

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Evaluación del riesgo por inundación del Centro Poblado
Santo Domingo de Anda por el desborde del Río Huallaga,
2025”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Gonzales Espinoza, Sergio Temy

ASESOR: Menacho Mallqui, Tomas Aquino

TINGO MARÍA – PERÚ

2025

U

D

H

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión de riesgo de desastres

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área : Ingeniería, Tecnología

Subárea : Ingeniería civil

Disciplina: : Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI):
71852166

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI):
22975037

Grado/Título: Doctor en ciencias de la educación

Código ORCID: 0000-0001-5657-2604

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Valdivieso Echevarría, Martin Cesar	Maestro en gestión publica	22416570	0000-0002-0579-5135
2	Palacios Inza, Deonen Fabiola	Maestro en diseño y construcción de obras viales	73222634	0009-0000-8272-347X
3	Chiguala Contreras, Yasser Everet	Maestro en ciencias económicas, mención: proyectos de inversión	18081080	0000-0001-5877-9377



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
1772 - 1972

UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL LEONCIO PRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Tingo María, siendo las 08:00 am horas del día **jueves 18 de diciembre de 2025**, en el Aula 301 – EDIF2 de la Filial Leoncio Prado, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

- | | |
|--|------------|
| • MG. MARTIN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA | PRESIDENTE |
| • MG. DEONEN FABIOLA PALACIOS INZA | SECRETARIO |
| • MG. YASSER EVERET CHIGUALA CONTRERAS | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN Nº 2826-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "EVALUACION DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL CENTRO POBLADO SANTO DOMINGO DE ANDA POR EL DESBORDE DEL RIO HUALLAGA, 2025", presentado por el (la) Bachiller **Sergio Temy, GONZALES ESPINOZA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 9:25 horas del día **jueves 18 de diciembre de 2025**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

MG. MARTIN CESAR VALDIVIEZO ECHEVARRIA
DNI 22416570
COD ORCID 0000-0002-0579-5135

Vocal

MG. YASSER EVERET CHIGUALA CONTRERAS
DNI 18091080
COD ORCID 0000-0001-5877-9377

Secretario

MG. PALACIOS INZA DEONEN FABIOLA
DNI 73222634
COD ORCID 0009-0000-8272-347X



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: SERGIO TEMY GONZALES ESPINOZA , de la investigación titulada "EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL CENTRO POBLADO SANTO DOMINGO DE ANDA POR EL DESBORDE DEL RIO HUALLAGA, 2025", con asesor(a) TOMAS AQUINO MENACHO MALLQUI, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2407-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 9 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 30 de octubre de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

229. Sergio Temy, Gonzales Espinoza.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	3%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
2	alicia.concytec.gob.pe	1%
	Fuente de Internet	
3	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.untumbes.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
5	www.oclacc.org	<1%
	Fuente de Internet	
6	cdn.www.gob.pe	<1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.unc.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A Dios: por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Gracias por ser mi fuente de fortaleza y entendimiento en este logro académico.

A mis queridos padres: Artemio Gonzales Ramírez y Luz Elena Espinoza Guevara, por el sacrificio y el trabajo que realizaron al ayudarme en el transcurso de todo este camino de formación profesional, muchos de mis logros se los debo a ustedes incluido este, me animaron continuamente a conseguir uno de mis anhelados sueños.

A mis hermanos Diego y Arnold, son la razón de sentirme orgullosa de culminar mi meta, gracias por confiar en mí y dar ejemplo de perseverancia y logro.

A mi pareja karol Dávila quien ha sido mi motivación de cada momento para nunca rendirme.

AGRADECIMIENTO

Ante todo, doy gracias a Dios por permitirme tener tan buena experiencia dentro de mi casa de estudios Universidad de Huánuco, gracias a mi universidad por permitir convertirme en ser un profesional en lo que tanto me apasiona, gracias a cada docente que formo parte de este proceso integral de formación, que deja como producto terminado este graduado.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE	IV
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCION.....	XIII
CAPITULO I.....	15
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	17
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	18
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19

CAPITULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1.1. INTERNACIONALES.....	20
2.1.2. NACIONALES	21
2.1.3. LOCALES.....	24
2.2. BASES TEÓRICAS.....	25
2.2.1. PELIGRO	25
2.2.2. VULNERABILIDAD.....	30
2.2.3. RIESGOS	37
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	39
2.4. HIPÓTESIS.....	41
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	41
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	41
2.5. VARIABLES	41
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	41
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	41
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	42
CAPITULO III.....	43
METODOLOGÍA.....	43
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	43
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	44
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ..	45
3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCION DE DATOS	45
3.5. TÉCNICAS PARA ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS	46
CAPÍTULO IV	47

RESULTADOS	47
4.1. DETERMINACIÓN DEL PELIGRO	47
4.1.1. SUSCEPTIBILIDAD	48
4.1.2. PARÁMETRO GENERAL DE EVALUACIÓN	57
4.1.3. CÁLCULO DE PELIGRO POR INUNDACIÓN FLUVIAL	58
4.2. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	59
4.2.1. SOCIAL	59
4.2.2. ECONÓMICA	63
4.2.3. AMBIENTAL	64
4.2.4. CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES	66
4.3. RIESGOS	69
CAPITULO V	74
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	74
5.1. CON RESPECTO A LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO	74
5.2. CON RESPECTO A LA SUSCEPTIBILIDAD	74
5.3. CON RESPECTO AL PARÁMETRO GENERAL DE EVALUACIÓN	75
5.4. CON RESPECTO A LOS FACTORES CONDICIONANTES	75
5.5. CON RESPECTO A LOS FACTORES DESENCADENANTES	76
5.6. CON RESPECTO A LA VULNERABILIDAD	77
5.7. SOBRE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN EN SANTO DOMINGO DE ANDA	84
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables de la investigación	42
Tabla 2 Información de viviendas, descriptores e indicadores de los factores desencadenantes y condicionantes de la susceptibilidad	48
Tabla 3 Información de las de viviendas en los descriptores de los indicadores del parámetro de evaluación general	57
Tabla 4 Información de viviendas en los niveles de susceptibilidad, parámetro de evaluación general y peligro	59
Tabla 5 Análisis de indicadores de vulnerabilidad social	62
Tabla 6 Análisis de indicadores de vulnerabilidad económica	64
Tabla 7 Análisis de indicadores de vulnerabilidad ambiental	65
Tabla 8 Análisis de indicadores de vulnerabilidad total.....	69
Tabla 9 Análisis de riesgo ante inundaciones en Santo Domingo de Anda...	73

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de la determinación de peligro de inundaciones fluviales para el centro poblado Santo Domingo de Anda	47
Figura 2 Mapa de altitudes para la zona de evaluación de inundación en Santo Domingo de Anda	49
Figura 3 Mapa de distancias a cuerpos de agua para la zona de evaluación de inundación en Santo Domingo de Anda	50
Figura 4 Mapa de geomorfología para la zona de evaluación de inundación en Santo Domingo de Anda	51
Figura 5 Mapa de pendientes para la zona de evaluación de inundación en Santo Domingo de Anda	52
Figura 6 Mapa de tipo de suelos para el área de estudio de inundación en Santo Domingo de Anda	53
Figura 7 Factores condicionantes de inundación en Santo Domingo de Anda	54
Figura 8 Factores desencadenantes de inundación en Santo Domingo de Anda	55
Figura 9 Susceptibilidad de inundación en Santo Domingo de Anda	56
Figura 10 Parámetro de evaluación general de inundación en Santo Domingo de Anda	57
Figura 11 Peligro de inundación en Santo Domingo de Anda	58
Figura 12 Vulnerabilidad social ante inundaciones en Santo Domingo de Anda	66
Figura 13 Vulnerabilidad económica ante inundaciones en Santo Domingo de Anda	67
Figura 14 Vulnerabilidad ambiental ante inundaciones en Santo Domingo de Anda	68
Figura 15 Vulnerabilidad total ante inundaciones en Santo Domingo de Anda	69

Figura 16 Riesgo social ante inundaciones en Santo Domingo de Anda	70
Figura 17 Riesgo economico ante inundaciones en Santo Domingo de Anda	71
Figura 18 Riesgo ambiental ante inundaciones en Santo Domingo de Anda	72
Figura 19 Riesgo total ante inundaciones en Santo Domingo de Anda	73

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Zona de estudio de investigación en Santo Domingo de Anda	100
Fotografía 2 Levantamiento topográfico para la investigación Santo Domingo de Anda	100

RESUMEN

El presente estudio evaluó el riesgo de inundación fluvial en el Centro Poblado Santo Domingo de Anda, aplicando la metodología del CENEPRED e integrando el Análisis Jerárquico de Procesos (AHP) para asignar pesos a variables físicas y sociales. Se caracterizaron 164 viviendas considerando factores condicionantes (pendiente, altitud, distancia al cauce, geomorfología, tipo de suelos) y desencadenantes (precipitaciones máximas en 24 horas), así como indicadores de vulnerabilidad social, económica y ambiental (exposición, fragilidad, resiliencia). El diseño metodológico fue no experimental y de corte transversal, recolectando la información en un único momento mediante mediciones de campo, encuestas estructuradas y revisión documental. Los resultados muestran que el 91% de las viviendas presenta un peligro Alto y el 9% Medio, atribuido principalmente a la alta recurrencia de precipitaciones intensas y la ubicación en terrazas aluviales con pendientes menores al 2%. En cuanto a la vulnerabilidad, el 24% se ubica en nivel Alto y el 76% en Medio, influido por construcciones precarias, limitados recursos económicos y manejo inadecuado de residuos. Al integrar ambos componentes, se determinó que el 40% de las viviendas afronta un riesgo Alto y el 60% un riesgo Medio, sin ubicaciones en los extremos Muy Alto o Bajo. Se concluye que la constante exposición a crecidas del río Huallaga y las condiciones socioeconómicas incrementan el riesgo de inundación. Se recomienda impulsar medidas estructurales (defensas ribereñas, drenajes optimizados) y no estructurales (educación ambiental, ordenamiento territorial, seguros contra desastres), con participación de autoridades y la comunidad para mejorar la resiliencia colectiva.

Palabras clave: Inundaciones, CENEPRED, riesgo, peligro, vulnerabilidad, gestión de desastres.

ABSTRACT

This study evaluated the risk of river flooding in the Santo Domingo de Anda settlement, applying the CENEPRED methodology and integrating the Analytic Hierarchy Process (AHP) to assign weights to physical and social variables. A total of 164 homes were characterized, considering conditioning factors (slope, altitude, distance to the riverbed, geomorphology, soil type) and triggers (maximum rainfall in 24 hours), as well as indicators of social, economic, and environmental vulnerability (exposure, fragility, resilience). The methodological design was non-experimental and cross-sectional, collecting information at a single point in time through field measurements, structured surveys, and document review. The results show that 91% of the homes are at high risk and 9% at medium risk, mainly attributed to the high recurrence of intense rainfall and their location on alluvial terraces with slopes of less than 2%. In terms of vulnerability, 24% are classified as high and 76% as medium, influenced by precarious construction, limited economic resources, and inadequate waste management. When both components are integrated, it was determined that 40% of homes face a high risk and 60% a medium risk, with no locations at the very high or low extremes. It is concluded that constant exposure to flooding of the Huallaga River and socioeconomic conditions increase the risk of flooding. It is recommended to promote structural measures (river defenses, optimized drainage) and non-structural measures (environmental education, land use planning, disaster insurance), with the active participation of authorities and the community to improve collective resilience.

Keywords: Floods, CENEPRED, risk, hazard, vulnerability, disaster management.

INTRODUCCION

El Capítulo I presentó el problema de investigación relacionado con la afectación de las inundaciones en el centro poblado, definiendo preguntas específicas y objetivos centrados en evaluar el peligro y la vulnerabilidad para estimar el riesgo total. Se describió la relevancia de realizar este tipo de estudios dado el impacto socioeconómico que generan las crecidas fluviales y se justificó la pertinencia de aplicar la metodología propuesta en el ámbito nacional. También se expusieron las limitaciones inherentes a la disponibilidad de datos y la viabilidad que permitió la recolección de información de campo.

El Capítulo II se enfocó en el marco teórico, partiendo de los antecedentes internacionales y nacionales sobre la temática de inundaciones. Se abordaron definiciones clave como: peligro, vulnerabilidad y riesgo, incorporando el enfoque de los factores condicionantes y desencadenantes que inciden en los eventos de anegamiento. Se discutió cómo estos conceptos se integran en el ámbito de la gestión de desastres, a fin de orientar la evaluación y clasificación del riesgo en zonas expuestas a crecidas fluviales. Además, se puntualizaron algunos métodos e instrumentos adoptados en estudios previos, con énfasis en la metodología del CENEPRED y sus categorías de análisis.

El Capítulo III desarrolló la metodología, describiendo el tipo y diseño de investigación, así como las técnicas empleadas para recoger y procesar la información. Se detalló la población de estudio, que incluyó a las viviendas y lotes del centro poblado, y se explicó la aplicación de un enfoque descriptivo-explicativo. Se planteó la forma en que se midieron las variables de peligro y vulnerabilidad, y cómo se empleó un análisis jerárquico para integrar todos los datos en un índice global de riesgo.

El Capítulo IV presentó los resultados obtenidos al aplicar la metodología, empezando con la determinación del peligro y continuando con el análisis de la vulnerabilidad en sus dimensiones social, económica y ambiental. Se presenta en las tablas y clasificaciones de las viviendas según los niveles de exposición y fragilidad, culminando en la construcción de un mapa de riesgo que permitió identificar la proporción tipo de inmuebles en

cada categoría. Además, se señaló la influencia de factores como la distancia al río, la pendiente, los ingresos económicos y la gestión de residuos en la distribución final de los niveles de riesgo.

Finalmente, en el Capítulo V se realizó la discusión de los resultados, contrastándolos con hallazgos de otros estudios locales y nacionales. Se evidenció la relevancia de considerar las características topográficas y socioeconómicas, así como la importancia de contar con planes de contingencia, defensas ribereñas y políticas de gestión ambiental para mitigar el riesgo. Con base en la revisión general, se ofrecieron conclusiones y recomendaciones que incluyeron tanto medidas estructurales como no estructurales, encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de las inundaciones en el centro poblado.

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El cambio climático global está contribuyendo a un aumento de los fenómenos meteorológicos extremos, lo que provoca numerosos desastres naturales, de los cuales las inundaciones son el más devastador. Las inundaciones amenazan la vida residencial y la propiedad, modifican el entorno natural, contaminan los recursos hídricos y afectan profundamente a la sociedad humana y los ecosistemas. Los desastres por inundaciones abarcan los daños causados por el agua a la vida humana y a las actividades productivas, incluyendo víctimas, desaparecidos o pérdidas económicas. Según estadísticas, las pérdidas económicas anuales derivadas de desastres por inundaciones en el mundo alcanzan los 50000 millones de dólares, y casi 100 millones de personas se ven afectadas.

Las inundaciones ocurren con mayor frecuencia que otros desastres naturales como deslizamientos de tierra, volcanes o terremotos, y además abarcan un rango de impacto más amplio. El riesgo de inundación en una cuenca suele estar relacionado con las características de la precipitación local, las condiciones de la superficie subyacente y la adaptabilidad del territorio a los desastres. Se han observado aumentos generalizados en eventos de lluvia intensa, incluso en zonas donde las cantidades totales han disminuido.

En la región amazónica, se registra una tendencia creciente de inundaciones año tras año, impulsada principalmente por el cambio climático, el manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas, la deforestación, la extracción de material de construcción en las márgenes de los ríos y la expansión urbana desordenada. Todo ello deriva en alteraciones de los cauces, pérdida de defensas ribereñas naturales y mayor probabilidad de inundaciones incontrolables. Este es el caso del caserío de Santo Domingo de Anda, situado en la margen derecha del río Huallaga. Históricamente, se encontraba a 2,64km del río, mientras que en la actualidad se ubica a 2,18km, lo que aumenta su vulnerabilidad dada la topografía plana. De hecho, según

el SINPAD de INDECI, desde 2019 se han registrado tres inundaciones en la zona, una de ellas de nivel de emergencia III.

Las medidas no estructurales en la gestión de riesgos por inundaciones incluyen la implementación de estrategias enfocadas en la advertencia temprana, la evacuación durante el evento, la regulación del uso de la tierra, la sensibilización ciudadana y la coordinación institucional. Dichas acciones requieren un conocimiento detallado de los peligros y riesgos, apoyándose en herramientas de análisis y modelado adaptadas a cada entorno. Por su parte, las medidas estructurales contemplan la construcción de diques, canales y presas, así como la instauración de sistemas de drenaje urbano sostenibles para reducir la exposición al agua en épocas de lluvia intensa. Estas infraestructuras suelen requerir inversiones económicas considerables y un mantenimiento continuo. Además, en ciudades ubicadas río abajo, la falla de estructuras como las presas puede multiplicar el riesgo más allá de lo que sucedería sin ellas. Por ello, más allá de construir sistemas de protección, se recomienda evaluar la magnitud del riesgo asociada a una eventual falla, para definir planes de mantenimiento y subrayar su relevancia en la gestión de riesgos.

En consecuencia, la combinación de medidas no estructurales con soluciones estructurales se considera valiosa para manejar el riesgo de inundación vinculado a eventuales colapsos de infraestructura hidráulica. Sin embargo, más allá de estas acciones, se reconoce la importancia de llevar a cabo evaluaciones de riesgo en los centros poblados en concordancia con la metodología del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Estas evaluaciones contribuyen a dimensionar con precisión los peligros y vulnerabilidades, y permiten diseñar estrategias integrales de prevención y respuesta.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son los niveles del riesgo por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Rio Huallaga, 2025?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles son los niveles de peligro por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Rio Huallaga, 2025?

¿Cuáles son los niveles de vulnerabilidad por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Rio Huallaga, 2025?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los niveles del riesgo por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Rio Huallaga, 2025.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los niveles de peligro por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Rio Huallaga, 2025

Determinar los niveles de vulnerabilidad por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Rio Huallaga, 2025

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El presente estudio se justifica teóricamente en la necesidad de comprender de manera más profunda los factores que determinan el riesgo de inundación en zonas expuestas a eventos hidrometeorológicos intensos. Diversas investigaciones en el ámbito de la gestión de riesgos y desastres señalan que la evaluación exhaustiva del peligro, la vulnerabilidad y la exposición resulta crucial para proponer estrategias de prevención y mitigación efectivas (CENEPRED, 2014). Mediante la aplicación de conceptos de geomorfología, hidrología y planificación territorial, esta investigación aporta un marco teórico que sustenta la relación entre las características físicas del territorio y la ocurrencia de inundaciones, ampliando así la literatura académica sobre la metodología de estimación y prevención de desastres.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La relevancia práctica de esta investigación radica en que sus hallazgos servirán para orientar la toma de decisiones en materia de prevención y reducción del riesgo de inundaciones en la zona de estudio. Al contar con un diagnóstico claro de los niveles de peligro y vulnerabilidad, las autoridades locales, organizaciones civiles y la población podrán establecer planes de contingencia y diseñar obras de protección acordes a las necesidades reales del territorio. Además, la información generada será de utilidad para otros distritos o regiones con condiciones topográficas y climáticas similares, contribuyendo a la formulación de políticas públicas y proyectos de inversión que eleven la resiliencia de las comunidades afectadas.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La selección de la metodología propuesta por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) se fundamenta en su solidez técnica y en su amplio uso dentro del contexto nacional. Este método proporciona un enfoque sistemático que integra la valoración del peligro (factores condicionantes y desencadenantes) con la evaluación de la vulnerabilidad (Dimensión: social, económica y ambiental). Al basarse en un diseño cuantitativo y cualitativo, permite un análisis objetivo de la información obtenida en campo y su contraste con datos secundarios, garantizando una interpretación integral de la realidad local y la fiabilidad de las conclusiones.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el desarrollo de este estudio, se presentaron varias limitaciones que condicionaron el alcance de los resultados. En primer lugar, la disponibilidad y actualización de la información cartográfica e hidrometeorológica resultó insuficiente en ciertas áreas, dificultando la precisión de los modelos de análisis. Asimismo, la falta de registros continuos de eventos de inundación y precipitaciones intensas limitó la fiabilidad de las proyecciones de peligrosidad. Por otro lado, la realización de encuestas y

entrevistas a la población enfrentó posibles sesgos de respuesta, ya sea por desconocimiento de los fenómenos hidrológicos o por temor a compartir información sobre afectaciones previas. Finalmente, las condiciones cambiantes del clima, influenciadas por patrones de variabilidad global, pudieron modificar la frecuencia e intensidad de las lluvias durante el periodo de investigación, afectando la consistencia de los escenarios proyectados.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue viable gracias a la disponibilidad de fuentes de información básicas, como datos topográficos locales, registros hidrometeorológicos previos y la colaboración de las autoridades encargadas de la gestión del riesgo de desastres. La participación activa de la comunidad y la posibilidad de realizar recorridos de campo en el área de estudio contribuyeron a la recolección de datos de primera mano. Además, la aplicación de la metodología del CENEPRED no requirió una inversión excesiva en tecnología especializada, pues se pudieron utilizar herramientas digitales de acceso relativamente sencillo. La experiencia y capacitación del equipo de investigación en evaluación de riesgos y en el uso de metodologías oficiales garantizó la adecuada ejecución del proyecto y la interpretación confiable de los hallazgos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. INTERNACIONALES

En la investigación de Ntanganedzeni & Nobert (2021), de título “Evaluación del riesgo de inundación en el río Luvuvhu, provincia de Limpopo, Sudáfrica”, tuvo como objetivo principal analizar la frecuencia de las inundaciones y evaluar el riesgo de inundación en la cuenca del río Luvuvhu. Utilizaron cuatro estaciones de medición de flujo que cubrían la cuenca para el análisis de la frecuencia de las inundaciones y evaluaron el riesgo de inundación en un segmento. Utilizaron las pruebas de Anderson-Darling (AD), Kolmogorov-Smirnov (KS) y Chi-Cuadrado (χ^2) y estas revelaron que las distribuciones Log Normal, Log Pearson 3 y Generalized Extreme Value fueron las mejores distribuciones de ajuste a los datos anuales de descarga máxima. Las descargas máximas calculadas fueron de 206,61 m³/s, 351,63 m³/s, 498,46 m³/s y 685,41 m³/s para el período de devolución de 20, 50, 100 y 200 años para la estación A9H001. HEC-RAS utilizó con ArcGIS para la cartografía de llanuras aluviales. Los mapas de riesgo de inundación proporcionaron una indicación de las áreas que están en riesgo de ser inundadas durante las inundaciones con un período de retorno de 20, 50, 100 y 200 años que fue de 462.407 m², 539.198 m², 594.735 m² y 65.925 m² respectivamente. Estas áreas se sumergirán en profundidades de agua que van desde 0,1 m a lo largo de las llanuras de inundación hasta 9 m en el canal principal. También revelaron que los asentamientos y las áreas cultivadas serán los usos de la tierra más vulnerables en todos los eventos de inundación, excepto en las inundaciones de 200 años, donde los recursos naturales estarán más expuestos.

En la investigación de El Bilali et al. (2021), de título “Application of HEC-RAS and HEC-LifeSim models for flood risk assessment. journal of applied water engineering and research”; utilizó los modelos HEC-RAS y HEC-LifeSim para evaluar el riesgo potencial de inundación,

Mohammedia (Marruecos), asociado con la ruptura de la presa de Malleh. Calibró el modelo Hidráulico HEC-RAS2D para una inundación y Analizó su sensibilidad al Manning. Por lo tanto, la simulación de pérdida potencial de vida se realizó utilizando los datos socioeconómicos e hidráulicos utilizando HEC-LifeSim de acuerdo con dos alternativas del proceso de evacuación. Los resultados mostraron que la gestión del tráfico durante las inundaciones disminuye la probabilidad de pérdida de vidas.

2.1.2. NACIONALES

En la tesis de Portella y Villafuerte (2020), de título “Evaluación del riesgo de inundación del río Cascajal en el entorno del caserío de Sincape (distrito de Olmos) y análisis de alternativas de solución”, planteó una metodología para determinar y cuantificar el nivel de riesgo por inundación en la localidad de Sincape del río Cascajal, para ello suministraron mapas de inundación permitiendo de esta manera identificar las áreas vulnerables por inundación y plantear alternativas de solución en el caserío. Realizaron siguiendo 3 fases, primero la obtención de datos *in situ*, posterior la fase de modelación (éste último hará uso de los programas HEC – RAS, ArcMAP y HEC-GEORAS, para ello es imprescindible, contar con diferentes formatos, los mismos que fueron necesarios para la obtención de resultados) y finalmente la fase de realización de mapas para evaluar la situación actual y proveer posibles soluciones. Como resultados se obtuvieron los mapas de inundación para tiempos de retorno de 100 y 200 años alcanzando un nivel de riesgo de categoría alta para lo cual se propuso como alternativa de solución el enrocado para el encauzamiento del río y evitar el desborde.

En la investigación de Zúñiga (2020), de título “Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la ciudad de Huancavelica, Perú”; realizó una evaluación de riesgo por inundación fluvial de la ciudad de Huancavelica. La metodología utilizada fue la del CENEPRED. Para ello procedió de la siguiente forma, primero determinó la peligrosidad por inundación determinando primero la susceptibilidad, la susceptibilidad

constó de un factor condicionante y un factor desencadenante, en este estudio el factor desencadenante fueron los caudales para los periodos de retorno de 10, 20, 100, 200 y 500 años, los factores condicionantes fueron la pendiente, la geología y la geomorfología del área de estudio, el otro componente que es parte del peligro aparte de la susceptibilidad es el parámetro general de evaluación el cual en esta tesis estuvo representada por la intensidad de inundación determinado por la profundidad y la velocidad del agua durante la inundación. Estos parámetros se jerarquizaron utilizando el método Saaty. La segunda fase del estudio constituyó en la determinación de la vulnerabilidad trabajando con la dimensión social, económica y ambiental considerando los factores de exposición fragilidad y resiliencia utilizando también el método de Saaty. Finalmente, ambos mapas se superponían para determinar el nivel de riesgo niveles considerados bajo, medio, alto y muy alto.

En la tesis de López (2020), con título “Evaluación del riesgo por inundación en las viviendas del asentamiento humano Sagrado Corazón de Jesús, distrito de Castillo-Pirua”, determinó los niveles de riesgo en las viviendas del Asentamiento Humano Sagrado Corazón de Jesús, distrito de castilla – Piura. El procedimiento realizado fue el siguiente: primera determinó el nivel de peligro y vulnerabilidad en el área de estudio posteriormente a partir de estas 2 variables se calculó el nivel de riesgo. Del Nivel de Riesgo, pudo determinar la cantidad de 421 lotes que lo conforman, estos encuentran en un 1.7 % (7 lotes) en un Nivel Muy Alto, en un 7.4 % (31 lotes) en un Nivel Alto, un 89.8 % (383 lotes) en un Nivel Medio y ningún lote se encuentra en el Nivel Bajo. Determinando que el Nivel de Riesgo por inundación se encuentra en un Nivel Medio y Alto. De la evaluación del riesgo por inundación; teniendo en cuenta que el nivel de consecuencia, el nivel de probabilidad de frecuencia. Además de lo determinado en la matriz, estableció que la evaluación del riesgo por inundación se encuentra en un Nivel Inaceptable para lo cual se debe desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo del riesgo.

La tesis de Nina y Almanza (2018), de título “Evaluación del peligro de inundación ocasionado por el río Vilcanota en el centro poblado de Písac, Cusco 2018”, determinó el nivel de peligro por inundación ocasionada por el desborde del río Vilcanota en el centro poblado de Písac considerando diferentes periodos de retorno apoyándose de la metodología nacional vigente del CENEPRED. Los factores condicionantes seleccionados para la evaluación en el estudio fueron la distancia al cauce, el tipo de cobertura vegetal, las pendientes y la intensidad de lluvias en una hora, el levantamiento topográfico se realizó con el dron Phantom 4 PRO, en el caso del factor desencadenante se trabajó con la altura del agua para los caudales máximos de los tiempos de retorno de 50, 100 y 500 años, las precipitaciones se regionalizaron para los máximos de 24 horas también determinaron los parámetros morfo métricos de la cuenca y a partir de esta información se determinaron los caudales máximos para los tiempos de retorno mencionados anteriormente, los caudales máximos hallados fueron (604,58; 740,11; 1101,08 m³/s) y realizaron el modelamiento de la inundación con el software HECRAS 5.0.4. Luego del análisis de los resultados, determinaron que el peligro de inundación para 50 años de periodo de retorno es 1,147 ha el cual aumenta 10,53 veces para 100 años y 20,21 para el peligro de inundación para 500 años de periodo de retorno. Así mismo en la estratificación de peligros, el C.P. de Písac presenta mayormente peligro alto de inundación para los tres periodos de retorno estudiados, por lo que la valoración del peligro en síntesis es ALTO.

En la tesis de Huaracc (2018), con título “Nivel de riesgo a inundaciones en la quebrada Tarahuayco en el distrito de Ayacucho” el objetivo principal fue determinar el nivel de riesgo por inundación de quebrada Tarahuayco ubicado en la ciudad de Ayacucho ocasionado por las precipitaciones extremas. Para ello se realizó la caracterización morfométrica de la cuenca posteriormente se obtuvieron los datos hidro meteorológicos y con este conjunto de datos se jerarquizó un conjunto de descriptores de los parámetros para poder evaluar el nivel de

peligrosidad, posteriormente para determinar la vulnerabilidad se realizó a través de encuestas de campo encuestando sólo aquellos lugares en donde mediante simulación se determinó que podría alcanzar el agua en una inundación para un determinado tiempo de retorno. La conclusión de la tesis es que en el lugar existen niveles altos de peligro, pero en niveles muy altos de vulnerabilidad lo que en su conjunto hace que el centro poblado presente un nivel de riesgo muy alto ante inundaciones.

2.1.3. LOCALES

La tesis de García (2021), de título “Niveles de riesgo por inundación en el centro poblado Santa Rosa de Shapajilla por desborde de la quebrada Alimonia, Tingo María 2019”, tuvo como objetivo determinar el nivel de riesgo por inundación ocasionada por el desborde del río Alimonia en el centro poblado de Santa Rosa de Shapajilla del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. La metodología que se siguió fue la del CENEPRED, para lo cual se trabajó con un modelamiento hidráulico HEC – RAS. Determinó los niveles y zonas de riesgos por inundación en el caserío de Santa Rosa de Shapajilla, ubicada en el distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Utilizó la metodología del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) con una ligera modificación en el cálculo del peligro; donde utilizó el método de INDECI para la clasificación del peligro en función a la profundidad e inundación. Para el cálculo del peligro se trabajó con la modelación HEC – RAS para las inundaciones, donde realizó el modelo de elevación digital (MED) mediante un vuelo de DRONE que cubrió toda el área de estudio, el caudal de inundación calculó a partir del tiran de altura de inundaciones pasadas, y así mismo analizó los riesgos de inundación. Para el análisis de vulnerabilidad se levantó información socioeconómica de la población y de infraestructura, realizó un muestro aleatorio para una población finita (242 encuestas) Los resultados obtenidos son los siguientes: para el peligro de inundación, la cantidad de lotes afectados asciende a 180, los cuales se encuentran en las categorías de peligro bajo, medio, alto y muy alto en

un 18,9% (34), 18,3% (33), 48,3% (87) y 14,4% (26) respectivamente. Para los niveles de vulnerabilidad en el caserío, se encontró que 58,7% (142) de los lotes tiene una vulnerabilidad alta, 41,3% (100) de los lotes tienen una vulnerabilidad media. Finalmente, para los niveles de riesgo, de los 180 lotes construidos afectados por la inundación 107 (60,3%) presentan riesgo medio, 55 (30,5%) presentan riesgo alto y 18 (9,2%) presentan riesgos muy altos. Concluye que el caserío de Santa Rosa de Shapajilla no es segura, sobre todo en épocas de invierno en toda la provincia de Leoncio Prado.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. PELIGRO

El peligro se entiende como la probabilidad de que un fenómeno natural o antrópico afecte un territorio específico, ocasionando daños a la población, la infraestructura y el entorno (Smith, 2013; Wisner et al., 2004). En el caso de inundaciones, el peligro hace referencia a la tendencia del agua a rebasar el cauce habitual, lo que puede derivar en anegamientos de distinta intensidad. Para su evaluación, es fundamental conocer la recurrencia de los eventos y su magnitud histórica, así como la vulnerabilidad local (Alexander, 2002; IPCC, 2014). En este sentido, el peligro no se limita a la mera existencia del fenómeno, sino que se analiza en función de las condiciones sociales y físicas que potencian o atenúan sus efectos (UNISDR, 2015; Parker, 2000). Una adecuada caracterización del peligro permite desarrollar mapas de riesgo, planes de contingencia y estrategias de mitigación, tales como obras de infraestructura y sistemas de alerta temprana, con el propósito de salvaguardar vidas y bienes (WMO, 2011).

2.2.1.1 FACTORES CONDICIONANTES

Los factores condicionantes se vinculan a los rasgos intrínsecos del territorio que pueden intensificar o reducir la posibilidad de inundación (Wisner et al., 2004; Beck, 1992). Se caracterizan por ser relativamente estables en el tiempo, aunque la intervención humana, el cambio climático o las variaciones en el

uso del suelo pueden modificarlos paulatinamente (IPCC, 2014; Parker, 2000). Entre ellos destacan la altitud, la geomorfología, las pendientes, la distancia a cuerpos de agua y el tipo de suelos, elementos que determinan la forma en que el agua se distribuye y se infiltra (Smith, 2013; Alexander, 2002). Por ejemplo, la acumulación de sedimentos en zonas llanas o la erosión en pendientes pronunciadas pueden cambiar la dinámica fluvial y favorecer crecidas rápidas (INDECI, 2014; UNISDR, 2015). Evaluar de forma integrada estos factores ayuda a priorizar intervenciones como la construcción de diques, el ordenamiento territorial o la protección de humedales, a fin de disminuir el impacto de las inundaciones (WMO, 2011).

- **Altitud**

La altitud describe la altura de un punto con respecto al nivel del mar y repercute en la probabilidad de que un terreno se inunde (Smith, 2013; IPCC, 2014). En zonas bajas, el agua tiende a estacionarse con más facilidad debido a la escasa diferencia de nivel en relación con el cauce fluvial (Alexander, 2002). De manera inversa, las áreas altas suelen recibir flujos rápidos de escorrentía que, posteriormente, se concentran en los valles, incrementando el potencial de crecidas (UNISDR, 2015; Parker, 2000). Factores como la compactación del suelo o la presencia de vegetación pueden modificar el efecto de la altitud, ya que influyen en la infiltración (INDECI, 2014; Wisner et al., 2004). Además, la topografía condiciona la acumulación de sedimentos y la formación de planicies aluviales, lo que a su vez incide en la frecuencia y la magnitud de anegamientos (Smith, 2013; WMO, 2011). Conocer la altitud local permite diseñar defensas y determinar zonas de protección más eficientes

- **Geomorfología**

La geomorfología se refiere a las formas y procesos que esculpen la superficie terrestre, afectando la dinámica hídrica y la susceptibilidad a inundaciones (Beck, 1992; Alexander, 2002). En áreas con terrazas aluviales, la acumulación de sedimentos genera llanuras propensas al desborde, mientras que en valles angostos las crecidas pueden ser más violentas y focalizadas (Wisner et al., 2004; Smith, 2013). El estudio geomorfológico involucra identificar depósitos fluviales, sistemas de drenaje natural y la evolución de los cauces a lo largo del tiempo (IPCC, 2014; Parker, 2000). Cuando el río discurre sobre suelos poco consolidados, puede ensanchar su lecho durante eventos extremos, anegando áreas habitualmente libres de agua (INDECI, 2014; UNISDR, 2015). En consecuencia, contar con mapas geomorfológicos detallados contribuye a la planificación urbana y rural, definiendo con mayor precisión dónde son necesarias barreras de contención o restricciones de construcción para reducir el riesgo de inundación (WMO, 2011; Alexander, 2002).

- **Pendientes**

Las pendientes influyen en la velocidad del escurrimiento y en la capacidad de arrastre de sedimentos (Beck, 1992; Parker, 2000). En zonas de fuertes inclinaciones, el agua adquiere gran energía y puede erosionar laderas o transportar material que obstruya cauces, elevando el peligro de anegamientos río abajo (Smith, 2013; Alexander, 2002). En terrenos prácticamente planos, el líquido se acumula con facilidad y puede permanecer estancado por más tiempo, afectando cultivos e infraestructura (UNISDR, 2015; Wisner et al., 2004). El mapeo de pendientes mediante modelos digitales de elevación y sistemas de información geográfica es esencial para determinar áreas de prioridad en la gestión del riesgo (IPCC, 2014; WMO, 2011). Dicha información guía la

implementación de medidas como la construcción de canales de drenaje o la revegetación de taludes para estabilizar suelos y retardar el escurrimiento (INDECI, 2014). De esta forma, se logra una planificación más inteligente y se promueve la sostenibilidad del uso de la tierra (Smith, 2013).

- **Distancias a cuerpos de agua**

La distancia a cuerpos de agua mide la proximidad de un asentamiento o infraestructura al cauce principal, canales secundarios o humedales (Alexander, 2002; Parker, 2000). Esta variable determina la exposición, pues cuanto más cerca se ubique la edificación, mayor es la probabilidad de anegamiento durante una crecida (UNISDR, 2015; INDECI, 2014). Incluso en áreas relativamente alejadas, la presencia de conexiones subterráneas o cauces no visibles puede agravar la situación (Smith, 2013; IPCC, 2014). El estudio de distancias incorpora análisis de topografía y la capacidad de desborde del río, estableciendo umbrales de seguridad que orientan restricciones de construcción y la necesidad de obras de defensa (WMO, 2011; Wisner et al., 2004). Además, al superponer esta información con factores como la pendiente o la altitud, se identifican sectores que, aunque no se hallen en la ribera inmediata, podrían verse afectados en eventos excepcionales (Beck, 1992; Alexander, 2002).

- **Tipo de suelos**

El tipo de suelo influye en el proceso de infiltración, retención hídrica y resistencia a la erosión (Smith, 2013; Parker, 2000). Los suelos arenosos permiten la filtración rápida, pero corren el riesgo de socavación ante corrientes fuertes, mientras que los arcillosos retienen más agua y propician encharcamientos prolongados (Beck, 1992; WMO, 2011). La presencia de materia orgánica, la compactación y la estructura de los horizontes también condicionan la estabilidad del terreno ante

crecidas (INDECI, 2014; Alexander, 2002). Además, la alteración de la cubierta vegetal afecta la cohesión de las partículas, favoreciendo la erosión superficial (Wisner et al., 2004). Conocer el tipo de suelos en una zona de estudio permite proyectar cómo reaccionará el terreno cuando reciba grandes volúmenes de agua, y orienta la selección de técnicas de ingeniería (canales, muros de contención, drenajes, entre otros) para minimizar daños (Smith, 2013; IPCC, 2014). Asimismo, se pueden priorizar prácticas agrícolas sostenibles y la conservación de la vegetación nativa para reducir la vulnerabilidad (UNISDR, 2015).

2.2.1.2 FACTORES DESENCADENANTES

Los factores desencadenantes aluden a condiciones o eventos puntuales que provocan la inundación, distinguiéndose de los factores condicionantes por su carácter activo e inmediato (Wisner et al., 2004; UNISDR, 2015). Incluyen episodios climáticos extremos, desbordes repentinos por liberación de presas o la confluencia de intensas precipitaciones en la cuenca alta (Smith, 2013; IPCC, 2014). El monitoreo de estos factores abarca la medición continua del nivel del río, la previsión de tormentas mediante radares meteorológicos y el análisis de la intensidad pluviométrica (Alexander, 2002; WMO, 2011). Cuando se detecta que alguno de estos disparadores supera los umbrales establecidos, se activan protocolos de emergencia para alertar a la población y salvaguardar infraestructura crítica (INDECI, 2014). Contrarrestar sus efectos implica no solo obras de ingeniería, sino también la coordinación interinstitucional y la concientización social, pues la anticipación y la evacuación temprana son decisivas para disminuir el impacto humano y económico (Beck, 1992; Parker, 2000).

- **Precipitaciones**

Las precipitaciones máximas en 24 horas son uno de los factores desencadenantes más frecuentes en inundaciones, dado que una lluvia intensa sobrepasa la capacidad de infiltración y desborda cauces (Smith, 2013; Wisner et al., 2004). Un aguacero concentrado en pocas horas puede causar crecidas repentinas en quebradas y ríos, sobre todo si coincide con mareas altas o suelos saturados (Beck, 1992; Parker, 2000). Para evaluar este indicador, se analizan series históricas de datos pluviométricos, identificando el valor máximo registrado y calculando probabilidades de recurrencia (UNISDR, 2015; IPCC, 2014). Con base en dichos estudios, se establecen planes de alerta, umbrales de seguridad y dimensionamiento de infraestructura hidráulica (WMO, 2011; Alexander, 2002). Asimismo, la variabilidad climática y fenómenos como El Niño pueden modificar la dinámica de la precipitación, elevando la frecuencia de estos episodios extremos (INDECI, 2014; Wisner et al., 2004). Reconocer este factor resulta fundamental para diseñar respuestas efectivas que mitiguen los daños en sectores expuestos.

2.2.2. VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad se concibe como la propensión de una comunidad, un sistema económico o el entorno natural a sufrir daños significativos frente a un evento peligroso (Wisner et al., 2004; IPCC, 2014). Difiere del peligro en que enfatiza la dimensión interna del riesgo, es decir, las condiciones sociales, económicas y ambientales que pueden magnificar los efectos de una inundación o de cualquier otro fenómeno amenazante (Smith, 2013; Beck, 1992). Un grupo social con bajos ingresos o con infraestructura precaria, por ejemplo, es más vulnerable que aquel con recursos y defensas adecuadas. Asimismo, la resiliencia, entendida como la capacidad de absorber los impactos y recuperar la funcionalidad, se contrapone a la fragilidad, que expresa la facilidad con que se generan daños. Evaluar la vulnerabilidad implica

analizar indicadores específicos en las dimensiones social, económica y ambiental, abordando tanto la exposición a la amenaza como la capacidad de responder y adaptarse (UNISDR, 2015; Alexander, 2002).

2.2.1.3 VULNERABILIDAD SOCIAL

La vulnerabilidad social se focaliza en las características demográficas, culturales, de salud y de infraestructura habitacional que determinan qué tan expuesta y frágil se encuentra una población ante un fenómeno adverso (Wisner et al., 2004; IPCC, 2014). Este enfoque reconoce la diversidad de condiciones que incrementan o reducen el riesgo: la localización de las viviendas, la densidad de ocupación, el nivel educativo o la presencia de discapacidad, entre otras (Smith, 2013; Parker, 2000). Cuanto más elevadas sean las limitaciones de movilidad, los déficits de ingresos o la precariedad del entorno construido, mayor será la propensión a padecer daños, pérdidas de vidas o dificultades en la recuperación (UNISDR, 2015). Asimismo, factores como la antigüedad y el material de las viviendas reflejan la probabilidad de colapso o afectación estructural. La vulnerabilidad social, por tanto, no solo describe la exposición física, sino también la capacidad de organizarse y responder de las familias e individuos (Alexander, 2002; Beck, 1992).

- **Ubicación de la vivienda respecto a zona inundable**

Este indicador evalúa la distancia y posición de las viviendas con respecto a ríos, lagos o zonas reconocidas como propensas a inundarse (Smith, 2013). Cuanto más cerca estén de la ribera o planicie aluvial, mayor es la posibilidad de anegamiento durante una crecida (UNISDR, 2015). Además, edificaciones en áreas bajas o en cauces históricos pueden enfrentarse a flujos descontrolados de agua, dificultando la evacuación y la protección de bienes (Parker, 2000).

- **Densidad de ocupación en la vivienda**

La densidad de ocupación refleja cuántas personas habitan en un mismo espacio, influyendo en la facilidad de evacuación y en el grado de hacinamiento (Alexander, 2002). Cuanto mayor sea la cantidad de individuos por hogar, más compleja es la logística para movilizarse en situaciones de emergencia (Wisner et al., 2004). Asimismo, el riesgo de lesiones o afectaciones de salud puede aumentar al concentrarse varias personas en lugares reducidos, sobre todo si faltan salidas de emergencia o zonas seguras (Beck, 1992).

- **Condición de salud o discapacidad**

Este indicador mide la presencia de discapacidades físicas, sensoriales o enfermedades crónicas que limiten la respuesta inmediata de una persona ante una inundación (IPCC, 2014). En hogares con integrantes que requieren atención médica constante o cuyas capacidades de movilidad son restringidas, la evacuación puede resultar más lenta y peligrosa (Smith, 2013). Además, las emergencias tienden a agravar condiciones preexistentes al dificultar el acceso a medicamentos y servicios de salud (UNISDR, 2015).

- **Grupo etario principal en el hogar**

La composición etaria determina la proporción de niños, adultos mayores, jóvenes o personas en edad productiva dentro de un núcleo familiar (Alexander, 2002). Un hogar con predominio de menores o ancianos enfrenta mayores obstáculos para desplazarse y proteger su patrimonio durante un evento adverso (Beck, 1992). Además, la falta de experiencia o de fuerza física complica actividades como la construcción de defensas temporales, la movilización de enseres o la búsqueda de refugio seguro (Wisner et al., 2004).

- **Material predominante de la vivienda**

El tipo de material utilizado en muros y techos define la resistencia de la edificación frente al embate de la corriente o a la saturación por lluvia (Smith, 2013). Construcciones de madera o calamina semi deterioradas tienen mayor probabilidad de colapso en inundaciones, mientras el concreto armado ofrece mayor solidez (UNISDR, 2015). No obstante, incluso las estructuras robustas pueden sufrir daños si se carece de un mantenimiento adecuado o si el nivel de agua supera la altura de los cimientos (Parker, 2000).

- **Antigüedad de la vivienda**

La antigüedad se relaciona con el desgaste natural de los materiales y la posible obsolescencia de técnicas constructivas (Alexander, 2002). Viviendas muy antiguas pueden carecer de cimientos apropiados o presentar grietas que facilitan filtraciones (Smith, 2013). Asimismo, la falta de renovaciones incrementa la vulnerabilidad si las estructuras no fueron diseñadas para resistir embates de agua. Un plan de mejoras continuas y reforzamiento de muros contribuye a mitigar el riesgo, prolongando la vida útil del inmueble (UNISDR, 2015).

- **Nivel educativo del jefe o jefa de hogar**

Este indicador refleja la capacidad de comprender alertas y adoptar medidas preventivas (Wisner et al., 2004). Personas con estudios superiores o técnicos suelen tener acceso a información actualizada sobre gestión de desastres, lo que fortalece la preparación familiar (Beck, 1992). Además, un mayor nivel educativo se asocia con redes de contacto más amplias, facilitando la coordinación vecinal y la obtención de recursos en emergencias. Sin embargo, el factor económico también resulta determinante en la aplicación de ese conocimiento (Smith, 2013).

2.2.1.4 VULNERABILIDAD ECONÓMICA

La vulnerabilidad económica se centra en la forma en que los recursos financieros, la producción y la estabilidad comercial se ven comprometidos ante una inundación (IPCC, 2014; Smith, 2013). Es decir, analiza la capacidad de los actores económicos para afrontar la interrupción de sus actividades, las pérdidas de capital y la reparación de daños materiales (Beck, 1992). Si un negocio depende de la proximidad a un río para el transporte de mercancías, un desborde puede bloquear las vías de acceso y provocar desabastecimiento (Wisner et al., 2004). Además, elevados niveles de endeudamiento o falta de reservas monetarias agravan la fragilidad, dificultando la pronta recuperación (Alexander, 2002). En este contexto, la resiliencia económica se refleja en la disponibilidad de ahorros, la diversificación de actividades y la inserción en redes de apoyo. Al evaluar estos aspectos, las autoridades pueden priorizar el otorgamiento de créditos blandos y el diseño de seguros efectivos (UNISDR, 2015).

- **Ubicación de establecimientos comerciales en zonas inundables**

Este indicador evalúa la cercanía de locales o industrias al cauce de un río o planicie aluvial (Smith, 2013). Mientras más próxima sea la instalación, mayor es el riesgo de inundación, lo que puede derivar en pérdida de inventario, afectación de maquinarias y suspensión de operaciones (UNISDR, 2015). En muchos casos, la elección del lugar responde a ventajas logísticas o de menor costo de terreno, pero se debe sopesar el riesgo continuo que representan las crecidas (Alexander, 2002).

- **Estado de endeudamiento del negocio**

El endeudamiento se relaciona con la capacidad de un emprendimiento para asumir pagos y reanudar sus actividades tras un evento adverso (Beck, 1992). Si el negocio mantiene

deudas elevadas, un periodo de inactividad forzada por inundación podría llevarlo al impago o la quiebra (Wisner et al., 2004). Contar con deudas manejables y un plan de contingencia financiero reduce la vulnerabilidad, permitiendo la reposición de inventario y la reparación de daños sin caer en morosidad crítica (Smith, 2013).

- **Ahorros disponibles o días de subsistencia sin ingresos**

Este indicador estima el tiempo que un establecimiento puede mantenerse a flote sin generar ingresos (Alexander, 2002). Un comercio con ahorros suficientes puede sobrellevar paradas temporales y reemplazar equipos o mercancías dañadas por la inundación (Smith, 2013). En cambio, sin reservas, el cierre prolongado de operaciones implica despidos o endeudamientos urgentes (Beck, 1992). Planificar fondos de emergencia y diversificar fuentes de ingresos fortalece la capacidad de recuperación (UNISDR, 2015).

2.2.1.5 Vulnerabilidad ambiental

La vulnerabilidad ambiental atiende la susceptibilidad de los ecosistemas a sufrir daños por eventos de inundación, además de la capacidad del entorno para contener o desviar los excesos de agua (Parker, 2000; Smith, 2013). Incluye la calidad de riberas, la conservación de humedales y la existencia de barreras naturales que regulen el escurrimiento (Beck, 1992). Cuando se pierden zonas de retención o se acumulan residuos que obstruyen cauces, el impacto de la crecida se magnifica y se genera contaminación en suelos y aguas (Alexander, 2002; Wisner et al., 2004). Del mismo modo, la deforestación incrementa la erosión, deteriorando la capacidad del territorio para absorber la precipitación (IPCC, 2014). Una buena gestión ambiental contempla el mantenimiento continuo de cauces, la reforestación y la disposición responsable de desechos, favoreciendo la resiliencia tanto para la población como para la biodiversidad (UNISDR, 2015). Analizar la vulnerabilidad

ambiental es clave para planificar acciones sostenibles de prevención.

- **Distancia a cuerpos de agua (ríos, canales, humedales)**

Este indicador mide la cercanía de áreas naturales o productivas a masas de agua (Smith, 2013). Su relevancia radica en que, a corta distancia, los ecosistemas pueden colmatarse de sedimentos o resultar arrasados por las crecidas (UNISDR, 2015). A su vez, las actividades humanas como el vertido de desechos incrementan la contaminación y afectan la fauna acuática. Mantener una distancia segura y preservar corredores ecológicos reduce la fragilidad del entorno (Parker, 2000).

- **Presencia de basurales o puntos críticos de residuos**

La acumulación de desechos favorece la obstrucción de cauces y drenajes, exacerbando el riesgo de inundación (Alexander, 2002). Además, estos residuos pueden dispersarse con la corriente y contaminar campos agrícolas o fuentes de agua potable (Smith, 2013). Identificar puntos críticos de basura involucra mapear vertederos clandestinos y planificar estrategias de recolección y reciclaje (Wisner et al., 2004). Un manejo inadecuado de residuos también amplifica la proliferación de vectores, agravando las secuelas post inundación (Beck, 1992).

- **Mantenimiento de riberas y cauces**

Este indicador evalúa la frecuencia y eficacia de labores como limpieza de sedimentos, retiro de obstáculos y refuerzo de orillas (Parker, 2000). Un cauce bien mantenido permite un flujo más estable y reduce la probabilidad de desbordes (UNISDR, 2015). Por el contrario, la desatención provoca acumulación de escombros o maleza, derivando en taponamientos que intensifican la inundación (Smith, 2013). Coordinar con

gobiernos locales y pobladores es esencial para sostener tareas de mantenimiento (Beck, 1992).

- **Capacitación ambiental**

La capacitación ambiental engloba talleres y campañas formativas que instruyen a la comunidad sobre prácticas sostenibles y la protección de ecosistemas (Alexander, 2002). Inculcar el reciclaje, la siembra de vegetación ribereña y la prevención de incendios es vital para mantener cauces despejados y suelos estables (Wisner et al., 2004). Asimismo, un mayor conocimiento promueve la responsabilidad ciudadana en el cuidado de humedales o reservas, reforzando la resiliencia ante inundaciones (Smith, 2013).

2.2.3. RIESGOS

El riesgo se entiende como la combinación de la probabilidad de que un evento peligroso ocurra y las consecuencias potenciales que dicho evento puede generar en la población, la infraestructura y el entorno (Smith, 2013; Wisner et al., 2004). Abarca tanto la existencia de una amenaza o peligro natural, tecnológico o antrópico, como las condiciones internas de vulnerabilidad que incrementan la susceptibilidad a daños. Por ello, el riesgo no se limita únicamente a la magnitud del fenómeno, sino que involucra la capacidad de las comunidades para prepararse, responder y recuperarse (Beck, 1992). En el caso de inundaciones, por ejemplo, la frecuencia y la intensidad de las precipitaciones, el nivel de protección de las defensas fluviales y el ordenamiento territorial constituyen factores que moldean el nivel de riesgo. Entender el riesgo implica un enfoque integral, donde se analiza tanto la dinámica del peligro como la resiliencia colectiva, con el fin de diseñar estrategias de mitigación y adaptación (IPCC, 2014).

2.2.3.1. RIESGO SOCIAL

El riesgo social aborda la probabilidad de que un grupo humano resulte gravemente afectado por un evento adverso, tomando en cuenta sus características socioeconómicas, culturales

y de organización (Wisner et al., 2004). Involucra factores como el acceso a la educación, la infraestructura de salud, las redes de apoyo comunitario y los sistemas de alerta temprana (Beck, 1992). Cuanto mayor sea la precariedad en términos de ingresos, vivienda o servicios básicos, más se acrecienta la posibilidad de experimentar daños irreversibles ante un fenómeno peligroso (Smith, 2013). También influye la cohesión social y la capacidad de movilización, pues una sociedad organizada puede adoptar medidas preventivas y cooperar en la recuperación. En situaciones de inundación, la localización de los hogares, la presencia de personas con discapacidad, el nivel educativo y la densidad de ocupación inciden en la magnitud de las pérdidas. Una gestión adecuada del riesgo social implica empoderar a la población y fortalecer su resiliencia (UNISDR, 2015).

2.2.3.2. RIESGO ECONÓMICO

El riesgo económico refiere a la probabilidad de que un suceso adverso provoque pérdidas financieras o interrupciones en la actividad productiva, afectando negocios, empleos y estructuras de mercado (Beck, 1992; Parker, 2000). Este concepto integra la exposición física de los establecimientos a posibles daños y la fragilidad derivada de endeudamientos, escasez de seguros o insuficiente diversificación de actividades (Smith, 2013). Cuando ocurre una inundación, por ejemplo, los locales comerciales ubicados en zonas ribereñas pueden ver destruidos sus inventarios o maquinaria, dificultando la continuidad operativa. Asimismo, la interrupción de vías de transporte repercute en la distribución de insumos, encareciendo los costos (Wisner et al., 2004). Los niveles de ahorro e inversiones en infraestructura resiliente modulan la capacidad de recuperación. Por ello, mitigar el riesgo económico involucra evaluar la solvencia de cada sector y promover planes de contingencia, créditos blandos y seguros adecuados para minimizar el impacto financiero (UNISDR, 2015).

2.2.3.3. RIESGO AMBIENTAL

El riesgo ambiental abarca la posibilidad de que los ecosistemas y los recursos naturales experimenten daños o alteraciones significativas a raíz de un acontecimiento perjudicial, como inundaciones, deslizamientos o derrames de sustancias tóxicas (Smith, 2013; Wisner et al., 2004). Se vincula con la degradación de hábitats, la pérdida de biodiversidad y la contaminación de suelos y aguas, factores que a su vez repercuten en la seguridad alimentaria y la salud pública (Beck, 1992). Una mala gestión de residuos, la deforestación o la construcción en áreas ambientalmente sensibles pueden incrementar la magnitud de la catástrofe (Alexander, 2002). Durante las crecidas, por ejemplo, el arrastre de sedimentos y basura puede colmatar cauces, intensificando el desborde y afectando la calidad de los cuerpos de agua (Parker, 2000). Reducir el riesgo ambiental implica impulsar prácticas sostenibles, restaurar zonas degradadas y promover la participación comunitaria en la protección de ecosistemas (UNISDR, 2015; IPCC, 2014).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **AHP (Analytic Hierarchy Process):** Método multicriterio que descompone un problema en jerarquías, asignando pesos a criterios mediante comparaciones pareadas (Saaty, 1980). Facilita la priorización de opciones y la toma de decisiones en campos como ordenamiento territorial y evaluación de riesgos.
- **CENEPRED (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres):** Entidad peruana responsable de la estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres, emitiendo lineamientos y metodologías técnicas para gobiernos locales y regionales (CENEPRED, 2019). Promueve la planificación y coordinación con otras instituciones en materia de gestión del riesgo.
- **Dique o Defensa Ribereña:** Estructura construida para contener el flujo de agua y proteger zonas habitadas de desbordes (USACE, 2000). Su

eficacia depende del mantenimiento periódico, evitando erosiones que comprometan la integridad de la defensa.

- **Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades (EDAN):** Procedimiento rápido para identificar afectaciones humanas y materiales tras un desastre, cuantificando daños y priorizando la entrega de ayuda (INDECI, 2016). Sirve de base para la toma de decisiones y la coordinación interinstitucional.
- **Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD):** Enfoque que combina prevención, reducción, preparación, respuesta y rehabilitación ante amenazas (UNISDR, 2015). Integra actores estatales y comunitarios, promoviendo acciones sostenibles y reduciendo la vulnerabilidad para garantizar la resiliencia.
- **GIS (Geographic Information Systems):** Herramientas informáticas para recopilar, analizar y mostrar datos georreferenciados, permitiendo superponer capas de información (Longley et al., 2015). Son clave en la identificación de áreas inundables y la generación de planes de gestión del riesgo.
- **INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil):** Organismo público encargado de la preparación, respuesta y rehabilitación ante emergencias, coordinando la asistencia humanitaria y asegurando la continuidad de servicios básicos (INDECI, 2016). Capacita a personal de primera línea y promueve simulacros de sismo, inundación u otros desastres.
- **Ley N° 29664 (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres):** Normativa peruana que crea el SINAGERD y define competencias de CENEPRED, INDECI y otros actores (Congreso de la República del Perú, 2010). Establece el marco institucional para la prevención, reducción y respuesta ante desastres.
- **Modelación Hidrológica:** Conjunto de técnicas para simular el ciclo del agua en cuencas y ríos, considerando variables como precipitación e infiltración (Maidment, 1993). Ayuda a predecir crecidas y diseñar obras hidráulicas para mitigar inundaciones.

- **Ordenamiento Territorial:** Proceso de organización del espacio físico y sus recursos, conciliando el desarrollo humano con la conservación ambiental (Massiris, 2003). Busca reducir el riesgo mediante la distribución racional de usos del suelo y la planificación urbana estratégica.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Los niveles del riesgo por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Río Huallaga, 2025, son de nivel alto a nivel muy alto.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Los niveles de peligro por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Río Huallaga, 2025, son de nivel alto a nivel muy alto.

Los niveles de vulnerabilidad por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Río Huallaga, 2025, son de nivel alto a nivel muy alto.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Riesgo de inundación

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Peligro por inundación

Vulnerabilidad por inundaciones

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables de la investigación

Operacionalización de variables de la investigación							
Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Tipo de variable	Instrumento	
Variable dependiente	Riesgo	Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro. (CENEPRED, 2015)	Inadmisible	Nivel de consecuencias - Frecuencia de ocurrencias	Muy Alto / Alto / Medio / Bajo	Ordinal	Encuestas y fichas estructurales
		Inaceptable					
		Tolerable					
		No significativo					
Variable independiente	Peligro	Probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos. (CENEPRED, 2015)	Parámetro general de evaluación	Altura de inundación	Muy Alto / Alto / Medio / Bajo	Ordinal	Encuestas y fichas estructurales
			Factores condicionantes	Profundidad de inundación			
				Unidades geomorfológicas			
				Pendientes			
				Cobertura vegetal			
	Factor desencadenante	Caudales máximos a distintos tiempos de retorno					
	Vulnerabilidad	La vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza (CENEPRED, 2015)	Exposición social	Densidad poblacional	Muy Alto / Alto / Medio / Bajo	Ordinal	Encuestas y fichas estructurales
			Fragilidad social	Grupos etarios			
				Nivel de discapacidad			
			Resiliencia social	Grado de instrucción académica			
				Tipo de seguro de salud			
				Capacitación en temas de riesgos			
			Exposición económica	Áreas agrícolas expuestas			
				Distancia al cauce			
			Fragilidad económica	Material de construcción de las paredes			
				Material de construcción del piso			
Resiliencia económica			Ingreso económico				
Exposición ambiental	Distancia a fuente contaminantes						
Fragilidad ambiental	Calidad del agua del río						
	Presencia de residuos peligrosos						
	Resiliencia ambiental	Caudal promedio del cauce					

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo aplicada, pues se orienta a la búsqueda de soluciones prácticas que permitan reducir el riesgo de inundación en el centro poblado analizado. Se focaliza en la implementación de propuestas concretas de mitigación y gestión territorial, utilizando bases teóricas que sustentan cada medida, pero con un marcado interés en generar impactos reales en la comunidad (Hernández Sampieri et al., 2014).

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque de la investigación es cuantitativo. Se recolectaron datos numéricos sobre los factores condicionantes (altitud, distancias a cuerpos de agua, tipo de suelos), desencadenantes (precipitaciones máximas en 24 horas) y la vulnerabilidad (social, económica y ambiental), a fin de describir y explicar la manera en que interactúan para producir distintos niveles de riesgo (Creswell, 2014). Esta aproximación posibilitó la aplicación de técnicas de medición estandarizadas, cuya información se sometió luego a un procesamiento sistemático para examinar patrones y tendencias (Bryman, 2016).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El estudio presenta un alcance descriptivo-explicativo. En primera instancia, se describen los componentes del riesgo (peligro y vulnerabilidad) que caracterizan el centro poblado, por medio de mediciones e inventarios relacionados con la exposición, fragilidad y resiliencia de la zona. Posteriormente, se busca explicar cómo la combinación de estos factores determina la clasificación de niveles de riesgo, utilizando un modelo jerárquico de ponderación que integra las distintas variables (Hernández Sampieri et al., 2014). El análisis explicativo no persigue establecer correlaciones estadísticas inferenciales, sino mostrar de forma comprensiva los motivos por los

cuales ciertas áreas o viviendas resultan más propensas a inundaciones, fundamentándolo en evidencias objetivas (Creswell, 2014).

3.1.3. DISEÑO

El diseño es no experimental y de corte transversal. No se efectuó manipulación intencionada de las variables, sino que se observaron tal como se presentan en la realidad (Hernández Sampieri et al., 2014). Se recopilaron los datos en un solo momento, permitiendo describir la situación actual de los 164 lotes o viviendas. Para explicar los niveles de riesgo, se aplicó un Análisis Jerárquico de Procesos (AHP) que asignó pesos a los indicadores según su relevancia en la propensión a inundaciones. Esta estrategia resultó acorde a un estudio que no pretende modificar el escenario, sino comprender y jerarquizar los factores que influyen en la vulnerabilidad local.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población está conformada por las 164 viviendas correspondientes a la zona de lotización del centro poblado Santo Domingo de Anda. Esto implica abarcar todas las unidades habitacionales reconocidas por los registros municipales y que se encuentran potencialmente expuestas a inundaciones, ya sea por su cercanía al cauce, sus características constructivas o su nivel socioeconómico (López, 2004). Dado que cada vivienda contribuye con información relevante para entender la vulnerabilidad social, económica y ambiental, se consideró la totalidad de estas unidades como la población de interés.

3.2.2. MUESTRA

Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia y disponibilidad, con el fin de recolectar información de la mayor cantidad posible de viviendas, apuntando idealmente a cubrir la totalidad (Hernández Sampieri et al., 2014). Aunque el objetivo fue encuestar o medir las 164 viviendas, la participación efectiva se sujetó a la accesibilidad y la voluntad de los propietarios. Sin embargo, el carácter

no probabilístico no afecta en demasía la solidez descriptiva del estudio, pues el propósito central radica en examinar las condiciones reales de riesgo en el ámbito local. El método AHP incorporó la información recabada para asignar pesos a cada variable, sin requerir inferencia estadística sobre una muestra formalmente aleatoria.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICAS

- **Observación directa y medición de campo**, donde se registraron coordenadas GPS para determinar altitudes y distancias respecto al cauce del río. Esta información permitió describir la exposición geográfica de cada vivienda. También se inspeccionaron características constructivas y ambientales de los terrenos, registrando el tipo de suelo dominante y posibles evidencias de anegamientos pasados.
- **Revisión documental**, a través de registros históricos de precipitaciones y datos proporcionados por instituciones como CENEPRED o INDECI, complementando la evaluación del peligro. Adicionalmente, se consultó cartografía base para cotejar la ubicación de lotes con la zonificación de riesgo hidrológico.

3.3.2. INSTRUMENTOS

- **Encuestas o fichas estructuradas**, aplicadas a los habitantes o responsables de cada vivienda (Anexo 2). Estas incluyeron ítems sobre aspectos socioeconómicos (ingresos, nivel de instrucción, densidad de ocupación) y preguntas sobre la percepción de riesgos y medidas preventivas adoptadas. Se diseñó un cuestionario con escalas Likert para facilitar la posterior clasificación de las respuestas (Creswell, 2014).

3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

Los datos fueron integrados en una matriz única, donde cada vivienda se identificó con un código. Se incorporaron variables como altitud, pendiente, distancia al río, tipo de suelo, densidad de ocupación, nivel educativo y percepción del peligro. Posteriormente, se generaron estadísticas descriptivas (frecuencias absolutas, porcentajes, promedios) para caracterizar los factores

de vulnerabilidad y el grado de exposición territorial (Hernández Sampieri et al., 2014).

3.5. TÉCNICAS PARA ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS

Para determinar la importancia relativa de cada indicador en la configuración del riesgo, se aplicó la técnica de Análisis Jerárquico de Procesos (AHP), siguiendo la metodología de Saaty (1980). Se estableció una estructura jerárquica, separando factores en distintos niveles (peligro, vulnerabilidad social, económica y ambiental), y se asignaron pesos comparando su relevancia mediante juicios de expertos en gestión de riesgos. A partir de las ponderaciones resultantes, se generó un índice de riesgo final que permitió clasificar las viviendas según su nivel de susceptibilidad a inundaciones. De esta manera, el estudio no centró su análisis en correlaciones estadísticas formales, sino en la combinación ponderada de los indicadores y la explicación de su influencia en la propensión a inundaciones.

CAPÍTULO IV

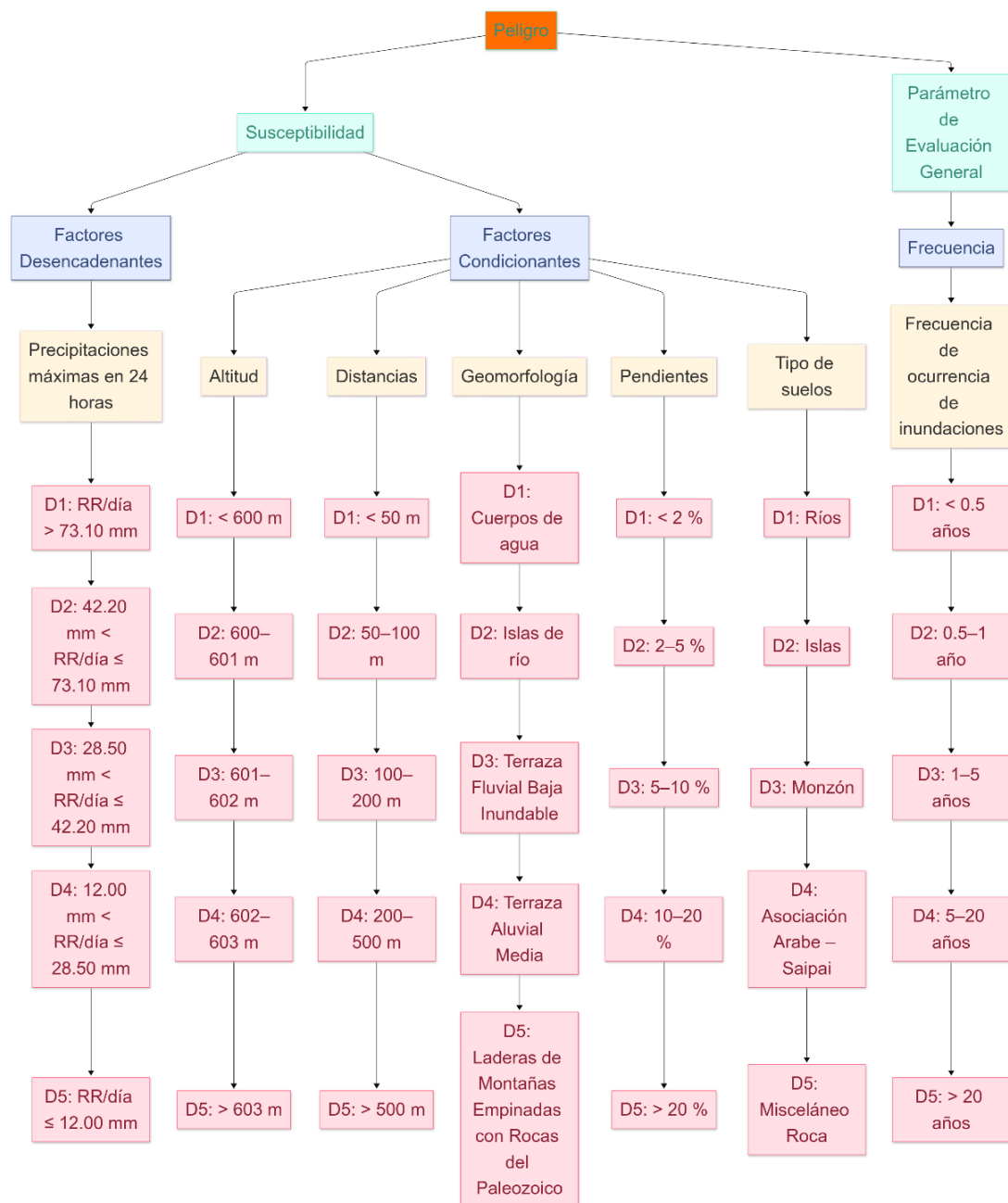
RESULTADOS

4.1. DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

Para determinar el peligro se utilizó la metodología del CENEPRED, los indicadores para los factores condicionantes, desencadenantes y parámetros de evaluación general se muestran en la Figura 1.

Figura 1

Diagrama de la determinación de peligro de inundaciones fluviales para el centro poblado Santo Domingo de Anda



4.1.1. SUSCEPTIBILIDAD

En la susceptibilidad, se muestra la Tabla 2, que corresponde al conteo de viviendas susceptibles antes inundaciones en Santo Domingo de Anda.

Tabla 2

Información de viviendas, descriptores e indicadores de los factores desencadenantes y condicionantes de la susceptibilidad

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3*	D1	D2	D3	D4	D5
Susceptibilidad	Factores Desencadenantes	Precipitaciones máximas en 24 horas	164	0	0	0	0
		Altitud	0	39	111	14	0
	Factores Condicionantes	Distancias	0	0	2	138	24
		Geomorfología	0	0	0	164	0
		Pendientes	164	0	0	0	0
		Tipo de suelos	0	0	0	164	0

* Los códigos D1, D2, D3, D4, D5 se describen en la Figura 1

Nota. Obtenido en el levantamiento de información durante el trabajo de campo.

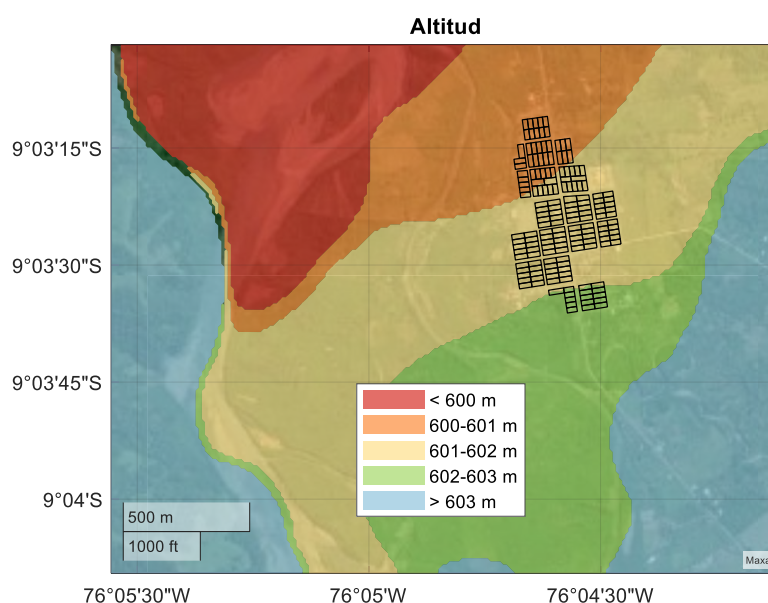
- **Precipitaciones máximas en 24 horas:** Las precipitaciones máximas en 24 horas constituyen uno de los factores desencadenantes más determinantes para la inundación en el centro poblado Santo Domingo de Anda. La Tabla 2 muestra que el descriptor D1 (RR/día > 73.10 mm) abarca la totalidad de las 164 viviendas (100%), mientras que D2, D3, D4 y D5 no presentan registros. Este resultado indica que el régimen pluviométrico de la zona supera con frecuencia los 73.10 mm de lluvia en un solo día, generando incrementos bruscos en el caudal del río Huallaga y saturando tanto el suelo como la infraestructura de drenaje. El desborde puede ocurrir cuando el cauce excede su capacidad, favoreciendo la acumulación de agua en áreas bajas. La alta intensidad pluviométrica incide en la rapidez de las crecidas, elevando el riesgo de anegamiento para la población e infraestructura. Ante estas condiciones, la gestión del riesgo debe priorizar la construcción o mejora de defensas ribereñas, el monitoreo constante de las lluvias y la implementación de sistemas de alerta temprana, pues la ocurrencia repetida de precipitaciones

por encima de este umbral eleva significativamente la susceptibilidad a la inundación.

- **Altitud:** La altitud se analiza como factor condicionante, ya que influye en la posibilidad de que el agua se estanque o fluya durante una crecida. Según la Tabla 2, no existen viviendas para el descriptor D1 (< 600 m) ni D5 (> 603 m), mientras que el descriptor D2 (600-601 m) concentra 39 viviendas (24%), el descriptor D3 (601-602 m) alberga 111 (68%) y el descriptor D4 (602-603 m) reúne 14 (9%). Esta distribución refleja que gran parte de la población se encuentra alrededor de los 601-602 m de elevación, lo que significa que la mayoría de las viviendas se ubican en cotas relativamente bajas (Figura 2). Al producirse un desborde del río Huallaga, las zonas más bajas tienden a verse afectadas primero, acumulando el agua que ingresa rápidamente desde el cauce. Una menor altura incrementa la exposición a la inundación, por lo que las áreas en este rango requieren especial atención para la instalación de barreras o diques, así como programas de prevención y alerta temprana que mitiguen daños potenciales.

Figura 2

Mapa de altitudes para la zona de evaluación de inundación en Santo Domingo de Anda

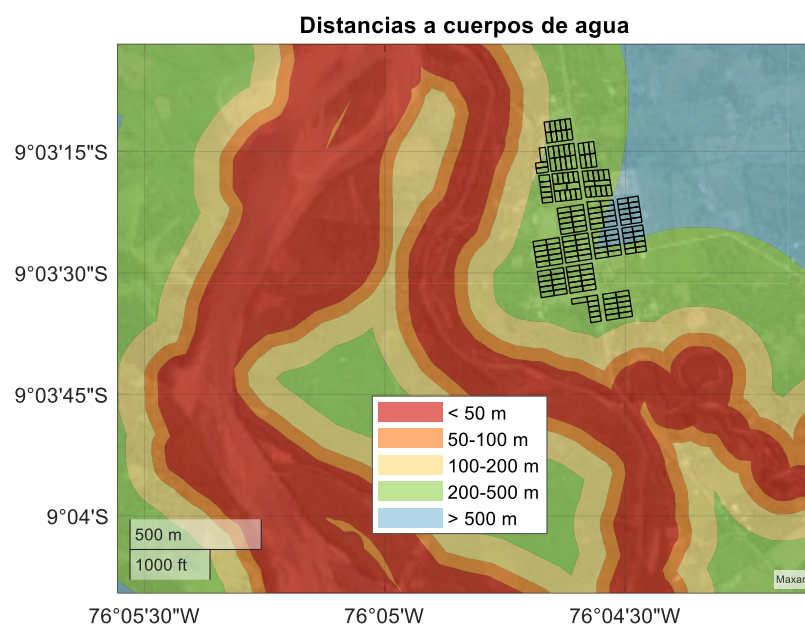


Nota: Obtenido del programa ARGIS.

- Distancias a cuerpos de agua:** La distancia a cuerpos de agua, particularmente al río Huallaga, se considera un indicador clave en la susceptibilidad a inundaciones. De acuerdo con la Tabla 2, no se registran viviendas en D1 (< 50 m) ni en D2 (50-100 m), mientras que en D3 (100-200 m) hay 2 viviendas (1%). El descriptor D4 (200-500 m) concentra la mayor parte, con 138 viviendas (84%), y D5 (> 500 m) aglutina 24 (15%). Aunque no existan hogares ubicados en la ribera inmediata, permanecer dentro de 200-500 metros del cauce implica que, en episodios de crecida, las aguas pueden alcanzar las viviendas relativamente pronto, sobre todo si la topografía es llana y la fuerza del flujo aumenta. La existencia de un grupo menor a más de 500 metros no anula la posibilidad de verse impactado en circunstancias extremas, pues el exceso de caudal puede propagarse por cauces secundarios o atravesar terrenos planos. Por ello, la cercanía mayoritaria a menos de 500 metros refuerza la necesidad de mantener obras de protección, definir rutas de evacuación y planificar sistemas de drenaje eficientes (Figura 2).

Figura 3

Mapa de distancias a cuerpos de agua para la zona de evaluación de inundación en Santo Domingo de Andes

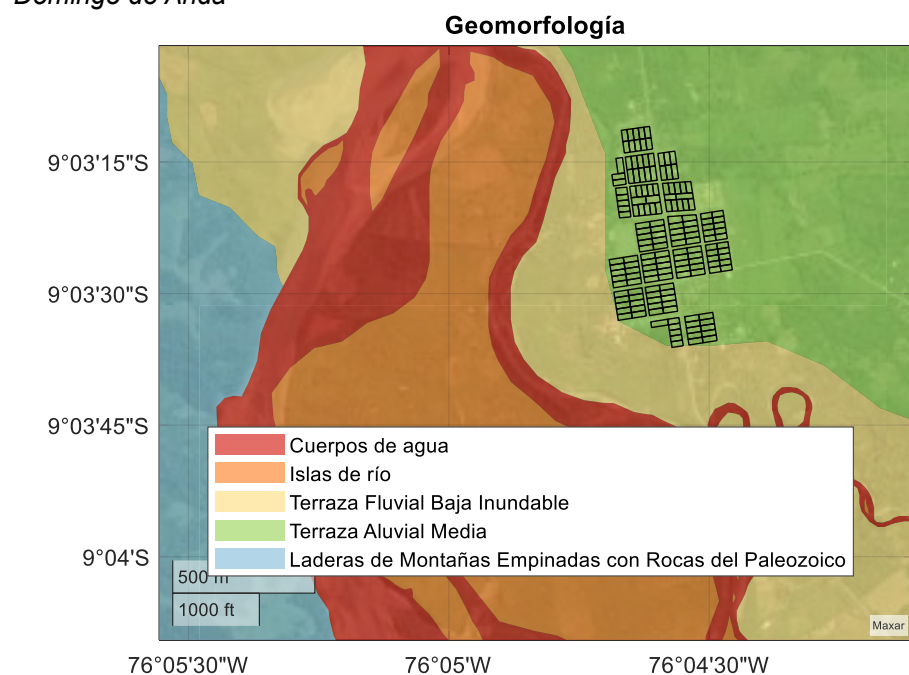


Nota: Obtenido del programa ARGIS.

- Geomorfología:** La geomorfología establece las características del relieve y la naturaleza de los depósitos superficiales, incidiendo en la susceptibilidad ante eventos de inundación. En Santo Domingo de Anda, todas las 164 viviendas (100%) se ubican en el descriptor D4, clasificado como Terraza Aluvial Media (Tabla 2). Esto indica que ningún hogar ocupa zonas de cuerpos de agua (D1), islas de río (D2), terraza fluvial baja (D3) o laderas de montañas empinadas (D5). Al tratarse de una terraza aluvial, el terreno se conforma de materiales depositados por la dinámica del río, generalmente con suelos poco consolidados y propensos a la saturación. Si las precipitaciones intensas coinciden con el aumento del caudal, existe el riesgo de que el agua desborde y cubra extensiones planas durante varias horas o días, dependiendo de la fuerza de la crecida (Figura 4). El hecho de que toda la población se asiente en el mismo tipo de ambiente geomorfológico refuerza la necesidad de diseñar defensas fluviales, planes de ordenamiento del suelo y sistemas de drenaje que reduzcan los impactos de futuras inundaciones.

Figura 4

Mapa de geomorfología para la zona de evaluación de inundación en Santo Domingo de Anda

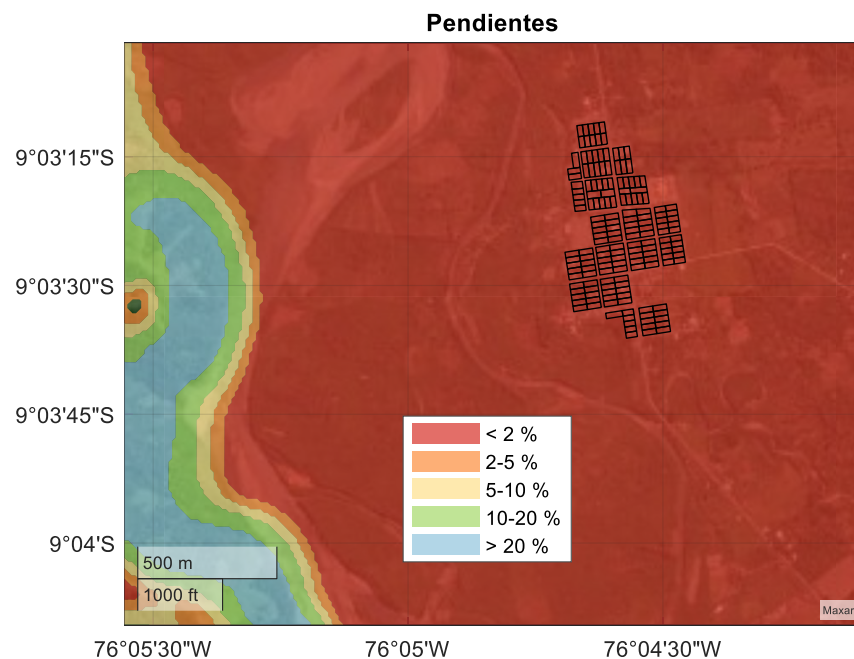


Nota: Obtenido del programa ARGIS.

- Pendientes:** La pendiente del terreno influye de manera directa en la velocidad de escurrimiento y la acumulación de agua. Según la Tabla 2, todos los hogares (164, equivalente al 100%) se encuentran en D1, es decir, en terrenos con pendiente menor al 2%, y no hay viviendas para D2 (2-5%), D3 (5-10%), D4 (10-20%) ni D5 (> 20%). Este predominio de superficies casi planas favorece el estancamiento de agua durante las lluvias intensas o al ocurrir el desborde del río Huallaga, ya que la escasa inclinación impide una evacuación rápida del exceso hídrico. Aunque las pendientes muy bajas reduzcan la energía de la corriente, también aumentan el riesgo de inundación prolongada y dificultan la infiltración cuando el suelo se satura (Figura 5). La ausencia de viviendas en rangos de mayor pendiente señala la naturaleza plana del territorio y su exposición al anegamiento. Para mitigar esta situación, se recomienda reforzar la infraestructura de drenaje, mantener limpias las vías de escurrimiento natural y diseñar defensas acordes a la dinámica del río.

Figura 5

Mapa de pendientes para la zona de evaluación de inundación en Santo Domingo de And

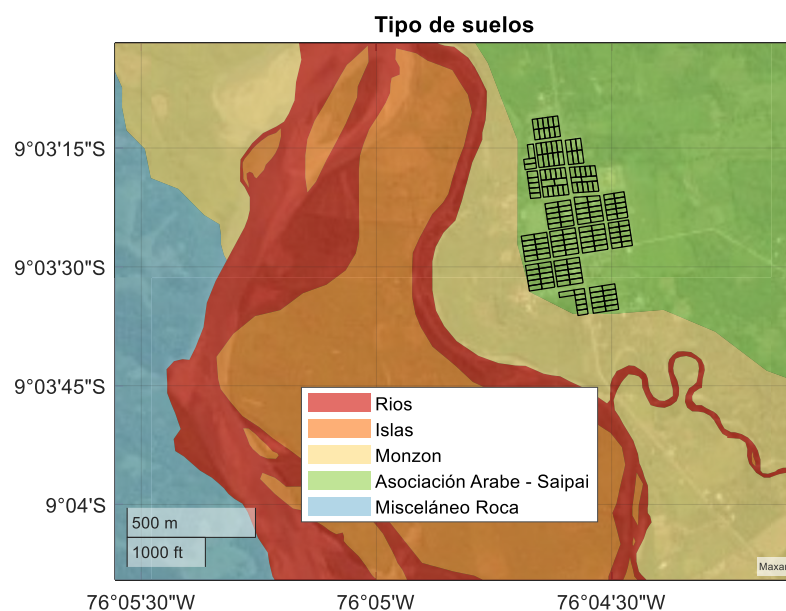


Nota: Obtenido del programa ARGIS.

- Tipo de suelos:** El tipo de suelo determina la capacidad de infiltración, retención de humedad y resistencia a la erosión, afectando la susceptibilidad ante las inundaciones. La Tabla 2 revela que las 164 viviendas (100%) se concentran en el descriptor D4 (Asociación Arabe - Saipai), lo que significa que no hay asentamientos en los suelos de tipo río (D1), islas (D2), Monzón (D3) o miscelánea roca (D5). Los suelos de la asociación Arabe - Saipai suelen ser aluviales, con propiedades de textura y drenaje variables que pueden saturarse rápidamente bajo lluvias intensas (Figura 6). Esta característica incrementa la posibilidad de anegamientos prolongados, especialmente cuando coincide con crecidas del río Huallaga. Al tratarse de un solo tipo de suelo, toda la comunidad enfrenta condiciones similares de filtración y almacenamiento de agua. Por ello, se recomienda implementar prácticas de conservación, como la revegetación y el mantenimiento de canales, así como la construcción de defensas acordes a la susceptibilidad del terreno para reducir los daños en eventos críticos.

Figura 6

Mapa de tipo de suelos para el área de estudio de inundación en Santo Domingo de Anda

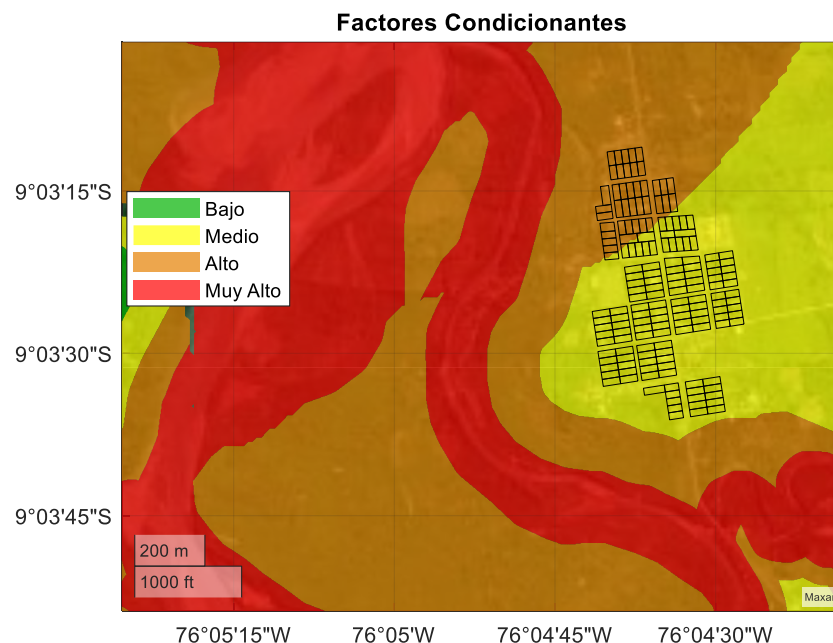


Nota: Obtenido del programa ARGIS.

- **Factores condicionantes:** Los factores condicionantes, que suelen aludir a características inherentes del territorio como altitud, pendiente o tipo de suelo, muestran 39 viviendas en el nivel Alto y 125 en el nivel Medio, sin registros en Muy Alto o Bajo (Tabla 2). Esto indica que, en su mayoría, los hogares se distribuyen en zonas donde las condiciones naturales no son tan críticas como para ubicarlas en una máxima susceptibilidad, pero sí lo suficiente para situar buena parte en un nivel Medio y otra parte menor en Alto (Figura 7). La diferencia entre Alto y Medio puede explicarse por pequeñas variaciones en la topografía, la distancia a cuerpos de agua o la composición del suelo. De cualquier modo, la susceptibilidad se mantiene en valores que deben atenderse mediante intervenciones como la adecuación de drenajes, fortalecimiento de los márgenes fluviales y ordenamiento del uso de suelo. Reducir la vulnerabilidad ligada a estos factores permite mejorar la resiliencia del área, estableciendo pautas de construcción y prevención más seguras frente a inundaciones.

Figura 7

Factores condicionantes de inundación en Santo Domingo de Anda

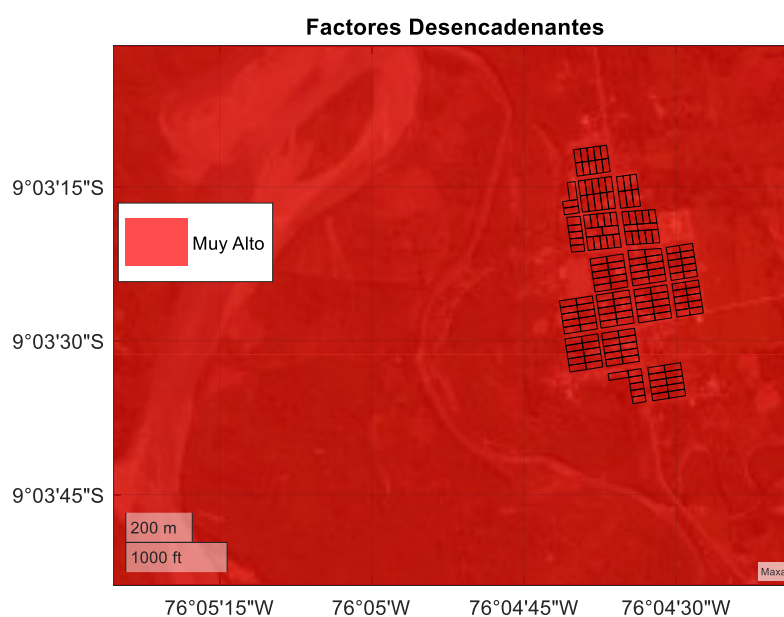


Nota: Obtenido del programa ARGIS.

- **Factores desencadenantes:** La categoría de Muy Alto en los factores desencadenantes de la susceptibilidad reúne a las 164 viviendas analizadas, sin presentar registros en niveles Alto, Medio o Bajo (Tabla 2). Este resultado indica que la totalidad del centro poblado se ve expuesta a condiciones que pueden disparar el proceso de inundación con relativa facilidad (Figura 8). Dichos factores desencadenantes, usualmente vinculados a la intensidad de las precipitaciones y la capacidad del río Huallaga de desbordarse, actúan de forma inmediata cuando las lluvias superan los rangos habituales. Al exceder el umbral crítico, el agua puede elevarse con rapidez y saturar suelos o romper la defensa natural de los márgenes fluviales. El hecho de que toda la población se ubique en Muy Alto surge la necesidad de una gestión enfocada a atenuar estos factores, ya sea mediante sistemas de monitoreo de lluvias, construcción de estructuras de protección o protocolos de evacuación temprana. Así, se podrán mitigar las consecuencias de futuros eventos pluviales extremos y disminuir el impacto sobre la infraestructura y la calidad de vida de la comunidad.

Figura 8

Factores desencadenantes de inundación en Santo Domingo de Anda

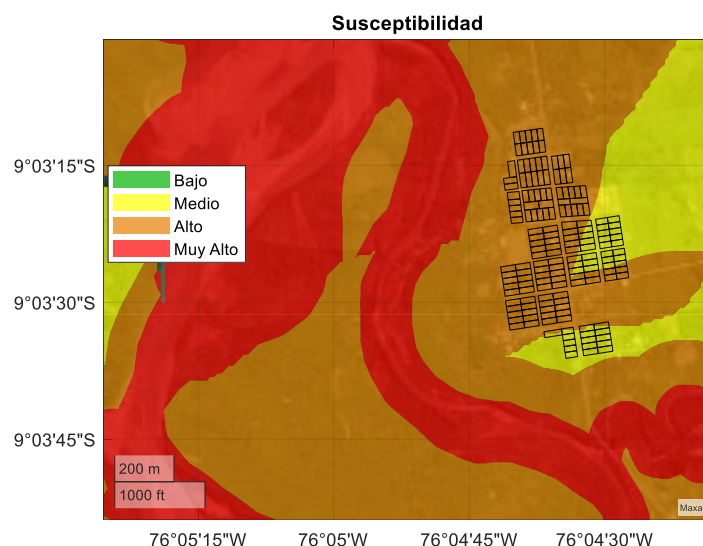


Nota: Obtenido del programa ARGIS.

- Susceptibilidad:** Este indicador consolida tanto factores desencadenantes como condicionantes que influyen en el riesgo de inundación en el centro poblado Santo Domingo de Anda. Los datos reflejan que 126 viviendas se clasifican en el nivel Alto, mientras que 38 se ubican en Medio, sin que existan registros en Muy Alto o Bajo. Este patrón sugiere que la mayoría de los hogares presenta condiciones que propician un nivel de susceptibilidad elevado, derivado de características como la baja altitud, pendiente casi nula, tipo de suelo aluvial y cercanía al cauce, aunque no tan extremas como para hallarse en la categoría máxima. La presencia de 38 viviendas en el nivel Medio responde, en buena medida, a diferencias sutiles en la topografía o en la distancia a los cuerpos de agua (Figura 9). En conjunto, la falta de unidades en Bajo indica que toda la población enfrenta, en mayor o menor grado, un ambiente propenso al desborde del río, requiriéndose medidas específicas para mitigar riesgos. Estas acciones van desde el reforzamiento de las defensas y el ordenamiento territorial hasta la instalación de sistemas de drenaje óptimos, encaminados a disminuir los impactos de la inundación y fortalecer la resiliencia comunitaria.

Figura 9

Susceptibilidad de inundación en Santo Domingo de Anda



Nota: Obtenido del programa ARGIS.

4.1.2. PARÁMETRO GENERAL DE EVALUACIÓN

- **Frecuencia de inundaciones por año:** Este parámetro de evaluación general indica con qué regularidad se producen eventos de inundación en la zona de estudio. El descriptor según la tabla 3, D1 (< 0.5 años, es decir, más de dos inundaciones por año) abarca la totalidad de las 164 viviendas, mientras que D2 (0.5 – 1 año), D3 (1 – 5 años), D4 (5 – 20 años) y D5 (> 20 años) no registran presencia de inmuebles. Estos datos muestran que el área experimenta inundaciones de manera muy frecuente (al menos 2 veces cada año), generando un escenario de riesgo elevado para la infraestructura y la seguridad de la población (Figura 10).

Tabla 3

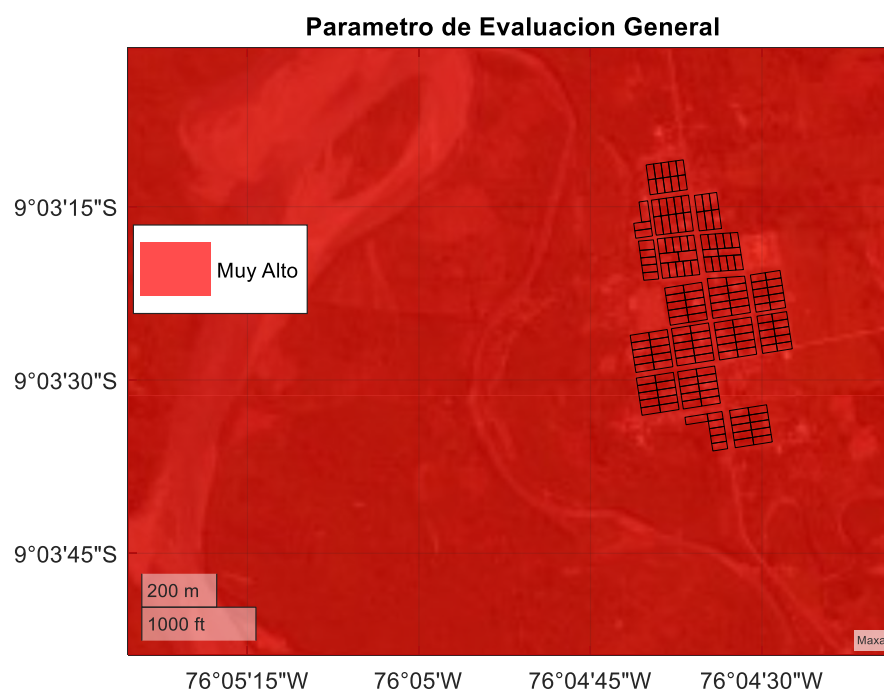
Información de las de viviendas en los descriptores de los indicadores del parámetro de evaluación general

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	D1	D2	D3	D4	D5
Parámetro de evaluación general	Frecuencia	Frecuencia de ocurrencia de inundaciones	164	0	0	0	0

Nota. Obtenido en el levantamiento de información durante el trabajo de campo.

Figura 10

Parámetro de evaluación general de inundación en Santo Domingo de Anda

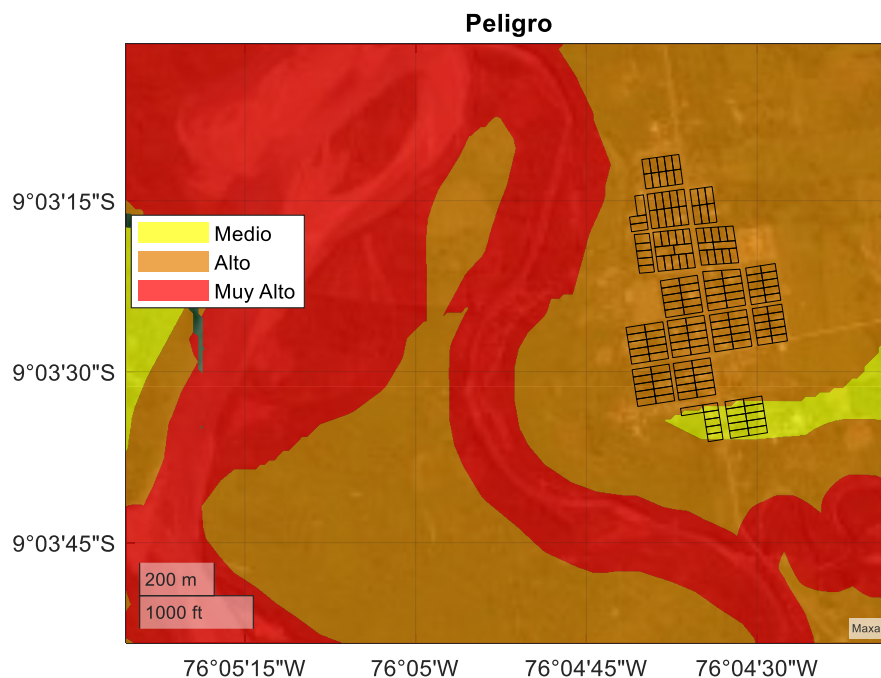


Nota: Obtenido del programa ARGIS.

4.1.3. CÁLCULO DE PELIGRO POR INUNDACIÓN FLUVIAL

El nivel de peligro por inundación evidencia la probabilidad de que un evento impacte con severidad al centro poblado Santo Domingo de Anda. En este caso según la tabla 4, las 150 viviendas clasificadas en el nivel Alto forman el grueso de la comunidad, encontrándose en un escenario donde los factores desencadenantes y condicionantes, además de la frecuencia de crecidas, confluyen para generar una amenaza relevante. Las 14 viviendas ubicadas en el nivel Medio presentan condiciones un poco más favorables, pero no lo suficiente para ser consideradas seguras o de bajo peligro. La ausencia de viviendas en los niveles Muy Alto y Bajo revela que no existen zonas extremas en ninguno de los dos sentidos, lo que indica cierta homogeneidad en las condiciones que predisponen a la inundación (Figura 11). Aun así, el grueso de las edificaciones está expuesto a eventos de intensidad significativa, por lo que resultan cruciales estrategias de prevención, obras de defensa y planes de contingencia que permitan disminuir el impacto de futuras crecidas del río Huallaga.

Figura 11
Peligro de inundación en Santo Domingo de Anda



Nota: Obtenido del programa ARGIS.

Tabla 4

Información de viviendas en los niveles de susceptibilidad, parámetro de evaluación general y peligro

Nivel	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Susceptibilidad	0	126	38	0
Parámetro de evaluación General	164	0	0	0
Peligro	0	150	14	0

Nota. Obtenido en el levantamiento de información durante el trabajo de campo.

4.2. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

4.2.1. SOCIAL

- **Ubicación de la vivienda respecto a zona inundable:** Se distinguen cinco rangos de distancia. La mayoría de las viviendas (139, 85%) se encuentra entre 200 y 500 metros, 24 (15%) a más de 500 metros y solo 1 (1%) entre 100 y 199 metros. No hay registros por debajo de los 100 metros. Esto sugiere que, si bien no existe un asentamiento extremadamente cercano al cauce, la gran concentración en el intervalo de 200–500 m podría verse afectada ante crecidas significativas del río, por lo que el peligro no se disipa con la sola ausencia de viviendas en la ribera inmediata (Tabla 5).
- **Densidad de ocupación en la vivienda:** Existen cinco categorías de ocupación. Un 26% de los hogares cuenta con 4 personas (43 viviendas), un 23% con 5 (37 viviendas) y un 18% con más de 5 (29 viviendas), lo que indica grupos familiares numerosos. Por su parte, 15% (25 viviendas) presenta 1–2 ocupantes, y 18% (30 viviendas) corresponde a familias de 3 integrantes. Cuantos más habitantes haya en una vivienda, mayor será la complejidad para evacuar o manejar una contingencia. De ahí que la densidad se convierta en un factor relevante para estimar la exposición colectiva y la logística necesaria ante un evento súbito (Tabla 5).
- **Condición de salud o discapacidad:** Entre las 164 viviendas, 47% (77) no reporta discapacidad, pero el resto presenta diferentes grados: leve (25%), moderada (15%), alta (9%) y muy alta (4%). Estos grupos requieren asistencia y protocolos de evacuación adaptados, ya que la movilidad reducida o la

necesidad de cuidados especiales puede impedirles responder rápidamente a una crecida. Cualquier retraso en la evacuación incrementa el riesgo de daños a la salud y la pérdida de bienes (Tabla 5).

- **Grupo etario principal en el hogar:** La franja mayoritaria corresponde a adultos de 25–49 años (28%), seguida de jóvenes de 18–24 años (21%) y niños de 7–17 (19%). Además, un 16% se ubica en el rango de 50–59 años y un 15% son menores de 7, mayores de 60 o embarazadas. Estos últimos representan hogares con mayor dependencia o riesgo fisiológico, necesitando planes de contingencia más detallados y apoyo comunitario (Tabla 5).
- **Material predominante de la vivienda:** El 28% (46) son de madera o calamina en buen estado, 27% (44) de concreto armado, 25% (41) de concreto simple o ladrillo confinado, 15% (24) de madera o calamina semi deteriorada y 5% (9) muy deteriorada. Las viviendas con madera deteriorada se muestran especialmente frágiles ante la humedad y la presión hidráulica. Por otro lado, el concreto armado ofrece mejor resistencia, aunque no es inmune a filtraciones o daños en acabados (Tabla 5).
- **Antigüedad de la vivienda:** El 24% (39) tiene entre 3 y 5 años, un 23% (37) entre 6 y 10 años, 20% (32) más de 15 años, 19% (31) entre 11 y 15 años, y 15% (25) menos de 2 años de construcción. Las edificaciones más antiguas pueden presentar deterioro estructural, filtraciones o cimientos debilitados, lo que se agrava con una inundación prolongada. Asimismo, construcciones muy recientes, si carecen de protocolos antisísmicos o antihumedad, podrían mostrar vulnerabilidades ocultas (Tabla 5).
- **Nivel educativo del jefe o jefa de hogar:** Un 24% (40) cursó estudios superiores, 18% (30) formación técnica, 26% (42) secundaria, 21% (34) primaria y 11% (18) sin instrucción. A mayor escolaridad, existe mayor probabilidad de adoptar acciones

preventivas y gestionar trámites de ayuda o seguros. Sin embargo, esto no garantiza por sí solo la resiliencia, pues influyen también los recursos económicos y la organización comunitaria (Tabla 5).

- **Ahorros disponibles o días de subsistencia sin ingresos:** En los establecimientos, 15% (24) dispone de más de quince días de fondo, 15% (25) de 8 a 14 días, 32% (52) de 4 a 7 días, 26% (42) de 2 a 3 días y 13% (21) apenas 0 a 1 día. Esta categoría refleja la capacidad de un negocio para reactivarse sin ingresos inmediatos. Cuanto más corto el margen, mayor la probabilidad de colapso financiero si la inundación paraliza las actividades de venta o abastecimiento (Tabla 5).

Tabla 5
Análisis de indicadores de vulnerabilidad social

Dimensión	Tipo	Factor	Descriptor	Viviendas	Porcentajes
Social	Exposición	Ubicación de la vivienda respecto a zona inundable	>500m	24	15
			200–500m	139	85
			100–199m	1	1
			50–99m	0	0
			<50m	0	0
		Densidad de ocupación en la vivienda	1–2 personas por hogar	25	15
			3 personas por hogar	30	18
			4 personas por hogar	43	26
			5 personas por hogar	37	23
			>5 personas por hogar	29	18
	Fragilidad	Condición de salud o discapacidad	Sin discapacidad	77	47
			Discapacidad leve	41	25
			Discapacidad moderada	25	15
			Discapacidad alta	15	9
			Discapacidad muy alta	6	4
		Grupo etario principal en el hogar	Adultos 25–49 años	46	28
			Jóvenes 18–24 años	35	21
			Niños 7–17 años	31	19
			Adultos 50–59 años	27	16
			Menores de 7, mayores de 60 o embarazadas	25	15
	Resiliencia	Material predominante de la vivienda	Concreto armado	44	27
			Concreto simple o ladrillo confinado	41	25
			Madera o calamina en buen estado	46	28
			Madera o calamina semideteriorada	24	15
			Madera o calamina muy deteriorada	9	5
		Antigüedad de la vivienda	0–2 años	25	15
			3–5 años	39	24
			6–10 años	37	23
			11–15 años	31	19
			Más de 15 años	32	20
		Nivel educativo del jefe o jefa de hogar	Superior	40	24
			Técnico	30	18
			Secundaria	42	26
			Primaria	34	21
			Sin instrucción	18	11

Nota. Obtenido en el levantamiento de información durante el trabajo de campo

4.2.2. ECONÓMICA

- **Ubicación de establecimientos comerciales en zonas inundables:** Las 164 viviendas (100%) se ubican a 100–200 m del cauce, sin ejemplos a más de 200 m ni por debajo de 100 m o en zonas de alto riesgo inmediato sobre el río. Pese a no estar en la orilla, la actividad comercial se concentra en una franja vulnerable si el cauce se desborda. Este escenario puede comprometer el flujo económico de la comunidad, pues cualquier inundación afectaría la mayoría de los negocios en un solo episodio (Tabla 6).
- **Estado de endeudamiento del negocio:** Se registra un 18% (30) sin deudas o muy bajas, 27% (44) deudas manejables, 20% (33) medianas, 23% (37) altas y 12% (20) sobreendeudamiento crítico. Los comercios muy endeudados enfrentan mayor fragilidad financiera, dificultando su capacidad de reponerse ante daños por inundación. La liquidez y acceso a créditos de emergencia pueden determinar si un negocio logra reabrir o entra en quiebra tras un evento (Tabla 6).
- **Ahorros disponibles o días de subsistencia sin ingresos:** En los establecimientos, 15% (24) dispone de más de quince días de fondo, 15% (25) de 8 a 14 días, 32% (52) de 4 a 7 días, 26% (42) de 2 a 3 días y 13% (21) apenas 0 a 1 día. Esta categoría refleja la capacidad de un negocio para reactivarse sin ingresos inmediatos. Cuanto más corto el margen, mayor la probabilidad de colapso financiero si la inundación paraliza las actividades de venta o abastecimiento (Tabla 6).

Tabla 6
Análisis de indicadores de vulnerabilidad económica

Dimensión	Tipo	Factor	Descriptor	Viviendas	%
Económica	Exposición	Ubicación de establecimientos comerciales en zonas inundables	Ninguno en zona inundable	0	0
			A más de 200m del cauce	0	0
			De 100 a 200m del cauce	164	100
			A menos de 100m del cauce	0	0
			En zona de alto riesgo o sobre cauce	0	0
	Fragilidad	Estado de endeudamiento del negocio	Sin deudas o muy bajas	30	18
			Deudas manejables	44	27
			Deudas medianas	33	20
			Deudas altas	37	23
			Sobreendeudamiento crítico	20	12
	Resiliencia	Ahorros disponibles o días de subsistencia sin ingresos	Quince días o más	24	15
			De 8 a 14 días	25	15
			De 4 a 7 días	52	32
			De 2 a 3 días	42	26
			De 0 a 1 día	21	13

Nota. Obtenido en el levantamiento de información durante el trabajo de campo

4.2.3. AMBIENTAL

- **Distancia a cuerpos de agua (ríos, canales, humedales):** Un patrón similar se observa en la distancia ambiental: 139 viviendas (85%) entre 200 y 500 m, 24 (15%) a más de 500 m y 1 (1%) entre 100 y 199 m, sin registros por debajo de 100 m. Esta coincidencia refleja un asentamiento mayoritario en un rango que sigue expuesto a inundaciones de mediana o gran magnitud. Aunque no se habite la franja contigua a menos de 50 m, la experiencia indica que, en eventos extremos, el agua puede superar barreras naturales y alcanzar sectores aparentemente distantes (Tabla 7).
- **Presencia de basurales o puntos críticos de residuos:** El 100% (164) presenta de dos a tres puntos críticos, mientras no se reportan casos inexistentes ni concentraciones superiores. Esta acumulación de residuos puede obstruir drenajes, agravar la contaminación y potenciar la magnitud de la inundación. La falta de gestión adecuada de la basura incrementa la fragilidad ambiental y sanitaria, empeorando la calidad de vida después de un suceso de anegamiento (Tabla 7).

- **Mantenimiento de riberas y cauces:** El 100% (164) se encuadra en un mantenimiento anual programado, sin casos de limpieza continua o abandono total. Esta práctica reduce parcialmente la acumulación de sedimentos, aunque posiblemente no sea suficiente si se enfrentan crecidas o precipitaciones intensas. Reforzar la periodicidad y la vigilancia en periodos críticos ayudaría a prevenir taponamientos y a guiar el curso del agua de forma segura (Tabla 7).
- **Capacitación ambiental:** Un 27% (44) se clasifica en nivel Alto, 21% (34) Muy alto, 24% (40) Moderado, 15% (25) Bajo y 13% (21) Muy bajo. Aquellos con mejor capacitación pueden entender y adoptar prácticas más efectivas para la gestión de residuos y la protección de ecosistemas. Sin embargo, casi la mitad (52%) se ubica entre moderado y muy bajo, necesitando instrucción adicional para reforzar buenas prácticas que mitiguen el impacto de la inundación (Tabla 7).

Tabla 7
Análisis de indicadores de vulnerabilidad ambiental

Dimensión	Tipo	Factor	Descriptor	Viviendas	%
Ambiental	Exposición	Distancia a cuerpos de agua (ríos, canales, humedales)	Más de 500m	24	15
			De 200 a 500m	139	85
			De 100 a 199m	1	1
			De 50 a 99m	0	0
			Menos de 50m	0	0
	Fragilidad	Presencia de basurales o puntos críticos de residuos	Inexistentes	0	0
			Un punto crítico a distancia segura	0	0
			De dos a tres puntos críticos	164	100
			Cuatro puntos críticos cercanos	0	0
			Cinco o más puntos muy próximos	0	0
	Resiliencia	Mantenimiento de riberas y cauces	Limpieza y reforzamiento continuo	0	0
			Mantenimiento anual programado	164	100
			Mantenimiento esporádico y limitado	0	0
			Muy deficiente	0	0
			Sin mantenimiento	0	0
		Capacitación ambiental	Muy alto	34	21
			Alto	44	27
			Moderado	40	24
			Bajo	25	15
			Muy bajo	21	13

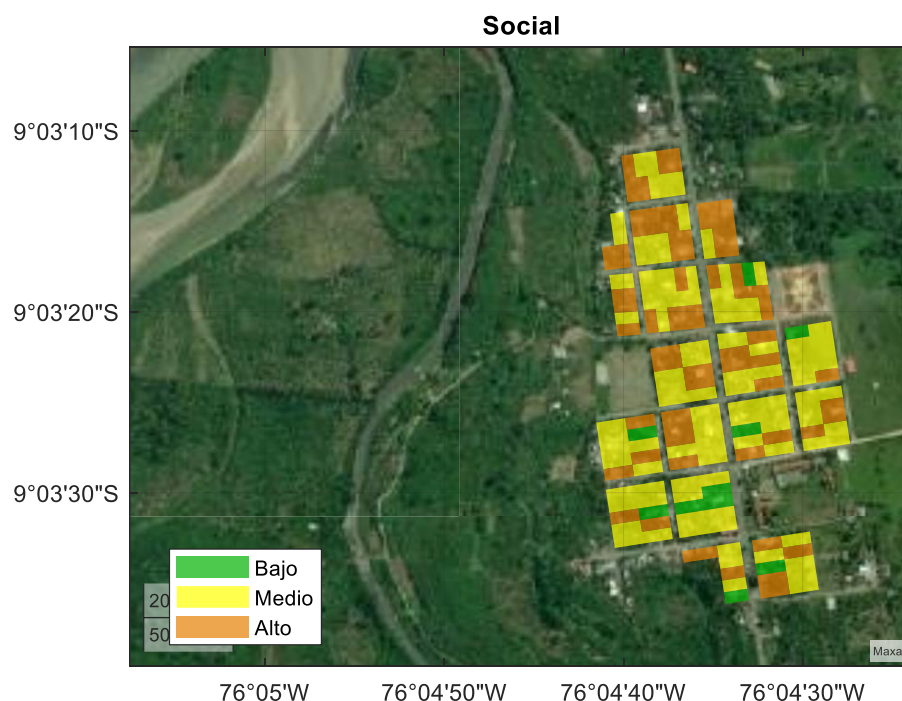
Nota. Obtenido en el levantamiento de información durante el trabajo de campo

4.2.4. CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES

- **Dimensión Social:** Esta distribución registra la presencia de 60 casos en el nivel Alto, 94 en Medio, 10 en Bajo y ninguno en Muy Alto (Tabla 8). El hecho de que más de la mitad (94) se ubique en el nivel Medio indica condiciones moderadas de vulnerabilidad, posiblemente relacionadas con factores como ubicación, densidad de ocupación o características de la vivienda. Al mismo tiempo, 60 en Alto revela que existe un sector importante con limitaciones considerables (por ejemplo, presencia de discapacidad o materiales de construcción poco resistentes), lo que incrementa la probabilidad de daños severos en caso de inundación. El grupo en Bajo (10) sugiere que solo una pequeña proporción goza de condiciones favorables, con menor riesgo de impacto durante un evento (Figura 12).

Figura 12

Vulnerabilidad social ante inundaciones en Santo Domingo de Anda



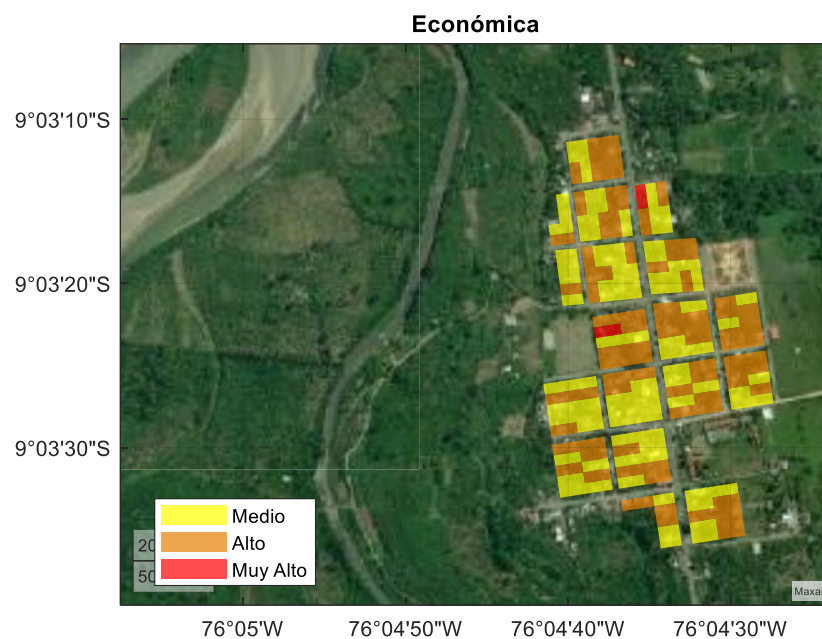
Nota: Obtenido del programa ARGIS.

- **Dimensión Económica:** Los datos muestran 2 en Muy Alto, 81 en Alto, 81 en Medio y ninguno en Bajo. Esta configuración alude a una vulnerabilidad económica significativa: casi la totalidad se

reparte entre Alto y Medio. El 2% en Muy Alto podría asociarse con comercios o familias altamente endeudadas o con recursos financieros mínimos para recuperarse tras un desastre (Tabla 8). A su vez, 81 en Alto y 81 en Medio señalan que, en líneas generales, las actividades económicas no disponen de una base sólida. Ello dificulta la reposición de inventario o la reconstrucción de infraestructura afectada por las inundaciones si no se implementan apoyos o seguros adecuados (Figura 13).

Figura 13

Vulnerabilidad económica ante inundaciones en Santo Domingo de Anda



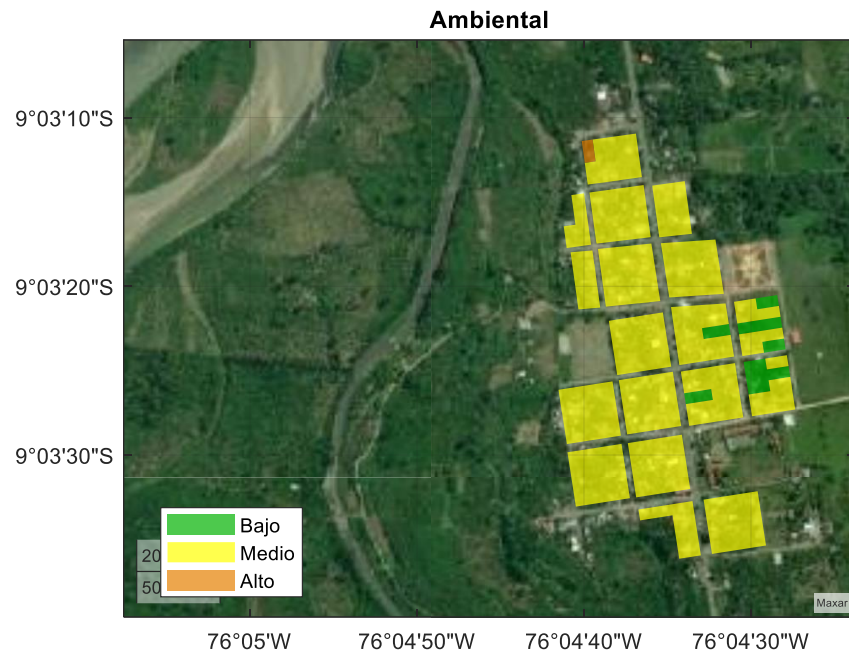
Nota: Obtenido del programa ARGIS.

- **Dimensión Ambiental:** En este rubro, la mayoría se clasifica en Medio (153), quedando 10 en Bajo, 1 en Alto y ninguno en Muy Alto (Tabla 8). El predominio del nivel Medio apunta a que los espacios naturales y las prácticas de manejo ambiental no presentan un deterioro extremo, pero sí existen carencias que potencialmente agravan los efectos de la inundación (como una disposición deficiente de residuos o cobertura vegetal limitada). El único caso en Alto exige atención prioritaria, pues podría indicar la existencia de basurales críticos o ausencia de mantenimiento de riberas. El grupo en Bajo (10) implica ciertas condiciones

favorables en materia ambiental, aunque no se trata de un porcentaje elevado dentro del total analizado (Figura 14).

Figura 14

Vulnerabilidad ambiental ante inundaciones en Santo Domingo de Anda

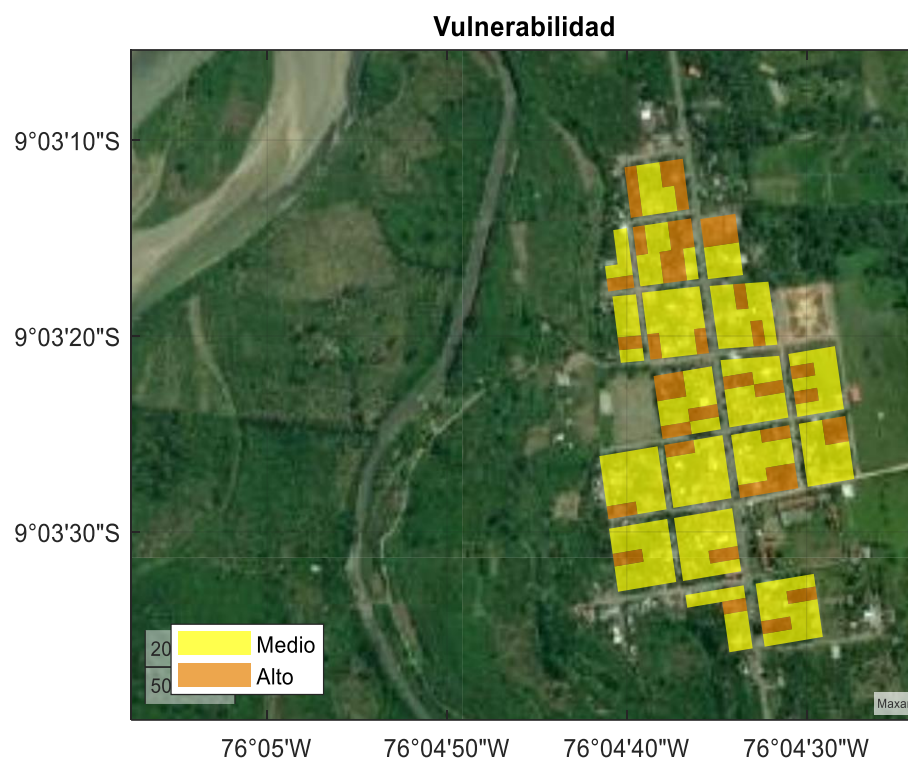


Nota: Obtenido del programa ARGIS.

- **Vulnerabilidad total:** El cuadro evidencia que, en conjunto, la vulnerabilidad se concentra en dos niveles: 40 casos clasificados en Alto y 124 en Medio, sin presencia en Muy Alto ni en Bajo (Tabla 8). Esta ausencia de hogares o establecimientos en los extremos más críticos o favorables sugiere un escenario relativamente homogéneo, donde la mayoría presenta condiciones moderadas de fragilidad y exposición, pero no alcanza el grado de riesgo extremo que implicaría una calificación “Muy Alto”. Sin embargo, la presencia de 40 casos en “Alto” indica que existe un sector notable que enfrenta dificultades considerables para hacer frente a situaciones de inundación, quizás por factores como la falta de recursos financieros, materiales de construcción inadecuados o escasa accesibilidad para una evacuación oportuna (Figura 15).

Figura 15

Vulnerabilidad total ante inundaciones en Santo Domingo de Anda



Nota: Obtenido del programa ARGIS.

Tabla 8

Análisis de indicadores de vulnerabilidad total

Dimensión	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Social	0	60	94	10
Económica	2	81	81	0
Ambiental	0	1	153	10
Vulnerabilidad	0	40	124	0

Nota. Obtenido en el levantamiento de información durante el trabajo de campo

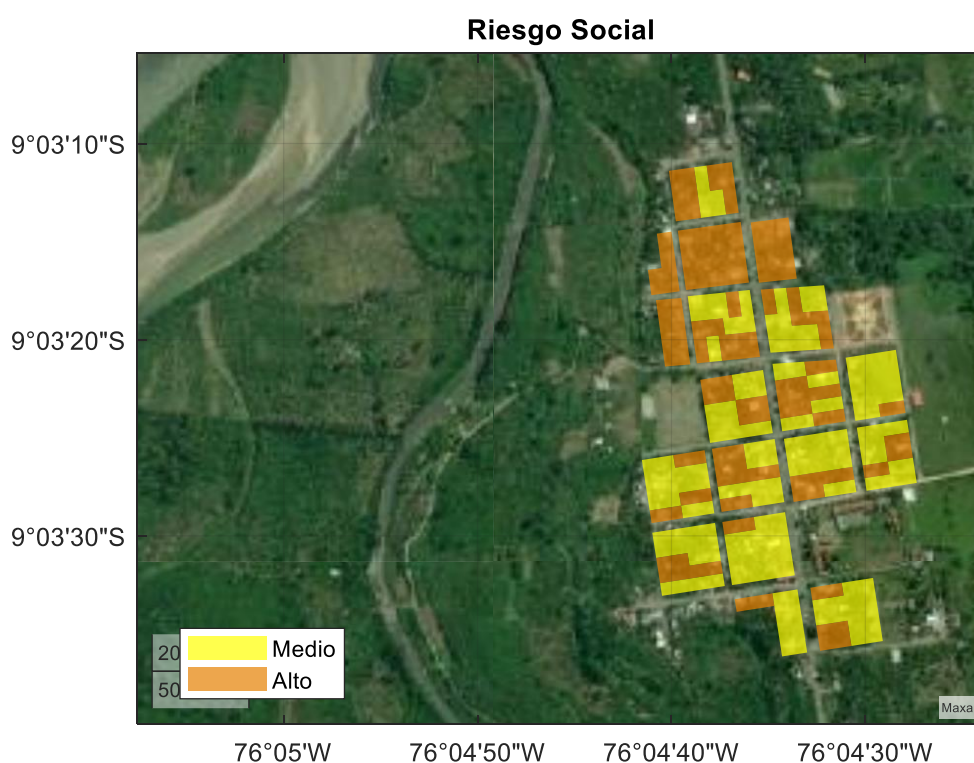
4.3. RIESGOS

- **Riesgo Social:** El riesgo social, con 74 casos en nivel Alto y 90 en Medio, refleja factores como ubicación de viviendas y composición familiar. La ausencia de valores en Muy Alto o Bajo indica que nadie se halla en un extremo de vulnerabilidad ni en condiciones muy seguras (Tabla 9). No obstante, el predominio de niveles intermedios y elevados sugiere que la comunidad requiere mayor preparación ante posibles inundaciones (Figura 16). La densidad de ocupación, presencia de adultos mayores o niños y condición de salud inciden en la rapidez de evacuación y el daño potencial. La calidad de infraestructura y la

coordinación con autoridades también influyen en la magnitud de las pérdidas. Es esencial reforzar la educación preventiva, la organización vecinal y el soporte a personas con movilidad reducida, para acortar los tiempos de respuesta y recuperación. Con ello, se podría reducir el impacto social de un evento hidrometeorológico severo y mejorar la capacidad colectiva de afrontar crecidas futuras.

Figura 16

Riesgo social ante inundaciones en Santo Domingo de Anda



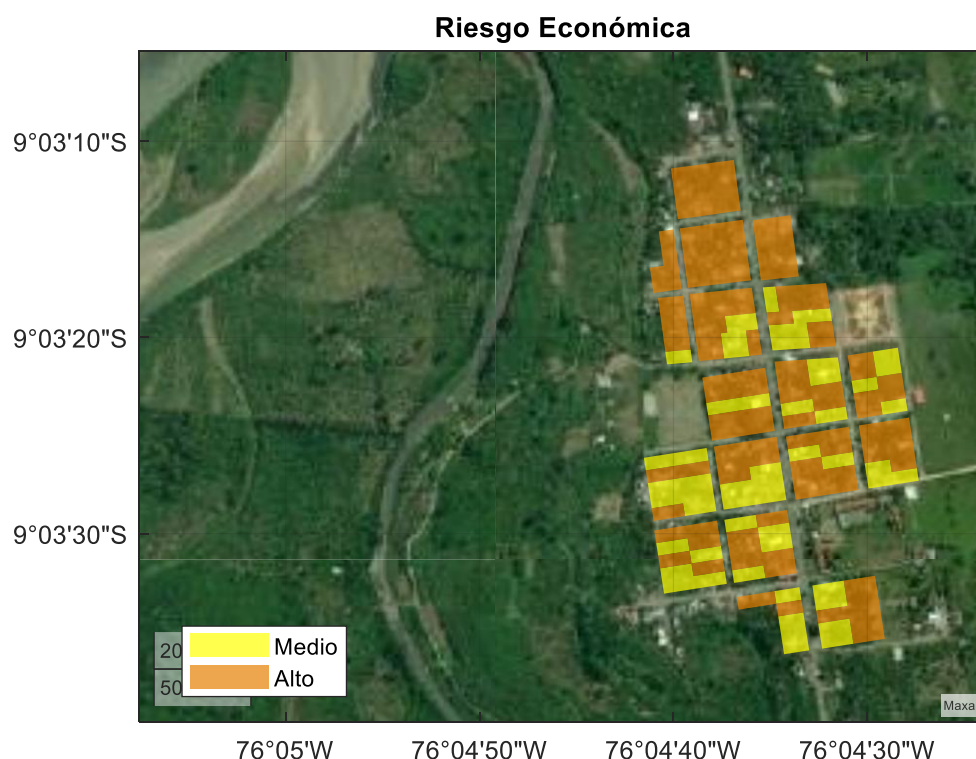
Fuente: Obtenido del programa ARGIS.

- Riesgo Económico:** El riesgo económico se concentra en 111 casos en Alto, 53 en Medio y ninguno en Muy Alto o Bajo (Tabla 9). Esto sugiere que la mayoría de las actividades productivas enfrenta dificultades notables ante inundaciones, sin llegar a extremos críticos, pero tampoco disfrutando de una situación estable (Figura 17). Las pérdidas potenciales incluyen daños a infraestructuras, interrupción de servicios y caída de ventas, lo que puede afectar gravemente a muchas familias. El acceso a créditos, la existencia de seguros y la diversificación de ingresos son elementos clave para superar desastres. Además, la recuperación de caminos y redes de transporte incide en la rapidez con

que los comercios vuelven a operar. En este sentido, fomentar planes de contingencia y reforzar la coordinación entre autoridades y empresarios reduciría el impacto y promovería la reactivación temprana de la actividad productiva. Así, se fortalecería la estabilidad económica local tras un evento inundable.

Figura 17

Riesgo económico ante inundaciones en Santo Domingo de Anda



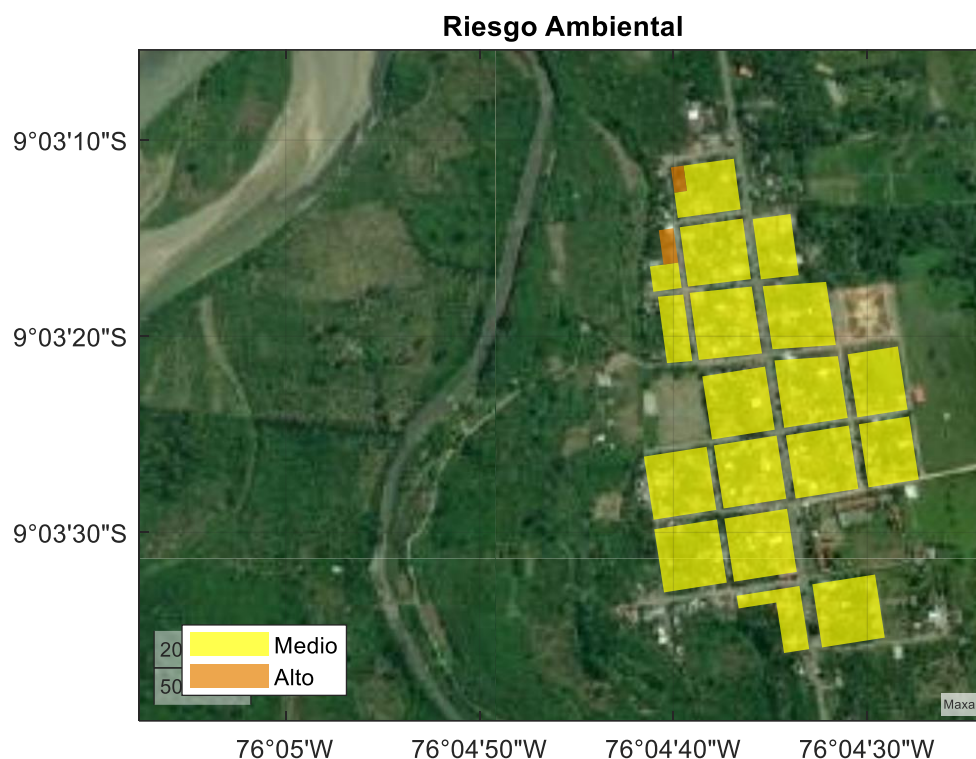
Nota: Obtenido del programa ARGIS.

- **Riesgo Ambiental:** La clasificación del riesgo ambiental muestra 2 casos en Alto y 162 en Medio, sin registros en Muy Alto o Bajo (Tabla 9). Este patrón sugiere que no existen condiciones extremas de deterioro, pero tampoco manejo ambiental suficientemente sólido para un riesgo mínimo. El gran número en Medio indica conservación limitada, basurales dispersos y mantenimiento anual de riberas que no basta ante fuertes inundaciones (Figura 18). La falta de vegetación ribereña potencia desbordes y erosión, además de contaminar el agua. Para mitigar estos riesgos, se recomienda reforzar la capacitación ambiental, impulsar la revegetación y limpiar cauces con mayor frecuencia. La articulación entre comunidad y autoridades permite diseñar planes de

contingencia ecológica, reduciendo daños y acelerando la recuperación tras un evento severo. Con estrategias apropiadas, la zona podría pasar de un escenario de riesgo ambiental moderado a uno más seguro a largo plazo.

Figura 18

Riesgo ambiental ante inundaciones en Santo Domingo de Anda



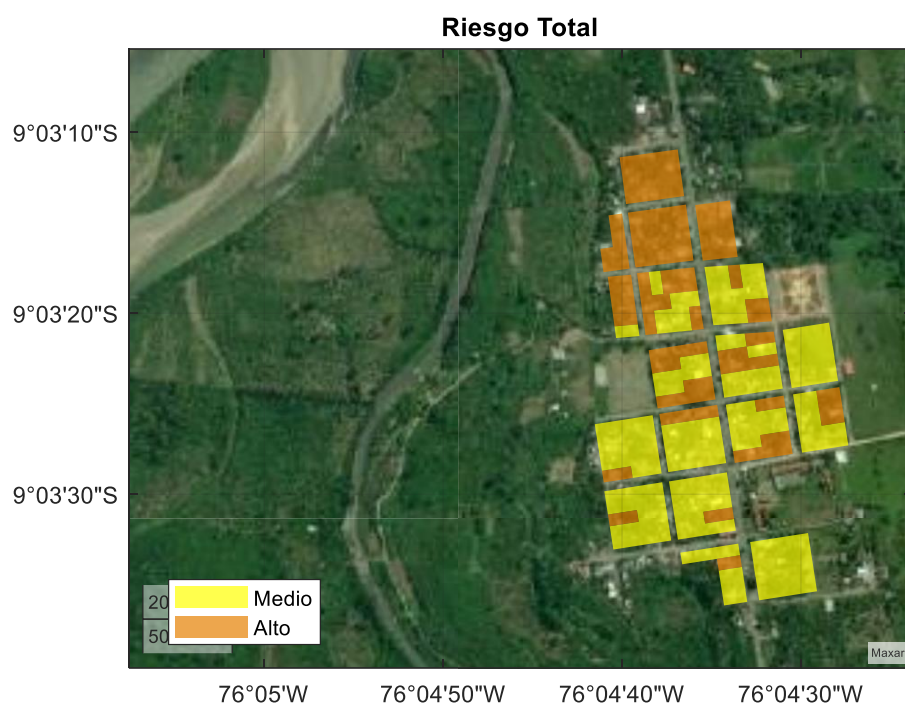
Nota: Obtenido del programa ARGIS.

- Riesgo Total:** La fila “Total” refleja 66 casos en riesgo Alto y 98 en Medio, sin registros en Muy Alto ni Bajo (Tabla 9). Esta distribución integra las condiciones sociales, económicas y ambientales, revelando que la mayoría permanece en niveles intermedios, con un núcleo sustancial en Alto. La ausencia de casos en Bajo indica que ningún sector presenta una capacidad sólida de afrontamiento. Al mismo tiempo, no se observan grupos en Muy Alto, lo que evita una precariedad absoluta. No obstante, los 66 casos en Alto requieren atención prioritaria, pues podrían enfrentar daños considerables si no se refuerzan las medidas de prevención. Este panorama insta a desarrollar planes de emergencia, invertir en defensas y promover la organización vecinal, con miras a enfrentar inundaciones de manera más efectiva (Figura 19). Optimizar la

coordinación institucional y fortalecer las redes de apoyo local ayudaría a reducir el impacto y acelerar la recuperación posterior, encaminando a la comunidad hacia condiciones más seguras.

Figura 19

Riesgo total ante inundaciones en Santo Domingo de Anda



Nota: Obtenido del programa ARGIS.

Tabla 9

Análisis de riesgo ante inundaciones en Santo Domingo de Anda

Riesgos	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Social	0	74	90	0
Económica	0	111	53	0
Ambiental	0	2	162	0
Total	0	66	98	0

Nota. Obtenido en el levantamiento de información durante el trabajo de campo

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CON RESPECTO A LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

Los resultados obtenidos en Santo Domingo de Anda indican que, de las 164 viviendas evaluadas, 150 (91%) presentan un nivel de peligro Alto y 14 (9%) se ubican en un nivel Medio, sin encontrarse casos en Muy Alto ni Bajo (Tabla 4). Esta distribución difiere de lo reportado por García (2021), quien identificó en su estudio un 14,4% de lotes con peligro Muy Alto en Santa Rosa de Shapajilla, lo cual pone de manifiesto que las condiciones geográficas y climáticas pueden variar incluso en zonas cercanas dentro de la misma región. En concordancia, López (2020) halló 31 lotes (7,4%) con peligro Alto y 7 (1,7%) en Muy Alto, un patrón que contrasta con la homogeneidad observada en Santo Domingo de Anda, donde la mayoría se concentra en nivel Alto y no aparecen categorías extremas. Estas disparidades muestran que la intensidad y la frecuencia de las inundaciones, así como la topografía y la infraestructura de protección, influyen directamente en la clasificación del peligro. Adicionalmente, el uso de metodologías como la del CENEPRED y la disponibilidad de datos topográficos con detalle, marcan diferencia en la precisión de los resultados (Zúñiga, 2020). En síntesis, aunque no se reporten valores “Muy Altos” de peligro en el caso local, los 150 lotes en “Alto” dejan claro que los daños potenciales serían significativos en ausencia de medidas de prevención.

5.2. CON RESPECTO A LA SUSCEPTIBILIDAD

En el centro poblado de Santo Domingo de Anda, la susceptibilidad se reparte en 126 viviendas (77%) en nivel Alto y 38 (23%) en nivel Medio (Tabla 4), lo cual coincide con estudios previos que emplearon la metodología del CENEPRED y hallaron también altos porcentajes de susceptibilidad, como en la investigación de Mamani y Ascue (2018), quienes determinaron una predominancia de zonas clasificadas con un peligro mayormente Alto en Písac para periodos de retorno de 50, 100 y 500 años. Aunque no se use exactamente la misma escala de valores, la correlación entre factores condicionantes (pendiente, geomorfología, tipo de suelo) y el factor

desencadenante (precipitaciones o crecidas) indica que buena parte de la población se ubica en sectores naturalmente propensos a anegarse. En el estudio de Portella y Villafuerte (2020), la susceptibilidad también resultó elevada en el caserío Sincape (Olmos), destacando la influencia de la topografía local y la ausencia de estructuras de encauzamiento, condiciones que se asemejan a las halladas en Santo Domingo de Anda. Así, la alta susceptibilidad corroborada en estos escenarios subraya la urgencia de adoptar barreras físicas y planes de ordenamiento que reduzcan el riesgo de inundación.

5.3. CON RESPECTO AL PARÁMETRO GENERAL DE EVALUACIÓN

En Santo Domingo de Anda, el parámetro general de evaluación se fundamenta en la frecuencia de inundaciones, que abarca al 100% de las viviendas (164) con un descriptor D1 ($< 0,5$ años), evidenciando más de dos inundaciones al año (Tabla 4). Esta realidad supera incluso a lo reportado por Ntanganedzeni y Nobert (2021), quienes describieron periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años en la cuenca del río Luvuvhu, observando para cada evento extensiones inundadas de 462407 m², 539198 m², 594735 m² y 65925 m², respectivamente. La diferencia radica en que, mientras en Sudáfrica se analizaron escenarios con retornos de varias décadas, en Santo Domingo de Anda la recurrencia anual de las crecidas muestra un patrón mucho más inmediato y frecuente. Zúñiga (2020), por su parte, manejó horizontes de 10 a 500 años para la ciudad de Huancavelica, evidenciando incrementos progresivos en la magnitud del evento, aunque sin una frecuencia tan alta como la observada en este estudio local. En consecuencia, la intensidad o periodicidad de las lluvias, junto con la capacidad de los ríos para desbordarse, coloca a la población de Santo Domingo de Anda en una situación de constante exposición a eventos inundables.

5.4. CON RESPECTO A LOS FACTORES CONDICIONANTES

Los factores condicionantes (pendiente, altitud, distancias al río, geomorfología y tipo de suelo) en Santo Domingo de Anda muestran una distribución que ubica 39 viviendas en un nivel Alto y 125 en Medio, sin registros en Muy Alto o Bajo (Tabla 2). Esta configuración se asemeja a la

descrita por Huaracc Chancasanampa (2018), quien destacó la importancia de la caracterización morfométrica y la geomorfología de la cuenca Tarahuayco en Ayacucho, encontrando también un patrón mayoritario de riesgo alto debido a la pendiente casi nula y la cercanía de los asentamientos a cauces. Asimismo, en el estudio de Zúñiga Ramos (2020) se incluyeron factores como geología y morfometría, concluyendo que zonas con topografías planas o suelos aluviales se clasifican más frecuentemente en niveles de susceptibilidad elevados. En Santo Domingo de Anda, la altitud promedio oscila entre 601 y 602 m para la mayoría de las viviendas (68%), y las pendientes menores al 2% abarcan la totalidad de los hogares. Estos rasgos topográficos facilitan el estancamiento del agua, lo cual se combina con una cercanía media (200–500 m) al río para exacerbar la condicionante. Si no se implementan diques o defensas ribereñas acordes, la saturación del terreno y la penetración rápida del agua mantendrán altos índices de susceptibilidad.

5.5. CON RESPECTO A LOS FACTORES DESENCADENANTES

Para el caso de Santo Domingo de Anda, el factor desencadenante se concentra en un nivel Muy Alto para todas las viviendas (164), debido a precipitaciones máximas diarias que superan los 73,10 mm (Tabla 2). Este hallazgo coincide con lo planteado por Nina Mamani y Almanza Ascue (2018), quienes consideraron la intensidad de las lluvias como un disparador clave del desborde del río Vilcanota en Písac. Incluso en estudios como el de El Bilali et al. (2021), la ruptura de presas o fuertes precipitaciones también figura como un factor desencadenante esencial para determinar el potencial de inundación. En Santo Domingo de Anda, el umbral de 73,10 mm es sobrepasado con frecuencia, disparando crecidas súbitas que saturan suelos y drenajes con rapidez. Este comportamiento no solo incrementa la cota de anegamiento, sino que, dada la escasa pendiente del terreno, prolonga el tiempo de inundación y dificulta las labores de evacuación. Así, la totalidad de viviendas en “Muy Alto” para factores desencadenantes confirma la urgencia de instalar sistemas de alerta temprana y reforzar infraestructuras de defensa, apuntalando los hallazgos de estudios internacionales y nacionales que

señalan la relevancia de las condiciones hidrometeorológicas como causantes inmediatos de los desbordes (Ntanganedzeni & Nobert, 2021).

5.6. CON RESPECTO A LA VULNERABILIDAD

• EXPOSICIÓN DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL

La exposición en la dimensión social de Santo Domingo de Anda se aprecia principalmente en la ubicación de la vivienda con respecto a la zona inundable y la densidad de ocupación. De las 164 viviendas evaluadas, 139 (85%) se encuentran entre 200 y 500 metros del cauce del río, 24 (15%) a más de 500 metros y solo 1 (1%) entre 100 y 199 metros (Tabla 5). Este patrón expone a la mayoría de los hogares a crecidas moderadas o grandes, lo cual se asemeja a lo reportado por Nina Mamani y Almanza Ascue (2018), quienes encontraron concentraciones similares de viviendas en rangos de distancias que, si bien no son muy próximas al río, quedan expuestas cuando la crecida supera barreras naturales. Asimismo, la densidad de ocupación indica que 29 viviendas (18%) superan las cinco personas por hogar, complicando la evacuación en caso de inundaciones súbitas, especialmente bajo situaciones como la ocurrida en la quebrada Tarahuayco (Huaracc Chancasanampa, 2018), donde la alta densidad de pobladores incidió en el grado de afectación social.

• FRAGILIDAD DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL

En cuanto a la fragilidad social, se destacan factores como la condición de salud, el grupo etario y las características constructivas de la vivienda. Un 53% de las viviendas reporta algún tipo de discapacidad (leve, moderada, alta o muy alta), lo cual incrementa la dificultad de respuesta inmediata ante el avance de las aguas (Tabla 5). Estos hallazgos resultan comparables a lo hallado por Zúñiga Ramos (2020), donde la presencia de adultos mayores y poblaciones con movilidad reducida jugó un papel determinante en la magnitud de daños humanos. Además, el 28% (46) de las viviendas están construidas en madera o calamina en buen estado y el 15% (24) en estado semideteriorado, porcentaje que coincide con lo señalado por López Ordinola (2020), quien evidenció que las edificaciones precarias en zonas inundables sufren daños estructurales más severos. De igual modo, la antigüedad de la

vivienda, con un 20% (32) superando los 15 años, contribuye a la debilidad estructural frente a la presión hidráulica, hecho que refuerza la necesidad de reevaluar y reforzar las edificaciones.

- **RESILIENCIA DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL**

La resiliencia social en este estudio se midió a través del nivel educativo del jefe de hogar y la disponibilidad de recursos inmediatos para la subsistencia. Un 24% (40) cuenta con educación superior, lo que coincide con lo encontrado por García Verde (2021), donde la formación académica facilitó la comprensión y gestión del riesgo al motivar acciones más informadas, como la contratación de seguros o la coordinación con autoridades locales. Sin embargo, un 11% (18) permanece sin instrucción formal, lo que puede obstaculizar la toma de decisiones rápidas durante eventos de crecida. En términos de ahorros disponibles, solo un 15% (24) de los hogares puede sostenerse más de quince días sin ingresos, cifra parecida al 13% de casos con capacidad de apenas 0 a 1 día, reflejando el riesgo de colapso económico ante una inundación prolongada. Estos resultados (Tabla 5) son congruentes con El Bilali et al. (2021), donde se señala que la prevención y el manejo oportuno de la evacuación dependen en gran medida de la sensibilización y recursos disponibles, ejes centrales para fortalecer la resiliencia social.

- **EXPOSICIÓN DE LA VULNERABILIDAD ECONÓMICA**

La exposición económica se centra en la ubicación de establecimientos comerciales cercanos a las zonas inundables. De acuerdo con los datos, las 164 viviendas (100%) se ubican dentro del rango de 100 a 200 metros del cauce, y ninguna se emplaza más allá de 200 metros o sobre el cauce (Tabla 6). Esta concentración difiere de la investigación de Ntanganedzeni y Nobert (2021), quienes identificaron usos del suelo mixtos (asentamientos, cultivos y recursos naturales) en el área inundable del río Luvuvhu. En Santo Domingo de Anda, la totalidad de negocios se localiza en una franja de riesgo, lo que implica que un único evento de crecida fuerte puede afectar simultáneamente la mayoría de las actividades productivas. Este factor es especialmente crítico si se compara con Portella Delgado y Villafuerte Mayanga (2020), quienes reportaron dispersión de las actividades comerciales a distintas altitudes y

distancias, mitigando así el impacto económico general. Sin embargo, la situación local expone significativamente la economía a una paralización repentina.

- **FRAGILIDAD DE LA VULNERABILIDAD ECONÓMICA**

El estado de endeudamiento de los negocios en Santo Domingo de Anda representa la principal fuente de fragilidad. Se observa que un 23% (37) mantiene deudas altas y un 12% (20) sufre de sobreendeudamiento crítico, lo que dificulta la recuperación postinundación (Tabla 6). Este panorama coincide con lo encontrado por López Ordinola (2020), quien evidenció que, tras un evento de crecida, los propietarios con compromisos financieros elevados enfrentan mayores dificultades para reponer inventarios o restaurar locales, aumentando la probabilidad de quiebra. La concentración de todos los comercios en la misma franja inundable agrava la situación, pues la caída simultánea de varios negocios debilita la economía local en su conjunto. Sumado a ello, solo el 18% (30) cuenta con deudas muy bajas o inexistentes, una proporción insuficiente para soportar colectivamente los efectos de un evento severo. Estas cifras resaltan la importancia de planes de contingencia financieros y de fomentar el acceso a seguros o líneas de crédito de emergencia, como sugieren El Bilali et al. (2021).

- **RESILIENCIA DE LA VULNERABILIDAD ECONÓMICA**

En términos de resiliencia, se analizó la disponibilidad de ahorros que permite a los establecimientos subsistir sin ingresos inmediatos. Un 15% (24) puede sostener operaciones más de 15 días, mientras un 13% (21) sobrevive menos de 24 horas sin ingresos. Esta brecha retrata una economía local polarizada, parecida al caso de Huaracc Chancasanampa (2018), donde los pequeños negocios con escaso capital de reserva resultaban los primeros en cerrar tras inundaciones. Asimismo, el 32% (52) cuenta con fondos para solo 4 a 7 días, cifra que, en un escenario de daños graves a la infraestructura vial y comercial, no garantiza la reactivación oportuna (Tabla 6). Según Zúñiga Ramos (2020), la permanencia de negocios y la recuperación rápida dependen también de la disponibilidad de caminos y puentes, por lo que la falta de un plan de continuidad operativa refuerza la vulnerabilidad económica. En síntesis, la

resiliencia es limitada y requiere mejoras en la cultura de ahorro y mecanismos de apoyo gubernamental que permitan sostener el sector productivo frente a desastres recurrentes.

- **EXPOSICIÓN DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL**

La exposición ambiental se manifiesta principalmente en la cercanía de los asentamientos a cuerpos de agua y la cobertura de la superficie. En Santo Domingo de Anda, un 85% (139) se sitúa entre 200 y 500 metros del río, mientras el 15% (24) se ubica a más de 500 metros (Tabla 7). Aun cuando estos rangos no parezcan mínimos, el caudal y el terreno plano favorecen la propagación del agua durante eventos de crecida, tal como observaron Portella y Villafuerte (2020) en la localidad de Sincapi, donde los suelos aluviales y la escasa pendiente potencian el anegamiento más allá de las distancias más críticas. La exposición ambiental es similar a la descrita por Mamani y Ascue (2018), quienes destacaron la vulnerabilidad de las zonas próximas a la ribera por la ausencia de barreras vegetales significativas que frenen el desborde. Sin un corredor biológico o estrategias de protección ribereña, la expansión de las aguas fluye con facilidad hacia áreas que, aunque no estén muy cercanas, terminan inundadas tras eventos de alta precipitación.

- **FRAGILIDAD DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL**

La presencia de basurales o puntos críticos de residuos es total (164 viviendas con dos a tres lugares de acopio inadecuado), indicando un manejo deficiente que puede obstruir drenajes naturales y canales (Tabla 7). Este factor coincidió en el estudio de Zúñiga Ramos (2020), donde se enfatizó que la acumulación de desechos en cauces incrementa la magnitud de la inundación al bloquear el flujo. De modo similar, García Verde (2021) subrayó la contaminación en quebradas como un elemento que amplifica la vulnerabilidad, dado que el arrastre de residuos contamina el agua y extiende el alcance del impacto medioambiental. En Santo Domingo de Anda, ninguna vivienda registra “cero” puntos críticos de basura, situación que contrasta con otros escenarios donde, por lo menos, un porcentaje reducido mantiene una gestión más adecuada. Esta uniformidad negativa conlleva una alta fragilidad,

pues ante las intensas lluvias los sistemas de drenaje se colapsan con mayor facilidad, exponiendo a la comunidad a problemas de salubridad y erosión acelerada.

- **RESILIENCIA DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL**

La resiliencia ambiental está asociada al mantenimiento de riberas y la capacitación ambiental. En Santo Domingo de Anda, se ejecuta un mantenimiento anual programado para el 100% de las viviendas, según la información levantada; no obstante, no se registran limpiezas continuas ni planes integrales de refuerzo de los márgenes fluviales. Esta situación, de acuerdo con Ntanganedzeni y Nobert (2021), limita la efectividad de la prevención, pues las limpiezas anuales resultan insuficientes frente a precipitaciones extremas. Además, la capacitación ambiental presenta un rango variable: un 21% (34) en muy alto, 27% (44) en alto y 52% (86) entre moderado y muy bajo (Tabla 7). Dicha distribución es comparable al estudio de El Bilali et al. (2021), donde se mencionó que una población con formación ambiental limitada dificulta la adopción de prácticas como segregación de residuos y reforestación de riberas. En consecuencia, la resiliencia ambiental en Santo Domingo de Anda se mantiene en un nivel medio, requiriendo políticas de educación ambiental más intensivas y acuerdos multisectoriales para reforzar diques y cauces, minimizando la degradación del entorno y reduciendo la probabilidad de inundaciones severas.

- **VULNERABILIDAD SOCIAL**

La vulnerabilidad social en Santo Domingo de Anda presenta 60 viviendas (36%) en nivel Alto, 94 (57%) en Medio y 10 (6%) en Bajo, sin presencia de Muy Alto (0%) (Tabla 8). Este patrón denota que existe un porcentaje considerable de la población con limitaciones sociales para enfrentar inundaciones, sean estas relacionadas con la capacidad de movilización, la condición de salud o las características constructivas de las viviendas. El hallazgo coincide parcialmente con lo descrito por Nina Mamani y Almanza Ascue (2018), quienes observaron en Písac la preponderancia de hogares con altos grados de dependencia (niños, adultos mayores) que limitaban la respuesta oportuna ante el desborde de ríos. Asimismo, según García Verde

(2021), la fragilidad de las estructuras y la escasa instrucción de parte de la población inciden en la lentitud de la evacuación y la magnitud de los daños. En el caso de Santo Domingo de Anda, se mantiene una proporción mayoritaria en niveles intermedios (57%), lo que sugiere condiciones mixtas de preparación y fragilidad social. Sin embargo, el 36% calificado en Alto implica que es urgente fortalecer la organización comunal, mejorar la calidad constructiva y elevar la conciencia preventiva para reducir el riesgo humano y material.

- **VULNERABILIDAD ECONÓMICA**

En la dimensión económica, la evaluación arroja 2 viviendas (1%) en Muy Alto, 81 (49%) en Alto, 81 (49%) en Medio y ninguna (0%) en Bajo (Tabla 8). Esta concentración entre los niveles Alto y Medio resalta la inestabilidad financiera de muchos hogares y establecimientos ante inundaciones frecuentes, aspecto que coincide con lo reportado por López Ordinola (2020), donde el elevado endeudamiento y la falta de reservas dificultaban la reconstrucción posdesastre en zonas urbanas de Piura. De igual forma, El Bilali et al. (2021) advierten que la ausencia de seguros o fondos de contingencia amplía la brecha de recuperación. En Santo Domingo de Anda, un porcentaje significativo de comercios enfrenta deudas altas o sobreendeudamiento, sumado a una reserva de ahorros que en la mayoría de los casos solo alcanza para unos pocos días sin ingresos. Esta situación provoca un alto riesgo de quiebra colectiva si la inundación interrumpe la actividad económica por varios días. Por ello, se requieren planes de reactivación, acceso a líneas de crédito de emergencia y seguros para mantener la estabilidad económica y evitar ciclos de pobreza tras los eventos hidrometeorológicos.

- **VULNERABILIDAD AMBIENTAL**

En el aspecto ambiental, 1 vivienda (1%) se ubica en nivel Alto, 153 (93%) en Medio y 10 (6%) en Bajo, sin registro en Muy Alto (Tabla 8). Este panorama refleja una carencia de prácticas óptimas de conservación, aunque no se hallan focos críticos de deterioro extremo. Tal conclusión se asemeja a lo expuesto por Ntanganedzeni y Nobert (2021), quienes mostraron que la deficiente limpieza de cauces y la falta de barreras naturales incrementan la

permeabilidad del río para sobrepasar límites. En Santo Domingo de Anda, el 100% de las viviendas reporta la existencia de dos a tres basurales cercanos, situación que coincide con lo descrito por Zúñiga Ramos (2020), donde la acumulación de residuos condujo a mayores daños ambientales y dificultades en el drenaje de las inundaciones. Además, se realiza un mantenimiento anual de los márgenes y cauces, pero no constante, lo cual limita la capacidad de los ecosistemas para mitigar la fuerza de las crecidas. A pesar de que el grueso de las viviendas se clasifique en un nivel Medio (93%), el único caso en Alto exige atención prioritaria, puesto que una gestión inapropiada de residuos y la ausencia de protección ribereña pueden agravar el escenario en un evento de mayor magnitud.

- **VULNERABILIDAD TOTAL**

Al integrar las tres dimensiones (social, económica y ambiental), se obtiene que 40 viviendas (24%) presentan una vulnerabilidad Alta y 124 (76%) una vulnerabilidad Media, sin registros en Muy Alto ni en Bajo (Tabla 8). En términos generales, esta ausencia de hogares en los extremos coincide con lo observado por Portella Delgado y Villafuerte Mayanga (2020), quienes resaltaron la influencia de distintos factores (ubicación, recursos económicos y nivel de instrucción) para determinar la vulnerabilidad agregada. En Santo Domingo de Anda, la gran mayoría se concentra en un nivel intermedio, donde ciertos aspectos (p. ej., acceso a alguna forma de ahorro o construcción parcialmente reforzada) brindan cierta capacidad de respuesta, aunque no garantizan protección completa ante inundaciones graves. Asimismo, el 24% en Alto indica que una porción notable de la población carece de mecanismos de resiliencia eficaces, dependencia que en caso de crecidas anuales o extraordinarias puede derivar en pérdidas materiales y humanas. Según Zúñiga Ramos (2020), reducir dicha vulnerabilidad depende de la coordinación interinstitucional, la inversión en infraestructura de defensa y la capacitación ciudadana, reforzando de manera conjunta los componentes social, económico y ambiental.

5.7. SOBRE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN EN SANTO DOMINGO DE ANDA

- **Riesgo Social**

Los resultados evidencian que, en Santo Domingo de Anda, el riesgo social se distribuye en 74 casos (45%) en nivel Alto y 90 (55%) en Medio, sin presencia de Muy Alto ni Bajo (Tabla 9). Esta tendencia se asemeja a lo reportado por García Verde (2021), donde una parte importante de la población también se concentró en niveles intermedios y elevados de riesgo, reflejando problemas como la densidad de ocupación, las limitaciones de salud, la precariedad de las estructuras y la educación. Según Nina Mamani y Almanza Ascue (2018), el alto riesgo social se incrementa por la dificultad de evacuar a grupos vulnerables (niños, adultos mayores, personas con discapacidad) y la falta de organización vecinal, lo que enlentece la respuesta. En Santo Domingo de Anda, la ausencia de casos en Muy Alto sugiere que no se observan condiciones críticas extremas, pero el 45% en nivel Alto advierte que las afectaciones para quienes presentan fragilidad social (como edificaciones endebles o recursos limitados) pueden ser severas. Esto coincide con lo mencionado por Zúñiga Ramos (2020), quien subraya la importancia de planes de contingencia y prácticas de autoprotección para disminuir pérdidas humanas y materiales en zonas expuestas a crecidas frecuentes. Asimismo, el hecho de que ningún grupo esté en Bajo resalta la necesidad de reforzar la educación, la organización y la infraestructura socialmente inclusiva, de modo que se pueda reducir la vulnerabilidad ante las inundaciones cíclicas del río Huallaga.

- **Riesgo Económico**

La evaluación del riesgo económico en Santo Domingo de Anda señala que 111 (68%) de los casos se ubican en nivel Alto y 53 (32%) en nivel Medio, sin presencia en Muy Alto ni Bajo (Tabla 9). Este patrón refleja una situación relativamente homogénea en la que la mayoría de los negocios y hogares carecen de las condiciones financieras para resistir o recuperarse de un evento de gran magnitud. De igual modo, contrasta ligeramente con lo informado por López Ordinola (2020), quien encontró

un pequeño porcentaje (1,7%) en riesgo Muy Alto y un 7,4% en Alto; esta diferencia obedece posiblemente a la ubicación más dispersa y al nivel de endeudamiento que varía entre regiones. Además, el factor de exposición —todas las viviendas se ubican a 100–200m del cauce— incrementa la probabilidad de un impacto simultáneo en la economía local. Tal como enfatizan El Bilali et al. (2021), la gestión de tráfico y la prevención de pérdidas pueden disminuir el riesgo financiero, pero, si no se cuenta con créditos o seguros, los comerciantes más endeudados corren peligro de quiebra. Asimismo, la falta de planes de continuidad y la baja resiliencia en términos de ahorros (solo 15% con más de 15 días de fondo) complican una recuperación rápida tras el anegamiento. En conclusión, el riesgo económico Alto en Santo Domingo de Anda demanda respuestas articuladas desde el gobierno y el sector privado, fomentando el acceso a capital y promoviendo seguros contra desastres.

- **Riesgo Ambiental**

En la dimensión ambiental, 2 casos (1%) se hallan en riesgo Alto y 162 (99%) en riesgo Medio, sin registros en Muy Alto ni Bajo (Tabla 9). Este resultado resalta la ausencia de focos críticos de degradación extrema, pero tampoco se aprecian zonas con un manejo ambiental tan sólido como para clasificarse en Bajo. Este hallazgo se alinea con Portella Delgado y Villafuerte Mayanga (2020), donde las prácticas ambientales en la zona de Sincape mostraban condiciones de mediana a alta vulnerabilidad, influyendo en el riesgo. En Santo Domingo de Anda, la presencia de basurales en la totalidad de los sectores y la dependencia de un mantenimiento anual (y no continuo) de riberas conforman los ejes que mantienen el riesgo en niveles medios. No obstante, solo un caso reporta riesgo Alto, probablemente asociado a problemas puntuales como acumulación extrema de residuos o ausencia de cobertura vegetal, algo que también detectó Zúñiga Ramos (2020) en ciertas áreas de Huancavelica con sistemas de drenaje muy limitados. La importancia de la capacitación ambiental (casi la mitad de los hogares con niveles bajos y moderados) sugiere la necesidad de impulsar la reforestación y limpiar cauces con mayor frecuencia para reducir el potencial de desborde y la

dispersión de contaminantes. Según Ntanganedzeni y Nobert (2021), el refuerzo de barreras naturales y la correcta disposición de residuos mejoran la calidad de las aguas y reducen la magnitud de la inundación al servir como protección ecológica.

- **Riesgo Total**

La evaluación del riesgo total en Santo Domingo de Anda muestra que 66 viviendas (40%) se clasifican en nivel Alto y 98 (60%) en nivel Medio, sin registro en Muy Alto o Bajo (Tabla 9). Esta tendencia refuerza la idea de una situación uniforme donde los factores de peligro (principalmente la frecuencia de inundaciones y la topografía casi llana) se conjugan con las vulnerabilidades sociales y económicas para dar lugar a un escenario de riesgo predominante en intervalos medio y alto. La ausencia de Muy Alto se diferencia de lo hallado por García Verde (2021) en Santa Rosa de Shapajilla, donde un 9,2% alcanzó el riesgo Muy Alto, posiblemente por las variaciones en el método de clasificación o las características hidrográficas de cada sitio. Así también, la falta de casos en Bajo corrobora la inexistencia de zonas francamente seguras, como reportara Nina Mamani y Almanza Ascue (2018) en Písac, donde una elevada intensidad de precipitación y cercanía al río Vilcanota incrementaba la susceptibilidad del 100% de la zona. En Santo Domingo de Anda, la suma de factores desencadenantes (muy altos), condicionantes (mayoritariamente en niveles medios y altos) y la recurrencia anual de crecidas refuerzan la relevancia de medidas de mitigación integrales. Siguiendo las propuestas de Zúñiga Ramos (2020), urge la actualización de planes de contingencia, el reforzamiento de márgenes fluviales y la articulación de la comunidad con autoridades locales y regionales para reducir la proporción de viviendas en riesgo Alto y tender hacia un control más eficiente de inundaciones.

CONCLUSIONES

1. El 91%, (150) de viviendas se clasifican en peligro Alto, mientras 14 (9%) se sitúan en peligro Medio, y no se reportan casos en los niveles Muy Alto o Bajo.
2. El 24% (40) se ubican en vulnerabilidad Alta, 124 (76%) en vulnerabilidad Media, sin registros en Muy Alto ni Bajo.
3. El 40%, (66) en riesgo Alto y 98 (60%) en riesgo Medio, sin presencia de Muy Alto o Bajo. De este modo, ninguna vivienda presenta condiciones de riesgo extremadamente críticas ni condiciones claramente seguras.

RECOMENDACIONES

Medidas estructurales

- **Construcción o reforzamiento de diques y defensas ribereñas:** Alinear muros de contención a lo largo de las márgenes más cercanas al cauce, reforzando los tramos con mayor probabilidad de desborde.
- **Canales de drenaje y sistemas de alcantarillado:** Implementar y/o mejorar la red de drenaje pluvial, ampliando la capacidad de evacuación del agua en temporadas de lluvia intensa.
- **Elevación de plataformas y cimientos:** Incentivar la construcción de viviendas sobre pilotes o cimentaciones más altas en las zonas propensas a inundaciones frecuentes.
- **Revegetación de las riberas:** Sembrar barreras naturales (árboles y vegetación nativa) que atenúen la fuerza del flujo y reduzcan la erosión de los márgenes del río.
- **Mantención frecuente de cauces:** Realizar limpiezas programadas de sedimentos y residuos, evitando obstrucciones que agraven la anegación.

Medidas no estructurales

- **Sistemas de alerta temprana:** Instalar equipos de monitoreo meteorológico y de caudales (ej. estaciones hidrológicas), acompañados de protocolos de comunicación para la población.
- **Planificación y ordenamiento territorial:** Establecer zonas restringidas a la construcción en áreas de inundación recurrente e incentivar la reubicación progresiva de viviendas altamente expuestas.
- **Educación y capacitación comunitaria:** Desarrollar programas sobre gestión de riesgos, acciones de evacuación y cuidados ambientales; fomentar la cultura de limpieza de riberas y vías de drenaje.
- **Seguros contra desastres:** Promover pólizas colectivas y esquemas de aseguramiento que cubran daños a infraestructuras y enseres, facilitando la recuperación económica postinundación.

- **Planes de contingencia y simulacros:** Implementar ejercicios de evacuación periódicos, designar rutas de escape y puntos de reunión seguros, además de fortalecer la coordinación entre autoridades y población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado Simeón, C. A. (2020). Vulnerabilidad para reducir riesgos de desastres naturales en la Institución Educativa Primaria N° 32655 del caserío de Canchaparan, Conchamarca–Huánuco–2019.
- Álvarez, G. & Tuñón, E. (2016). Vulnerabilidad social de la población desplazada ambiental por las inundaciones de 2007 en Tabasco (México). *Revista colombiana de geografía*, 25(1), 123-138. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v25n1.52591>
- BLADÉ, E., SANCHEZ, M., SANCHEZ, H., NIÑEROLA, D., & GÓMEZ, M. (2009). Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable. Una visión a partir del modelo HEC-RAS. Universidad Politécnica de Catalunya.
- CENEPRED. (2015). Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales v2.
- Contreras, F. I., & Odriozola, M. P. (2016). Aplicación de Modelos de Elevación Digital para la delimitación de áreas de riesgo por inundaciones. San Luis del Palmar, Corrientes, Rca. Argentina.
- El Bilali, A., Taleb, A., & Boutahri, I. (2021). Application of HEC-RAS and HEC-LifeSim models for flood risk assessment. *Journal of Applied Water Engineering and Research*, 9(4), 336–351. <https://doi.org/10.1080/23249676.2021.1908183>
- García Verde, J. H. (2021). Niveles de riesgo por inundación en el centro poblado de Santa Rosa de Shapajilla por desborde de la quebrada “Alimonia”, Tingo María 2019 [Universidad de Huánuco]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3108421>
- Hernández - Sampieri, R., Fernández - Collado, C., & Baptista - Lucio, P. (2006). Metodología de la Investigación (Cuarta). Mc Graw Hill.
- Hernández-Uribe, R. E., Barrios-Piña, H. & Ramírez, A. I. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca

- Atemajac. Tecnología y ciencias del agua, 8(3), 5-25.
<https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-01>
- Huamán Alarcón, G. A. (2020). Evaluación del riesgo mediante el método Multicriterio, para el sistema de riego Quengorio, Región de Cajamarca.
- Huaracc Chancasanampa, R. (2018). Nivel de riesgo a inundaciones en la quebrada Tarahuayco en el distrito de Ayacucho [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2829586>
- Lopez Ordinola, L. C. (2020). Evaluación del riesgo por inundaciones en las viviendas del asentamiento humano Sagrado Corazón de Jesús, distrito de Castilla - Piura [Universidad César Vallejo].
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3126254>
- Nieto Sanchez, J. P., & Diaz Vela, N. G. (2021). Evaluación del riesgo por inundación a partir de la modelación hidrológica e hidráulica del Río Suárez en el casco urbano del Municipio de Moniquirá Boyacá.
- Nina Mamani, Rosa; Almanza Ascue, M. (2018). Evaluación del peligro de inundación ocasionado por el río Vilcanota en el Centro Poblado de Písac, Cusco 2018. [Universidad Andina del Cusco].
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3043218>
- Ntanganedzeni, B., & Nobert, J. (2021). Flood risk assessment in Luvuvhu river, Limpopo province, South Africa. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 124, 102959.
<https://doi.org/10.1016/J.PCE.2020.102959>
- Mamani Hereria, M. S., & Masias Flores, R. (2017). Evaluación y propuesta de diseño del sistema de alcantarillado pluvial de la av. La Cultura en el tramo: Garcilaso-Rio Cachimayo, Cusco.
- McClean, D. (21 de abril de 2021). Día de la tierra: en 2020 hubo un gran aumento en inundaciones y tormentas. Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres.
<https://www.undrr.org/quick/13438>.

- Mendez, W., Córdova, J. & Bravo, L. (2015). Modelos predictivos de caudales máximos instantáneos para cuencas de drenaje de ambiente montañosos, sustentados en parámetros morfométricos. *Revista técnica de la facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 38(3),229-238.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702015000300006&lng=es&tlng=es.
- Mendoza, J. T., Anaya, R. R., & Angulo, H. G. (2018). Estimación del riesgo por movimientos en masa en la subcuenca del río Ancash–Yungay. *TAYACAJA*, 1(2).
- Mondragón Delgado, E. P. (2013). Evaluación del nivel de riesgo de inundación por el río amojú en la parte baja de la ciudad de Jaén.
- Pinos, J., Timbe, L., & Orellana, D. (2017). Métodos para la evaluación del riesgo de inundación fluvial: revisión de literatura y propuesta metodológica para Ecuador. *Maskana*, 8(2), 147-162.
- Portella Delgado, C. J., & Villafuerte Mayanga, C. E. (2020). Evaluación del riesgo de inundación del río cascajal en el entorno del Caserio de Sincape (distrito de Olmos) y análisis de alternativas de solución. Universidad Señor de Sipán.
- Quispe Iporra, J. A., & Santa Cruz Marín, S. M. (2021). Evaluación del análisis técnico-financiero del área inundable utilizando el modelamiento hidráulico en base al uso de imágenes satelitales frente al sistema fotogramétrico con RPA en la microcuenca Cansas, provincia de Ica, 2020.
- Ramírez, M. (2004). El método de jerarquías analíticas de Saaty en la ponderación de variables. Aplicación al nivel de mortalidad y morbilidad en la provincia del Chaco. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, 1-4.
- Ramirez Zea, L. F., & Cubillos Acero, J. X. (2016). Estudio de vulnerabilidad por el fenómeno de inundación del barrio Ciudadela El Recreo Bosa en la ciudad de Bogotá.

- Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres. (9 de agosto de 2023). Indeci. <http://sinpad2.indeci.gob.pe/sinpad2/faces/private/default.xhtml>
- Tello Fretel, C. E. (2022). Estimación de la probabilidad de daño humano por inundación fluvial en la selva baja del Perú.
- Timbe, L., & Timbe, E. (2012). Mapeo del peligro de inundación en ríos de montaña, caso de estudio del río Burgay. *Maskana*, 3(1), 87-96.
- Vila Garrafa, R. E., & Vásquez Qquenaya, W. J. (2016). Evaluación del riesgo originado por movimientos en masa, quebrada Thuniyoc, distritos de San Sebastián y San Jerónimo, Cusco.
- Villón, M. (2002). Hidrología. 2 ed. Lima, Perú, Facultad de Ingeniería Agrícola. p. 436.
- Vivas, E., & Maia, R, 2008, Vantagens Na Aplicação de Modelos de Apoio À Decisão Na Gestão e Prevenção de Situações de Seca. In *Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente*.
- Zúñiga, J. A. (2020). Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la ciudad de Huancavelica, Perú [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3122514>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACION

Gonzales Espinoza, S. T., (2026). *Evaluación del riesgo por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Río Huallaga, 2025*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Evaluación del riesgo por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Río Huallaga, 2025”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
	General		Variable dependiente		
¿Cuáles son niveles de riesgo de inundación por el desborde del río Huallaga en el centro poblado Santo Domingo de Anda, 2025?	Evaluar los niveles de riesgo de inundación por el desborde del río Huallaga en el centro poblado Santo Domingo de Anda, 2025	Los niveles del riesgo por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Río Huallaga, 2025, son de nivel alto a nivel muy alto.	Riesgo	Inadmisible Inaceptable Tolerable No significativo	Tipo de Investigación es descriptivo de nivel descriptivo - explicativo, con diseño no experimental ya que se describirá el riesgo (riesgo alto, medio, bajo, etc.) y se explicará sus causas.
	Específicos		Variable independiente		
¿Cuáles son niveles de peligro de inundación por el desborde del río Huallaga en el centro poblado Santo Domingo de Anda, 2025?	Evaluar los niveles de peligro de inundación por el desborde del río Huallaga en el centro poblado Santo Domingo de Anda, 2025	Los niveles de peligro por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Río Huallaga, 2025, son de nivel alto a nivel muy alto.	Peligro	Parámetro general de evaluación Factores condicionantes Factor desencadenante Exposición social Fragilidad social Resiliencia social Exposición económica Fragilidad económica Resiliencia económica Exposición ambiental Fragilidad ambiental Resiliencia ambiental	Se trabajará en el centro poblado Santo Domingo de Anda, con una muestra de 164 viviendas y con toda el área para los datos hidrológicos y topográficos.
¿Cuáles son los niveles de vulnerabilidad de inundación por el desborde del río Huallaga en el centro poblado Santo Domingo de Anda, 2025?	Evaluar los niveles de vulnerabilidad de inundación por el desborde del río Huallaga en el centro poblado Santo Domingo de Anda, 2025	Los niveles de vulnerabilidad por inundación del Centro Poblado Santo Domingo de Anda por el desborde del Río Huallaga, 2025, son de nivel alto a nivel muy alto.	Vulnerabilidad		Utilizando encuestas como instrumentos (Anexo 2).

ANEXO 2

ENCUESTA APLICADA

RECOLECCIÓN DE DATOS

1.Ficha N°1 – Observación de Campo para PELIGRO (Susceptibilidad)

(una por vivienda / lote)

Identificación

Código vivienda (SDA-____)

Fecha

/ /20

Observador

A. Factores condicionantes (anote valor medido y marque descriptor)	Valor	D1	D2	D3	D4	D5
Altitud (m.s.n.m.)		<600	600–601	601–602	602–603	>603
Distancia al cauce (m)		<50	50–100	100–200	200–500	>500
Geomorfología		Cuerpo de agua	Isla de río	Terraza fluvial baja	Terraza aluvial media	Ladera empinada
Pendiente (%)		<2	2–5	5–10	10–20	>20
Tipo de suelo		Río	Isla	Monzón	Arabe–Saipai	Misceláneo roca

B. Verificación visual

Sí/No Comentario breve

Señal/marca de inundación pasada

Erosión o socavación reciente

Cómo usar: mida con GPS (altitud, distancia), clinómetro (pendiente) y registre el descriptor correspondiente. Las celdas **en negrita** son las predominantes según los resultados; manténgalas como opción por si en otro sector cambia la categoría.

2.Ficha N°2 – Revisión Documental (Factores Desencadenantes y Parámetro General)

Campo	Dato extraído
Código RD-____	
Fuente	SENAMHI/CENEPRED/INDECI
Precipitación máx. 24h (mm) más reciente	
Descriptor aplicado	☐ D1 (>73,10mm) ☐ D2 (60–73,10) ☐ D3 (45–59,9) ☐ D4 (30–44,9) ☐ D5 (<30)
Frecuencia promedio de inundaciones (eventos/año)	
Descriptor aplicado	☐ D1 (<0,5año) ☐ D2 (0,5–1) ☐ D3 (1–5) ☐ D4 (5–20) ☐ D5 (>20)
Periodo de registro (años)	20 – 20
Observaciones / limitaciones	

3.Ficha N°3 – Encuesta de Vulnerabilidad SOCIAL

Bloque	Pregunta / Categorías EXACTAS de sus tablas	Código
Exposición		
1. Distancia vivienda–río (m)	☐ >500 (D5) ☐ 200–500 (D4) ☐ 100–199 (D3) ☐ 50–99 (D2) ☐ <50 (D1)	UBIC
2. Densidad de ocupación	☐ 1–2pers ☐ 3pers ☐ 4pers ☐ 5pers ☐ >5pers	DENS
Fragilidad		

Bloque	Pregunta / Categorías EXACTAS de sus tablas	Código
3. Condición de salud / discapacidad	☐ Ninguna ☐ Leve ☐ Moderada ☐ Alta ☐ Muy alta	DIS
4. Grupo etario predominante	☐ Adultos25–49 ☐ Jóvenes8–24 ☐ Niños7–17 ☐ Adultos50–59 ☐ Menores<7 /≥60 /Embarazadas	EDAD
5. Material principal muros/techo	☐ Concreto armado ☐ Concreto simple/ladrillo confinado ☐ Madera/Calamina buena ☐ Madera/Calamina semi-deteriorada ☐ Madera/Calamina muy deteriorada	MAT
6. Antigüedad de la vivienda	☐ 0–2a ☐ 3–5a ☐ 6–10a ☐ 11–15a ☐ >15a	ANT
Resiliencia		
7. Nivel educativo jefe(a) hogar	☐ Superior ☐ Técnico ☐ Secundaria ☐ Primaria ☐ Sin instrucción	EDU

4.Ficha N°4 – Encuesta de Vulnerabilidad ECONÓMICA

Bloque	Pregunta / Opciones	Código
Exposición		
1. Ubicación del negocio frente al cauce	☐ 100–200m ☐ <100m ☐ >200m ☐ En zona de alto riesgo/sobre cauce ☐ No posee negocio	UBNEG
Fragilidad		
2. Estado de endeudamiento	☐ Sin deudas/muy bajas ☐ Manejables ☐ Medianas ☐ Altas ☐ Crítico	DEUDA
Resiliencia		
3. Días que puede operar sin ingresos	☐ ≥15d ☐ 8–14d ☐ 4–7d ☐ 2–3d ☐ 0–1d	AHORRO

5.Ficha N°5 – Encuesta de Vulnerabilidad AMBIENTAL

Bloque	Pregunta / Categorías	Código
Exposición		
1. Distancia a cuerpos de agua	☐ >500m ☐ 200–500m ☐ 100–199m ☐ 50–99m ☐ <50m	DISTA
Fragilidad		
2. N° de puntos críticos de residuos cercanos	☐ 0 ☐ 1 seguro ☐ 2–3 ☐ 4 ☐ ≥5	RESID
Resiliencia		
3. Mantenimiento de riberas/cauce	☐ Limpieza continua ☐ Mantenimiento anual programado ☐ Esporádico/límitado ☐ Muy deficiente ☐ Sin mantenimiento	RIBERA
4. Nivel de capacitación ambiental del hogar	☐ Muy alto ☐ Alto ☐ Moderado ☐ Bajo ☐ Muy bajo	CAPAM

Instrucciones de trabajo

- Codificación única:** utilice el mismo código de vivienda/lote (SDA-001...SDA-164) en las fichas 1,3,4 y 5 para vincular toda la información.
- Tablas D1–D5:** Las casillas D1-D5 reflejan exactamente las categorías usadas en sus Tablas 1 y 2; seleccione solo una por variable.
- Procesamiento:** ingrese los códigos (UBIC, DENS, etc.) en su matriz AHP exactamente como aparecen; así evita reclasificar más adelante.
- Revisión documental:** la Ficha 2 se llena solo una vez por cada fuente (ej. serie de 10 años de SENAMHI) y sirve para los factores desencadenantes y la frecuencia de inundaciones.

ANEXO 3

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1

Zona de estudio de investigación en Santo Domingo de Anda



Fotografía 2

Levantamiento topográfico para la investigación Santo Domingo de Anda

