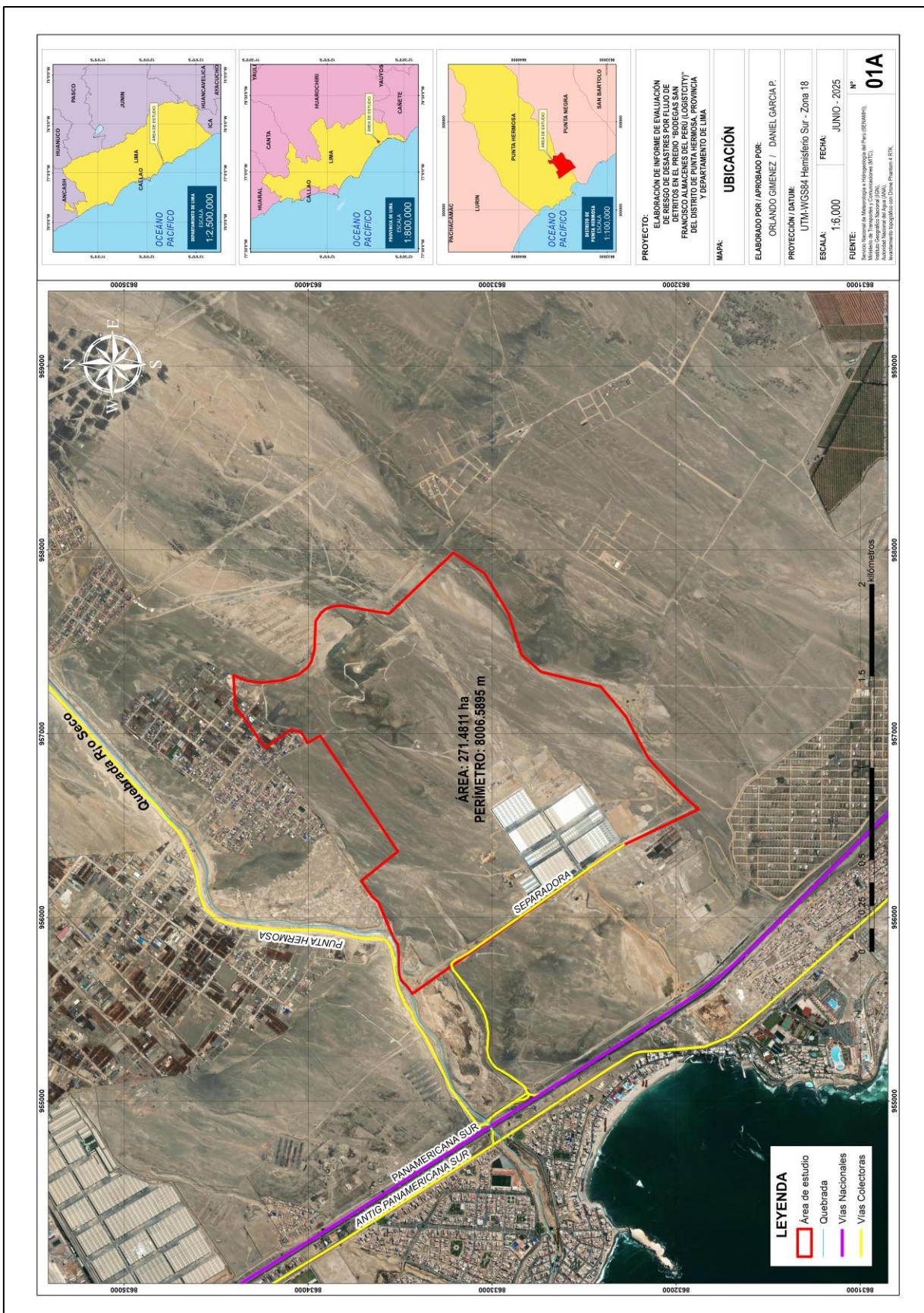
Mapa 1: Ubicación del área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY) con ortofoto.

El siguiente mapa se muestra la ubicación del área de estudio y el área cubierta en el levantamiento topográfico con fines del modelamiento de flujo de detritos, cabe resaltar que para el análisis del ámbito de estudio también se ha utilizado esta información, además de información espacial de otros sensores que nos permitirán identificar los niveles de peligro en el área de estudio "BODEGAS SAN FRANCISCO ALMACENES DEL PERÚ (LOGISTCITY)".



Fuente: Equipo evaluador.

Mapa 1A: Ubicación del área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY) .



Fuente: Equipo evaluador.

ING. DANIEL A. GARCIA PRADO
EVALUADOR DE RIESGO
R.J. N° 105-2018-CENEPRED/J
CIP N° 103845

 Melisa Rodríguez Ramírez
ARQUITECTA
C.A.P. 5147

2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA A EVALUAR

2.2.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS LOCALES

La geomorfología es la ciencia que estudia las formas del relieve terrestre y los procesos que las modelan. Esta disciplina se enfoca en comprender cómo factores como el clima, la tectónica, la erosión, el transporte y la sedimentación influyen en la configuración del paisaje. A través del análisis de estos procesos, la geomorfología busca explicar la evolución y la dinámica de las diversas estructuras geológicas presentes en la superficie de la Tierra, proporcionando valiosos conocimientos para campos como la geología, la geografía y la ingeniería civil. (Tricart, 1981)

En el presente estudio se llevará a cabo la identificación de unidades geomorfológicas (Cuadro 1) en la zona de estudio, ubicada en punta hermosa. Este análisis tiene como objetivo clasificar y describir las diferentes formas del relieve presentes en la zona, considerando factores como la litología, los procesos erosivos, la topografía y la influencia antrópica. La identificación de estas unidades geomorfológicas permitirá una mejor comprensión de la evolución geomorfológica en la zona de estudio. Así como la planificación y gestión adecuada del territorio para prevenir riesgos naturales y promover un desarrollo sostenible.

Cuadro 3. Unidades Geomorfológicas reconocidas en la Zona de estudio.

GEOFORMAS DE ORIGEN DENUDACIONAL	
Unidad	Sub-Unitad
Colinas y lomadas	Colanas y lomadas en roca volcánica Colinas y lomadas en roca volcánico – sedimentaria
GEOFORMAS DE ORIGEN EROSIONAL	
Unidad	Sub-Unitad
Litoral	Playa
Vertiente o piedemonte	Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial
Planicie	Planicie aluvial Mantos de arena

Fuente: Equipo evaluador.

a. Colina y lomada en roca volcánica (RCL-rv)

En la zona de estudio, las colinas y lomadas formadas en roca volcánica, son representadas por andesitas de la Formación Quilmaná, se distinguen por su altitud relativamente baja, menor a 300 metros. Estas formaciones tienen una morfología que incluye cumbres redondeadas y laderas irregulares, lo que genera un relieve suave y poco pronunciado y sectores localmente más escarpados producto del fracturamiento y erosión de la roca.

Imagen 5. Vista de colina en roca volcánica, en margen izquierda de la Quebrada Rio Seco.



Fuente: Equipo evaluador.

b. Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria (RCL-rvs)

Esta unidad está conformada por colinas y lomadas de baja a moderada altitud, desarrolladas sobre secuencias volcano-sedimentarias compuestas principalmente por tobas de cristales. El relieve presenta cumbres redondeadas y pendientes suaves a moderadas, con laderas generalmente asimétricas. La meteorización de estas tobas ha dado lugar a formas suavemente onduladas, con sectores de acumulación coluvial en sus bases.

Imagen 6. Vista de colina en roca volcano-sedimentaria, en margen izquierda de la Quebrada Rio Seco.



Fuente: Equipo evaluador.

c. Playa (PL)

Formación geomorfológica que se desarrolla a lo largo de la línea costera, caracterizada por acumulación de sedimentos que se han depositado por acción de las olas y corrientes marinas, brindando una geoforma casi plana. En el área de estudio, esta barrera está compuesta principalmente por arenas, provenientes de andesitas.

Imagen 7. Vista desde el Malecón de Playa Norte.



Fuente: Equipo evaluador.

d. Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (V-at)

Esta unidad corresponde a un piedemonte aluvio-torrencial, desarrollado a partir del aporte de flujos intermitentes procedentes de la Quebrada Rio Seco. El modelado del relieve está fuertemente influenciado por la erosión fluvial estacional, la cual genera cárcavas, cortes verticales y canales de incisión profundos. Se caracteriza por un relieve suavemente inclinado, con superficies irregulares y materiales mal consolidados.

Imagen 8. Vista del piedemonte aluvio-torrencial de la Quebrada Rio Seco.



Fuente: Equipo evaluador.

e. Mantos de arena (M-a)

Los mantos de arena presentes en la zona de estudio generan estructuras geomorfológicas de relieve moderadamente ondulado. Estos depósitos están compuestos por arenas y limos, los cuales recubren en gran medida los afloramientos y unidades geológicas subyacentes.

Imagen 9. Vista de mantos de arena, recubriendo parte de los depósitos de planicie aluvial.

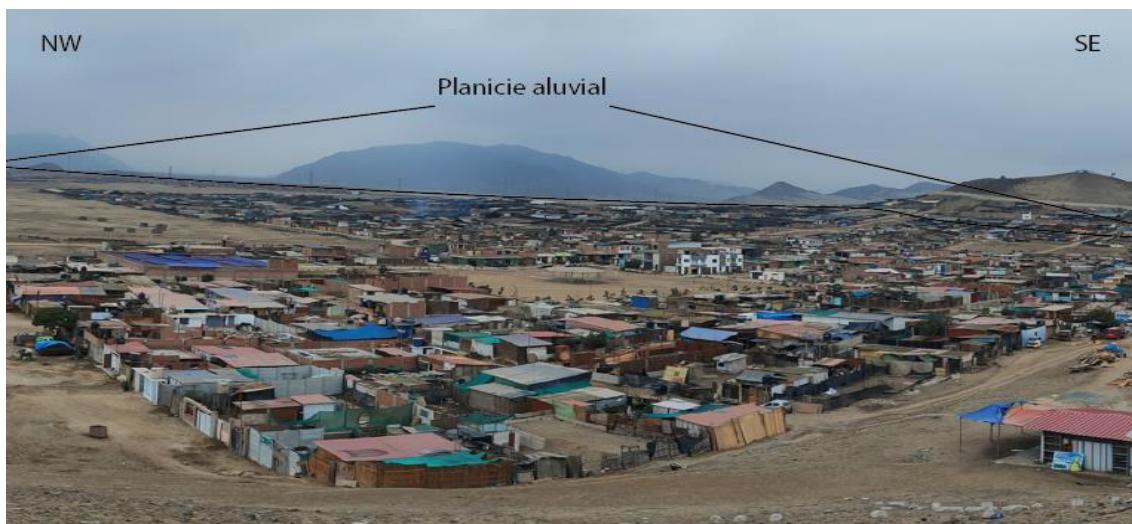


Fuente: Equipo evaluador.

f. Planicie aluvial (P-al)

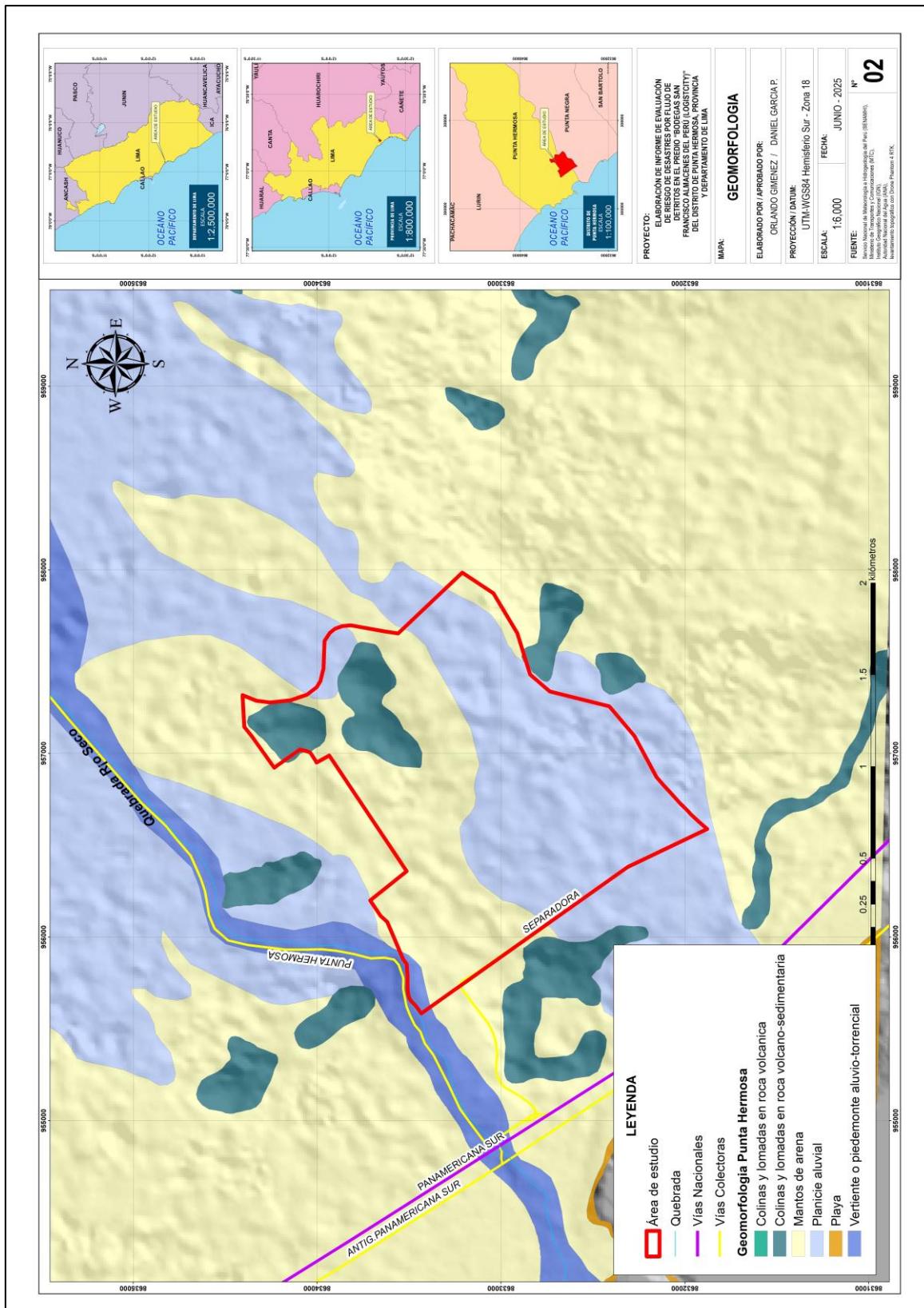
Extensa área de terreno plano o ligeramente ondulado, utilizada en su mayoría para fines de asentamiento urbano. Esta unidad geomorfológica se ha originado por depósitos aluviales, los cuales han sido transportados y depositados por la Quebrada Rio Seco. Estos depósitos están compuestos por una mezcla de sedimentos finos, como limos y arenas que se acumulan a lo largo del tiempo.

Imagen 10. Vista de planicie aluvial en margen izquierda de la quebrada Rio Seco



Fuente: Equipo evaluador.

Mapa 2: Unidades Geomorfológicas locales.



Fuente: Equipo Evaluador.

2.2.2 UNIDADES GEOLÓGICAS LOCALES

La geología del área de estudio refleja una historia compleja y diversa, marcada por formaciones de distintas épocas y tipos. Entre las principales unidades se encuentran los depósitos volcánicos de la Formación Quilmaná y los depósitos volcano-sedimentarios de la Formación Chilca, que datan del Cretácico Inferior al Superior. También se observan extensos depósitos aluviales, compuestos por materiales como arena, limo y arcilla, que han sido aprovechados principalmente para el desarrollo de zonas urbanas. A lo largo de la costa, una estrecha franja de arenas de playa marca la presencia de antiguos depósitos marinos. Finalmente, gran parte de estas unidades geológicas se encuentra cubierta por depósitos eólicos, compuestos por sedimentos finos transportados por el viento.

a. Formación Quílmana (Kis-qui)

Los afloramientos muestran fuerte fracturamiento paralelo, en algunas zonas exhibía un fracturamiento irregular moderado. La roca de composición andesítica presenta, en muestra de mano, un color gris verdoso y una textura porfírica con fenocristales irregulares de plagioclasa moderadamente alterado, y puntuales cristales opacos de ilmenita enbebidos en una matriz de grano fino.

Imagen 11. Izquierda. Vista de afloramiento con presencia de fracturas paralelas. Derecha; vista de acercamiento de andesita. POG-10 (307696/ 8639464)



Fuente: Equipo evaluador.

b. Formación Chilca (Ki-chil)

Se observan afloramientos en bloques fuertemente meteorizados y fracturados. En corte fresco, la roca presenta un aspecto masivo y compacto, correspondiente a una secuencia volcánico-sedimentaria de origen submarino, compuesta principalmente por tobas de cristales. Estas están conformadas por fragmentos de plagioclasa, acompañados localmente por minerales opacos. La matriz, de grano fino, muestra efervescencia, lo que sugiere la presencia de carbonatos secundarios.

Imagen 12. Izquierda. Vista de afloramiento con evidencia de fracturamiento intenso y en bloques. Derecha. Vista de acercamiento de toba de cristales. POG-04 (302936/ 8636630).

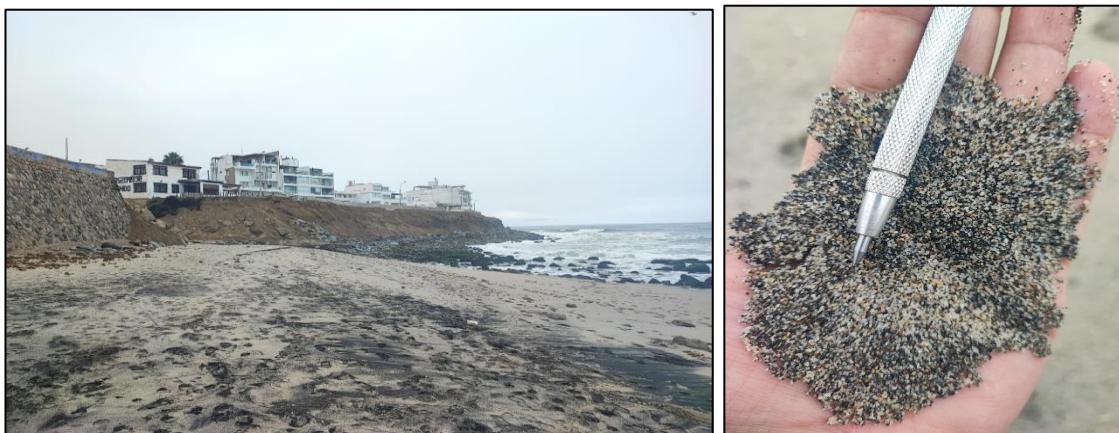


Fuente: Equipo evaluador.

c. Depósito marino (Q-ma)

Los depósitos marinos se ubican a lo largo de la línea de costa y están conformados principalmente por arenas de tonalidad oscura, derivadas de la retrabajación de materiales volcánicos andesíticos. Estos sedimentos son movilizados y redistribuidos constantemente por la acción erosiva del oleaje y las corrientes marinas costeras, lo que contribuye a su dispersión y acumulación en franjas litorales.

Imagen 13. Vista de la ladera norte del cerro Bolongo con presencia de un depósito eólico en forma de duna.



Fuente: Equipo evaluador.

d. Depósito aluvial (Qh-al)

Estos depósitos se encuentran ampliamente distribuidos en la zona de estudio y son utilizados casi en su totalidad para el desarrollo urbano. Corresponden a materiales transportados por la quebrada Río Seco, y están compuestos por gravas con matriz limo-arenosa, intercaladas con niveles de limos y arenas. En la parte baja de la quebrada se observan grietas de desecación, lo que indica periodos de exposición y pérdida de humedad intermitente.

Imagen 14. Depósitos aluviales en perfil y vista de acercamiento de grietas de desecación. POG-03 (301783/8635662)



Fuente: Equipo evaluador.

e. Depósitos eólicos (Q-eo)

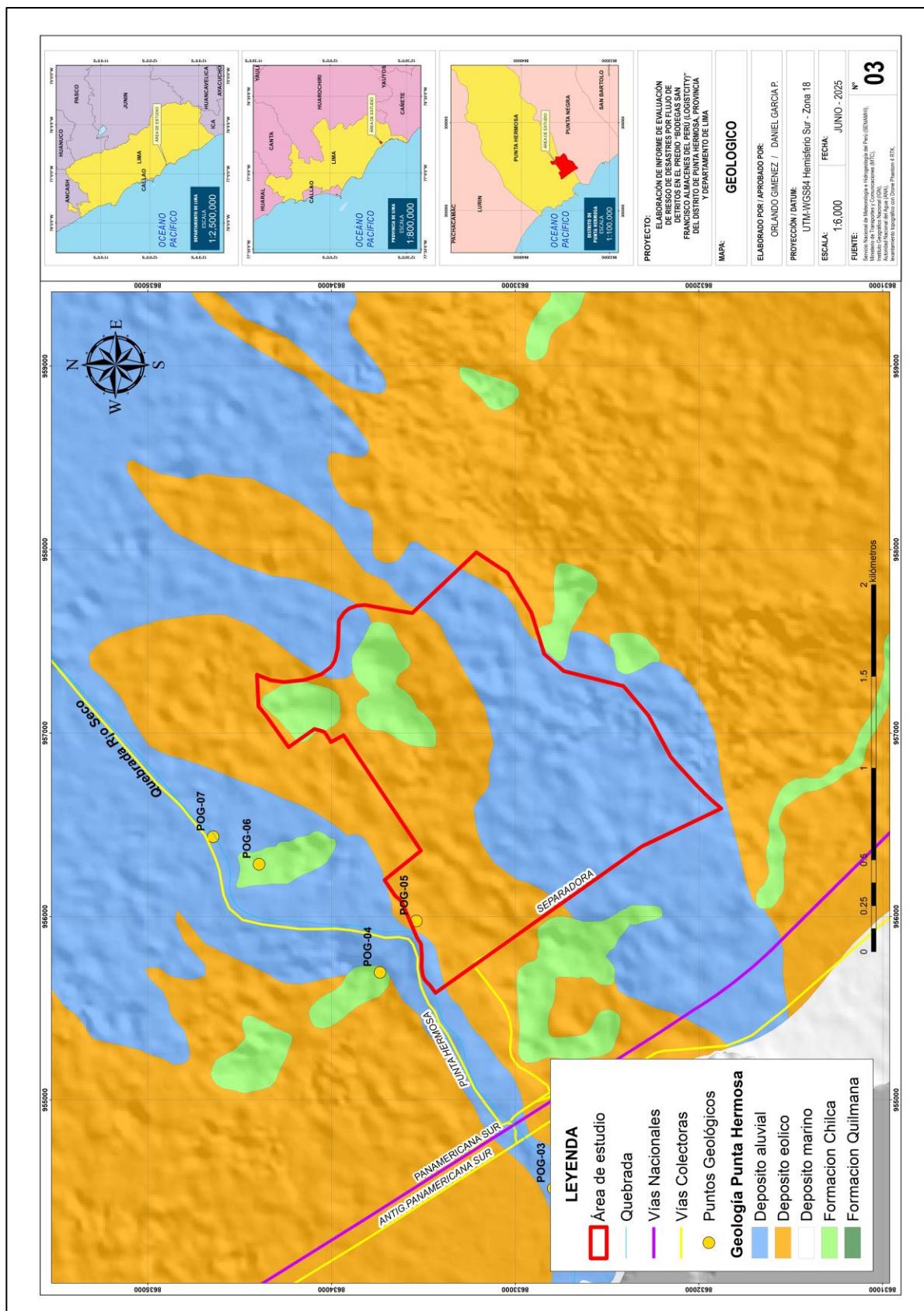
Los depósitos eólicos se encuentran en las pampas costaneras. En el área de estudio, estos depósitos están compuestos principalmente por arenas. Estos son el resultado de la erosión ocasionada por el viento, y la acumulación de los fragmentos se presenta de manera desordenada y heterogénea, adaptándose a la topografía del área.

Imagen 15. Izquierda. Muestra de granodiorita no alterada. Derecha; vista de afloramiento de granodiorita con presencia de xenolito de andesitas.



Fuente: Equipo evaluador.

Mapa 3: Unidades Geológicas locales.



Fuente: Equipo Evaluador.

2.2.3 PENDIENTES

La pendiente se define como la inclinación del terreno con respecto a una línea horizontal, para el estudio se ha representado la pendiente en grados.

El relieve del área evaluada presenta una topografía variada, presentando una altitud que van desde 62 m.s.n.m. a 106 m.s.n.m.; las pendientes con mayor ángulo se encuentran en las colinas en roca volcánica, y en las pendientes con menor ángulo de inclinación se encuentra en áreas cercanas al mar. La pendiente más predominante en nuestra zona de estudio corresponde a una pendiente empinada que va de 10 a 35 °.

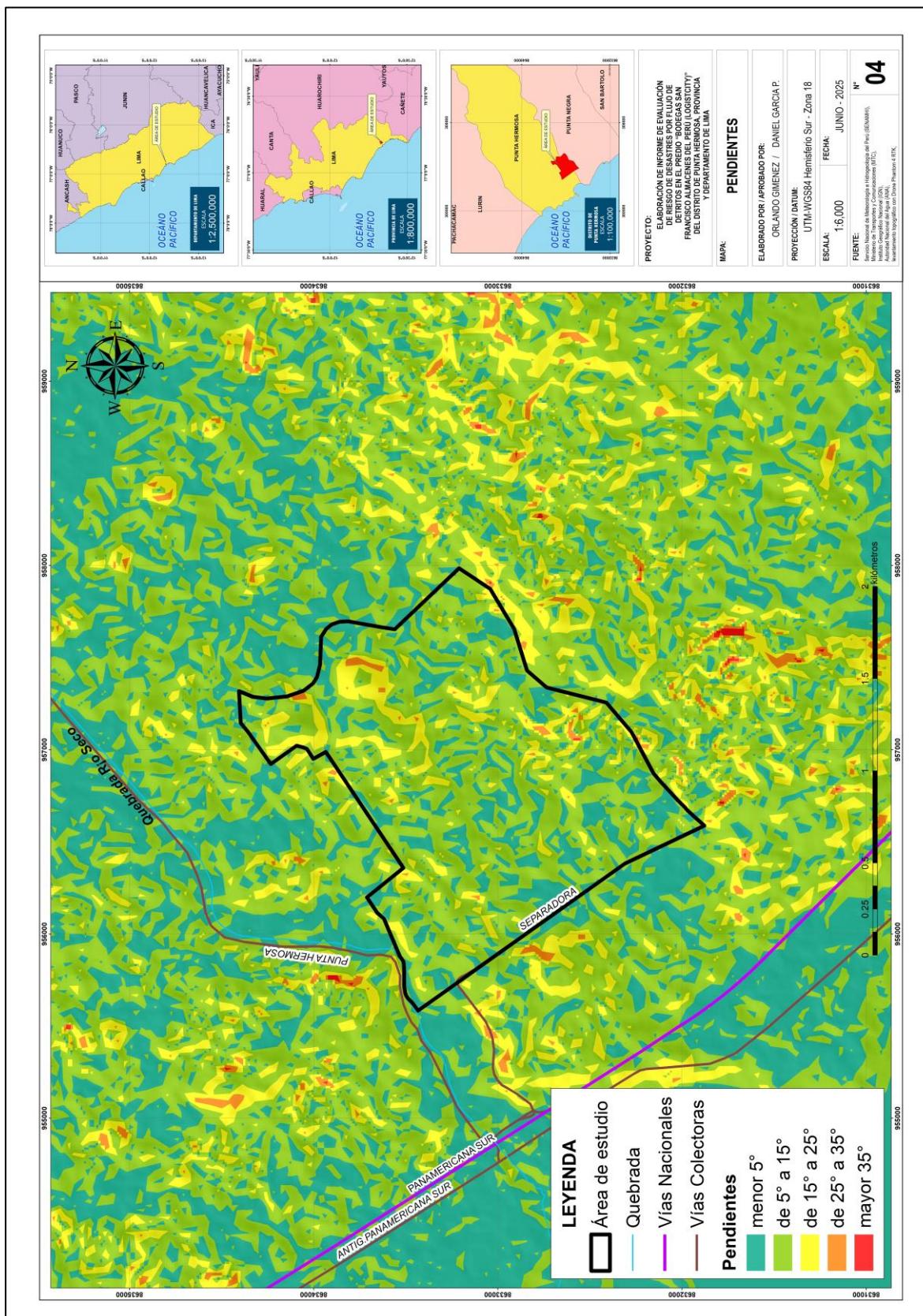
En el área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY) a se determinó los siguientes rangos de pendientes:

Cuadro 4: Clasificación de pendientes.

Rangos de Pendientes en Grados	Descripción
De 0° a 5°	Muy baja.
De 5° a 15°	Baja
De 15° a 25°	Moderada
De 25° a 35°	Fuerte
Mayor a 35°	Muy fuerte a extremadamente fuerte

Fuente: Equipo técnico.

Mapa 4: Pendientes.



Fuente: Equipo Evaluador.

2.2.4 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Con el fin de poder realizar un trabajo más detallado en el área de estudio, se realizó levantamiento topográfico con Dron, teniendo como base las especificaciones técnicas establecidas; también fue considerada la normativa, manuales técnicos, y flujos de trabajos establecidos por el Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN) para la generación de cartografía nacional mediante el uso de Vehículos aéreos no tripulados (UAV), más apropiadamente RPAS.

2.3.4.1. Reconocimiento de la zona de estudio

Antes de iniciar el trabajo de campo se recolecto información, luego se procedió a realizar en gabinete un reconocimiento previo del área de estudio con la finalidad de poder reconocer a grandes rasgos las características más resaltantes del terreno, así como tener un primer alcance de los criterios básicos para la realización del plan de vuelo del Dron. Para realizar este proceso se utilizaron varias herramientas informáticas:

- Google Earth.
- Archivos ASTER GDEM (38 metros)
- SRTM Worldwide Elevation Data (38 metros).
- Entre otras.

Imagen 16. Polígono del área de estudio



Fuente: Google Earth pro.

2.3.4.2. Configuración del plan de vuelo

Después de analizar las características del área de estudio y seleccionar el equipo necesario para llevar a cabo las mediciones en campo, se procedió a definir la configuración que se utilizaría en los vuelos con el DJI Phantom 4 RTK.

Para elegir el tipo de misión o vuelo a realizar, se consideraron diversos factores, como la topografía del lugar, la extensión de la zona de interés en hectáreas, la autonomía de los equipos a utilizar, el acceso a cada área, la resolución de los productos a generar (GSD), entre otros aspectos.

La configuración definida para el vuelo sobre el área de estudio fue la siguiente:

Se eligió el tipo de vuelo conocido como "Fotogrametría 2D" debido a que implica la captura de imágenes aéreas de la superficie. El propósito de este vuelo era generar modelos tridimensionales o mapas detallados, lo cual se alineaba con los objetivos del proyecto.

Para el vuelo se utilizó:

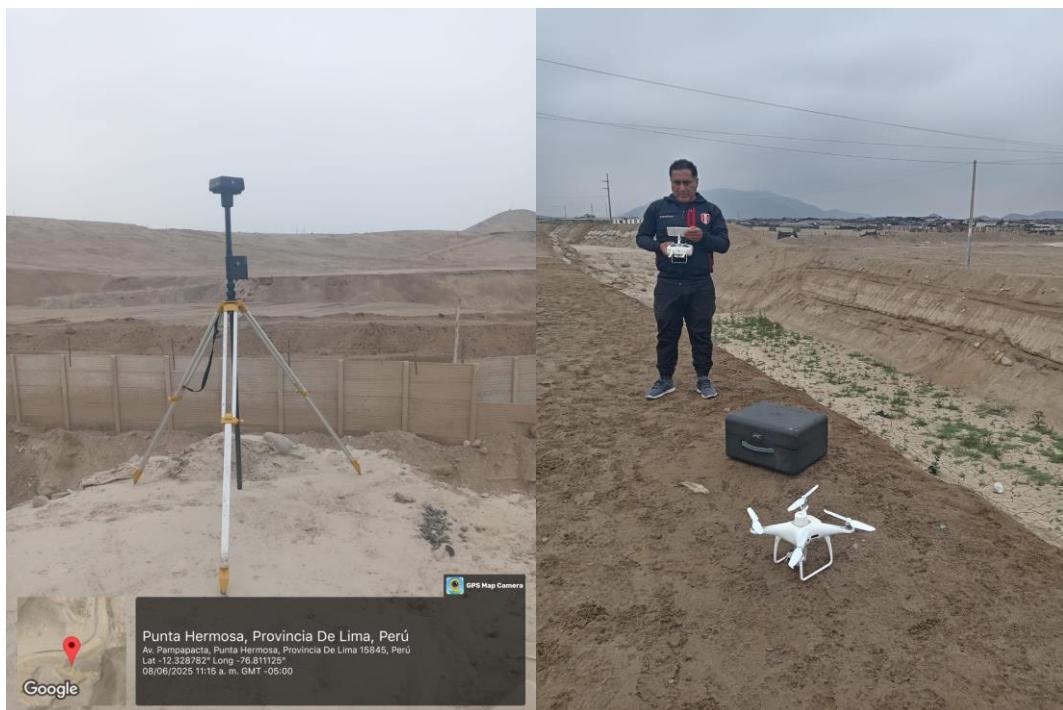
- Una altura entre los 100 metros y 150 metros sobre el terreno.
- Un solape y traslape del 70%.
- Una velocidad de vuelo de 7 m/s.

Imagen 17. Dron DJI Phantom 4 RTK.



Fuente: Equipo evaluador, tomado en el área de estudio.

Imagen 18. Equipos utilizados en el levantamiento topográfico.



Fuente: Equipo evaluador, tomado en el área de estudio.

2.3.4.3. Trabajo de campo

La recopilación de datos comenzó con inspección del área de interés. Posteriormente, se procedió a la ejecución de cada plan de vuelo fotogramétrico utilizando el dron DJI Phantom 4 RTK.

Imagen 19. Levantamiento topográfico en área de estudio.



Fuente: Equipo evaluador.

Culminado el trabajo de campo se procedió a realizar el procesamiento de imágenes, se realizó un análisis de los datos obtenidos para identificar y evaluar posibles riesgos. Esto incluyó la identificación de áreas vulnerables a flujos de detritos e inundaciones u otros fenómenos naturales, así como la evaluación de la infraestructura existente y su susceptibilidad a daños. Este enfoque integral nos permitió obtener una comprensión completa de la situación y proporcionar recomendaciones específicas para la gestión y mitigación de riesgos en la zona.

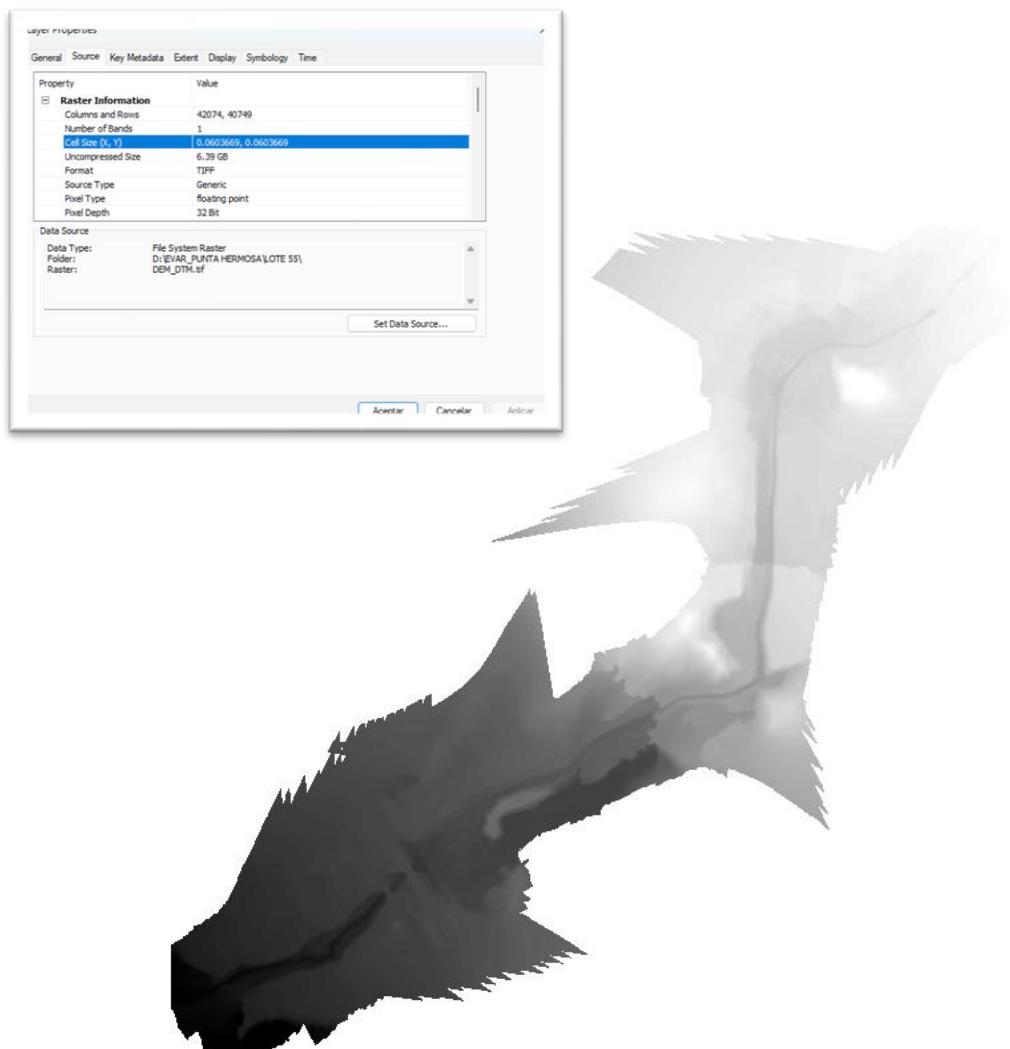
Imagen 20. Ortofoto del área de estudio.



Fuente: Equipo evaluador.

Figura 21. DEM del área de estudio.

A partir del vuelo se obtuvo un DEM de 0.06m de resolución, que permitió realizar un trabajo a detalle en el análisis del riesgo.



Fuente: Equipo evaluador.

2.3 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Según la Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - SENAMHI (2020) el clima del área de estudio es del tipo E(d)B', es decir árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año. Templado, el tiempo de esta área está determinado en gran medida por el Anticiclón del Pacífico Sur y por factores oceánicos y locales. En este tipo de clima se encuentran las lomas.

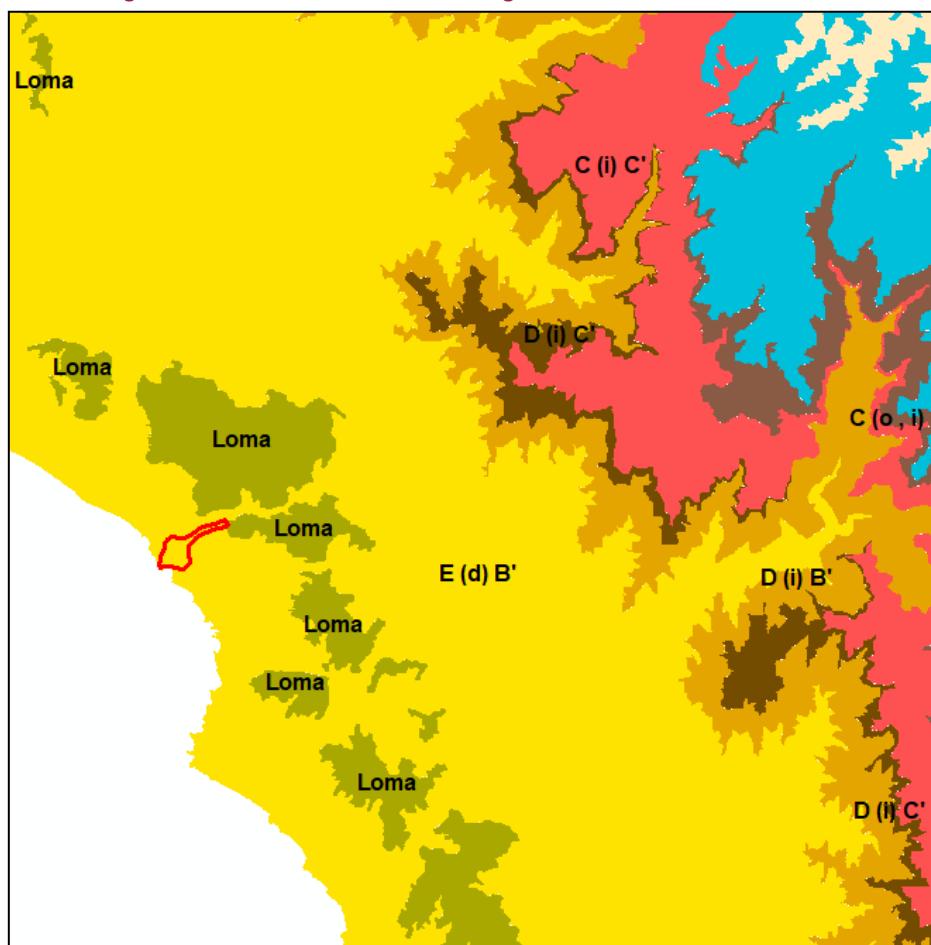
Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 19°C en las partes altas de la zona sur y hasta los 31°C en la zona norte. Mientras que, las temperaturas mínimas alcanzan hasta los 3°C en las partes altas la zona sur y los 21 °C en la zona norte. La precipitación anual varía entre 0 mm y 5 mm en las partes adyacentes al litoral y alcanza valores entre 500 y 700 mm en las zonas altas de costa norte.

Cuadro 5: Tipos de clima presente en el área de estudio

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE (%)
E (d) B'	Árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año. Templado	100%

Fuente: SENAMHI, 2014

Imagen 22. Clima de la Zona de estudio según la clasificación de Thornthwaite



Fuente: Equipo técnico evaluador, Ajustado de SENAMHI

Los umbrales de precipitación proporcionan una caracterización de lluvias extremas mediante la definición de rangos de umbrales de precipitación por día asociados a rangos de percentiles definidos. El informe oficial del SENAMHI (2014) titulado "Umbrales y precipitaciones absolutas" proporciona umbrales de precipitación y caracterización de lluvias extremas en diversas estaciones meteorológicas del Perú, basándose en datos diarios de precipitación del periodo 1964–2014.

Los umbrales de precipitación para la estación Antioquia (estación referente) no se proporcionan en SENAMHI (2014) por lo que se calcularon umbrales de precipitación según Nota Técnica 001-SENAMHI-DGM-2014 utilizando datos diarios de precipitación del período 1965–2024. En la siguiente tabla se presentan valores umbrales de precipitación asociados a rango de percentiles definidos para los datos diarios en el período 1965-2024.

Cuadro 6: umbrales de precipitación para la estación Antioquia

Umbrales de precipitación	Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para la estación Antioquia (mm)
RR/día > 99p	Extremadamente lluviosos	RR > 19.8
95 < RR/día < = 99p	Muy lluvioso	9.7 < RR < = 19.8
90 < RR/día < = 95p	Lluvioso	6.4 < RR < = 9.7
75 < RR/día < = 90p	Moderadamente lluvioso	3.4 < RR < = 6.4
RR/día < = 75p	Poco lluvioso	RR < 3.4

Fuente: SENAMHI, 2014

El análisis de la precipitación máxima de diseño en el apartado de Hidrología ha involucrado los eventos del Fenómeno de El Niño del año 2017 y el ciclón Yaku del año 2023, que corresponden a valores registrados de 10.9 y 19.4 mm de precipitación diaria máxima, respectivamente, las cuales clasifican como eventos de lluvia “Muy lluvioso”, sin embargo, cabe resaltar que en todo el registro de la estación Antioquia existen datos de precipitación máxima que sobrepasan el valor umbral de 19.8 mm para clasificarse como “Extremadamente lluvioso”. Además, la precipitación máxima de diseño para la estación Antioquia (en el apartado de Hidrología) asociada a un período de retorno de 150 años es de 33.7 mm la cual clasifica como un evento de lluvia “Extremadamente lluvioso”.

Por lo tanto, según el análisis realizado para el escenario del presente estudio se considerará como factor desencadenante a la precipitación caracterizada como “Extremadamente lluvioso” (RR/día >99p).

2.3.5. HIDROLOGÍA

2.3.5.1. Ubicación, extensión y límites

a. Ubicación política

El área del proyecto está localizada en la zona centro del Perú, en específico en el departamento de Lima, provincia de Lima en el distrito de Punta Hermosa.

b. Ubicación geográfica

Geográficamente el área del proyecto se extiende por las coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18 hemisferio sur: 301074- 307560E y hemisferio norte: 8639780- 8635174N.

c. Caracterización del relieve

El área de estudio forma parte de la cuenca Lurín, perteneciente a la vertiente del Pacífico.

2.3.5.2. Caracterización general del área de estudio

Para caracterizar el relieve de la zona de estudio se ha utilizado el modelo de elevación digital (DEM) obtenido del producto global ALOS PALSAR de 12.5 metros de resolución espacial, desarrollado por la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (JAXA), y descargado del portal Vertex de la NASA (<https://search.asf.alaska.edu/#/>).

2.3.5.3. Tratamiento y análisis de la información de precipitación

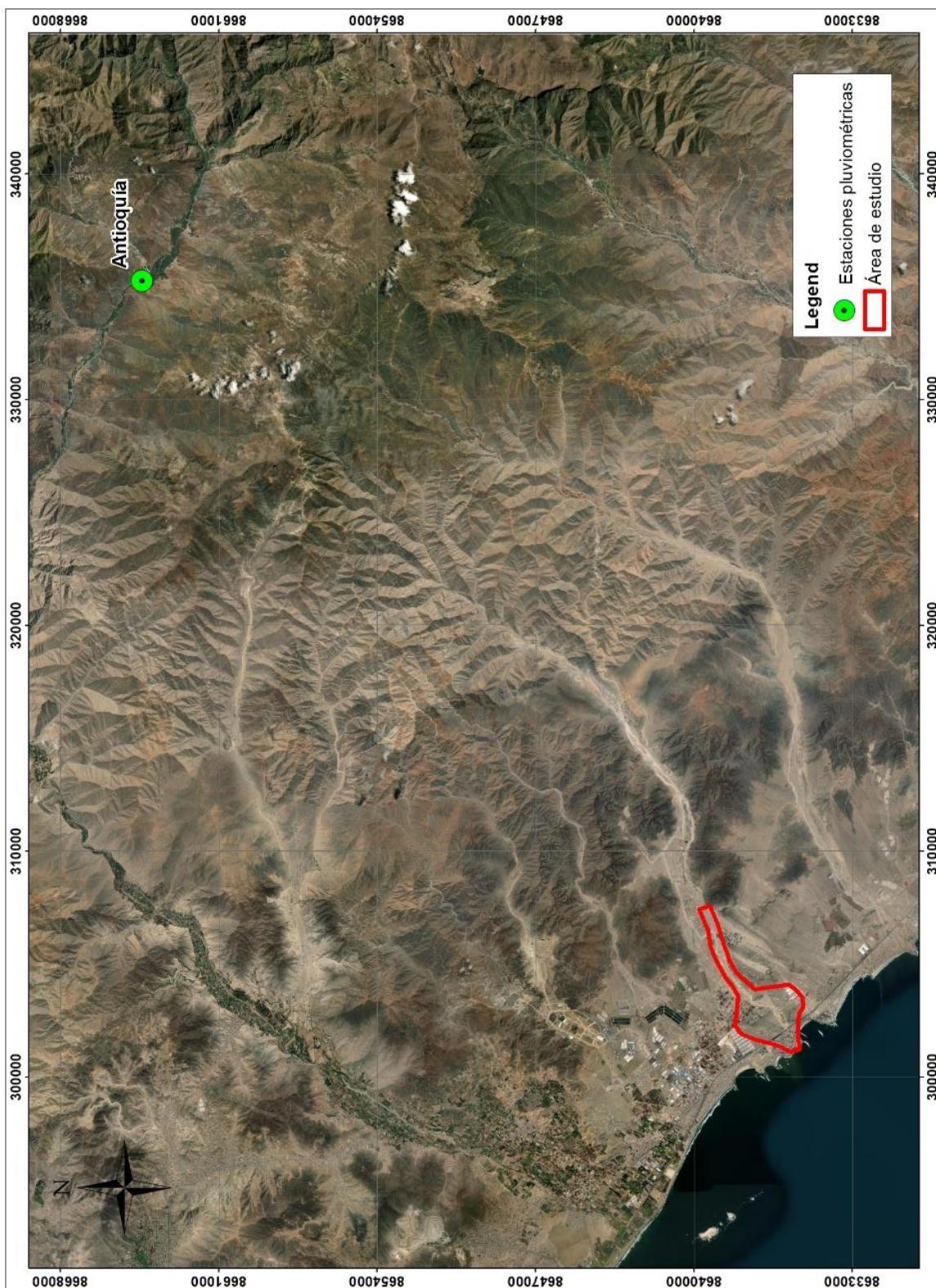
Los criterios para la selección de las estaciones pluviométricas utilizadas fueron la proximidad al área de estudio, que contengan datos de precipitación extensos en el tiempo y poseer similar altitud con el área de estudio o las cuencas aportantes. Tomando en cuenta los criterios mencionados se seleccionó 1 estación pluviométrica para el análisis como representativa, operada por el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú), la cual tiene las características de ubicación y extensión de registro mostradas en la siguiente tabla.

Cuadro 6. Características de las estaciones pluviométricas disponibles en el área de estudio

Estación	ubicación geográfica		Ubicación política			Altitud (m.s.n.m.)	Período de registro
	Longitud	Latitud	Departamento	Provincia	Distrito		
Antioquía	-76.51	-12.08	Lima	Lima	Punta Hermosa	1422	1981-2024

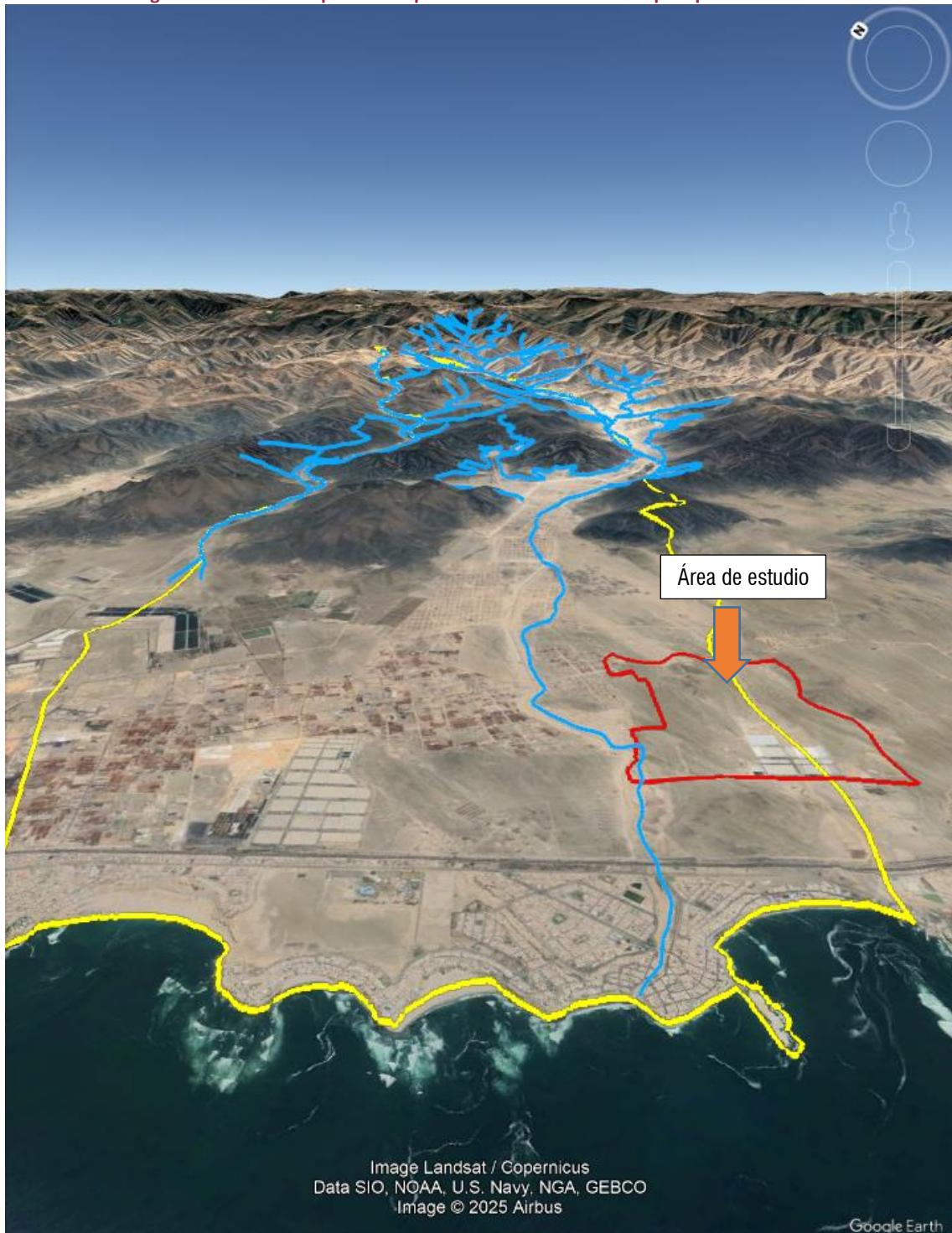
Fuente: Elaboración propia

Imagen 23. Ubicación espacial de las estaciones pluviométricas seleccionadas y el área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Imagen 24: Vista de las quebradas que se activan en eventos de precipitación extrema.



Fuente: Equipo técnico.

2.3.5.4. Precipitaciones máximas diarias

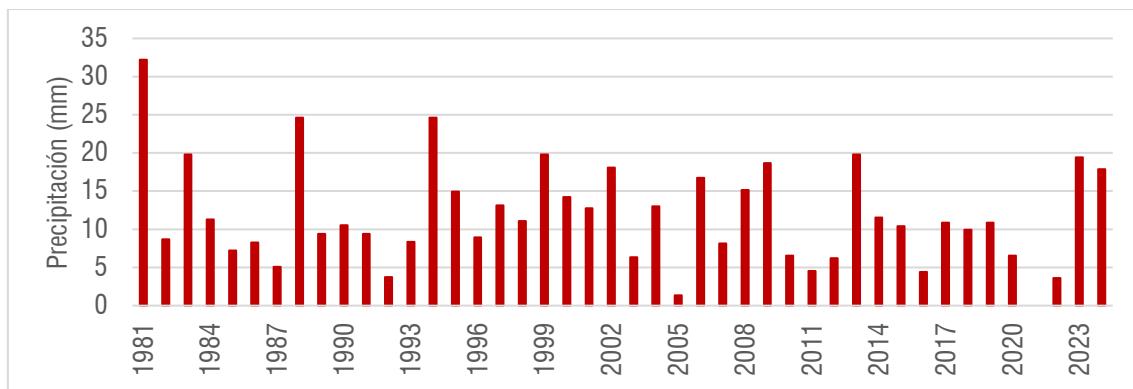
Los registros de precipitación máxima en 24 horas desde 1981 a 2024 se muestra en la siguiente tabla y de manera gráfica en la siguiente Imagen.

Cuadro 7. Precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Antioquia (1981-2024)

Nº	Año	Pmáx 24 hr
1	1981	32.21
2	1982	8.7
3	1983	19.78
4	1984	11.3
5	1985	7.23
6	1986	8.25
7	1987	5.09
8	1988	24.63
9	1989	9.38
10	1990	10.51
11	1991	9.38
12	1992	3.73
13	1993	8.36
14	1994	24.63
15	1995	14.92
16	1996	8.93
17	1997	13.11
18	1998	11.07
19	1999	19.78
20	2000	14.24
21	2001	12.77
22	2002	18.08
23	2003	6.33
24	2004	13
25	2005	1.36
26	2006	16.72
27	2007	8.14
28	2008	15.14
29	2009	18.65
30	2010	6.55
31	2011	4.52
32	2012	6.22
33	2013	19.78
34	2014	11.53
35	2015	10.4
36	2016	4.41
37	2017	10.85
38	2018	9.94
39	2019	10.85
40	2020	6.55
41	2021	
42	2022	3.62
43	2023	19.44
44	2024	17.85

Fuente: SENAMHI

Gráfico 1. Hietograma de precipitaciones máximas en 24 horas – Estación Antioquía



Fuente: Elaboración propia

2.3.5.5. Hidrología estadística

a. Análisis de consistencia de datos

De los registros de precipitación máxima diaria se realizó una inspección visual mediante un análisis visual de gráficos ordinarios (AVGO) con la finalidad de verificar la consistencia de la información y poder trabajar estadísticamente con dichos datos.

Del AVGO se concluye que los datos de las estaciones no presentan inconsistencia en el registro histórico ni por salto ni por tendencia.

b. Prueba de datos dudosos

La información de precipitación máxima en 24 horas seleccionada debe ser examinada para detectar posibles errores o valores atípicos, con la finalidad de mantener o descartar estos datos antes de realizar el análisis de frecuencia.

Para este análisis se utilizó el Método del “Bulletin 17B” (Interagency Advisory Committee on Water Data, 1982) para la detección de “outliers” en series anuales. Aunque esta metodología fue desarrollada originalmente para el análisis de frecuencia de avenidas en Estados Unidos, puede también utilizarse para el análisis de frecuencia de precipitación. Los “outliers” son datos que se alejan significativamente de la tendencia de la información de la muestra y que dan lugar a cuestionar su procedencia en términos de que pueden pertenecer a una población diferente. Esta metodología consiste en calcular umbrales que definen “outliers” altos y bajos mediante la siguiente ecuación:

$$Y_L = \bar{Y} \pm K_n S_Y$$

Donde Y_L es el límite del logaritmo del valor atípico más alto o bajo, \bar{Y} y S_Y son el promedio y desviación estándar de los logaritmos base 10 de la serie anual, respectivamente. K_n es un valor crítico para la muestra de tamaño n , que se usa para detectar “outliers” con un 10% de nivel de significancia en datos normalmente distribuidos. Valores de K_n , para $5 \leq n \leq 100$, pueden ser calculados usando el logaritmo base 10 del tamaño de la muestra:

$$K_n = -0.9043 + 3.345\sqrt{\log(n)} - 0.4046 \log(n)$$

ING. DANIEL A. GARCÍA PRADO
EVALUADOR DE RIESGO
R.J. N° 105-2018-GENEPRED/J
CIP N° 103845

Melisa Rodríguez Ramírez
ARQUITECTA
C.A.P. 5147

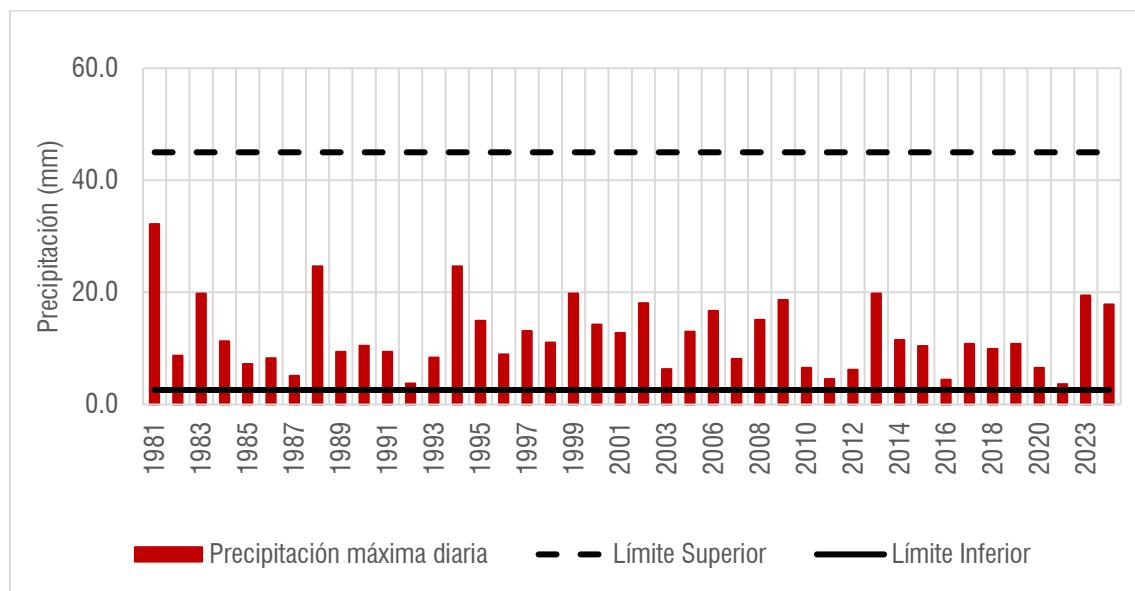
En la siguiente tabla se muestra las estadísticas del análisis de valores atípicos de la serie anual de precipitación máxima en 24 horas para la estación seleccionada. En la Imagen siguiente se observa los datos de precipitación y la banda de confianza determinada por la metodología indicada.

Cuadro 8. Estadísticas del análisis de valores atípicos

Estación	Medi a	Desviació n estándar	n	Kn	YH (superior)	YL (inferior)	Límite superior	Límite inferio r
Salpo	1.4	0.1	60	2.83 6	1.819	1.016	65.9	10.4
Antioquía	1.2	0.1	36	2.639	1.599	0.842	39.7	6.9

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Límites de confiabilidad para las precipitaciones máximas – Estación Antioquía



Fuente: Elaboración propia

c. Análisis de frecuencias

Pruebas de bondad de ajuste Smirnov – Kolmogorov

Este procedimiento es una prueba no paramétrica que permite probar si dos muestras provienen del mismo modelo probabilístico (Varas y Bois, 1998). Asimismo, hace referencia a que es necesario determinar la frecuencia observada acumulada y la frecuencia teórica acumulada; una vez determinadas ambas frecuencias, se obtiene el supremo de las diferencias entre ambas (Pizarro, 1988). Esta prueba es válida para distribuciones continuas y sirve tanto para muestras grandes como para muestras pequeñas (Pizarro et al, 1986). Para la aplicación de esta prueba, se necesita en primer lugar determinar la frecuencia observada acumulada.

$$P_{(x)} = \frac{M}{N + 1}$$

Donde: $P(x)$ es la probabilidad empírica o experimental, M es el número de orden del dato y N es el total de datos.

Luego se debe calcular las diferencias existentes entre la probabilidad teórica ($F(x)$) y la probabilidad experimental o empírica ($P(x)$) de los datos de la muestra; el cual se toma el valor máximo del valor absoluto en la i -ésima posición de orden, que se denomina Δ .

$$\Delta = \max |F(x) - P(x)|$$

Si la diferencia máxima es menor que la diferencia tabulada por tabla, definida en base al tamaño de la muestra, se está en presencia de un buen ajuste con el nivel de confianza asumido. Si esta comparación revela una diferencia suficientemente grande entre las funciones de distribución muestral y la distribución propuesta, entonces se rechaza (Canavos, 1988).

Para determinar la distribución de probabilidad teórica que mejor se ajusta a la información de precipitación máxima en 24 horas se realizó la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov (KS) mediante el uso del software libre Hydrognomon 4. Los resultados del análisis de frecuencias y la función de probabilidad de mejor ajuste se muestran en la siguiente tabla.

Cuadro 9. Función de probabilidad de mejor ajuste y $\Delta_{\text{máx}}$ teórico.

Estación	Función de probabilidad de mejor ajuste	$\Delta_{\text{máx}}$
Antioquia	GEV-Min (L-Moments)	0.05309
	GEV-Min	0.05879
	Gamma	0.06309
	EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	0.06312
	Log Pearson III	0.06408
	Pearson III	0.06564
	GEV-Max (L-Moments)	0.06591
	EV1-Max (Gumbel)	0.06636
	GEV-Max	0.0703
	Galton	0.07134

Fuente: Elaboración propia

2.3.5.6. Riesgo admisible, Vida útil y Período de retorno

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (2011) recomienda para el diseño de alcantarillas que permiten el paso de flujo considerar una vida útil de 15 a 25 años y un riesgo admisible de 35 % a 30%, para alcantarillas de quebradas menores e importantes respectivamente. Además, recomienda para el diseño de puentes considerar una vida útil de 40 años, y un riesgo admisible de 25%.

Al aplicar la fórmula de riesgo se obtienen períodos de retorno de aproximadamente 35 y 71 años para el caso de las alcantarillas, y para el caso de puentes se obtiene el período de retorno de entre 140 y 150 años. El presente estudio tiene como finalidad determinar una tormenta de diseño para la evaluación de inundación por lluvias intensas, en tal situación, se ha optado por establecer una tormenta asociada a un período de retorno de 150 años.

2.3.5.7. Estimación de precipitaciones máximas de diseño

Seleccionada la función de probabilidad de mejor ajuste se determinó la precipitación en milímetros para diferentes períodos de retorno: 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 500 y 1000 años.

En la siguiente tabla se presentan las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes períodos de retorno obtenidas a partir de la función de distribución de mejor ajuste para cada estación.

Cuadro 10. Precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes períodos de retorno

Estación	Período de retorno									
	2	5	10	25	50	100	150	200	500	1000
Antioquía	11.0	17.3	21.2	25.8	29.0	30.8	32.0	33.7	34.9	38.5

Fuente: Elaboración propia

2.3.5.8. Tormentas de diseño y distribución temporal de la precipitación

Se ha utilizado la metodología de Dyck & Peschke (Guevara, 1991) para distribuir la precipitación máxima en 24 horas a escalas de tiempo menores, cuya formulación es:

$$P_d = P_{24h} \times \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde P_d es la precipitación de diseño para una duración d (mm), P_{24h} es la precipitación máxima en 24 horas (mm) y d es la duración de lluvia (min).

2.3.5.9. Tormentas de diseño

El método de la tormenta de frecuencia (**Frequency Storm**) tiene por objetivo definir un fenómeno para el que las profundidades de precipitación para varias duraciones dentro de la tormenta tengan una probabilidad de superación coherente. El anidamiento de las distintas profundidades de precipitación conduce a la noción de tormenta “equilibrada”. La generación de tormentas anidadas produce resultados coherentes que son valiosos a efectos de diseño y regulación.

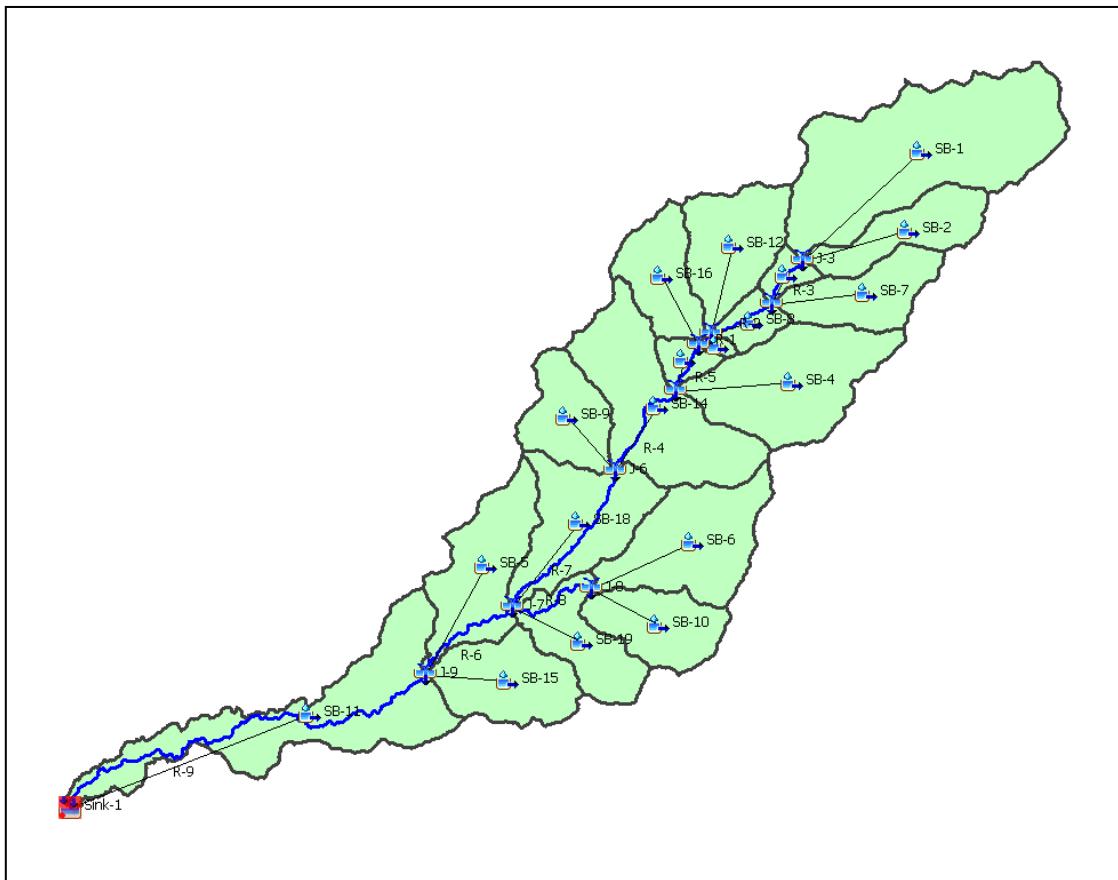
Se ha aplicado este método para la generación de tormentas de diseño en cada subcuenca al especificar una profundidad de precipitación de diseño para diferentes duraciones asociadas a una misma probabilidad de ocurrencia.

2.3.5.10. Máximas avenidas

- Determinación de caudales máximos de diseño
 - Modelo Hidrológico HEC-HMS

Se ha considerado representar los procesos de transformación lluvia escorrentía y determinar caudales máximos mediante los métodos hidrológicos presentes en el programa HEC-HMS. En la siguiente Imagen se muestra el esquema en HEC-HMS de las subcuenca consideradas. Se conformaron 19 elementos subcuenca y 9 elementos ríos para la modelación.

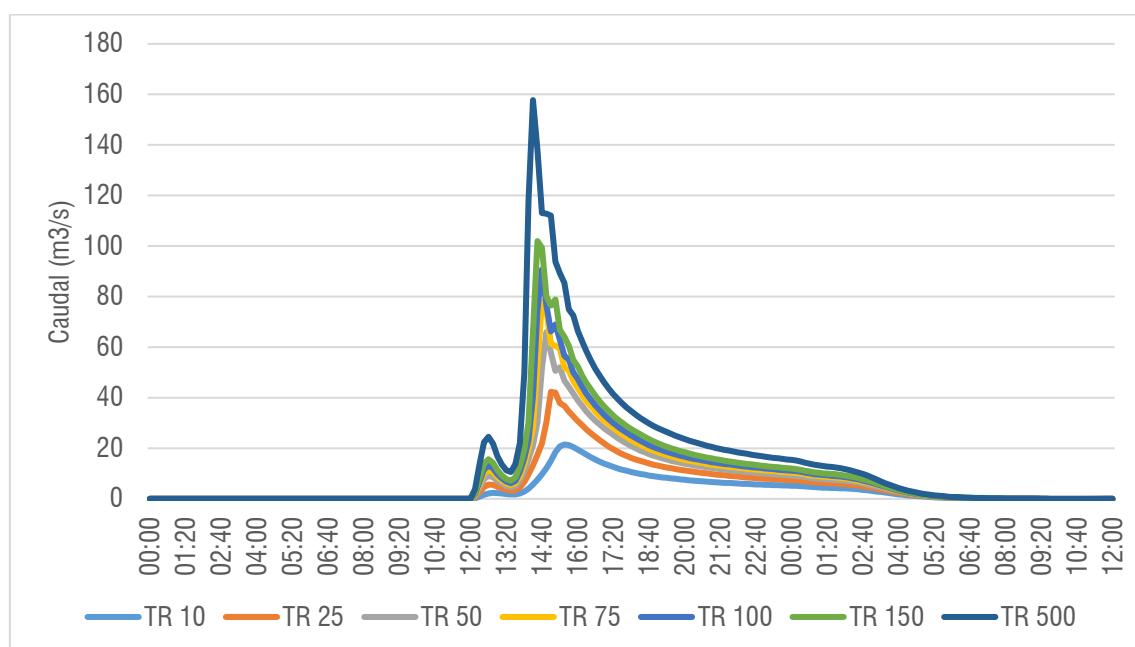
Imagen 25. Esquema en HEC-HMS de las subcuenca consideradas en la modelación



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en el siguiente gráfico se muestran los hidrogramas resultantes para diferentes períodos de retorno.

Gráfico 3. Hietograma de diseño estimados en HEC-HMS



Fuente: Elaboración propia

2.4 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DISTRITO DE PUNTA HERMOSA

A continuación, se describirá características de las sociales y económicas del distrito de punta hermosa, que se encuentran expuestos ante la ocurrencia por flujo de detritos, y que probablemente ante la ocurrencia del peligro estas serían afectados de manera directa según el nivel de peligro sobre la cual se encuentre.

i. CARACTERÍSTICAS SOCIALES

POBLACIÓN

En el Distrito de Punta Hermosa reside una población estimada de 7,609 habitantes; sin embargo, gran parte de las familias son residentes estacionales que llegan solo en el verano, estimándose que la población residente en esa época se eleva entre 18,000 a 20,000 personas, sin incluir los visitantes que llegan a diario o los fines de semana para disfrutar del sol y las playas en dicha temporada. Según indica el censo del año 2,007 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la población del Distrito de Punta Hermosa es de 5,762 habitantes con una población urbana de 5,423 habitantes y una población rural de 339 hab. Siendo un total 2,998 hombres y 2,764 mujeres.

SALUD

En Punta Hermosa se identificó dos áreas del sector salud, uno que se encuentra en el Balneario de la Zona Central al costado de la municipalidad y el Hospital de la solidaridad de la Municipalidad Metropolitana de Lima ubicado frente al Asentamiento Familiar Nueva Generación. El distrito contaba con un tercer puesto de salud en la Urb. El Carmen, mucho más amplio que la posta médica que se encuentra al costado de la municipalidad, pero este fue donado por la municipalidad a la Parroquia Juan Pablo II como casa parroquial. En cuanto al seguro de salud de la población, según el censo del año 2007, de 5,762 personas encuestadas el 11% tiene Seguro Integral de Salud (SIS), el 18.3% tiene seguro ESSALUD, el 12.7% otro tipo de seguro de salud y el 58% no tiene ningún tipo de seguro de salud (Grafico 4.4). En febrero de este año los asegurados al SIS son de 974 con el 30% de personas con edades entre 30 a 59 años. Cabe resaltar que, tanto la Posta de Salud de Punta Hermosa, como el Hospital Solidaridad, colapsarían con solo tres personas heridas de gravedad. Siendo el Hospital de Emergencias más cercano el María Auxiliadora de Villa El Salvador.

EDUCACIÓN

El distrito de Punta Hermosa cuenta con un solo colegio nacional, la Institución Educativa "Víctor A. Belaunde Diez Canseco" y dos centros de educación inicial nacionales, la I.E.I. N°546 y la I.E.I. N°654 "Nuestra Señora del Carmen"; además, de dos centros de educación inicial particular. El 21% de la

población alcanzo un nivel de educación primaria, 41% secundaria y el 8% termino una carrera universitaria. Todas las instituciones educativas pertenecen a la UGEL N°01.

Según el "Sistema de Información Estadístico de apoyo a la Prevención a los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales" del INEI 2015, señala que, en el distrito de Punta Hermosa de una población de 4,349, el 55.8% cuenta con estudios de nivel secundario, el 13.0% cuenta con estudios de nivel primario, el 1.5% no cuenta con estudios, el 16.1% cuenta con estudio superior no universitaria, el 13.2% cuenta con estudios superior Universitaria.

SERVICIOS BÁSICOS

Se detalla la accesibilidad de servicios básicos tales como agua, energía eléctrica y alcantarillado en el distrito de Punta Hermosa:

- **Tipo abastecimiento de agua**

Según el "Sistema de consulta de base de datos del Censo Nacional 2017: XII De Población, VII Vivienda Y III De Comunidades Indígenas" realizado por el INEI, señala que el distrito de Punta Hermosa de un total de 5,476 viviendas, solo el 20.01% (1,095 viviendas) tiene acceso a agua a partir de Red pública de agua dentro de la vivienda, mientras que la mayor cantidad de población que representa el 68.24% (3,735 viviendas) se abastece a través de camino cisterna u otro similar.

- **Servicio de energía eléctrica**

En el distrito de Punta Hermosa del total de 5,473 viviendas el 48.42% (2,650 viviendas) disponen del servicio de alumbrado eléctrico mientras que aún existe un 51.68% (2,823 viviendas) que no cuentan con alumbrado público.

- **Accesibilidad de servicios higiénicos**

Según el "Sistema de consulta de base de datos del Censo Nacional 2017: XII De Población, VII Vivienda y III De Comunidades Indígenas" realizado por el INEI, señala que el distrito de Punta Hermosa de un total de 5,476 viviendas, solo el 29.40% (1,609 viviendas) tiene acceso a agua a partir de Red pública de desagüe dentro de la vivienda, mientras que la mayor cantidad de población que representa el 48.38% (2,648 viviendas) presenta pozo ciego o negro.

ASPECTOS ECONÓMICOS

Según el "Sistema de Información Estadístico de apoyo a la Prevención a los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales" del INEI 2015, en el distrito de Punta Hermosa de una población de 2685 personas, predomina como actividad principal la de Servicios, representada por el 49.90% (1340 personas) seguido por la categoría otros con el 29.70% (797 personas).

CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

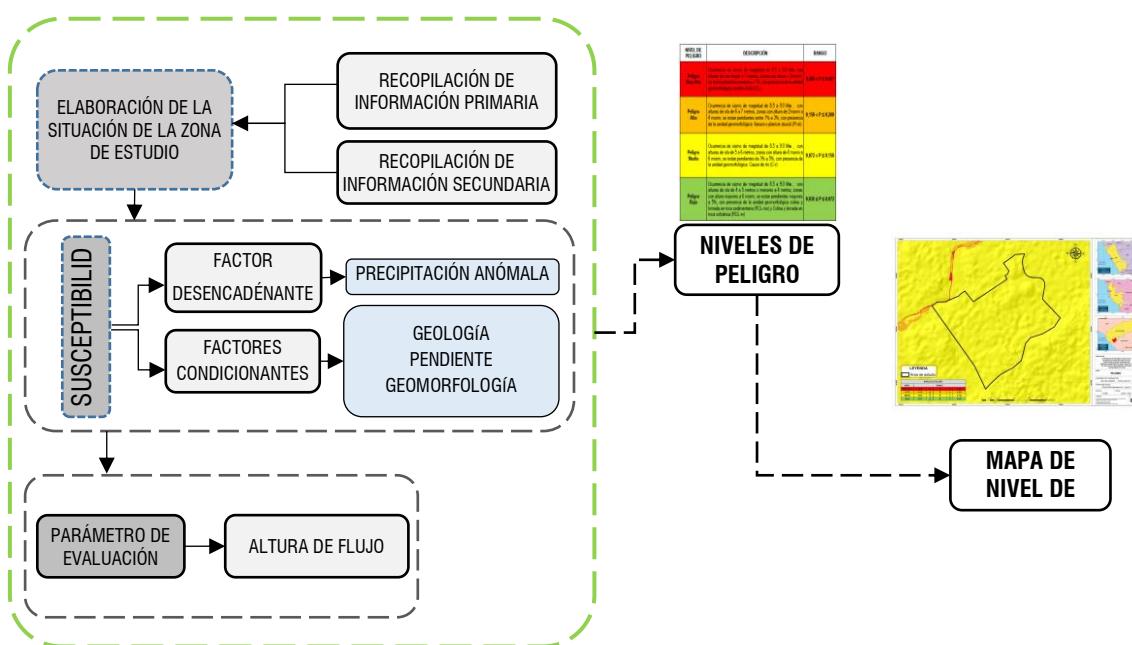
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.

El peligro se define como la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural y/o inducido por la acción humana se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia de tiempo definidos. (Manual de evaluación de riesgos – versión 2 -2015, CENEPRED)

Para determinar el nivel de peligro, se utilizó la metodología descrita en el Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales versión 02, del CENEPRED, para identificar y caracterizar la peligrosidad (parámetros de evaluación, la susceptibilidad en función de los factores condicionantes y desencadenantes y los elementos expuestos). Para la determinación de los parámetros y para cada parámetro sus descriptores, ponderándolos mediante el método SATY.

Para facilitar el trabajo, se esquematizó un gráfico que sintetiza los parámetros intervenientes en la determinación del peligro por flujo de detritos.

Gráfico 4: Metodología general para determinar la peligrosidad



Fuente: Adaptado de CENEPRED.

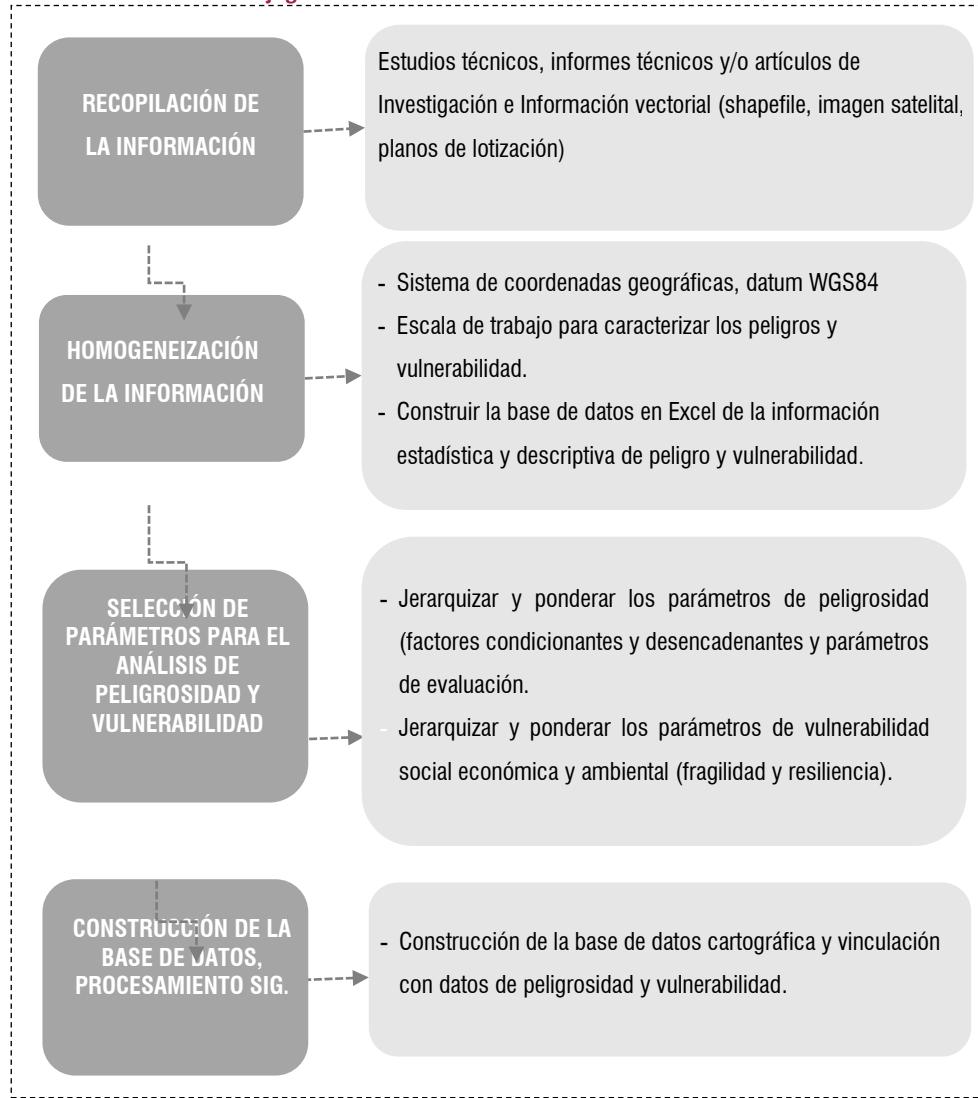
3.2 RECOLLECTA, ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN

RECOLLECTADA.

Se realizó recopilación de información disponible de entidades técnico científicas competentes que han desarrollado en el área de estudio, quebrada San Idelfonso y alrededores que sirvieron como referencia para la elaboración de este estudio. A continuación, se detalla la información disponible:

- Estudios publicados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET, SENAMHI, INEI.
- Imágenes satelitales disponibles en el Google Earth de diferentes años (hasta el 2024).
- Registro de emergencias del distrito de punta hermosa - Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación (SINPAD v2.0)

Gráfico N°5: Flujograma General del Proceso de Análisis de Información



Fuente: CENEPRED - Equipo técnico

3.3 IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR.

Para identificar y caracterizar el peligro, se ha considerado la información generada por la recopilación de información en gabinete previa a la visita de campo. En el trabajo de campo se contrastó la información y se validó la información recopilada tomando en consideración los siguientes puntos:

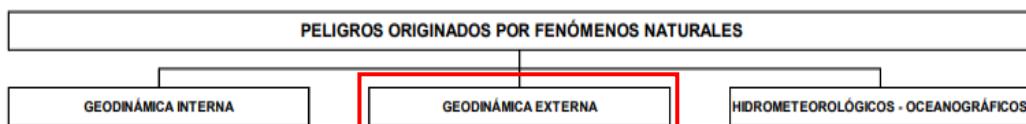
- Localización de las zonas expuestas: BODEGAS SAN FRANCISCO ALMACENES DEL PERÚ (LOGISTCITY)
- Estudio del peligro: según lo requerimientos y características de la zona el peligro es “Flujo de detritos”
- Vigilancia del peligro: se ha recopilado información, de fuente primaria y secundaria en relación al peligro analizado cuyos resultados se dan a través de reportes, pronósticos, plataformas de información, entre otros, que contribuyen al desarrollo de acciones en materia de Gestión del Riesgo de Desastres.

En base a lo descrito en el párrafo anterior el equipo evaluador ha realizado la identificación y su clasificación del peligro de acuerdo a la **Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 009-2025-PCM/SGRD** (vigente desde el 5 de noviembre de 2025),

- El peligro para evaluar es por movimientos en masa, principalmente flujo de detritos.

Gráfico N° 6. Clasificación de peligros

CLASIFICACIÓN DE PELIGROS SEGÚN SU ORIGEN

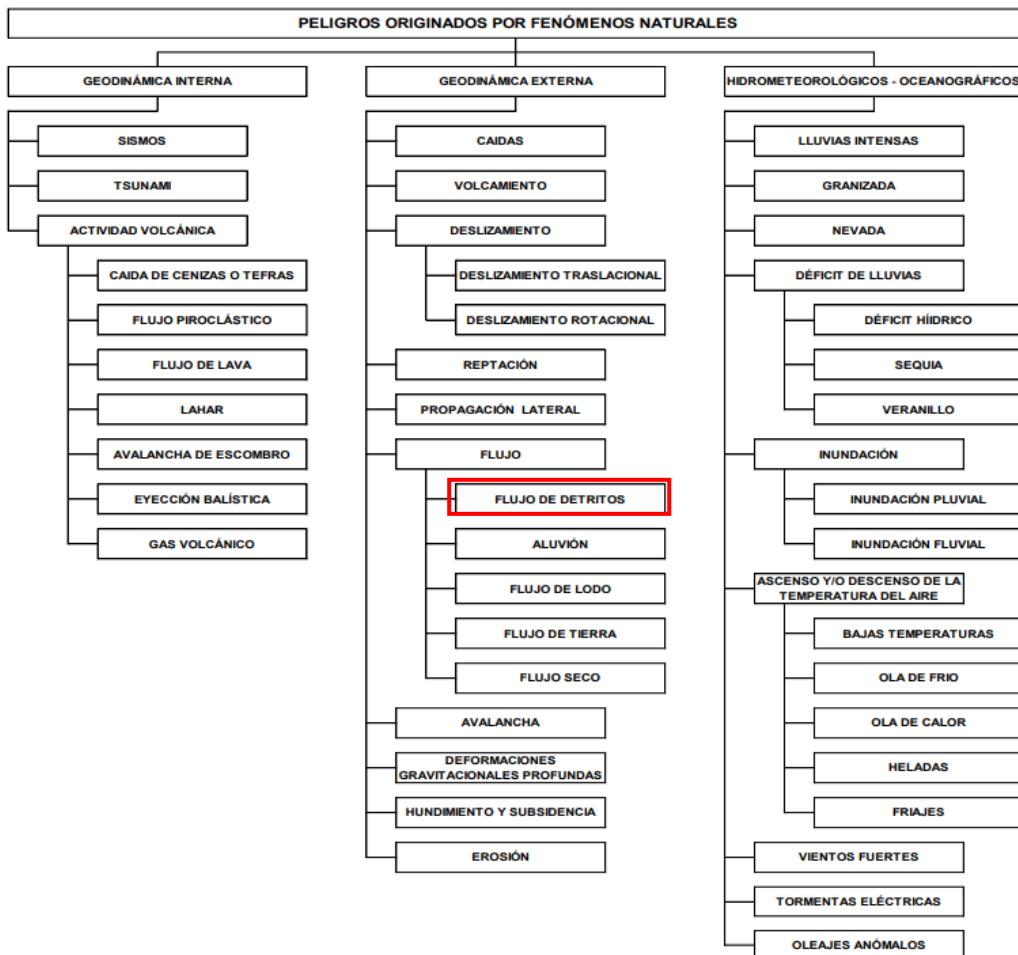


Fuente: Lineamientos Técnicos Del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres, según la Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 009-2025-PCM/SGRD

Según la clasificación de peligros en los "Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres", aprobados por **Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 009-2025-PCM/SGRD**, en peligro para el ámbito de estudio “BODEGAS SAN FRANCISCO ALMACENES DEL PERÚ (LOGISTCITY” es **flujo de detritos**, que se clasifica dentro de los **Peligros originados por fenómenos de geodinámica externa**.

Gráfico 7. Identificación de peligros en el área de estudio

ANEXO N° 1
CLASIFICACIÓN DE PELIGROS SEGÚN SU ORIGEN



Fuente: Lineamientos Técnicos Del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres, según la Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 009-2025-PCM/SGRD

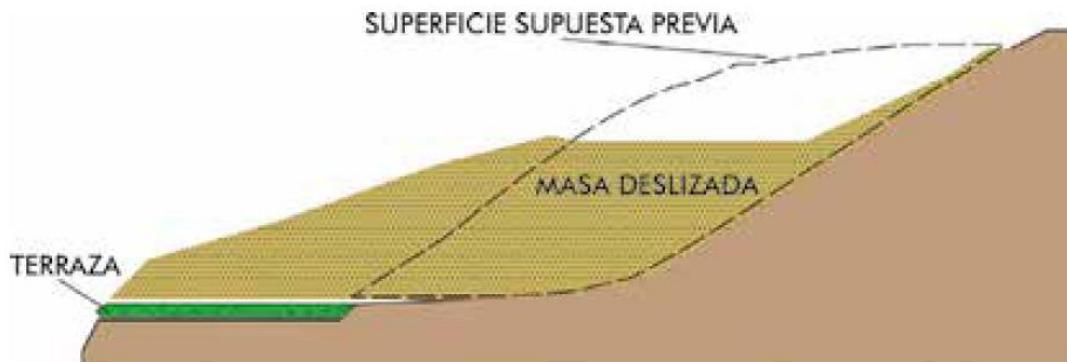
3.3.1. PELIGRO: MOVIMIENTO DE MASA

Los movimientos en masa en laderas son procesos de movilización lenta o rápida que involucran suelo, roca o ambos, causados por exceso de agua en el terreno y/o por efecto de la fuerza de gravedad.

Tipo: Peligros generados por fenómenos de origen natural

Origen: Geodinámica externa

Imagen 26: Procesos de movimiento en masas



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

Imagen 27: Clasificación de movimientos de masa - Flujo de detritos

		<p>Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída del material involucrado, la humedad, la velocidad, el confinamiento lateral y otras características que los hacen distinguibles; así mismo, aportan definiciones que enfatizan aspectos de uso práctico útiles para el estudio de amenazas.</p> <p>Es importante hacer la distinción entre los diferentes tipos de flujos cuando se analiza el peligro al que está sometido un área ya que, como se describe más adelante, el potencial destructivo es característico de cada tipo.</p>
10	Flujo	<p>10.1 Flujo de detritos: Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.</p> <p>Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos, sus depósitos tienen rasgos característicos como albardones o diques longitudinales, canales en forma de u, trenes de bloques rocosos y grandes bloques individuales.</p> <p>Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo.</p> <p>10.2 Atuvión: Flujo muy rápido de una crecida de agua que transporta una gran carga de detritos a lo largo de un canal, usualmente también llamados flujos hiperconcentrados. Es difícil distinguir entre un flujo de detritos y una crecida de detritos con base en la concentración de sedimentos, por lo que deben diferenciarse según el caudal pico observado o potencial.</p> <p>También conocidos como crecidas de detritos, se caracterizan por caudales pico 2 o 3 veces mayores que el de una crecida de agua o inundación. De esta manera, la capacidad de daño de una crecida de detritos es similar a la de una inundación y los objetos impactados quedan enterrados o rodeados por los detritos, con frecuencia sin sufrir daño.</p> <p>También pueden ocurrir eventos excepcionales por descargas de agua inusualmente altas, tales como las producidas por el rompimiento de presas naturales o artificiales, la liberación súbita de agua de lagos glaciares (GLOFs) o subglaciales.</p> <p>10.3 Flujo de lodo: Flujo canalizado muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados plásticos, cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material fuente (Índice de Plasticidad mayor al 5%). El carácter de este tipo de movimiento es similar al del flujo de detritos, pero la fracción arcillosa modifica la geología del material.</p>



Fuente: Lineamientos Técnicos Del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres, según la Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 009-2025-PCM/SGRD

a. Flujo

Son movimientos en masa que durante su desplazamiento exhiben un comportamiento semejante al de un fluido; pueden ser rápidos o lentos, saturados o secos. En muchos casos se origina a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Según la proporción de las fracciones sólidas y líquidas que conforman el flujo, así como por el mecanismo de movimiento y la velocidad del movimiento se pueden diferenciar hasta siete tipos diferentes de eventos: flujo seco, flujo de detritos, inundación de detritos, flujo de lodo, flujo de tierra, avalancha de rocas y avalancha de detritos (Varnes, 1978; Hungr et al. 2001 y Hungr, 2005).

Imagen 28: Esquema de generación de un flujo.



Fuente: Informe Técnico N° A6936, evaluación de peligros geológicos por movimiento en masa – INGEMMET – 2019

b. Flujo de detritos (Huaycos)

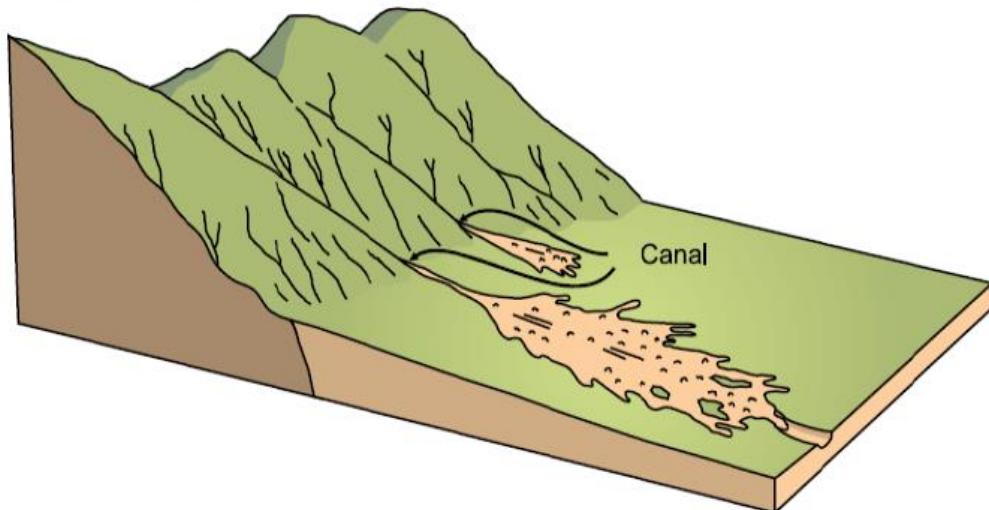
Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (índice de plasticidad menor al 5 %), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Los flujos de detritos pueden ser rápidos o lentos, saturados o secos y originarse a partir de otros procesos, como deslizamientos o desprendimientos de rocas (Varnes, 1978).

a) Flujo de detrito canalizado

Flujos canalizados buscan retomar su lecho natural. El potencial destructivo de estos procesos está dominado por su velocidad y la altura alcanzada por el material arrastrado. La mayoría de los flujos de detritos alcanzan velocidades en el rango de movimiento extremadamente rápido y por naturaleza son capaces de producir la muerte de personas (Hungr, 2005).

Imagen 29: Flujo de detrito Canalizado

Flujos canalizados



Fuente: Informe Técnico N° A6936, evaluación de peligros geológicos por movimiento en masa – INGEMMET – 2019

c. Desencadenante: Lluvias intensas

Se denomina lluvia si es continua, regular y el diámetro de sus gotas es superior a 0,5 milímetros. Si la lluvia es tan violenta y abundante que provoca riadas e inundaciones se denomina tromba o manga de agua. Las lluvias intensas son precipitaciones de agua líquida en el cual la gota tiene al menos un milímetro de diámetro, lo que aproximadamente representa que su volumen sea un millón de veces mayor que el de una gotita primitiva de nube. (SENAMHI, 2019)

Tipo: Peligros generados por fenómenos de origen natural

Origen: hidrometeorológicos.

3.4 SIMULACIÓN DE FLUJO NEWTONIANO

3.4.1 Simulación de flujo

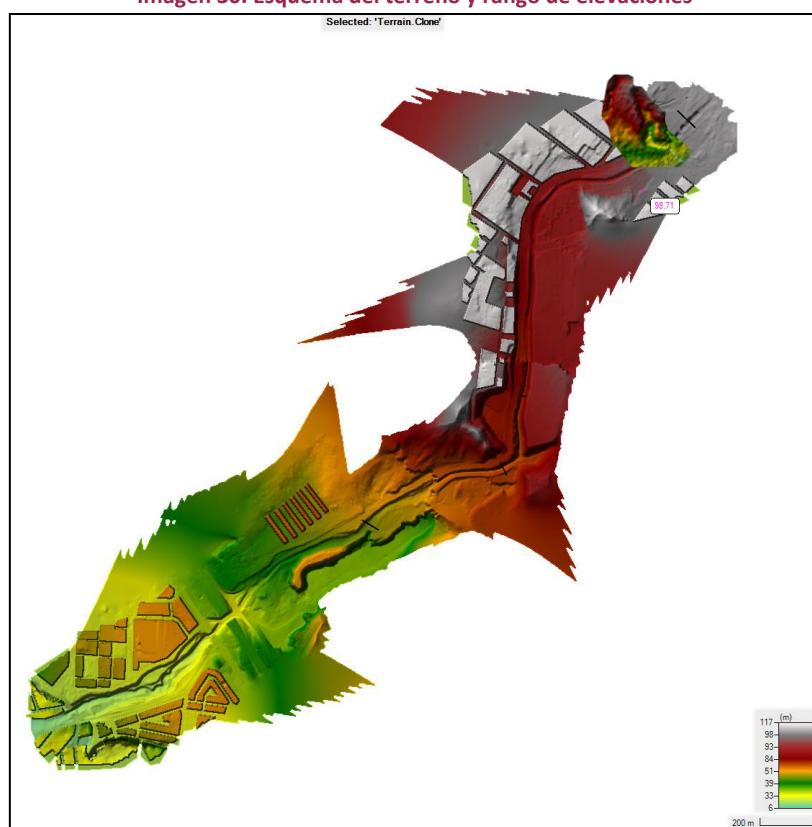
Los resultados de la simulación que se indican a continuación se han realizado tomando en cuenta los resultados de la sección Hidrología desarrollado hasta el año 2025, donde se han determinado los hidrogramas de diseño para el período de retorno seleccionado. Tomando en cuenta el evento crítico asociado a una probabilidad de excedencia y riesgo admisible, se ha establecido utilizar un período de retorno de 150 años para desarrollar la modelación de flujo de detritos en la quebrada Malanche.

3.4.2 MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL

Para el modelo de lluvia escorrentía en el área de estudio, el Modelo Digital de Elevación (MDE) empleado fue elaborado a partir de datos capturados durante un vuelo fotogramétrico con un dron DJI Phantom 4 Pro RTK. Este equipo incorpora tecnología de posicionamiento en tiempo real (RTK), lo que permite obtener imágenes georreferenciadas con alta precisión espacial. Las imágenes fueron procesadas mediante técnicas de fotogrametría, dando como resultado un MDE con una resolución espacial de 5 centímetros.

En la siguiente Imagen se muestra la topografía del área de estudio de simulación de lluvia intensa, vista desde el entorno Ras Mapper de HEC-RAS.

Imagen 30. Esquema del terreno y rango de elevaciones



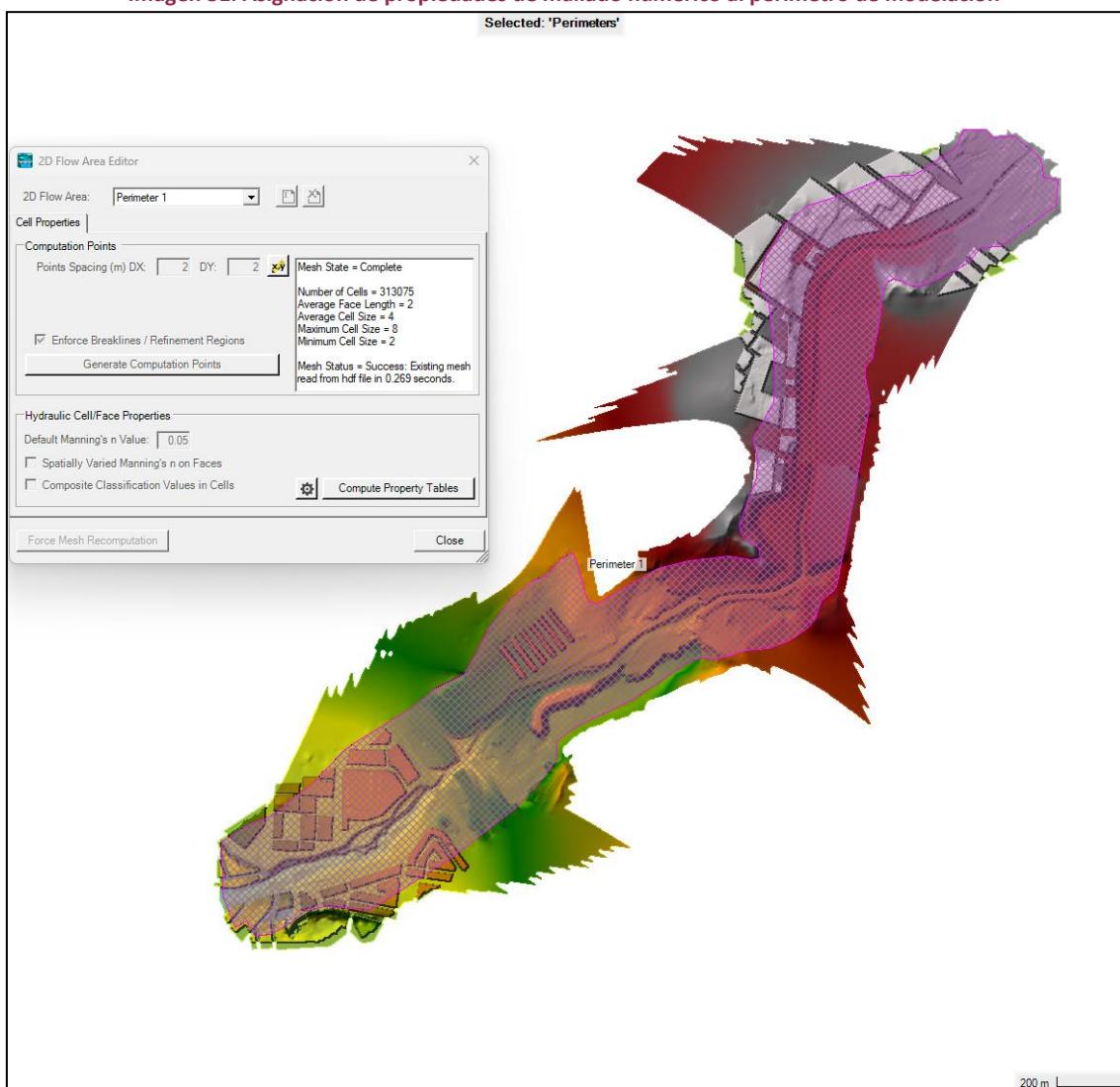
Fuente: Elaboración propia.

3.4.3 MALLADO NUMÉRICO

La malla computacional abarca el área de influencia de la quebrada Malanche que potencialmente puede verse afectada por inundación por flujo de detritos, el cual fue conlimgenda con el objetivo de captura el relieve importante de las zonas del terreno que influyen directamente en el comportamiento hidráulico relacionados a su dirección y/o velocidad del flujo.

El dominio de cálculo consistió en un grillado base de 2x2 metros en área influyentes de llanuras de inundación incluyendo los lotes, no se cuenta con líneas de rotura (breaklines). Asimismo, el área de la poligonal del cauce se ha considerado celdas de tamaño máximo de 2 metros. Para el perímetro de modelación se tiene una malla resultante que abarca una extensión de 313075 celdas.

Imagen 31. Asignación de propiedades de mallado numérico al perímetro de modelación



Fuente: Elaboración propia

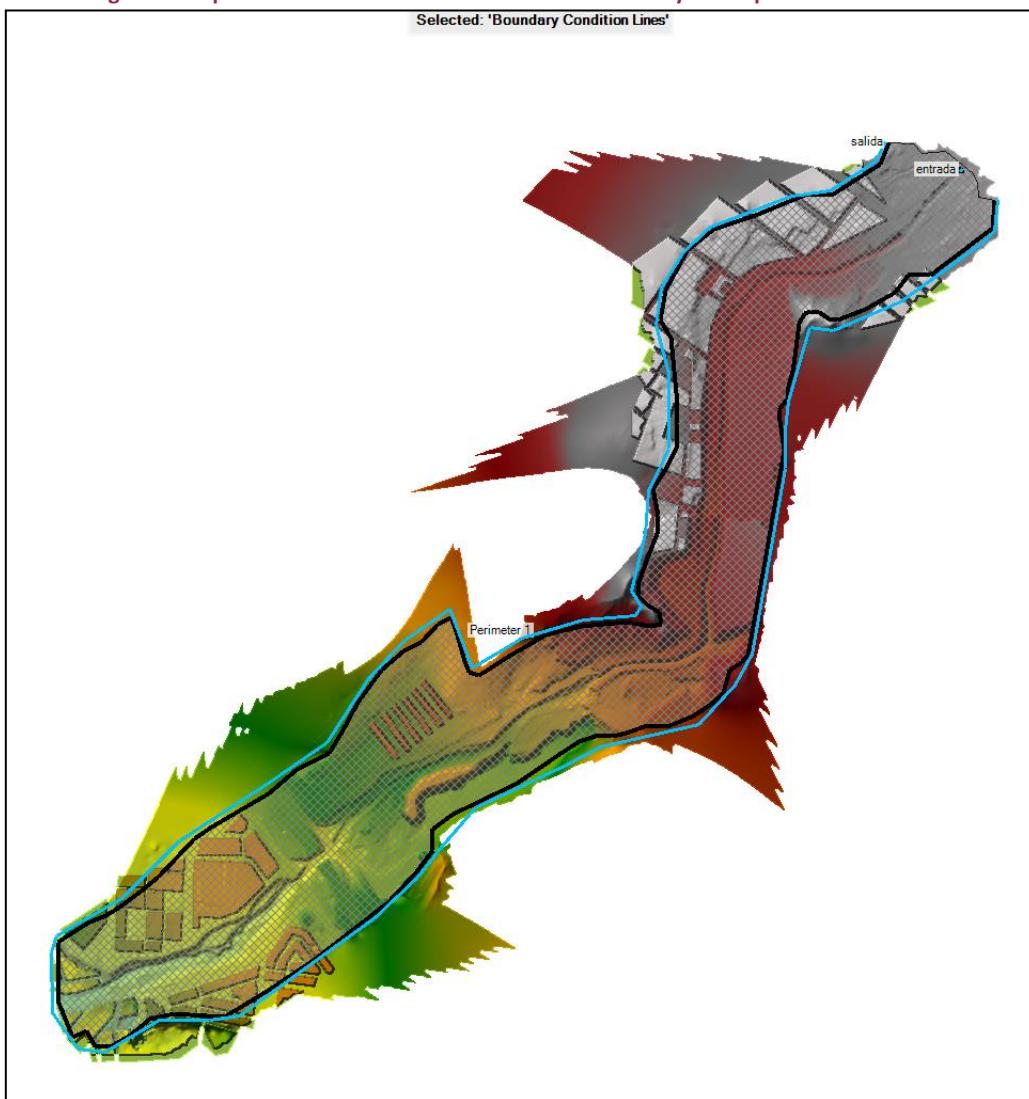
3.4.4 CONDICIONES INICIALES Y DE FRONTERA

En el modelo la condición inicial o de entrada se configuró mediante la asignación de línea de contorno al inicio de la quebrada Malanche al perímetro o malla definida, donde se definen los datos del hidrograma asociado a un periodo de retorno de 150 años.

Respecto a la condición de salida, se configuró mediante una geometría de tipo línea, ubicada fuera de la malla a lo largo de todo el perímetro, donde se estableció una pendiente de energía igual a la pendiente del terreno.

La condición de salida de la malla creada se ha definido en la interfaz Ras Mapper del HEC-RAS como línea de contorno, siendo la salida de flujo la línea de etiqueta “salida”, tal como se muestra en la siguiente Imagen.

Imagen 32. Imposición de condición de contorno de entrada y salida para la malla definida



Fuente: Elaboración propia.

3.4.5 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE MANNING

De acuerdo con Chow (1994) el coeficiente de rugosidad de Manning calcula las pérdidas de carga continua que se producen en los cauces debido a varios factores asociados como los cambios de las secciones, vegetación, geomorfología, irregularidades del cauce, etc. Todos estos factores generan el incremento de la rugosidad de Manning.

Para el modelo hidráulico con HEC-RAS se requiere ingresar valores de Manning (n) tanto en simulaciones con flujo permanente y no permanente. Cabe señalar que los valores de Manning, para el área de simulación, se definió en base a las características del suelo observadas en campo y las imágenes satelitales disponibles. Los coeficientes de rugosidad se detallan en Ven Te Chow (1994), tal que para la superficie de pavimento se estableció 0.018 y para el terreno existente un valor de 0.030 correspondiente a “Zonas sin cultivo” según los coeficientes mostrados en la siguiente Imagen.

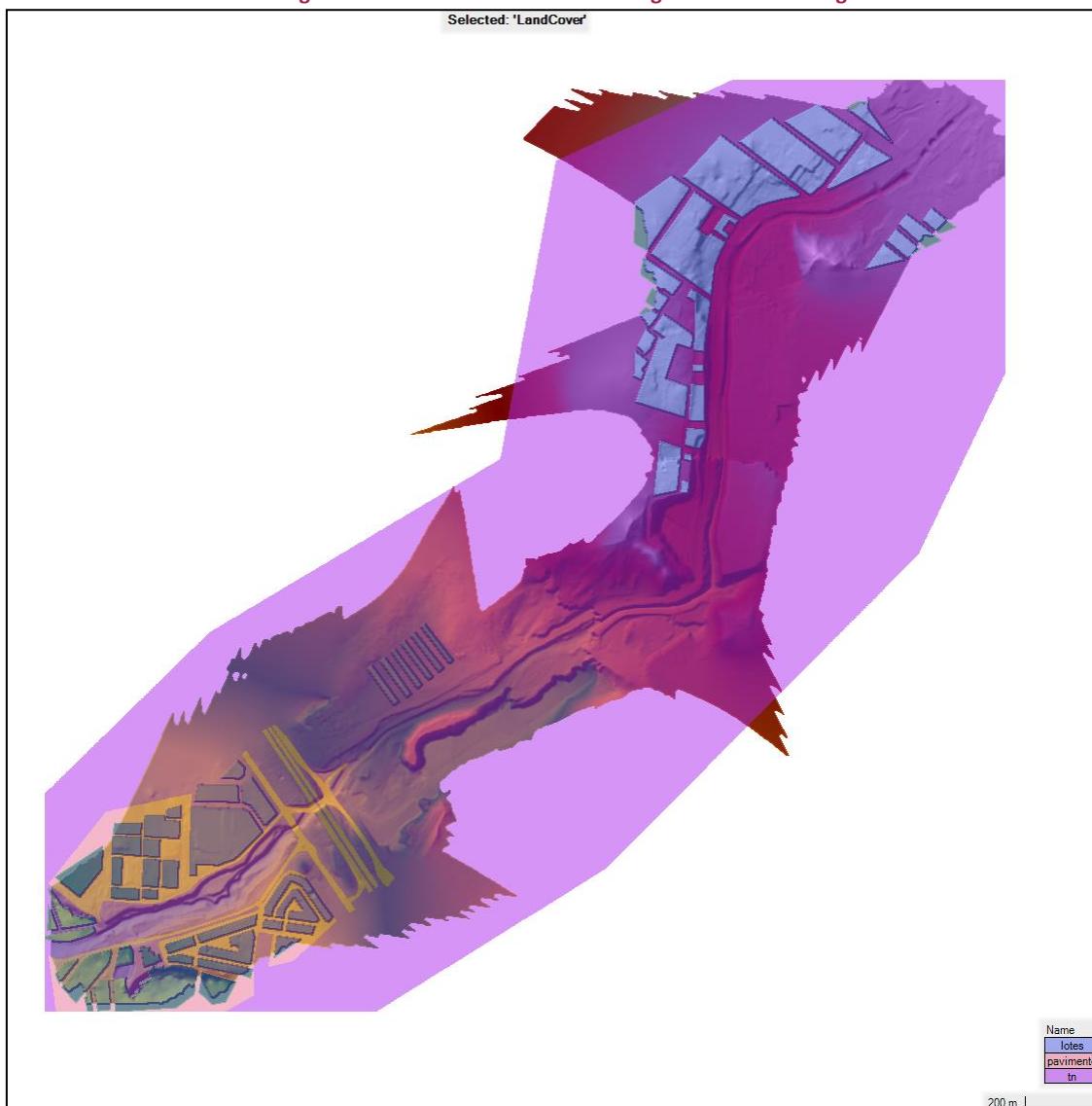
Imagen 33. Coeficiente de rugosidad de rugosidad para el flujo en superficie

Descripción de la corriente	Mínimo	Normal	Máximo
A Caeus naturales			
A.1 Cursos secundarios (ancho de la superficie libre en crecida < 30 m)			
A.1.1 Cursos en planicies			
- Limpios, rectos, sin fallas ni pozos	0,025	0,030	0,033
- Rectos con algunas piedras y pastos	0,030	0,035	0,040
- Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos	0,033	0,040	0,045
- Meandros con algunas piedras y pastos	0,035	0,045	0,050
- Meandros con muchas piedras	0,045	0,050	0,060
- Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0,050	0,070	0,080
- Tramo con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral	0,075	0,100	0,150
A.1.2 Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y árboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida			
- Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas	0,030	0,040	0,050
- Cauce de cantos rodados, con grandes rocas	0,040	0,050	0,070
A.2 Cursos en planicies inundadas			
A.2.1 Zonas de pastos, sin arbustos			
- Pasto corto	0,025	0,030	0,035
- Pasto alto	0,030	0,035	0,050
A.2.2 Zonas cultivadas			
- Sin cultivo	0,020	0,030	0,030
- Cultivos sembrados en línea en fase de madurez fisiológica	0,025	0,035	0,045
- Cultivos sembrados a volado en fase de madurez fisiológica	0,030	0,040	0,050
A.2.3 Zonas arbustivas			
- Escasos arbustos y pasto abundante	0,035	0,050	0,070
- Pequeños árboles y arbustos sin follaje (parada invernal)	0,035	0,050	0,060
- Pequeños árboles y arbustos con follaje (fase vegetativa)	0,040	0,060	0,080
- Arbustos medianos a densos durante la parada invernal	0,045	0,070	0,110
- Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa	0,070	0,100	0,160
A.2.4 Zonas arbóreas			
- Saucos densos, temporada invernal	0,110	0,150	0,200
- Terreno claro con ramas sin brotes	0,030	0,040	0,050
- Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes	0,050	0,060	0,080
- Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación por debajo de las ramas	0,080	0,100	0,120
- Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación que alcanza a las ramas	0,100	0,120	0,160
A.3 Cursos importantes (ancho de la superficie libre en crecida > 30 m)			
En este caso, los valores del coeficiente n son inferiores a los correspondientes de cauces secundarios análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia efectiva menor,			
- Sección regular sin rocas ni arbustos	0,025	0,060	
- Sección irregular y rugosa	0,035	0,100	

Fuente: Ven Te Chow (1994). Hidráulica de canales abiertos. Editorial McGraw-Hill

Con la información mencionada se definió el coeficiente de Manning de la malla creada en la interfaz Ras Mapper del HEC-RAS, utilizado para caracterizar el efecto de la rugosidad en el transporte del flujo.

Imagen 34: Valores del coeficiente de rugosidad de Manning



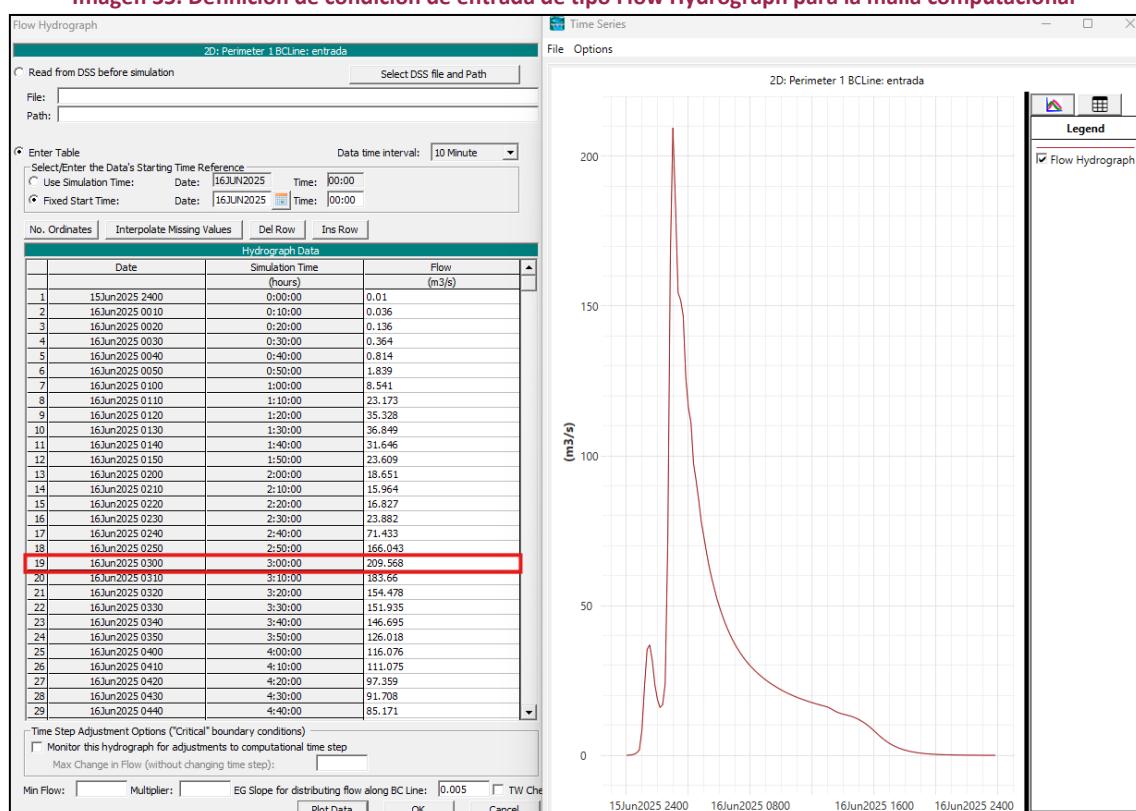
Fuente: Elaboración propia

3.4.6 CONFIGURACIÓN DEL FLUJO

El modelo se configuró como un flujo no estacionario, que conlleva a la asignación de los datos del hidrograma de diseño para un período de retorno seleccionado para la modelación como condición de entrada, y aguas abajo como condición de salida una pendiente de energía normal igual a la pendiente del terreno encontrado en cada cuenca aportante en su desfogue.

La condición de entrada y de salida de la malla creada correspondiente se ha definido en la sección de edición de datos de flujo no permanente del HEC-RAS. Para la condición de entrada se ha definido una condición de tipo Flow Hydrograph en la que se ha ingresado hidrograma de período de retorno de 150 años. Como condición de salida se ha definido una condición de tipo Normal Depth en la que se ha ingresado una pendiente de energía de 0.010 m/m.

Imagen 35. Definición de condición de entrada de tipo Flow Hydrograph para la malla computacional



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 36: Definición de condición de salida de tipo Normal Depth para la malla computacional

Normal Depth Downstream Boundary	
2D: Perimeter 1 BCLine: salida	
Friction Slope:	0.01
2D Flow Area Boundary Condition Parameters	
<input checked="" type="radio"/> Compute separate water surface elevation per face along BC Line	
<input type="radio"/> Compute single water surface for entire BC Line	

Fuente: Elaboración propia

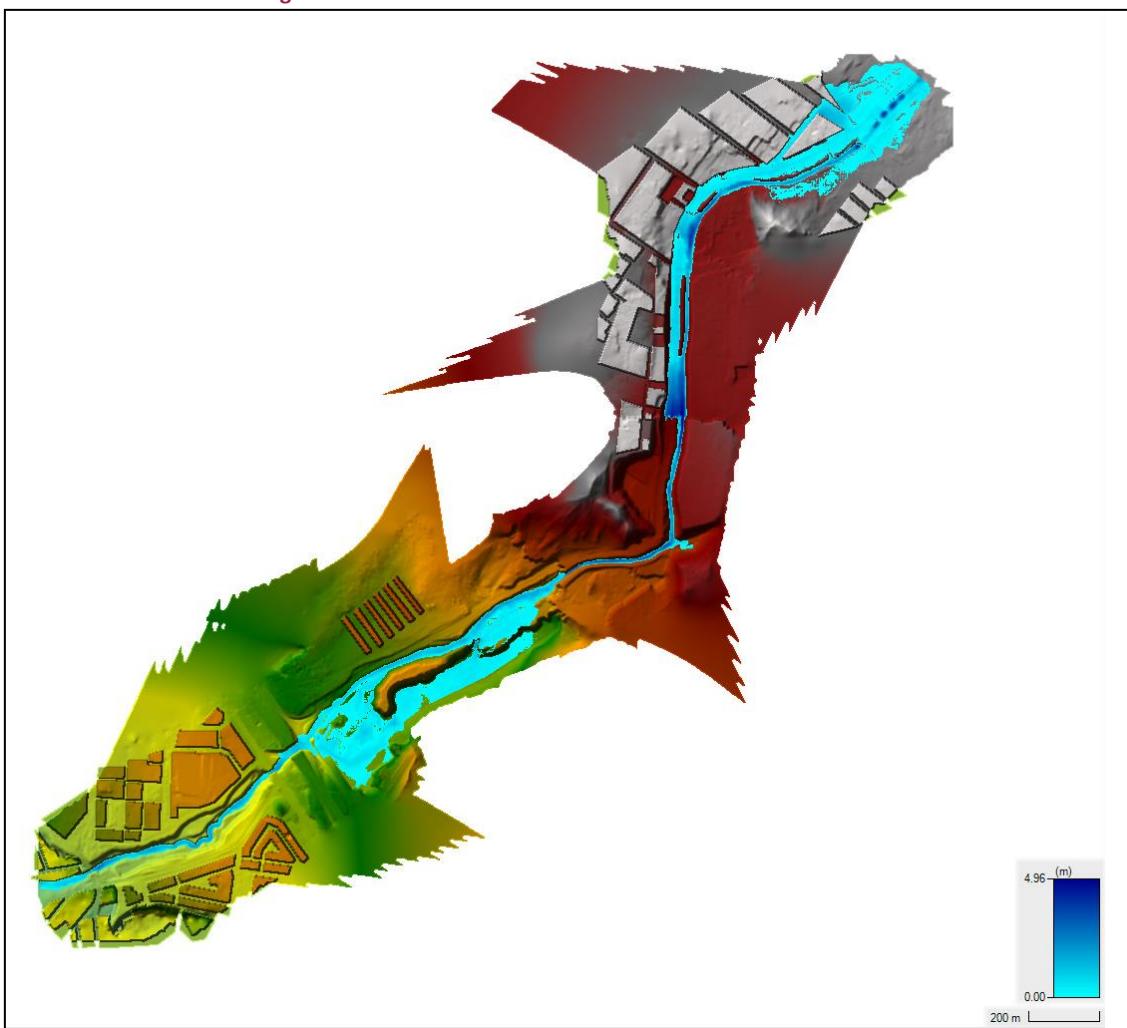
3.4.7 RESULTADOS DE SIMULACIÓN

Luego de la simulación de flujo correspondiente a un evento extremo con período de retorno de 150 años se han obtenido las manchas de inundación máxima de tirantes según el escenario o características descritas en los ítems previos.

3.4.7.1 Tirantes máximos

En la siguiente imagen se observa la mancha de inundación en la poligonal de la quebrada Malanche incluidas las áreas de llanuras de inundación. Se observa que los tirantes llegan a un valor máximo de 4.96 m. En la siguiente imagen se observa gráficamente la variación del tirante desde el Ras Mapper de HEC-RAS.

Imagen 37. Tirantes máximos de inundación en el área de estudio



Fuente: HEC-RAS Mud and Debris Flow, 2025.

3.5 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Se ha tomado como base para determinar los parámetros de evaluación, el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales, 2da Versión, sobre el cual el equipo evaluador realizó un trabajo de campo, vuelos realizados con Dron y un análisis de los resultados obtenidos para establecer el siguiente parámetro a utilizar, la altura del flujo (m).

Para realizar la simulación se procedió a realizar cálculos hidrológicos para determinar el caudal de agua, así como el caudal de sedimento con el grado de concentración para determinar el tipo de flujo.

Altura de flujo (m)

Cuadro 11: Matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación altura de flujo de detritos

DESCRIPTORES	Mayor a 1.50 m	1.00 a 1.50 m	0.50 a 1.00 m	0.30 a 0.50 m	Menor 0.30 m
Mayor a 1.50 m	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
1.00 a 1.50 m	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
0.50 a 1.00 m	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
0.30 a 0.50 m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor 0.30 m	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 22: Matriz de normalización del parámetro de evaluación altura de flujo de detritos

DESCRIPTORES	Mayor a 1.50 m	1.00 a 1.50 m	0.50 a 1.00 m	0.30 a 0.50 m	Menor 0.30 m	Vector priorización
Mayor a 1.50 m	0.555	0.642	0.524	0.429	0.333	0.497
1.00 a 1.50 m	0.185	0.214	0.315	0.306	0.292	0.262
0.50 a 1.00 m	0.111	0.071	0.105	0.184	0.208	0.136
0.30 a 0.50 m	0.079	0.043	0.035	0.061	0.125	0.069
Menor 0.30 m	0.069	0.031	0.021	0.020	0.042	0.037

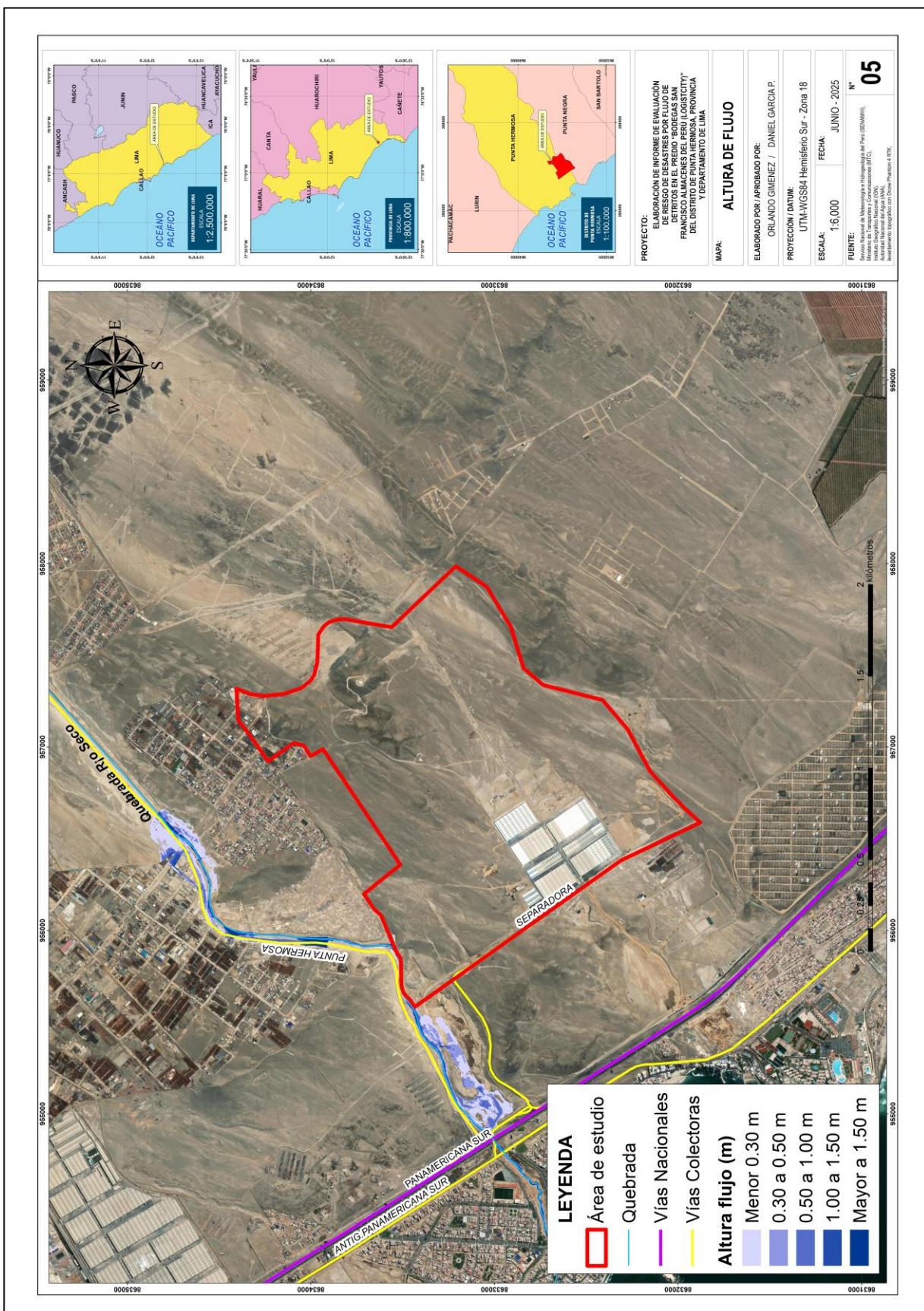
Fuente: Equipo técnico

Cuadro 13: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro de evaluación altura de flujo de detritos

Índice de consistencia	0.068
Relación de consistencia (RC < 0.1)	0.061

Fuente: Equipo técnico

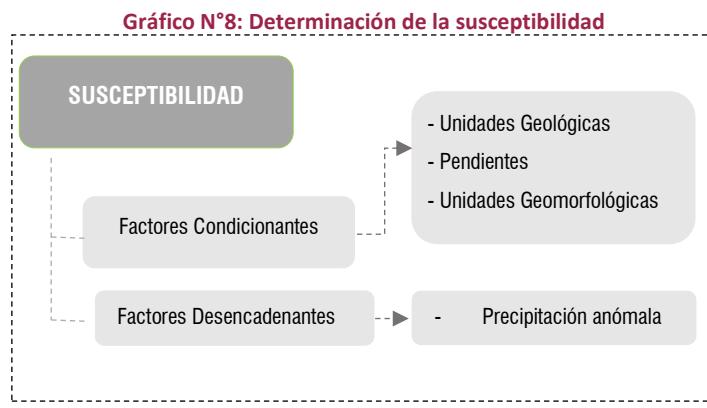
Mapa 5: Mapa de Altura de flujo.



Fuente: Equipo técnico

3.6 SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO ANTE PELIGROS

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico) (Manual evaluación de riesgos – versión 2, 2015)



Fuente: ajustado de CENEPRED.

3.6.1 FACTORES CONDICIONANTES

Ponderación de los factores condicionantes

Cuadro 14: Matriz de comparación de pares del factor condicionantes.

PARÁMETROS	Geología	Pendientes	Geomorfología
Geología	1.00	2.00	3.00
Pendientes	0.50	1.00	2.00
Geomorfología	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 15: Matriz de normalización de pares del factor condicionantes.

PARÁMETROS	Geología	Pendientes	Geomorfología	Vector Priorización
Geología	0.55	0.57	0.50	0.539
Pendientes	0.27	0.29	0.33	0.297
Geomorfología	0.18	0.14	0.17	0.164

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 16: Índice de consistencia y relación de consistencia del factor condicionante.

Índice de consistencia	0.005
Relación de consistencia (RC < 0.1)	0.004

Fuente: Equipo técnico

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Ponderación de Descriptores del Parámetro Unidades Geomorfológicas

Cuadro 17: Matriz de comparación de pares del parámetro unidades geomorfológicas.

DESCRIPTORES	Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial	Planicie aluvial	Colinas y lomadas en roca volcanosedimentaria	Colinas y lomadas en roca volcánica	Mantos de arena y/o playa
Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Planicie aluvial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Colinas y lomadas en roca volcanosedimentaria	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Colinas y lomadas en roca volcánica	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mantos de arena y/o playa	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 18: Matriz de normalización del parámetro unidades geomorfológicas.

DESCRIPTORES	Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial	Planicie aluvial	Colinas y lomadas en roca volcanosedimentaria	Colinas y lomadas en roca volcánica	Mantos de arena y/o playa	Vector Priorización
Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Planicie aluvial	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Colinas y lomadas en roca volcanosedimentaria	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Colinas y lomadas en roca volcánica	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mantos de arena y/o playa	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 19: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro unidades geomorfológicas.

Índice de consistencia	0.061
Relación de consistencia (RC < 0.1)	0.054

Fuente: Equipo técnico

PENDIENTES

Ponderación de Descriptores del Parámetro Pendientes:

Cuadro 20: Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente.

DESCRIPTORES	>35°	25-35°	15-25°	5-15°	0-5°
>35°	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
25-35°	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
15-25°	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
5-15°	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
0-5°	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: Equipo técnico

Cuadro 21: Matriz de normalización del parámetro pendiente

DESCRIPTORES	>35°	25-35°	15-25°	5-15°	0-5°	Vector Priorización
>35°	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
25-35°	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
15-25°	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
5-15°	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
0-5°	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 22: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro pendiente

Índice de consistencia	0.007
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.006

Fuente: Equipo técnico

UNIDADES GEOLÓGICAS

Ponderación de Descriptores del Parámetro Unidades geológicas:

Cuadro 23: Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades geológicas

DESCRIPTORES	Depósitos aluviales	Formación chilca	Formación quilmana	Depósitos eólicos	Depósitos marinos
Depósitos aluviales	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
Formación chilca	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Formación quilmana	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Depósitos eólicos	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Depósitos marinos	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 24: Matriz de normalización de pares del parámetro Unidades geológicas.

DESCRIPTORES	Depósitos aluviales	Formación chilca	Formación quilmana	Depósitos eólicos	Depósitos marinos	Vector priorización
Depósitos aluviales	0.555	0.642	0.524	0.429	0.333	0.497
Formación chilca	0.185	0.214	0.315	0.306	0.292	0.262
Formación quilmana	0.111	0.071	0.105	0.184	0.208	0.136
Depósitos eólicos	0.079	0.043	0.035	0.061	0.125	0.069
Depósitos marinos	0.069	0.031	0.021	0.020	0.042	0.037

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 25: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro Unidades geológicas.

Índice de consistencia	0.068
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.061

Fuente: Equipo técnico

3.6.2 FACTORES DESENCADENANTES

PRECIPITACIÓN ANÓMALA

Se consideró un solo parámetro general relacionado a los umbrales altos de precipitación acumulada o eventos “anómalos” que podrían desencadenar el peligro por flujo de detritos.

Cuadro 26: Matriz de Comparación de Pares de los descriptores del parámetro precipitación

DESCRIPTORES	RR>19.8	9.7<RR<=19.8	6.4<RR<=9.7	3.4<RR<=6.4	RR<3.4
RR>19.8	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
9.7<RR<=19.8	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
6.4<RR<=9.7	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
3.4<RR<=6.4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
RR<3.4	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 27: Matriz de Normalización de los descriptores del parámetro precipitación

DESCRIPTORES	RR/día>99p	95<RR/día<=99p	90<RR/día<=95p	75<RR/día<=90p	RR/día<=75p	Vector Priorización
RR>19.8	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
9.7<RR<=19.8	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
6.4<RR<=9.7	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
3.4<RR<=6.4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
RR<3.4	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

ING. DANIEL A. GARCÍA PRADO
EVALUADOR DE RIESGO
R.J. N° 105-2018-GENEPRED/J
CIP N° 103845

Melisa Rodríguez Ramírez
ARQUITECTA
C.A.P. 5147

Cuadro 28: Índice de consistencia y relación de consistencia de los descriptores del parámetro umbrales de precipitación

Índice de consistencia	0.061
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.054

Fuente: Equipo técnico

3.7 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

Como elemento expuesto está el área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), se identificó personal que labora dentro de las instalaciones, infraestructura que corresponde al cerco perimétrico, construcciones (almacenes y otros) y vías de acceso.

Población

Como población expuesta se ha considerado al personal que labora.

Infraestructura de energía eléctrica

En el área de estudio se identificó que cuenta con servicio eléctrico a través de red pública.

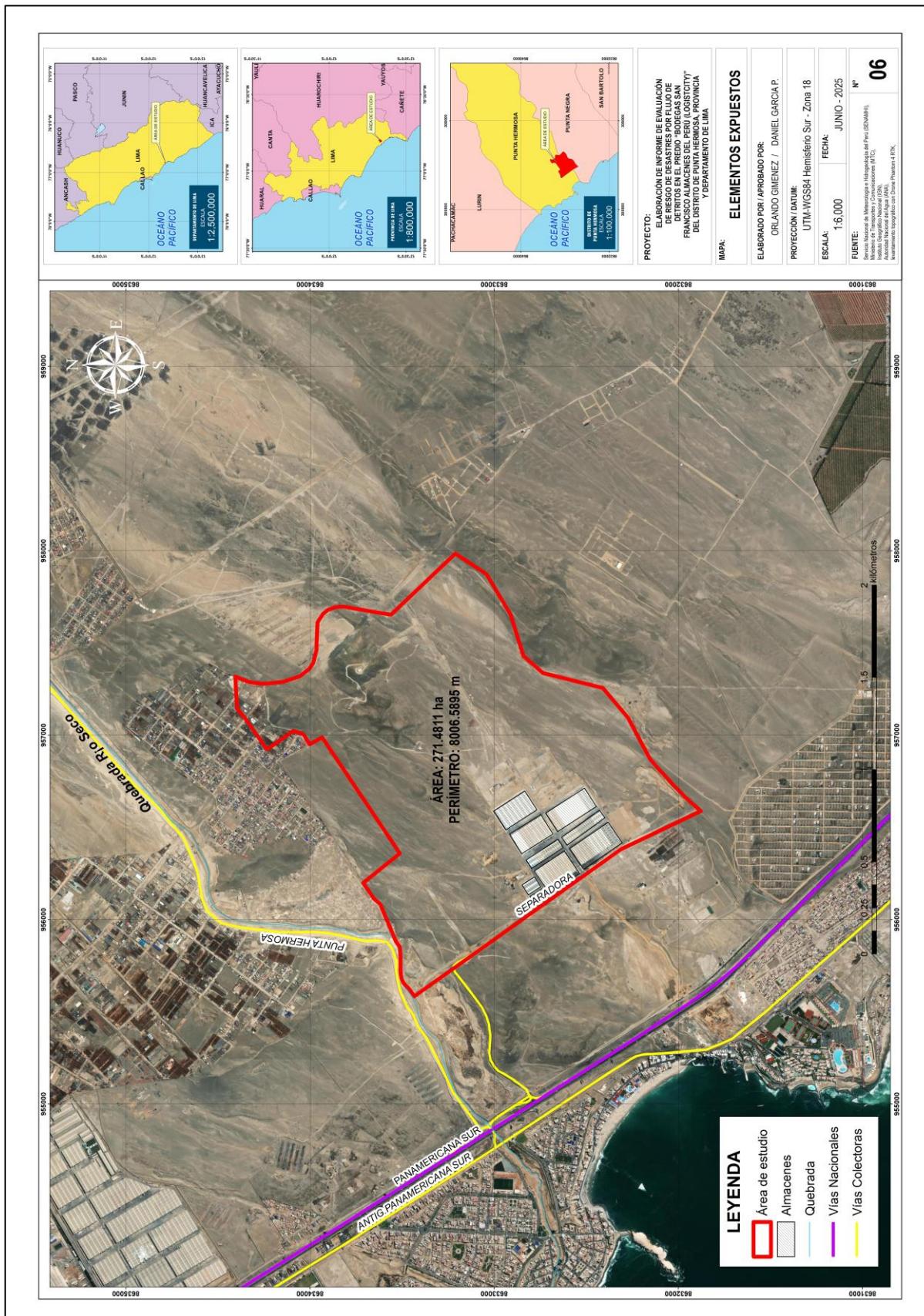
Vías de comunicación

En El área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY) se idéntico un total de 2.3km de vías, donde predomina las vías asfaltadas.

Red de agua y desagüe

Se ha identificado que el área de estudio **no cuenta** con el servicio de agua y desagüe.

Mapa 6: Mapa de Elementos Expuestos del área de estudio.



Fuente: Equipo técnico

3.8 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

Del análisis del registro de precipitaciones máximas en 24 horas (PPmax 24h) de la estación meteorológica Antioquia, se ha considerado el escenario más crítico el cual ocasionaría un umbral de precipitación máxima RR/día>99p.

Escenario: Precipitaciones anómalas con Umbrales mayores a RR/día>99p ocasionarían una sobresaturación de suelos en la unidad geológica depósitos aluviales, unidades geomorfológica vertiente o piedemonte aluvio torrencial en una pendiente mayor a los 35°, produciría flujo de detritos con una altura mayor a 1.5m. provocando el descenso de materiales, afectando el bienestar y salud de la población y ocasionando posibles daños en la dimensión social, económica y ambiental.

3.9 DEFINICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO

En los siguientes cuadros, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

MATRIZ DE PELIGRO

Cuadro 29: Análisis jerárquico para la obtención de los valores del peligro.

SUSCEPTIBILIDAD												
Factor desencadenante			Factor condicionante						Valor SU	Peso SU		
PRECIPITACION ANOMALA		Valor FD	UNIDAD GEOLÓGICA		PENDIENTE TERRENO		UNIDAD GEOMORFOLÓGICA					
Ppar	Pdesc		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc				
1.000	0.503	0.503	0.500	0.539	0.497	0.297	0.444	0.164	0.503	0.493	0.500	
1.000	0.260	0.260	0.500	0.539	0.262	0.297	0.262	0.164	0.260	0.261	0.500	
1.000	0.134	0.134	0.500	0.539	0.136	0.297	0.153	0.164	0.134	0.137	0.500	
1.000	0.068	0.068	0.500	0.539	0.069	0.297	0.089	0.164	0.068	0.071	0.500	
1.000	0.035	0.035	0.500	0.539	0.037	0.297	0.053	0.164	0.035	0.038	0.500	

EVALUACIÓN DEL FENOMENO				VALOR PELIGRO	
Parámetro de evaluación		VALOR FE	PESO FE		
ALTURA DEL FLUJO (m)					
Ppar	Ppar	0.497	0.700	0.496	
1.000	0.497	0.497	0.700	0.262	
1.000	0.262	0.262	0.700	0.136	
1.000	0.136	0.136	0.700	0.070	
1.000	0.069	0.069	0.700	0.037	
1.000	0.037	0.037	0.700		

Fuente: Equipo técnico.

Cuadro 30: Niveles de Peligro

NIVEL	RANGO			
MUY ALTO	0.262	\leq	P	\leq
ALTO	0.136	\leq	P	<
MEDIO	0.070	\leq	P	<
BAJO	0.037	\leq	P	<
	0.496			0.262
	0.136			0.070
	0.070			0.037

Fuente: Equipo técnico

3.9.1 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

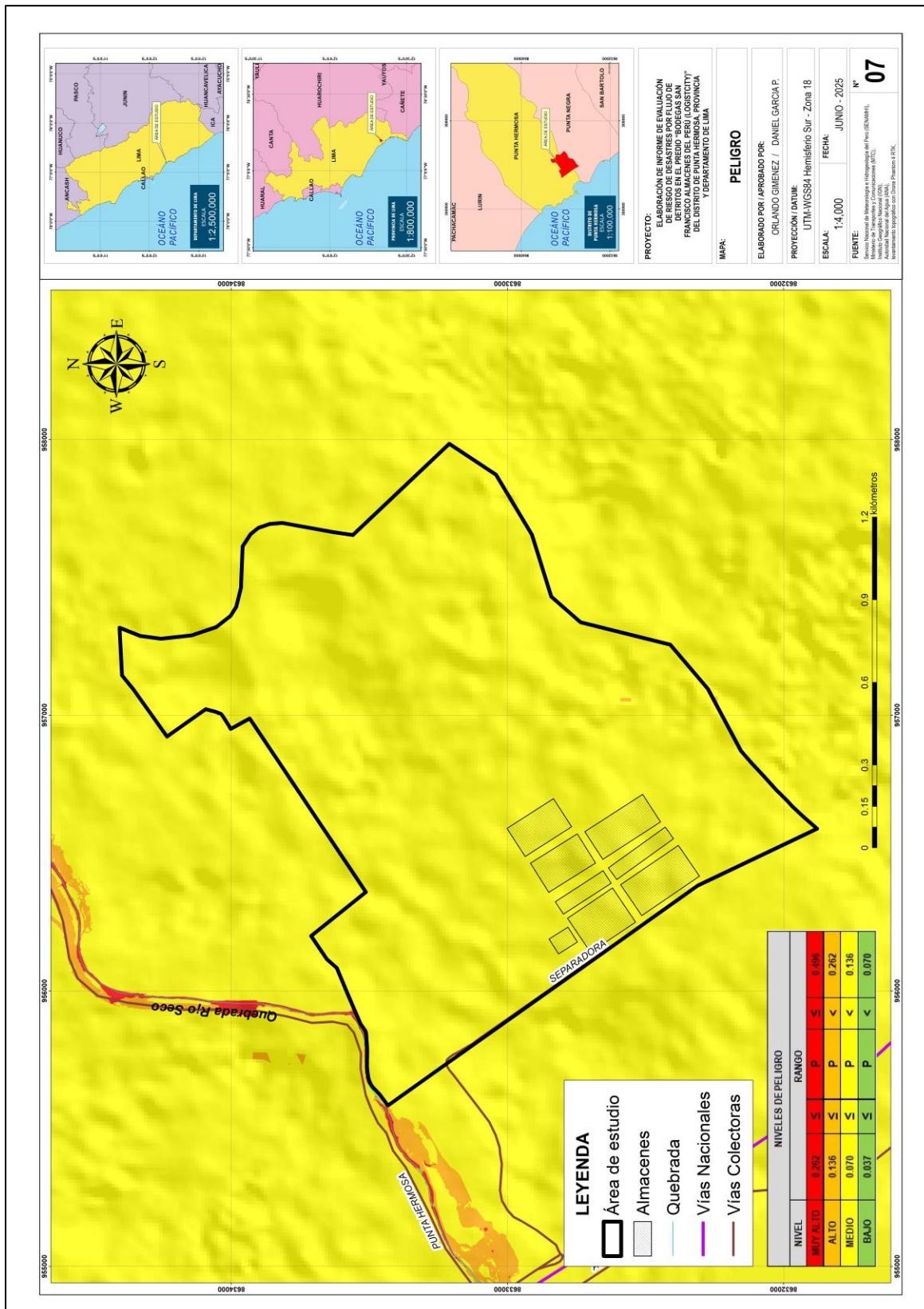
Cuadro 31: Estrato nivel de peligros

NIVELES DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Precipitación Extremadamente lluviosa RR/día>99p, con la unidad geológica depósitos aluviales, pendiente mayor a los 35°, geomorfología vertiente o piedemonte aluvio torrencial, ocasionaría una altura de flujo mayor a 1.5m.	$0.262 < P \leq 0.496$
ALTO	Precipitación Extremadamente lluviosa RR/día>99p, con la unidad geológica formación chilca, pendiente entre los 25 a 35°, geomorfología Planicie aluvial ocasionaría una altura de flujo mayor a 1 a 1.5m.	$0.136 < P \leq 0.262$
MEDIO	Precipitación Extremadamente lluviosa RR/día>99p, con la unidad geológica formación Quilmana, pendiente entre los 15 a 25°, geomorfología colinas y lomadas en roca volcanosedimentaria, ocasionaría una altura de flujo mayor a 0.5 a 1m.	$0.070 < P \leq 0.136$
BAJO	Precipitación Extremadamente lluviosa RR/día>99p, con la unidad geológica depósitos eólicos, pendiente menor a 15°, geomorfología Colinas y lomadas en roca volcánica, mantos de arena y/o playa, ocasionaría una altura de flujo menor a 0.5m.	$0.037 \leq P \leq 0.070$

Fuente: Equipo técnico.

3.9.2 MAPA DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

Mapa 6: Mapa de peligro por flujo de detritos



Fuente: Equipo técnico.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

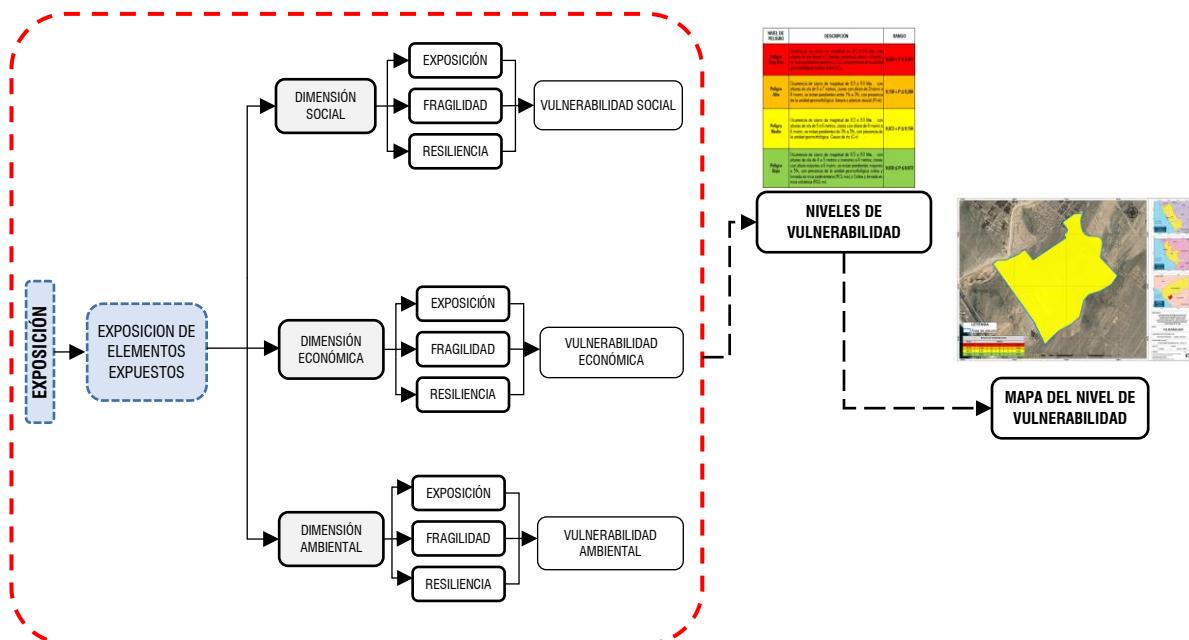
Según el manual de evaluación de riesgos originador por fenómenos naturales, 2da versión (CENEPRED) la vulnerabilidad está definida como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro. La vulnerabilidad puede ser explicada por tres factores: Exposición, Fragilidad y Resiliencia.

Bajo esta definición se realizó un trabajo de campo en el sector para identificar los elementos expuestos, fragilidad y resiliencia a nivel de lote. Para posteriormente realizar el análisis de la dimensión social, económica, ambiental.

4.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el sector de I, se consideró la Dimensión Social, Económica y Ambiental habiendo además utilizado a la información cartográfica digitalizada de los lotes, la base de datos de las fichas levantadas en campo, elaboradas y procesadas por el componente físico construido, así como datos primarios obtenidos del trabajo de campo realizado en el área de evaluación, información basada en la cuantificación de los elementos expuestos en los diferentes niveles de peligrosidad del área de evaluación, la metodología se basa en el siguiente diagrama:

Gráfico 9: Metodología general para determinar la Vulnerabilidad



Fuente: Adaptada de CENEPRED

4.2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Para el análisis de la vulnerabilidad se realizó la identificación de los parámetros para cada dimensión en relación con las características sociales, económicas y ambientales descritas en el capítulo 2.1.5. y 2.2, determinándose parámetros de exposición, fragilidad y resiliencia de la población vulnerable, de esta forma determinando los descriptores para cada parámetro siguiendo los criterios en el Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, Versión 02. Pag 28. (CENEPRED, 2014)., donde se ha identificado el peligro más recurrente a partir del análisis en el capítulo 2.6.

4.2.1 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

Para el análisis de la vulnerabilidad se realizó la identificación de los parámetros para cada dimensión en relación con las características sociales y económicas descritas en el capítulo 2.4, determinándose parámetros de exposición, fragilidad y resiliencia de la población vulnerable, de esta forma determinando los descriptores para cada parámetro siguiendo los criterios en el Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, Versión 02. Pag 28. (CENEPRED, 2014)., donde se ha identificado el peligro más recurrente a partir del análisis en el capítulo 2.6.

Cuadro 32: Parámetros para el análisis de la dimensión social

Dimensión social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Aforo máximo diario de personas en los “BODEGAS SAN FRANCISCO ALMACENES DEL PERÚ (LOGISTCITY)	- Grupo etario - Servicio de agua potable - Servicio de desagüe - Servicio de energía eléctrica	- Capacitación y/o conocimiento en GRD.

Fuente: Equipo técnico

ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN SOCIAL

El parámetro considerado para el análisis de Exposición social es:

Cabe resaltar que para el ámbito de estudio en el aforo máximo de personas se consideró a la población aproximada que trabaja en BODEGAS SAN FRANCISCO ALMACENES DEL PERÚ (LOGISTCITY).

Parámetro: Aforo máximo de personas

Cuadro 33: Matriz de comparación de pares del parámetro: Número habitantes por lote

DESCRIPTORES	Mas de 1000 personas	De 750 a 1000 personas	De 500 a 750 personas	De 250 a 500 personas	Menos de 250 personas
Mas de 1000 personas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 750 a 1000 personas	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 500 a 750 personas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 250 a 500 personas	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menos de 250 personas	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 34: Matriz de normalización de pares del parámetro: Número habitantes por lote

DESCRIPTORES	Mas de 1000 personas	De 750 a 1000 personas	De 500 a 750 personas	De 250 a 500 personas	Menos de 250 personas	Vector Priorización
Mas de 1000 personas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 750 a 1000 personas	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
De 500 a 750 personas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 250 a 500 personas	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menos de 250 personas	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 35: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Número de habitantes por lote

Índice de consistencia	0.093
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.083

Fuente: Equipo técnico

ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD SOCIAL

Los parámetros considerados en la fragilidad social son:

- Servicio de agua potable
- Servicio de desagüe
- Servicio de energía eléctrica

Parámetro: Acceso a servicio de agua potable

Cuadro 36: Matriz de comparación de pares del parámetro: Acceso a servicio de agua potable

DESCRIPTORES	No tiene	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna o similar	Pilón de uso público	Red pública de agua potable
No tiene	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Río, acequia, manantial o similar	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Camión cisterna o similar	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Pilón de uso público	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Red pública de agua potable	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 37: Matriz de normalización del parámetro: Acceso a servicio de agua potable

DESCRIPTORES	No tiene	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna o similar	Pilón de uso público	Red pública de agua potable	VECTOR PRIORIZACIÓN
No tiene	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Río, acequia, manantial o similar	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Camión cisterna o similar	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Pilón de uso público	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Red pública de agua potable	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 38: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Acceso a servicio de agua potable

IC	0.093
RC	0.083

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Acceso a servicio de desagüe

Cuadro 39: Matriz de comparación de pares del parámetro: Acceso a servicio de desagüe

DESCRIPTORES	No tiene	Río, acequia, canal o similar	Letrina, pozo ciego o negro	Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	Red pública de desagüe
No tiene	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Río, acequia, canal o similar	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Letrina, pozo ciego o negro	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Red pública de desagüe	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 40: Matriz de normalización del parámetro: Acceso a servicio de desagüe

DESCRIPTORES	No tiene	Río, acequia, canal o similar	Letrina, pozo ciego o negro	Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	Red pública de desagüe	VECTOR PRIORIZACIÓN
Serv. de desagüe	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
No tiene	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Río, acequia, canal o similar	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Letrina, pozo ciego o negro	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Red pública de desagüe	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 41: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Acceso a servicio de desagüe

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Acceso a servicio de energía eléctrica

De acuerdo a la información obtenida en el trabajo de campo realizado el 7 y 8 de junio del 2025, en el ítem de Características fragilidad – social.

Cuadro 42: Matriz de comparación de pares del parámetro: Acceso a servicio de energía eléctrica

DESCRIPTORES	No tiene	Lámpara o similar	Red pública	Red pública y Panel solar	Red pública y Generador
No tiene	1.00	3.00	3.00	5.00	7.00
Lámpara o similar	0.33	1.00	3.00	3.00	5.00
Red pública	0.33	0.33	1.00	3.00	3.00
Red pública y Panel solar	0.20	0.33	0.33	1.00	3.00
Red pública y Generador	0.14	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.01	4.87	7.67	12.33	19.00
1/SUMA	0.50	0.21	0.13	0.08	0.05

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 43: Matriz de normalización del parámetro: Acceso a servicio de energía eléctrica

DESCRIPTORES	No tiene	Lámpara o similar	Red pública	Red pública y Panel solar	Red pública y Generador	VECTOR PRIORIZACIÓN
No tiene	0.498	0.616	0.391	0.405	0.368	0.456
Lámpara o similar	0.166	0.205	0.391	0.243	0.263	0.254
Red pública	0.166	0.068	0.130	0.243	0.158	0.153
Red pública y Panel solar	0.100	0.068	0.043	0.081	0.158	0.090
Red pública y Generador	0.071	0.041	0.043	0.027	0.053	0.047

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 44: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Acceso a servicio de energía eléctrica

IC	0.065
RC	0.058

Fuente: Equipo técnico

ING. DANIEL A. GARCÍA PRADO
EVALUADOR DE RIESGO
R.J. N° 105-2018-GENEPRED/J
CIP N° 103845

Melisa Rodríguez Ramírez
ARQUITECTA
C.A.P. 5147

ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA SOCIAL

Los parámetros considerados para el análisis de resiliencia social son:

Parámetro: Conocimiento y/o capacitación en temas de Gestión de Riesgos de Desastres (GRD)

Cuadro 45: Matriz de comparación de pares del parámetro: Conocimiento en temas de GRD

DESCRIPTORES	nunca	escasamente (más de 2 años)	regular (de 1 a menos en un año)	frecuentemente (de 1 a 5 meses)	totalmente
No recibió capacitación y desconoce del tema	1.00	3.00	3.00	5.00	7.00
Recibió por lo menos una capacitación o conoce del tema	0.33	1.00	3.00	3.00	5.00
Recibe una capacitación de manera anual	0.33	0.33	1.00	3.00	3.00
Recibe dos capacitaciones de manera anual	0.20	0.33	0.33	1.00	3.00
Recibe más de 3 capacitaciones de manera anual	0.14	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.01	4.87	7.67	12.33	19.00
1/SUMA	0.50	0.21	0.13	0.08	0.05

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 46: Matriz de normalización del parámetro: Conocimiento en temas en temas de GRD

DESCRIPTORES	nunca	escasamente (más de 2 años)	regular (de 1 a menos en un año)	frecuentemente (de 1 a 5 meses)	totalmente	VECTOR PRIORIZACIÓN
No recibió capacitación y desconoce del tema	0.498	0.616	0.391	0.405	0.368	0.456
Recibió por lo menos una capacitación o conoce del tema	0.166	0.205	0.391	0.243	0.263	0.254
Recibe una capacitación de manera anual	0.166	0.068	0.130	0.243	0.158	0.153
frecuentemente (de 1 a 5 meses)	0.100	0.068	0.043	0.081	0.158	0.090
totalmente	0.071	0.041	0.043	0.027	0.053	0.047

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 47: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Conocimiento en temas en temas de GRD

IC	0.065
RC	0.058

Fuente: Equipo técnico

4.2.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

De acuerdo a la información obtenida en el trabajo de campo realizado el 7 y 8 de junio del 2025, para el análisis de la dimensión económica.

Cuadro 48: Metodología del análisis de la dimensión económica

Dimensión económica.		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Distancia del área de estudio con respecto a la zona inundable	- Material de paredes - Nivel de edificación - Estado de conservación - Material predominante de techos	- Cumplimiento de la normativa de Reglamento Nacional de edificaciones

Fuente: Equipo técnico

ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN ECONÓMICA

El parámetro considerado para el análisis de la exposición económica es:

- Distancia del ámbito de estudio con respecto a la zona inundable

Parámetro: distancia del ámbito de estudio con respecto a la zona inundable

Cuadro 49: Matriz de comparación de pares del parámetro: distancia de viviendas con respecto a la zona inundable.

DESCRIPTORES	menor a 4 m	entre 5 a 10 m	entre 11 a 15 m	entre 16 a 20 m	mayor a 20 m
menor a 4 m	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
entre 5 a 10 m	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
entre 11 a 15 m	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
entre 16 a 20 m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
mayor a 20 m	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 50: Matriz de normalización del parámetro: distancia de viviendas con respecto a la zona inundable.

DESCRIPTORES.	menor a 4 m	entre 5 a 10 m	entre 11 a 15 m	entre 16 a 20 m	mayor a 20 m	VECTOR PRIORIZACIÓN
menor a 4 m	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
entre 5 a 10 m	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
entre 11 a 15 m	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
entre 16 a 20 m	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
mayor a 20 m	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 51: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: distancia de la vivienda con respecto a la zona inundable.

Índice de consistencia	0.061
Relación de consistencia (RC < 0.1)	0.054

Fuente: Equipo técnico

ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA

Parámetro: Material de paredes

Cuadro 52: Matriz de comparación de pares del parámetro: Material de paredes

DESCRIPTORES	Esteria, madera o triplay	Quincha (caña de barro), piedra con barro	Adobe o Tapial	Adobe con recubrimiento	Ladrillo o bloqueta de cemento
Esteria, madera o triplay	1.00	5.00	5.00	7.00	9.00
Quincha (caña de barro), piedra con barro	0.20	1.00	3.00	5.00	7.00
Adobe o Tapial	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Adobe con recubrimiento	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ladrillo o bloqueta de cemento	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.65	6.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.60	0.15	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 53: Matriz de Normalización del parámetro: Material de paredes

DESCRIPTORES	Esteria, madera o triplay	Quincha (caña de barro), piedra con barro	Adobe o Tapial	Adobe con recubrimiento	Ladrillo o bloqueta de cemento	VECTOR PRIORIZACIÓN
Esteria, madera o triplay	0.605	0.749	0.524	0.429	0.360	0.533
Quincha (caña de barro), piedra con barro	0.121	0.150	0.315	0.306	0.280	0.234
Adobe o Tapial	0.121	0.050	0.105	0.184	0.200	0.132
Adobe con recubrimiento	0.086	0.030	0.035	0.061	0.120	0.067
Ladrillo o bloqueta de cemento	0.067	0.021	0.021	0.020	0.040	0.034

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 54: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Material de paredes

Índice de consistencia	0.093
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.083

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Nivel de edificación

Cuadro 55: Matriz de comparación de pares del parámetro: Nivel de edificación

DESCRIPTORES	1 piso	2 pisos	3 pisos	4 pisos	> 5 pisos
1 piso	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
2 pisos	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
3 pisos	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
4 pisos	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
> 5 pisos	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 56: Matriz de Normalización del parámetro: Nivel de edificación

DESCRIPTORES	1 piso	2 pisos	3 pisos	4 pisos	> 5 pisos	VECTOR PRIORIZACIÓN
1 piso	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
2 pisos	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
3 pisos	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
4 pisos	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
> 5 pisos	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 57: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Nivel de edificación

Índice de consistencia	0.061
Relación de consistencia (RC < 0.1)	0.054

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Estado de conservación

Cuadro 58: Matriz de comparación de pares del parámetro: Estado de conservación

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

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 59: Matriz de Normalización del parámetro: Estado de conservación

DESCRIPTORES	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	VECTOR PRIORIZACIÓN
Muy malo	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Malo	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Regular	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Bueno	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy bueno	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 60: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Estado de conservación

Índice de consistencia	0.061
Relación de consistencia (RC < 0.1)	0.054

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Material predominante de techo

Cuadro 61: Matriz de comparación de pares del parámetro: Material predominante de techos

DESCRIPTORES	Plástico o cartón	Estera ó Eternit	Calamina	Tejas	losa aligerada
Plástico o cartón	1.00	3.00	3.00	5.00	7.00
Estera ó Eternit	0.33	1.00	3.00	3.00	5.00
Calamina	0.33	0.33	1.00	3.00	3.00
Tejas	0.20	0.33	0.33	1.00	3.00
losa aligerada	0.14	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.01	4.87	7.67	12.33	19.00
1/SUMA	0.50	0.21	0.13	0.08	0.05

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 62: Matriz de Normalización del parámetro: Material predominante de techos

MATERIAL PREDOMINANTE DE TECHOS	Plástico o cartón	Estera ó Eternit	Calamina	Tejas	losa aligerada	VECTOR PRIORIZACIÓN
Plástico o cartón	0.498	0.616	0.391	0.405	0.368	0.456
Estera ó Eternit	0.166	0.205	0.391	0.243	0.263	0.254
Calamina	0.166	0.068	0.130	0.243	0.158	0.153
Tejas	0.100	0.068	0.043	0.081	0.158	0.090
losa aligerada	0.071	0.041	0.043	0.027	0.053	0.047

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 63: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Material predominante de techos

Índice de consistencia	0.065
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.058

Fuente: Equipo técnico

ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA ECONÓMICA

Parámetro: Cumplimiento de la Normativa de Reglamento Nacional de Edificaciones

Cuadro 64: Matriz de comparación de pares del parámetro: Ingreso familiar promedio mensual

DESCRIPTORES	Desconoce	No cumple	Conoce, pero no cumple	Cumple parcialmente	Cumple en totalidad
Desconoce	1.00	3.00	3.00	7.00	9.00
No cumple	0.33	1.00	3.00	3.00	7.00
Conoce, pero no cumple	0.33	0.33	1.00	3.00	3.00
Cumple parcialmente	0.14	0.33	0.33	1.00	3.00
Cumple en totalidad	0.11	0.14	0.33	0.33	1.00
SUMA	1.92	4.81	7.67	14.33	23.00
1/SUMA	0.52	0.21	0.13	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 65: Matriz de Normalización de pares del parámetro: Ingreso familiar promedio mensual

DESCRIPTORES	Desconoce	No cumple	Conoce, pero no cumple	Cumple parcialmente	Cumple en totalidad	VECTOR PRIORIZACIÓN
Desconoce	0.521	0.624	0.391	0.488	0.391	0.483
No cumple	0.174	0.208	0.391	0.209	0.304	0.257
Conoce, pero no cumple	0.174	0.069	0.130	0.209	0.130	0.143
Cumple parcialmente	0.074	0.069	0.043	0.070	0.130	0.077
Cumple en totalidad	0.058	0.030	0.043	0.023	0.043	0.040

Fuente: Equipo técnico

ING. DANIEL A. GARCÍA PRADO
EVALUADOR DE RIESGO
R.J. N° 105-2018-GENEPRED/J
CIP N° 103845

Melisa Rodríguez Ramírez
ARQUITECTA
C.A.P. 5147

Cuadro 66: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Ingreso familiar promedio mensual

Índice de consistencia	0.054
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.049

Fuente: Equipo técnico

4.2.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

Cuadro 67: Metodología del análisis de la Dimensión Ambiental

Dimensión ambiental		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Cercanía a botaderos de basura	- Servicio de recojo de residuos sólidos	- Conocimiento de actividades de reciclaje

Fuente: Equipo técnico

ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL

El parámetro considerado para el análisis de la exposición ambiental es:

- Cercanía a botaderos de basura.

Parámetro: Cercanía de botaderos de basura

Cuadro 68: Matriz de comparación de pares: Cercanía a botaderos de basura

DESCRIPTORES	Muy cercana 0 – 50 m	Cercana 50m – 100m	Medianamente cerca 100m – 150 m	Alejada 150m – 200 m	Muy alejada > 200 m
Muy cercana 0 – 50 m	1.00	3.00	3.00	7.00	9.00
Cercana 50m – 100m	0.33	1.00	3.00	3.00	7.00
Medianamente cerca 100m – 150 m	0.33	0.33	1.00	3.00	3.00
Alejada 150m – 200 m	0.14	0.33	0.33	1.00	3.00
Muy alejada > 200 m	0.11	0.14	0.33	0.33	1.00
SUMA	1.92	4.81	7.67	14.33	23.00
1/SUMA	0.52	0.21	0.13	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 69: Matriz de normalización del parámetro: Cercanía a botaderos de basura

DESCRIPTORES	Muy cercana 0 – 50 m	Cercana 50m – 100m	Medianamente cerca 100m – 150 m	Alejada 150m – 200 m	Muy alejada > 200 m	VECTOR PRIORIZACIÓN
Muy cercana 0 – 50 m	0.521	0.624	0.391	0.488	0.391	0.483
Cercana 50m – 100m	0.174	0.208	0.391	0.209	0.304	0.257
Medianamente cerca 100m – 150 m	0.174	0.069	0.130	0.209	0.130	0.143
Alejada 150m – 200 m	0.074	0.069	0.043	0.070	0.130	0.077
Muy alejada > 200 m	0.058	0.030	0.043	0.023	0.043	0.040

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 70: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Cercanía a botaderos de basura

Índice de consistencia	0.054
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.049

Fuente: Equipo técnico

ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL

El parámetro considerado para el análisis de la fragilidad ambiental es:

- Servicio de recojo de residuos sólidos.

Parámetro: Servicio de recojo de residuos sólidos (RRSS)

Este parámetro está referido a la fragilidad ambiental en cuanto a la disposición y recolección inadecuada de los residuos sólidos, puesto que en un eventual fenómeno natural este se convertiría en un foco de contaminación y proliferación de vectores y por lo tanto afectaría directamente a la salud de la población.

Cuadro 71: Matriz de comparación de pares del parámetro: Servicio de recojo de Residuos Sólidos

DESCRIPTORES	No cuenta	Recolector informal	Punto de acopio temporal	Contenedor municipal	Camión recolector
No cuenta	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Recolector informal	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Punto de acopio temporal	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Contenedor municipal	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Camión recolector	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: Equipo técnico

Cuadro 22: Matriz de normalización del parámetro: Servicio de recojo de Residuos Sólidos

DESCRIPTORES	No cuenta	Recolector informal	Punto de acopio temporal	Contenedor municipal	Camión recolector	VECTOR PRIORIZACIÓN
No cuenta	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Recolector informal	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Punto de acopio temporal	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Contenedor municipal	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Camión recolector	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 73: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Servicio de recojo de Residuos Sólidos

Índice de consistencia 0.007

Relación de consistencia (RC <0.1) 0.006

Fuente: Equipo técnico

ANÁLISIS DE LA RESILENCIA AMBIENTAL

El parámetro considerado para el análisis de la fragilidad ambiental es:

- Conocimiento de actividades de reciclaje.

Parámetro: Conocimiento de actividades de reciclaje

Este parámetro fue analizado como parte de caracterización ambiental utilizando los siguientes descriptores:

Cuadro 74: Matriz de comparación de pares del parámetro: Conocimiento de actividades de reciclaje

DESCRIPTORES	deficiente	básico	regular	bueno	muy bueno
deficiente	1.00	3.00	3.00	7.00	9.00
básico	0.33	1.00	3.00	3.00	7.00
regular	0.33	0.33	1.00	3.00	3.00
bueno	0.14	0.33	0.33	1.00	3.00
muy bueno	0.11	0.14	0.33	0.33	1.00
SUMA	1.92	4.81	7.67	14.33	23.00
1/SUMA	0.52	0.21	0.13	0.07	0.04

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 55: Matriz de Normalización del parámetro: Conocimiento de actividades de reciclaje

DESCRIPTORES	deficiente	básico	regular	bueno	muy bueno	VECTOR PRIORIZACIÓN
deficiente	0.521	0.624	0.391	0.488	0.391	0.483
básico	0.174	0.208	0.391	0.209	0.304	0.257
regular	0.174	0.069	0.130	0.209	0.130	0.143
bueno	0.074	0.069	0.043	0.070	0.130	0.077
muy bueno	0.058	0.030	0.043	0.023	0.043	0.040

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 76: Índice de consistencia y relación de consistencia: Conocimiento de actividades de reciclaje

Índice de consistencia	0.054
Relación de consistencia (RC <0.1)	0.049

Fuente: Equipo técnico

4.1.1 DEFINICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD

En el siguiente Cuadro, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro 77: Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL		RANGO			
MUY ALTA	0.256	≤	V	≤	0.490
ALTA	0.140	≤	V	<	0.256
MEDIA	0.075	≤	V	<	0.140
BAJA	0.039	≤	V	<	0.075

Fuente: Equipo técnico

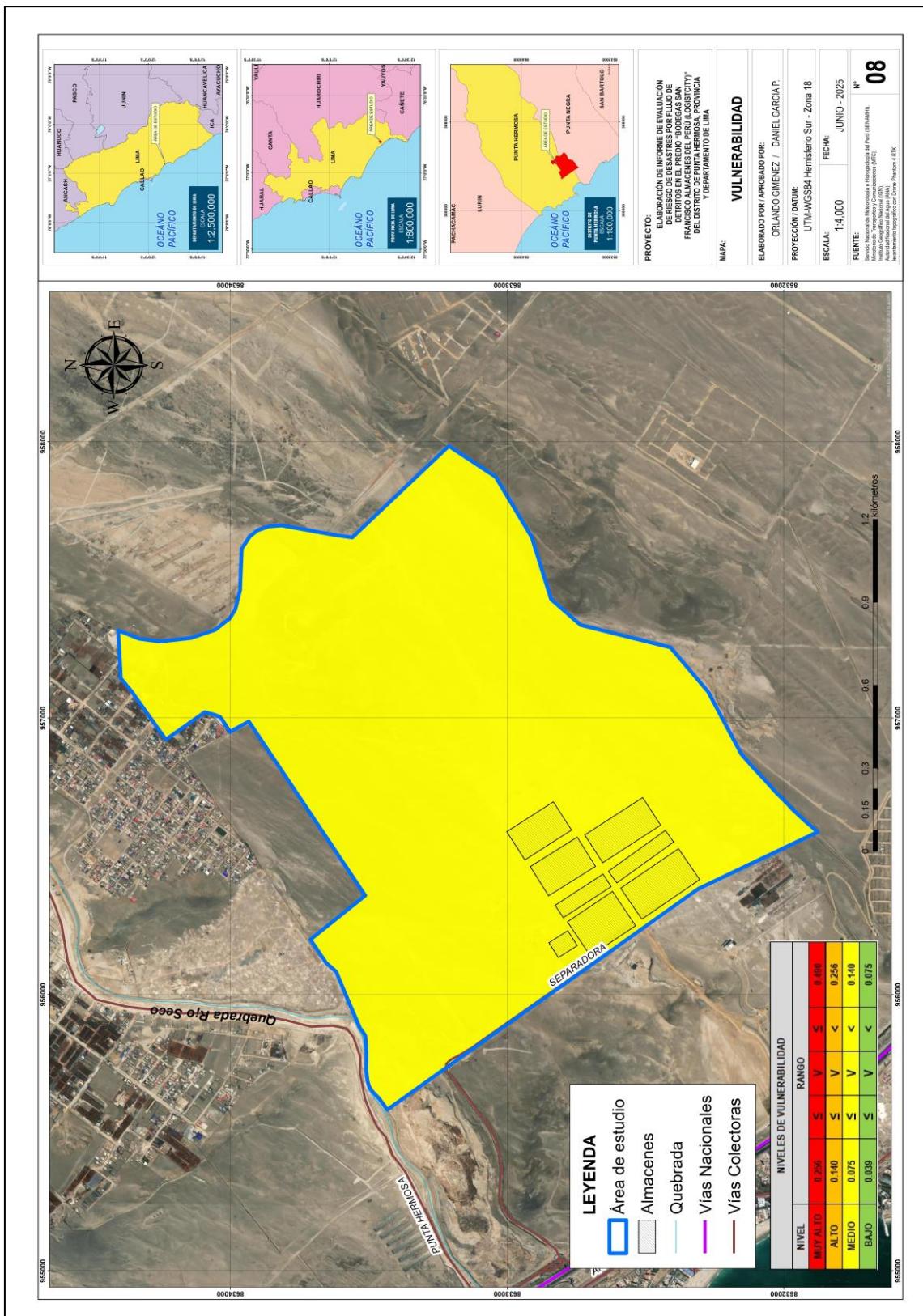
Cuadro 78: Estratificación de los niveles de vulnerabilidad

NIVELES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTA	El aforo de personas es mayor a 1000, no tiene servicios de agua potable, no tiene servicio de desagüe, no tiene servicios de alumbrado, no ha recibido capacitación y desconoce sobre la GRD, se ubica a menos de 4 metros de la zona inundable, el material predominante de paredes es estera, madera o triplay, el nivel de edificación es 1 piso, el estado de conservación es muy malo, el material predominante de los techos es plástico o cartón, desconoce sobre la normativa del reglamento Nacional de Edificaciones, la cercanía a botaderos de basura es menor a los 50 metros, no cuenta con servicio de recojo de residuos sólidos y tiene un deficiente conocimiento de actividades de reciclaje.	0.256 < V ≤ 0.490
ALTA	El aforo de personas es entre 750 a 1000, el abastecimiento de agua es a través de río, acequia, manantial o similar, el servicio higiénico es a través de río, acequia, canal o similar, el alumbrado es por lámpara o similar, recibió por lo menos una capacitación o conoce del tema de GRD, se ubica entre 5 a 10 metros de la zona inundable, el material predominante de paredes quincha (caña con barro) o piedra con barro, el nivel de edificación es 2 pisos, el estado de conservación es malo, el material predominante de los techos es estera o Eternit, no cumple con el reglamento Nacional de Edificaciones, la cercanía a botaderos de basura es de 50 a 100m, el servicio de recojo de residuos sólidos es a través de recolector informal y tiene un básico conocimiento de actividades de reciclaje.	0.140 < V ≤ 0.256
MEDIA	El aforo de personas es entre 500 a 750, el servicio de agua potable es a través de camión cisterna o similar, el servicio higiénico es a través de letrina, pozo ciego o negro, el alumbrado es por red pública, recibe una capacitación de manera anual sobre GRD, se ubica entre 11 a 15 metros de la zona inundable, el material predominante de paredes adobe o tapial, el nivel de edificación es 3 pisos, el estado de conservación es regular, el material predominante de los techos es calamina, conoce pero no cumple con la Normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cercanía a botaderos de basura es de 100 a 150m, el servicio de recojo de residuos sólidos es a través de punto de acopio temporal y tiene un regular conocimiento de actividades de reciclaje.	0.075 < V ≤ 0.140
BAJA	El aforo de personas es menor a 500, el servicio de agua potable es por pilón o red pública de agua, el servicio de desagüe es pozo séptico, tanque séptico o biodigestor o red pública de desagüe, el servicio de alumbrado es por red pública y panel solar o generador, en la vivienda hay por lo menos un integrante que tiene discapacidad visual y ninguno, recibe capacitación de manera anual o más sobre GRD, se ubica a más de 16 metros de la zona inundable, el material predominante de las paredes es adobe con recubrimiento o ladrillo o bloques de cemento, el nivel de edificación es mayor a los 4 pisos, el estado de conservación es bueno o muy bueno, el material de los techos es tejas o losa aligerada, Cumple de manera parcial o tal con el Reglamento Nacional de Edificaciones, la cercanía a botaderos de basura de mayor a 150m y el servicio de recojo de residuos sólidos es a través de contenedor municipal o camión recolector, tiene un conocimiento bueno muy bueno sobre actividades de reciclaje.	0.039 ≤ V ≤ 0.075

Fuente: Equipo técnico

4.1.2 MAPA DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

Mapa 7: Mapa de vulnerabilidad por flujo de detritos.



Fuente: Equipo técnico

CAPÍTULO V: CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO

5.1 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE RIESGO

Para el análisis se realizó la integración tanto del peligro como de la vulnerabilidad, del cual obtendremos los niveles del riesgo.

Para dicho análisis del cálculo del riesgo en El área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), se ha utilizado un sistema de información geográfica (SIG) el cual nos ha permitido automatizar el proceso, para lo cual se ha construido una base de datos con información espacial vectorial y alfanumérica georreferenciada, la cual contiene información cuantitativa y cualitativa de la zona evaluada según la metodología del Manual para la evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión.

$$R_{ie} | _t = f(P_i, V_e) | _t$$

Dónde:

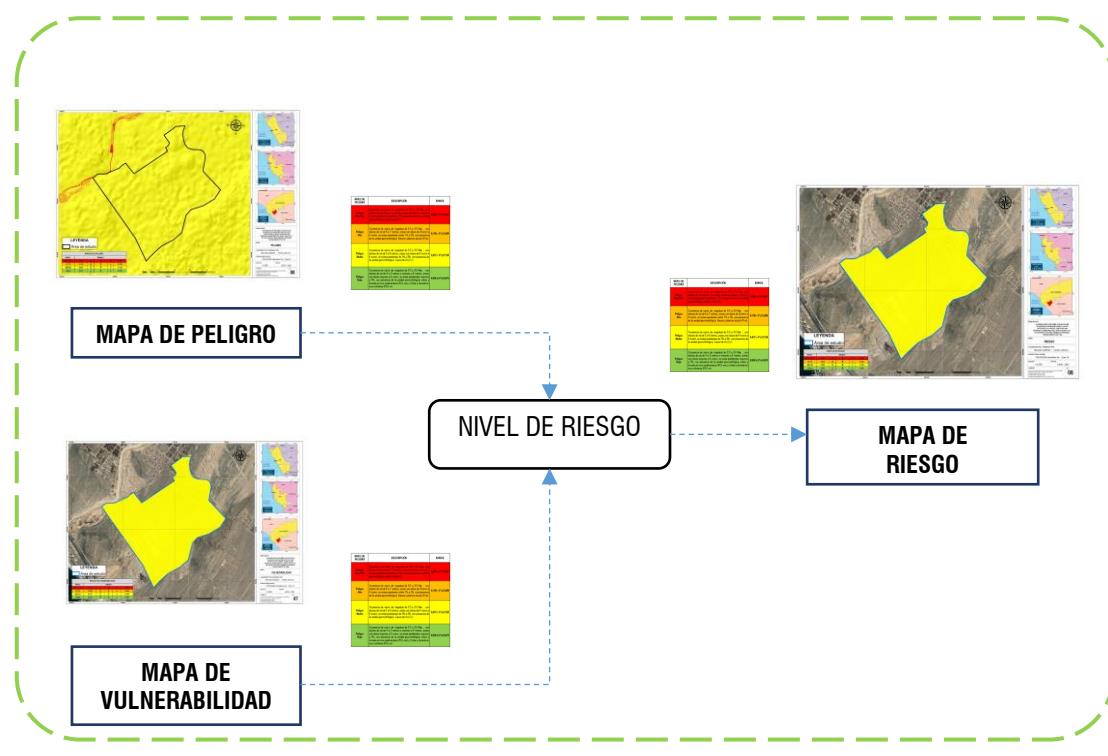
R= Riesgo.

f= En función

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

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

Gráfico 10: Metodología general para determinar el Riesgo



Fuente: Adaptada de CENEPRED

5.2 DEFINICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO.

En la siguiente Cuadro se muestran los niveles de riesgo y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el proceso de análisis jerárquico.

Cuadro 79: Calculo de los Niveles de Riesgo

PMA	0.496	0.037	0.069	0.127	0.243
PA	0.262	0.020	0.037	0.067	0.128
PM	0.136	0.010	0.019	0.035	0.067
PB	0.070	0.005	0.010	0.018	0.034
		0.075	0.140	0.256	0.490
		VB	BM	VA	VMA

Fuente: Equipo técnico

Cuadro 80: Niveles de Riesgo

NIVEL	RANGO			
MUY ALTO	0.067	\leq	R	\leq 0.243
ALTO	0.019	\leq	R	$<$ 0.067
MEDIO	0.005	\leq	R	$<$ 0.019
BAJO	0.001	\leq	R	$<$ 0.005

Fuente: Equipo técnico

5.2.1 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS

Cuadro 81: Estratificación de los niveles de Riesgo

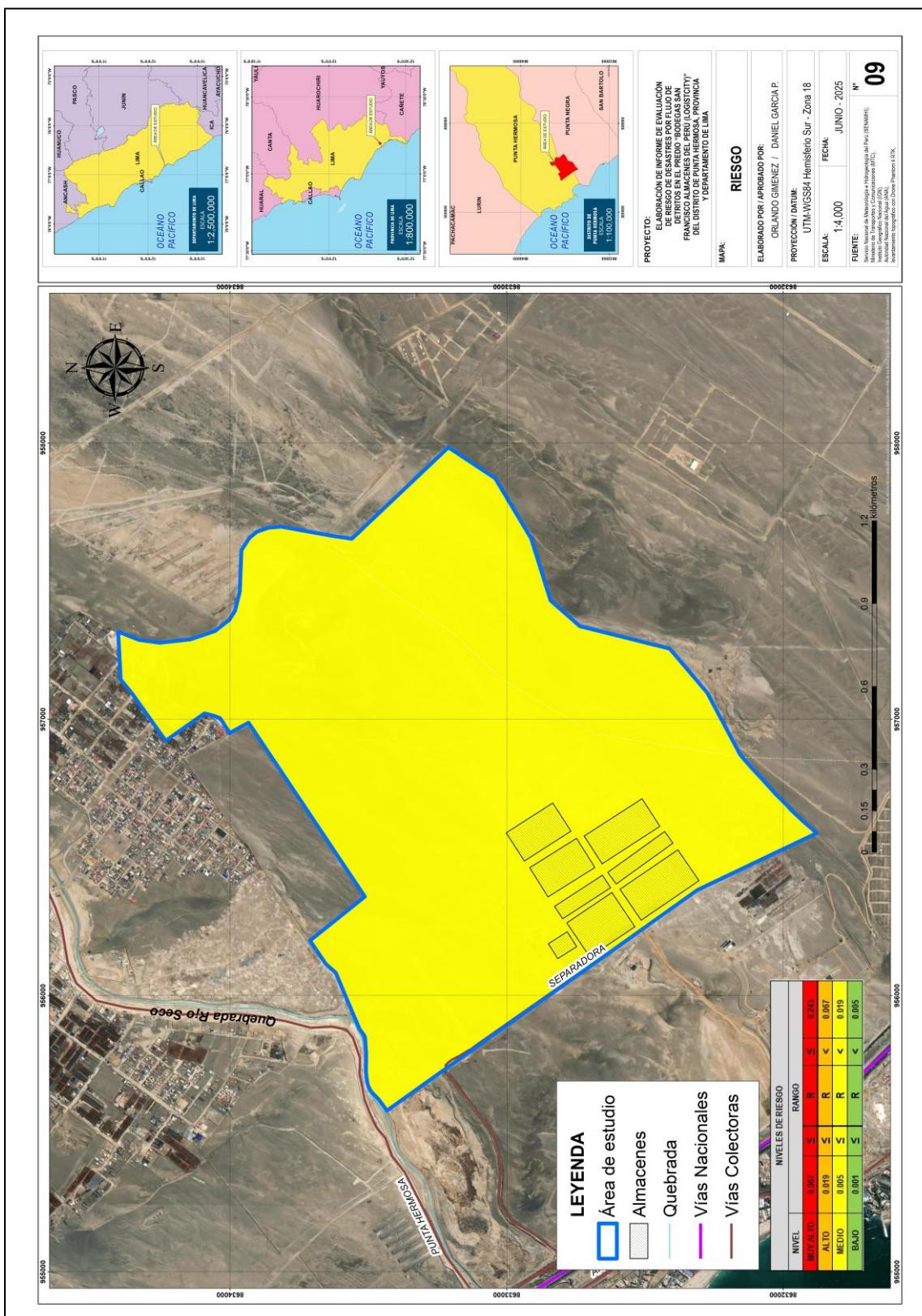
Niveles de riesgo	Descripción	Rango
Riesgo Muy alto	Precipitación Extremadamente lluviosa RR/día>99p, con la unidad geológica depósitos aluviales, pendiente mayor a los 35°, geomorfología vertiente o piedemonte aluvio torrencial, ocasionaría una altura de flujo mayor a 1.5m. El aforo de personas es mayor a 1000, no tiene servicios de agua potable, no tiene servicio de desagüe, no tiene servicios de alumbrado, no ha recibido capacitación y desconoce sobre la GRD, se ubica a menos de 4 metros de la zona inundable, el material predominante de paredes es estera, madera o triplay, el nivel de edificación es 1 piso, el estado de conservación es muy malo, el material predominante de los techos es plástico o cartón, desconoce sobre la normativa del reglamento Nacional de Edificaciones, la cercanía a botaderos de basura es menor a los 50 metros, no cuenta con servicio de recojo de residuos sólidos y tiene un deficiente conocimiento de actividades de reciclaje.	0.067<R≤ 0.243
Riesgo Alto	Precipitación Extremadamente lluviosa RR/día>99p, con la unidad geológica formación chilca, pendiente entre los 25 a 35°, geomorfología Planicie aluvial ocasionaría una altura de flujo mayor a 1 a 1.5m. El aforo de personas es entre 750 a 1000, el abastecimiento de agua es a través de río, acequia, manantial o similar, el servicio higiénico es a través de río, acequia, canal o similar, el alumbrado es por lámpara o similar, recibió por lo menos una capacitación o conoce del tema de GRD, se ubica entre 5 a 10 metros de la zona inundable, el material predominante de paredes quincha (caña con barro) o piedra con barro, el nivel de edificación es 2 pisos, el estado de conservación es malo, el material predominante de los techos es estera o Eternit, no cumple con el reglamento Nacional de Edificaciones, la cercanía a botaderos de basura es de 50 a 100m, el	0.019<R≤0.067

	servicio de recojo de residuos sólidos es a través de recolector informal y tiene un básico conocimiento de actividades de reciclaje.	
Riesgo Medio	Precipitación Extremadamente lluviosa RR/día>99p, con la unidad geológica formación Quilmana, pendiente entre los 15 a 25°, geomorfología colinas y lomadas en roca volcanosedimentaria, ocasionaría una altura de flujo mayor a 0.5 a 1m. El aforo de personas es entre 500 a 750, el servicio de agua potable es a través de camión cisterna o similar, el servicio higiénico es a través de letrina, pozo ciego o negro, el alumbrado es por red pública, recibe una capacitación de manera anual sobre GRD, se ubica entre 11 a 15 metros de la zona inundable, el material predominante de paredes adobe o tapial, el nivel de edificación es 3 pisos, el estado de conservación es regular, el material predominante de los techos es calamina, conoce pero no cumple con la Normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cercanía a botaderos de basura es de 100 a 150m, el servicio de recojo de residuos sólidos es a través de punto de acopio temporal y tiene un regular conocimiento de actividades de reciclaje.	0.005<R≤0.019
Riesgo Bajo	Precipitación Extremadamente lluviosa RR/día>99p, con la unidad geológica depósitos eólicos, pendiente menor a 15°, geomorfología Colinas y lomadas en roca volcánica, Mantos de arena y/o playa y/o playa, ocasionaría una altura de flujo menor a 0.5m. El aforo de personas es menor a 500, el servicio de agua potable es por pilón o red pública de agua, el servicio de desagüe es pozo séptico, tanque séptico o biodigestor o red pública de desagüe, el servicio de alumbrado es por red publicar y panel solar o generador, en la vivienda hay por lo menos un integrante que tiene discapacidad visual y ninguno, recibe capacitación de manera anual o más sobre GRD, se ubica a más de 16 metros de la zona inundable, el material predominante de las paredes es adobe con recubrimiento o ladrillo o bloqueta de cemento, el nivel de edificación es mayor a los 4 pisos, el estado de conservación es bueno o muy bueno, el material de los techos es tejas o losa aligerada, Cumple de manera parcial o tal con el Reglamento Nacional de Edificaciones, la cercanía a botaderos de basura de mayor a 150m y el servicio de recojo de residuos sólidos es a través de contenedor municipal o camión recolector, tiene un conocimiento bueno muy bueno sobre actividades de reciclaje.	0.001≤R≤0.005

Fuente: Equipo técnico.

5.2.2 MAPA DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Mapa 8: Mapa de Riesgos por flujo de detritos en El área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTICITY).



Fuente: Equipo técnico

5.3 CALCULO DE PÉRDIDAS

5.3.1 CÁLCULO DE PERDIDAS PROBABLES

En esta parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el área de influencia o posible afectación en el área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY).

El siguiente cuadro se ha estimado en función al nivel de riesgo, donde se ha considerado según el nivel de riesgo ante flujo de detritos, identificándose la mayor afectación podría darse en la parte oeste del cerco perimétrico, colindante al cauce natural de la Quebrada Malanche.

Cuadro 82: Total, de pérdidas probables

Efectos probables	Unidad	Cantidad	Costo Unit. (\$.)	Sub-total (\$.)	Daños probables \$./.	Pérdidas probables (\$.)					
					-1%						
Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY)											
Daños probables											
Cerco perimétrico	ml	500	70	35,000.00	3,500.00	3,500.00					
Pérdidas probables											
Costos de adquisición de Carpa de lona plastificada (Tipo II) de 3.00 x 5.00 m aprox	Carpa	1	2,299.00	2,299.00	2,499.00	2,499.00					
Gastos de atención de emergencia	Global	1	200	200							
Total (\$.)						5,999.00					

Fuente: Equipo técnico

FUENTE:

- Equipo técnico evaluador.
- Elaboración propia sobre la base de información proporcionada por el SIGRID, INEI, (*) Viviendas con material precario (Madera, quincha, estera u otro material).
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI), Oficina General de Administración. Contrato N° 039-2019-INDECI “Adquisición de carpas familiares para 5 personas - Tipo II”. Octubre del 2019.
- Costo de Construcción de Viviendas y Colegios – Reglamento Nacional de Tasaciones (Resolución Ministerial N°172-2016-VIVIENDA), cuadro de valores unitarios oficiales para Lima Metropolitana y Provincia Constitucional del Callao (Resolución Ministerial N° 425-2022-VIVIENDA).

CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO

La aplicación de medidas preventivas y correctivas en el sector no garantiza una confiabilidad de que no se presenten consecuencias a futuro, razón por la cual el riesgo por flujo de detritos no puede eliminarse totalmente por las condiciones actuales de la zona, el riesgo nunca será nulo; por lo tanto, siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas y reductivas del riesgo.

6.1 ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO

Valoración de las consecuencias

Del cuadro obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural por ser recurrente las que origina la ocurrencia flujo de detritos en El área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), pueden ser gestionadas con recursos disponibles, los que corresponden a un nivel de valoración de consecuencias **MEDIO** con un **valor 2**.

Cuadro 83: Valoración De Consecuencias

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	ALTO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2 ➔ MEDIO		Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles
1	BAJO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Fuente: Equipo evaluador.

Valoración de la frecuencia de recurrencia

Como se indica anteriormente, los fenómenos hidrometeorológicos en el área de estudio recurrencia media, pero que en eventos extraordinarios puede generar precipitaciones pluviales altas que podría originar peligros por flujos de detritos, de acuerdo al cuadro la frecuencia presenta un valor 2 con **NIVEL MEDIO**, indicando que puede ocurrir en periodos largos según circunstancias.

Cuadro 84: Valoración de frecuencia de recurrencia

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	MUY	Puede ocurrir en la mayoría de las
3	ALTO	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las
2 ➔ MEDIO		Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	BAJO	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

Fuente: Equipo evaluador.

Nivel de consecuencia y daño (Matriz):

Del análisis de la consecuencia y frecuencia del fenómeno natural de flujo de detritos se obtiene que el nivel de consecuencia y daño en los lotes de nivel medio predominantemente es decir de **NIVEL 2 – MEDIO**.

Cuadro 85: Nivel de consecuencia y daño

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTO	4	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
ALTO	3	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
MEDIO	2	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
BAJO	1	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Nivel		1	2	3	4
Frecuencia		BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO

Fuente: Equipo evaluador.

Medidas cualitativas de consecuencia y daño

De las medidas cualitativas de consecuencias y daños por el fenómeno natural de flujo de detritos para las viviendas en riesgo MEDIO predominantemente es decir de **NIVEL 2 – MEDIO**. Requiere tratamiento médico en las personas, perdida de bienes financieros altas.

Cuadro 86: Descripción de los niveles de consecuencia y daño

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTO	Muerte de personas, enorme pérdida de bienes y financieras importantes.
3	ALTO	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes.
2	MEDIO	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdida de bienes y financieras altas.
1	BAJO	Tratamiento de primeros auxilios en las personas, pérdida de bienes y financieras altas.

Fuente: Equipo evaluador.

Aceptabilidad y tolerancia

Del cuadro de aceptabilidad y/o tolerancia se obtiene el nivel 2 que describe, Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos, entonces corresponde al **NIVEL 2 – TOLERABLE**.

Cuadro 87: Aceptabilidad y/o tolerancia

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Inadmisible	Se debe 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 debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Fuente: Equipo evaluador.

Matriz de aceptabilidad y tolerancia:

La matriz se Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo se indica a continuación a partir de lo anterior se obtiene NIVEL 2 – TOLERABLE.

Cuadro 88: Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INADMISIBLE	RIESGO INADMISIBLE
RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INADMISIBLE
RIESGO TOLERABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE
RIESGO ACEPTABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO INACEPTABLE

Fuente: Equipo evaluador.

En el área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY), como el nivel presenta una consecuencia media y la frecuencia es media el **riesgo es TOLERABLE**.

Cuadro 89: Prioridad de intervención

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

Fuente: Equipo evaluador.

Del cuadro se obtiene que el **NIVEL DE PRIORIZACIÓN ES II**, del cual constituye el manejo y gestión de riesgos vinculadas a la Prevención y/o Reducción del Riesgo de Desastres.

6.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES.

6.2.1 MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL

A partir del análisis de las características físicas del ámbito de estudio se realizó el análisis del peligro, y según las características sociales, económicas y ambientales se realizó el análisis de la vulnerabilidad, luego se determinó los niveles de riesgo, a partir del cual se definió las medidas estructurales.

En el área de estudio se obtuvo como resultado **RIESGO MEDIO**, en tal sentido en este capítulo se describirán medidas estructurales y no estructurales de acuerdo al resultado obtenido, con la finalidad de reducir/prevenir riesgos, las medidas dadas serán para fortalecer y prevenir, generalmente en base a capacitaciones, recomendaciones para construir y/o reforzar estructuras, y acciones ambientales tales como la plantación de barreras vivas, reforestación, etc., para retención de suelos, así como para prevenir inundaciones, sequías, desertificación, entre otras amenazas.

sin embargo, la implementación de estas medidas deberá estar en función de un análisis costo-beneficio detallado que permita establecer la factibilidad de las mismas, en función de diferentes criterios de orden económico, social y entre otros.

A. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE ORDEN ESTRUCTURAL

Para El área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY) se han planteado las soluciones para prevenir el peligro por flujo de detritos:

Reforestación

Realizar reforestación con especies nativas debido a sus múltiples propósitos, mejora la retención del agua de las lluvias con mucha efectividad, serviría como barrera, reduciendo el impacto y erosión del flujo, de esta forma evitando que el flujo de detritos afecte al área de estudio, el área a reforestar es una extensión de 1.97ha.

Imagen 38: mapa de ubicación de área a reforestar



6.3.2 MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

A. MEDIDAS DE PREVENCION DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

MEDIDAS DE OPERACIÓN

ESTRATEGIAS DE DIFUSIÓN E INTERVENCIÓN SOCIAL EN LA ZONA.

Capacitación a las personas que habitan el ámbito de estudio sobre la gestión de riesgos de desastres y contaminación ambiental.

El objetivo es fortalecer las capacidades de resiliencia en los habitantes del área de estudio Bodegas San Francisco Almacenes del Perú (LOGISTCITY) a través de las siguientes estrategias:

- Realizar campañas de sensibilización en temas ambientales con la finalidad de evitar acumulación de desmonte y/o control de limpieza en el tramo del cauce de la quebrada aledaña al ámbito de estudio, para evitar que este material contribuya con el flujo de detritos.
- Realizar mantenimiento de manera periódica de las vías de tránsito, evitando la presencia de obstáculos, para una adecuada evacuación ante la ocurrencia de peligro por flujo u otros peligros.
- Realizar trabajos de sensibilización y capacitación constante a las personas que habitan y laboran en el ámbito de estudio en temas de movimientos en masa (Flujo de detritos) y/u otros peligros ya sea de origen natural o antrópico como parte de la gestión del riesgo de desastres,

ING. DANIEL A. GARCÍA PRADO
EVALUADOR DE RIESGO
R.J. N° 105-2018-GENEPRED/J
CIP N° 103845

Melisa Rodríguez Ramírez
ARQUITECTA
C.A.P. 5147

para que estén preparados y sepan cómo actuar ante la ocurrencia de algún evento que pueden afectar su seguridad física.

- Realizar la organización de las personas a través de los grupos de seguridad con fines de apoyar a evacuar a zonas de refugio y/o zonas seguras en caso de ocurrencia de eventos que pueden afectar su seguridad física, estas actividades deben ser coordinadas con las autoridades locales.
- Participar de las actividades de sensibilización de peligros naturales en la zona y los simulacros que organice las autoridades locales y/o alguna entidad del estado.

CONCLUSIONES

- Se realizó el estudio del peligro por flujo de detritos bajo un análisis y caracterización semi-cuantitativa teniendo en cuenta un escenario CRÍTICO a partir de un factor desencadenante y factores condicionantes. Los resultados de este análisis permitieron calcular los NIVELES DE PELIGRO. Dado que el ámbito de estudio se encuentra ubicado sobre la unidad geológica depósitos aluviales, depósitos eólicos y formación chilca, con unidades geomorfológicas Vertiente piedemonte aluvio torrencial, planicie aluvial, mantos de arena y colina y moda en roca volcánica sedimentaria, el área de estudio presenta pendientes menores a 15° de manera predominante, lo cual condiciona a la poca ocurrencia de flujos, se obtuvo como resultado poca ocurrencia de flujos, se obtuvo como resultado del análisis el nivel de **peligro MEDIO**.
- En relación al componente de **VULNERABILIDAD** del proyecto, se ha obtenido un nivel **MEDIO**, dado que se trata de unas infraestructuras dentro del ámbito de estudio presentan características físicas en estado de conservación Bueno, cumplen con el aforo de personas, se capacitan regularmente en temas de capacitación en Gestión de Riesgo de Desastres, pero está cerca al área de inundación por flujo de detritos.
- En relación al RIESGO por peligro de FLUJO DE DETRITOS vemos que el nivel obtenido es **MEDIO**, esto debido a que el peligro identificado en el área de estudio es tiene un nivel **MEDIO** y las condiciones vulnerabilidad determinadas para el área de estudio presenta también un nivel **MEDIO**, por lo tanto, tiene un nivel de **RIESGO MEDIO**, los niveles de riesgo pueden ser gestionadas sin dificultad por lo cual podemos establecer que es un nivel de riesgo TOLERABLE, por lo tanto, se debe desarrollar actividades de manejo de riesgos ante la posible ocurrencia de un evento o prevención de FLUJO DE DETRITOS.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda respetar la delimitación de la faja marginal, evitando la ocupación irresponsable en cumplimiento de la delimitación de la faja marginal de la quebrada Rio Seco realizado mediante resoluciones directoriales de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), según la Resolución Directoral N° 828-2020-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA y su modificatoria la Resolución Directoral Resolución Directoral N° 0623-2024-ANA-AAA.CF.
- Se recomienda que en el ámbito de estudio se tenga en cuenta la aplicación de los lineamientos técnicos de la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones considerando el Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.010 (madera), E.020 (Cargas), E.030 (Diseño sismorresistente), E.050 (Suelos y cimentaciones), E.060 (Concreto armado), E.070 (Albañilería) para la construcción de las viviendas y/o mejora de estructuras.
- Evaluar la aplicación de las medidas estructurales dado que el nivel de riesgo es medio y está dentro del nivel tolerable, no existe la obligatoriedad de la aplicación de las medidas estructurales para la reducción del riesgo, pero se recomienda evaluar su aplicación mediante costo beneficio con fines preventivos, un nivel de riesgo medio no exige medidas estructurales obligatorias de forma inmediata. Esta recomendación no condiciona el nivel de riesgo definido en el presente informe.

BIBLIOGRAFÍA

- **Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED)**, Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales. 2da versión, 2014.
- **Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)**, Listado de emergencias según región del SINPAD v2., 2025.
- **Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)**, Censo de Población, Vivienda e Infraestructura Pública afectada por “El Niño Costero”, 2017.
- **Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)**, Estimación de Umbrales de Precipitaciones Extremas para la Emisión de Avisos meteorológicos - 11pp, 2014.
- **Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)**, Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI Perú - 14 pp, 1988.
- **Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)**, Nota Técnica 001-SENAMHI-DGM-2014, (2014).
- **Ministerio de Agricultura y Riesgo (MIDAGRI) - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)**, Normales Decadales de temperatura y precipitación y calendario de siembras y cosechas, 2013.
- **Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)**, <https://idesep.senamhi.gob.pe/dhi-idf/> (Actualidad)
- Portal Web Vertex de la NASA (<https://search.asf.alaska.edu/#/>).
- **Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)**, Zavala, Et Al, INFORME TÉCNICO N° A6608: Flujos de detritos del 05/04/2012 entre las quebradas a Ronda y los Cóndores margen izquierda del río Rímac. características geodinámicas y evaluación de peligro. distritos: Chosica, Chaclacayo y Ricardo Palma - provincia Lurigancho-región Lima, 2012.
- **Ochoa, Z Al** - INFORME TÉCNICO N° A6768: Evaluación geológica de las zonas afectadas por El Niño Costero 2017 en las regiones Lima – Ica. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, 2017.
- **Tricart, J.** Précis de géomorphologie. : géomorphologie climatique. (Tome 3). SEDES Paris: CDU,1981.
- **Ven Te Chow**, Hidráulica de canales abiertos. Editorial McGraw-Hill, 1994.
- **Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTC)**, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2008.

ANEXO N° 1

MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES

MEDIDA ESTRUCTURAL N. °1. REFORESTACIÓN	
DESCRIPCIÓN	<p>La actividad de reforestación con especies nativas es ampliamente difundida, tiene múltiples propósitos, primeramente, mejora la retención del agua de las lluvias con mucha efectividad, mejorando así la oferta hídrica, sobre todo para la agricultura, evitando así que se produzcan eventos de avenidas, como inundaciones y flujo de detritos; de otro lado protege de la erosión a los suelos, por acción de la escorrentía y el poder erosivo de las aguas, evitando así arrastre de sedimentos.</p> <p>Las actividades de reforestación en el tramo colindante al ámbito de estudio, evitarían que los suelos de las partes altas principalmente se conviertan en sedimentos y en lodos que contribuirían con el flujo de detritos, actuaría como una barrera evitando el desborde del flujo que puede afectar el ámbito de estudio y atenuara su energía y flujo.</p> <p>Ubicación. Se ha determinado reforestar entre las coordenadas UTM Zona 18s (302860.87 m E, 8636325.89 m S) y (303448.69 m E, 8636598.43 m S), con una extensión total de 1.97ha.</p> <p>Ejemplo: En la Zona de Porcon, en Cajamarca, áreas protegidas de bosques de Quishuar, Queñoa y Quinua en la comunidad de Quinua en Cerro de Pasco, que gracias a la reforestación se tienen un ambiente sostenible que convive en armonía con otras actividades productivas, como la agrícola y la ganadería</p>
ANÁLISIS	<p>Es recomendable en una reforestación con especies nativas, puesto que se encuentran bien adaptadas y no tienen efectos negativos sobre el ambiente y los suelos, que también contribuyan a la belleza visual, que contribuya al entorno.</p> <p>Un proyecto de reforestación debe considerar, aspectos técnicos desde la recolección de semillas o partes vegetativas de las especies, que estas cumplan todos los aspectos de sanidad y características de idiotipos, ubicar los almácigos, en lugares protegidos, de tipo invernadero y similares, el trasplante se debe realizar con personal calificado, con la finalidad de evitar el menor número de mortandad de las plántulas y la operación y mantenimiento tiene que</p>

	<p>ser permanente, aun cuando se haya conseguir un crecimiento ya adecuado, con la finalidad de evitar enfermedades y vandalismos.</p>
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	<p>Una densidad adecuada de un bosque saludable, es de 400 a 750 árboles por hectárea, dependiendo de las características de los terrenos, accesibilidad, pendiente y tipo de especies.</p> <p>En las laderas se deben de recomienda sembrar especies como como el Molle (<i>Schinus molle</i>), Huaranguillo (<i>Acacia horrida</i>), Ficus (<i>Ficus</i>) puesto que estas especies se adaptan a las condiciones de suelos de la zona de estudio.</p>
COSTO	<p>El costo referencial para la actividad de reforestación por hectárea es de 3 300 soles. Para las 1.97ha. Se tendría un costo referencial inicial de 6501.00 soles.</p> <p>(https://www.agrorural.gob.pe/dm/documents/bnsf/plan_nacional_de_reforestacion.pdf)</p>
IMAGEN	 <p>Ubicación de la zona a reforestar</p>

MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Medida N° 1: Simulacros

Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Participar en las actividades de preparación ante la ocurrencia de flujo de detritos que realice el gobierno local y otras instituciones. Conocer las instituciones y sus funciones referente a huaycos, flujos y/o deslizamientos.
Imagen	

Medida Nº 2: Señalización de las zonas de seguras ante flujo de detritos	
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Como medida de prevención frente a flujo de detritos, identificar y colocar la señal de zonas seguras y rutas de evacuación según norma técnica de estandarización de señales de seguridad (NTP 399.010-1) y la SDMAT – DIPRE donde se indica el tipo de señalética para zona de peligro por huayco, así como elaborar los planos de evacuación e implementar la señalética respectiva, colocarlas en un lugar visible indicando las vías de evacuación las cuales deben estar en todo momento despejadas.
Imagen	<p>RUTA DE EVACUACIÓN</p> <p>COLOR Flechas de color blanco sobre fondo verde. LEYENDA SALIDA MEDIDAS Se adecúan al tipo de edificación y deben ser proporcionales al modelo original de 30 x 20 cm.</p> <p>Son flechas que indican el camino hacia las zonas de seguridad internas y externas. Se ubicarán en lugares visibles para identificar las rutas de evacuación.</p> <p>Características técnicas de las señaléticas.</p>



ANEXO N.º 2

PANEL FOTOGRÁFICO DE VIVIENDAS



Equipo técnico realizando levantamiento topográfico con Dron en el área de estudio.



Equipo técnico realizando levantamiento topográfico con Dron en el área de estudio.



Equipo técnico realizando levantamiento topográfico con Dron en el área de estudio.



Equipo técnico realizando levantamiento topográfico con Dron en el área de estudio.



Vista frontal del ámbito de estudio