

INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV. NUEVO ALTO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO



INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS

SOLICITANTE

MUNICIPALIDAD

DISTRITAL DE SANTIAGO

ELABORADO POR:

FERNANDO CHUNQUI NIÑO DE GUZMAN

INGENIERO GEOLOGO

EVALUADOR DE RIESGOS

R.J. N° 117-2020-CENPRED/J

**CONSULTOR ESPECIALISTA EN GEOLOGIA – GEOTECNIA
– HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA - EVAR**

AV. JORGE CHAVEZ I – 1 – 12 – WANCHAQ - CUSCO

E – mail.

galaxia1946@gmail.com

fernandochunqui@gmail.com

Cel.:

941 467 633 / 986 824 935



PROYECTO:

**INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION
DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV. NUEVO ALTO
MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y
DEPARTAMENTO DE CUSCO**

**INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO
POR EROSION DE LADERAS**

ELABORADO POR:

***CONSULTOR ESPECIALISTA EN GEOLOGIA –
GEOTECNIA – HIDRAULICA E HIDROGEOLOGIA - EVAR***

***FERNANDO CHUNQUI NIÑO DE GUZMAN
INGENIERO GEOLOGO
EVALUADOR DE RIESGOS
R.J. N° 117-2020-CENPRED/J***

CUSCO - 2024

Contenido

PRESENTACION	1
I. CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	3
1.1. Introducción	3
1.2. Objetivo General	3
1.3. Objetivo específico	3
1.4. Finalidad	3
1.5. Justificación	4
1.6. Antecedentes	4
1.7. Marco Normativo	4
II. CAPÍTULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO	5
2.1. Ubicación Geográfica.....	5
2.2. Limites	6
2.2.1. Accesibilidad.....	6
2.3. Condiciones Climatológicas	9
2.3.1. Clima.....	9
2.3.2. Lluvia	10
2.3.3. Temperatura	11
2.4. Características Sociodemografico.....	12
2.4.1. Población	12
2.4.2. Vivienda.....	12
2.4.3. Servicios básicos	13
2.4.3.1. Servicio de agua.....	13
2.4.3.2. Servicio de desagüe	13
2.4.3.3. Servicio eléctrico	14
2.4.3.4. Educación	14
2.5. Características Económicas	14
2.5.1. Actividades Económicas	14
2.6. Características Físicas	14
2.6.1. Precipitación	14
2.6.2. Umbrales de Precipitación.....	15
2.6.3. Geología	16
2.6.3.1. Arena Arcillosa (SC).....	16
2.6.3.2. Gravas Arenosas (GM).....	16
2.6.3.3. Deposito Aluvial (Qh - al).....	16

2.6.3.4.	Arcilla Arenosa (Cl)	17
2.6.3.5.	Rocas Areniscas Compactas (Qh - r)	17
2.6.4.	Geomorfología.....	17
2.6.4.1.	Llanura o Planicie Aluvial (Llal)	17
2.6.4.2.	Ladera Empinada (Le)	17
2.6.4.3.	Ladera Moderada (Lm)	17
2.6.4.4.	Ladera de Montaña Ligeramente Empinada (Lmle).....	18
2.6.4.5.	Montaña de Roca Sedimentaria (Mrs).....	18
2.6.5.	Pendiente.....	18
2.6.5.1.	Pendiente Llana (0° - 5°).....	18
2.6.5.2.	Pendiente ligeramente inclinada (5° - 15°).....	18
2.6.5.3.	Pendiente moderadamente inclinada (15° - 25°)	18
2.6.5.4.	Pendiente Fuertemente Inclinada (25° - 45°)	18
2.6.5.5.	Pendiente Empinada (>45°).....	19
III.	CAPITULO III: DETERMINACION DE PELIGROS	19
3.1.	Metodología para la determinación del peligro	19
3.2.	Recopilación y análisis de información.....	20
3.3.	Identificación del área de influencia.....	21
3.4.	Identificación y caracterización del peligro	22
3.4.1.	Zona de Erosion de Laderas (Erosion Laminar).....	22
3.4.2.	Erosion de laderas a efectos de la inundación pluvial.....	23
3.5.	Susceptibilidad del territorio ante el peligro	25
3.5.1.	Factores desencadenantes	25
3.5.1.1.	Parámetro: Precipitación.....	26
3.5.1.2.	Mapa de Precipitación.....	26
3.5.2.	Factores condicionantes	28
3.5.2.1.	Análisis de los parámetros de los factores condicionantes.....	28
3.5.2.2.	Parámetro: Pendiente	28
3.5.2.3.	Mapa de Pendientes.....	29
3.5.2.4.	Parámetro: Unidades geomorfológicas	31
3.5.2.5.	Mapa Geomorfológico.....	31
3.5.2.6.	Parámetro: Unidades geológicas	33
3.5.2.7.	Mapa Geológico.....	33
3.6.	Parámetros de Evaluación de Peligros y Ponderación	35
3.6.1.	Parámetro de evaluación: Grado de Erosión	35
3.6.1.1.	Mapa de Grado de Erosión	36

3.7.	Escenario de riesgo.....	37
3.8.	Niveles de peligro	37
3.9.	Estratificación del nivel de peligrosidad	37
3.10.	Mapa de Peligro.....	37
3.10.1.	Análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles.....	39
3.10.2.	Análisis de elementos expuestos por dimensión social.....	39
3.10.3.	Mapa de Elementos Expuestos	39
IV.	CAPITULO IV: ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD	41
a)	Exposición.....	41
b)	Fragilidad	41
c)	Resiliencia.....	41
4.1.	Metodología para el análisis de la vulnerabilidad del área de influencia	42
4.2.	Análisis de la dimensión social.....	42
4.2.1.	Análisis de la exposición en la dimensión social	43
4.2.2.	Análisis de la fragilidad en la dimensión social.....	44
4.2.3.	Análisis de la resiliencia en la dimensión social	47
4.3.	Análisis de la dimensión económica	48
4.3.1.	Análisis de la exposición en la dimensión económica	49
4.3.2.	Análisis de la fragilidad en la dimensión económica.....	50
4.3.3.	Análisis de la resiliencia en la dimensión económica	53
4.4.	Análisis de la dimensión ambiental	54
4.4.1.	Análisis de la exposición en la dimensión ambiental	55
4.4.2.	Análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental.....	56
4.4.3.	Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental	57
4.5.	Niveles de vulnerabilidad	57
4.6.	Estratificación de la vulnerabilidad.....	58
4.7.	Mapa de vulnerabilidad.....	58
V.	CAPITULO V: CALCULO DE RIESGO	60
5.1.	Metodología para la determinación de los niveles del riesgo	61
5.2.	Determinación de los niveles de riesgo	61
5.2.1.	Niveles del riesgo.....	61
5.2.2.	Matriz del riesgo.....	62
5.2.3.	Estratificación del nivel del riesgo.....	62
5.2.4.	Mapa de Riesgo	63
5.3.	Cálculo de posibles pérdidas (cualitativas y cuantitativas)	65
VI.	CAPITULO VI: CONTROL DEL RIESGO	65

6.1.	Aceptabilidad o tolerancia de riesgo	65
a)	Valoración de consecuencia	65
b)	Valoración de frecuencia	66
c)	Nivel de consecuencia y daño	66
d)	Aceptabilidad y/o Tolerancia	66
e)	Prioridad de Intervención	67
6.2.	Medidas de Prevención de Riesgo de Desastres.....	67
6.2.1.	De Orden Estructural.....	68
6.2.2.	De Orden No Estructural.....	70
VII.	CONCLUSIONES	72
VIII.	RECOMENDACIONES	72
IX.	BIBLIOGRAFIA	74
X.	PANEL FOTOGRAFICO	75
XI.	ANEXO – 01	77
	PLANOS	77
1.	SUPERPOSICION DEL MAPA DE RIESGOS DE LA MPC CON LA ZONA DE ESTUDIO	77
2.	UBICACIÓN	77
3.	PRECIPITACION	77
4.	PENDIENTE	77
5.	GEOMORFOLOGICO	77
6.	GEOLOGICO	77
7.	VOLUMEN DE EROSION DE LADERAS	77
8.	PELIGRO	77
9.	ELEMENTOS EXPUESTOS	77
10.	VULNERABILIDAD	77
11.	RIESGO	77
12.	OBRAS DE PROTECCION	77
XII.	ANEXO - 02	78
	MECANICA DE SUELOS	78
XIII.	ANEXO – 3	79
	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	79

Lista de Cuadros

Cuadro 1:	Ubicación Geográfica de la zona de estudio y UTM	6
Cuadro 2:	Climática // Datos Históricos Del Tiempo Cuzco	10
Cuadro 3:	Población de la zona de estudio APV. Alto Mirador	12

Cuadro 4: Tipo de material predominante de paredes de la zona de estudio sector APV. Nuevo Mirador	13
Cuadro 5: Acceso a servicio de abastecimiento de agua potable en el sector APV. Nuevo Mirador	13
Cuadro 6: Acceso a servicios de desagüe en el sector APV. Nuevo Mirador	13
Cuadro 7: Acceso a servicios de energía eléctrica en el sector APV. Nuevo Mirador	14
Cuadro 8: Umbrales de precipitación para la estación: Granja Kayra	16
Cuadro 9: Factores de la susceptibilidad	25
Cuadro 10: Matriz de comparación de pares para el Parámetro Precipitación	26
Cuadro 11: Matriz de normalización de pares para el Parámetro Precipitación	26
Cuadro 12: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para el parámetro Precipitación.....	26
Cuadro 13: Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes	28
Cuadro 14: Matriz de normalización de los factores condicionantes.	28
Cuadro 15: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para los factores condicionantes.....	28
Cuadro 16: Matriz de comparación de pares para el Parámetro Pendiente	28
Cuadro 17: Matriz de normalización de pares para el Parámetro Pendiente.....	29
Cuadro 18: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para el parámetro Pendiente	29
Cuadro 19: Matriz de comparación de pares para el Parámetro Unidades Geomorfológicas.....	31
Cuadro 20: Matriz de normalización de pares para el Parámetro Unidades Geomorfológicas	31
Cuadro 21: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para el parámetro Unidades Geomorfológicas	31
Cuadro 22: Matriz de comparación de pares para el Parámetro Unidades Geológicas	33
Cuadro 23: Matriz de normalización de pares para el Parámetro Unidades Geológicas.....	33
Cuadro 24: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para el parámetro Unidades Geológicas	33
Cuadro 25: Matriz de comparación de pares del parámetro Grado de Erosión	35
Cuadro 26: Matriz de normalización del parámetro Grado de Erosión	35
Cuadro 27: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para el parámetro Grado de Erosión	35
Cuadro 28: Cálculo de los niveles de peligro ante deslizamiento	37
Cuadro 29: Estratificación del nivel de peligro	39
Cuadro 30: Infraestructura / población expuesta	39
Cuadro 31: Matriz de comparación de pares: Parámetro de dimensión social	42
Cuadro 32: Matriz de normalización: Parámetro de dimensión social	43
Cuadro 33: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: dimensión social.....	43
Cuadro 34: Matriz de comparación de pares del parámetro: Vivienda en zona de peligro.....	43
Cuadro 35: Matriz de normalización de pares del parámetro: Vivienda en zona de peligro	43
Cuadro 36: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Vivienda en zona de peligro	44
Cuadro 37: Matriz de comparación de pares de fragilidad social.....	44
Cuadro 38: Matriz de normalización de pares de fragilidad social	44
Cuadro 39: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: fragilidad social.....	44

Cuadro 40: Matriz de comparación de pares del parámetro: Nivel de acceso a servicios básicos públicos.....	45
Cuadro 41: Matriz de normalización del parámetro: Nivel de acceso a servicios básicos públicos.....	45
Cuadro 42: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Nivel de acceso a servicios básicos públicos.....	45
Cuadro 43: Matriz de comparación de pares del parámetro: Grupo etario	45
Cuadro 44: Matriz de normalización del parámetro: Grupo etario	46
Cuadro 45: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Grupo etario	46
Cuadro 46: Matriz de comparación de pares del parámetro: Antigüedad de la edificación	46
Cuadro 47: Matriz de normalización del parámetro: Antigüedad de la edificación	46
Cuadro 48:: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Antigüedad de la edificación	46
Cuadro 49: Matriz de comparación de pares: Con qué frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres	47
Cuadro 50: Matriz de normalización: Con qué frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres	47
Cuadro 51: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Con qué frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres.....	47
Cuadro 52: Matriz de comparación de pares: Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres	48
Cuadro 53: Matriz de normalización: Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres	48
Cuadro 54: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres	48
Cuadro 55: Matriz de comparación de pares: Parámetro de dimensión económica.....	49
Cuadro 56: Matriz de normalización: Parámetro de dimensión económica	49
Cuadro 57: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Parámetro de dimensión económica.....	49
Cuadro 58: Parámetros utilizados en el factor Exposición de la Dimensión Económica.....	49
Cuadro 59: Matriz de comparación de pares: Cercanía de vivienda en zonas de peligro.....	49
Cuadro 60: Matriz de normalización: Cercanía de vivienda en zonas de peligro.....	50
Cuadro 61: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Cercanía de vivienda en zonas de peligro.....	50
Cuadro 62: Matriz de comparación de pares de la fragilidad económica	50
Cuadro 63: Matriz de normalización de pares de la fragilidad económica.....	50
Cuadro 64: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: fragilidad económica.	50
Cuadro 65: Matriz de comparación de pares: Material predominante de las paredes	51
Cuadro 66: Matriz de normalización: Material predominante de las paredes	51
Cuadro 67: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Material predominante de las paredes	51
Cuadro 68: Matriz de comparación de pares: Material predominante de techos.....	51
Cuadro 69: Matriz de normalización: Material predominante de techos.....	52
Cuadro 70: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Material predominante de techos.....	52
Cuadro 71: Matriz de comparación de pares: Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción.....	52

Cuadro 72: Matriz de normalización: Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción	52
Cuadro 73: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción	53
Cuadro 74: Matriz de comparación de pares: Tipo de vivienda	53
Cuadro 75: Matriz de normalización: Tipo de vivienda	53
Cuadro 76: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Tipo de vivienda	53
Cuadro 77: Matriz de comparación de pares: Tipo de tendencia de vivienda.....	54
Cuadro 78: Matriz de normalización: Tipo de tendencia de vivienda.....	54
Cuadro 79: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Tipo de tendencia de vivienda.....	54
Cuadro 80: Matriz de comparación de pares: Análisis de la dimensión ambiental	54
Cuadro 81: Matriz de normalización: Análisis de la dimensión ambiental	55
Cuadro 82: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Análisis de la dimensión ambiental	55
Cuadro 83: Matriz de comparación de pares: Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales	55
Cuadro 84: Matriz de normalización: Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales	55
Cuadro 85: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales	56
Cuadro 86: Matriz de comparación de pares: Disposición de excretas	56
Cuadro 87: Matriz de normalización: Disposición de excretas	56
Cuadro 88: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Disposición de excretas	56
Cuadro 89: Matriz de comparación de pares: Manejo de Residuos Sólidos RR. SS	56
Cuadro 90: Matriz de normalización: Manejo de Residuos Sólidos RR. SS	57
Cuadro 91: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Manejo de Residuos Sólidos RR. SS	57
Cuadro 92: Matriz de comparación de pares: Capacitación en temas ambientales.....	57
Cuadro 93: Matriz de normalización: Capacitación en temas ambientales.....	57
Cuadro 94: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Capacitación en temas ambientales.....	57
Cuadro 95: Nivel de Vulnerabilidad.....	58
Cuadro 96: Estratificación de la vulnerabilidad	58
Cuadro 97: Niveles de riesgo	62
Cuadro 98: Matriz de riesgo	62
Cuadro 99: Estratificación de riesgo.....	63
Cuadro 100: Efectos probables del área de influencia del sector APV. Nuevo Alto Mirador.....	65
Cuadro 101: Niveles de consecuencias	65
Cuadro 102: Niveles de frecuencias de ocurrencias	66
Cuadro 103: Matriz de consecuencias y daños	66
Cuadro 104: Medidas cualitativas de consecuencias y daños	66
Cuadro 105: Aceptabilidad y tolerancia del riesgo	67
Cuadro 106: Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo.....	67
Cuadro 107: Prioridad de atención	67
Cuadro 108: Ubicación de las obras de protección frente a la erosión de laderas	69

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Clima promedio del Cusco	9
Gráfico 2: Promedio de temperatura máxima media mensual, temperatura mínima media mensual y temperatura media mensual de la estación meteorológica Granja Kayra.	9
Gráfico 3: Precipitación de lluvia mensual promedio	11
Gráfico 4: Temperatura máxima y mínima promedio	11
Gráfico 5: Temperatura promedio por hora	12
Gráfico 6: Parámetro de evaluación	15
Gráfico 7: Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad	20
Gráfico 8: Flujograma general del proceso de análisis de información	21
Gráfico 9: Flujograma de Análisis de Vulnerabilidad	42

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Vista de la vivienda de dos niveles de material de concreto (ladrillo).....	13
Foto 2: Vista de la Erosion a efectos de la inundación pluvial ubicado en la calle Costa Verde ubicado en la parte central y margen izquierda de la zona de estudio cuyo material está compuesta de arena arcillosa.....	23
Foto 3: Vista de la Erosión de laderas a efectos de la inundación pluvial, ubicado en su parte superior de dicho grifo	24
Foto 4: Vista de la Erosión de laderas a efectos de la inundación pluvial ubicado en la parte superior del APV Juan Espinoza Medrano	24
Foto 5: Vista de la erosión del talud en el sector de la calle retamales manzana Ñ lotes 8 y 7 a efectos del tipo de material que se presenta en dicha zona (Arena arcillosa - SC) presentando un PELIGRO ALTO y una VULNERABILIDAD de MUY ALTO a ALTO	25
Foto 6: Vista del material arena arcillosa con gravas arenosas la cual estaría evidenciándose que por el tipo de material la inestabilidad del talud en dicho sector antes mencionado (foto 4)	25
Foto 7: Ilustración de muros de contención aplicables en nuestra área de estudio	69
Foto 8: Esquema de muros de contención aplicables en nuestra área de estudio.....	70

PRESENTACION

La Municipalidad Distrital de Santiago, es el órgano de gobierno local, que emana de la voluntad popular, conforme a la Ley Electoral correspondientes ejerce los roles y competencias exclusivas y compartidas que le asigna la Constitución Política del Perú y la Ley N° 27972 (Ley Orgánica de Municipalidades), y del mismo modo ejerce funciones conferidas por la Ley N° 29664 – Ley que crea el SINAGERD, como integrante del SINAGERD, donde formulan, aprueban normas y planes, evalúan, dirigen, organizan, supervisan, fiscalizan y ejecutan los procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres en el ámbito de su competencia, en el marco de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y los lineamientos del ente rector.

Ante contexto, el “INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV. NUEVO ALTO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO”, el Decreto Supremo N° 060 – 2024 – PCM que es desarrollado en el marco del Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres (SINAGERD), aprobado mediante DS N° 048-2011-PCM, señala en su artículo 11 numeral 11.3 que los gobiernos regionales, y locales “identifican el nivel de riesgo existente en sus áreas de su jurisdicción y establecen un plan de gestión correctiva del riesgo, en cual establecen medidas de carácter permanente en el contexto del desarrollo e inversión”; y de acuerdo al numeral 6.2.3.1 de los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres, aprobado con Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, establece que es competencia del gobierno regional y gobierno local disponer la realización del referido informe con la metodología vigente desarrollada por el Cenepred.

Para el desarrollo del presente informe se realizó la coordinación con los funcionarios de la Municipalidad Distrital de Santiago, así como el ente rector de fiscalización del GORE del área de Gestión de Riesgo con el área involucrada.

En el presente informe se aplica la metodología del “Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da Versión, el cual permite: analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) de los fenómenos o peligros; analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al fenómeno en función a la fragilidad y resiliencia y determinar y zonificar los niveles de riesgos y la formulación de recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación.

El plan de Desarrollo Urbano de la provincia del Cusco 2013 – 2023, ha identificado 41 zonas de Reglamentación Especial. Las zonas de Reglamentación especial son zonas con ocupación urbana, que presentan conflictos de usos de suelo y vulnerabilidad social; estas zonas se caracterizan por presentar riesgo muy alto por peligros naturales y deterioro ambiental, por lo cual demanda un tratamiento urbanístico mediante un plan específico.

El presente informe de Evaluación de Riesgos permite analizar el impacto en el área de influencia del peligro o amenaza de los elementos expuestos. De acuerdo a ello se analiza la vulnerabilidad de dichos elementos para luego determinar el grado de riesgo por erosión de laderas, aplicando el procedimiento técnico de Análisis de Riesgos.

Para el presente análisis de riesgos de la zona de evaluación se realizó la verificación de los planos de la Municipalidad Provincial del Cusco por la Sub Gerencia de Ordenamiento Territorial “Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia del Cusco 2013 - 2023” Plano de Remoción en masa, la cual fue elaborado a una escala de 1/15000 lo que indicaría a esta escala que la zona de estudio se encontraría en un peligro de Alto a Medio, sin embargo al realizar el estudio en la zona de evaluación de Riesgo por Erosión de Ladera en el Sector del APV. Nuevo Alto Mirador el nivel de riesgo a escala 1/1000 se encuentra en un riesgo Medio (Ver Anexo plano de la Municipalidad del Cusco).

I. CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

El Sector APV. Nuevo Mirador, viene a ser una asociación ubicado en el distrito del Santiago, de la provincia de Cusco, del departamento del Cusco. Se encuentra ubicado en la margen derecha de la quebrada del río Huatanay y en su margen izquierda del río Cuchiro, dicho río viene a ser un afluente del río Huatanay, teniendo un área de 71,500 m², y con un perímetro de 1,607.33m.

A los inicios de la existencia del sector en estudio, éste solo estaba conformado por unas cuantas casas que se extiende al lado izquierdo de la quebrada del río Cuchiro y derecha del río Huatanay, con el pasar de los años creció en extensión, ocupando espacios cercanos a la quebrada de los ríos antes mencionados. Su composición geográfica, está conformado por laderas.

En este contexto, y enmarcados en la formación como evaluadores de riesgo de desastres ante fenómenos naturales nuestro grupo de estudio elabora el informe de evaluación de riesgo por Erosión de Laderas en el área de influencia del sector APV. Nuevo Mirador para determinar los niveles de riesgo y dotar de medidas para la prevención y reducción y/o mitigar el riesgo de desastres ante dicho fenómeno.

1.2. Objetivo General

Determinar el nivel de Riesgo por Erosión de Laderas en las inmediaciones del área de influencia del Sector de estudio, sector APV. Nuevo Mirador y las edificaciones dispersas aledañas, en especial perteneciente al distrito del Santiago, provincial del Cusco departamento del Cusco.

1.3. Objetivo específico

- Identificar los niveles de peligro, y elaborar el mapa de peligro del área de influencia
- Analizar los niveles de vulnerabilidad, y elaborar el mapa de vulnerabilidad.
- Establecer los niveles del riesgo elaborando el mapa de riesgos, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo.
- Recomendar medidas de control del riesgo.

1.4. Finalidad

Contribuir con un instrumento técnico que permita establecer medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres y favorezcan la adecuada toma de decisiones por parte de las autoridades competentes de la Gestión del Riesgo para prevenir y reducir los efectos

negativos o desastres que se puedan generar los peligros por erosión de laderas resultados por las lluvias intensas, por aguas de escorrentía.

1.5. Justificación

Sustentar la implementación de acciones de prevención y reducción de Riesgos del área afectada por peligro de erosión de laderas que contribuye en un proceso del desarrollo sostenible en el área de influencia del APV. Nuevo Alto Mirador del distrito, de Santiago provincia y departamento del Cusco.

1.6. Antecedentes

En el verano del 2017, a consecuencias de las intensas precipitaciones pluviales se registró erosión de laderas en diversos puntos del casco urbano y algunos en ciertos sectores del sector en evaluación, ocasionando daños a la población viviendas, servicios básicos, accesos viales, daños que no fueron tan relevantes. La ocupación informal en el ámbito de intervención inicia el año 2000 aproximadamente, posterior a ello ayudaron a consolidarla e incrementa el grado de densificación sin considerar en el proceso las características geológicas, geomorfológicas y ubicación en zonas inundables, originando daños estructurales en edificaciones; así como también la presencia de laderas que presentan erosión ubicados en la parte noreste de la zona de estudio que afectan a las viviendas ubicadas en parte baja estas de alto peligro y alta exposición al riesgo de desastres. Esta circunstancia, precisamente, es la que condiciona su delimitación como Zona de Reglamentación Especial

1.7. Marco Normativo

- Decreto Supremo N° 060 – 2024 – PCM. Decreto Supremo que modifica el reglamento de la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nación de Gestión de Riesgos de Desastres (SINAGERD), aprobado por Decreto Supremo N ° 048-20211-PCM
- Resolución Ministerial – 0484 – 2019 - MINAGRI
- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD,
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.

- Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- Ley N° 30556, Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del Gobierno Nacional frente a desastres y que dispone la creación de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios.
- Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Decreto Supremo N° 126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 111–2012–PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N°147-2016-PCM, de fecha 18 julio 2016, que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción”.
- Decreto de Urgencia N°004-2017, de fecha 17 de marzo del 2017, que aprueba medidas para estimular la economía, así como para la atención de intervenciones ante la ocurrencia de lluvias y peligros asociados.
- Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos.

II. CAPÍTULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación Geográfica

La zona de estudio “Sector APV. Nuevo Alto Mirador se encuentra en el distrito de Santiago, al Suroeste de la provincia del Cusco, a una altura de 3450 m.s.n.m. Su clima es templado, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada y la temperatura La media anual de temperatura máxima y mínima es 19.6°C y 4.4°C, respectivamente.

La zona en estudio del sector APV. Nuevo Mirador presenta un área de 71,500 m².

Cuadro 1: Ubicación Geográfica de la zona de estudio y UTM

Zona de Estudio	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS		ALTURA msnm
	Este	Norte	Latitud	Longitud	
Sector APV. Nuevo Mirador	177055.03	8500421.41	13°32'48.56" S	71°59'0.68" O	3450

Fuente: Elaboración Propia

2.2. Límites

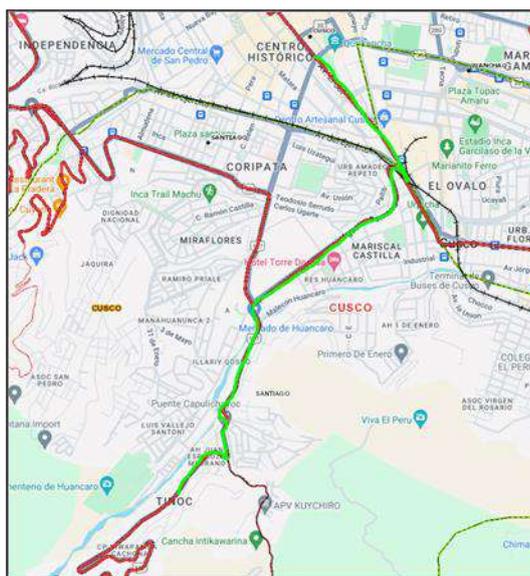
La zona de estudio limita por:

- Norte : APV. Juan Espinoza Medrano
- Este : APV. Unión San Martín y el río Cuchiro
- Sur : APV. Rayos del Sol y,
- Oeste : APV. Nihupampa y el río Huatanay

2.2.1. Accesibilidad

El acceso al área de estudio desde Cusco, se utiliza la vía asfaltada Cusco – Paruro con una distancia desde el centro histórico de 4km, con un tiempo de 20 min.

Imagen 1: Vista de la zona de acceso desde el centro histórico a la zona de estudio APV. Alto Nuevo Mirador de color verde



**INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV.
NUEVO ALTO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

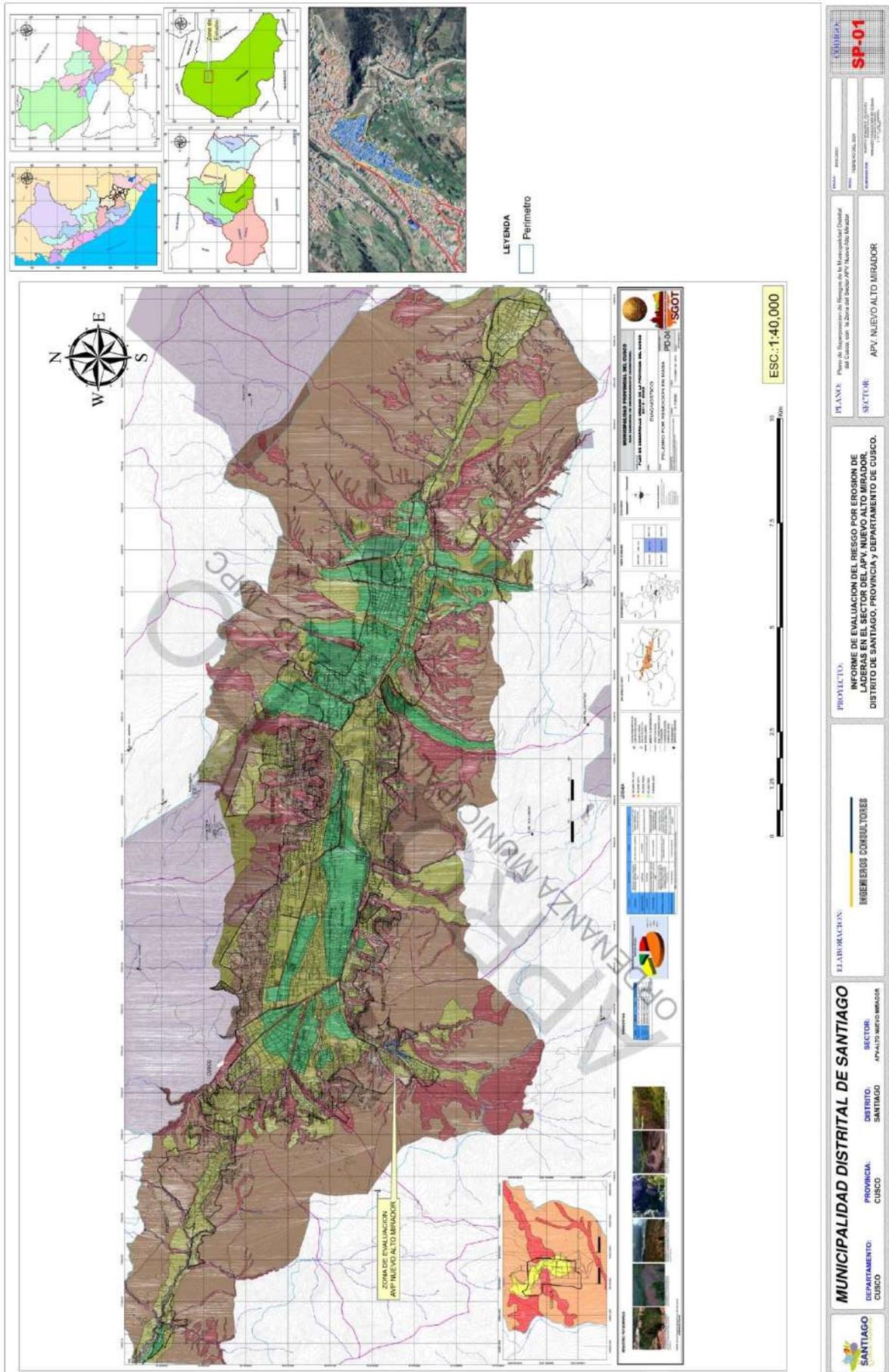
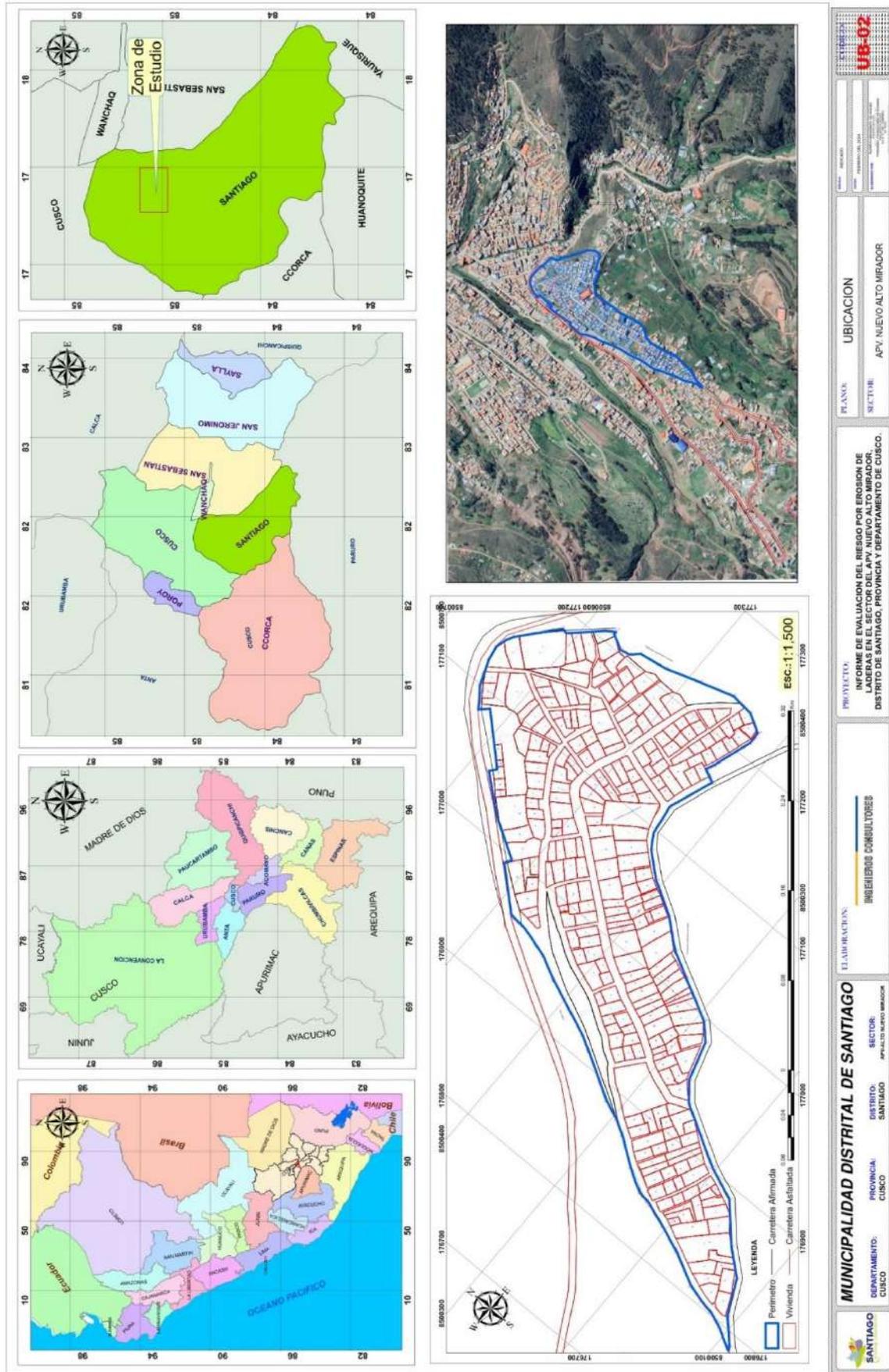


Imagen 2: Mapa de ubicación del ámbito de estudio



2.3. Condiciones Climatológicas

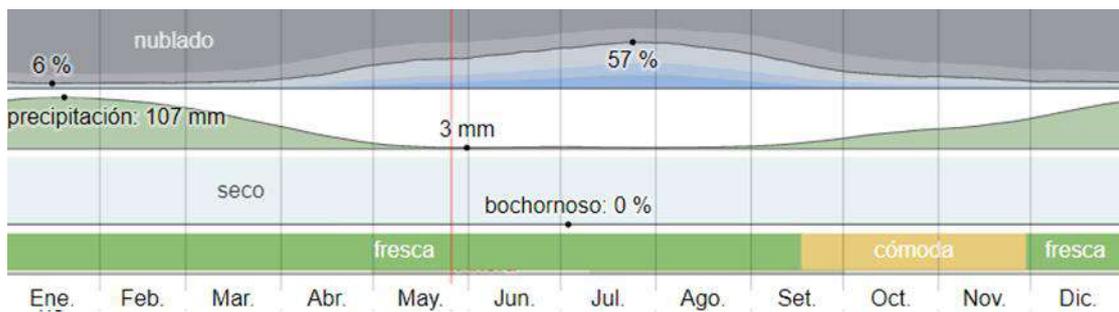
2.3.1. Clima

En el sector APV. Nuevo Mirador, la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es parcialmente nublada y es fresco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 0 °C a 19 °C y rara vez baja a menos de -2 °C o sube a más de 22 °C.

La temporada templada dura 3 meses, del 18 de setiembre al 27 de noviembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 18 °C.

La temporada fresca dura 4 meses, del 31 de diciembre al 23 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 17 °C.

Gráfico 1: Clima promedio del Cusco



Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/25926/Clima-promedio-en-Cuzco-Pedurante-todo-el-a%>

En el sector APV. Nuevo Mirador, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía extremadamente en el transcurso del año.

El cielo está despejado, mayormente despejado el 57 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 43 % del tiempo.

Gráfico 2: Promedio de temperatura máxima media mensual, temperatura mínima media mensual y temperatura media mensual de la estación meteorológica Granja Kayra.



Fuente: SENAMHI

Cuadro 2: Climática // Datos Históricos Del Tiempo Cuzco

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	8.1	8.1	8	7.7	7.3	6.7	6.5	7.1	7.9	8.5	8.8	8.4
Temperatura min. (°C)	5.1	5.1	4.9	4.2	3.3	2.3	1.8	2.3	3.6	4.6	5.2	5.3
Temperatura máx. (°C)	12.4	12.3	12.3	12.3	12.2	12.1	12.1	13	13.5	13.7	13.7	12.9
Precipitación (mm)	241	218	177	87	31	16	15	26	44	94	128	201
Humedad(%)	80%	81%	80%	77%	69%	62%	59%	58%	62%	69%	71%	78%
Días lluviosos (días)	21	19	20	15	7	3	3	6	11	16	17	20
Horas de sol (horas)	5.1	4.7	5.2	5.7	6.6	7.4	7.6	7.9	7.5	6.7	6.7	5.7

Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/25926/Clima-promedio-en-Cuzco-Pedurante-todo-el-a%>

Data: 1991 - 2021 Temperatura min. (°C), Temperatura máx. (°C), Precipitación (mm), Humedad, Días lluviosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 226 mm. A lo largo de un año, se observa una fluctuación de las temperaturas medias del 2.3 °C.

Se observa que febrero (81.18) tiene la humedad relativa más alta, mientras que agosto (58.21) experimenta la más baja. La mayor cantidad de días lluviosos en un mes es 27.90 y ocurre en enero. El mes con la menor cantidad de días lluviosos es junio con 3.73 días.

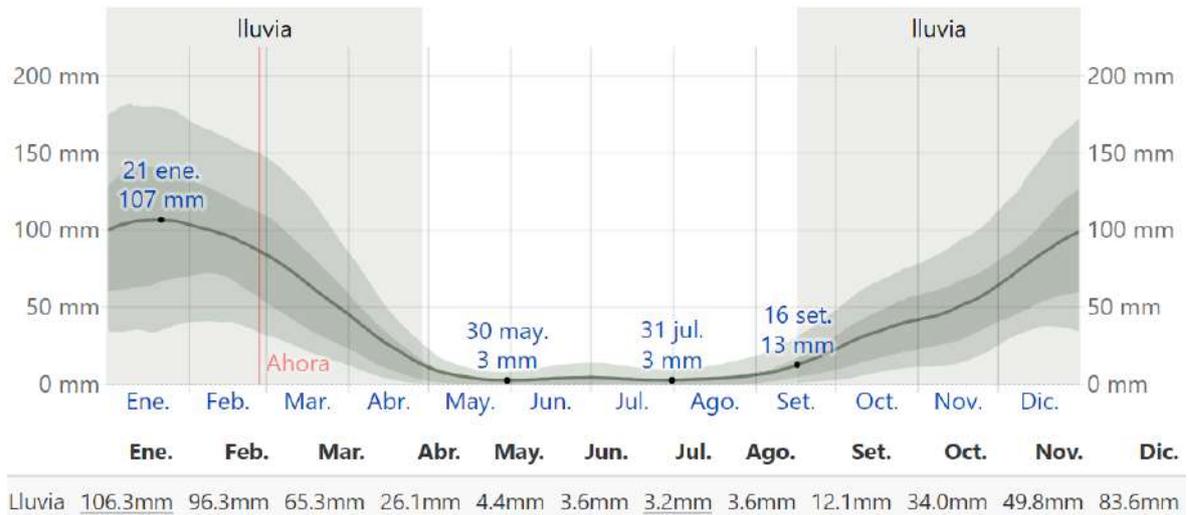
2.3.2. Lluvia

Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Cuzco tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación.

La temporada de lluvia dura 7 meses, del 17 de setiembre al 29 de abril, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 21 de enero, con una acumulación total promedio de 107 milímetros.

El periodo del año sin lluvia dura 5 meses, del 29 de abril al 17 de setiembre. La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 31 de mayo, con una acumulación total promedio de 3 milímetros.

Gráfico 3: Precipitación de lluvia mensual promedio



Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/25926/Clima-promedio-en-Cuzco-Pedurante-todo-el-a%>

La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es el equivalente

2.3.3. Temperatura

La temperatura en la ciudad del Cuzco es templado, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada con temperatura media que está comprendida entre 7 y 10°C, mientras las máximas oscilan entre 19 y 22,5°C.

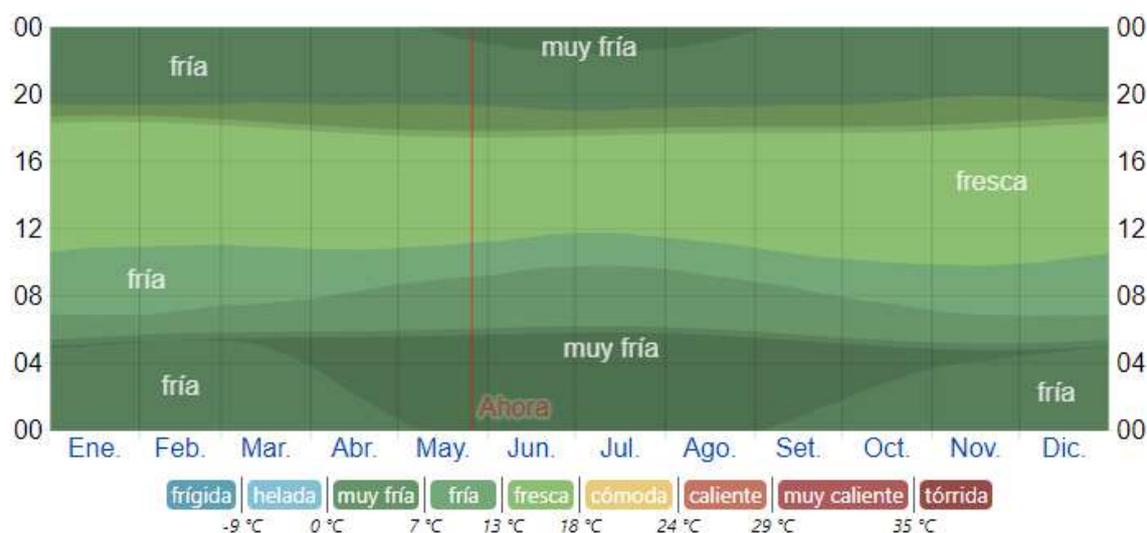
Gráfico 4: Temperatura máxima y mínima promedio



Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/25926/Clima-promedio-en-Cuzco-Pedurante-todo-el-a%>

La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Gráfico 5: Temperatura promedio por hora



Fuente: [https://es.weatherspark.com/y/25926/Clima-promedio-en-Cuzco-Pedurante-todo-el-a%](https://es.weatherspark.com/y/25926/Clima-promedio-en-Cuzco-Pedurante-todo-el-a%27)

La temperatura promedio por hora, codificada por colores en bandas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

2.4. Características Sociodemográfico

2.4.1. Población

La zona en estudio cuenta con 281 lotes o viviendas, de las cuales se tiene 1116 habitantes, teniendo que 2 viviendas se encuentran sin habitar ubicados en la manzana Ñ lote 7 y 8, que son áreas no habitables o áreas verdes.

Cuadro 3: Población de la zona de estudio APV. Alto Mirador

Sexo	Población Total	%
Hombres	535	47.94
Mujeres	581	52.06
Total	1116	100

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos en trabajo de campo in situ

2.4.2. Vivienda

El sector APV. Nuevo Mirador posee viviendas ya construidas y otras en proceso de construcción con proyecciones de hasta 7 niveles, siendo el concreto armado el material de menor predominancia de estas casas de adobe con niveles de 2 piso. Debido al incremento de la población los pobladores ven como gran inversión la construcción de viviendas de material noble, dejando de lado las viviendas unifamiliares de adobe.

En total se cuenta con 281 viviendas, las mismas que se clasifican en:

Cuadro 4: Tipo de material predominante de paredes de la zona de estudio sector APV. Nuevo Mirador

Tipo de material predominante de paredes	Vivienda	%
Adobe o tapla	97	34.5
Ladrillo o bloque de cemento	184	65.5
Total, de viviendas	281	100

Fuente: Elaboración propia, información obtenida del trabajo de campo

Foto 1: Vista de la vivienda de dos niveles de material de concreto (ladrillo)



2.4.3. Servicios básicos

2.4.3.1. Servicio de agua

En cuanto a los servicios básicos la población se abastece de agua potable de la red pública dentro de la vivienda.

Cuadro 5: Acceso a servicio de abastecimiento de agua potable en el sector APV. Nuevo Mirador

Acceso a servicio de abastecimiento de agua	Vivienda	%
Red pública de agua dentro de la vivienda	281	100
Total, de viviendas	281	100

Fuente: Elaboración propia, información obtenida del trabajo de campo

2.4.3.2. Servicio de desagüe

En cuanto al abastecimiento de desagüe el 100% de las viviendas se encuentran conectadas a la red pública.

Cuadro 6: Acceso a servicios de desagüe en el sector APV. Nuevo Mirador

Acceso a servicio de alcantarillado	Vivienda	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	281	100
Total, de viviendas	281	100

Fuente: Elaboración propia, información obtenida del trabajo de campo

2.4.3.3. Servicio eléctrico

En cuanto al abastecimiento de energía eléctrica el 100% de las viviendas se encuentran conectadas a la red pública.

Cuadro 7: Acceso a servicios de energía eléctrica en el sector APV. Nuevo Mirador

Acceso a servicio de alcantarillado	Vivienda	%
Red pública de servicio eléctrico dentro de la vivienda	281	100
Total, de viviendas	281	100

Fuente: Elaboración propia, información obtenida del trabajo de campo

2.4.3.4. Educación

La población en el sector APV. Nuevo Mirador son en su mayoría son estudiantes del nivel inicial como secundario y con una minoría de estudios en nivel tecnológico y nivel superior.

Instituciones Educativas	Instituciones Educativas
 <p> Nombre : 302 ID Local Escolar : 148431 Departamento : CUSCO Provincia : CUSCO Distrito : SANTIAGO Dirección IE : CCACHONA S/N Código IE : 0734996 Total hombres : 45 Total mujeres : 41 Total alumno : 86 Total docente : 3 Nivel : A2 Fuente : ESCALE </p>	 <p> Nombre : 50011 ID Local Escolar : 148501 Departamento : CUSCO Provincia : CUSCO Distrito : SANTIAGO Dirección IE : CARRETERA CCACHONA Código IE : 0404970 Total hombres : 38 Total mujeres : 30 Total alumno : 68 Total docente : 5 Nivel : B0 Fuente : ESCALE </p>

Fuente: SIGRID

2.5. Características Económicas

2.5.1. Actividades Económicas

La actividad económica de la población del sector APV. Nuevo Mirador es: Del total de la población del APV Nuevo Alto Mirador, el 69.38 % de la población económicamente activa PEA se dedica a actividades de comercio mayorista y rescatista de productos de primera necesidad además, un 17.87% se dedica a actividades comerciales (tienda, restaurantes), 10.91% se dedica a actividad de conductor (taxista, ómnibus, camión, etc.), y otros 1.84%.

2.6. Características Físicas

2.6.1. Precipitación

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Cuzco varía considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 5 meses, de 16 de noviembre a 30 de marzo, con una probabilidad de más del 27 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 51 % el 15 de enero.

La temporada más seca dura 7 meses, del 30 de marzo al 16 de noviembre. La probabilidad mínima de un día mojado es del 2 % el 20 de julio.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 51 % el 15 de enero.

Gráfico 6: Parámetro de evaluación



Fuente: [https://es.weatherspark.com/y/25926/Clima-promedio-en-Cuzco-Pedurante-todo-el-a%](https://es.weatherspark.com/y/25926/Clima-promedio-en-Cuzco-Pedurante-todo-el-a%27)

El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).

2.6.2. Umbrales de Precipitación

De acuerdo al IPCC (Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis). Un fenómeno meteorológico extremo es un evento "Raro" en un lugar y momento determinado. Las definiciones de raro varían, pero en general hay consenso de que las precipitaciones que superan el percentil 90, calculado de los días con precipitación acumulada diaria mayor a un (1) mm ($RR > 1\text{mm}$) son considerados como días lluviosos; muy lluviosos las precipitaciones que superan el percentil 95. Mientras que extremadamente lluviosos (Extremadamente fuertes), los que superan el percentil 99. Esta clasificación es mas de "abundancia" que, de

intensidad orientada para tener un criterio común a la hora de clasificar un total acumulado en 24 horas, más que de evaluar la intensidad de la precipitación, aunque indirectamente lo hace.

Para el cálculo de umbrales de precipitación, el SENAMHI utilizó la metodología descrita en la nota técnica 001SENAMHI-DGM-2014 “Estimación de umbrales de precipitación extremas para la emisión de avisos meteorológicos”.

Cuadro 8: Umbrales de precipitación para la estación: Granja Kayra

Umbrales de Precipitación	Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para la Estación : Granja Kayra
Granja	Extremadamente lluvioso	RR>26,7 mm
95p<RR/días99p	Muy lluvioso	16,5 mm<RR≤26,7 mm
90p<RR/días95p	Lluvioso	12,5 mm<RR≤16,5 mm
75p<RR/días90p	Moderadamente lluvioso	6,8 mm<RR≤12,5 mm

Fuente: (SENAMHI. Umbrales y precipitaciones absolutas., 2014)

2.6.3. Geología

Para el parámetro litología se han identificado y clasificado 05 descriptores dentro del área de estudio, caracterizando de acuerdo al estado actual litológico en el que se inserta materiales de procedencia inducida, identificando desde el descriptor más crítico al menos crítico respectivamente

2.6.3.1. Arena Arcillosa (SC)

Aflora en el sector de la zona de estudio teniendo con mayor pronunciamiento en las laderas de la manzana “Ñ” entre los lotes 7 y 8 y parte superior de los lotes 3, 4, 5 y 6, y el lote considerado como área verde que esta colindante con la calle retamales. litológicamente corresponde areniscas feldespáticas, intercaladas con niveles de lutitas rojas y arcillas, ambos materiales son meteorizadas por la infiltración de las aguas pluviales y de escorrentía.

2.6.3.2. Gravas Arenosas (GM)

Se trata de microconglomerados fracturados de color gris claro, fracturadas por procesos físicos, presentan direcciones de diaclasamiento casi paralelas, las juntas se encuentran sin relleno, se identifican como afloramientos rocosos de microconglomerados con pendientes muy empinadas a escarpadas formadas hacia las laderas de la quebrada. Litológicamente está conformado por clastos pequeños de rocas y arenas ubicados mayormente en las zonas de laderas en donde se evidencia con mayor facilidad dicho material.

2.6.3.3. Deposito Aluvial (Qh - al)

Deposito constituido por fragmentos heterométricos de forma angulosas y subangulosas de naturaleza sedimentaria, dispuestos en forma caótica,

inmerso en matriz areno limosa. Sobre este deposito se ubica el asentamiento humano de la parte baja ubicado en su margen izquierda del rio Cachiro.

2.6.3.4. Arcilla Arenosa (Cl)

En la zona de estudio esta mayormente compuesto de material arcilla arenosa tal como se observa en los ensayos de laboratorio de suelos. Dicho material se está comportando como material impermeable en el cual estaría dando la estabilidad a la zona.

2.6.3.5. Rocas Areniscas Compactas (Qh - r)

Se trata de residuos de las rocas de la formación San Kayra que está compuesto por rocas areniscas de color marron. Dichas rocas en la zona de estudio se observan superficialmente meteorizado o alterado, sin embargo, la mayor parte del afloramiento se encuentra compacta y estable.

2.6.4. Geomorfología

2.6.4.1. Llanura o Planicie Aluvial (Llal)

Corresponde al lecho de los ríos; generalmente es estrecha y de fondo casi plano, en ciertos tramos se presenta de manera escalonada causando turbulencia en forma de torrentes; es susceptible a inundaciones periódicas; en casos excepcionales, donde el espacio es permisible son ocupadas viviendas con es el caso del fondo de valle del rio Huancaro que está ubicado en la parte Oeste, así como también se evidencia dicha llanura o Planicie en las inmediaciones del rio Cachiro ubicado al Este de la zona de estudio.

En la zona de evaluación se caracteriza por presentar una topografía plana y baja en relación con el nivel de base con pendientes menores a 15% y originado por sedimentación del material depositado por antiguos flujos de agua que no siguen un curso definido, sino se explayan formando una planicie.

2.6.4.2. Ladera Empinada (Le)

En la zona de evaluación se observa dicha ladera en el sector Norte y Oeste entre las manzanas Ñ, O, P y en la parte Este de la calle Tres Marías. Dichas laderas son el resultado de la actividad de los agentes erosivos y los sistemas hídricos de las aguas de escorrentía.

2.6.4.3. Ladera Moderada (Lm)

Corresponde a zonas de topografía poco accidentada conformada por laderas de montaña moderada estructuralmente estratificadas; los procesos geomorfológicos también corresponden a los de escorrentía superficial, cuya agua a su paso produce erosión en las laderas. Litológicamente están

constituidas por material arcilla arenosa correspondientes a la meteorización de la formación Kayra.

2.6.4.4. Ladera de Montaña Ligeramente Empinada (Lmle)

En dicha ladera en la actualidad se encuentran distribuidas en la parte alta e intermedia de la zona en estudio donde se asienta casi en su totalidad la población, como resultado de la actividad antrópica constructiva a lo largo de los años, solía tener una buena cobertura vegetal en zonas donde eran aprovechadas por la agricultura.

2.6.4.5. Montaña de Roca Sedimentaria (Mrs)

En la zona de estudio aflora en el sector noreste con pendiente altas. En dicho sector las rocas son compactas en donde se estaría asentando parte mínima de la zona de estudio.

2.6.5. Pendiente

2.6.5.1. Pendiente Llana (0°- 5°)

Se encuentran concentrados hacia los fondos de los valle o cauces existentes como consecuencia de la actividad sedimentaria de los agentes erosivos y los sistemas hídricos de la cuenca que presenta la zona de estudio, compuesto en su mayoría por arenisca meteorizada de poca resistencia. Estas pendientes suelen también ser aprovechadas por los asentamientos poblacionales masivos, como por ejemplo la parte baja de la zona de estudio.

2.6.5.2. Pendiente ligeramente inclinada (5°- 15°)

Se encuentran mayormente concentrados hacia las partes de alturas intermedias como resultado eminentemente de la actividad de los agentes erosivos y los sistemas hídricos erosionales (aguas de escorrentía) y sedimentarios, actualmente suelen ser ocupados por dicha población de la zona de evaluación.

2.6.5.3. Pendiente moderadamente inclinada (15° - 25°)

En dicha pendiente también pueden ser aprovechables para un uso agrícola adecuado. Se encuentran mayormente concentrados hacia los fondos de los valles existentes como consecuencia de la actividad sedimentaria de los agentes erosivos y los sistemas hídricos

2.6.5.4. Pendiente Fuertemente Inclinada (25° - 45°)

Se encuentran mayormente concentrados hacia las partes altas e intermedias como resultado eminentemente de la actividad de los agentes erosivos y los sistemas hídricos erosionales que presenta (agua de escorrentía), presentando una cobertura vegetal escasa

2.6.5.5. Pendiente Empinada (>45°)

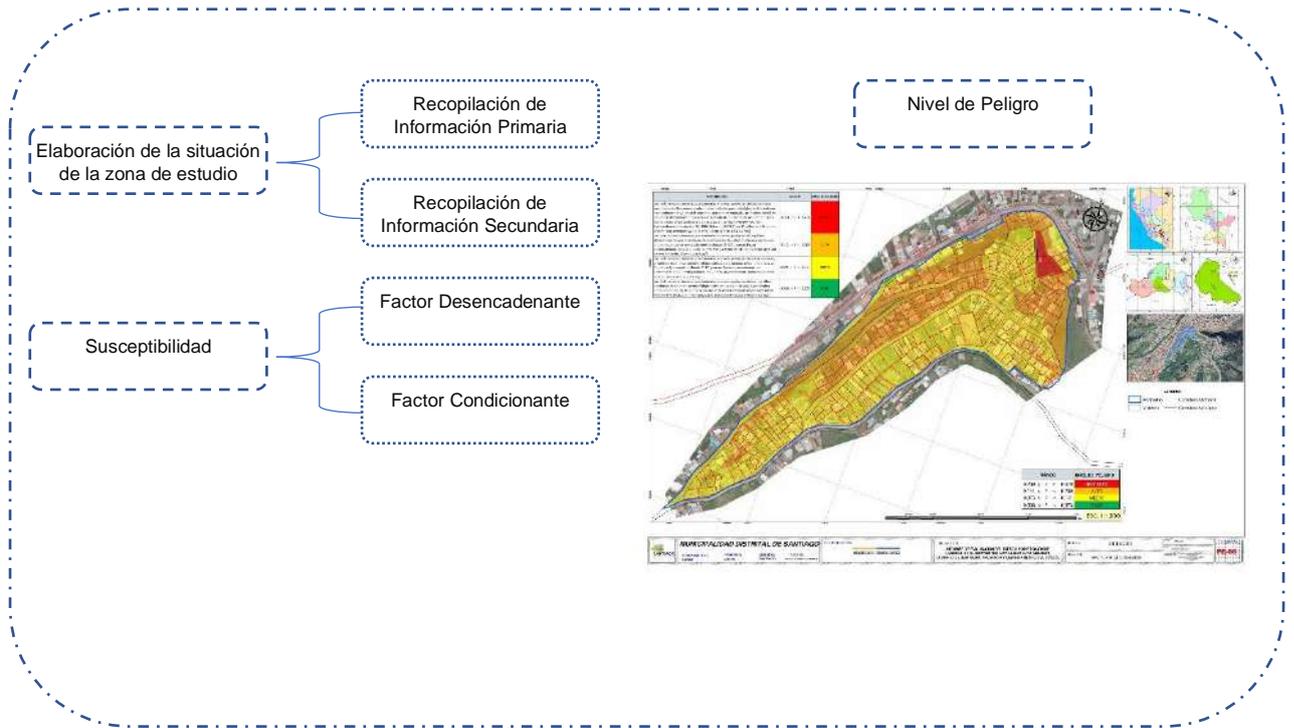
Se encuentran mayormente concentrados hacia las partes de altura intermedias como resultado eminentemente de la actividad de los agentes erosivos y los sistemas hídricos erosionales (aguas de escorrentía), presentan cobertura vegetal escasa como arbustos propios del lugar.

III. CAPITULO III: DETERMINACION DE PELIGROS

3.1. Metodología para la determinación del peligro

Se entiende peligro como la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural y/o inducido por la acción humana se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia de tiempo definidos. Para determinar el nivel de riesgo por Erosión de Laderas, se utilizó la metodología propuesta por el CENEPRED en el manual EVAR (versión 2) (2015), para identificar y caracterizar la peligrosidad (parámetros de evaluación, la susceptibilidad en función de los factores condicionantes y desencadenantes y los elementos expuestos). Para su determinación se consideran los parámetros y para cada parámetro sus descriptores, ponderándolos mediante el método SAATY. Para una adecuada identificación de las áreas probables de influencia de un determinado fenómeno natural, es muy importante una adecuada caracterización de los peligros generados por estos en base a la información a detalle recopilada como planos urbanísticos, infraestructura básica, reportes históricos de los impactos producidos por los deslizamientos. La metodología para la determinación de la peligrosidad se detalla en el siguiente gráfico.

Gráfico 7: Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad

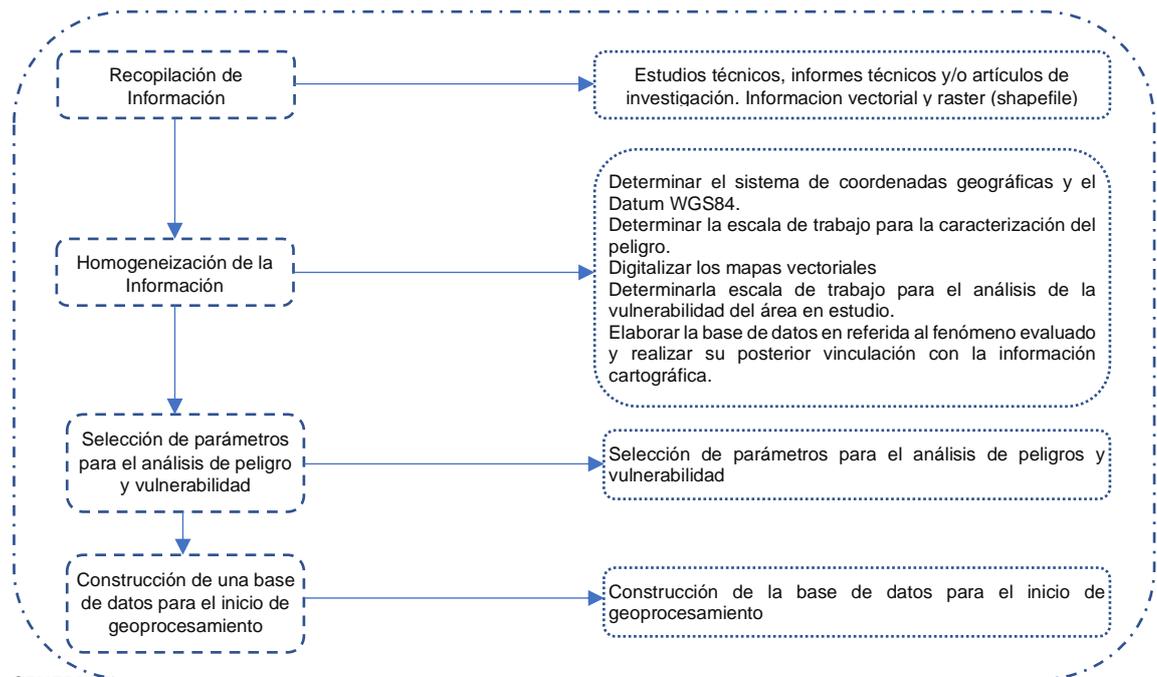


3.2. Recopilación y análisis de información

Se ha realizado la recopilación de información disponible como:

- Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes como INGEMMET (Boletín N° 138 Serie A, Geología del Cuadrángulo del Cusco Hoja 28-s)
- PDU CUSCO 2013-2023, información de estudio de peligros, topografía, geología de la provincia de Cusco.
- Informe de Evaluación del Riesgo de Desastres por Deslizamiento en la Zona de Reglamentación Especial ZRECU02 del Distrito, Provincia y Departamento Cusco – 2020.
- Umbrales y precipitaciones absolutas, SENAMHI (2014).
- Mapa geológico a escala 1: 50,000, del cuadrángulo de Cusco (28-s4), de INGEMMET (2010).
- Imágenes satelitales disponibles en el Google Earth, SAS PLANET de diferentes años (hasta el 2018).

Gráfico 8: Flujoograma general del proceso de análisis de información



Fuente: CENEPRÉD

3.3. Identificación del área de influencia

La identificación del área de influencia corresponde a los peligros por fenómenos de origen natural (Geodinámica Externa), abarca el Sector del APV. Nuevo Alto Minador, Provincia del Cusco, se encuentra ubicada a una latitud: 13°32'48.56" S y longitud: 71°59'0.68"O y a 3450 m.s.n.m aproximadamente.

Imagen 3: Identificación del área de influencia o área de estudio



3.4. Identificación y caracterización del peligro

Entre los eventos naturales reconocidos en la microcuenca del sector del APV. Nuevo Alto Minador son: los peligros por Erosión de Laderas.

3.4.1. Zona de Erosion de Laderas (Erosion Laminar)

Se ha revisado imágenes satelitales desde el año 2002 hasta el 2024, en los que se han podido visualizar una expansión urbana muy desordenada. En la imagen (A) que es del año 2002 se observa cómo se van asentando la población sin ninguna medida de mitigación; con el pasar de los años (B) – 2008, se va incrementando la población así como también, la construcción de vía de accesibilidad, trocha carrozables, escalinatas, etc, de la misma manera se observa en el año (C) – 2015, (D) – 2021, (E) – 2023, se ha incrementado notablemente la población, en la cual en dichas obras de ingeniería (vías de acceso, saneamiento básico, escalinatas, etc) por la falta de una orientación profesional y por la misma necesidad de la población por no contar por lo antes mencionado tuvieron que trabajar sin ninguna medida de mitigación ocasionando erosión de laderas



(A)

(B)



(C)

(D)



(E)

(F)

Imagen 4: Vistas de las imágenes satelitales dando evidencia de inundaciones en la parte baja y alrededor de la zona de estudio

La erosión laminar remueve uniformemente el suelo en estratos delgados, como consecuencia del flujo superficial laminar que escurre en capas delgadas sobre el terreno.

Desde el punto de vista de la energía, la erosión por las gotas de lluvia es muy importante, pues estas tienen velocidades de flujo superficial que son mucho menores (aproximadamente de 0.3 a 0.6 m/s). Las gotas de lluvias provocan el desprendimiento de las partículas de suelo y al aumentar el sedimento, se llenan los poros de la capa superficial, reduciendo así la tasa de infiltración. La fuerza abrasiva y la de arrastre de la corriente laminar están en función de la profundidad y la velocidad de escurrimiento para una partícula o agregado de suelo de tamaño, forma y densidad determinados (Rivera Ruiz, 2012).

3.4.2. Erosion de laderas a efectos de la inundación pluvial

La erosión que presenta la calle Costa Verde (margen izquierda del grifo) es ocasionado por las aguas pluviales, ya que el sector no presenta obras de evacuación de aguas de escorrentia, además en dicho sector no se cuenta con un sistema de drenaje como alcantarillas, cunetas, etc para la evacuación correcta de dichas aguas hacia un colector común.



Foto 2: Vista de la Erosion a efectos de la inundación pluvial ubicado en la calle Costa Verde ubicado en la parte central y margen izquierda de la zona de estudio cuyo material está compuesta de arena arcillosa



Foto 3: Vista de la Erosión de laderas a efectos de la inundación pluvial, ubicado en su parte superior de dicho grifo



Foto 4: Vista de la Erosión de laderas a efectos de la inundación pluvial ubicado en la parte superior del APV Juan Espinoza Medrano



Foto 5: Vista de la erosión del talud en el sector de la calle retamales manzana Ñ lotes 8 y 7 a efectos del tipo de material que se presenta en dicha zona (Arena arcillosa - SC) presentando un PELIGRO ALTO y una VULNERABILIDAD de MUY ALTO a ALTO



Foto 6: Vista del material arena arcillosa con gravas arenosas la cual estaría evidenciándose que por el tipo de material la inestabilidad del talud en dicho sector antes mencionado (foto 4)

3.5. Susceptibilidad del territorio ante el peligro

La evaluación de la susceptibilidad del área de influencia ante el peligro por Erosión de Ladera en el ámbito del sector APV. Nuevo Alto Mirador (Área de estudio), se consideraron los siguientes factores:

Cuadro 9: Factores de la susceptibilidad

Factores desencadenantes	Factores condicionantes		
	Precipitación	Unidad de Pendiente	Unidades geomorfológicas

Fuente: Elaboración Propia

La metodología a utilizar tanto para la evaluación del peligro como para el análisis de la vulnerabilidad es el procedimiento de análisis Jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da versión. (CENEPRED, 2014). A continuación, se desarrolla la matriz de comparación de pares, la matriz de normalización, índice de consistencia a los pesos ponderados de cada descriptor. Para el proceso de cálculo de los pesos ponderados se utiliza la tabla desarrollada por SAATY

3.5.1. Factores desencadenantes

El factor desencadenante considerado es la precipitación. Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

3.5.1.1. Parámetro: Precipitación

Cuadro 10: Matriz de comparación de pares para el Parámetro Precipitación

Factor Desencadenante	Mayor P99 (RR >26,7 mm Extremadamente Lluvioso)	P95-P99 (16,5 mm <RR ≤ 26,7 mm Muy Lluvioso)	P90-P95 (12,5 mm <RR ≤ 16,5 mm Lluvioso)	P75-P90 (6,8 mm <RR ≤ 12,5 mm Moderadamente Lluvioso)	Menor a P75 (RR ≤ 6,8 mm Normal)
Mayor P99 (RR >26,7 mm Extremadamente Lluvioso)	1.00	2.00	5.00	6.00	8.00
P95-P99 (16,5 mm <RR ≤ 26,7 mm Muy Lluvioso)	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
P90-P95 (12,5 mm <RR ≤ 16,5 mm Lluvioso)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
P75-P90 (6,8 mm <RR ≤ 12,5 mm Moderadamente Lluvioso)	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a P75 (RR ≤ 6,8 mm Normal)	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.99	3.68	9.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.10	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 11: Matriz de normalización de pares para el Parámetro Precipitación

Factor Desencadenante	Mayor P99 (RR >26,7 mm Extremadamente Lluvioso)	P95-P99 (16,5 mm <RR ≤ 26,7 mm Muy Lluvioso)	P90-P95 (12,5 mm <RR ≤ 16,5 mm Lluvioso)	P75-P90 (6,8 mm <RR ≤ 12,5 mm Moderadamente Lluvioso)	Menor a P75 (RR ≤ 6,8 mm Normal)	Vector Priorización
Mayor P99 (RR >26,7 mm Extremadamente Lluvioso)	0.502	0.544	0.524	0.391	0.333	0.459
P95-P99 (16,5 mm <RR ≤ 26,7 mm Muy Lluvioso)	0.251	0.272	0.315	0.326	0.292	0.291
P90-P95 (12,5 mm <RR ≤ 16,5 mm Lluvioso)	0.100	0.091	0.105	0.196	0.208	0.140
P75-P90 (6,8 mm <RR ≤ 12,5 mm Moderadamente Lluvioso)	0.084	0.054	0.035	0.065	0.125	0.073
Menor a P75 (RR ≤ 6,8 mm Normal)	0.063	0.039	0.021	0.022	0.042	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 12: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para el parámetro Precipitación.

IC	0.055
RC	0.049

Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.2. Mapa de Precipitación

INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV.
 NUEVO ALTO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO



3.5.2. Factores condicionantes

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

3.5.2.1. Análisis de los parámetros de los factores condicionantes

Cuadro 13: Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

F. Condicionantes	Unidades pendiente	Unidades geomorfológicas	Unidades geológicas
Unidades pendiente	1.00	2.00	3.00
Unidades geomorfológicas	0.50	1.00	2.00
Unidades geológicas	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 14: Matriz de normalización de los factores condicionantes.

F. Condicionantes	Unidades pendiente	Unidades geomorfológicas	Unidades geológicas	Vector Priorización
Unidades pendiente	0.545	0.571	0.500	0.539
Unidades geomorfológicas	0.273	0.286	0.333	0.297
Unidades geológicas	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 15: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para los factores condicionantes

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2.2. Parámetro: Pendiente

Cuadro 16: Matriz de comparación de pares para el Parámetro Pendiente

PENDIENTE	Pendiente Empinada >45°	Pendiente fuertemente inclinada 25°-45°	Pendiente moderadamente inclinada 15°-25°	Pendiente ligeramente inclinada 5°-15°	Pendiente llana 0°-5°
Pendiente Empinada >45°	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Pendiente fuertemente inclinada 25°-45°	0.50	1.00	3.00	4.00	7.00
Pendiente moderadamente inclinada 15°-25°	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Pendiente ligeramente inclinada 5°-15°	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Pendiente llana 0°-5°	0.13	0.14	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.73	8.58	14.33	23.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 17: Matriz de normalización de pares para el Parámetro Pendiente.

PENDIENTE	Pendiente Empinada >45°	Pendiente fuertemente inclinada 25°-45°	Pendiente moderadamente inclinada 15°-25°	Pendiente ligeramente inclinada 5°-15°	Pendiente llana 0°-5°	Vector Priorización
Pendiente Empinada >45°	0.490	0.537	0.466	0.419	0.348	0.452
Pendiente fuertemente inclinada 25°-45°	0.245	0.268	0.350	0.279	0.304	0.289
Pendiente moderadamente inclinada 15°-25°	0.122	0.089	0.117	0.209	0.174	0.142
Pendiente ligeramente inclinada 5°-15°	0.082	0.067	0.039	0.070	0.130	0.078
Pendiente llana 0°-5°	0.061	0.038	0.029	0.023	0.043	0.039

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 18: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para el parámetro Pendiente

IC	0.042
RC	0.038

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2.3. Mapa de Pendientes

**INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV.
NUEVO ALTO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**



3.5.2.4. Parámetro: Unidades geomorfológicas

Cuadro 19: Matriz de comparación de pares para el Parámetro Unidades Geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Montaña en roca sedimentaria	Ladera de montaña ligeramente empinada	Ladera moderada	Ladera empinada	Llanura o planicie aluvial
Montaña en roca sedimentaria	1.00	2.00	3.00	7.00	9.00
Ladera de montaña ligeramente empinada	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Ladera moderada	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Ladera empinada	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Llanura o planicie aluvial	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.09	3.68	7.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.48	0.27	0.13	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 20: Matriz de normalización de pares para el Parámetro Unidades Geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Montaña en roca sedimentaria	Ladera de montaña ligeramente empinada	Ladera moderada	Ladera empinada	Llanura o planicie aluvial	Vector Priorización
Montaña en roca sedimentaria	0.479	0.544	0.398	0.429	0.360	0.442
Ladera de montaña ligeramente empinada	0.240	0.272	0.398	0.306	0.280	0.299
Ladera moderada	0.160	0.091	0.133	0.184	0.200	0.153
Ladera empinada	0.068	0.054	0.044	0.061	0.120	0.070
Llanura o planicie aluvial	0.053	0.039	0.027	0.020	0.040	0.036

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 21: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para el parámetro Unidades Geomorfológicas

IC	0.038
RC	0.034

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2.5. Mapa Geomorfológico

INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV.
 NUEVO ALTO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO



3.5.2.6. Parámetro: Unidades geológicas

Cuadro 22: Matriz de comparación de pares para el Parámetro Unidades Geológicas

Unidades geológicas	Roca arenisca compacta	Arcilla arenosa	Despositos aluviales	Gravas arenosas	Arena arcillosa
Roca arenisca compacta	1.00	2.00	3.00	6.00	7.00
Arcilla arenosa	0.50	1.00	3.00	5.00	8.00
Depositos aluviales	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Gravas arenosas	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Arena arcillosa	0.14	0.13	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.14	3.66	7.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.47	0.27	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 23: Matriz de normalización de pares para el Parámetro Unidades Geológicas

Unidades geológicas	Roca arenisca compacta	Arcilla arenosa	Despositos aluviales	Gravas arenosas	Arena arcillosa	Vector Priorizacion
Roca arenisca compacta	0.467	0.547	0.398	0.391	0.292	0.419
Arcilla arenosa	0.233	0.273	0.398	0.326	0.333	0.313
Depositos aluviales	0.156	0.091	0.133	0.196	0.208	0.157
Gravas arenosas	0.078	0.055	0.044	0.065	0.125	0.073
Arena arcillosa	0.067	0.034	0.027	0.022	0.042	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 24: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para el parámetro Unidades Geológicas

IC	0.047
RC	0.042

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2.7. Mapa Geológico

INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV.
 NUEVO ALTO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO



3.6. Parámetros de Evaluación de Peligros y Ponderación

Se muestra en forma general el proceso de cálculo de los pesos ponderados de los descriptores y se desarrolla la tabla desarrollada por SAATY (Proceso de Análisis Jerárquico, desarrollado por Thomas L. Saaty. (The Analytic Hierarchy Process, 1980) para indicar la importancia relativa de cada comparación de descriptores.

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro de evaluación a las áreas de erosión de laderas, se sustenta de acuerdo de eventos ocurridos del registro histórico, así como según su registro climático de la zona en estudio, en el cual se asumirá la variable de las áreas de erosión de laderas, por lo tanto, para la obtención de los pesos ponderados del parámetro de evaluación, se utilizará el proceso de análisis jerárquico del Atlas de Suelos por Regiones Hidrológicas del Perú en su ítem 2.5 Formas de erosión - erosión laminar:

3.6.1. Parámetro de evaluación: Grado de Erosión

Cuadro 25: Matriz de comparación de pares del parámetro Grado de Erosión

Grado de erosión	Muy severa (Mayor a 0.6 m/s)	Severa (Entre 0.5 a 0.6 m/s)	Media (Entre 0.4 a 0.5 m/s)	Leve (Entre 0.3 a 0.4 m/s)	Muy Leve (Menor a 0.3 m/s)
Muy severa (Mayor a 0.6 m/s)	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
Severa (Entre 0.5 a 0.6 m/s)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Media (Entre 0.4 a 0.5 m/s)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Leve (Entre 0.3 a 0.4 m/s)	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy Leve (Menor a 0.3 m/s)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.81	4.68	9.53	15.33	25.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 26: Matriz de normalización del parámetro Grado de Erosión

Grado de erosión	Muy severa Mayor a 0.6 m/s	Severa (Entre 0.5 a 0.6 m/s)	Media (Entre 0.4 a 0.5 m/s)	Leve (Entre 0.3 a 0.4 m/s)	Muy Leve (Menor a 0.3 m/s)	Vector Priorización
Muy severa Mayor a 0.6 m/s	0.552	0.642	0.524	0.391	0.360	0.494
Severa (Entre 0.5 a 0.6 m/s)	0.184	0.214	0.315	0.326	0.280	0.264
Media (Entre 0.4 a 0.5 m/s)	0.110	0.071	0.105	0.196	0.200	0.136
Leve (Entre 0.3 a 0.4 m/s)	0.092	0.043	0.035	0.065	0.120	0.071
Muy Leve (Menor a 0.3 m/s)	0.061	0.031	0.021	0.022	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 27: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de análisis Jerárquico para el parámetro Grado de Erosión

IC	0.063
RC	0.057

Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.1. Mapa de Grado de Erosión



3.7. Escenario de riesgo

El análisis para la elaboración del presente escenario se plantea ante la probabilidad de que ocurra el evento de Erosión de Ladera con una frecuencia simulado de todos los años de 44.11% en la zona de estudio sector de APV. Nuevo Alto Mirado, cuya anomalía de precipitación superaría las normales climáticas (precipitación máxima histórica en 24 horas de 51.6 mm) ($16,5\text{mm} < \text{RR} = 26.7\text{mm}$) con un percentil entre $95\text{p} < \text{RR}/\text{día} = 99\text{p}$, encontrándose en las laderas de pendientes moderadas a fuertes con depósitos de material cuaternario y afloramiento de roca arenisca de la formación Kayra que pueden ser removidos por una alta concentración de escorrentía pluvial, que ocasionarían severos daños y pérdidas a los elementos expuestos susceptibles en la dimensión social, dimensión económica y dimensión ambiental en el área de influencia sector del APV. Nuevo Alto Mirado.

3.8. Niveles de peligro

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

Cuadro 28: Cálculo de los niveles de peligro ante deslizamiento

RANGO	NIVEL DE PELIGRO
$0.280 \leq P < 0.470$	MUY ALTO
$0.141 \leq P < 0.280$	ALTO
$0.073 \leq P < 0.141$	MEDIO
$0.036 \leq P < 0.073$	BAJO

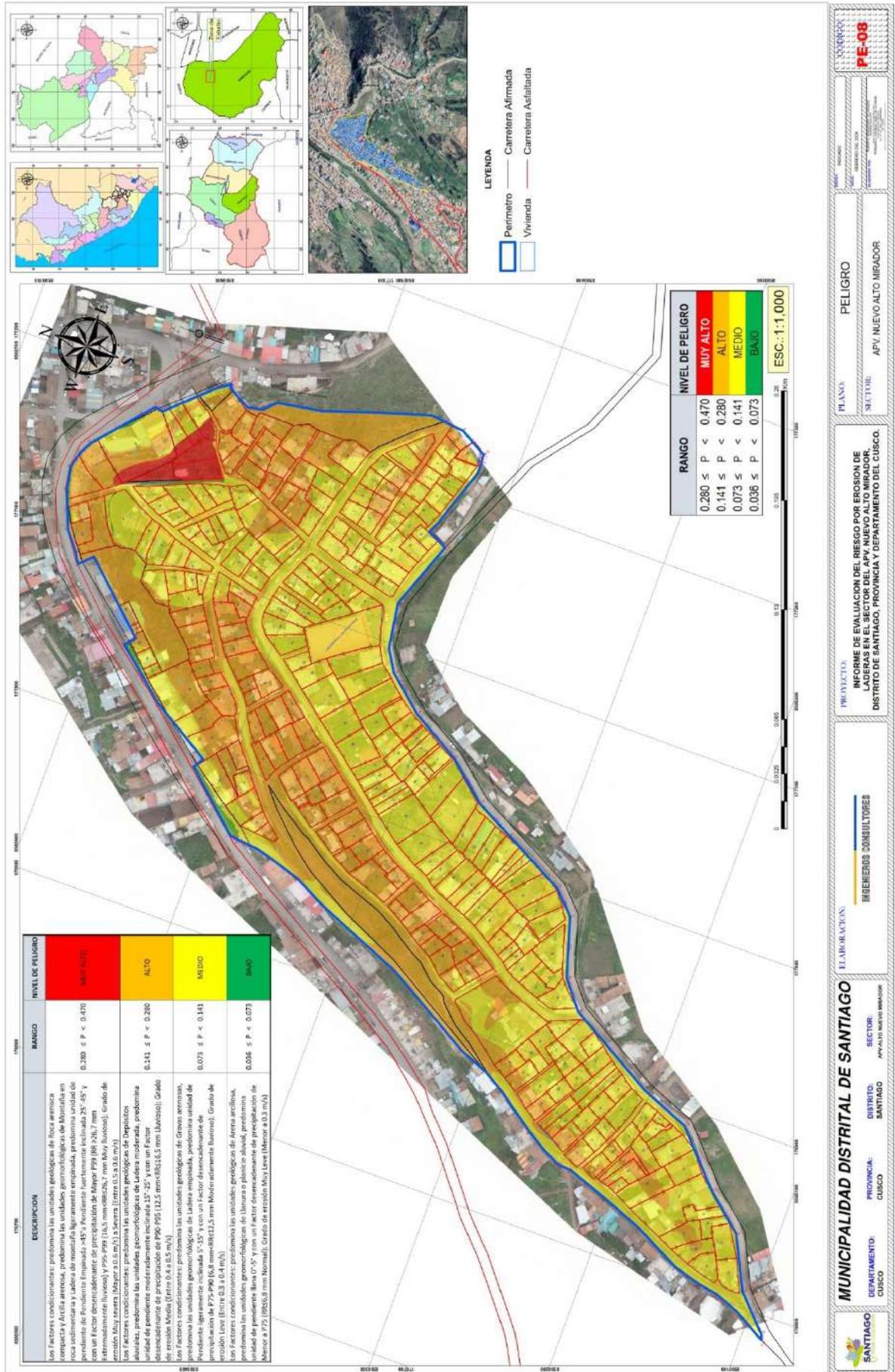
Fuente: Elaboración Propia

3.9. Estratificación del nivel de peligrosidad

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

3.10. Mapa de Peligro

**INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV.
NUEVO ALTO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**



Cuadro 29: Estratificación del nivel de peligro

DESCRIPCION	RANGO	NIVEL DE PELIGRO
Los Factores condicionantes: predomina las unidades geológicas de Roca arenisca compacta y Arcilla arenosa, predomina las unidades geomorfológicas de Montaña en roca sedimentaria y Ladera de montaña ligeramente empinada, predomina unidad de pendiente de Pendiente Empinada >45° a Pendiente fuertemente inclinada 25°-45° y con un Factor desencadenante de precipitación de Mayor P99 (RR >26,7 mm Extremadamente lluvioso) y P95-P99 (16,5 mm < RR ≤ 26,7 mm Muy lluvioso); Grado de erosión Muy severa (Mayor a 0.6 m/s) a Severa (Entre 0.5 a 0.6 m/s)	0.280 ≤ P < 0.470	MUY ALTO
Los Factores condicionantes: predomina las unidades geológicas de Depósitos aluviales, predomina las unidades geomorfológicas de Ladera moderada, predomina unidad de pendiente moderadamente inclinada 15°-25° y con un Factor desencadenante de precipitación de P90-P95 (12,5 mm < RR ≤ 16,5 mm Lluvioso); Grado de erosión Media (Entre 0.4 a 0.5 m/s)	0.141 ≤ P < 0.280	ALTO
Los Factores condicionantes: predomina las unidades geológicas de Gravas arenosas, predomina las unidades geomorfológicas de Ladera empinada, predomina unidad de Pendiente ligeramente inclinada 5°-15° y con un Factor desencadenante de precipitación de P75-P90 (6,8 mm < RR ≤ 12,5 mm Moderadamente lluvioso); Grado de erosión Leve (Entre 0.3 a 0.4 m/s)	0.073 ≤ P < 0.141	MEDIO
Los Factores condicionantes: predomina las unidades geológicas de Arena arcillosa, predomina las unidades geomorfológicas de Llanura o planicie aluvial, predomina unidad de pendiente llana 0°-5° y con un Factor desencadenante de precipitación de Menor a P75 (RR ≤ 6,8 mm Normal); Grado de erosión Muy Leve (Menor a 0.3 m/s)	0.036 ≤ P < 0.073	BAJO

Fuente: Elaboración Propia

3.10.1. Análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles

Los elementos expuestos de la zona evaluada del sector APV. Nuevo Alto Mirado, comprenden a los elementos expuestos susceptibles que se encuentren en la zona potencial del impacto al peligro por Erosión de Ladera.

3.10.2. Análisis de elementos expuestos por dimensión social

De acuerdo a la evaluación del área de influencia de la susceptibilidad del peligro por Erosión de Ladera.

Cuadro 30: Infraestructura / población expuesta

Infraestructura/ Población	Expuesto	Observación
Población	Parte baja	Población ubicada en zonas de peligro Muy Alto
Vivienda	Peligro Muy Alto	Dentro del área de influencia

Fuente: Elaboración Propia

3.10.3. Mapa de Elementos Expuestos

**INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV.
NUEVO ALTO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**



CUSCO EE-09	REGION Cusco	PROVINCIA Cusco	DISTRITO Santiago	SECTOR APV. NUEVO ALTO MIRADOR
PLANO: ELEMENTOS EXPUESTOS				
SECTORE: APV. NUEVO ALTO MIRADOR				
PROYECTO: INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV. NUEVO ALTO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO.				
ELABORACION: INGENIEROS CONSULTORES				
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO				
DEPARTAMENTO: CUSCO	PROVINCIA: CUSCO	DISTRITO: SANTIAGO	SECTOR: APV. NUEVO ALTO MIRADOR	

IV. CAPITULO IV: ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

En marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N° 048-2011-PCM), se define vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza, y es un parámetro importante que sirve para calcular el nivel de riesgo. Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área de influencia por Erosión de Ladera en el sector de APV. Nuevo Alto Mirado, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en la dimensión social, económica y ambiental, utilizando los parámetros de acuerdo a información obtenida en campo.

Los datos de que se tiene, para la elaboración del mapa de vulnerabilidad, son de acuerdo a la evaluación de encuestas realizadas al APV. Nuevo Alto Mirado.

a) Exposición

La Exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.

Con este componente se analizan las unidades sociales expuestas (población, unidades productivas, líneas vitales, infraestructura u otros elementos) a los peligros identificados.

b) Fragilidad

Se considera a la Fragilidad, como referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad.

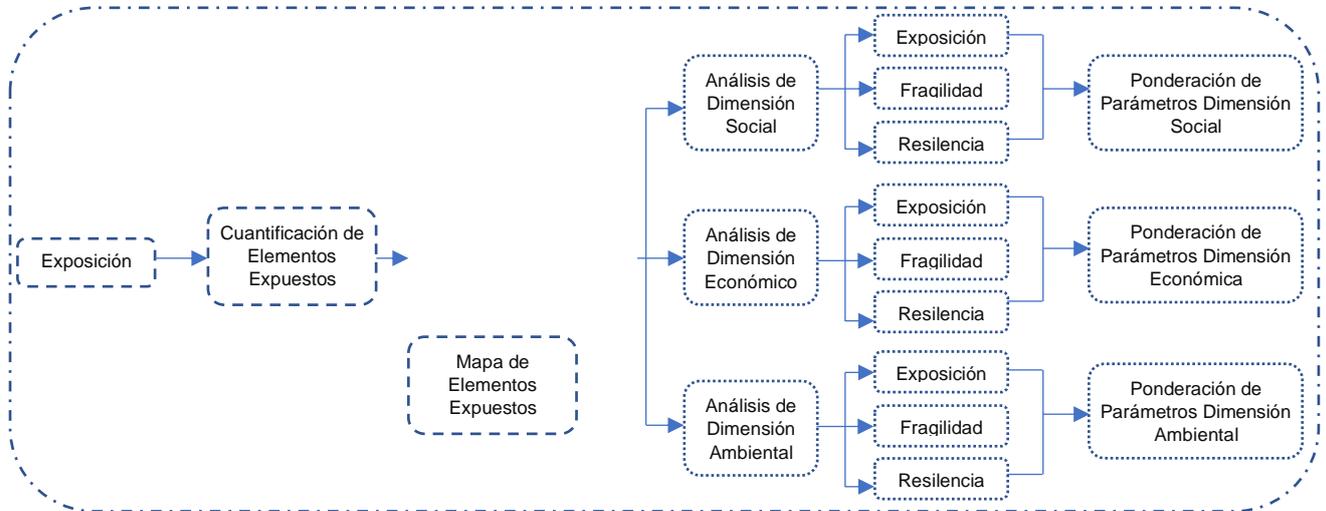
c) Resiliencia

Se considera a la resiliencia como al grado que el ser humano y sus medios de vida se recuperan y mejoran frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad.

4.1. Metodología para el análisis de la vulnerabilidad del área de influencia

Para analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos al respecto al sector del APV. Nuevo Alto Mirado, se ha trabajado de manera semicuantitativa, como se muestra en la siguiente metodología:

Gráfico 9: Flujograma de Análisis de Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración Propia

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área de influencia por Erosión de Ladera en el sector del APV. Nuevo Alto Mirado, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en la dimensión social y económica, utilizando los parámetros para ambos casos de acuerdo a la información de INEI disponible por manzanas, según detalle.

4.2. Análisis de la dimensión social

Se determina la población expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando la población vulnerable y no vulnerable, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad social y resiliencia social en la población vulnerable. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad social.:

Cuadro 31: Matriz de comparación de pares: Parámetro de dimensión social

Dimension	Dimension social	Dimension economica	Dimension ambiental
Dimension social	1.00	3.00	6.00
Dimension economica	0.33	1.00	3.00
Dimension ambiental	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.50	4.33	10.00
1/SUMA	0.67	0.23	0.10

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 32: Matriz de normalización: Parámetro de dimensión social

Dimension	Dimension social	Dimension economica	Dimension ambiental	Vector Priorización
Dimension social	0.667	0.692	0.600	0.653
Dimension economica	0.222	0.231	0.300	0.251
Dimension ambiental	0.111	0.077	0.100	0.096

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 33: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: dimensión social

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1. Análisis de la exposición en la dimensión social

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

a) Vivienda en zona de peligro

Cuadro 34: Matriz de comparación de pares del parámetro: Vivienda en zona de peligro

Vivienda en zona de peligro	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Muy alto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Alto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medio	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Bajo	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy bajo	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 35: Matriz de normalización de pares del parámetro: Vivienda en zona de peligro

Vivienda en zona de peligro	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Vector de priorización
Muy alto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Alto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Medio	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Bajo	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy bajo	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 36: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Vivienda en zona de peligro

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión social

Cuadro 37: Matriz de comparación de pares de fragilidad social

Dimensión Social	Grupo etario	Antigüedad de la edificación	Nivel de acceso a servicios básicos públicos
Grupo etario	1.00	2.00	5.00
Antigüedad de la edificación	0.50	1.00	3.00
Nivel de acceso a servicios básicos públicos	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.70	3.33	9.00
1/SUMA	0.59	0.30	0.11

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 38: Matriz de normalización de pares de fragilidad social

Dimensión Social	Grupo etario	Antigüedad de la edificación	Nivel de acceso a servicios básicos públicos	Vector Priorización
Grupo etario	0.588	0.600	0.556	0.581
Antigüedad de la edificación	0.294	0.300	0.333	0.309
Nivel de acceso a servicios básicos públicos	0.118	0.100	0.111	0.110

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 39: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: fragilidad social

IC	0.002
RC	0.004

Fuente: Elaboración Propia

a) Nivel de acceso a servicios básicos públicos

Cuadro 40: Matriz de comparación de pares del parámetro: Nivel de acceso a servicios básicos públicos

Nivel de acceso a servicios básicos públicos	Nulo o escaso	Escaso con interrupciones	Regular	Bueno	Muy bueno y constante
Nulo o escaso	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
Escaso con interrupciones	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
Regular	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
Bueno	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
Muy bueno y constante	0.17	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.20	4.00	6.75	11.33	20.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 41: Matriz de normalización del parámetro: Nivel de acceso a servicios básicos públicos

Nivel de acceso a servicios básicos públicos	Nulo o escaso	Escaso con interrupciones	Regular	Bueno	Muy bueno y constante	Vector de priorización
Nulo o escaso	0.455	0.500	0.444	0.441	0.300	0.428
Escaso con interrupciones	0.227	0.250	0.296	0.265	0.300	0.268
Regular	0.152	0.125	0.148	0.176	0.200	0.160
Bueno	0.091	0.083	0.074	0.088	0.150	0.097
Muy bueno y constante	0.076	0.042	0.037	0.029	0.050	0.047

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 42: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Nivel de acceso a servicios básicos públicos

IC	0.025
RC	0.022

Fuente: Elaboración Propia

b) Grupo etario

Cuadro 43: Matriz de comparación de pares del parámetro: Grupo etario

Grupo etario	De 0 a 5 años y Mayores de 65 años	De 6 a 11 años y de 60 a 64 años	De 12 a 17 años y de 45 a 59 años	De 18 a 29 años	De 30 a 44 años
Mayores de 65 años	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
De 6 a 11 años y de 60 a 64 años	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
De 12 a 17 años y de 45 a 59 años	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00
De 18 a 29 años	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
De 30 a 44 años	0.14	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.18	3.84	6.53	14.33	23.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.15	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 44: Matriz de normalización del parámetro: Grupo etario

Grupo etario	De 0 a 5 años y Mayores de 65 años	De 6 a 11 años y de 60 a 64 años	De 12 a 17 años y de 45 a 59 años	De 18 a 29 años	De 30 a 44 años	Vector de priorización
Mayores de 65 años	0.460	0.520	0.459	0.349	0.304	0.418
De 6 a 11 años y de 60 a 64 años	0.230	0.260	0.306	0.349	0.304	0.290
De 12 a 17 años y de 45 a 59 años	0.153	0.130	0.153	0.209	0.217	0.173
De 18 a 29 años	0.092	0.052	0.051	0.070	0.130	0.079
De 30 a 44 años	0.066	0.037	0.031	0.023	0.043	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 45: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Grupo etario

IC	0.037
RC	0.034

Fuente: Elaboración Propia

c) Antigüedad de la edificación

Cuadro 46: Matriz de comparación de pares del parámetro: Antigüedad de la edificación

Antigüedad de la edificación	Muy malo (mayor a 30 años)	Malo (20 años)	Regular (10 años)	Bueno (5 años)	Muy bueno (Nueva)
Muy malo (mayor a 30 años)	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Malo (20 años)	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular (10 años)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Bueno (5 años)	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Muy bueno (Nueva)	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 47: Matriz de normalización del parámetro: Antigüedad de la edificación

Antigüedad de la edificación	Muy malo (mayor a 30 años)	Malo (20 años)	Regular (10 años)	Bueno (5 años)	Muy bueno (Nueva)	Vector de priorización
Muy malo (mayor a 30 años)	0.512	0.544	0.524	0.424	0.375	0.476
Malo (20 años)	0.256	0.272	0.315	0.303	0.292	0.287
Regular (10 años)	0.102	0.091	0.105	0.182	0.208	0.138
Bueno (5 años)	0.073	0.054	0.035	0.061	0.083	0.061
Muy bueno (Nueva)	0.057	0.039	0.021	0.030	0.042	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 48: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Antigüedad de la edificación

IC	0.034
RC	0.030

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión social

- a) Con qué frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres

Cuadro 49: Matriz de comparación de pares: Con qué frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres

Con que frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestion de Riesgos de Desastres	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Nunca	1.00	3.00	4.00	5.00	8.00
Casi nunca	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
A veces	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Casi siempre	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
Siempre	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.91	4.68	8.53	14.33	24.00
1/SUMA	0.52	0.21	0.12	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 50: Matriz de normalización: Con qué frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres

Con que frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestion de Riesgos de Desastres	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre	Vector de priorización
Nunca	0.524	0.642	0.469	0.349	0.333	0.463
Casi nunca	0.175	0.214	0.352	0.349	0.292	0.276
A veces	0.131	0.071	0.117	0.209	0.208	0.147
Casi siempre	0.105	0.043	0.039	0.070	0.125	0.076
Siempre	0.066	0.031	0.023	0.023	0.042	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 51: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Con qué frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres

IC	0.069
RC	0.062

Fuente: Elaboración Propia

b) Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres

Cuadro 52: Matriz de comparación de pares: Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres

Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres	Siempre ocurre(Todos los años)	Continuamente (De 1 a 3 años)	Regularmente ocurre (De 4 a 9 años)	Pasó alguna vez (Mayor a 10 años)	Nunca a pasado
Siempre ocurre(Todos los años)	1.00	2.00	4.00	5.00	6.00
Continuamente (De 1 a 3 años)	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Regularmente ocurre (De 4 a 9 años)	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Pasó alguna vez (Mayor a 10 años)	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Nunca a pasado	0.17	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.12	3.95	7.75	12.50	18.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.13	0.08	0.06

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 53: Matriz de normalización: Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres

Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres	Siempre ocurre(Todos los años)	Continuamente (De 1 a 3 años)	Regularmente ocurre (De 4 a 9 años)	Pasó alguna vez (Mayor a 10 años)	Nunca a pasado	Vector de priorización
Siempre ocurre(Todos los años)	0.472	0.506	0.516	0.400	0.333	0.446
Continuamente (De 1 a 3 años)	0.236	0.253	0.258	0.320	0.278	0.269
Regularmente ocurre (De 4 a 9 años)	0.118	0.127	0.129	0.160	0.222	0.151
Pasó alguna vez (Mayor a 10 años)	0.094	0.063	0.065	0.080	0.111	0.083
Nunca a pasado	0.079	0.051	0.032	0.040	0.056	0.051

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 54: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres

IC	0.024
RC	0.022

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Análisis de la dimensión económica

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

Cuadro 55: Matriz de comparación de pares: Parámetro de dimensión económica

Dimensión económica	Exposición económica	Resiliencia económica	Fragilidad económica
Exposición económica	1.00	2.00	3.00
Resiliencia económica	0.50	1.00	2.00
Fragilidad económica	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 56: Matriz de normalización: Parámetro de dimensión económica

Dimensión económica	Exposición económica	Resiliencia económica	Fragilidad económica	Vector Priorización
Exposición económica	0.545	0.571	0.500	0.539
Resiliencia económica	0.273	0.286	0.333	0.297
Fragilidad económica	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 57: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Parámetro de dimensión económica

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1. Análisis de la exposición en la dimensión económica

Cuadro 58: Parámetros utilizados en el factor Exposición de la Dimensión Económica

Exposición Económica	Cercanía de la Vivienda a la zona afectada
Cercanía de la Vivienda a la zona afectada	18
SUMA	18

Fuente: Elaboración Propia

a) Cercanía de vivienda en zonas de peligro

Cuadro 59: Matriz de comparación de pares: Cercanía de vivienda en zonas de peligro

Cercanía de vivienda en zonas de peligro	Menor a 10m	Entre 10 a 20 m	Entre 21 a 30 m	Entre 31 a 40 m	Mayor a 41 m
Menor a 10m	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Entre 10 a 20 m	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Entre 21 a 30 m	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre 31 a 40 m	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 41 m	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.68	8.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 60: Matriz de normalización: Cercanía de vivienda en zonas de peligro

Cercanía de vivienda en zonas de peligro	Menor a 10m	Entre 10 a 20 m	Entre 21 a 30 m	Entre 31 a 40 m	Mayor a 41 m	Vector de priorización
Menor a 10m	0.490	0.544	0.469	0.391	0.333	0.445
Entre 10 a 20 m	0.245	0.272	0.352	0.326	0.292	0.297
Entre 21 a 30 m	0.122	0.091	0.117	0.196	0.208	0.147
Entre 31 a 40 m	0.082	0.054	0.039	0.065	0.125	0.073
Mayor a 41 m	0.061	0.039	0.023	0.022	0.042	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 61: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Cercanía de vivienda en zonas de peligro

IC	0.047
RC	0.042

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión económica

Cuadro 62: Matriz de comparación de pares de la fragilidad económica

Fragilidad económica	Estado de conservacion	Material prdominante de las paredes	Material prdominante de los techos
Estado de conservacion	1.00	3.00	7.00
Material prdominante de las paredes	0.33	1.00	3.00
Material prdominante de los techos	0.14	0.33	1.00
SUMA	1.48	4.33	11.00
1/SUMA	0.68	0.23	0.09

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 63: Matriz de normalización de pares de la fragilidad económica

Fragilidad económica	Estado de conservacion	Material prdominante de las paredes	Material prdominante de los techos	Vector Priorización
Estado de conservacion	0.677	0.692	0.636	0.669
Material prdominante de las paredes	0.226	0.231	0.273	0.243
Material prdominante de los techos	0.097	0.077	0.091	0.088

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 64: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: fragilidad económica.

IC	0.004
RC	0.007

Fuente: Elaboración Propia

a) Material predominante de las paredes

Cuadro 65: Matriz de comparación de pares: Material predominante de las paredes

Material predominante de las paredes	Piedra con barro	Adobe o tapia	Madera	Ladrillo	Bloque de concreto
Piedra con barro	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Adobe o tapia	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Madera	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Ladrillo	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Bloque de concreto	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.84	7.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 66: Matriz de normalización: Material predominante de las paredes

Material predominante de las paredes	Piedra con barro	Adobe o tapia	Madera	Ladrillo	Bloque de concreto	Vector de priorización
Piedra con barro	0.490	0.520	0.531	0.391	0.333	0.453
Adobe o tapia	0.245	0.260	0.265	0.326	0.292	0.278
Madera	0.122	0.130	0.133	0.196	0.208	0.158
Ladrillo	0.082	0.052	0.044	0.065	0.125	0.074
Bloque de concreto	0.061	0.037	0.027	0.022	0.042	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 67: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Material predominante de las paredes

IC	0.038
RC	0.034

Fuente: Elaboración Propia

b) Material predominante de techos

Cuadro 68: Matriz de comparación de pares: Material predominante de techos

Material predominante de techo	Paja	Pastico/ caña con barro/ esteras u otro material	Madera	Calamina/ Teja/ Planchas polipropileno	Losa de concreto
Paja	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Pastico/ caña con barro/ esteras u otro material	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
Madera	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Calamina/ Teja/ Planchas polipropileno	0.14	0.25	0.33	1.00	4.00
Losa de concreto	0.11	0.14	0.20	0.25	1.00
SUMA	2.00	3.89	7.53	15.25	26.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 69: Matriz de normalización: Material predominante de techos

Material predominante de techos	Paja	Pastico/ caña con barro/ esteras u otro material	Madera	Calamina/ Teja/ Planchas polipropileno	Losa de concreto	Vector de priorización
Paja	0.499	0.514	0.531	0.459	0.346	0.470
Pastico/ caña con barro/ esteras u otro material	0.250	0.257	0.265	0.262	0.269	0.261
Madera	0.125	0.128	0.133	0.197	0.192	0.155
Calamina/ Teja/ Planchas polipropileno	0.071	0.064	0.044	0.066	0.154	0.080
Losa de concreto	0.055	0.037	0.027	0.016	0.038	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 70: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Material predominante de techos

IC	0.044
RC	0.040

Fuente: Elaboración Propia

c) Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción

Cuadro 71: Matriz de comparación de pares: Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción

Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción	Muy malo/ precario (vivienda con antigüedad > 50 años)	Malo (vivienda con antigüedad > 35 años)	Regular (vivienda con antigüedad > 20años)	Bueno (vivienda con antigüedad > 5 años)	Muy bueno (vivienda nueva construida en el año)
Muy malo/ precario (vivienda con antigüedad > 50 años)	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
Malo (vivienda con antigüedad > 35 años)	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular (vivienda con antigüedad > 20años)	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Bueno (vivienda con antigüedad > 5 años)	0.20	0.20	0.33	1.00	2.00
Muy bueno (vivienda nueva construida en el año)	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.08	3.68	8.53	14.50	23.00
1/SUMA	0.48	0.27	0.12	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 72: Matriz de normalización: Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción

Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción	Muy malo/ precario (vivienda con antigüedad > 50 años)	Malo (vivienda con antigüedad > 35 años)	Regular (vivienda con antigüedad > 20años)	Bueno (vivienda con antigüedad > 5 años)	Muy bueno (vivienda nueva construida en el año)	Vector de priorización
Muy malo/ precario (vivienda con antigüedad > 50 años)	0.482	0.544	0.469	0.345	0.348	0.437
Malo (vivienda con antigüedad > 35 años)	0.241	0.272	0.352	0.345	0.304	0.303
Regular (vivienda con antigüedad > 20años)	0.120	0.091	0.117	0.207	0.217	0.151
Bueno (vivienda con antigüedad > 5 años)	0.096	0.054	0.039	0.069	0.087	0.069
Muy bueno (vivienda nueva construida en el año)	0.060	0.039	0.023	0.034	0.043	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 73: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción

IC	0.038
RC	0.034

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión económica

a) Tipo de vivienda

Cuadro 74: Matriz de comparación de pares: Tipo de vivienda

Tipo de vivienda	No destinado para habitacion, otro tipo	choza o cabaña y/o vivienda improvisada	Vivienda en quinta y/o Vivienda en casa vecinal	Departamento en edificio	Casa independiente
No destinado para habitacion, otro tipo	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
choza o cabaña y/o vivienda improvisada	0.33	1.00	3.00	6.00	8.00
Vivienda en quinta y/o Vivienda en casa vecinal	0.20	0.33	1.00	5.00	7.00
Departamento en edificio	0.14	0.17	0.20	1.00	3.00
Casa independiente	0.13	0.13	0.14	0.33	1.00
SUMA	1.80	4.63	9.34	19.33	27.00
1/SUMA	0.56	0.22	0.11	0.05	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 75: Matriz de normalización: Tipo de vivienda

Tipo de vivienda	No destinado para habitacion, otro tipo	choza o cabaña y/o vivienda improvisada	Vivienda en quinta y/o Vivienda en casa vecinal	Departamento en edificio	Casa independiente	Vector de priorización
No destinado para habitacion, otro tipo	0.555	0.649	0.535	0.362	0.296	0.479
Choza o cabaña y/o vivienda improvisada	0.185	0.216	0.321	0.310	0.296	0.266
Vivienda en quinta y/o Vivienda en casa vecinal	0.111	0.072	0.107	0.259	0.259	0.162
Departamento en edificio	0.079	0.036	0.021	0.052	0.111	0.060
Casa independiente	0.069	0.027	0.015	0.017	0.037	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 76: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Tipo de vivienda

IC	0.109
RC	0.098

Fuente: Elaboración Propia

b) Tipo de tendencia de vivienda

Cuadro 77: Matriz de comparación de pares: Tipo de tendencia de vivienda

Tipo de tendencia de vivienda	Por invasion	Posesionario	Pagandola o por herencia	Con título de propiedad	Contitulo de propiedad e inscrito en SUNARP
Por invasion	1.00	2.00	3.00	4.00	8.00
Posesionario	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
Compra y/o por herencia	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Con título de propiedad	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Contitulo de propiedad e inscrito en SUNARP	0.13	0.17	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.21	4.00	6.83	10.50	20.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.10	0.05

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 78: Matriz de normalización: Tipo de tendencia de vivienda

Tipo de tendencia de vivienda	Por invasion	Posesionario	Pagandola o por herencia	Con título de propiedad	Contitulo de propiedad e inscrito en SUNARP	Vector de priorización
Por invasion	0.453	0.500	0.439	0.381	0.400	0.435
Posesionario	0.226	0.250	0.293	0.286	0.300	0.271
Pagandola o por herencia	0.151	0.125	0.146	0.190	0.150	0.153
Con título de propiedad	0.113	0.083	0.073	0.095	0.100	0.093
Contitulo de propiedad e inscrito en SUNARP	0.057	0.042	0.049	0.048	0.050	0.049

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 79: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Tipo de tendencia de vivienda

IC	0.008
RC	0.007

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Análisis de la dimensión ambiental

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

Cuadro 80: Matriz de comparación de pares: Análisis de la dimensión ambiental

Dimencion ambiental	Exposicion ambiental	Fragilidad ambiental	Resilencia ambiental
Exposicion ambiental	1.00	2.00	5.00
Fragilidad ambiental	0.50	1.00	3.00
Resilencia ambiental	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.70	3.33	9.00
1/SUMA	0.59	0.30	0.11

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 81: Matriz de normalización: Análisis de la dimensión ambiental

Dimension ambiental	Exposicion ambiental	Fragilidad ambiental	Resiliencia ambiental	Vector Priorización
Exposicion ambiental	0.588	0.600	0.556	0.581
Fragilidad ambiental	0.294	0.300	0.333	0.309
Resiliencia ambiental	0.118	0.100	0.111	0.110

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 82: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Análisis de la dimensión ambiental

IC	0.002
RC	0.004

Fuente: Elaboración Propia

4.4.1. Análisis de la exposición en la dimensión ambiental

a) Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales

Cuadro 83: Matriz de comparación de pares: Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales

Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales	Muy cerca de puntos de residuos sólidos (< 25m)	Cerca de puntos de residuos sólidos (De 25 a 50 m)	Regularmente de puntos de residuos sólidos (De 50 a 100 m)	Lejos de puntos de residuos sólidos (De 100 a 250 m)	Muy lejos de puntos de residuos sólidos (> 250 m)
Muy cerca de puntos de residuos sólidos (< 25m)	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Cerca de puntos de residuos sólidos (De 25 a 50 m)	0.50	1.00	3.00	6.00	7.00
Regularmente de puntos de residuos sólidos (De 50 a 100 m)	0.20	0.33	1.00	4.00	5.00
Lejos de puntos de residuos sólidos (De 100 a 250 m)	0.14	0.17	0.25	1.00	3.00
Muy lejos de puntos de residuos sólidos (> 250 m)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.64	9.45	18.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.11	0.05	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 84: Matriz de normalización: Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales

Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales	Muy cerca de puntos de residuos sólidos (< 25m)	Cerca de puntos de residuos sólidos (De 25 a 50 m)	Regularmente de puntos de residuos sólidos (De 50 a 100 m)	Lejos de puntos de residuos sólidos (De 100 a 250 m)	Muy lejos de puntos de residuos sólidos (> 250 m)	Vector de priorización
Muy cerca de puntos de residuos sólidos (< 25m)	0.512	0.549	0.529	0.382	0.360	0.466
Cerca de puntos de residuos sólidos (De 25 a 50 m)	0.256	0.275	0.317	0.327	0.280	0.291
Regularmente de puntos de residuos sólidos (De 50 a 100 m)	0.102	0.092	0.106	0.218	0.200	0.144
Lejos de puntos de residuos sólidos (De 100 a 250 m)	0.073	0.046	0.026	0.055	0.120	0.064
Muy lejos de puntos de residuos sólidos (> 250 m)	0.057	0.039	0.021	0.018	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 85: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales

IC	0.065
RC	0.058

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental

a) Disposición de excretas

Cuadro 86: Matriz de comparación de pares: Disposición de excretas

Disposición de excretas	Sin servicio higiénico	Con letrina seca	Con letrina y arrastre hidráulico	Con instalación sanitaria y tanque séptico	Con instalación sanitaria conectada a la Red
Sin servicio higiénico	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Con letrina seca	0.50	1.00	3.00	5.00	8.00
Con letrina y arrastre hidráulico	0.25	0.33	1.00	4.00	6.00
Con instalación sanitaria y tanque séptico	0.14	0.20	0.25	1.00	4.00
Con instalación sanitaria conectada a la Red	0.11	0.13	0.17	0.25	1.00
SUMA	2.00	3.66	8.42	17.25	28.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 87: Matriz de normalización: Disposición de excretas

Disposición de excretas	Sin servicio higiénico	Con letrina seca	Con letrina y arrastre hidráulico	Con instalación sanitaria y tanque séptico	Con instalación sanitaria conectada a la Red	Vector de priorización
Sin servicio higiénico	0.499	0.547	0.475	0.406	0.321	0.450
Con letrina seca	0.250	0.273	0.356	0.290	0.286	0.291
Con letrina y arrastre hidráulico	0.125	0.091	0.119	0.232	0.214	0.156
Con instalación sanitaria y tanque séptico	0.071	0.055	0.030	0.058	0.143	0.071
Con instalación sanitaria conectada a la Red	0.055	0.034	0.020	0.014	0.036	0.032

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 88: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Disposición de excretas

IC	0.072
RC	0.065

Fuente: Elaboración Propia

b) Manejo de Residuos Sólidos RR. SS

Cuadro 89: Matriz de comparación de pares: Manejo de Residuos Sólidos RR. SS

Manejo de Residuos Sólidos RR. SS	Sin manejo	Deposita en solo envases	Selecciona orgánico e inorgánico	Reúso y compostaje	Clasificación por material
Sin manejo	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Deposita en solo envases	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Selecciona orgánico e inorgánico	0.25	0.50	1.00	3.00	6.00
Reúso y compostaje	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Clasificación por material	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.84	7.50	16.33	26.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 90: Matriz de normalización: Manejo de Residuos Sólidos RR. SS

Manejo de Residuos Sólidos RR.SS	Sin manejo	Deposita en solo envases	Selecciona orgánico e inorgánico	Reúso y compostaje	Clasificación por material	Vector de priorización
Sin manejo	0.499	0.520	0.533	0.429	0.346	0.466
Deposita en solo envases	0.250	0.260	0.267	0.306	0.269	0.270
Selecciona orgánico e inorgánico	0.125	0.130	0.133	0.184	0.231	0.161
Reúso y compostaje	0.071	0.052	0.044	0.061	0.115	0.069
Clasificación por material	0.055	0.037	0.022	0.020	0.038	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 91: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Manejo de Residuos Sólidos RR. SS

IC	0.035
RC	0.031

Fuente: Elaboración Propia

4.4.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental

a) Capacitación en temas ambientales

Cuadro 92: Matriz de comparación de pares: Capacitación en temas ambientales

Capacitación en temas ambientales	Sin conocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento Limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento
Sin conocimiento	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Conocimiento erróneo	0.50	1.00	3.00	6.00	8.00
Conocimiento Limitado	0.20	0.33	1.00	3.00	6.00
Conocimiento sin interés	0.14	0.17	0.33	1.00	3.00
Con conocimiento	0.11	0.13	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.63	9.50	17.33	27.00
1/SUMA	0.51	0.28	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 93: Matriz de normalización: Capacitación en temas ambientales

Capacitación en temas ambientales	Sin conocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento Limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento	Vector de priorización
Sin conocimiento	0.512	0.552	0.526	0.404	0.333	0.465
Conocimiento erróneo	0.256	0.276	0.316	0.346	0.296	0.298
Conocimiento Limitado	0.102	0.092	0.105	0.173	0.222	0.139
Conocimiento sin interés	0.073	0.046	0.035	0.058	0.111	0.065
Con conocimiento	0.057	0.034	0.018	0.019	0.037	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 94: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro: Capacitación en temas ambientales

IC	0.053
RC	0.047

Fuente: Elaboración Propia

4.5. Niveles de vulnerabilidad

En el siguiente cuadro N° 97, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través del proceso de análisis jerárquico.

Cuadro 95: Nivel de Vulnerabilidad

RANGO			Niveles de Vulnerabilidad
0.275	$\leq V \leq$	0.471	MUY ALTA
0.145	$\leq V <$	0.275	ALTA
0.071	$\leq V <$	0.145	MEDIA
0.037	$\leq V <$	0.071	BAJA

Fuente: Elaboración Propia

4.6. Estratificación de la vulnerabilidad

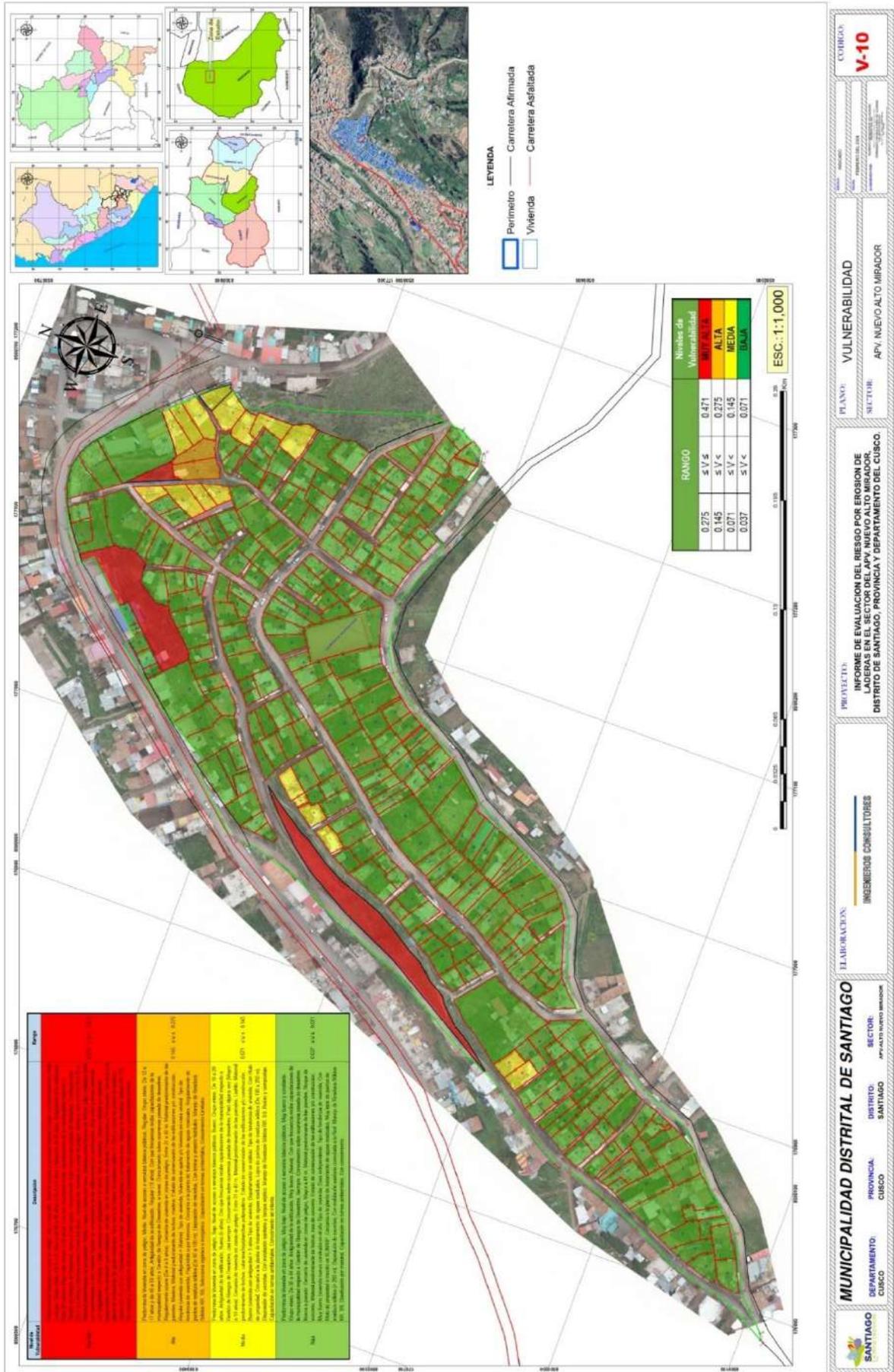
Cuadro 96: Estratificación de la vulnerabilidad

Nivel de Vulnerabilidad	Descripción	Rango
Muy Alta	Predomina la Vivienda en zona de peligro, Alto o muy alto. Nivel de acceso a servicios básicos Escaso con interrupciones o Nulo o escaso. Grupo etario, De 6 a 11 años y de 60 a 64 años o De 0 a 5 años y Mayores de 65 años. Antigüedad de la edificación, Malo (20 años) o Muy malo (mayor a 30 años). Con que frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres, nunca a casi nunca. Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres, Continuamente (De 1 a 3 años) o Siempre ocurre (Todos los años). Cercanía de vivienda en zonas de peligro, Menor a 10m y Entre 10 a 20 m. Material predominante de las paredes, Adobe o tapia o Piedra con barro, Material predominante de techos, paja o plástico/ caña con barro/esteras u otro material. Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción, Muy malo/ precario (vivienda con antigüedad > 50 años) o Malo (vivienda con antigüedad > 35 años). Tipo de vivienda, Choza o cabaña y/o vivienda improvisada o No destinado para habitación, otro tipo. Tipo de tendencia de vivienda, Posesionario o Por invasión. Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales, Muy cerca de puntos de residuos sólidos (< 25m) y Cerca de puntos de residuos sólidos (De 25 a 50 m). Disposición de excretas, Sin servicio higiénico y con letrina seca. Manejo de Residuos Sólidos RR, SS, Sin manejo y Deposita en solo envases. Capacitación en temas ambientales, Sin conocimiento o conocimiento erróneo.	$0.275 \leq V \leq 0.471$
Alta	Predomina la Vivienda en zona de peligro, Medio. Nivel de acceso a servicios básicos públicos, Regular. Grupo etario, De 12 a 17 años y de 45 a 59 años. Antigüedad de la edificación, Regular (10 años). Con que frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres, a veces. Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres, Regularmente ocurre (De 4 a 9 años). Cercanía de vivienda en zonas de peligro, Entre 21 a 30 m. Material predominante de las paredes, Madera, Material predominante de techos, madera. Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción, Regular (vivienda con antigüedad > 20años). Tipo de vivienda, Vivienda en quinta y/o Vivienda en casa vecinal. Tipo de tendencia de vivienda, Pagándola o por herencia. Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales, Regularmente de puntos de residuos sólidos (De 50 a 100 m). Disposición de excretas, Con letrina y arrastre hidráulico. Manejo de Residuos Sólidos RR, SS, Selecciona orgánico e inorgánico. Capacitación en temas ambientales, Conocimiento Limitado.	$0.145 \leq V \leq 0.275$
Media	Predomina la Vivienda en zona de peligro, Bajo. Nivel de acceso a servicios básicos públicos, Bueno. Grupo etario, De 18 a 29 años. Antigüedad de la edificación, Bueno (5 años). Con que frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres, casi siempre. Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres, Pasó alguna vez (Mayor a 10 años). Cercanía de vivienda en zonas de peligro, Entre 31 a 40 m. Material predominante de las paredes, Ladrillo, Material predominante de techos, calamina/teja/planchas polipropileno. Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción, Bueno (vivienda con antigüedad > 5 años Tipo de vivienda, Departamento en edificio. Tipo de tendencia de vivienda, Con título de propiedad. Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales, Lejos de puntos de residuos sólidos (De 100 a 250 m). Disposición de excretas, Con instalación sanitaria y tanque séptico. Manejo de Residuos Sólidos RR, SS, Reúso y compostaje. Capacitación en temas ambientales, Conocimiento sin interés.	$0.071 \leq V \leq 0.145$
Baja	Predomina la Vivienda en zona de peligro, Muy bajo. Nivel de acceso a servicios básicos públicos, Muy bueno y constante. Grupo etario, De 30 a 44 años. Antigüedad de la edificación, Muy bueno (Nueva). Con que frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres, Siempre. Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres, Nunca a pasado. Cercanía de vivienda en zonas de peligro, Mayor a 41 m. Material predominante de las paredes, Bloque de concreto, Material predominante de techos, losa de concreto. Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción, Muy bueno (vivienda nueva construida en el año Tipo de vivienda, Casa independiente. Tipo de tendencia de vivienda, Con título de propiedad e inscrito en SUNARP. Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales, Muy lejos de puntos de residuos sólidos (> 250 m). Disposición de excretas, Con instalación sanitaria conectada a la Red. Manejo de Residuos Sólidos RR, SS, Clasificación por material. Capacitación en temas ambientales, Con conocimiento.	$0.037 \leq V \leq 0.071$

Fuente: Elaboración Propia

4.7. Mapa de vulnerabilidad

INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV. NUEVO ALTO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DECUSCO



V. CAPITULO V: CALCULO DE RIESGO

Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el ámbito geográfico de estudio mediante la evaluación de la frecuencia expresando en años, y el nivel de susceptibilidad ante el peligro por Movimiento en Masa, y realizado el respectivo análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por la exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio.

Siendo el riesgo el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas al fenómeno por Movimiento en Masa. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada. (Carreño et. al. 2005).

El expresar los conceptos de peligro (amenaza), vulnerabilidad y riesgo, ampliamente aceptada en el campo técnico científico Cardona (1985), Fournier d'Albe (1985), Milutinovic y Petrovsky (1985b) y Coburn y Spence (1992), está fundamentada en la ecuación adaptada a la Ley N°29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mediante la cual se expresa que el riesgo es una función $f()$ del peligro y la vulnerabilidad.

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

Dónde:

R_{ie} = Riesgo.

f = En función

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

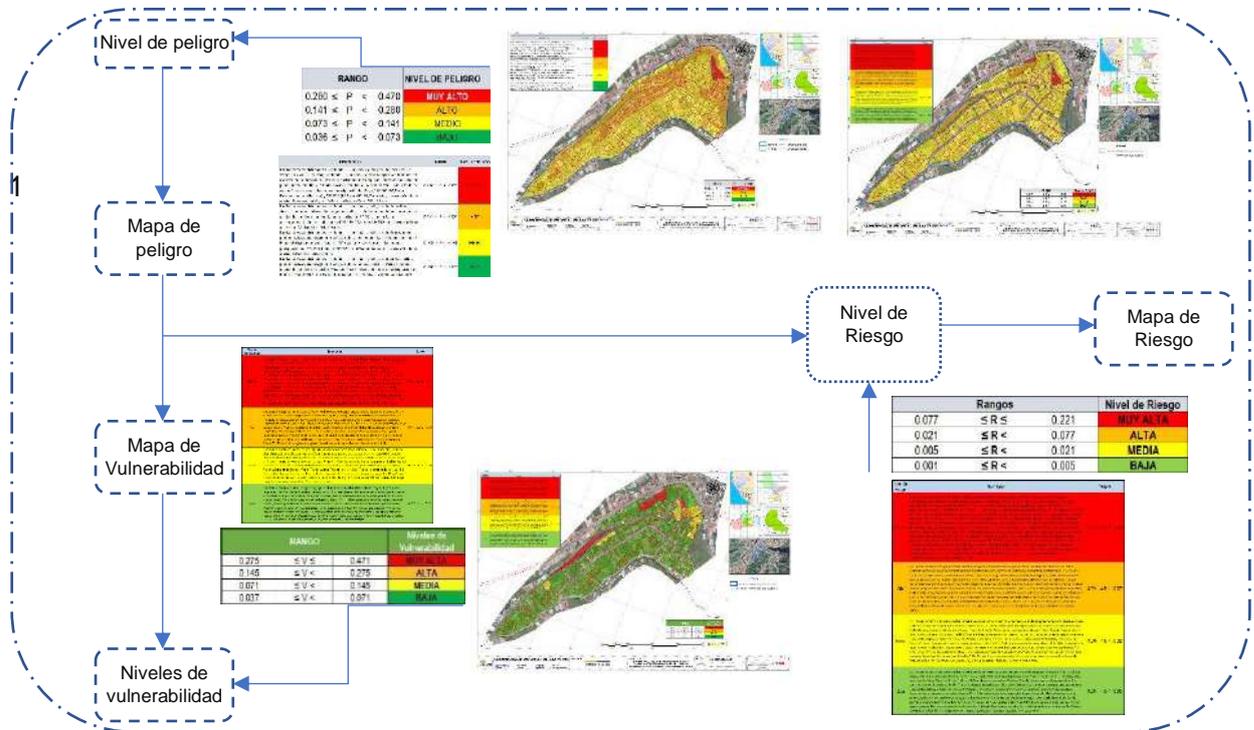
V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

Para el análisis de peligros se identifican y caracterizan los fenómenos de origen natural mediante el análisis de la intensidad, la magnitud, la frecuencia o periodo de recurrencia (para el presente estudio se ha utilizado un único parámetro), y el nivel de susceptibilidad. Asimismo, deberán analizar los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por tres componentes: exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar.

Para estratificar el nivel del riesgo se hará uso de una matriz de doble entrada: matriz del grado de peligro y matriz del grado de vulnerabilidad. Para tal efecto, se requiere que previamente se halla determinado los niveles de intensidad y posibilidad de ocurrencia de un determinado peligro y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente.

5.1. Metodología para la determinación de los niveles del riesgo

Mirador”, se utilizará el siguiente procedimiento:



Fuente: Elaboración Propia

La metodología considera emplear una matriz de doble entrada en la que se multiplique cada nivel de peligro con cada nivel de vulnerabilidad, de modo que se obtenga una matriz de celdas resultantes de cada multiplicación. A partir de los valores de cada celda de matriz se pueden obtener los niveles de riesgos.

5.2. Determinación de los niveles de riesgo

5.2.1. Niveles del riesgo

Los niveles de riesgo finales son riesgo muy alto, riesgo alto, riesgo medio y riesgo bajo y se determinan a partir de los valores extremos de la matriz de riesgos.

Los niveles de riesgo por Erosión de Ladera en el sector del APV. Nuevo Alto Mirador se detallan a continuación:

Cuadro 97: Niveles de riesgo

Rangos			Nivel de Riesgo
0.077	$\leq R \leq$	0.221	MUY ALTA
0.021	$\leq R <$	0.077	ALTA
0.005	$\leq R <$	0.021	MEDIA
0.001	$\leq R <$	0.005	BAJA

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2. Matriz del riesgo

La matriz de riesgo originado por Erosión de Ladera en el sector del APV. Nuevo Alto Mirador es el siguiente:

Cuadro 98: Matriz de riesgo

PMA	0.470	0.034	0.068	0.129	0.221
PA	0.280	0.020	0.041	0.077	0.132
PM	0.141	0.010	0.021	0.039	0.066
PB	0.073	0.005	0.011	0.020	0.034
	0.071	0.145	0.275	0.471	
	VULNERABILIDAD BAJA	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MUY ALTA	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3. Estratificación del nivel del riesgo

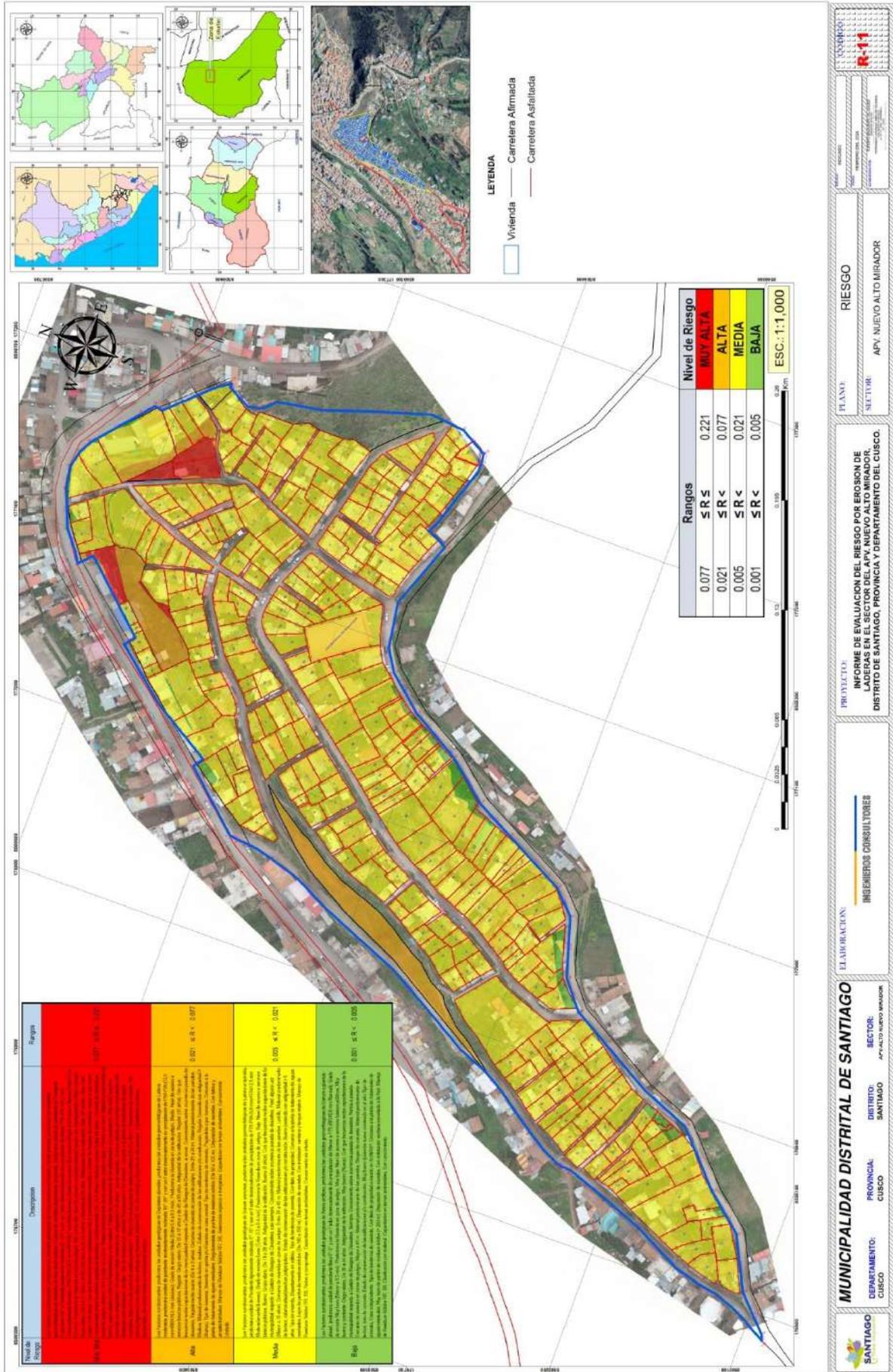
Cuadro 99: Estratificación de riesgo

Nivel de Riesgo	Descripción	Rangos
Muy Alta	Los Factores condicionantes: predomina las unidades geológicas de Roca arenosa compacta y Arcilla arenosa, predomina las unidades geomorfológicas de Montaña sin roca sedimentaria y Ladera de montaña ligaramente empinada, predomina unidad de pendiente de Pambante Empinada >45° a Pendiente fuertemente inclinada 25°-45° y con un Factor desencadenante de precipitación de Mayor P99 (RR >20.7 mm Extremadamente lluvioso) y P95-P99 (16.5 mm <RR≤26.7 mm Muy lluvioso). Grado de erosión Muy severa (Mayor a 0.6 m/s) a Severa (Entre 0.5 a 0.6 m/s). Predomina la Vivienda en zona de peligro, Alto o muy alto. Nivel de acceso a servicios básicos Escaso con interrupciones o Nulo o escaso. Grupo etario, De 6 a 11 años y de 60 a 64 años o De 0 a 6 años y Mayores de 65 años. Antigüedad de la edificación, Malo (20 años) o Muy malo (mayor a 30 años). Con que frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres, nunca a casi nunca. Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres, Continuamente (De 1 a 3 años) o Siempre ocurre (Todos los años). Cercanía de vivienda en zonas de peligro, Menor a 10m y Entre 10 a 20 m. Material predominante de las paredes, Adobe o tapia o Piedra con barro. Material predominante de techos, paja o plástico/caña con barro/estera u otro material. Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción, Muy malo/ precario (vivienda con antigüedad > 60 años) o Malo (vivienda con antigüedad > 35 años). Tipo de vivienda, Chozas o tabaños y/o vivienda improvisada o No destinada para habitación, otro tipo. Tipo de tendencia de vivienda, Posesionario o Por invasión. Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales, Muy cerca de puntos de residuos sólidos (< 25m) y Cerca de puntos de residuos sólidos (De 26 a 60 m). Disposición de excretas, Sin servicio higiénico y con letrina seca. Manejo de Residuos Sólidos RR, SS, Sin manejo y Deposta en solo orcoses. Capacitación en temas ambientales, Sin conocimiento o conocimiento erróneo.	$0.077 \leq R \leq 0.221$
Alta	Los Factores condicionantes: predomina las unidades geológicas de Depósitos aluviales, predomina las unidades geomorfológicas de Ladera moderada, predomina unidad de pendiente moderadamente inclinada 15°-25° y con un Factor desencadenante de precipitación de P90-P95 (12.5 mm <RR≤16.5 mm Lluvioso); Grado de erosión Media (Entre 0.4 a 0.5 m/s). Predomina la Vivienda en zona de peligro, Medio. Nivel de acceso a servicios básicos públicos, Regular. Grupo etario, De 12 a 17 años y de 45 a 59 años. Antigüedad de la edificación, Regular (10 años). Con que frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres, a veces. Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres, Regularmente ocurre (De 4 a 9 años). Cercanía de vivienda en zonas de peligro, Entre 21 a 30 m. Material predominante de las paredes, Madera. Material predominante de techos, madera. Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción, Regular (vivienda con antigüedad > 20 años). Tipo de vivienda, Vivienda en quinta y/o Vivienda en casa vecinal. Tipo de tendencia de vivienda, Pagándola o por herencia. Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales, Regularmente de puntos de residuos sólidos (De 50 a 100 m). Disposición de excretas, Con letrina y arrastre hidráulico. Manejo de Residuos Sólidos RR, SS, Selección orgánico e inorgánico. Capacitación en temas ambientales, Conocimiento Limitado.	$0.021 \leq R < 0.077$
Media	Los Factores condicionantes: predomina las unidades geológicas de Gravas arenosas, predomina las unidades geomorfológicas de Ladera empinada, predomina unidad de pendiente ligaramente inclinada 5°-15° y con un Factor desencadenante de precipitación de P75-P90 (6.8 mm <RR≤12.5 mm Moderadamente lluvioso); Grado de erosión Leve (Entre 0.3 a 0.4 m/s). Predomina la Vivienda en zona de peligro, Bajo. Nivel de acceso a servicios básicos públicos, Bueno. Grupo etario, De 18 a 29 años. Antigüedad de la edificación, Bueno (5 años). Con que frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres, casi siempre. Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres, Pasó alguna vez (Mayor a 10 años). Cercanía de vivienda en zonas de peligro, Entre 31 a 40 m. Material predominante de las paredes, Ladrillo, Material predominante de techos, calamina/teja/planchas polipropileno. Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción, Bueno (vivienda con antigüedad > 5 años). Tipo de vivienda, Departamento en edificio. Tipo de tendencia de vivienda, Con título de propiedad. Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales, Lejos de puntos de residuos sólidos (De 100 a 250 m). Disposición de excretas, Con instalación sanitaria y tanque séptico. Manejo de Residuos Sólidos RR, SS, Reuso y compostaje. Capacitación en temas ambientales, Conocimiento sin interés.	$0.005 \leq R < 0.021$
Baja	Los Factores condicionantes: predomina las unidades geológicas de Arena arcillosa, predomina las unidades geomorfológicas de Llanura o planicie aluvial, predomina unidad de pendiente llana 0°-5° y con un Factor desencadenante de precipitación de Menor a P75 (RR≤6.8 mm Normal); Grado de erosión Muy Leve (Menor a 0.3 m/s). Predomina la Vivienda en zona de peligro, Muy bajo. Nivel de acceso a servicios básicos públicos, Muy bueno y constante. Grupo etario, De 30 a 44 años. Antigüedad de la edificación, Muy bueno (Nueva). Con que frecuencia recibe capacitaciones de la municipalidad respecto a Gestión de Riesgos de Desastres, Siempre. Conocimiento sobre ocurrencia pasada de desastres, Nunca a pasado. Cercanía de vivienda en zonas de peligro, Mayor a 41 m. Material predominante de las paredes, Bloque de concreto, Material predominante de techos, losa de concreto. Estado de conservación de las edificaciones y/o construcción, Muy bueno (vivienda nueva construida en el año). Tipo de vivienda, Casa independiente. Tipo de tendencia de vivienda, Con título de propiedad e inscrito en SUNARP. Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales, Muy lejos de puntos de residuos sólidos (> 250 m). Disposición de excretas, Con instalación sanitaria conectada a la Red. Manejo de Residuos Sólidos RR, SS, Clasificación por material. Capacitación en temas ambientales, Con conocimiento.	$0.001 \leq R < 0.005$

Fuente: Elaboración Propia

5.2.4. Mapa de Riesgo

INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV. NUEVO ALTO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DECUSCO



5.3. Cálculo de posibles pérdidas (cualitativas y cuantitativas)

En esta parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el área de influencia del evento en el **Sector del APV. Nuevo Alto Mirador**, a consecuencia del impacto del peligro por Erosión de Ladera. El monto probable asciende a S/ . 118,451,880.00 de los cuales S/ . 78,420,000 corresponde a los daños probables y S/ . 545,000 corresponde a las pérdidas probables.

Cuadro 100: Efectos probables del área de influencia del sector APV. Nuevo Alto Mirador

Efectos probables	Total	Daños probables	Pérdidas probables
Daños probables			
Viviendas construidas con material de ladrillo o concreto	87,141,880	87,141,880	
Viviendas construidas con material de adobe	30,765,000	30,765,000	
Pérdidas probables			
Caroas para atender la emergencia	25,000		25,000
Costos de adquisición de módulos de viviendas	450,000		450,000
Gastos de atención de emergencia	70,000		70,000
Total	118,451,880.00	117,906,880	545,000

Fuente: Elaboración Propia

VI. CAPITULO VI: CONTROL DEL RIESGO

6.1. Aceptabilidad o tolerancia de riesgo

a) Valoración de consecuencia

Cuadro 101: Niveles de consecuencias

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	La consecuencia debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas
3	Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo
2	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Fuente: CENEPRED

En base al mapa de riesgo por Erosión de Ladera en el sector del APV. Nuevo Alto Mirador, se determina que el nivel de riesgo corresponde Muy Alto, Alto, Medio y Bajo y que de acuerdo al cuadro 101, obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son moderadas; es decir, posee un nivel 2 – Medio.

b) Valoración de frecuencia

Cuadro 102: Niveles de frecuencias de ocurrencias

Valor	Nivel	Descripcion
4	Muy Alta	Pueden ocurrir en la mayoría de las circunstancias
3	Alta	Pueden ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias
1	Baja	Pueden ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED

El presente informe se considera que el periodo de retorno para que ocurra el fenómeno por Erosión de Ladera, de acuerdo al cuadro 102 indicando que puede ocurrir en el periodo de tiempos largos según las circunstancias como podrían ser la activación de Erosión de Ladera en la zona, es decir posee un nivel 2 – Medio

c) Nivel de consecuencia y daño

Cuadro 103: Matriz de consecuencias y daños

Consecuencias	Nivel	Zona de Consecuencias y daños			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

Fuente: CENEPRED

Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es de nivel 2 – Media.

d) Aceptabilidad y/o Tolerancia

Cuadro 104: Medidas cualitativas de consecuencias y daños

Valor	Nivel	Descripcion
4	Muy Alta	Muerte de personas, enormes perdidas de bienes y financieros
3	Alta	Lesiones grandes en las personas, perdida de la capacidad de produccion, perdida de bienes financieros importantes
2	Medio	Requiere tratamiento medico en las personas, perdida de bienes y financiero altas
1	Baja	Tratamiento de primeros auxilios a las personas, perdidas de bienes y financieros altas

Fuente: CENEPRED

Del cuadro anterior se deduce que la aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo por Movimiento en Masa en el sector es de nivel 2 – Aceptable.

Cuadro 105: Aceptabilidad y tolerancia del riesgo

Valor	Nivel	Descripcion
4	Muy Alta	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control fisico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos
3	Alta	Se debe desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgo
2	Medio	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	Baja	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: CENEPRED

Del cuadro anterior se deduce que la aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo por Movimiento en Masa en el sector es de nivel 2 – Aceptable

Cuadro 106: Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibile	Riesgo Inadmisibile
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibile
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: CENEPRED

e) Prioridad de Intervención

Cuadro 107: Prioridad de atención

Valor	Descriptor	Nivel de Priorizacion
4	Inadmisibile	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Acptable	IV

Fuente: CENEPRED

Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de **priorización es de III Tolerable**, del cual constituye el soporte para la priorización de actividades, acciones y proyectos de inversión vinculadas a la Prevención y/o Reducción del Riesgo de Desastre.

6.2. Medidas de Prevención de Riesgo de Desastres

De la evaluación de la información y estudios previos (topografía, geología, geotecnia, mecánica de suelos etc.) y de las verificaciones realizadas en varios

recorridos de la zona de reglamentación, se proponen las medidas estructurales que permitan reducir o mitigar el riesgo existente.

Definida la propuesta urbanística se realiza el análisis que permita la incorporación de medidas, en cuanto sean funcionales y contribuyan en dar solución al peligro identificado como relevante.

Entendiendo que el fenómeno por erosión de laderas sucede por la alteración del equilibrio estático del suelo por acción de fuerzas externas o la insuficiencia de las fuerzas internas resistentes, el planteamiento de soluciones o medidas de reducción del riesgo se propone también en los dos referidos frentes:

6.2.1. De Orden Estructural

- Estructuras de drenaje superficial

La intervención en el drenaje en las vías del APV tiene la finalidad de controlar el flujo de agua de escorrentía que puede afectar el talud pudiendo ocasionar Erosión de Laderas, el exceso de agua incrementa el peso del suelo y además afecta la estabilidad del suelo al modificar las presiones intersticiales, generando empujes que pueden resultar críticos.

El drenaje puede ser zanjas de infiltración en las zonas de laderas provenientes de las aguas de escorrentía tomando en cuenta el estudio de mecánica de suelos, ubicadas en las cabeceras de las laderas empinadas, donde se tiene iniciado un proceso de erosión de laderas que, urge la protección de obras de ingeniería con la construcción del Malecón (ubicada en la parte superior del grifo y en la calle Tres Marías) y escalinatas con sus respectivas cunetas con tapa y alcantarillas (ubicadas en la parte media del grifo y en la parte Noreste de la manzana "N"), esto es para evitar la erosión en dicha ladera (Ver plano de OB - 10).

- Mantenimiento periódico de las Vías del APV

Realizar el mantenimiento periódico a las vías principales y los caminos vecinales mediante un afirmado o asfaltado con el objetivo de evitar Erosión de Laderas provenientes de las aguas de escorrentía y tomar las medidas correctivas orientadas a estabilizar los taludes.

- Estructuras de Contención

Construir estructuras de muros de contención en las laderas para corregir la Erosión de Laderas de pequeña o mediana magnitud, para controlar los movimientos en taludes empinadas, disminuir la extensión del recorrido, soportar lateralmente los rellenos y controlar las erosiones de laderas.

Foto 7: Ilustración de muros de contención aplicables en nuestra área de estudio



Se proyecta la construcción de muros de contención de alturas variables dependiendo de la configuración topográfica, en general las alturas no debieran exceder los 5 m.

El material por utilizar depende del diseño estructural en cada caso, opciones como el concreto armado son aplicables para alturas libres superiores a 3 m, son también factibles muros de contención de gaviones con geometría propia de su diseño estructural y de concreto ciclópeo para alturas menores.

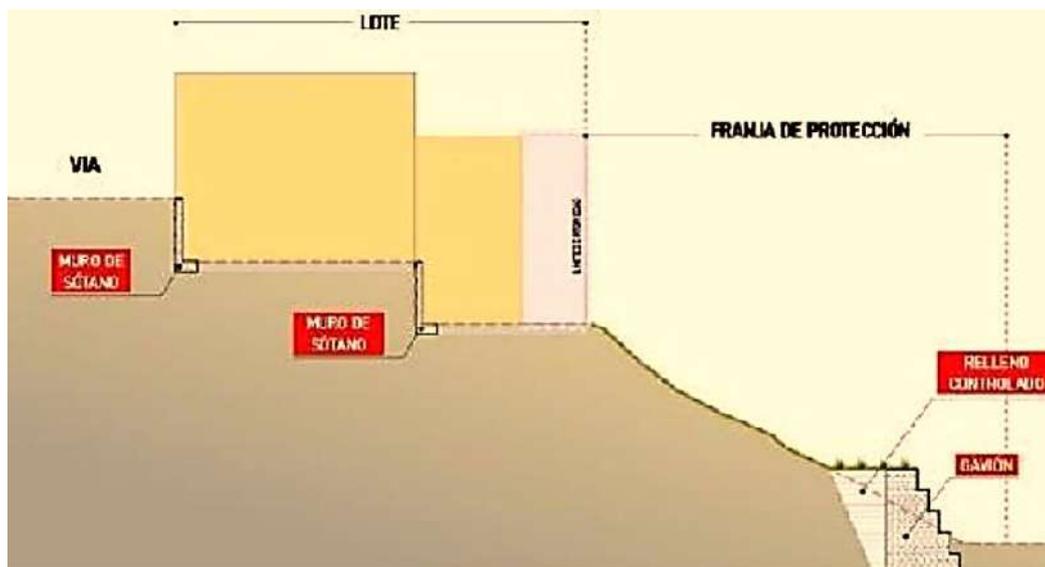
El espacio libre entre el muro de contención y el talud actual deberá ser rellenado de manera controlada con material seleccionado y compactado en capas de 0.20 m. Se deberá tener en cuenta las consideraciones de la norma CE.020 – estabilización de suelos y taludes, y la norma E.050 – suelos y cimentaciones.

Los muros de contención se construirán en las coordenadas siguientes

Cuadro 108: Ubicación de las obras de protección frente a la erosión de laderas

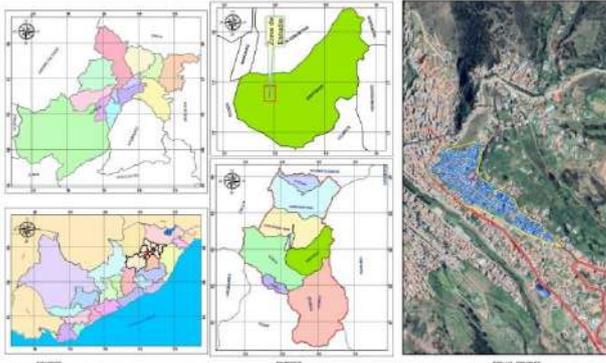
Punto	Coordenadas de Ubicación		Longitud
	Inicio	Final	
Punto 01	176888.83	176922.50	67 m
	8500306.00	8500365.65	
Punto 02	176995.91	176968.57	40 m
	85004474.02	8500448.58	
Punto 03	177090.78	177097.21	18 m
	8500610.52	8500590.52	
Punto 04	177082.37	177089.74	18 m
	8500603.70	8500587.05	

Foto 8: Esquema de muros de contención aplicables en nuestra área de estudio



6.2.2. De Orden No Estructural

- Realizar Campañas de Sensibilización para la prevención de arrojo de desechos sólidos en las laderas o zonas de Erosión de Laderas para el monitoreo de agentes infecciosos para la prevención de riesgos para la vida y salud de los pobladores aledaños a la cuenca baja.
- Implementación de accesos peatonales con condiciones de seguridad para el tránsito como barandas
- Diseñar Carteles informativos, tanto de las consecuencias y sanciones frente a la contaminación indiscriminada de las aguas de la cuenca baja.
- Considerar este informe de evaluación de riesgos para zonificar el riesgo en el plan de ordenamiento territorial, plan de desarrollo urbano y plan de uso de suelos del distrito.
- Considerando que cíclicamente se presentan fuertes precipitaciones pluviales (caso del fenómeno “El Niño”), y teniendo en cuenta que en algunos sectores de la zona de estudio existen depresiones que en épocas de intensas precipitaciones pluviales se convierten en zonas de erosión de laderas, es necesario realizar, en primer lugar, un levantamiento topográfico para determinar con exactitud cotas y rasantes y posteriormente un estudio hidrológico con la finalidad de diseñar sistemas de drenaje para evacuar las aguas pluviales.
- Implementar un programa de saneamiento ambiental para evitar la acumulación de residuos sólidos en las zonas cercanas.



- LEYENDA**
- Perimetro
 - ESCALINATA
 - MALECON
 - Vivienda

 SANTIAGO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO DEPARTAMENTO: CUSCO PROVINCIA: CUSCO DISTRITO: SANTIAGO SECTOR: APV-ALTO NUEVO MIRADOR	EL ASESORAMIENTO: INGENIEROS CONSULTORES	PROYECTO: INFORME DE EVALUACION DEL RIESGO POR EROSION DE LADERAS EN EL SECTOR DEL APV-ALTO NUEVO MIRADOR, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL CUSCO.	PLANES: OBRAS DE PROTECCION SECTOR: APV-ALTO NUEVO MIRADOR	CODIGO: OP-12
--	---	--	--	---	-------------------------

VII. CONCLUSIONES

1. Se ha realizado estudios de mecánica de suelos en las cabeceras de los sectores de laderas empinadas para conocer el tipo de suelos dando como resultado la capacidad portante (Ver Estudio de Mecánica de Suelos – Anexos - 1) y tomar muy en cuenta sus conclusiones y recomendaciones.
2. Se ha realizado el levantamiento topográfico actual para la identificación de la geomorfología y pendientes (Ver Informe Topográfico – Anexos 2)
3. El nivel de peligro por Erosión de Ladera en la zona de estudio en el sector APV. Nuevo Alto Mirador es de PELIGRO ALTO, MEDIO y BAJO.
4. El nivel de vulnerabilidad del sector APV. Nuevo Alto Mirador, ante la Erosión de Ladera es de VULNERABILIDAD MUY ALTA (Parte superior del grifo solo la ladera, la ladera margen izquierda de la calle costa verde que es considerado como área verde así como también en la manzana Ñ colindante con la calle Retamales), ALTA (se tiene 2 lotes ubicado en la manzana Ñ), MEDIA (se tiene 18 lotes) y BAJA lo restante de la asociación.
5. En el sector APV. Nuevo Alto Mirador, se obtiene el nivel de RIESGO ALTO (parte superior del grifo solo la ladera, parte baja de la manzana E, D, C y B y la parte superior de la manzana Ñ), MEDIO el resto de las viviendas de la asociación y finalmente BAJA las viviendas ubicadas en colindancia con la vía manzana “O”.
6. El resultado del análisis de tolerabilidad y aceptabilidad del riesgo es RIESGO ACEPTABLE, lo sustenta la necesidad que se deben de desarrollar actividades para el manejo de riesgos.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Aplicar inmediatamente medidas de control físico para la reconstrucción con cambios en la infraestructura actual (escalinatas y sus cunetas con disipadores de energía) y obras a futuro. Con adecuados materiales de construcción, así como la concepción de diseño elevado debido al tipo de suelo (Ver resultados de Análisis de Suelo), entre otras medidas de prevención y/o reducción del riesgo a escala ingenieril con la finalidad de reducir el nivel de riesgo.
2. Elaborar proyectos para la regulación y canalización de aguas de escorrentía provenientes de las aguas pluviales, así como elementos de protección en zonas donde se encuentra viviendas que ayude a minimizar los desbordes de canales.

3. Elaborar proyecto de protección y canalización de las principales avenidas, para minimizar Erosión de Laderas por las intensas lluvias que se presenta hoy en día.
4. Elaborar proyecto de protección como malecones en los sectores donde se evidencia el riesgo muy alto a alto como por ejemplo en el sector parte superior del grifo (escalinata), empezando desde la escalinata calle RETAMALES hasta el pasaje o calle TRES MARIAS, en el sector entre los pasajes GIRASOLES y ROSAS en su margen colindante con la ladera, y en el pasaje o calle de COSTA VERDE, dichos malecones servirán para la estabilidad del talud y corregir la Erosión de Laderas y por las altas lluvias que se está presentando en la actualidad; ya que dichos malecones contara con un sistema de cunetas y alcantarillas para la evacuación de las aguas de escorrentía.
5. Implementar un sistema de drenaje pluvial urbano por gravedad en toda la zona de estudio, en base al diseño y construcción de un adecuado sistema de cunetas, sumideros y alcantarillas que permitan conducir el agua de las lluvias de manera óptima y segura desde cada punto del APV. Nuevo Alto Mirador hacia un desagüe en las afueras del área urbana.
6. Se recomienda que en la manzana Ñ en los lotes 8 y 7 considerarlo como área verde, motivo por el cual dicha área se encuentra sobre material arena arcillosa y gravas arenosas muy inestable además por presentar una vulnerabilidad ALTA.
7. Desarrollar el Sistema de Alerta Temprana (SAT) ante eventos por Erosión de Laderas. Para esto se recomienda un sistema comunitario que se encargue de monitorear los puntos sensibles previamente determinados en el plano. No obstante, se debe nombrar un responsable quien debe estar pendiente de la información meteorología del SENAMHI. El SAT debe incluir mecanismos de difusión y comunicación eficaces como megáfonos y capacidad de respuesta. Para este último se recomienda fortalecer las capacidades de la población en materia de gestión reactiva mediante simulacros.
8. Identificar y señalar rutas de evacuación y zonas seguras ante Erosión de Laderas mediante la elaboración de mapas parlantes con la obligatoria participación de toda la población en su elaboración. Es recomendable que estas rutas sean oficializadas por el municipio distrital a fin de que toda la población las conozca y las interiorice.
9. Se recomienda que en la zona parte superior del grifo el talud se proteja con un: geotextil y/o geomalla para evitar erosión de dicha ladera a efectos de las aguas de escorrentía y como de las aguas pluviales.

IX. BIBLIOGRAFIA

Agua, A. N. (2016). Identificación de zonas vulnerables antes inundaciones en rios y quebradas 2016. Lima, Peru.

ANA, S. N. (2018). Disponible en: <http://snirh.ana.gob.pe/visorsadho/>(ultima visita 09/2018).

CENEPRED-Manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Segunda versión. (s.f.). https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual_Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf.

Centro Nacional de Estimacion, P. y. (2014). Manual para la evaluacion de riesgos originados por fenomenos naturales 2da version. Lima, Peru.

Civil, I. N. (2018). Memorandum N° 294-2018-INDECI/4.0.

Cusco, M. P. (2020). Informe de Evaluacion del Riesgo de Desastre por Deslizamiento en la zona de Reglamentacion Especial ZRECU02 - APV. Portales de TicaTica del Distrito, Provincia y Departamento del Cusco - 2020. Cusco, Peru.

SENAMHI. Umbrales y precipitaciones absolutas. (2014). <https://www.senamhi.gob.pe/pdf/clim/umbrales-recipientaciones-absol.pdf> .

X. PANEL FOTOGRAFICO





XI. ANEXO – 01

PLANOS

- 1. SUPERPOSICION DEL MAPA DE RIESGOS DE LA MPC CON LA ZONA DE ESTUDIO**
- 2. UBICACIÓN**
- 3. PRECIPITACION**
- 4. PENDIENTE**
- 5. GEOMORFOLOGICO**
- 6. GEOLOGICO**
- 7. VOLUMEN DE EROSION DE LADERAS**
- 8. PELIGRO**
- 9. ELEMENTOS EXPUESTOS**
- 10. VULNERABILIDAD**
- 11. RIESGO**
- 12. OBRAS DE PROTECCION**

XII. ANEXO - 02

MECANICA DE SUELOS

XIII. ANEXO – 3

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO