



MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE CHAVIN DE HUANTAR

“INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR NUNUPATA CON EL RÍO HUACHECSA EN EL DISTRITO DE CHAVIN DE HUANTAR- PROVINCIA DE HUARI- DEPARTAMENTO DE ANCASH”



Sr. Osvaldo Teófilo Montes Albornoz

ALCALDE

Año 2023

**“EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR NUNUPATA
CON EL RÍO HUACHECSA EN EL DISTRITO DE CHAVIN DE HUANTAR-
PROVINCIA DE HUARI- DEPARTAMENTO DE ANCASH”**

Elaborado por:

Municipalidad Distrital de Chavín de Huántar – Huari - Ancash

Alcalde:

**Sr. Osvaldo Teófilo Montes Albornoz
Presidente del GTGRD**

Área de catastro, Control Urbano y Defensa Civil
Ing. Armando Huamán Fonseca

Evaluador de Riesgo

Ing. Tito Moner Tinoco Meyhuay

Especialistas en Gestión de Riesgos de Desastres

Especialista Geotecnia	Rubén Darío Aranda Leiva	Ing. Civil
Especialista Geología	Juan Carlos Torres Lázaro	Ing. Geólogo
Especialista GIS	Tito Moner Tinoco Meyhuay	Ing. Agrícola
Especialista Hidrología	Jhony Junior Purizaca Melgarejo	Bach. Ing. Agrícola

Asistencia técnica:

Ing. Rosa Rodríguez Anaya
Coordinadora de enlace regional Ancash - CENEPRED

Mayo del 2023

**“EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR NUNUPATA
CON EL RÍO HUACHECSA EN EL DISTRITO DE CHAVIN DE HUANTAR-
PROVINCIA DE HUARI- DEPARTAMENTO DE ANCASH”**

Grupo de Trabajo de la Gestión del Riesgo de Desastres - Chavín de Huántar

Alcalde de la Municipalidad Distrital de Chavín de Huántar	Sr. Oswaldo Montes Albornoz	Presidente
Comisión de Regidores	Sra. Edith Ramírez Melgarejo	Miembro
Gerencia Municipal	Ing. Fernando Blanco Berrospi	Miembro
Procuraduría Pública Municipal	Abog. Edwar Silva Medina	Miembro
Secretaría General	Lic. Ismael Sandon Fernández	Miembro
Gerencia de Administración y Finanzas	C.P.C. Berzeluis Ortiz Villanueva	Miembro
Gerencia de Planeamiento y Presupuesto	C.P.C. Crystiam Dextre Caururu	Miembro
Gerencia de Asesoría Jurídica	Abog. Ernesto Castro Sánchez	Miembro
Gerencia de Desarrollo Económico y Social	Ing. Edgar Huanca Cadillo	Miembro
Gerencia de Turismo	Lic. Abel Palacios Laurente (e)	Miembro
Gerencia de Servicios Públicos	Lic. Juan Meza Gallardo	Miembro
Gerencia de Desarrollo Urbano y Local	Ing. Rómulo Gallegos Ordoñez	Miembro

Equipo Técnico de la Gestión del Riesgo de Desastres - Chavín de Huántar

Responsable de la Gerencia de Planeamiento y Presupuesto	C.P.C. Crystiam Dextre Caururu
Responsable de la Gerencia de Desarrollo Urbano y Local	Ing. Rómulo Gallegos Ordoñez
Responsable de la Subgerencia de Programas Sociales	Ing. Edgar Huanca Cadillo (e)
Responsable de la Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental	Ing.Bach. Yajaira Bailón Giraldo
Responsable de la Subgerencia de Limpieza Pública y Tratamiento de Residuos Sólidos	Ing. Bach. Maritza Blas Melgarejo
Responsable de la Gestión del Riesgo de Desastres	Ing. Vaneza Meza Nieto

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	12
1. CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....	13
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.3 IMPORTANCIA	13
1.4 ANTECEDENTES	13
1.5 MARCO NORMATIVO.....	19
2. CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	20
2.8 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	20
2.9 VÍAS DE ACCESO.....	22
2.10 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN.....	22
2.10.1 POBLACIÓN.....	22
2.10.2 VIVIENDA.....	23
2.10.3 AGUA POTABLE.....	25
2.10.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	25
2.10.5 EDUCACIÓN	26
2.10.6 TIPOS DE ALUMBRADO	27
2.10.7 SALUD.....	28
2.10.8 PENDIENTE DE TERRENO.....	28
2.11 CONDICIONES GEOLÓGICAS.....	30
2.11.1 Marco Geológico Regional	30
2.11.2 Geología Local.....	30
2.12 CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS.....	34
2.12.1 Geoformas de carácter degradacional:.....	34
2.12.2 Geoformas de carácter agradacional:.....	34
2.13 CONDICIONES GEOTECNICAS.....	37
2.13.1 Rocas	37
2.14 PRECIPITACIONES EXTREMAS.....	43
2.15 CLIMA.....	45
3. CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.....	46
3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS	46
3.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO POR DESLIZAMIENTO	48
3.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS LLUVIAS INTENSAS	48
3.2.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS	50
3.2.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	51
3.2.3 METODOLOGÍA.....	51
3.2.4 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.....	51
3.2.5 SUSCEPTIBILIDAD DEL AREA DE ESTUDIO ANTE DESLIZAMIENTO	53

3.2.6	DEFINICIÓN DE ESCENARIO	58
3.2.7	NIVELES DE PELIGRO	58
3.2.8	MAPA DE PELIGRO POR DESLIZAMIENTO	60
3.3	ELEMENTOS EXPUESTOS	60
4.	CAPITULO III: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	62
4.1	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	62
4.1.1	ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES SOCIAL, ECONÓMICA Y AMBIENTAL	63
4.1.2	ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	63
4.1.2.1	Análisis de los parámetros de la Dimensión Social:	63
4.1.3	ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	69
4.1.3.1	Análisis de los parámetros de la Dimensión Económica	69
4.1.4	ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	75
4.1.4.1	Análisis de los parámetros de la Dimensión Ambiental	76
4.2	ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	80
4.3	MAPA DE VULNERABILIDAD	81
5.	CALCULO DE RIESGO	82
5.1	METODOLOGÍA	82
5.2	NIVELES DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO	83
5.3	ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO	84
5.4	MAPA DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO	85
5.5	CÁLCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS	86
5.6	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO	87
5.6.1	MEDIDAS ESTRUCTURALES	87
5.6.2	MEDIDAS NO ESTRUCTURALES	89
6.	CONTROL DEL RIESGO	90
6.1	ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTO	90
6.1.1	VALORACION DE LAS CONSECUENCIAS	90
6.1.2	VALORACION DE FRECUENCIA	90
6.1.3	NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑOS	90
6.1.4	ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA	91
6.1.4.1	PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN	91
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Ciclón llamado “Yaku” ingresando a la costa norte del territorio peruano, generando lluvias intensas en costa y sierra.	14
Figura 2 : se puede ver el ciclón llamado “Yaku” ingresando a la costa norte del territorio peruano, generando lluvias intensas en costa y sierra.	14
Figura 3: Aviso N° 069 del COEN, donde indican la posible activación de quebradas ocasionado por las lluvias intensas.	15
Figura 4: se puede ver el Aviso N° 069 del COEN, donde indican la posible activación de quebradas ocasionado por las lluvias intensas.	15
Figura 5: Alerta N° 32 /2023 emitido por el INGEMMET donde se evidencian las zonas críticas por peligros geológicos.	16
Figura 6: Aviso emitido por el COER – ANCASH, para 02 días de marzo donde avisa que lugares podrían sufrir la activación de quebradas, así como el pronóstico del tiempo.	17
Figura 7: Equipo técnico y responsables de la municipalidad distrital en la zona del cerro Cruz de Shallapa, realizando las coordinaciones para visitar Nunupata.	18
Figura 8: Ubicación a nivel departamental del centro poblado de Nunupata.	20
Figura 9: Ortofoto de la zona de estudio Nunupata.	21
Figura 10: Recorrido desde la ciudad de Huaraz hasta el lugar de estudio.	22
Figura 11: Población según Sexo.	23
Figura 12: Material predominante en las paredes.	24
Figura 13: Material predominante en los pisos.	24
Figura 14: Tipo de Abastecimiento de agua potable.	25
Figura 15: Cantidad de Viviendas con servicios higiénicos.	26
Figura 16: Población según nivel educativo.	27
Figura 17: Población Afiliada al SIS.	28
Figura 18: Perfil de Elevación del centro Poblado de Nunupata.	29
Figura 19: Mapa de Pendientes que existen en el área de trabajo.	29
Figura 20: Afloramiento sedimentario correspondiente a la Formación Carhuaz, dispuesto a un margen de la trocha.	31
Figura 21: Afloramiento de la Formación Carhuaz en el margen de la carretera.	31
Figura 22: Depósito de deslizamiento, ubicado en la parte frontal de la ladera.	32
Figura 23: Mapa Geológico del área de Estudio.	33
Figura 24: Vista de la ladera de montaña en roca sedimentaria en la margen izquierda del río Huachecsa.	34
Figura 25: Vista de las escarpas en la parte frontal de la vertiente con depósito de deslizamiento.	35
Figura 26: Mapa Geomorfológico del Área de Estudio.	36
Figura 27: Estación de Mapeo Geotécnico 220325- EMG-NU1.	37
Figura 28: Diagrama de contornos y planos mayores obtenidos de la Estación geotécnica 220325-EMG-NU1.	38

Figura 29: Ubicación de las muestras de suelos extraídas en la zona de deslizamiento ubicado en el centro poblado de Nunupata	39
Figura 30: Extracción de muestras de suelos de la parte frontal de la zona de deslizamiento. a. 220325-MS-NU01; b. 220325-MS-NU02; c. 220325-MS-NU03	40
Figura 31: Mapa Geotécnico del Área de Estudio.	42
Figura 32: Desarrollo de la temperatura superficial del mar (°C; contornos de 26 y 28°C y anomalías en colores) en el Pacífico ecuatorial para el periodo de marzo del 2023.	43
Figura 33: Ocurrencia de lluvias para el trimestre de Marzo – Mayo 2023.	44
Figura 34: Temperaturas Mensuales en el área de Estudio.....	45
Figura 35: Precipitaciones Mensuales en el área de Estudio.....	45
Figura 36: Clasificación de los peligros	46
Figura 37: Clasificación de peligros Originados por Fenómenos de Origen natural.....	47
Figura 38: Flujo de tipos de escorrentía producto de las lluvias intensas	49
Figura 39: Se puede ver la zona de deslizamiento activo, con presencia de cultivos donde se tiene aguas de escorrentía por riego y lluvias.	49
Figura 40: Proceso de Deslizamiento de una masa de suelo. Fuente: Yesano (2014)	50
Figura 41: metodología general para determinar el nivel del peligro por deslizamiento.....	51
Figura 42: Mapa de Peligro por Deslizamiento en el Centro Poblado de Nunupata	60
Figura 43: Mapa de Elementos expuestos en el área de estudio.....	61
Figura 44: Flujograma para el análisis de la Vulnerabilidad en el área de estudio.....	62
Figura 45: Mapa de los Niveles de Vulnerabilidad en la zona de estudio.....	81
Figura 46: Flujograma para estimar los niveles de riesgo.....	82
Figura 47: Mapa de Riesgo por deslizamiento.	85
Figura 48: Mapa de Riesgo por deslizamiento.	85

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Distancias aproximadas al lugar de estudio desde el centro de Huaraz	22
Tabla 2: Población según género	22
Tabla 3: Material predominante en las paredes.....	23
Tabla 4: Material predominante en los pisos.....	24
Tabla 5: Viviendas con abastecimiento de agua.....	25
Tabla 6: Cantidad de Viviendas con servicios higiénicos.....	26
Tabla 7: Población según nivel educativo	27
Tabla 8: Alumbrado Eléctrico por red pública	27
Tabla 9: Población Afiliada al SIS	28
Tabla 10: Registro de estaciones geotécnicas	37
Tabla 11: Familia de discontinuidades en la EMG-01.....	38
Tabla 12: Normativa utilizada para realizar los ensayos de laboratorio de suelos	39
Tabla 13: Resumen de las muestras de suelos extraídas.....	39
Tabla 14: Resultados de ensayos estándares y resultados de Parámetros físicos de los suelos	40
Tabla 15: Para la ponderación de parámetros y descriptores desarrollada por Saaty.	52
Tabla 16: Descriptores del parámetro frecuencia área deslizable.....	52
Tabla 17: Matriz de comparación de pares del parámetro de frecuencia de deslizamiento	52
Tabla 18: Matriz de normalización de Área deslizable	53
Tabla 19: Verificación del Índice y relación de consistencia del parámetro Área deslizable.....	53
Tabla 20: Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes.....	53
Tabla 21: Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes.	54
Tabla 22: Índice y Relación de consistencia de los factores condicionantes.	54
Tabla 23: Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades Geológicas.	54
Tabla 24: Matriz de normalización de pares del parámetro unidades geológicas	54
Tabla 25: Índice y Relación de consistencia del parametro Geología.	55
Tabla 26: Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología.	55
Tabla 27: Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología	55
Tabla 28: Índice y Relación de consistencia del parámetro geomorfología.	55
Tabla 29: Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente de terreno.....	56
Tabla 30: Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente de Terreno.....	56
Tabla 31: Índice y Relación de consistencia del parámetro pendiente de terreno.	56
Tabla 32: Umbrales o Percentiles de Precipitación estación Chavín.....	57
Tabla 33: Matriz de comparación de pares del parámetro Precipitación.	57
Tabla 34: Matriz de normalización de pares del parámetro precipitación.	58
Tabla 35: Índice y Relación de consistencia del parámetro precipitación.....	58
Tabla 36: Nivel de Peligro por Deslizamiento	59
Tabla 37: Matriz de Peligro por Deslizamiento	59

Tabla 38: Elementos expuestos en el área de trabajo	60
Tabla 39: Matriz de comparación de pares de las Dimensiones social, económica y ambiental	63
Tabla 40: Matriz de Normalización de las Dimensiones social, económica y ambiental	63
Tabla 41: Índice y Relación de Consistencia de las dimensiones de vulnerabilidad.	63
Tabla 42: Ponderación de los factores de la Dimensión Social.....	63
Tabla 43: Parámetros de los factores de la Dimensión Social	63
Tabla 44: Matriz de comparación de pares del factor fragilidad en la dimensión Social	64
Tabla 45: Matriz de normalización del factor fragilidad en la dimensión Social	64
Tabla 46: Índice y Relación de Consistencia del Factor Fragilidad en la Dimensión Social.	64
Tabla 47: Parámetros de Ponderación del Factor Resiliencia Social.	64
Tabla 48: Matriz de comparación de pares del parámetro habitantes por vivienda	65
Tabla 49: Matriz de normalización del parámetro habitantes por vivienda	65
Tabla 50: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Habitantes por Vivienda.	65
<i>Tabla 51: Matriz de comparación de pares del parámetro Afiliación a un Seguro de Salud</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 52: Matriz de normalización del parámetro Afiliación a un Seguro de Salud.....</i>	<i>66</i>
Tabla 53: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Afiliación a un Seguro de Salud.....	66
<i>Tabla 54: Matriz de comparación de pares del parámetro Nivel Educativo Alcanzado</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 55: Matriz de normalización del parámetro Nivel Educativo Alcanzado.....</i>	<i>66</i>
Tabla 56: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Nivel Educativo Alcanzado.	67
<i>Tabla 57: Matriz de comparación de pares del parámetro actitud de la población.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 58: Matriz de normalización del parámetro actitud de la población</i>	<i>67</i>
Tabla 59:: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Actitud de la Población.	67
Tabla 60:: Matriz de comparación de pares del parámetro percepción del riesgo	68
<i>Tabla 61:: Matriz de normalización del parámetro percepción del Riesgo.....</i>	<i>68</i>
Tabla 62: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Percepción del Riesgo.	68
Tabla 63: Matriz de comparación de pares de los factores para la vulnerabilidad en la dimensión económica.....	69
Tabla 64: Matriz de Normalización de los factores para la vulnerabilidad en la dimensión económica.	69
Tabla 65: Índice y Relación de Consistencia de los factores para la vulnerabilidad en la dimensión económica.....	69
Tabla 66: Parámetros de la dimensión económica.	69
Tabla 67: Parámetro de ponderación del factor Exposición Económica.....	70
<i>Tabla 68: Matriz de comparación de pares de los parámetros de ponderación del factor Exposición Económica</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 69: Matriz de normalización de parámetros de ponderación del factor Exposición del área de estudio</i>	<i>70</i>
Tabla 70: Índice y Relación de Consistencia factor Exposición para la vulnerabilidad en la dimensión Económica.	70

Tabla 71: Matriz de comparación de pares de los parámetros de ponderación del factor fragilidad económica.....	71
Tabla 72: Matriz de normalización de los parámetros del factor fragilidad económica.....	71
Tabla 73: Índice y Relación de Consistencia de los Parámetros del Factor Fragilidad Económica.	71
Tabla 74: Matriz de comparación de pares del parámetro material de construcción de la vivienda	71
Tabla 75: Matriz de normalización del parámetro material de construcción de la vivienda	72
Tabla 76: Índice y Relación de Consistencia del parámetro material de construcción de la vivienda.....	72
Tabla 77: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en los techos	72
Tabla 78: Matriz de normalización del parámetro material predominante en los techos	72
Tabla 79: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro material predominante en los techos.	72
Tabla 80: Matriz de comparación de pares del parámetro número de pisos por vivienda	73
Tabla 81: Matriz de normalización del parámetro número de pisos por vivienda.....	73
Tabla 82: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Número de Pisos por Vivienda.	73
Tabla 83: Matriz de comparación de pares del parámetro antigüedad de la vivienda.....	73
Tabla 84: Matriz de normalización del parámetro antigüedad de la vivienda.....	74
Tabla 85: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Antigüedad de la Vivienda.....	74
Tabla 86: Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación de la vivienda	74
Tabla 87: Matriz de normalización del parámetro estado de conservación de la vivienda	74
Tabla 88: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Estado de Conservación de la Vivienda.....	74
Tabla 89: Matriz de comparación de pares del parámetro documento que acredite la titularidad del terreno	75
Tabla 90: Matriz de normalización del parámetro documento que acredite la titularidad del terreno.....	75
Tabla 91: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Documento que Acredite la Titularidad del Terreno.	75
Tabla 92: Ponderación de los Factores de la Dimensión Ambiental.....	75
Tabla 93: Parámetros de la Dimensión Ambiental.....	76
Tabla 94: Matriz de Comparación de parámetros de factor fragilidad para la dimensión ambiental.	76
Tabla 95: Matriz de Comparación de pares del parámetro Resiliencia Económica	76
Tabla 96: Matriz de Comparación de pares del parámetro disposición de residuos sólidos	76
Tabla 97: Matriz de Normalización del Parámetro Residuos Sólidos	76
Tabla 98: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Residuos Sólidos.	77
Tabla 99: Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Manejo de Residuos Sólidos.....	77
Tabla 100: Matriz de Normalización del Parámetro Manejo de Residuos Sólidos	77
Tabla 101: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Manejo de Residuos Sólidos.	77
Tabla 102: Tabla Resumen de Dimensiones, Factores y Parámetros de Vulnerabilidad	78
Tabla 103: Valor de Vulnerabilidad en la Dimensión Económica.	79
Tabla 104: Valor de Vulnerabilidad en la Dimensión Social.....	79
Tabla 105: Valor de Vulnerabilidad en la Dimensión Ambiental.....	79

Tabla 106: Valor de Vulnerabilidad	79
Tabla 107: Niveles de Vulnerabilidad.....	80
Tabla 119: Estratificación de los niveles de vulnerabilidad encontrados	80
Tabla 109: Calculo de los Valores de Riesgo por Deslizamiento.	83
Tabla 110: Niveles de Riesgo por Deslizamiento.	83
Tabla 111: Estratificación del Nivel de Riesgo por Deslizamiento.....	84
Tabla 112: Cálculo Aproximado de Posibles Perdidas.	86
Tabla 113: Cuadro resumen de la vegetación en taludes	88
Tabla 114: Valoración de Consecuencias.	90
Tabla 115: Valoración de la Frecuencia de Ocurrencia.	90
Tabla 116: Nivel de Consecuencias y daños.....	90
Tabla 117: Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia.....	91
Tabla 118: Nivel de Consecuencias y Daños.	91
Tabla 130: Prioridad de Intervención.	91

INTRODUCCIÓN

El presente Informe de evaluación del riesgo por deslizamiento en el sector Nunupata del distrito de Chavín de Huantar, permite analizar el impacto potencial frente a la ocurrencia del fenómeno y su incidencia en la población y sus medios de vida.

El informe de evaluación de riesgo por deslizamiento originado por lluvias intensas nos permitirá conocer el impacto del fenómeno en el área de estudio, en caso de presentarse un “Niño Costero” de intensidad similar a lo acontecido en el verano de 2017 o como se viene dando en este 2023 a causa del ciclón Yaku, que están produciendo lluvias intensas que desestabilizan las laderas produciendo deslizamiento de tierras con consecuencias fatales.

La identificación de peligros originados por fenómenos hidrometeorológicos y su caracterización, es el inicio para realizar el informe técnico de evaluación de riesgo de alguna localidad, el cual permite conocer los niveles de riesgo ante el peligro considerado. La evaluación de riesgos (EVAR), se convierte en un insumo para que los tomadores de decisión elaboren sus planes de prevención y/o reducción.

Según informes del COEN - COER – ANCASH y SENAMHI, las precipitaciones en el verano 2023, en algunas provincias de la región Áncash serían más intensas que las normales. Así, los distritos de la provincia de Huari sufrirán descargas inusuales en el presente año. Las inundaciones, derrumbes, deslizamientos, huaycos, etc., que tienen como factor desencadenante a las lluvias intensas y que traen como resultado colateral la interrupción de las vías, o los hechos ocurridos en el cerro Shallapa, en el distrito de Chavín de Huántar, y otras zonas de peligro a lo largo del callejón de los Conchucos, son una alerta para que la población esté preparada, tanto autoridades y funcionarios de las diferentes entidades, para evitar las afectaciones históricas y repetidas que normalmente se dan en algunas provincias y se eviten el desastre.

La zona en estudio presenta algunas características propias como pendientes altas, tipo de suelo en función a su valor de capacidad admisible, geología, geomorfología, áreas de cultivo en zonas deslizadas, que podrían ser factores para generar un nivel de riesgo de deslizamiento muy alto.

El informe técnico está enfocado en el principal peligro de fenómeno hidrometeorológico, debido a que en los últimos años han sido afectados por lluvias anómalas e intensas, el consultor en el presente informe detalla los elementos expuestos, evalúa el riesgo y plantea algunas recomendaciones del tipo estructural y no estructural, para reducir el riesgo en el área de estudio.

EL CONSULTOR

1. CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de riesgo por deslizamiento a causa de las lluvias intensas en el centro poblado de Nunupata, distrito de Chavín de Huántar, Provincia de Huari, departamento de Ancash.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y calcular los niveles de peligro, elaborando un mapa de peligro de la zona de impacto.
- Identificar y calcular los niveles de vulnerabilidad, elaborando un mapa de vulnerabilidad del área estudiada.
- Calcular el riesgo y establecer sus niveles, elaborando un mapa de riesgo.
- Analizar y recomendar las medidas de control de riesgo.

1.3 IMPORTANCIA

- Permite identificar el peligro, conocer la vulnerabilidad, cuantificar el riesgo y obtener mapas que contribuyan a la reducción de riesgo de desastre.
- Brinda un fundamento para realizar las propuestas de medidas estructurales y no estructurales para reducir el riesgo de desastre.
- Constituye una garantía para la inversión en los casos de proyectos específicos de desarrollo ya sea de orden público o privado.
- Permite adoptar medidas preventivas y de mitigación/reducción de desastres.
- La elaboración del EVAR, forma parte de una garantía para la inversión en los casos de proyectos específicos de desarrollo.

1.4 ANTECEDENTES

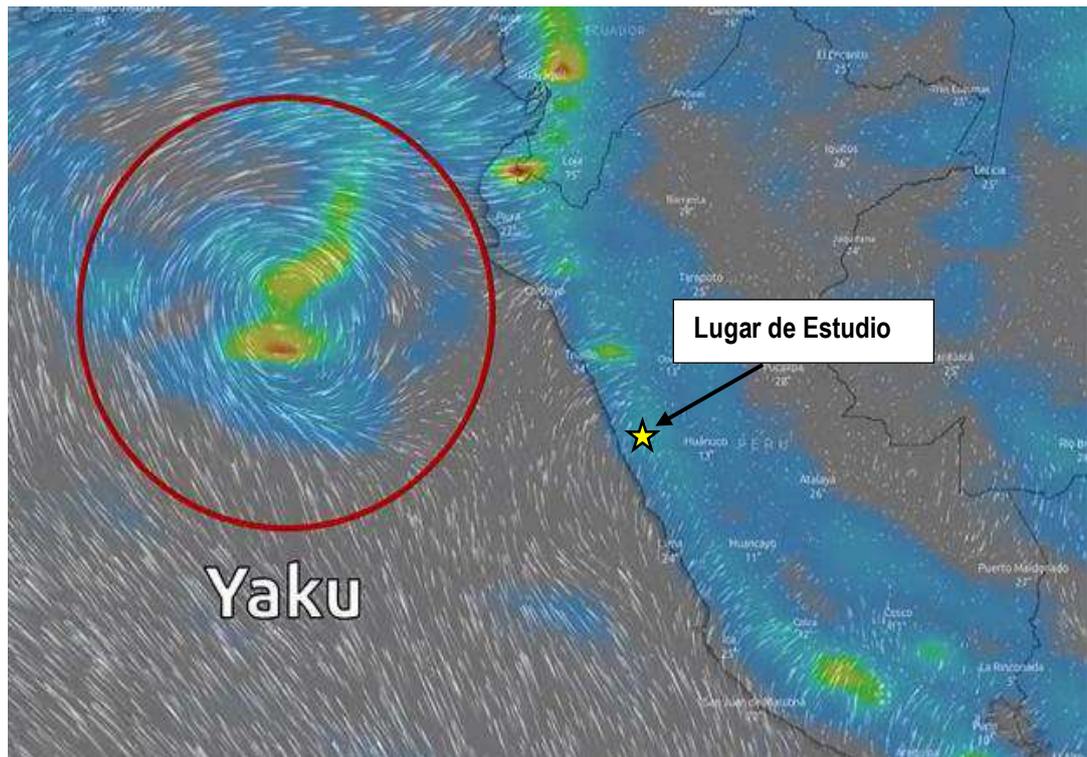
Desde mediados de enero, El Niño Costero afecta a Perú y Ecuador. Las lluvias, huaicos y desbordes golpean el norte y centro del país inundando ciudades y pueblos, dejando a miles de personas aisladas, destruyendo tierras agrícolas y ganaderas. Según el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN), hay más de medio millón de damnificados a nivel nacional y miles de afectados.

Piura, Lambayeque, La Libertad, Áncash y Lima son las regiones más golpeadas por el Fenómeno El Niño Costero en Perú. En el año 2017 el fenómeno dejó 78 muertos a nivel nacional, 263 heridos y 20 desaparecidos. Además, más de 100 mil damnificados y 640 mil afectadas por la temporada de lluvias.

Según los estudios SENAMHI en su informe técnico INFORME TÉCNICO N°19-2019/SENAMHI-DMA-SPC, indica que la temporada de lluvias de enero a marzo del 2020, presentó precipitaciones anómalas superiores a lo normal, por lo que se debe de evaluar la zona de estudio frente a este fenómeno de origen hidrometeorológico.

En el presente año 2023 luego de 40 años, un ciclón llamado “Yaku” ha llegado al norte del Perú, donde viene afectando a las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque, Ancash y Lima. Este fenómeno climatológico ha ocasionado estragos en las ciudades como lluvias intensas y desborde de ríos.

Figura 1 : Ciclón llamado “Yaku” ingresando a la costa norte del territorio peruano, generando lluvias intensas en costa y sierra.

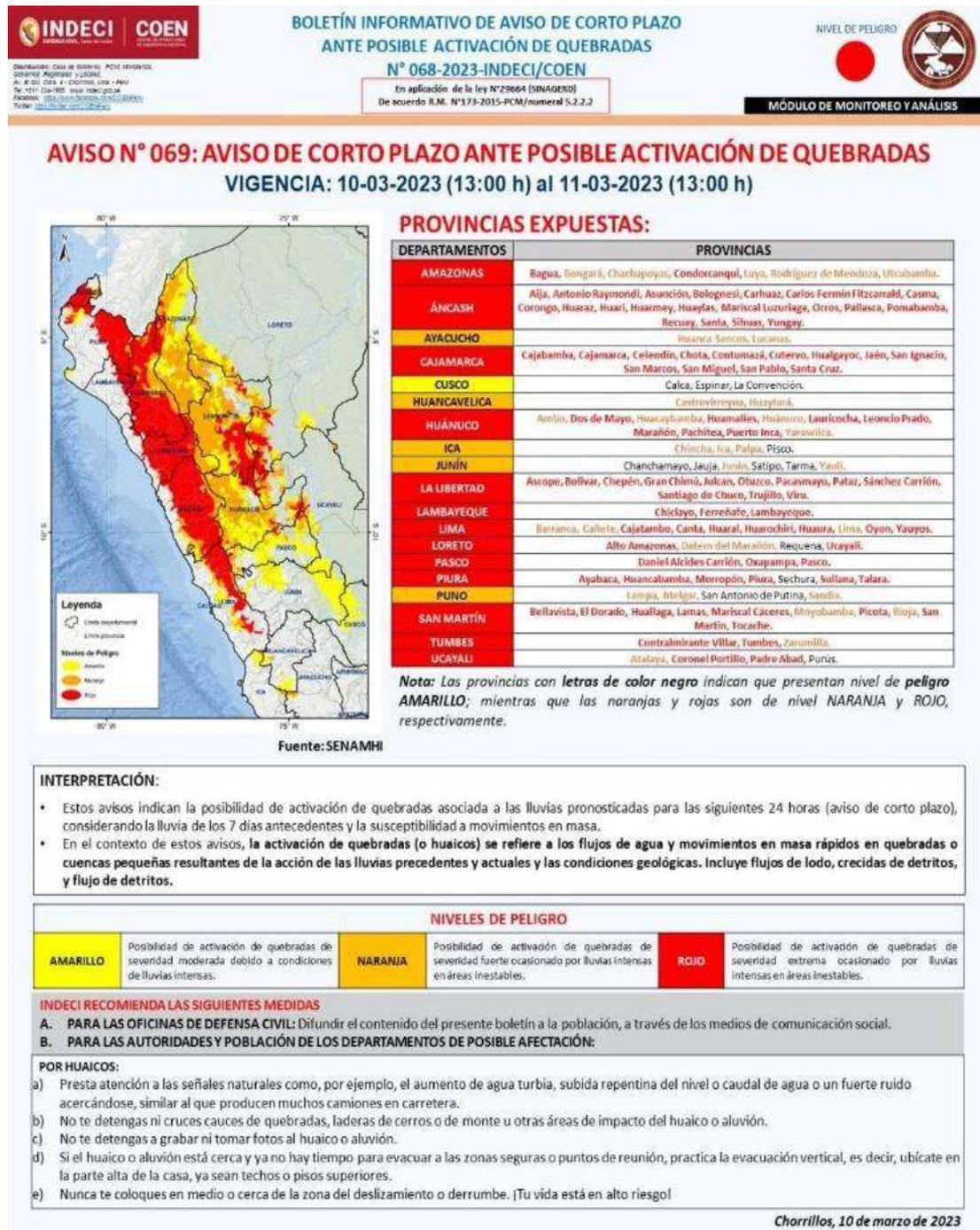


Nota: la imagen fue tomada de la página web del SENAMHI – PERU.

Debido a la ocurrencia del ciclón llamado “Yaku”, el Centro de Operaciones de Emergencia – COEN entidad perteneciente al Instituto Nacional de Defensa Civil, dentro de sus funciones en monitorear, validar y proporcionar información oficial sobre peligros, emergencias y desastres para la oportuna toma de decisiones, viene constantemente emitiendo boletines de información en coordinación con los centros de operaciones de emergencia regional, local y sectorial, siendo su última edición marzo del 2023.

En base a la ocurrencia del ciclón llamado “Yaku” unos de los boletines es el aviso N° 069, siendo un aviso de corto plazo ante posible activación de quebradas para los días 10 y 11 de marzo del 2023 y dentro de las zonas con nivel de peligro rojo cuyo significado es la posibilidad de activación de quebradas de severidad extrema ocasionado por lluvias intensas en áreas inestables se encuentra la provincia de Huari y todos sus distritos incluido Chavín de Huántar (Nunupata).

Figura 3: Aviso N° 069 del COEN, donde indican la posible activación de quebradas ocasionado por las lluvias intensas.



De igual manera otra institución científica como es el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET también dentro de sus funciones es brindar información relacionado a peligros geológicos, debido a la ocurrencia del ciclón llamado “Yaku” también emitió el boletín de Alerta N° 32/2023, donde producto de las intensas lluvias se identificaron zonas críticas por deslizamientos, inundaciones y huaycos, dentro de la alerta se encuentra la provincia de Huari y todos sus distritos incluido Chavín de Huántar (Nunupata).

Figura 5: Alerta N° 32 /2023 emitido por el INGEMMET donde se evidencian las zonas críticas por peligros geológicos.



De igual manera dentro del departamento de Ancash, el Centro de Operaciones de Emergencia Regional en base a la actualización de la información emitidas por otras instituciones científicas emitió un aviso ante posible activación de quebradas para el periodo de 10 al 11 de marzo del 2023, donde indican que el aviso está referido a los flujos de agua y movimientos de masa rápidos en quebradas o cuencas pequeñas resultantes de lluvias precedentes y actuales y las condiciones geológicas, incluyendo flujos de lodo, crecidas de detritos y flujo de detritos, donde se encuentra la provincia de Huari y todos sus distritos incluido Chavín de Huántar (Nunupata).

Así mismo, el COER-ANCASH constantemente emite avisos de pronóstico del tiempo, que para el 13 de marzo del 2023 en el distrito de Chavín de Huántar (Nunupata) el cielo estará nublado por la mañana variando a cielo cubierto por la tarde con tormenta y lluvia moderada, todos estos avisos evidencian que en estos meses de enero a abril, en el lugar de estudios las lluvias se incrementan saturando las parcelas de cultivo y las partes altas de la ladera incrementando el peso de la masa de suelo, que podría generar los deslizamiento de masa, como ya se viene evidenciando en el lugar de estudio.

Figura 6: Aviso emitido por el COER – ANCASH, para 02 días de marzo donde avisas que lugares podrían sufrir la activación de quebradas, así como el pronóstico del tiempo.



Como

muestra de los deslizamientos de masa que se pueden generar en el distrito de Chavín de Huantar, el año pasado el 30 de junio, en la ladera noreste del cerro Cruz de Shallapa ocurrió un derrumbe que movilizó aproximadamente 58 mil m³ de rocas y detritos. El derrumbe tuvo un ancho promedio de 106 m y una distancia entre la zona de arranque y pie del derrumbe de 215 m. Afectó un área aproximada de 2.5 Ha; 42 viviendas destruidas, pérdida de 2.07 Ha de cultivo, 450 m de canal de riego, entre otros daños a la propiedad. En el 2023, el deslizamiento continua activo y latente, muestra de ello son las constantes caídas de rocas, con diámetros de hasta 1.0 m y material suelto inestable en la cabecera del derrumbe, el cual podría caer y afectar las viviendas asentadas entre la calle Wiracocha y Jr. 17 de enero, por lo que la municipalidad distrital viene realizando movimientos de tierra tratando de estabilizar el talud y entre otras actividades que ayuden a la estabilización. Fuente: EVAR por deslizamiento en el Cerro Cruz de Shallapa.

Figura 7: Equipo técnico y responsables de la municipalidad distrital en la zona del cerro Cruz de Shallapa, realizando las coordinaciones para visitar Nunupata.



El informe final de la evaluación de riesgo es identificar este tipo de peligro natural, medir el grado de vulnerabilidad de la población y las infraestructuras existentes, y presentar el posible escenario de riesgo con los respectivos niveles, plasmados en unos mapas temáticos.

1.5 MARCO NORMATIVO

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD
- Decreto Supremo N° 111–2012–PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- Decreto Supremo N° 038-2021-PCM Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres al 2050.
- 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, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 046-2013-PCM, Lineamientos que definen el Marco de Responsabilidades en Gestión del Riesgo de Desastres, de las entidades del estado en los tres niveles de gobierno.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.

2. CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES

2.8 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El centro poblado de Nunupata es uno de los 09 centros poblados que pertenecen al distrito de Chavín de Huántar todos ellos dentro de la Provincia de Huari, ubicado en el Departamento de Ancash, en el Perú. Limita por el norte con el distrito de Huántar; por el este con distrito de San Marcos; por el sur con el distrito de Aquia; por el oeste con la provincia de Huaraz.

UBICACIÓN POLÍTICA:

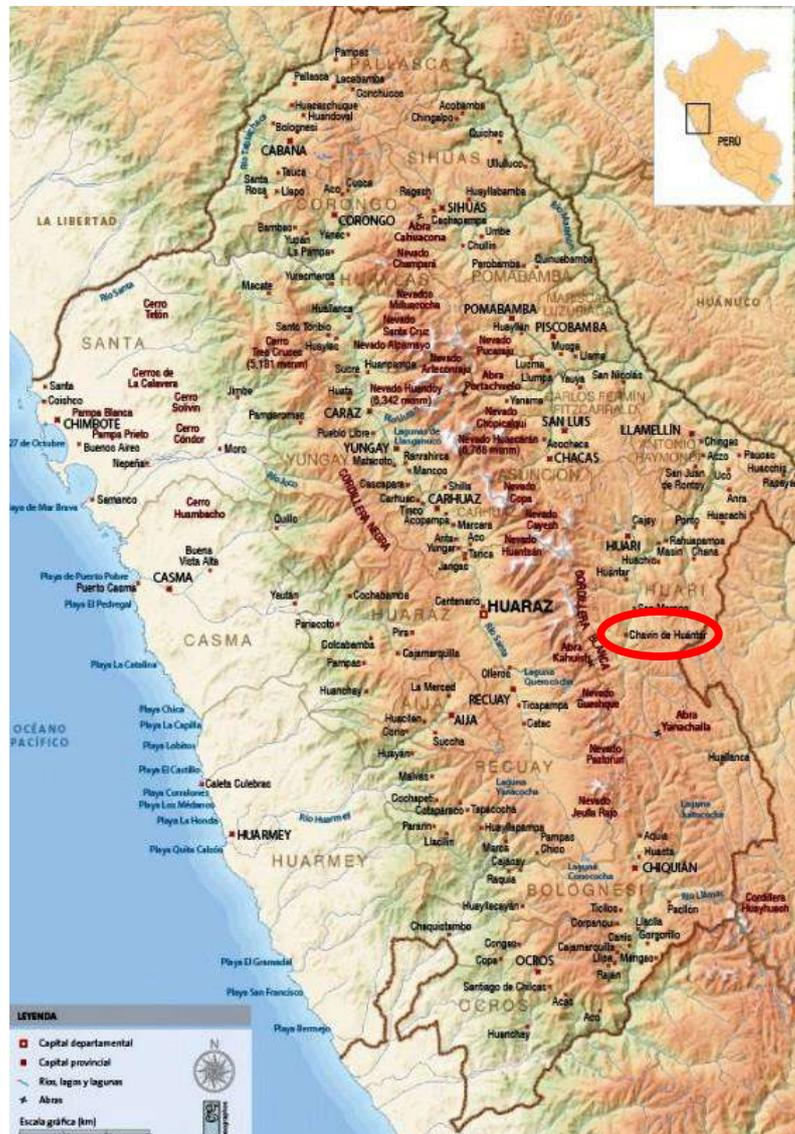
CENTRO POBLADO: NUNUPATA

DISTRITO : CHAVIN DE HUANTAR

PROVINCIA : HUARI

REGIÓN : ANCASH

Figura 8: Ubicación a nivel departamental del centro poblado de Nunupata.



EXTENSIÓN

El centro poblado de Nunupata tiene una superficie mayor a 5 Has aproximadamente. Parte de su superficie es ocupada por viviendas de adobe de 1 y 2 pisos, además de áreas de cultivo en su mayoría alfada usando el riego por gravedad en toda la zona.

COORDENADAS UTM

El centro poblado de Nunupata, se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas UTM:

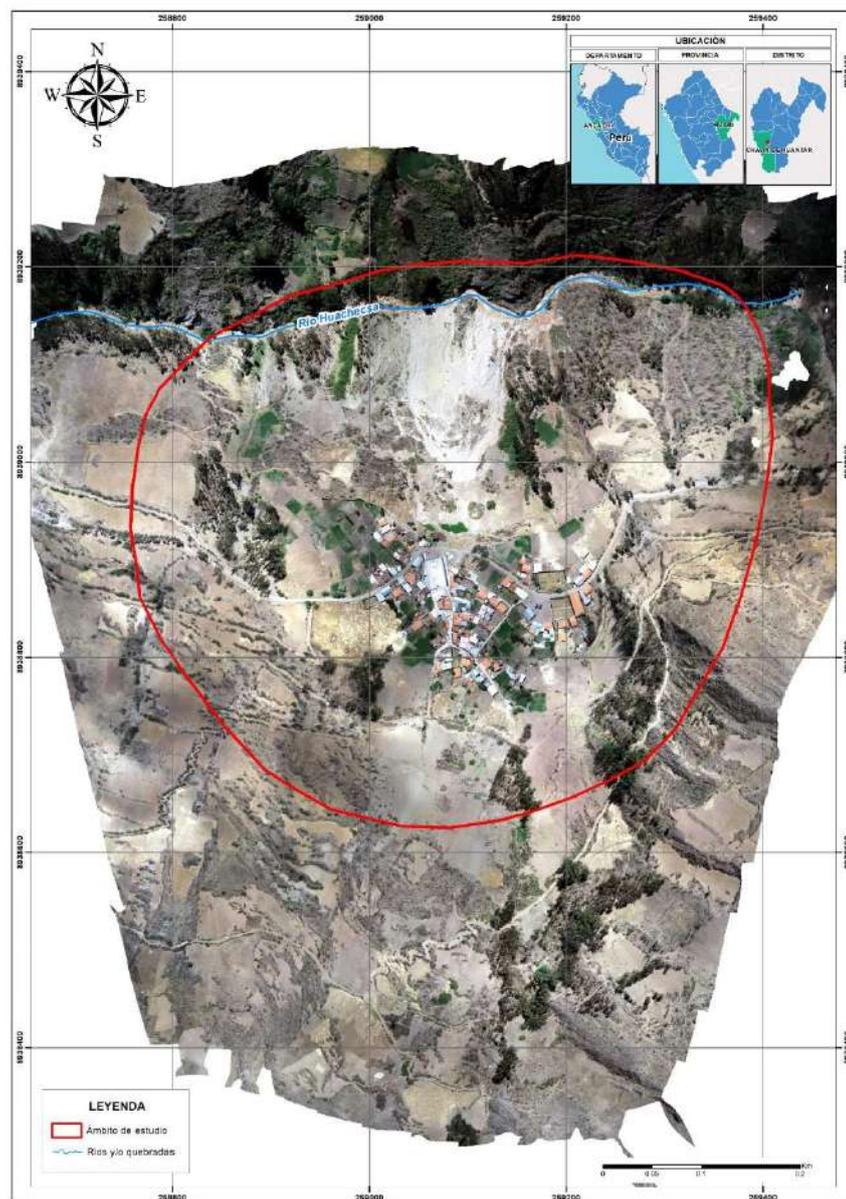
Zona: 18 L SUR

Norte: 8938851.03 m

Este: 259092.76 m

Altitud: 3481 m.s.n.m.

Figura 9: Ortofoto de la zona de estudio Nunupata.



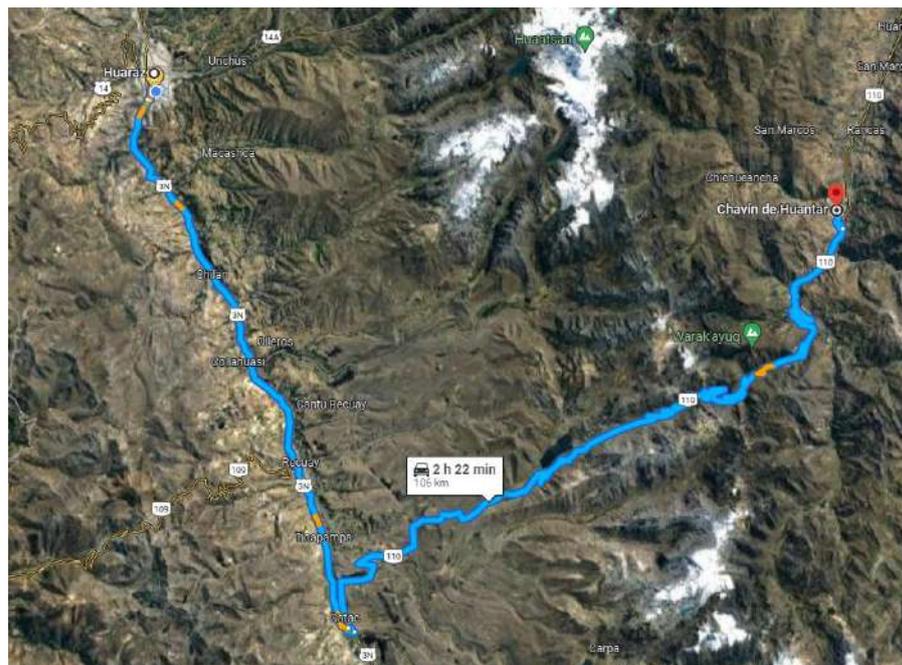
2.9 VÍAS DE ACCESO

Tabla 1: Distancias aproximadas al lugar de estudio desde el centro de Huaraz

TRAMO	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VÍA	ESTADO
Huaraz - Catac	30 km	45. Min.	Asfaltado	Regular
Catac – Chavin de H.	50 km	2.0 h.	Asfaltado	Regular
Chavin de H. - Nunupata	10 km	30.0 Min.	Trocha	Regular

Fuente: Plan Vial del MTC

Figura 10: Recorrido desde la ciudad de Huaraz hasta el lugar de estudio.



2.10 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

2.10.1 POBLACIÓN

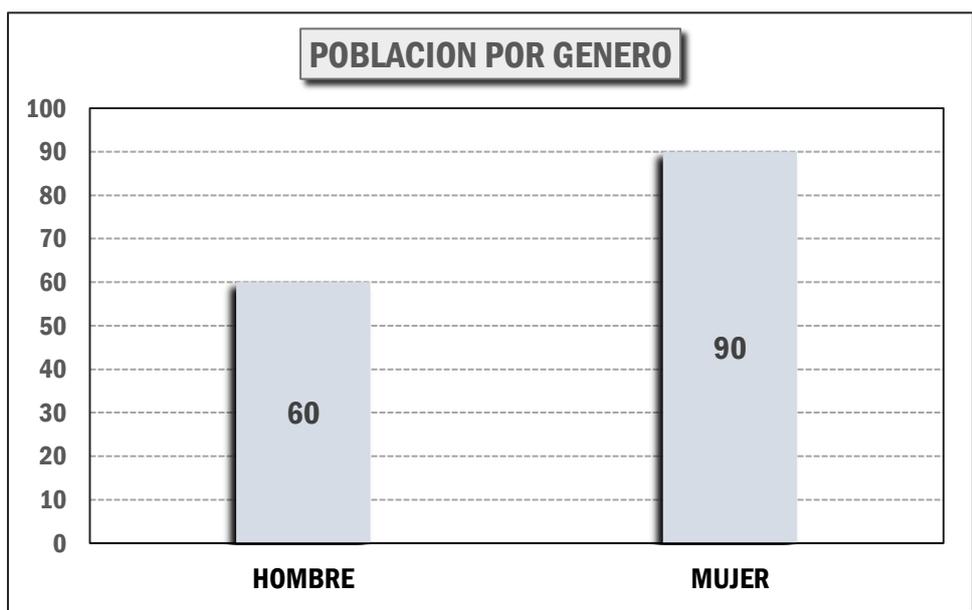
La Población del centro poblado de Nunupata, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2: Población según género

POBLACION POR GÉNERO		
GENERO	TOTAL	%
HOMBRE	60	40%
MUJER	90	60%
TOTAL	150	100%

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017- INEI

Figura 11: Población según Sexo.



Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017- INEI

2.10.2 VIVIENDA

Las edificaciones en su mayoría son precarias, manteniéndose de un solo nivel y del mismo material de construcción. Predomina el material de adobe o tapial. Existe un desorden en la planificación al ubicarse los usos del suelo en forma desorganizada y confusa, sin considerar las pautas técnicas y normativas.

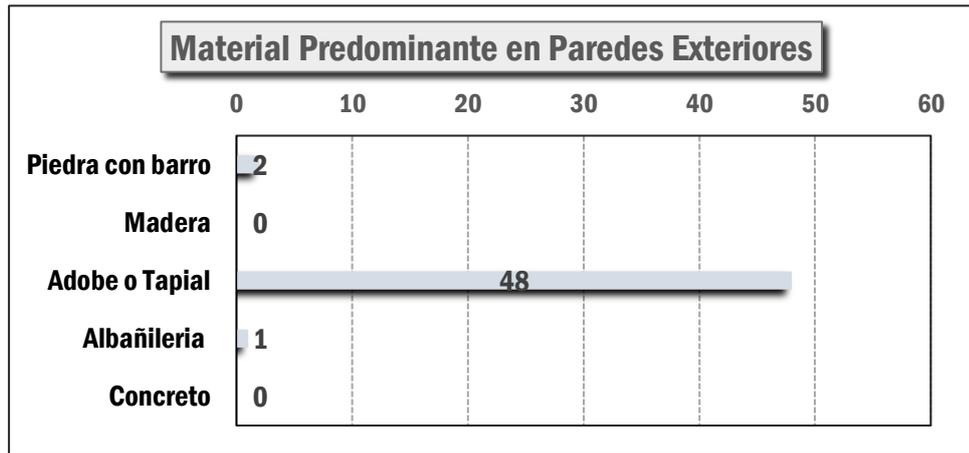
Según el "Sistema de Información Estadístico de apoyo a la Prevención a los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales" del INEI 2017 existen un total de 60 viviendas en la plataforma virtual, pero luego de realizar las encuestas se contabilizó 51 viviendas en total en el área correspondiente al Centro Poblado de Nunupata.

Tabla 3: Material predominante en las paredes

MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES EXTERIORES		
DESCRIPCION	CANTIDAD	%
Piedra con barro	2	3.9%
Madera	0	0.0%
Adobe o Tapial	48	94.1%
Albañilería	1	2.0%
Concreto	0	0.0%
Total	51	100%

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

Figura 12: Material predominante en las paredes.



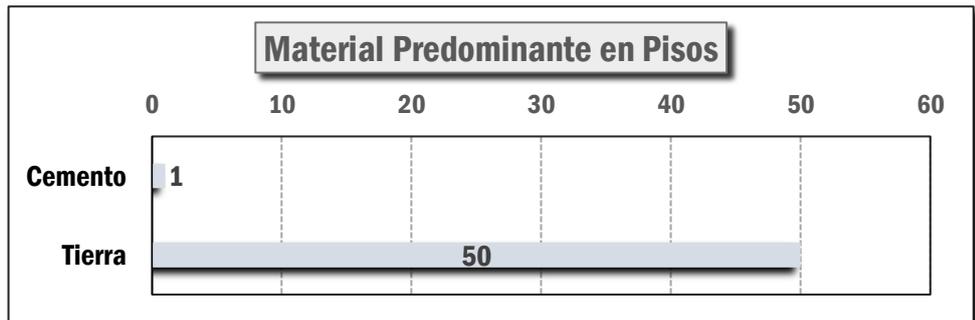
Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

Tabla 4: Material predominante en los pisos.

MATERIAL PREDOMINANTE EN LOS PISOS		
DESCRIPCION	CANTIDAD	%
Cemento	1	2.0%
Tierra	50	98.0%
Total	51	100%

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

Figura 13: Material predominante en los pisos



Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

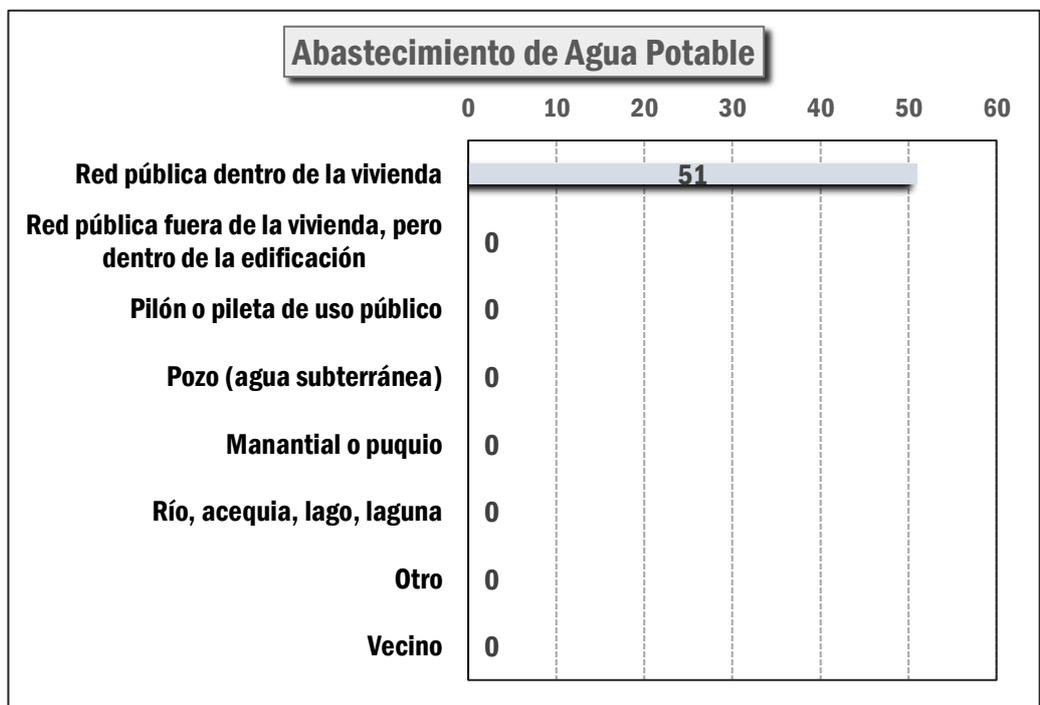
2.10.3 AGUA POTABLE

Tabla 5: Viviendas con abastecimiento de agua.

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE		
DESCRIPCION	CANTIDAD	%
Red pública dentro de la vivienda	51	100.0%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0	0.0%
Pilón o pileta de uso público	0	0.0%
Pozo (agua subterránea)	0	0.0%
Manantial o puquio	0	0.0%
Río, acequia, lago, laguna	0	0.0%
Otro	0	0.0%
Vecino	0	0.0%
Total	51	100%

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

Figura 14: Tipo de Abastecimiento de agua potable



Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

2.10.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS

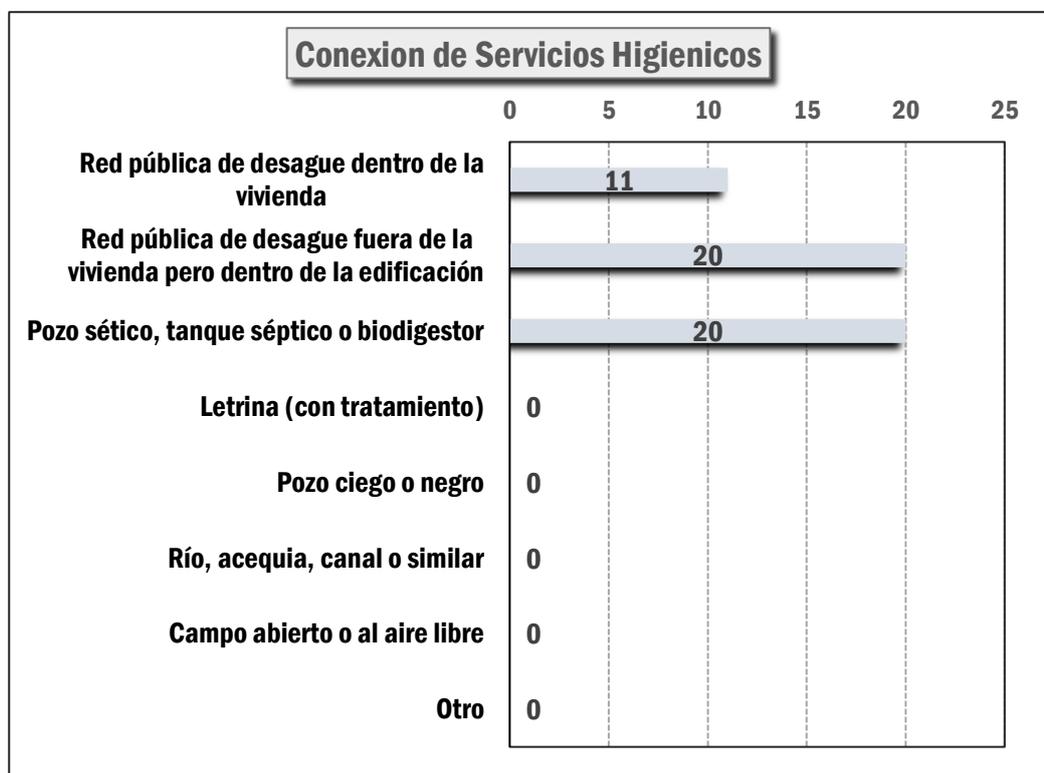
El acceso a servicios de alcantarillado es mayormente por viviendas que poseen conexiones a la red de desagüe dentro y fuera de su domicilio. Cerca del 40% de las viviendas poseen acceso a la red de alcantarillado por pozos, letrinas y pozos sépticos.

Tabla 6: Cantidad de Viviendas con servicios higiénicos.

CONEXIÓN DE SERVICIOS HIGIENICOS		
DESCRIPCION	CANTIDAD	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	11	21.6%
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	20	39.2%
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	20	39.2%
Letrina (con tratamiento)	0	0.0%
Pozo ciego o negro	0	0.0%
Río, acequia, canal o similar	0	0.0%
Campo abierto o al aire libre	0	0.0%
Otro	0	0.0%
Total	51	100%

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

Figura 15: Cantidad de Viviendas con servicios higiénicos.



Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

2.10.5 EDUCACIÓN

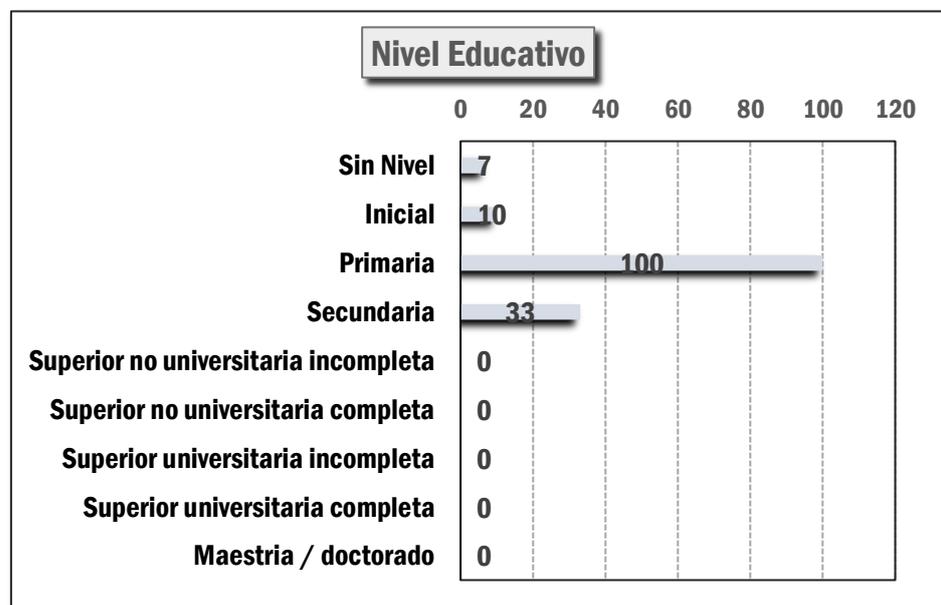
El nivel de formación en todo centro poblado es variado. Predomina la población con estudios de primaria completa, que representa casi un 70%. El segundo grupo más numeroso para el centro poblado es el grupo con estudios de secundaria.

Tabla 7: Población según nivel educativo

NIVEL EDUCATIVO		
DESCRIPCION	CANTIDAD	%
Sin Nivel	7	4.7%
Inicial	10	6.7%
Primaria	100	66.7%
Secundaria	33	22.0%
Superior no universitaria incompleta	0	0.0%
Superior no universitaria completa	0	0.0%
Superior universitaria incompleta	0	0.0%
Superior universitaria completa	0	0.0%
Maestría / doctorado	0	0.0%
Total	150	100%

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

Figura 16: Población según nivel educativo.



Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

2.10.6 TIPOS DE ALUMBRADO

En el centro poblado de Nunupata el 100% de las viviendas cuenta con el servicio de energía eléctrica.

Tabla 8: Alumbrado Eléctrico por red pública

Alumbrado Eléctrico por red Pública		
DESCRIPCION	TOTAL	%
Si tiene alumbrado eléctrico	51	100%
No tiene alumbrado eléctrico	0	0%
TOTAL	51	100%

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

2.10.7 SALUD

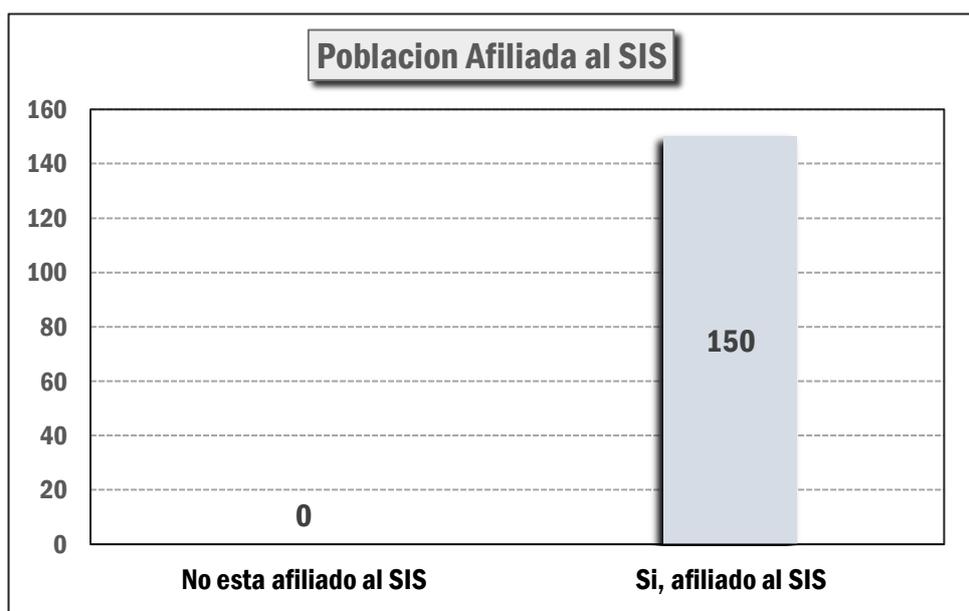
El centro poblado de Nunupata, no cuenta con una infraestructura básica para la atención de salud, se verificó si la mayoría de la población cuenta con el seguro integral de salud.

Tabla 9: Población Afiliada al SIS

Población Afiliada al SIS		
GENERO	TOTAL	%
No está afiliada al SIS	0	0%
Si, afiliado al SIS	150	100%
TOTAL	150	100%

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

Figura 17: Población Afiliada al SIS



Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

2.10.8 PENDIENTE DE TERRENO

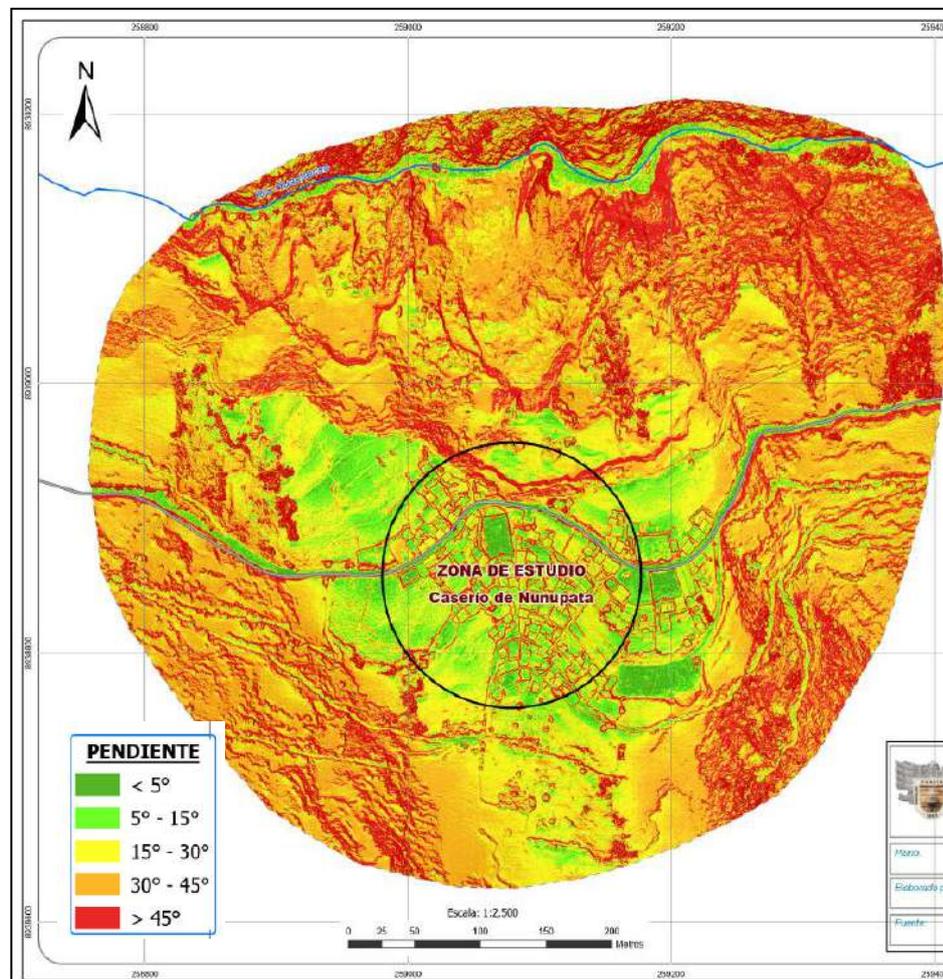
El centro poblado de Nunupata, se encuentra en zona de pendientes variadas, el área donde se emplaza la población se encuentra en una zona moderada, la ladera de la parte alta de la población presenta una pendiente alta y la zona donde ya se han dado los deslizamientos presenta una pendiente muy alta, corriendo peligro ante deslizamiento. Según el perfil se puede ver la forma del terreno y la presencia del río Huachecsa en la parte baja.

Figura 18: Perfil de Elevación del centro Poblado de Nunupata



Fuente: SIGRID.

Figura 19: Mapa de Pendientes que existen en el área de trabajo



Fuente: Equipo Técnico

2.11 CONDICIONES GEOLÓGICAS

El área de estudio ha sido afectada por un aluvión en el año 1945, el cual destruyó gran parte del patrimonio monumental e histórico de las ruinas Chavín de Huántar, localizado en el cono deyectivo del río Huachecsa.

La zona es muy inestable como se indica en el informe geológico del INGEMMET, a lo largo del río Huachecsa tienen se observan problemas de inestabilidad de laderas con la consecuencia de deslizamientos de tierra que podrían generar embalsamiento de este río y originar un desembalse violento, que podría nuevamente acarrear consecuencias muy graves a las ruinas de Chavín de Huantar.

El área de estudio abarca aproximadamente un 0.31 Km² cuyo centroide se localiza en el C.P. Nunupata, cuyo límite inferior se localiza el río Huachecsa, el principal colector del valle del mismo nombre.

2.11.1 Marco Geológico Regional

El área de estudio se localiza en la parte oriental de la Cordillera Occidental de los Andes peruanos. Corresponde a una secuencia sedimentaria de edad cretácica que aflora en los alrededores del C.P. Nunupata, comprendido por el Grupo Goyllarisquizga. Dicha unidad se emplaza sobre la Formación Oyon y subyace a las formaciones Pariahuanca, Chulec, Pariatambo, Jumasha y Celendín.

El Grupo Goyllarisquizga está conformada por tres unidades litológicas, correspondiente a la formación Chimú, Santa y Carhuaz. La Formación Chimú presenta capas de areniscas cuarzosas de 1-3 m de espesor, con una coloración blanquecina a blanco rojiza, con intercalaciones de lutitas gris oscuras y carbón en la sección inferior de la formación. La formación Santa que yace concordante a la formación Chimú consiste en calizas de color azul grisáceo con grosores de 10 cm a 1 m. Por último, la formación Carhuaz consiste en limoarcillitas, con capas de areniscas.

A nivel regional, dicha secuencia ha sufrido los efectos de la tectónica regional, presentado un plegamiento marcado a lo largo de la quebrada Huachecsa, en donde se emplazan ejes de anticlinales y sinclinales con rumbo NO-SE.

2.11.2 Geología Local

En la zona de estudio, correspondiente a la zona de deslizamiento emplazados en el entorno del Centro Poblado Nunupata, sobresalen rocas de origen sedimentarios de la Formación Carhuaz, cubierto por materiales inconsolidados en la ladera, correspondientes a depósitos de deslizamiento y coluviales del cuaternario. Estas unidades se cartografiaron con la interpretación de imágenes satelitales obtenidas a través del procesamiento fotogramétrico de la data obtenida de un vuelo Drone, así como de la validación in situ realizada en campo.

Las unidades geológicas identificadas son las siguientes:

- **Formación Carhuaz (Ki-ca)**

Esta secuencia sedimentaria aflora en ambos márgenes del río Huachecsa, emplazándose en el entorno y partes altas del centro poblado Nunupata. Esta constituido litológicamente por estratos de areniscas cuarzosas en capas de 1 m de espesor, una intercalación de areniscas con lutitas, y capas de lutitas de color gris oscuro con un espesor menor 0.10 m.

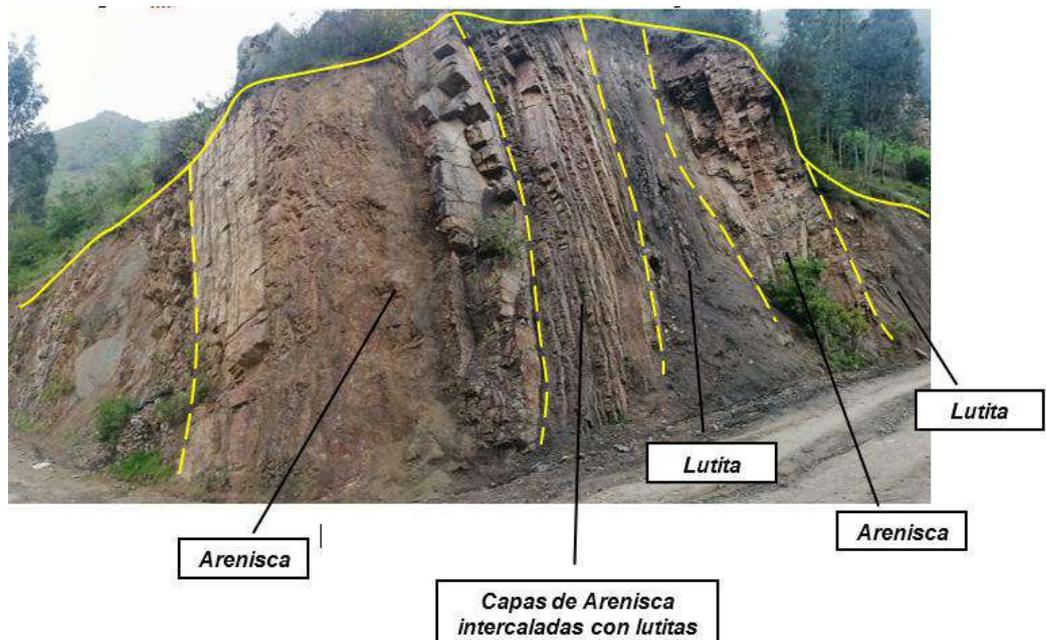
Estructuralmente dicha unidad presenta inclinaciones de los planos de estratificación variables según el lugar a evaluar, llegando a ser en algunas partes casi verticales con buzamientos de hasta 80°, debido a que está afectada en gran parte por pliegues generados en la actividad tectónica regional.

Presente un intemperismo medio, cuyas discontinuidades presenta planos rugosos con aberturas menor a 1 m, rellena en algunos casos por óxidos y sin presencia de agua. Este relieve está cubierto parcialmente por vegetación, presentando en sus laderas materiales de caída por acción de la meteorización que afecta su superficie.

Figura 20: Afloramiento sedimentario correspondiente a la Formación Carhuaz, dispuesto a un margen de la trocha.



Figura 21: Afloramiento de la Formación Carhuaz en el margen de la carretera



- **Depósito deluvial (Q-de)**

Corresponden a depósitos formados por los materiales productos de la meteorización del afloramiento rocoso in situ, y que han sido transportados y redepositados en las zonas de laderas.

- **Depósito de deslizamiento (Q-dd)**

Corresponden a materiales inconsolidados relacionados a procesos de remoción de masas con bajo transporte, sobre el cual se dispone el centro poblado de Nunupata. Está compuesto por bloques, bolonería y gravas de naturaleza sedimentaria con formas angulosas a subangulosas, envueltos en una matriz areno limosa a arcillosa.

Figura 22: Depósito de deslizamiento, ubicado en la parte frontal de la ladera



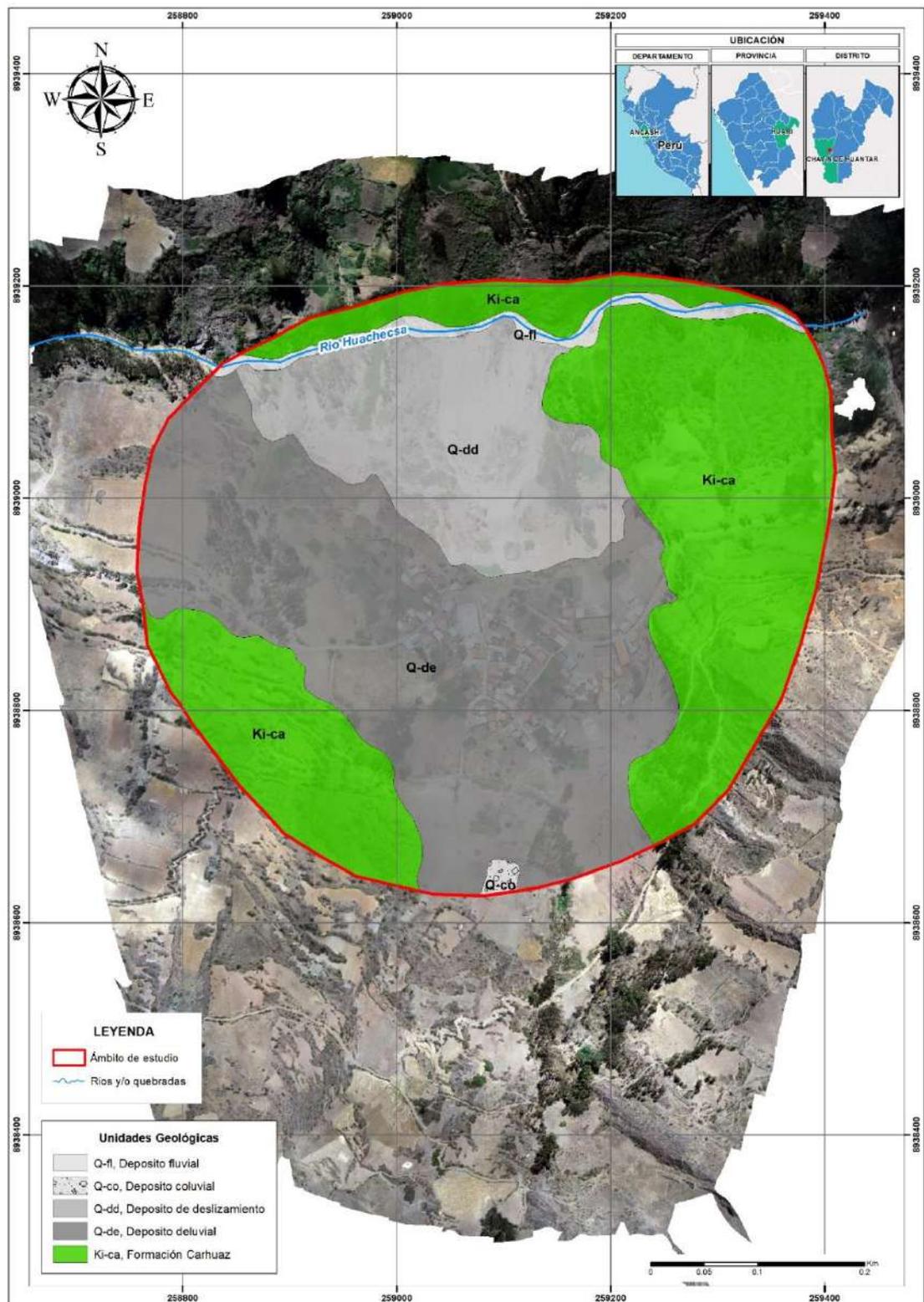
- **Depósito coluvial (Q-co)**

Corresponden a depósitos de origen gravitacional, productos del desprendimiento y caída por gravedad del material clástico a partir de la meteorización y alteración del macizo rocoso. Son depósitos no consolidados conformados por fragmentos angulosos a subangulosos de roca, provenientes de los taludes adyacentes a los afloramientos rocosos cercanos

- **Depósito fluvial (Q-fl)**

Es la unidad geológica más reciente, originado directamente por acción y deposición de la geodinámica fluvial, ubicado en el cauce actual del río Huachecsa. Estos depósitos están conformados por una mezcla heterogénea de bolones y gravas de forma redondeadas a subredondeadas de litología variada dispuestas en una matriz arenosa o fina en menor cantidad. Son sueltos inconsolidados, fácilmente removibles y con una permeabilidad alta.

Figura 23: Mapa Geológico del área de Estudio



Fuente: Equipo Técnico.

2.12 CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS

Las unidades geomorfológicas han sido agrupadas en base a su origen, características y distribución geográfica.

2.12.1 Geoformas de carácter degradacional:

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica, estos procesos conducen a la modificación parcial o total del relieve a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes. Dentro de este grupo se tiene la siguiente unidad geomorfológica:

- **Ladera de montaña en Roca Sedimentaria (LM-rs)**

Corresponde a las laderas montañosas donde los procesos denudativos fluviales afectan a las rocas sedimentarias; con altitudes que superan los 300 m y están situados sobre los 3,000 m.s.n.m. Litológicamente, corresponden a la formación Carhuaz constituido litológicamente por areniscas y lutitas. Presenta laderas con pendientes moderadas y cumbres subredondeadas, abarcando las partes altas del área de estudio.

Figura 24: Vista de la ladera de montaña en roca sedimentaria en la margen izquierda del río Huachecsa.



2.12.2 Geoformas de carácter agradacional:

Corresponden a las formas de terreno que resultan de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan a la superficie del terreno.

- **Vertiente deluvial (V-de)**

Corresponde a geoformas con pendiente moderada, emplazadas en las laderas del relieve montañoso, producto de la meteorización del afloramiento rocoso cercano.

- **Vertiente con depósito de deslizamiento activo (V-dd)**

Son geoformas agradacionales que se originaron por la ocurrencia de procesos de movimientos en masa, en este caso el deslizamiento de tipo rotacional, abarcando gran parte del área de estudio y sobre el cual se asienta el centro poblado Nunupata. Se emplaza en la ladera del relieve montañoso, presentando un corto recorrido con una morfología convexa en la zona de arranque, así como varios saltos de falla.

Figura 25: Vista de las escarpas en la parte frontal de la vertiente con depósito de deslizamiento.



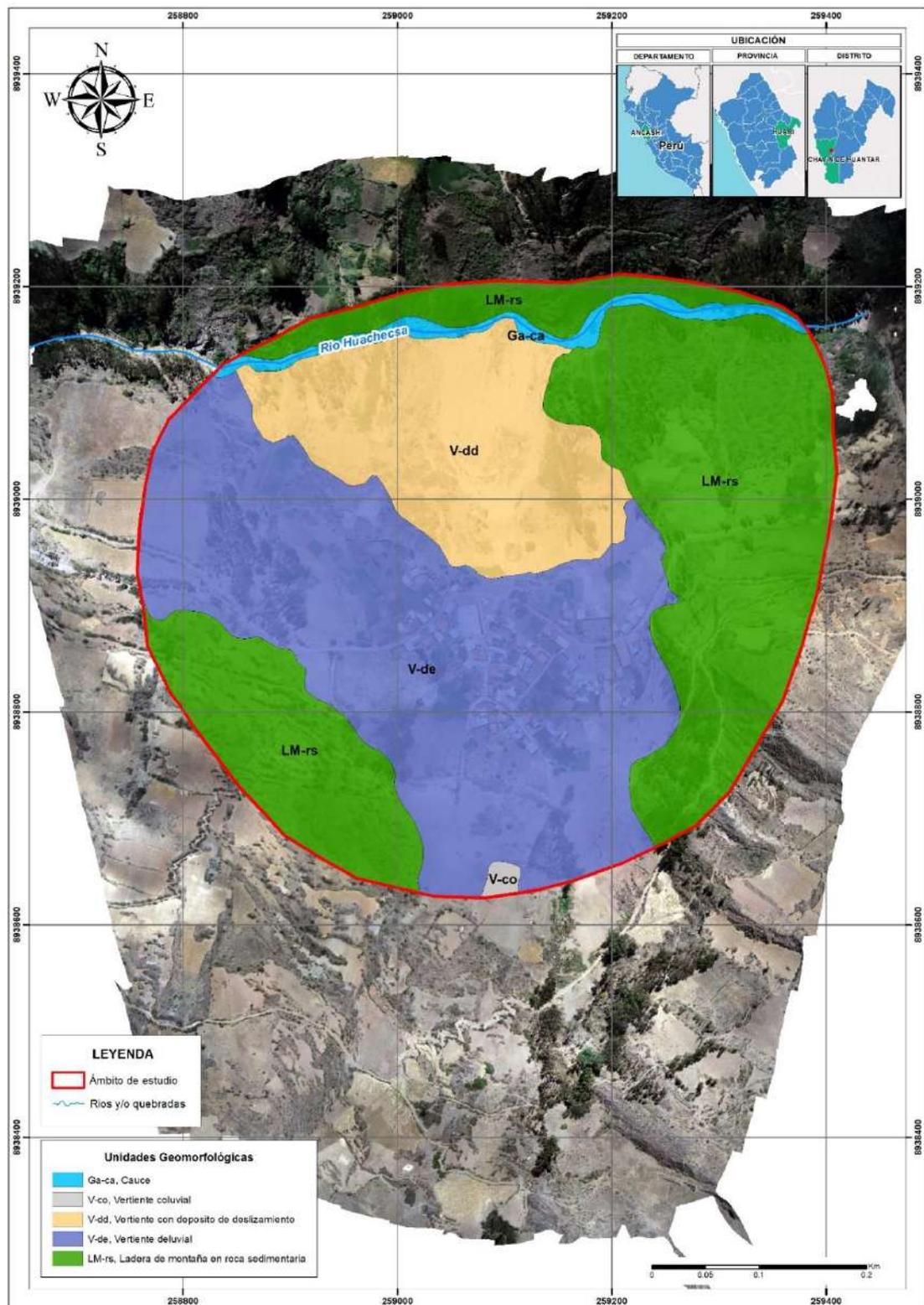
- **Vertiente coluvial (V-co)**

Corresponden a las acumulaciones de material suelto que se presentan en las partes bajas de las laderas de los afloramientos rocosos. Estas acumulaciones son producto de la gravedad y se asocian a los procesos de erosión de laderas.

- **Cauce (Ga-ca)**

Geoforma agradacional originado por la geodinámica fluvial, el cual está relacionado directamente con la dinámica del río Huachecsa. Su topografía está asociado a la pendiente del río, generando en algunas zonas, áreas de inundación.

Figura 26: Mapa Geomorfológico del Área de Estudio



Fuente: Equipo Técnico.

2.13 CONDICIONES GEOTECNICAS

La investigación geotécnica corresponde a la evaluación de afloramientos rocosos mediante la determinación de las principales discontinuidades que estas presentan, así mismo estudia los materiales inconsolidados mediante la determinación del tipo de suelo y humedad

2.13.1 Rocas

Litológicamente, en el entorno del Centro Poblado de Nunupata, se emplazan afloramientos rocosos de origen sedimentario compuesto principalmente de una secuencia de areniscas y lutitas.

Con el presente estudio se busca realizar una caracterización de dicho macizo rocoso, por lo que se realizó un muestreo de rocas y realización de estaciones geotécnicas, cuyas ubicaciones y descripciones se detallan en la siguiente Tabla.

Tabla 10: Registro de estaciones geotécnicas

N°	Estación Geotécnica	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Litología
		Este (m)	Norte (m)		
1	230325-EMG-NU1	259,239	8,938,982	3,465	Arenisca

Figura 27: Estación de Mapeo Geotécnico 220325- EMG-NU1

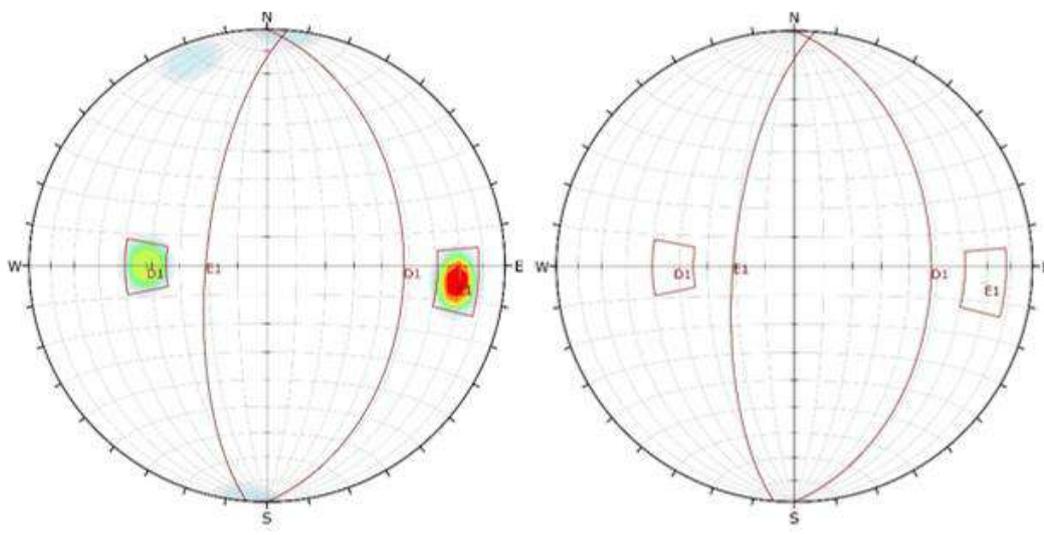


2.6.1.1 Análisis Estructural

El análisis estructural se realizó en base al mapeo estructural realizado en la estación geotécnica, obteniéndose datos correspondientes al buzamiento y dirección de buzamiento del plano de estratificación y de las principales discontinuidades.

Los datos estructurales recopilados son representados en el Software DIPS para la identificación de las principales familias de discontinuidades, mediante las herramientas que proporciona el software, como la concentración de polos, contornos y los gráficos de rosetas.

Figura 28: Diagrama de contornos y planos mayores obtenidos de la Estación geotécnica 220325-EMG-NU1.



Reconociéndose de esta manera que, en dichos taludes, se presentan 2 principales familias de discontinuidades, las cuales se indican en la siguiente tabla.

Tabla 11: Familia de discontinuidades en la EMG-01.

Estación Geotécnica	Familia de Discontinuidades	Datos Estructurales	
		Dip	Dip Direction
230325-EMG-NU01	E1	69	275
	D1	42	090

2.6.2 Suelos

La caracterización geotécnica de los suelos comprende la determinación de las características físicas (granulometría, límites de Atterberg, contenido de humedad, clasificación SUCS y AASHTO) de los materiales inconsolidados ubicados en la zona de deslizamiento. Se tomaron muestras representativas a fin de determinar las características y parámetros que estas presentan, las cuales se analizaron según la normativa y procedimientos establecidos por la ASTM (*American Society for Testing Materials*) y NTP (Normas Técnicas Peruanas).

Tabla 12: Normativa utilizada para realizar los ensayos de laboratorio de suelos

Ensayo de Laboratorio	Norma	
	ASTM	NTP
Análisis Granulométrico por Tamizado	D422	339.128
Contenido de Humedad	D2216	339.127
Limite líquido y Plástico	D4318	339.129
Clasificación SUCS	D2487	339.134

El muestreo de suelos se realizó en las zonas de saltos en la parte frontal de la zona de deslizamiento, tal como se muestra en la Figura, cuyas coordenadas se indican en la siguiente tabla.

Figura 29: Ubicación de las muestras de suelos extraídas en la zona de deslizamiento ubicado en el centro poblado de Nunupata

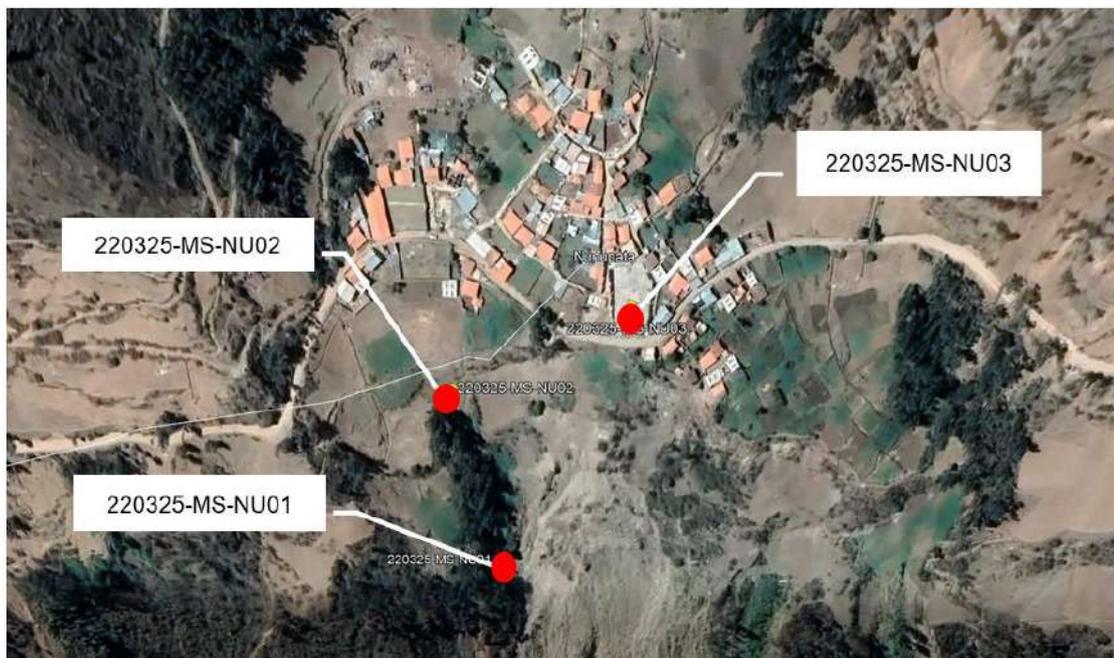


Tabla 13: Resumen de las muestras de suelos extraídas

N°	Muestra	Coordenadas UTM			Tipo de muestreo	Ubicación
		Este	Norte	Altitud		
1	230325-MS-NU01	259,144	8,939,060	3,346	Superficial	Zona de deslizamiento
2	230325-MS-NU02	259,171	8,938,947	3,439	Superficial	
3	230325-MS-NU03	259,068	8,938,896	3,490	Superficial	

En síntesis, se obtuvieron tres (03) muestras representativas de suelo en la zona de deslizamiento, los cuales están constituidos por material gravoso subanguloso de naturaleza sedimentaria, con presencia de arenas en una matriz fina limosa y arcillosa. Se presentan con pendientes moderadas, observándose en sus laderas caídas de material suelto y presencia de surcos originados por la erosión hídrica.

Los resultados de los ensayos de laboratorio de suelos realizados se muestran en la siguiente tabla, donde se registran el contenido porcentual de granos según su diámetro, contenido de humedad, límites de Atterberg y las clasificaciones SUCS y AASHTO.

Tabla 14: Resultados de ensayos estándares y resultados de Parámetros físicos de los suelos

Muestra	Composición (%)					Humedad (%)	Límites de Atterberg			Clasificación SUCS
	Bloque	Bolonería	Grava	Arena	Finos		LL	LP	IP	
230325-MS-NU01	0	0	31.3	38.5	30.2	10.2	33	29	4	SM
230325-MS-NU02	5	10	31.9	26.4	26.7	11.2	27	22	6	GC
230325-MS-NU03	5	15	31.6	20.9	27.5	9.2	37	31	6	GM

Figura 30: Extracción de muestras de suelos de la parte frontal de la zona de deslizamiento. a. 220325-MS-NU01; b. 220325-MS-NU02; c. 220325-MS-NU03



2.6.3 Unidades Geotécnicas

Las unidades geotécnicas identificadas en la zona de estudio han sido descritas de acuerdo con el tipo de litológica, caracterizando el basamento rocoso y los depósitos inconsolidados.

El basamento rocoso se describió geotécnicamente de acuerdo con las características físicas, mecánicas, litológicas y de competencia, pudiendo identificarse en el área de estudio rocas de resistencia baja (R-IV). Así mismo, los suelos se han clasificado de acuerdo con sus características como edad geológica, composición, compacidad y geomorfología; según las observaciones en campo en el área de estudio se identificaron Suelos de resistencia baja (S-IV) y Suelos de resistencia muy baja (S-V).

- Rocas de resistencia baja (R-IV)

Es una unidad geotécnica clasificada como R-IV, conformada por un basamento rocoso de origen sedimentario de grano fino débilmente cementado, constituido por areniscas, lutitas y limolitas, con una resistencia media a baja.

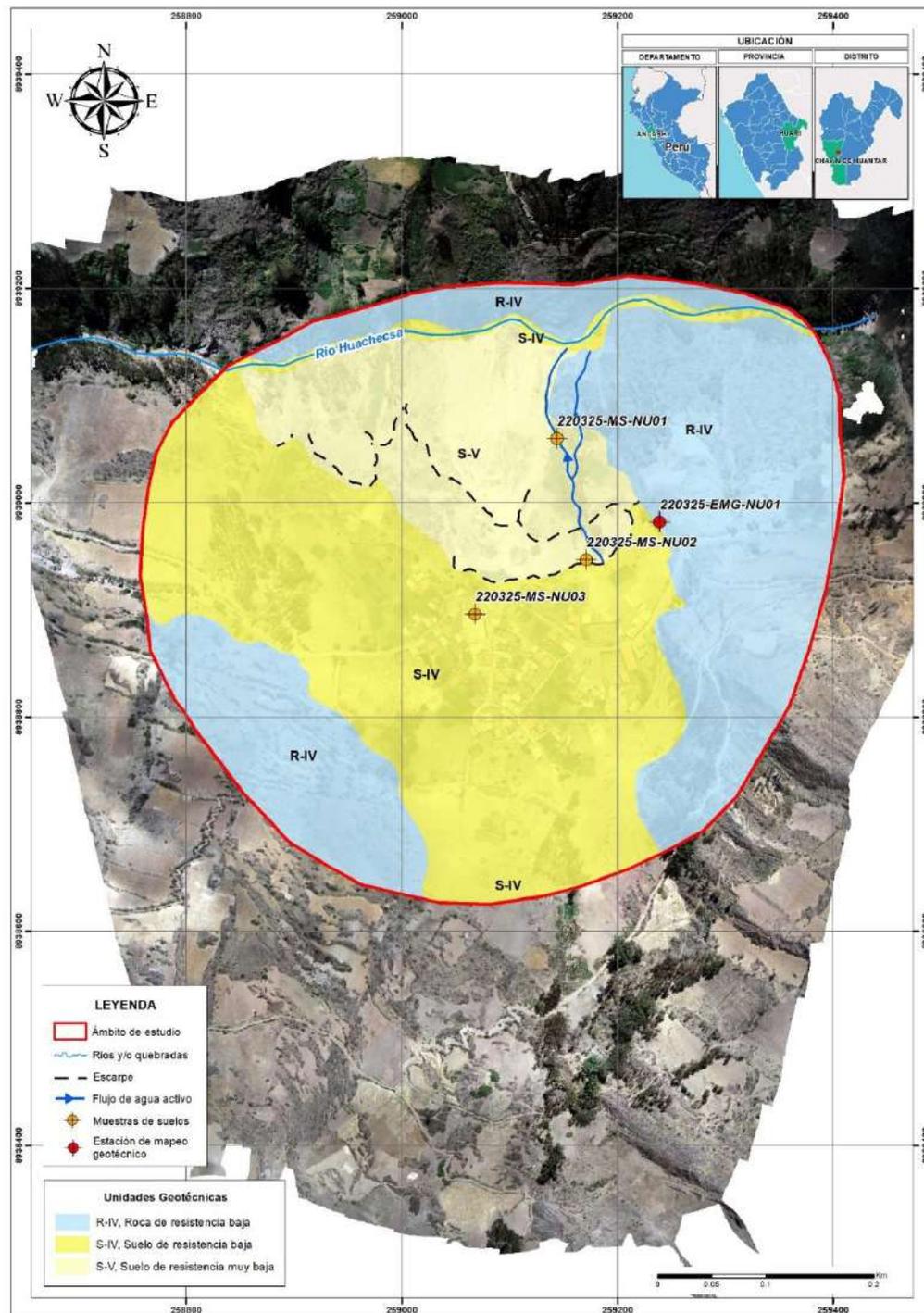
- Suelos de resistencia baja (S-IV)

Unidad geotécnica clasificado como S-IV, constituido por material suelto, removibles y con una permeabilidad media-baja, emplazados en la ladera del relieve montañoso y en el cauce del río Huachecsa; caracterizados por presentar materiales granulares (bolonería, gravas y arena) compuestos por clastos heterométricos de naturaleza volcánica y sedimentaria, envueltos en una matriz fina. Es una unidad geotécnica con alta erosionabilidad, por tanto, de competencia baja y poco cohesivo.

- Suelos de resistencia muy baja (S-V)

Está constituido por depósitos de baja consistencia, y que conforman la zona de deslizamiento activo del área de estudio, por lo cual se encuentra en proceso de movimiento. Corresponde a materiales conformados por fragmentos de rocas de forma angulosas en una matriz limosa a arcillosa. Presenta en su superficie flujos de agua activos, lo cual aumenta su contenido de humedad y en consecuencia su inestabilidad.

Figura 31: Mapa Geotécnico del Área de Estudio.



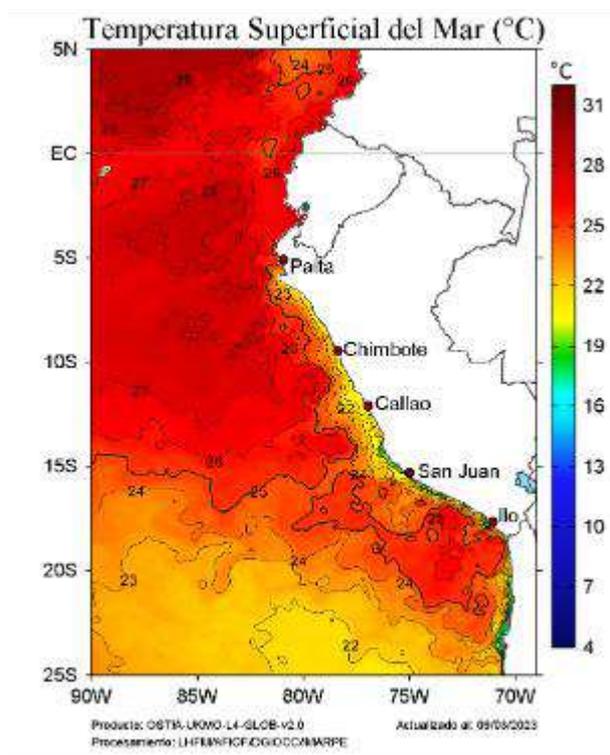
2.14 PRECIPITACIONES EXTREMAS

En enero de 2017 la temperatura de la superficie del mar se incrementó abruptamente, contra los pronósticos del ENFEN y de los modelos climáticos internacionales, hasta alcanzar valores por encima de 26°C en varios puntos de la costa norte, mientras que en el Pacífico ecuatorial central aún ocurría la transición de La Niña a neutral. Esto activó la segunda banda de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) en forma temprana e intensa frente a la costa de Perú, lo cual propició la ocurrencia de lluvias muy fuertes en la zona norte. Además, las condiciones atmosféricas tipo “La Niña en el Pacífico central” y el ingreso de humedad del norte propiciaron lluvias fuertes en los Andes occidentales.

Por sus impactos, asociados a las lluvias e inundaciones, este evento “El Niño costero 2017” se puede considerar como el tercer “Fenómeno El Niño” más intenso de al menos los últimos cien años para el Perú. En cuanto a sus impactos en el ecosistema marino, la reducción del afloramiento costero ocasionó una disminución significativa de la productividad marina frente a la costa norte y centro. La anchoveta se desplazó hacia el sur, replegándose a la costa, y no presentó el desove de verano. Por otro lado, se detectó un incremento de la disponibilidad de recursos asociados a aguas cálidas, como caballa, bonito y atunes, desplazándose hasta el sur entre febrero y marzo.

Luego de 40 años la costa peruana sufre la presencia del Ciclón llamado “Yaku”, este fenómeno climatológico ha ocasionado estragos en varias ciudades como lluvias intensas y desborde de ríos principalmente. Los ciclones, también conocidos como ciclones tropicales, son un fenómeno climático muy peligroso, que consiste en una tormenta de rápida rotación. De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial, puede afectar las mareas, causando inundaciones, así como vientos extremos, tornados y rayos.

Figura 32: Desarrollo de la temperatura superficial del mar (°C; contornos de 26 y 28°C y anomalías en colores) en el Pacífico ecuatorial para el periodo de marzo del 2023.



Fuente: Instituto del Mar del Perú., 2023.

En este contexto, el centro poblado de Nunupata, presenta lluvias intensas en el verano del 2023, catalogadas como extremadamente lluvioso durante el ciclón llamado “Yaku”, debido que en la zona de estudio la anomalía de precipitación fue de 210 a 300 mm, superando lo normal.

Figura 33: Ocurrencia de lluvias para el trimestre de Marzo – Mayo 2023.

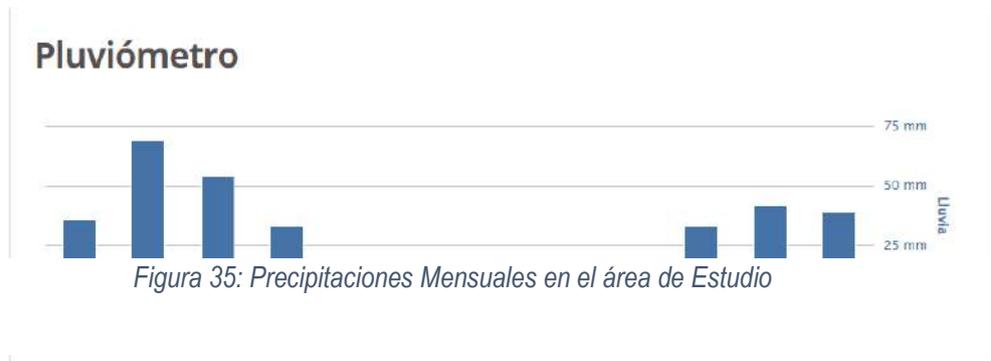


Fuente: SENAMHI

2.15 CLIMA

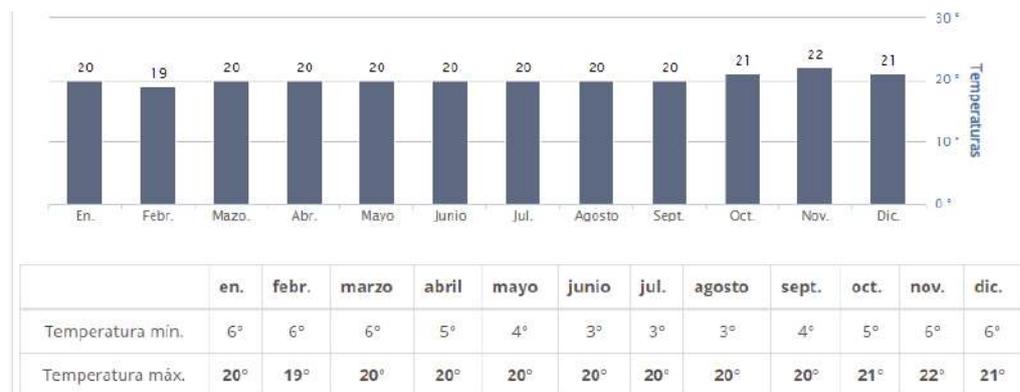
En el centro poblado de Nunupata, se presentan meses de lluvias y meses donde la lluvia no es tan frecuente además la temperatura media oscila entre los 19 °C (febrero) y los 22 °C (nov.). Los meses más lluviosos son noviembre, marzo y febrero.

En base a la puntuación de turismo, la mejor época del año para visitar el centro poblado de Nunupata para actividades de tiempo caluroso es desde finales de agosto hasta mediados de octubre



Fuente: <https://www.allavamos.com/peru/sitio-arqueologico-de-chavin/>.

Figura 34: Temperaturas Mensuales en el área de Estudio



	en.	febr.	marzo	abril	mayo	junio	jul.	agosto	sept.	oct.	nov.	dic.
Temperatura mín.	6°	6°	6°	5°	4°	3°	3°	3°	4°	5°	6°	6°
Temperatura máx.	20°	19°	20°	20°	20°	20°	20°	20°	20°	21°	22°	21°

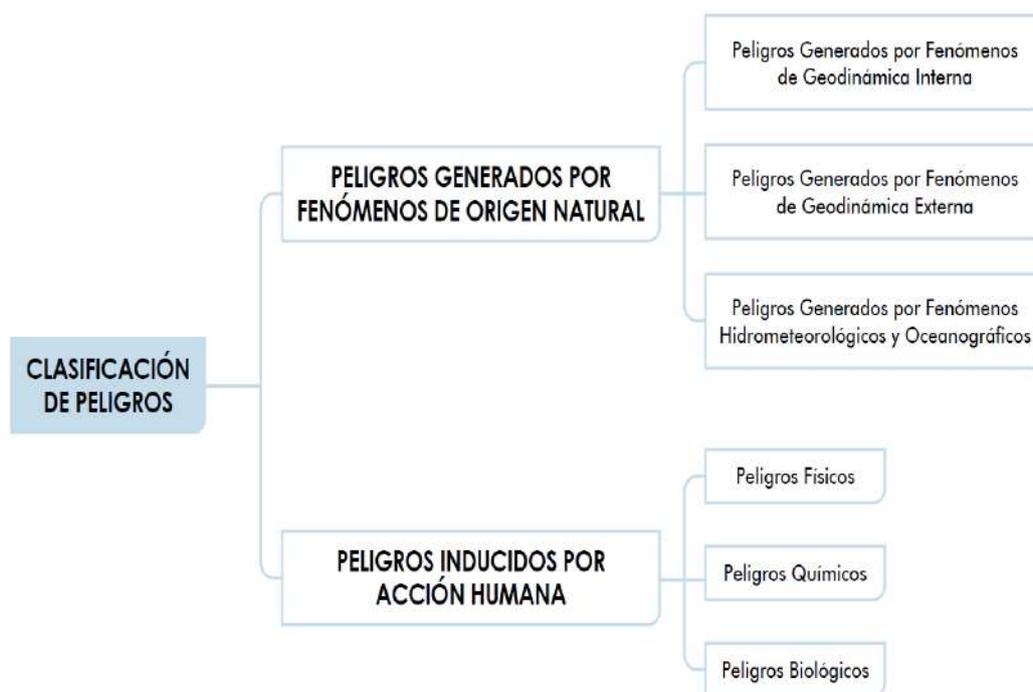
3. CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: los generados por fenómenos de origen natural; y, los inducidos por la acción humana. En la siguiente clasificación solo se ha considerado los peligros originados por fenómenos de origen natural.

Para el estudio de estos fenómenos se han agrupado los peligros de acuerdo con su origen. Esta agrupación nos permite realizar la identificación y caracterización de cada uno de ellos, tal como se muestra en la imagen:

Figura 36: Clasificación de los peligros

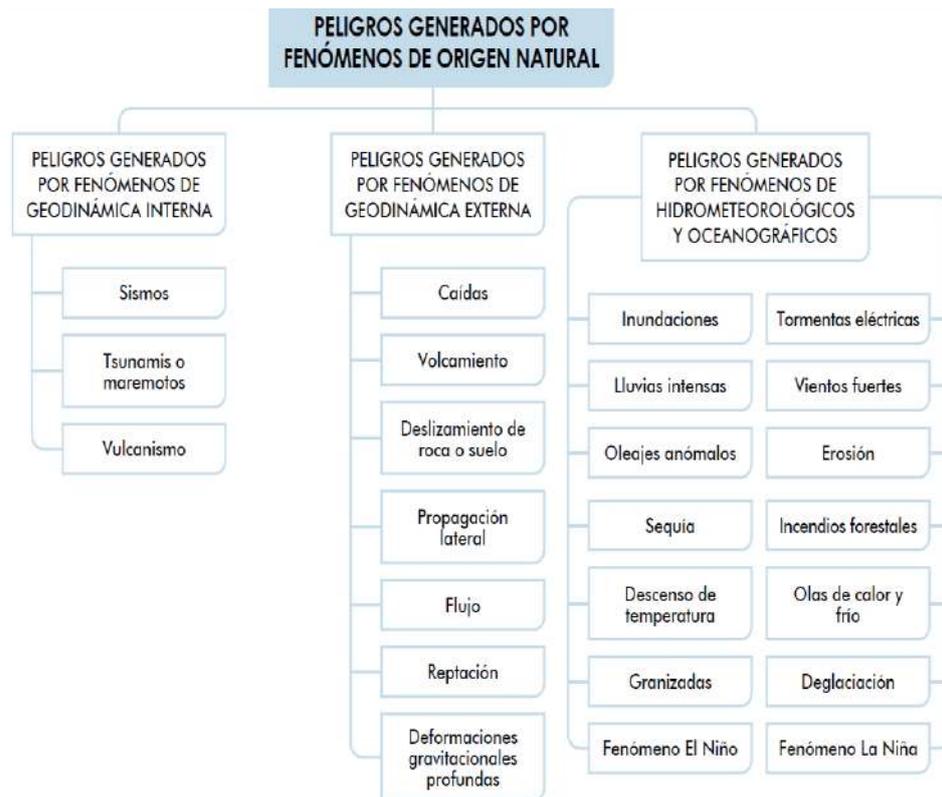


Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales 2da Versión – CENEPRED

Según la figura 34 se ha clasificado los peligros generados por fenómenos de origen natural en tres grupos:

- Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna.
- Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa.
- Peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos.

Figura 37: Clasificación de peligros Originados por Fenómenos de Origen natural



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

El peligro identificado en el centro poblado de Nunupata es:

Peligro : Deslizamientos

Tipo : Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa

Origen : Lluvias Intensas

3.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO POR DESLIZAMIENTO

3.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS LLUVIAS INTENSAS

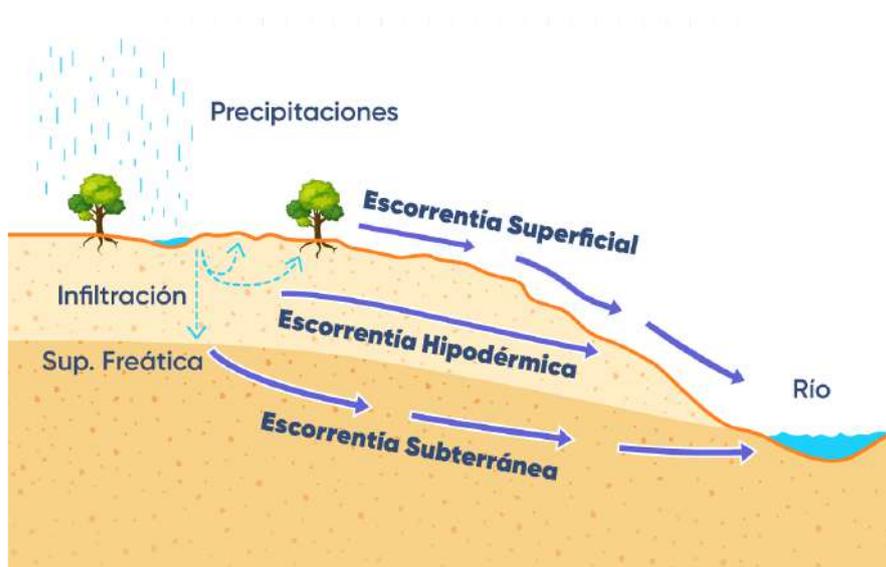
Los procesos de movimientos en masa o deslizamientos han generado en la región de Ancash grandes impactos, sobre todo con la intensidad de la precipitación y su relación directa con las condiciones del terreno las cuales están asociadas a la geología (fallas, pliegues), pendiente, tipo de suelo, meteorización de la roca, zonas deforestadas, áreas con deslizamientos activos o zonas de cultivo, generando grandes impactos adversos a la población, al patrimonio público y privado.

En la región Ancash se han registrado un total de 1,446 desastres por movimientos en masa, estos eventos se han incrementado con el Fenómeno El Niño los cuales se caracterizan por lluvias torrenciales en la región y también debido a la ocurrencia del sismo, ya que el departamento se ubica en dos zonas altamente sísmica según la norma E030 diseño sismorresistente (Zona 4y 3).

A los factores condicionantes se agrega los factores antrópicos: expansión urbana, terreno de cultivos, riego indiscriminado, construcción de accesos, etc. estos modifican el volumen de agua al interno el sistema hídrico, aumentando la escorrentía hipodérmica por mayor infiltración de aguas y disminuye la escorrentía superficial. Las áreas de mayor infiltración son las áreas de cultivos que se ubican sobre un área de desplazamiento activo, así como lo indican en un informe de evaluación de peligros geológicos en el Centro Poblado de Nunupata elaborado por el INGEMMET.

Según la base de datos disponibles del registro de emergencias y peligros del INDECI, durante el periodo del Fenómeno El Niño, los desastres que tuvieron mayor impacto en la población fueron las inundaciones pluviales, lluvias intensas y huaycos; estos fueron responsables de aproximadamente el 95% de la población damnificada registrada en años atrás. Sin embargo, eventos como vientos fuertes y bajas temperaturas fenómenos asociados, generaron también un importante número de población afectada.

Figura 38: Flujo de tipos de escorrentía producto de las lluvias intensas



El aumento de la escorrentía hipodérmica se agudiza con la presencia de las lluvias intensas para el Centro Poblado de Nunupata, estas empiezan en setiembre, la consecuencia es la saturación de la masa del suelo que se encuentra expuesta por el derrumbe, al introducirse agua en las grietas que se presentan en la zona expuesta donde ocurrió el evento, estas originan un incremento en las fuerzas actuantes pudiendo provocar nuevos derrumbes, pero en menor proporción.



Figura 39: Se puede ver la zona de deslizamiento activo, con presencia de cultivos donde se tiene aguas de escorrentía por riego y lluvias.

Un dato importante es conocer que el desencadenante de los peligros de movimientos en masa en la región Ancash, es la precipitación en un 70 %, estos condicionan los procesos de infiltración y escurrimiento para el suelo expuesto; es decir, que lluvias prolongadas con intensidad baja reflejan una infiltración alta y profunda y una menor escorrentía en las áreas con pendiente. Además, en esta zona, las lluvias torrenciales incrementan la escorrentía y

dan una menor cantidad de infiltración; sin embargo, también generan fuerte influencia en el contenido de humedad y la presión de los poros en los suelos, lo que se traduce en un aumento de la masa específica del suelo en un 30% y una disminución de la resistencia al corte de un 50%.

Como antecedente para la presente evaluación de riesgo el 30 de junio del 2022, en la ladera noreste del cerro Cruz de Shallapa ocurrió un derrumbe que movilizó aproximadamente 58 mil m³ de rocas y detritos. El derrumbe tiene un ancho promedio de 106 m y una distancia entre la zona de arranque y pie del derrumbe de 215 m. Afectó un área aproximada de 2.5 Ha; 42 viviendas destruidas, pérdida de 2.07 Ha de cultivo, 450 m de canal de riego, entre otros daños a la propiedad.

El evento continua activo y latente, muestra de ello son las constantes caídas de rocas, con diámetros de hasta 1.0 m y material suelto inestable en la cabecera del derrumbe, el cual podría caer y afectar las viviendas asentadas entre la calle Wiracocha y Jr. 17 de Enero.

Actualmente, hacia la parte izquierda del derrumbe, se tiene un deslizamiento antiguo en proceso de reactivación, compuesto por bloques (10%), grava (20%), arenas (40%) y limo arcilla (30%); donde se observó múltiples agrietamientos longitudinales y transversales, con aperturas de hasta 60 cm, producidos en el camino de herradura y desplazamientos de hasta 2.6 m; el cual nos infiere el avance retrogresivo del evento.

Es importante mencionar que, según reportes locales, este evento empezó a generarse desde el año 1970, a raíz del sismo, donde se produjo agrietamientos con aperturas milimétricas en el terreno, que a través de los años ha ido incrementando, hasta perder su equilibrio. Fuente INGEMMET.

3.2.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS

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

Los deslizamientos consisten en un descenso masivo o relativamente rápido, a veces de carácter catastrófico, de materiales, a lo largo de una pendiente. El deslizamiento se efectúa a lo largo de una superficie de deslizamiento, o plano de cizalla, que facilita la acción de la gravedad.

Figura 40: Proceso de Deslizamiento de una masa de suelo. Fuente: Yesano (2014)



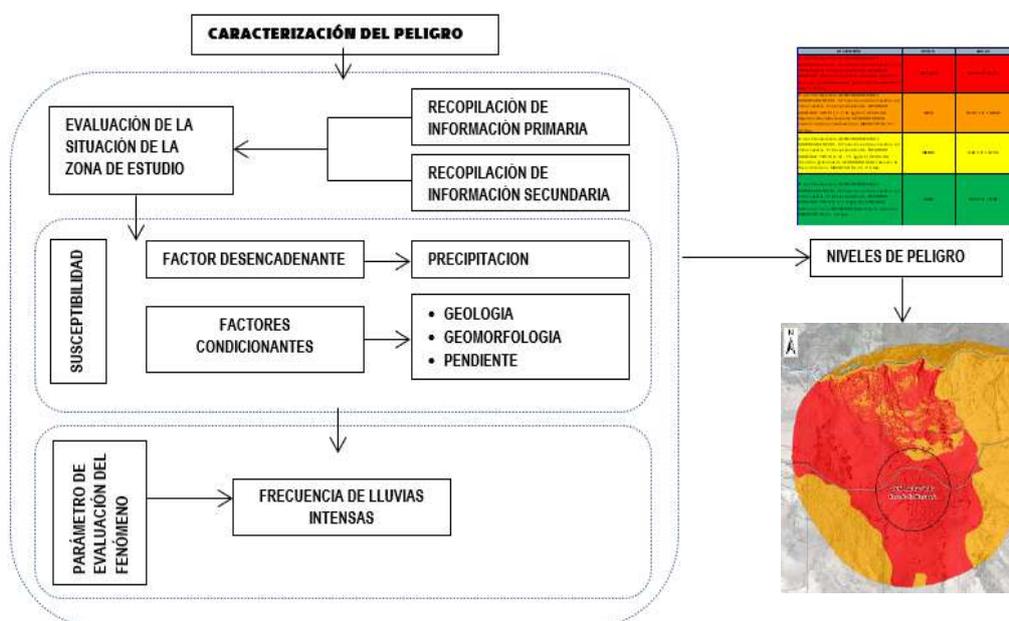
3.2.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se ha realizado la recopilación de información disponible. Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (SIGRID, SENAMHI, INGEMMET, IGP), del área de influencia del estudio por fenómeno de lluvias intensas.

3.2.3 METODOLOGÍA

Para determinar el nivel de peligro por el fenómeno de deslizamiento debido a las lluvias intensas, se utilizó la siguiente metodología.

Figura 41: metodología general para determinar el nivel del peligro por deslizamiento



Fuente: CENEPRED, Modificado

3.2.4 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Se indican los parámetros considerados como parte importante en el cálculo del nivel de deslizamiento debido a las lluvias intensas:

A. PESOS PONDERADOS DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR DESLIZAMIENTO

Se han seleccionado solo un parámetro la frecuencia de la ocurrencia de deslizamiento. Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico.

Para el análisis de los peligros, se utilizó el análisis multicriterio, denominado proceso jerárquico, que desarrolla el cálculo de los pesos ponderados de los parámetros que caracterizan el peligro (Saaty, 1980) cuyo resultado busca indicar la importancia relativa de comparación de parámetros, la misma que será utilizada para el cálculo de los ponderados de los demás peligros objeto del análisis de la presente evaluación de peligros.

Tabla 15: Para la ponderación de parámetros y descriptores desarrollada por Saaty.

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo
1/5	Menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo
1/7	Mucho menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente: CENEPRED.

Tabla 16: Descriptores del parámetro frecuencia área deslizable

	PARÁMETRO	AREA DESLIZABLE
DESCRIPTORES	AD1	> 100 hectáreas
	AD2	50 a 100 hectáreas
	AD3	30 a 50 hectáreas
	AD4	20 a 30 hectáreas
	AD5	< a 20 hectáreas

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 17: Matriz de comparación de pares del parámetro de frecuencia de deslizamiento

PARAMETRO	AD1	AD2	AD3	AD4	AD5
AD1	1.00	2.00	2.00	7.00	9.00
AD2	1/2	1.00	3.00	5.00	7.00
AD3	1/2	1/3	1.00	3.00	5.00
AD4	1/7	1/5	1/3	1.00	3.00
AD5	1/9	1/7	1/5	1/3	1.00
SUMA	2.25	3.68	6.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.44	0.27	0.15	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 18: Matriz de normalización de Área deslizable

PARAMETRO	AD1	AD2	AD3	AD3	AD5	VECTOR DE PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
AD1	0.44	0.54	0.31	0.43	0.36	0.416
AD2	0.22	0.27	0.46	0.31	0.28	0.308
AD3	0.22	0.09	0.15	0.18	0.20	0.170
AD3	0.06	0.05	0.05	0.06	0.12	0.070
AD5	0.05	0.04	0.03	0.02	0.04	0.036
SUMA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 19: Verificación del Índice y relación de consistencia del parámetro Área deslizable.

IC =	0.042
RC =	0.038
RC < 0.10	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

3.2.5 SUSCEPTIBILIDAD DEL AREA DE ESTUDIO ANTE DESLIZAMIENTO

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico).

3.2.5.1 PONDERACIÓN DE FACTORES CONDICIONANTES

Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial.

Los parámetros considerados como factores condicionantes son: Unidades Geológicas, Unidades Geomorfológicas y Pendiente.

Se procedió a realizar los cálculos para obtener sus respectivos pesos, así como también los pesos de los descriptores de cada parámetro:

A. PESOS PONDERADOS DE LOS PARÁMETROS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

Tabla 20: Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

PARAMETRO	GEOLOGÍA	GEOMORFOLOGÍA	PENDIENTE DE TERRENO
GEOLOGÍA	1.00	1.00	3.00
GEOMORFOLOGÍA	1.00	1.00	2.00
PENDIENTE DE TERRENO	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.33	2.50	6.00
1/SUMA	0.43	0.40	0.17

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 21: Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes.

PARÁMETRO	GEOLOGÍA	GEOMORFOLOGÍA	PENDIENTE DE TERRENO	VECTOR DE PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
GEOLOGÍA	0.429	0.400	0.500	0.443
GEOMORFOLOGÍA	0.429	0.400	0.333	0.387
PENDIENTE DE TERRENO	0.143	0.200	0.167	0.170
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 22: Índice y Relación de consistencia de los factores condicionantes.

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

B. PARÁMETRO UNIDADES GEOLOGICAS

Tabla 23: Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades Geológicas.

GEOLOGÍA	Depósitos Deluvial	Depósito de Deslizamiento	Formación Carhuaz	Deposito Coluvial	Deposito Fluvial
Depósitos Deluvial	1.00	1.00	3.00	5.00	7.00
Depósito de Deslizamiento	1.00	1.00	2.00	3.00	5.00
Formación Carhuaz	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Deposito Coluvial	0.20	0.50	0.50	1.00	2.00
Deposito Fluvial	0.14	0.33	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.68	3.33	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.37	0.30	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 24: Matriz de normalización de pares del parámetro unidades geológicas

GEOLOGÍA	Depósitos Deluvial	Deposito de Deslizamiento	Formación Carhuaz	Deposito Coluvial	Deposito Fluvial	Vector Priorización
Depósitos Deluvial	0.374	0.300	0.439	0.435	0.389	0.387
Depósito de Deslizamiento	0.374	0.300	0.293	0.261	0.278	0.301
Formación Carhuaz	0.125	0.150	0.146	0.174	0.167	0.152
Deposito Coluvial	0.075	0.150	0.073	0.087	0.111	0.099
Deposito Fluvial	0.053	0.100	0.049	0.043	0.056	0.060
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 25: Índice y Relación de consistencia del parametro Geología.

IC	0.073
RC	0.066

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

C. PARÁMETRO GEOMORFOLOGÍA

Tabla 26: Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología.

GEOMORFOLOGÍA	Vertiente Deluvial	Vertiente con dep. Deslizamiento	Ladera Roca Sedimentaria	Vertiente Coluvial	Cauce
Vertiente Deluvial	1.00	1.00	3.00	3.00	5.00
Vertiente con dep. Deslizamiento	1.00	1.00	2.00	3.00	5.00
Ladera Roca Sedimentaria	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Vertiente Coluvial	0.33	0.33	0.50	1.00	2.00
Cauce	0.20	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.87	3.03	6.83	9.50	16.00
1/SUMA	0.35	0.33	0.15	0.11	0.06

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 27: Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología

GEOMORFOLOGÍA	Vertiente Deluvial	Vertiente con dep. Deslizamiento	Ladera Roca Sedimentaria	Vertiente Coluvial	Cauce	Vector Priorización
Vertiente Deluvial	0.349	0.330	0.439	0.316	0.313	0.349
Vertiente con dep. Deslizamiento	0.349	0.330	0.293	0.316	0.313	0.320
Ladera Roca Sedimentaria	0.116	0.165	0.146	0.211	0.188	0.165
Vertiente Coluvial	0.116	0.110	0.073	0.105	0.125	0.106
Cauce	0.070	0.066	0.049	0.053	0.063	0.060
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 28: Índice y Relación de consistencia del parámetro geomorfología.

IC	0.013
RC	0.011

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

D. PARÁMETRO PENDIENTE DE TERRENO

Tabla 29: Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente de terreno.

PENDIENTE DE TERRENO	Mayor a 45°	Entre 30° a 45°	Entre 15° a 30°	Entre 5° a 15°	Menor a 5°
Mayor a 45°	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Entre 30° a 45°	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Entre 15° a 30°	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre 5° a 15°	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 5°	0.14	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.18	3.68	7.53	14.33	23.00
1/SUMA	0.46	0.27	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 30: Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente de Terreno.

PENDIENTE DE TERRENO	Mayor a 45°	Entre 30° a 45°	Entre 15° a 30°	Entre 5° a 15°	Menor a 5°	Vector Priorización
Mayor a 45°	0.460	0.544	0.398	0.349	0.304	0.411
Entre 30° a 45°	0.230	0.272	0.398	0.349	0.304	0.311
Entre 15° a 30°	0.153	0.091	0.133	0.209	0.217	0.161
Entre 5° a 15°	0.092	0.054	0.044	0.070	0.130	0.078
Menor a 5°	0.066	0.039	0.027	0.023	0.043	0.040
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 31: Índice y Relación de consistencia del parámetro pendiente de terreno.

IC	0.049
RC	0.044

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

3.2.5.2 PONDERACIÓN FACTOR DESENCADENANTE PRECIPITACION

Los extremos climáticos suponen un especial interés para la sociedad ya que determinan un nivel al que se ve sometida. Tanto los recursos agrícolas como la gestión del territorio urbano se planifican teniendo en cuenta la potencialidad extrema de la precipitación en cada región. Por ello resulta necesario caracterizar tanto los aspectos temporales como los patrones espaciales de la acumulación de precipitación, así como su probabilidad de acontecer.

UMBRALES DE PRECIPITACION

Bajo estas consideraciones se propone utilizar los índices climáticos, como un criterio común para establecer una caracterización de lluvias extremas. Cabe agregar que, en este análisis, a efecto de tomar en cuenta el comportamiento de la precipitación en el centro poblado de Nunupata se ha tomado el umbral calculado para la estación de Chavín, siendo la estación más cercana a la zona de evaluación.

Tabla 32: Umbrales o Percentiles de Precipitación estación Chavín.

Caracterización de lluvias extremas y umbrales de precipitación	Umbral calculado para la estación Chavín
Extremadamente Lluvioso Mayor a P99	Precipitación acumulada diaria > 20.60 mm
Muy Lluvioso entre P95 a P99	13.70 mm < Precipitación acumulada diaria ≤ 20.60 mm
Lluvioso entre P90 a P95	10.60 mm < Precipitación acumulada diaria ≤ 13.70 mm
Moderadamente lluvioso entre P75 a P90	6.8 mm < Precipitación acumulada diaria ≤ 10.60 mm
Ligeramente Lluvioso menor a P75	Precipitación acumulada diaria ≤ 6.80 mm

Fuente: Elaboración de SENAMHI

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

A. PARÁMETRO PRECIPITACION

Tabla 33: Matriz de comparación de pares del parámetro Precipitación.

Precipitación	Extremadamente Lluvioso Mayor a P99	Muy Lluvioso entre P95 a P99	Lluvioso entre P90 a P95	Moderadamente Lluvioso Entre P75 a P90	Ligeramente Lluvioso menor a P75
Extremadamente Lluvioso Mayor a P99	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Muy Lluvioso entre P95 a P99	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Lluvioso entre P90 a P95	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Moderadamente Lluvioso Entre P75 a P90	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Ligeramente Lluvioso menor a P75	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 34: Matriz de normalización de pares del parámetro precipitación.

Precipitación	Extremadamente Lluvioso Mayor a P99	Muy Lluvioso entre P95 a P99	Lluvioso entre P90 a P95	Moderadamente Lluvioso Entre P75 a P90	Ligeramente Lluvioso menor a P75	VECTOR DE PRIORIZACIÓN (PONDERACIÓN)
Extremadamente Lluvioso Mayor a P99	0.49	0.51	0.52	0.44	0.38	0.468
Muy Lluvioso entre P95 a P99	0.24	0.26	0.26	0.30	0.29	0.268
Lluvioso entre P90 a P95	0.12	0.13	0.13	0.15	0.19	0.144
Moderadamente Lluvioso Entre P75 a P90	0.08	0.06	0.06	0.07	0.10	0.076
Ligeramente Lluvioso menor a P75	0.06	0.04	0.03	0.04	0.05	0.044
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 35: Índice y Relación de consistencia del parámetro precipitación.

IC	0.012
RC	0.010

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

3.2.6 DEFINICIÓN DE ESCENARIO

En el ámbito de estudio se ha considerado un escenario Alto.

Del análisis del registro de precipitaciones máximas en 24 horas (PPmax 24h) de la estación meteorológica Chavín de Huántar en el periodo 1964-2014, se ha considerado un evento de precipitación máxima diaria mayor a 20.6 mm con un periodo de retorno de 100 años. Este evento corresponde a la categoría de Muy lluvioso con umbrales de precipitación entre 13.70mm<RR≤20.60mm con percentil entre 95p<RR/día≤99p. Asociado a la ocurrencia de la escala de áreas deslizables AD1: Muy Grande mayor a 100 hectáreas y AD2: Grande mayor a 50 hectáreas y menor a 100 hectáreas.

Con este evento desencadenado en los taludes con pendientes mayores a 45°, compuestos en su mayoría por depósitos Deluviales, ubicados en una vertiente Deluvial donde actualmente se presentaría deslizamientos y agrietamientos que ocasionaría severos daños en los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica y ambiental.

3.2.7 NIVELES DE PELIGRO

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de realizar los cálculos:

Tabla 36: Nivel de Peligro por Deslizamiento

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.296	≤ P <	0.427
ALTO	0.160	≤ P <	0.296
MEDIO	0.076	≤ P <	0.160
BAJO	0.041	≤ P <	0.076

Fuente: Elaboración propia

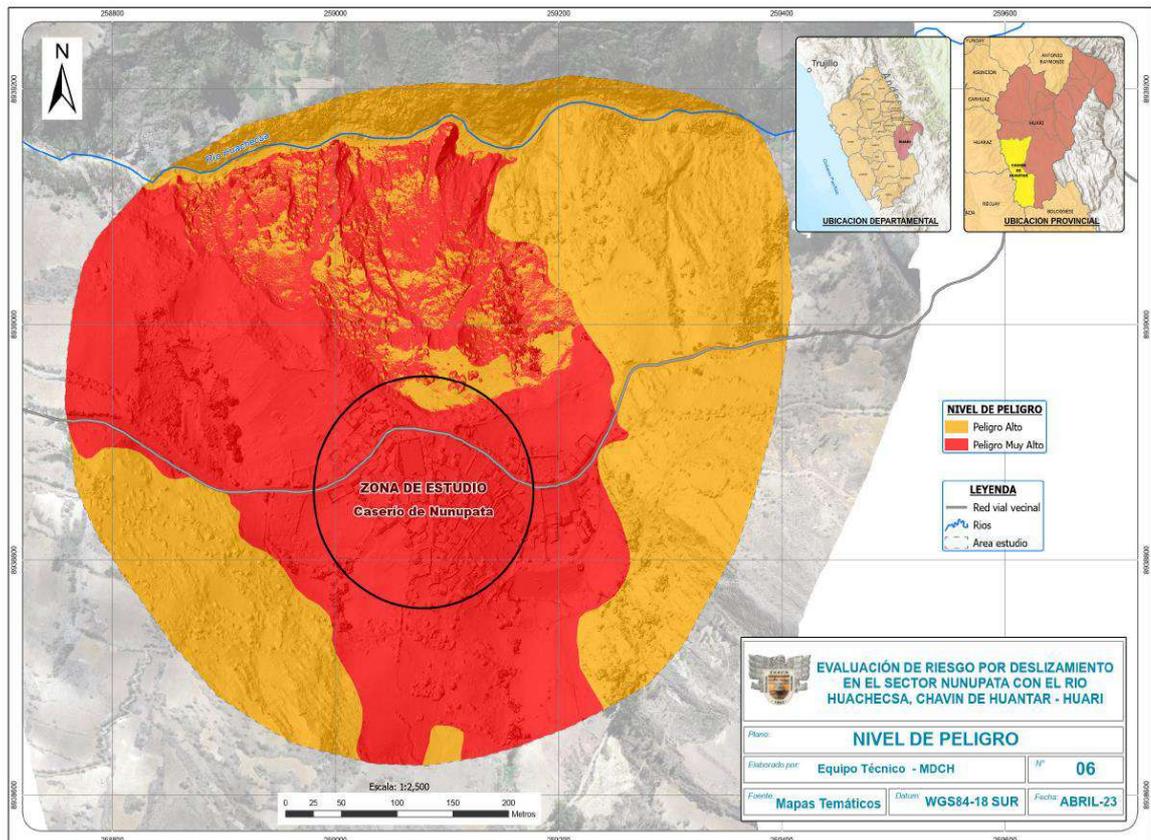
Tabla 37: Matriz de Peligro por Deslizamiento

DESCRIPCIÓN	NIVELES	RANGO
En la zona estudio se tiene una Geología: Depósitos Deluvial con una geomorfología de: Vertiente Deluvial Con una Pendiente: Mayor a 45°, se puede generar deslizamiento debido a una PRECIPITACION Muy Lluvioso entre P95 a P99, generando un escenario probable relacionado a un área deslizable como: Área deslizable > 100 ha	MUY ALTO	0.296 ≤ P < 0.427
En la zona estudio se tiene una Geología: Deposito de Deslizamiento con una geomorfología de: Vertiente con dep. Deslizamiento Con una Pendiente: Entre 30° a 45 °, se puede generar deslizamiento debido a una PRECIPITACION Muy Lluvioso entre P95 a P99, generando un escenario probable relacionado a un área deslizable como: Área deslizable de 50 a 100 ha	ALTO	0.160 ≤ P < 0.296
En la zona estudio se tiene una Geología: Formación Carhuaz con una geomorfología de: Ladera Roca Sedimentaria Con una Pendiente: Entre 15° a 30°, se puede generar deslizamiento debido a una PRECIPITACION Muy Lluvioso entre P95 a P99, generando un escenario probable relacionado a un área deslizable como: Área deslizable de 30 a 50 ha.	MEDIO	0.076 ≤ P < 0.160
En la zona estudio se tiene una Geología: Depósito Coluvial con una geomorfología de: Vertiente Coluvial Con una Pendiente: Entre 5° a 15°, se puede generar deslizamiento debido a una PRECIPITACION Muy Lluvioso entre P95 a P99, generando un escenario probable relacionado a un área deslizable como: Área deslizable de 20 a 30 ha	BAJO	0.041 ≤ P < 0.076

Fuente: Elaboración propia

3.2.8 MAPA DE PELIGRO POR DESLIZAMIENTO

Figura 42: Mapa de Peligro por Deslizamiento en el Centro Poblado de Nunupata



Fuente: Equipo Técnico.

3.3 ELEMENTOS EXPUESTOS

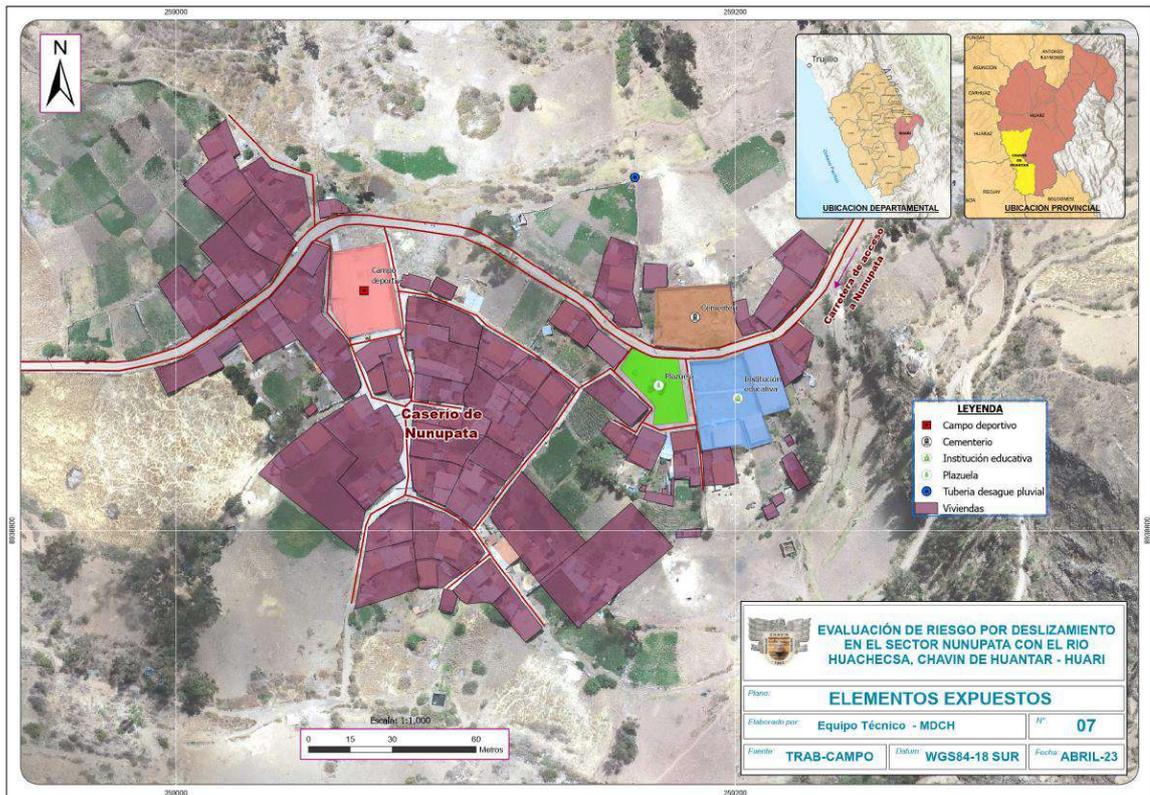
Los elementos expuestos en el Centro Poblado de Nunupata, comprende a los elementos expuestos susceptibles (Población, viviendas, institución educativa, establecimiento de salud, servicios públicos básicos, entre otros) que se encuentren en la zona potencial del impacto a los peligros.

Tabla 38: Elementos expuestos en el área de trabajo.

Población	Viviendas	Iglesia	Local Comunal	Instituciones Publicas	Losa Deportiva
150	49	01	01	01	01

Fuente: Elaboración Propia

Figura 43: Mapa de Elementos expuestos en el área de estudio



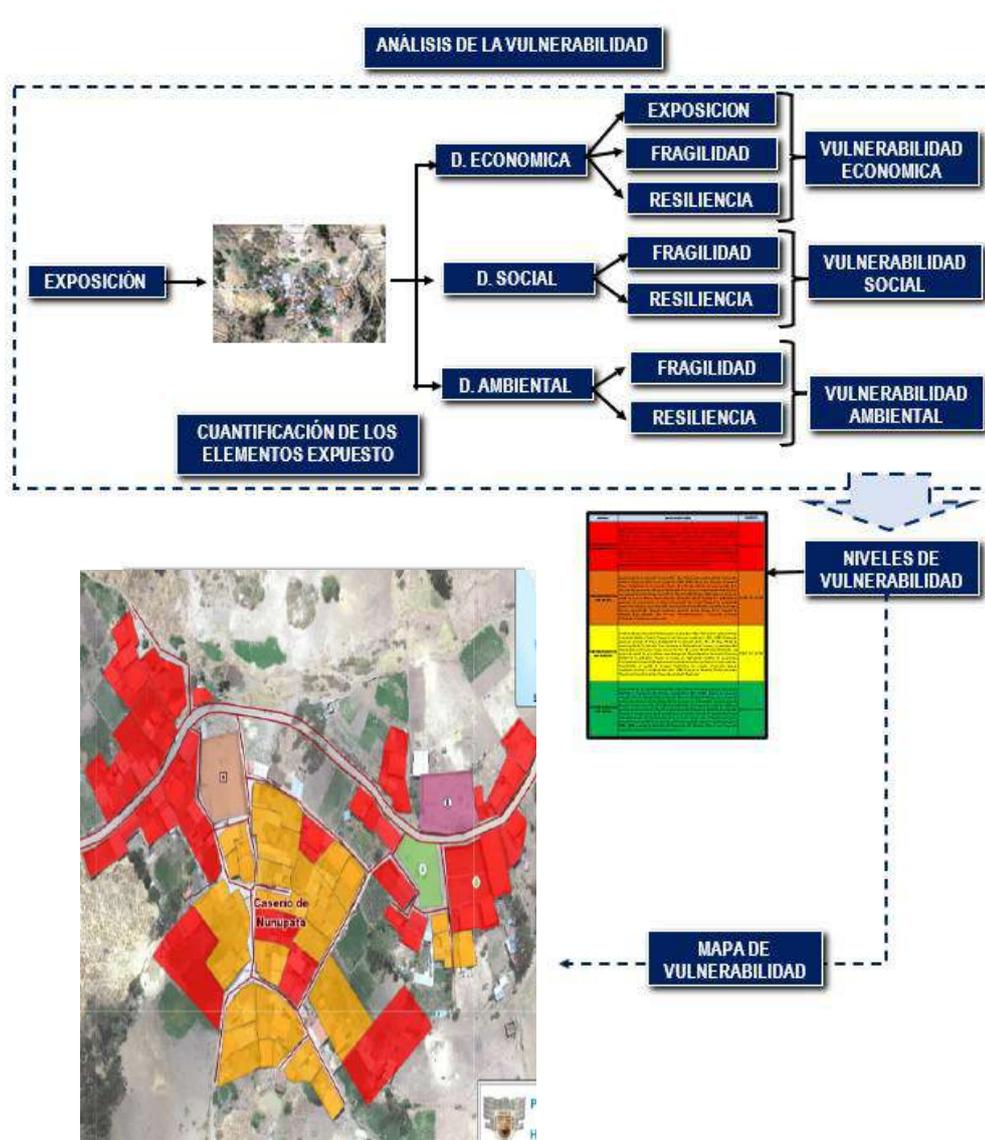
Fuente: Equipo Técnico

4. CAPITULO III: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.1 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Para realizar el análisis de vulnerabilidad, en el presente estudio se utilizó la siguiente metodología como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 44: Flujograma para el análisis de la Vulnerabilidad en el área de estudio



Fuente: Elaboración Propia

Para determinar los niveles de vulnerabilidad de las viviendas existentes en el Centro poblado de Nunupata en caso de generarse un deslizamiento, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en la dimensión física, social y económica, utilizando los parámetros que se han determinado para cada dimensión, al ser un análisis a nivel de lotes ha sido necesario levantar la información vivienda por vivienda y calificación de espacios abiertos utilizando la ficha que previamente se realizó.

4.1.1 ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES SOCIAL, ECONÓMICA Y AMBIENTAL.

Tabla 39: Matriz de comparación de pares de las Dimensiones social, económica y ambiental

Dimensiones	Económica	Social	Ambiental
Económica	1.00	2.00	3.00
Social	0.50	1.00	2.00
Ambiental	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 40: Matriz de Normalización de las Dimensiones social, económica y ambiental

Dimensiones	Económica	Social	Ambiental	Vector Priorización
Económica	0.545	0.571	0.500	0.539
Social	0.273	0.286	0.333	0.297
Ambiental	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 41: Índice y Relación de Consistencia de las dimensiones de vulnerabilidad.

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

4.1.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

El análisis de la dimensión social consiste en identificar las características intrínsecas de la población y su contribución al análisis de la vulnerabilidad. Se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de fragilidad y resiliencia, los que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 42: Ponderación de los factores de la Dimensión Social

SOCIAL	
Fragilidad	0.60
Resiliencia	0.40

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

4.1.2.1 Análisis de los parámetros de la Dimensión Social:

Tabla 43: Parámetros de los factores de la Dimensión Social

FRAGILIDAD	RESILIENCIA
✓ Habitantes por Vivienda	✓ Actitud de la población
✓ Afiliación a un seguro de salud	✓ Percepción del riesgo
✓ Nivel educativo alcanzado	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Matriz de comparación de pares del factor fragilidad en la dimensión Social

FRAGILIDAD SOCIAL	Habitantes por vivienda	Afiliación a un seguro de salud	Nivel educativo alcanzado
Habitantes por vivienda	1.00	2.00	5.00
Afiliación a un seguro de salud	0.50	1.00	2.00
Nivel educativo alcanzado	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.70	3.50	8.00
1/SUMA	0.59	0.29	0.13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Matriz de normalización del factor fragilidad en la dimensión Social

FRAGILIDAD SOCIAL	Habitantes por vivienda	Afiliación a un seguro de salud	Nivel educativo alcanzado	Vector Priorizacion
Habitantes por vivienda	0.588	0.571	0.625	0.595
Afiliación a un seguro de salud	0.294	0.286	0.250	0.277
Nivel educativo alcanzado	0.118	0.143	0.125	0.129

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Índice y Relación de Consistencia del Factor Fragilidad en la Dimensión Social.

IC	0.003
RC	0.005

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 47: Parámetros de Ponderación del Factor Resiliencia Social.

RESILIENCIA SOCIAL	PESO
Actitud de la población	0.50
Percepción del riesgo	0.50

Fuente: Elaboración propia

a) Fragilidad Social:

Tabla 48: Matriz de comparación de pares del parámetro habitantes por vivienda

Habitantes por vivienda	Mayor a 4 Habit. Por Vivienda	4 Habit. Por Vivienda	3 Habit. Por Vivienda	2 Habit. Por Vivienda	1 Habit. Por Vivienda
Mayor a 4 Habit. Por Vivienda	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
4 Habit. Por Vivienda	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
3 Habit. Por Vivienda	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
2 Habit. Por Vivienda	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
1 Habit. Por Vivienda	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

Tabla 49: Matriz de normalización del parámetro habitantes por vivienda

Habitantes por vivienda	Mayor a 4 Habit. Por Vivienda	4 Habit. Por Vivienda	3 Habit. Por Vivienda	2 Habit. Por Vivienda	1 Habit. Por Vivienda	Vector Priorizacion
Mayor a 4 Habit. Por Vivienda	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
4 Habit. Por Vivienda	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
3 Habit. Por Vivienda	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
2 Habit. Por Vivienda	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
1 Habit. Por Vivienda	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Habitantes por Vivienda.

IC	0.022
RC	0.02

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Matriz de comparación de pares del parámetro Afiliación a un Seguro de Salud

Afiliación a un seguro de salud	Sin seguro	Si, pero no utiliza	Si, pero utiliza esporádicamente	Si, utiliza el servicio permanentemente	Con seguro privado y utiliza permanentemente
Sin seguro	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Si, pero no utiliza	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Si, pero utiliza esporádicamente	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Si, utiliza el servicio permanentemente	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Con seguro privado y utiliza permanentemente	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 52: Matriz de normalización del parámetro Afiliación a un Seguro de Salud

Afiliación a un seguro de salud	Sin seguro	Si, pero no utiliza	Si, pero utiliza esporádicamente	Si, utiliza el servicio permanentemente	Con seguro privado y utiliza permanentemente	Vector Priorización
Sin seguro	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Si, pero no utiliza	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Si, pero utiliza esporádicamente	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Si, utiliza el servicio permanentemente	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Con seguro privado y utiliza permanentemente	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 53: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Afiliación a un Seguro de Salud.

IC	0.041
RC	0.00

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 54: Matriz de comparación de pares del parámetro Nivel Educativo Alcanzado

Nivel educativo alcanzado	Ninguno	Inicial	Primario	Secundario	Superior
Ninguno	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Inicial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Primario	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Secundario	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Superior	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, Adaptado de CENEPRED

Tabla 55: Matriz de normalización del parámetro Nivel Educativo Alcanzado

Nivel educativo alcanzado	Ninguno	Inicial	Primario	Secundario	Superior	Vector Priorización
Ninguno	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Inicial	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Primario	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Secundario	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Superior	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 56: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Nivel Educativo Alcanzado.

IC	0.022
RC	0.02

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

b) Resiliencia Social:

Tabla 57: Matriz de comparación de pares del parámetro actitud de la población

Actitud de la población	La población no conoce el riesgo, es fatalista, conformista	La población es escasamente previsora	Conoce el riesgo, no implementan medidas de prevención	Conocen el riesgo asumen escasas medidas para prevenir el riesgo	Conocen el riesgo, Implementa diversas medidas para prevenir el riesgo
La población no conoce el riesgo, es fatalista, conformista	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
La población es escasamente previsora	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Conoce el riesgo, no implementan medidas de prevención	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Conocen el riesgo asumen escasas medidas para prevenir el riesgo	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Conocen el riesgo, Implementa diversas medidas para prevenir el riesgo	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58: Matriz de normalización del parámetro actitud de la población

Actitud de la población	La población no conoce el riesgo, es fatalista, conformista	La población es escasamente previsora	Conoce el riesgo, no implementan medidas de prevención	Conocen el riesgo asumen escasas medidas para prevenir el riesgo	Conocen el riesgo, Implementa diversas medidas para prevenir el riesgo	Vector Priorización
La población no conoce el riesgo, es fatalista, conformista	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
La población es escasamente previsora	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Conoce el riesgo, no implementan medidas de prevención	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Conocen el riesgo asumen escasas medidas para prevenir el riesgo	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Conocen el riesgo, Implementa diversas medidas para prevenir el riesgo	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Actitud de la Población.

IC	0.041
RC	0.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60:: Matriz de comparación de pares del parámetro percepción del riesgo

Percepción del riesgo	Población total desconoce los peligros y no percibe el riesgo local	Mayoría de la población conoce los peligros, pero no percibe el riesgo local	Población conoce los peligros locales y percibe el riesgo existente	Población conoce los peligros locales y se siente segura ante el riesgo	Población protegida y responde al impacto de los peligros locales
Población total desconoce los peligros y no percibe el riesgo local	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Mayoría de la población conoce los peligros, pero no percibe el riesgo local	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Población conoce los peligros locales y percibe el riesgo existente	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Población conoce los peligros locales y se siente segura ante el impacto del riesgo	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Población protegida y responde al impacto de los peligros locales	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, Adaptado de CENEPRED

Tabla 61:: Matriz de normalización del parámetro percepción del Riesgo

Percepción del riesgo	Población total desconoce los peligros y no percibe el riesgo local	Mayoría de la población conoce los peligros, pero no percibe el riesgo local	Población conoce los peligros locales y percibe el riesgo existente	Población conoce los peligros locales y se siente segura ante el riesgo	Población protegida y responde al impacto de los peligros locales	Vector Priorización
Población total desconoce los peligros y no percibe el riesgo local	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Mayoría de la población conoce los peligros, pero no percibe el riesgo local	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Población conoce los peligros locales y percibe el riesgo existente	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Población conoce los peligros locales y se siente segura ante el impacto del riesgo	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Población protegida y responde al impacto de los peligros locales	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 62: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Percepción del Riesgo.

IC	0.022
RC	0.02

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

4.1.3 ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión económica, se tomó el criterio de jerarquía e importancia y se obtuvo sus pesos respectivos:

Tabla 63: *Matriz de comparación de pares de los factores para la vulnerabilidad en la dimensión económica.*

ECONOMICA	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	1.00	2.00
Fragilidad	1.00	1.00	3.00
Resiliencia	0.50	0.33	1.00
SUMA	2.50	2.33	6.00
1/SUMA	0.40	0.43	0.17

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 64: *Matriz de Normalización de los factores para la vulnerabilidad en la dimensión económica.*

ECONOMICA	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.400	0.429	0.333	0.387
Fragilidad	0.400	0.429	0.500	0.443
Resiliencia	0.200	0.143	0.167	0.170

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 65: *Índice y Relación de Consistencia de los factores para la vulnerabilidad en la dimensión económica.*

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

4.1.3.1 Análisis de los parámetros de la Dimensión Económica

Tabla 66: *Parámetros de la dimensión económica.*

EXPOSICION	FRAGILIDAD	RESILIENCIA
✓ Localización de la vivienda en la zona de deslizamiento	✓ Material de construcción de la vivienda ✓ Material predominante en los Techos ✓ Número de pisos por vivienda ✓ Antigüedad de la vivienda ✓ Estado de conservación de la vivienda	✓ Documento que acredite la titularidad del terreno

Fuente: Elaboración propia

a) Exposición Económica:

Tabla 67: *Parámetro de ponderación del factor Exposición Económica.*

EXPOSICIÓN ECONOMICA	Localización de la vivienda en la zona de deslizamiento
Localización de la vivienda en la zona de deslizamiento	1.00

Tabla 68: *Matriz de comparación de pares de los parámetros de ponderación del factor Exposición Económica*

Localización de la vivienda en la zona de deslizamiento	Muy Cercana (menos de 20 m)	Cercana (20 a 30 m)	Medianamente alejada (30 a 40 m)	Alejada (40 a 50 m)	Muy alejada (mayor a 50 m)
Muy Cercana (menos de 20 m)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cercana (20 a 30 m)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medianamente alejada (30 a 40 m)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada (40 a 50 m)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy alejada (mayor a 50 m)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 69: *Matriz de normalización de parámetros de ponderación del factor Exposición del área de estudio*

Localización de la vivienda en la zona de deslizamiento	Muy Cercana (menos de 20 m)	Cercana (20 a 30 m)	Medianamente alejada (30 a 40 m)	Alejada (40 a 50 m)	Muy alejada (mayor a 50 m)	Vector Priorización
Muy Cercana (menos de 20 m)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Cercana (20 a 30 m)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Medianamente alejada (30 a 40 m)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Alejada (40 a 50 m)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy alejada (mayor a 50 m)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 70: *Índice y Relación de Consistencia factor Exposición para la vulnerabilidad en la dimensión Económica.*

IC	0.061
RC	0.05

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

b) Fragilidad Económica:

Tabla 71: Matriz de comparación de pares de los parámetros de ponderación del factor fragilidad económica

FRAGILIDAD FÍSICA	Material de construcción de la vivienda	Material predominante en los Techos	Numero de pisos por vivienda	Antigüedad de la vivienda	Estado de conservación de la vivienda
Material de construcción de la vivienda	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Material predominante en los Techos	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Numero de pisos por vivienda	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Antigüedad de la vivienda	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Estado de conservación de la vivienda	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, Adaptado de CENEPRED

Tabla 72: Matriz de normalización de los parámetros del factor fragilidad económica

FRAGILIDAD	Material de construcción de la vivienda	Material predominante en los Techos	Numero de pisos por vivienda	Antigüedad de la vivienda	Estado de conservación de la vivienda	Vector Priorizacion
Material de construcción de la vivienda	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Material predominante en los Techos	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Numero de pisos por vivienda	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Antigüedad de la vivienda	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Estado de conservación de la vivienda	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 73: Índice y Relación de Consistencia de los Parámetros del Factor Fragilidad Económica.

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 74: Matriz de comparación de pares del parámetro material de construcción de la vivienda

Material de construcción de la vivienda	Piedra con Barro	Madera	Adobe o Tapial	Albañilería	Concreto
Piedra con Barro	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Madera	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Adobe o Tapial	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Albañilería	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Concreto	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, Adaptado de CENEPRED

Tabla 75: Matriz de normalización del parámetro material de construcción de la vivienda

Material de construcción de la vivienda	Piedra con Barro	Madera	Adobe o Tapial	Albañilería	Concreto	Vector Priorización
Piedra con Barro	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Madera	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Adobe o Tapial	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Albañilería	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Concreto	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 76: Índice y Relación de Consistencia del parámetro material de construcción de la vivienda.

IC	0.061
RC	0.05

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 77: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en los techos

Material predominante en los Techos	Paja o Hichu	Teja	Plancha de Calamina	Eternit	Concreto Reforzado
Paja o Hichu	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Teja	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Plancha de Calamina	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Eternit	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Concreto Reforzado	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 78: Matriz de normalización del parámetro material predominante en los techos

Material predominante en los Techos	Paja o Hichu	Teja	Plancha de Calamina	Eternit	Concreto Reforzado	Vector Priorización
Paja o Hichu	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
Teja	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
Plancha de Calamina	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
Eternit	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Concreto Reforzado	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 79: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro material predominante en los techos.

IC	0.010
RC	0.01

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 80: Matriz de comparación de pares del parámetro número de pisos por vivienda

Numero de pisos por vivienda	Mayor a 4 pisos	4 Pisos	3 Pisos	2 Pisos	1 Pisos
Mayor a 4 pisos	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
4 Pisos	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
3 Pisos	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
2 Pisos	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
1 Pisos	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 81: Matriz de normalizacion del parametro nuemro de pisos por vivienda

Numero de pisos por vivienda	Mayor a 4 pisos	4 Pisos	3 Pisos	2 Pisos	1 Pisos	Vector Priorizacion
Mayor a 4 pisos	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
4 Pisos	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
3 Pisos	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
2 Pisos	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
1 Pisos	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 82: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Número de Pisos por Vivienda.

IC	0.061
RC	0.05

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 83: Matriz de comparacion de pares del parámetro antigüedad de la vivienda

Antigüedad de la vivienda	Mayor a 20 años	Entre 15 a 20 años	Entre 10 a 15 años	Entre 5 a 10 años	Menor a 5 años
Mayor a 20 años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Entre 15 a 20 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Entre 10 a 15 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre 5 a 10 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 5 años	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, Adaptado de CENEPRED

Tabla 84: Matriz de normalización del parámetro antigüedad de la vivienda

Antigüedad de la vivienda	Mayor a 20 años	Entre 15 a 20 años	Entre 10 a 15 años	Entre 5 a 10 años	Menor a 5 años	Vector Priorización
Mayor a 20 años	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Entre 15 a 20 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Entre 10 a 15 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Entre 5 a 10 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 5 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 85: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Antigüedad de la Vivienda.

IC	0.061
RC	0.05

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 86: Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación de la vivienda

Estado de conservación de la vivienda	Deteriorado	En proceso de deterioro	Con refacciones	Regular estado	Buen estado
Deteriorado	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
En proceso de deterioro	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Con refacciones	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Regular estado	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Buen estado	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, Adaptado de CENEPRED

Tabla 87: Matriz de normalización del parámetro estado de conservación de la vivienda

Estado de conservación de la vivienda	Deteriorado	En proceso de deterioro	Con refacciones	Regular estado	Buen estado	Vector Priorización
Deteriorado	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
En proceso de deterioro	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Con refacciones	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Regular estado	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Buen estado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 88: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Estado de Conservación de la Vivienda.

IC	0.061
RC	0.05

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

c) Resiliencia económica:

Tabla 89: Matriz de comparación de pares del parámetro documento que acredite la titularidad del terreno

Documento que acredite la titularidad del terreno	No cuenta con donacion de la comunidad	No cuenta con titulo de propiedad	Solo cuenta con Testimonio	Cuenta con Titulo de Propiedad	Cuenta con Testimonio, titulo y esta registrado
No cuenta con donacion de la comunidad	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
No cuenta con titulo de propiedad	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Solo cuenta con Testimonio	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Cuenta con Titulo de Propiedad	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Cuenta con Testimonio, titulo y esta registrado	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 90: Matriz de normalización del parámetro documento que acredite la titularidad del terreno

Documento que acredite la titularidad del terreno	No cuenta con donacion de la comunidad	No cuenta con titulo de propiedad	Solo cuenta con Testimonio	Cuenta con Titulo de Propiedad	Cuenta con Testimonio, titulo y esta registrado	Vector Priorizacion
No cuenta con donacion de la comunidad	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
No cuenta con titulo de propiedad	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Solo cuenta con Testimonio	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Cuenta con Titulo de Propiedad	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Cuenta con Testimonio, titulo y esta registrado	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 91: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Documento que acredite la Titularidad del Terreno.

IC	0.001
RC	0.00

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

4.1.4 ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

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

Tabla 92: Ponderación de los Factores de la Dimensión Ambiental

AMBIENTAL	
Fragilidad	0.50
Resiliencia	0.50

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.1 Análisis de los parámetros de la Dimensión Ambiental

Tabla 93: Parámetros de la Dimensión Ambiental.

FRAGILIDAD	RESILIENCIA
✓ Disposición de Residuos Sólidos	✓ Manejo de Residuos Sólidos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 94: Matriz de Comparación de parámetros de factor fragilidad para la dimensión ambiental.

FRAGILIDAD AMBIENTAL	PESO
Disposición de Residuos Sólidos	1.00

Tabla 95: Matriz de Comparación de pares del parámetro Resiliencia Económica

RESILIENCIA AMBIENTAL	PESO
Manejo de Residuos Sólidos	1.00

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

a) Fragilidad Ambiental:

Tabla 96: Matriz de Comparación de pares del parámetro disposición de residuos sólidos

Disposición de Residuos Sólidos	Desechar en quebradas y cauces	Quema de RRSS	Desechar en vías y calles	Desechar en botaderos (puntos críticos)	Carro recolector
Desechar en quebradas y cauces	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
Quema de RRSS	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
Desechar en vías y calles	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Desechar en botaderos (puntos críticos)	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
Carro recolector	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.93	4.78	8.58	13.33	20.00
1/SUMA	0.52	0.21	0.12	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 97: Matriz de Normalización del Parámetro Residuos Sólidos

Disposición de Residuos Sólidos	Desechar en quebradas y cauces	Quema de RRSS	Desechar en vías y calles	Desechar en botaderos (puntos críticos)	Carro recolector	Vector Priorización
Desechar en quebradas y cauces	0.519	0.627	0.466	0.375	0.350	0.467
Quema de RRSS	0.173	0.209	0.350	0.300	0.250	0.256
Desechar en vías y calles	0.130	0.070	0.117	0.225	0.200	0.148
Desechar en botaderos (puntos críticos)	0.104	0.052	0.039	0.075	0.150	0.084
Carro recolector	0.074	0.042	0.029	0.025	0.050	0.044

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 98: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Residuos Sólidos.

IC	0.030
RC	0.03

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

b) Resiliencia Ambiental

Tabla 99: Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Manejo de Residuos Sólidos

Manejo de Residuos Sólidos	Sin Manejo	Deposita en un solo embase	Selecciona Organico e Inorganico	Reuso y Compostaje	Clasifican por Material
Sin Manejo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Deposita en un solo embase	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Selecciona Organico e Inorganico	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Reuso y Compostaje	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Clasifican por Material	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, Adaptado de CENEPRED

Tabla 100: Matriz de Normalización del Parámetro Manejo de Residuos Sólidos

Manejo de Residuos Sólidos	Sin Manejo	Deposita en un solo embase	Selecciona Organico e Inorganico	Reuso y Compostaje	Clasifican por Material	Vector Priorizacion
Sin Manejo	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Deposita en un solo embase	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Selecciona Organico e Inorganico	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Reuso y Compostaje	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Clasifican por Material	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Tabla 101: Índice y Relación de Consistencia del Parámetro Manejo de Residuos Sólidos.

IC	0.022
RC	0.02

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 102: Tabla Resumen de Dimensiones, Factores y Parámetros de Vulnerabilidad

DIMENSIÓN		FACTOR		PARÁMETRO		DESCRIPTOR				
NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	NOMBRE	PESO	CLASIFICACIÓN	PESO			
ECONOMICA	0.539	EXPOSICIÓN	0.387	Localización de la vivienda en la zona de deslizamiento	1.000	Muy Cercana (menos de 20 m)	0.503			
						Cercana (20 a 30 m)	0.260			
						Medianamente alejada (30 a 40 m)	0.134			
						Alejada (40 a 50 m)	0.068			
						Muy alejada (mayor a 50 m)	0.035			
		FRAGILIDAD	0.443	Material de construcción de la vivienda	0.503		0.503	Piedra con Barro	0.503	
								Madera	0.260	
								Adobe o Tapial	0.134	
								Albañilería	0.068	
								Concreto	0.035	
				Material predominante en los Techos	0.260		0.260	0.260	Paja o Hichu	0.416
									Teja	0.262
									Plancha de Calamina	0.161
									Eternit	0.099
									Concreto Reforzado	0.062
				Numero de pisos por vivienda	0.134		0.134	0.134	Mayor a 4 pisos	0.503
									4 Pisos	0.260
									3 Pisos	0.134
									2 Pisos	0.068
									1 Pisos	0.035
		Antigüedad de la vivienda	0.068		0.068	0.068	Mayor a 20 años	0.503		
							Entre 15 a 20 años	0.260		
							Entre 10 a 15 años	0.134		
Entre 5 a 10 años	0.068									
Menor a 5 años	0.035									
Estado de conservación de la vivienda	0.035		0.035	0.035	Deteriorado	0.503				
					En proceso de deterioro	0.260				
					Con refacciones	0.134				
					Regular estado	0.068				
					Buen estado	0.035				
RESILENCIA	0.170	Documento que acredite la titularidad del terreno	1.000	1.000	No cuenta con donacion de la comunidad	0.444				
					No cuenta con titulo de propiedad	0.262				
					Solo cuenta con Testimonio	0.153				
					Cuenta con Titulo de Propiedad	0.089				
					Cuenta con Testimonio, titulo y esta registrado	0.053				
SOCIAL	0.297	FRAGILIDAD	0.600	Habitantes por vivienda	0.595	Mayor a 4 Habit. Por Vivienda	0.503			
						4 Habit. Por Vivienda	0.260			
						3 Habit. Por Vivienda	0.134			
						2 Habit. Por Vivienda	0.068			
						1 Habit. Por Vivienda	0.035			
		Afilación a un seguro de salud	0.277		0.277	0.277	Sin seguro	0.444		
							Si, pero no utiliza	0.262		
							Si, pero utiliza esporádicamente	0.153		
							Si, utiliza el servicio permanentemente	0.089		
							Con seguro privado y utiliza permanentemente	0.053		
		Nivel educativo alcanzado	0.129		0.129	0.129	Ninguno	0.503		
							Inicial	0.260		
							Primario	0.134		
							Secundario	0.068		
							Superior	0.035		
RESILENCIA	0.400	Actitud de la población	0.500	0.500	La poblacion no conoce el riesgo, es fatal	0.444				
					La poblacion es escasamente previsoras	0.262				
					Conoce el riesgo, no implementan medidas	0.153				
					Conocen el riesgo asumen escasas medidas	0.089				
					Conocen el riesgo, Implementa diversas medidas	0.053				
Percepción del riesgo	0.500		0.500	0.500	Población total desconoce los peligros y no responde al impacto	0.503				
					Mayoría de la población conoce los peligros y no responde al impacto	0.260				
					Población conoce los peligros locales y responde al impacto	0.134				
					Población conoce los peligros locales y responde al impacto	0.068				
					Población protegida y responde al impacto	0.035				
AMBIENTAL	0.164	RESILENCIA	0.500	Manejo de Residuos Solidos	1.000	Sin Manejo	0.503			
						Deposita en un solo embase	0.260			
						Selecciona Organico e Inorganico	0.134			
						Reuso y Compostaje	0.068			
						Clasifican por Material	0.035			
		FRAGILIDAD	0.500	Disposicion de Residuos Solidos	1.000	1.000	Desechar en quebradas y cauces	0.467		
							Quema de RRSS	0.256		
							Desechar en vías y calles	0.148		
							Desechar en botaderos (puntos críticos)	0.084		
							Carro recolector	0.044		

NIVELES DE VULNERABILIDAD

Para la determinación de los niveles de vulnerabilidad se utilizaron las ponderaciones de parámetros (vector de priorización) y descriptores, y la aplicación de fórmulas sencillas que se automatizaron en una hoja de cálculo Excel.

Se muestra un ejemplo del procedimiento de cálculo para una fila de la base de datos que tiene relación con un lote (polígono).

Tabla 103: Valor de Vulnerabilidad en la Dimensión Económica.

FISICO							
EXPOSICION		FRAGILIDAD		RESILENCIA		VALOR	PESO
VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO		
0.503	0.387	0.480	0.443	0.444	0.170	0.483	54%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 104: Valor de Vulnerabilidad en la Dimensión Social.

SOCIAL					
FRAGILIDAD		RESILENCIA		VALOR	PESO
VALOR	PESO	VALOR	PESO		
0.486	0.600	0.473	0.400	0.481	30%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 105: Valor de Vulnerabilidad en la Dimensión Ambiental.

ECONÓMICO					
FRAGILIDAD		RESILENCIA		VALOR	PESO
VALOR	PESO	VALOR	PESO		
0.482	0.500	0.493	0.500	0.487	16%

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{VALOR} = \text{VALOR FISICO} \times \text{PESO} + \text{VALOR SOCIAL} \times \text{PESO} + \text{VALOR ECONOMICO} \times \text{PESO}$$

Tabla 106: Valor de Vulnerabilidad.

FISICO		SOCIAL		ECONOMICO		VULNERABILIDAD
VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR
0.483	54%	0.481	30%	0.487	16%	0.483

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 107: Niveles de Vulnerabilidad

VULNERABILIDAD			
NIVEL	RANGO		
Muy alta	0.261	$\leq v <$	0.483
Alta	0.141	$\leq v <$	0.261
Media	0.075	$\leq v <$	0.141
Baja	0.041	$\leq v <$	0.075

Fuente: Elaboración Propia

4.2 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

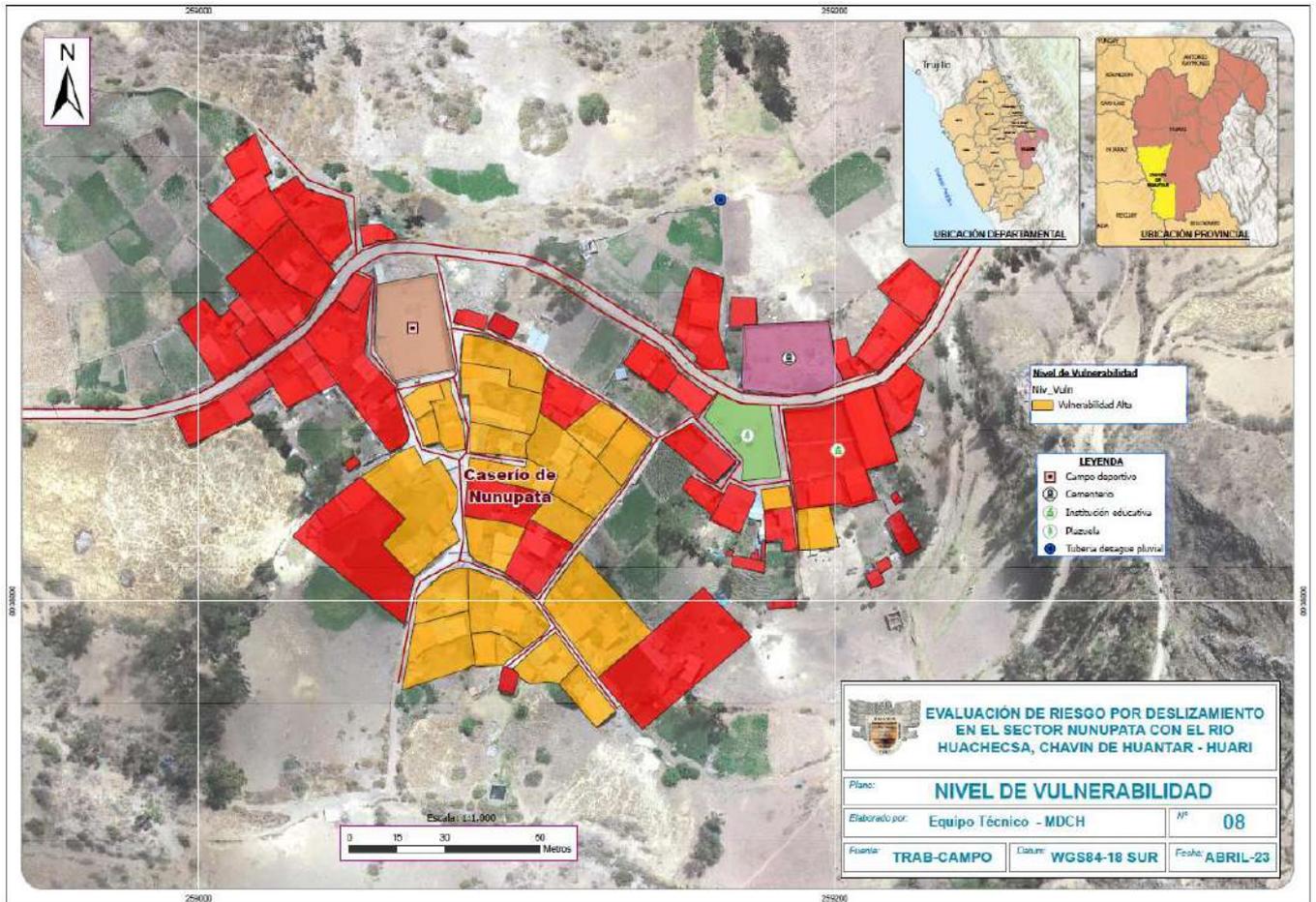
Tabla 108: Estratificación de los niveles de vulnerabilidad encontrados.

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	Localización de la vivienda en la zona de deslizamiento: Muy Cercana (menos de 20 m). Material de construcción de la vivienda: Piedra con Barro. Material predominante en los Techos: Paja o Hichu. Numero de pisos por vivienda: Mayor a 4 pisos. Antigüedad de la vivienda: Mayor a 20 años. Estado de conservación de la vivienda: Deteriorado. Documento que acredite la titularidad del terreno: No cuenta con donacion de la comunidad. Habitantes por vivienda: Mayor a 4 Habit. Por Vivienda. Afiliación a un seguro de salud: Sin seguro. Nivel educativo alcanzado: Ninguno. Actitud de la población: La población no conoce el riesgo, es fatalista, conformista. Percepción del riesgo: Población total desconoce los peligros y no percibe el riesgo local. Manejo de Residuos Solidos: Sin Manejo. Disposición de Residuos Solidos: Desechar en quebradas y cauces.	0.260 $\leq V <$ 0.483
VULNERABILIDAD ALTA	Localización de la vivienda en la zona de deslizamiento: Cercana (20 a 30 m). Material de construcción de la vivienda: Madera. Material predominante en los Techos: Teja. Número de pisos por vivienda: 4 Pisos. Antigüedad de la vivienda: Entre 15 a 20 años. Estado de conservación de la vivienda: En proceso de deterioro. Documento que acredite la titularidad del terreno: No cuenta con título de propiedad. Habitantes por vivienda: 4 Habit. Por Vivienda. Afiliación a un seguro de salud: Si, pero no utiliza. Nivel educativo alcanzado: Inicial. Actitud de la población: La población es escasamente previsor. Percepción del riesgo: Mayoría de la población conoce los peligros, pero no percibe el riesgo local. Manejo de Residuos Sólidos: Deposita en un solo embase. Disposición de Residuos Sólidos: Quema de RRSS.	0.141 $\leq V <$ 0.260
VULNERABILIDAD MEDIA	No se identificó en la zona de estudio.	0.075 $\leq V <$ 0.141
VULNERABILIDAD BAJA	No se identificó en la zona de estudio.	0.041 $\leq V <$ 0.075

Fuente: Elaboración propia

4.3 MAPA DE VULNERABILIDAD

Figura 45: Mapa de los Niveles de Vulnerabilidad en la zona de estudio.



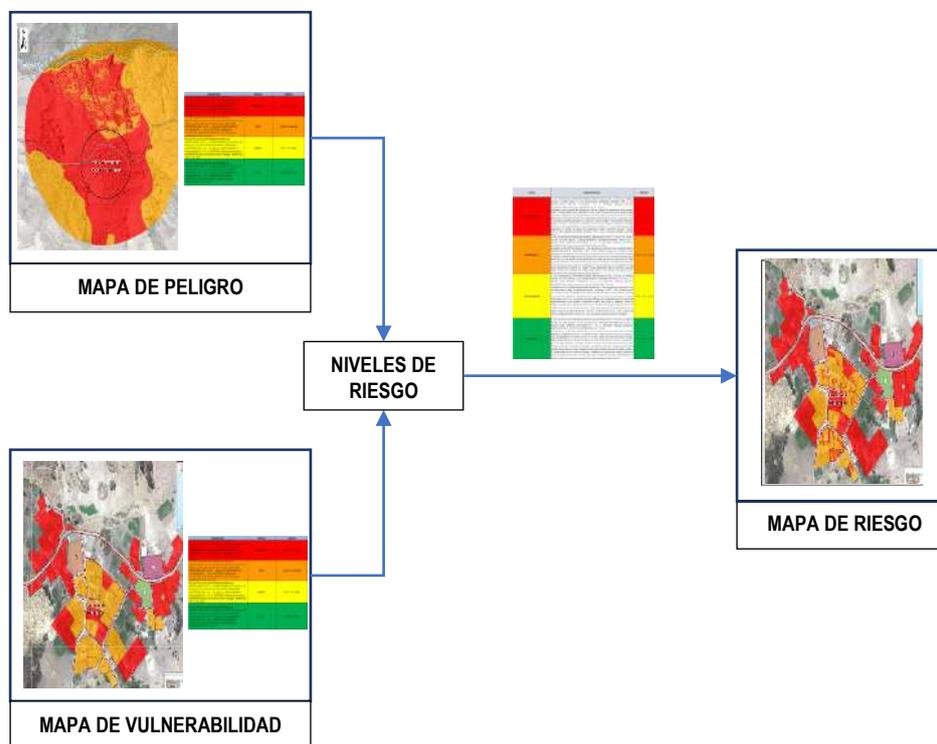
Fuente: Elaboración Propia

5. CALCULO DE RIESGO

5.1 METODOLOGÍA

Para la determinación del riesgo de la zona de influencia, se utiliza el siguiente procedimiento:

Figura 46: Flujograma para estimar los niveles de riesgo.



Fuente: Elaboración propia

Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el ámbito geográfico de estudio mediante la evaluación de la frecuencia expresado en años, y el nivel de susceptibilidad ante un deslizamiento producto de las lluvias intensas, 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 a los fenómenos evaluados. 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 del peligro y la vulnerabilidad.

$$R | t = f(P_i, V_e) | t$$

Dónde:

R= Riesgo.

f= En función

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

Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

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.

5.2 NIVELES DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO

Los niveles de riesgo por deslizamiento del área de influencia en el sector de Nunupata, se detallan a continuación:

Tabla 109: Calculo de los Valores de Riesgo por Deslizamiento.

VALOR DEL PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	VALOR DEL RIESGO (R=PxV)
0.427	0.483	0.206
0.296	0.261	0.077
0.160	0.141	0.022
0.076	0.075	0.006
0.041	0.041	0.002

Fuente: Elaboración propia

Tabla 110: Niveles de Riesgo por Deslizamiento.

NIVELES DE RIESGO			
NIVEL	RANGO	R	RANGO
MUY ALTO	0.077	$\leq R <$	0.206
ALTO	0.022	$\leq R <$	0.077
MEDIO	0.006	$\leq R <$	0.022
BAJO	0.002	$\leq R <$	0.006

Fuente: Elaboración propia

5.3 ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO

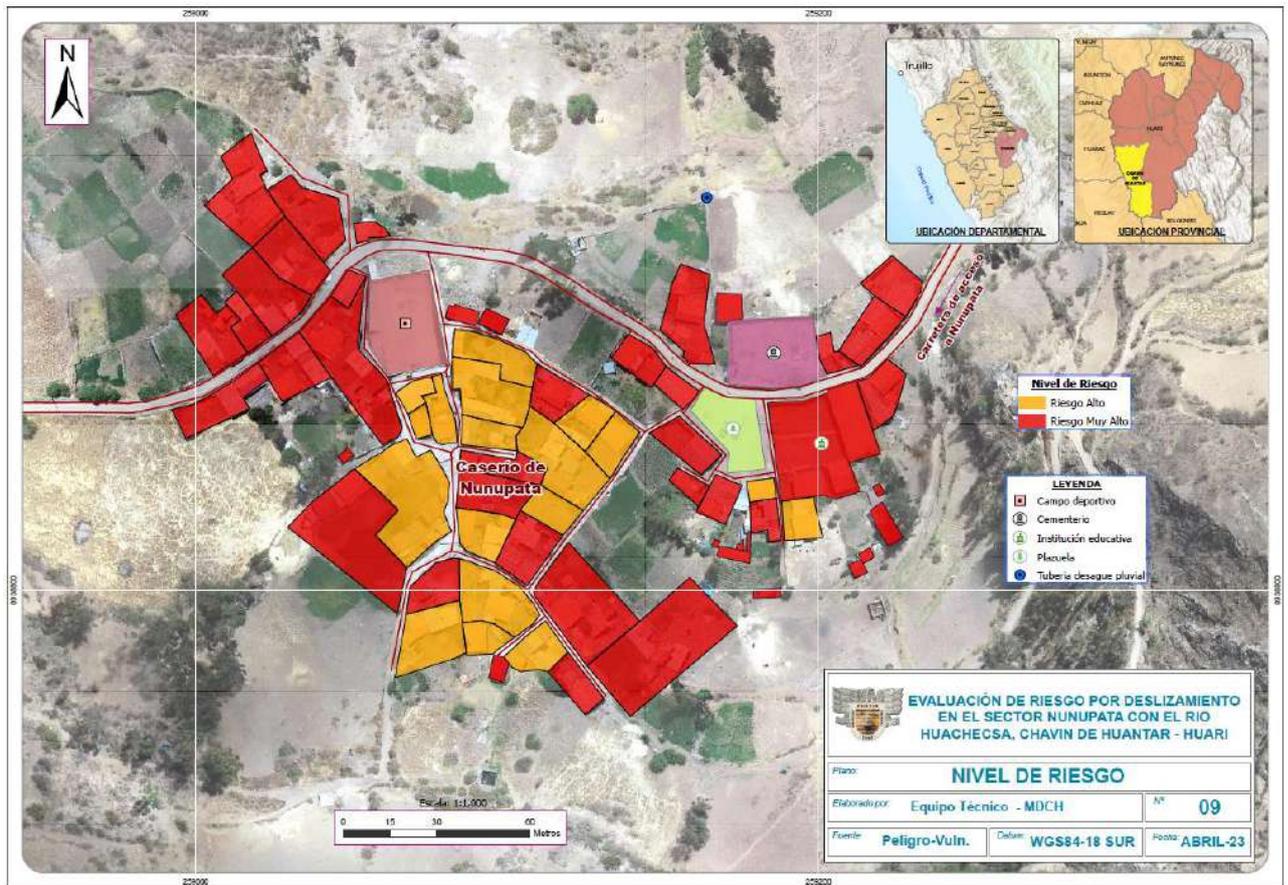
Tabla 111: Estratificación del Nivel de Riesgo por Deslizamiento.

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
RIESGO MUY ALTO	Es más Predominante: AREA DESLIZABLE > 100 ha, Es más predominante: GEOLOGÍA, Mayor a 45°, GEOMORFOLOGÍA, Depósitos Deluvial, PENDIENTE DE TERRENO, Vertiente Deluvial, PRECIPITACION, Muy Lluvioso entre P95 a P99. Localización de la vivienda en la zona de deslizamiento: Muy Cercana (menos de 20 m). Material de construcción de la vivienda: Piedra con Barro. Material predominante en los Techos: Paja o Hichu. Número de pisos por vivienda: Mayor a 4 pisos. Antigüedad de la vivienda: Mayor a 20 años. Estado de conservación de la vivienda: Deteriorado. Documento que acredite la titularidad del terreno: No cuenta con donación de la comunidad. Habitantes por vivienda: Mayor a 4 Habit. Por Vivienda. Afiliación a un seguro de salud: Sin seguro. Nivel educativo alcanzado: Ninguno. Actitud de la población: La población no conoce el riesgo, es fatalista, conformista. Percepción del riesgo: Población total desconoce los peligros y no percibe el riesgo local. Manejo de Residuos Sólidos: Sin Manejo. Disposición de Residuos Sólidos: Desechar en quebradas y cauces.	0.077 ≤ R < 0.206
RIESGO ALTO	Es más Predominante: AREA DESLIZABLE 50 a 100 ha, Es más predominante: GEOLOGÍA, Entre 30° a 45°, GEOMORFOLOGÍA, Deposito de Deslizamiento, PENDIENTE DE TERRENO, Vertiente con dep. Deslizamiento, PRECIPITACION, Muy Lluvioso entre P95 a P99. Localización de la vivienda en la zona de deslizamiento: Cercana (20 a 30 m). Material de construcción de la vivienda: Madera. Material predominante en los Techos: Teja. Número de pisos por vivienda: 4 Pisos. Antigüedad de la vivienda: Entre 15 a 20 años. Estado de conservación de la vivienda: En proceso de deterioro. Documento que acredite la titularidad del terreno: No cuenta con título de propiedad. Habitantes por vivienda: 4 Habit. Por Vivienda. Afiliación a un seguro de salud: Si, pero no utiliza. Nivel educativo alcanzado: Inicial. Actitud de la población: La población es escasamente previsora. Percepción del riesgo: Mayoría de la población conoce los peligros, pero no percibe el riesgo local. Manejo de Residuos Sólidos: Deposita en un solo envase. disposición de Residuos Sólidos: Quema de RRSS.	0.023 ≤ R < 0.077
RIESGO MEDIO	Es más Predominante: AREA DESLIZABLE 30 a 50 ha, Es más predominante: GEOLOGÍA, Entre 15° a 30°, GEOMORFOLOGÍA, formación Carhuaz, PENDIENTE DE TERRENO, Ladera Roca Sedimentaria, PRECIPITACION, Muy Lluvioso entre P95 a P99. Localización de la vivienda en la zona de deslizamiento: Medianamente alejada (30 a 40 m). Material de construcción de la vivienda: Adobe o Tapial. Material predominante en los Techos: Plancha de Calamina. Número de pisos por vivienda: 3 Pisos. Antigüedad de la vivienda: Entre 10 a 15 años. Estado de conservación de la vivienda: Con refacciones. Documento que acredite la titularidad del terreno: Solo cuenta con Testimonio. Habitantes por vivienda: 3 Habit. Por Vivienda. Afiliación a un seguro de salud: Si, pero utiliza esporádicamente. Nivel educativo alcanzado: Primario. Actitud de la población: Conoce el riesgo, no implementan medidas de prevención. Percepción del riesgo: Población conoce los peligros locales y percibe el riesgo existente. Manejo de Residuos Sólidos: Selecciona orgánico e Inorgánico. disposición de Residuos Sólidos: Desechar en vías y calles.	0.006 ≤ R < 0.023
RIESGO BAJO	Es más Predominante: AREA DESLIZABLE 20 a 30 ha, < a 20 ha, Es más predominante: GEOLOGÍA, Entre 5° a 15°, GEOMORFOLOGÍA, Deposito Coluvial, PENDIENTE DE TERRENO, Vertiente Coluvial, PRECIPITACION, Muy Lluvioso entre P95 a P99. Localización de la vivienda en la zona de deslizamiento: Alejada (40 a 50 m). Material de construcción de la vivienda: Albañilería. Material predominante en los Techos: Eternit. Número de pisos por vivienda: 2 Pisos. Antigüedad de la vivienda: Entre 5 a 10 años. Estado de conservación de la vivienda: Regular estado. Documento que acredite la titularidad del terreno: Cuenta con Título de Propiedad. Habitantes por vivienda: 2 Habit. Por Vivienda. Afiliación a un seguro de salud: Si, utiliza el servicio permanentemente. Nivel educativo alcanzado: Secundario. Actitud de la población: Conocen el riesgo asumen escasas medidas para prevenir el riesgo. Percepción del riesgo: Población conoce los peligros locales y se siente segura ante el impacto del riesgo. Manejo de Residuos Sólidos: Reuso y Compostaje. disposición de Residuos Sólidos: Desechar en botaderos (puntos críticos).	0.002 ≤ R < 0.006

Fuente: Elaboración propia

5.4 MAPA DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO

Figura 47: Mapa de Riesgo por deslizamiento.



Fuente: Elaboración propia

5.5 CÁLCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS

Para la cuantificación de los efectos económicos por la ocurrencia de un deslizamiento de gran magnitud es importante analizar la situación actual de la susceptibilidad del área de estudio y la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida, con el objeto de definir los efectos y/o daños probables manifestados en el costo económico aproximado que implica la afectación de los elementos expuestos.

Para el siguiente cálculo se han identificado que las viviendas del sector de Nunupata se ubica en la zonificación de Muy Alto Peligro, el cual, en su mayoría son edificaciones de 01 nivel de material precario predominante de adobe y techos de teja, calamina o Eternit.

El cálculo de los efectos probables ante el impacto del peligro asciende a un estimado total de S/2'263,060.00 Soles, dicho efecto económico probable corresponde a Daños Probables (del puesto de salud actual) que suman un monto estimado de S/ 1'813,060.00 y Pérdidas probables (Gastos de atención de emergencia, adquisición de carpas, módulos, entre otros) que suman un monto estimado de S/ 450,000.00.

Se muestra a continuación los efectos probables, siendo estos de carácter netamente referencial.

Tabla 112: Cálculo Aproximado de Posibles Perdidas.

Efectos Probables		Unidad	Total (soles)	Daños Probables	Perdidas Probables
Daños Probables					
01	Local Comunal, Iglesia, Jardín Inicial y Viviendas	Und	1,717,550.00	1,717,550.00	
02	Terrenos Agrícolas de Cultivos	Und	95,510.00	95,510.00	
Perdidas Probables					
50	Costos de adquisición de carpas y costos de adquisición de módulos de vivienda-	Carpas	200,000.00		200,000
		Módulos	200,000.00		200,000
1	Gastos de Atención de Emergencia	Gbl	50,000.00		50,000
Total, en Soles			2,263,060.00	1,813,060.00	450,000.00

5.6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO

5.6.1 MEDIDAS ESTRUCTURALES

- Se recomienda el diseño y la construcción de zanjas de coronación impermeabilizadas por encima de la corona del deslizamiento, con el fin de captar las aguas de escorrentía que se formen en la ladera superior de los deslizamientos, derivándolas hacia quebradas próximas por medio de canales revestidos. Así mismo, implementar sistemas subdrenaje, tipo espina de pez en la ladera sur que circunda el centro poblado el cual reducirá las presiones intersticiales. Este sistema de drenajes debe ser diseñadas por un especialista. Una medida estructural más efectiva para la estabilización de laderas y taludes es el control de las aguas superficiales y subterráneas (cuadro 7). Cuando se logre controlar las aguas subterráneas se disminuyen las fuerzas que producen el movimiento y/o aumentando las fuerzas resistentes. El drenaje y el subdrenaje generalmente son poco costosos y muy efectivos como medidas de prevención de los movimientos.

De los métodos se puede recomendar el siguiente sistema: **Drenaje Superficial:** este sistema se puede construir para mejorar la estabilidad del talud reduciendo la infiltración y evitando la erosión. El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía, tanto del talud como de la cuenca de drenaje arriba del talud y llevar el agua a un sitio seguro, lejos del talud que se va a proteger. Como parte de este sistema se puede realizar los siguientes trabajos:

- **Canales para redireccionar el agua de escorrentía:** la construcción de estos canales será para impedir que el agua de escorrentía se dirija hacia la zona inestable.
- **Zanjas de corona.** Las zanjas en la corona o en la parte alta de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias y evitar su paso por el talud.
- **Drenes Franceses.** Son zanjas rellenas de material granular grueso que tienen por objetivo captar y conducir las aguas de escorrentía.
- **Sellado de grietas con arcilla o mortero.** El objeto es impedir la infiltración de agua hacia el deslizamiento.
- **Canales colectores en Espina de Pescado.** Para disminuir la infiltración de agua en las áreas grandes arriba del talud, se construyen canales colectores en Espina de Pescado, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras. Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la nuevamente la infiltración del agua.

Se recomienda en problemas de taludes, la no utilización de conducciones en tubería por la alta susceptibilidad a agrietarse o a taponarse, con lo cual se generan problemas de infiltración masiva concentrada.

Otro de los métodos revisados se puede recomendar el siguiente sistema: **Subdrenaje:** Las técnicas de drenaje subterráneo o subdrenaje son uno de los métodos más efectivos para la estabilización de los deslizamientos. El drenaje subterráneo tiene por objeto disminuir las presiones de poros o impedir que éstas aumenten. A menor presión de poros la resistencia del suelo es mayor. El diseño de los sistemas de subdrenaje es complejo debido a que la mayoría de los taludes no son homogéneos desde el punto de vista del drenaje subterráneo y es muy difícil aplicar principios sencillos en el diseño de obras de subdrenaje. El

movimiento de las aguas en los taludes por lo general es irregular y complejo. Se deja a consideración esta medida estructural para que pueda ser recomendada y estudiada por un especialista y determinar su viabilidad en nuestro caso de estudio.

- Se recomienda de manera inmediata instalar e implementar instrumentos geotécnicos como piezómetros (3) e inclinómetros (3) para su control diario, así como la construcción de hitos de control para determinar los movimientos milimétricos del deslizamiento. Todo esto nos ayudará para definir claramente la zona de influencia directa e indirecta del deslizamiento en toda el área de estudio, además que contribuirá a tener datos reales y precisos del movimiento para luego poder tomar la decisión si el riesgo es muy alto no mitigable y así se pueda pasar a la siguiente fase que vendría ser el reasentamiento poblacional de Nunupata.
- Realizar estudios para cambiar el sistema de riego o para reemplazar el cultivo de alfalfa en la zona activa del deslizamiento, ya que esta al requerir mucha agua para su cultivo, tiende a producir la inestabilidad de los taludes (genera saturación de los terrenos). Este es considerado uno de los principales factores que está acelerando la reactivación del deslizamiento de Nunupata. Se recomienda ver otras alternativas más eficientes de riego por ejemplo riego por goteo.
- Se recomienda planificar proyectos de forestación en las laderas que circunscriben, por el lado sur, al centro poblado de Nunupata, con plantaciones nativas, con raíces profundas los cuales servirán para reducir o atenuar la erosión del suelo. Así mismo, coadyuvará en la reducción de infiltración de agua pluvial.

Tabla 113: Cuadro resumen de la vegetación en taludes

Tipo	Ventajas	Desventajas
Pastos	Versátiles y baratos, variedades para escoger con diferentes tolerancias, fácil de establecer, buena densidad de cobertura.	Raíces poco profundas y se requiere mantenimiento permanente.
Juncos	Crecen rápidamente y son fáciles de establecer.	Difíciles de obtener y el sistema de plantación no es sencillo.
Hierbas	Raíz relativamente profunda	Algunas veces son difíciles de establecer y no se consiguen raíces.
Arbustos	Variedades para escoger, existen especies que se reproducen por estaca. Raíz profunda buena cobertura, bajo mantenimiento.	Algunas veces son difíciles de establecer.
Arboles	Raíces profundas, no requieren mantenimiento.	Es demorado su establecimiento y generalmente son más costosos.

- Se recomienda verificar los sistemas de drenaje pluvial y restringir el vertimiento de aguas de uso doméstico, siendo necesario la construcción de sistemas adecuados de agua pluviales que reduzcan la infiltración y así no generen inestabilidad en la ladera.
- Se recomienda verificar los sistemas de desagüe y su disposición final, para evitar que las aguas residuales estén terminando en la zona de deslizamiento y sigan generando inestabilidad.
- Se recomienda en la base de la zona de deslizamiento un sistema de contención flexible como muros de gaviones, que puedan servir como dique que evite que el deslizamiento llegue al cauce del río Huachecsa y pueda generar un embalse y luego desbordarse generando problemas en el monumento histórico de la cultura Chavín de Huántar.
- Se debe de instalar una estación de monitoreo climatológico en el distrito, para tener datos más precisos a cerca de todas las anomalías climáticas que se puedan generar con el cambio climático.

5.6.2 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

- Desarrollar capacidades, instrumentos y mecanismos para responder adecuadamente ante un deslizamiento con el diseño del Plan de contingencia para atender un desastre de considerable intensidad, así como gestionar equipamiento con materiales y herramientas para la ejecución de labores de atención establecidas en dicho Plan, en cumplimiento del Objetivo Estratégico 3 para la implementación del PLANAGERD 2022-2030.
- Se recomienda a las autoridades locales, realizar trabajos de sensibilización con los pobladores de la zona en temas de peligros geológicos y gestión del riesgo de desastres, con el fin de que, la intervención antrópica no acelere los procesos activación y/o reactivación de movimientos en masa. Así mismo, para que estén preparados y resilientes ante la ocurrencia de nuevos eventos.
- **Frente a la probable ocurrencia del deslizamiento y posterior embalse del río Huachecsa, se recomienda realizar el EVAR de inundación, que podría afectar negativamente el centro arqueológico de Chavín de Huántar.**
- Se recomienda compartir con la población el Plan de Prevención y Reducción de Riesgos de desastres del distrito de Chavín de Huántar para el periodo 2022 a 2024, entre otros instrumentos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de desastres.
- Iniciar un Programa de capacitaciones para la población más vulnerable sobre el conocimiento de los peligros, prevención y preparación frente a lluvias intensas y deslizamientos.
- En caso de ejecutarse nuevos Proyectos de Inversión Pública o Privada, deberán contar con estudios básicos completos, diseños de sistemas de drenaje y diseños adecuados de los mismos, hechos por profesionales especialistas, el mismo que deberá incorporar la gestión del riesgo de desastres.
- Fortalecer las capacidades de la población en materia de deslizamientos, contemplando aspectos relacionados con el sistema de alerta temprana, rutas de evacuación y zonas seguras, implementación de Planes familiares.

6. CONTROL DEL RIESGO

6.1 ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTO

6.1.1 VALORACION DE LAS CONSECUCENCIAS

Tabla 114: Valoración de Consecuencias.

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas
3	Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Media	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural 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

De la tabla anterior, obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo, es decir, posee el nivel 3 – alta.

6.1.2 VALORACION DE FRECUENCIA

Tabla 115: Valoración de la Frecuencia de Ocurrencia.

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alta	Puede ocurrir en períodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Media	Puede ocurrir en período de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED

De la tabla anterior, se obtiene que el evento de deslizamiento puede ocurrir en períodos de tiempo largos según las circunstancias, es decir, posee el nivel 3 - Alta

6.1.3 NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑOS

Tabla 116: Nivel 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

De la tabla anterior, se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es de nivel 3 – Alta.

6.1.4 ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA

Tabla 117: Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia.

Valor	Descriptor	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplica inmediatamente medida de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Fuente: CENEPRED

De la tabla anterior, se obtiene que la aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo por deslizamiento en el área de estudio es de nivel 3 – Inaceptable. A continuación, se indica la matriz se Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo:

Tabla 118: Nivel de Consecuencias y Daños.

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: CENEPRED

6.1.4.1 PRIORIDAD DE INTERVENCION

Tabla 119: Prioridad de Intervención.

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: CENEPRED

De la tabla anterior, el nivel de priorización es de nivel II – Inaceptable.

De acuerdo con el control de Riesgo, la entidad local deberá de intervenir inmediatamente el sector, ejecutando algunas medidas estructurales que estén en su alcance para reducir el nivel de riesgo encontrado y luego planificar a largo tiempo otras medidas que sean de mayor beneficio para el sector en estudio.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Debido a las constantes precipitaciones y lluvias intensas registradas en el mes de enero a marzo en años anteriores, sobre todo en el año 2017 y ahora en el 2023, así como las evidencias de zonas en deslizamientos activos en la zona de estudio, respaldados por los informes de INGEMMET y por los testimonios de los pobladores, por lo explicado se decidió realizar la evaluación de riesgo por deslizamiento teniendo como principal factor desencadenante las lluvias extremas.
- El presente informe es Semi cuantitativo, se ha evaluado el peligro con información existente de las Instituciones técnico – científicas y el análisis de la vulnerabilidad se ha realizado a nivel de lote realizando una encuesta a la población y recopilando información de las características de las edificaciones existentes, condiciones sociales y económicas de la población.
- El sector de Nunupata luego del trabajo de campo se comprobó que las unidades geológicas identificadas, caracterizadas y clasificadas son 5, a saber: Formación Carhuaz (Ki-ca), deposito deluvial (Q-de), depósito de Deslizamiento (Q-dd), depósito Coluvial (Q-co) y deposito Fluvial (Q-fl). El primero forma parte del basamento rocoso del área de estudio y los demás, corresponden a depósitos cuaternarios inconsolidados.
- El sector de Nunupata luego del trabajo de campo se comprobó que las unidades geomorfológicas identificadas, caracterizadas y clasificadas son 5, a saber: Ladera de montaña en roca sedimentaria (LM-rs), Vertiente deluvial (V-de), Vertiente con depósito de deslizamiento activo (V-dd), Vertiente coluvial (V-co) y el cauce (Ga-ca). El primero corresponde a una geoforma degradacional y los cuatro restantes, a geoformas agradacionales.
- El sector de Nunupata luego del trabajo de campo y con el resultado de ensayos de laboratorio las unidades geotécnicas identificadas, caracterizadas y clasificadas son 3, a saber: Rocas de resistencia baja (R-IV), Suelos de resistencia baja (S-IV) y Suelos de resistencia muy baja (S-V). El primero corresponde al basamento rocoso existente en el área de estudio y las dos unidades restantes, a los depósitos cuaternarios aflorantes.
- Las investigaciones geotécnicas en el sector de Nunupata mediante el sondeo de tres perfiles estratigráficos confirman que el material del depósito de deslizamiento tiene una clasificación SUCS entre GM, GC y SM, con una plasticidad baja a media.
- El análisis estructural confirma que los planos de estratificación del basamento rocoso generan condiciones favorables para el movimiento en masa con un DipDir/Dip: N275°/69° de acuerdo con lo indicado por el especialista en geología del grupo de trabajo.
- La totalidad de las viviendas construidas en el sector de Nunupata, se encuentran sobre un NIVEL DE PELIGRO MUY ALTO a la ocurrencia de un deslizamiento.

NIVEL DE PELIGRO	NÚMERO DE VIVIENDAS	% QUE REPRESENTAN
Peligro Muy Alto	51	100

- El Nivel de VULNERABILIDAD de la población y sus medios de vida en el sector de Nunupata corresponde a NIVEL MUY ALTO Y ALTO.

NIVEL DE VULNERABILIDAD	NÚMERO DE VIVIENDAS	% QUE REPRESENTAN
Vulnerabilidad Muy Alta	29	57
Vulnerabilidad Alta	22	43

- Los niveles de riesgo encontrados en el sector de Nunupata de la probabilidad de ocurrencia de deslizamiento son: RIESGO MUY ALTO y RIESGO ALTO.

NIVEL DE RIESGO	NÚMERO DE MODULO	% QUE REPRESENTAN
Riesgo Muy Alto	32	63
Riesgo Alto	19	37

- El consultor en base a los resultados obtenidos del cálculo de riesgo, plantea medidas de prevención en dos aspectos, del orden estructural y del orden no estructural, para poder disminuir la vulnerabilidad encontrada en la zona de estudio y será de responsabilidad de la entidad ejecutarlas de inmediato en un corto plazo de acuerdo a sus posibilidades o evaluarlas cuales de ellas se podría realizar a largo plazo.
- La prioridad de Intervención es considerada de II nivel, INACEPTABLE, que constituya el soporte para la priorización de actividades, acciones, proyectos de inversión vinculadas a la Prevención y/o reducción del Riesgo de Desastres.
- Para los niveles de riesgo encontrados para la probabilidad de un deslizamiento en el sector de Nunupata, **se recomienda ejecutar inmediatamente el monitoreo del deslizamiento mediante la instalación de piezómetros, inclinómetros para su control diario**, así como la construcción de hitos de control para determinar los movimientos milimétricos del deslizamiento, la cual ayudara a almacenar datos reales del movimientos durante un periodo de tiempo de evaluación (mínimo 6 meses), al finalizar el periodo de evaluación, la entidad deberá de analizar si declara el sector como zona de muy alto riesgo no mitigable y pensara en la etapa de reasentamiento poblacional, de ocurrir lo contrario, la entidad deberá de continuar planificando ejecutar las medidas estructurales y no estructurales establecidas en el presente informe.
- **Se recomienda incluir la protección de la margen derecha del río Huachecsa, mediante la construcción de gaviones y/o muros de concreto, en el lado norte del monumento arqueológico de Chavín (Sector A y Sector B) hasta el TYNKUY.**
- El cálculo de los efectos probables ante el impacto del peligro, asciende a un estimado total de S/ 2,263,060.00Soles, dicho efecto económico probable corresponde a Daños Probables (considerando el costo de las viviendas construidas, terrenos agrícolas, centro educativo inicial y áreas de recreación) que suman un monto estimado de S/ 1,813,060.00 y Pérdidas probables (Gastos de atención de emergencia, adquisición de carpas, módulos, entre otros) que suman un monto estimado de S/ 450,000.00, cabe mencionar que los costos presentados son costos aproximados no son reales, debido a que cuando se genere el desastre en el peor de los escenarios dichos costos varían por la ubicación del área de estudio y por intereses privados de los damnificados.

BIBLIOGRAFÍA

- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
- SIGRID – Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres / CENEPRED
- Gobierno Regional de Ancash (2022). “Informe de evaluación de riesgo por deslizamiento en cerro Cruz de Shallapa del Distrito de Chavín de Huántar, provincia de Huari del Departamento de Ancash”.
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI), 2017. Sistema de información Estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del fenómeno de El Niño y otros fenómenos naturales.
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI), 2017. Censo de población, vivienda e infraestructura pública afectada por el Niño Costero.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET (2023). “Peligros Geológicos y Zonas Críticas entre Chavín de Huántar y Pomachaca”.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET (2022). “Evaluación de Peligros Geológicos por Deslizamiento en el Centro Poblado de Nunupata”.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET (2022). “Evaluación de peligros Geológicos del Centro Arqueológico de Chavín de Huántar”.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET (2022). “Evaluación de Peligros Geológicos en el Cerro Cruz de Shallapa y su influencia en la localidad de Chavín de Huántar”.
- Municipalidad Distrital de Chavín de Huántar (2022). “PLAN DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DISTRITO DE CHAVÍN DE HUANTAR – PROVINCIA DE HUARI – REGIÓN ANCASH” para el periodo 2022 – 2024.
- SENAMHI, 1988. Mapa de clasificación climática del Peru, métodos de Thornthwaite.
- SENAMHI, 2014. Estimación de Umbrales de Precipitaciones Extremas para la emisión de avisos meteorológicos.

GLOSARIO

- **Análisis de Riesgos:** Procedimiento técnico, que permite identificar y caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades, calcular, controlar, manejar y comunicar los riesgos, para lograr un desarrollo sostenido mediante una adecuada toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres. El Análisis de Riesgo facilita la determinación del nivel del riesgo y la toma de decisiones.
- **Análisis de Vulnerabilidad:** Proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población y de sus medios de vida.
- **Desastre:** Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana.
- **Elementos de Riesgo o Expuestos:** Es el contexto social, material y ambiental presentado por las personas y por los recursos, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico.
- **Estimación:** La Estimación del Riesgo comprende las acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros o amenazas, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres.
- **Exposición:** Se genera por una relación no apropiada con el ambiente, a mayor exposición, mayor vulnerabilidad. Aquí se analizan las unidades sociales expuestas (como la población, la familia y la comunidad), unidades productivas (terrenos, zonas agrícolas, etc.), servicios públicos, infraestructura u otros elementos, que están expuestas a los peligros identificados.
- **Evaluación de Riesgos:** Componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, el cual permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres y valoración de riesgos.
- **Fragilidad:** Indica las condiciones de desventaja o debilidad relacionadas al ser humano y sus medios de vida frente a un peligro, a mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad. Aquí se analizan las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno. Ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción, materiales, entre otros.
- **Gestión Correctiva:** Conjunto de acciones que planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente.
- **Gestión del Riesgo de Desastres (GRD):** Es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.
- **Gestión Prospectiva:** Conjunto de acciones que planifican con el fin de evitar y prevenir la conformación de riesgo futuro que podría originarse con el desarrollo de nuevas inversiones y proyectos en el territorio.
- **Identificación de Peligros:** Conjunto de actividades de localización, estudio y vigilancia de peligros y su potencial daño, que forma parte del proceso de estimación del riesgo.

PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía. 1. Se puede visualizar la vista panorámica del caserío de Nunupata.



Fotografía. 2. Prueba de penetración de suelo para toma de muestras a cargo del geólogo del equipo técnico.



Fotografía. 3. Evaluación del deslizamiento existente en el caserío de Nunupata a cargo del geólogo del equipo técnico.



Fotografía. 4. Evaluación de Daños producto del asentamiento de terreno en el caserío de Nunupata



Fotografía. 5. Toma de muestra de suelo a cargo del equipo técnico (geólogo)



Fotografía. 6. Se puede apreciar las grietas existentes en los sembríos y el sistema de riego del caserío de Nunupata.



Fotografía. 7 .Se puede apreciar las grietas existentes en los sembríos y el sistema de riego del caserío de Nunupata.



Fotografía. 8. Visita de campo a cargo del personal técnico.



Fotografía. 9. Se puede apreciar al equipo técnico realizando evaluaciones de vulnerabilidad de las viviendas en el caserío de Nunupata.



Fotografía. 10. Se puede apreciar al equipo técnico realizando la toma de información para poder evaluar la vulnerabilidad de las viviendas en el caserío de Nunupata.



Fotografía. 11. Se puede apreciar al equipo técnico realizando el vuelo de dron para poder obtener el DEM correspondiente al lugar de estudios.



Fotografía. 12. Se puede apreciar al equipo técnico realizando la toma de datos para poder evaluar la vulnerabilidad de las viviendas en el caserío de Nunupata.



Fotografía. 13. Se puede apreciar al equipo técnico realizando la toma de datos para poder evaluar la vulnerabilidad de las viviendas en el caserío de Nunupata.



Fotografía. 14. Población y vivienda típica del caserío de Nunupata.



Fotografía. 15. Se puede apreciar al equipo técnico realizando la toma de datos para poder evaluar la vulnerabilidad de las viviendas en el caserío de Nunupata.



Fotografía. 16. Se puede apreciar al equipo técnico realizando la toma de datos en la institución educativa para poder evaluar la vulnerabilidad de las viviendas en el caserío de Nunupata.



Fotografía. 17. Equipo técnico explicando a la población del caserío de Nunupata el objetivo del estudio a realizarse.



Fotografía. 18. Acceso y clima del caserío de Nunupata.



Fotografía. 19. Geología del caserío de Nunupata.



Fotografía. 20. Vivienda predominante en el caserío de Nunupata.



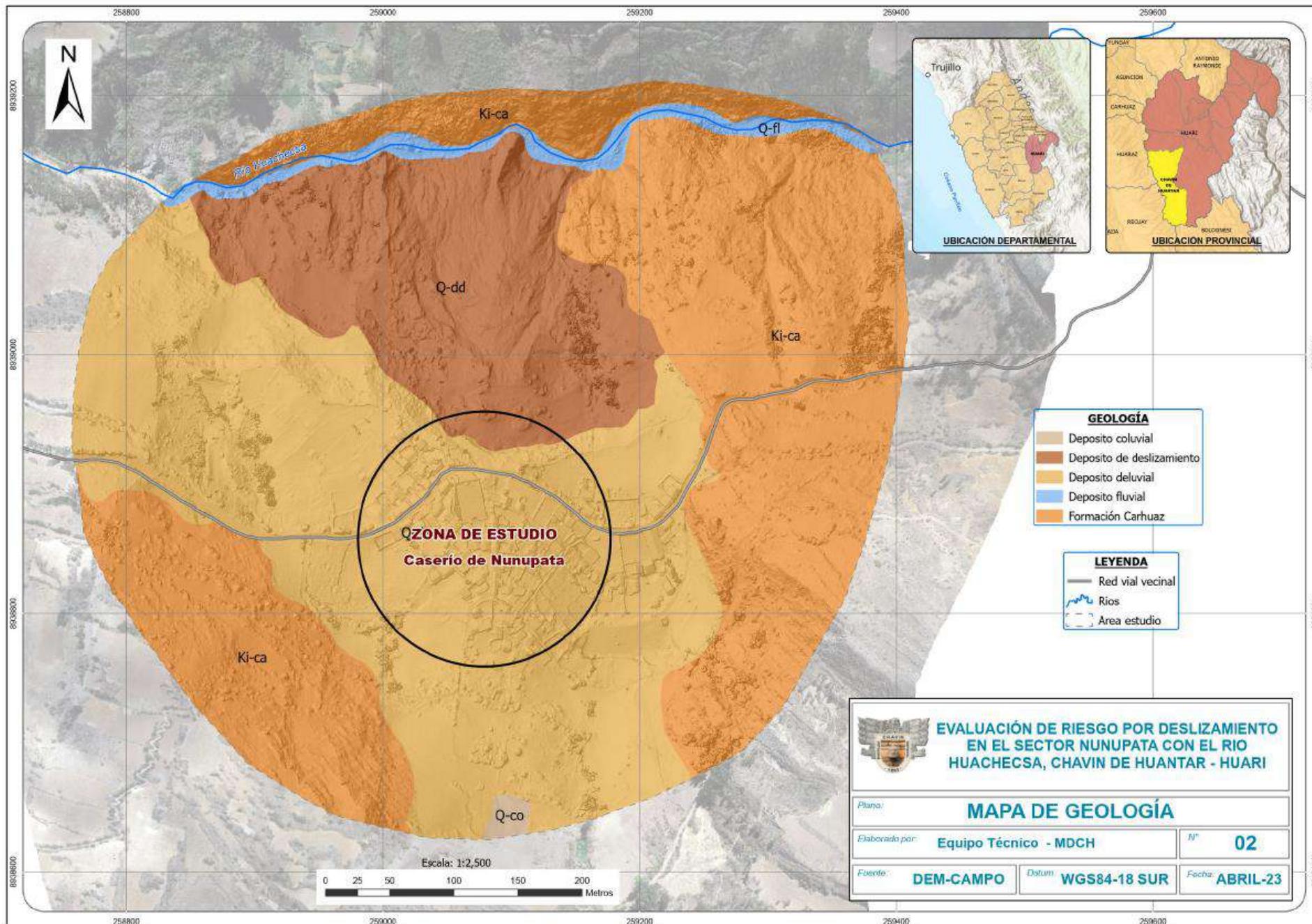
Fotografía. 21. Presentación del primer avance del EVAR en la Municipalidad Distrital de Chavín de Huantar

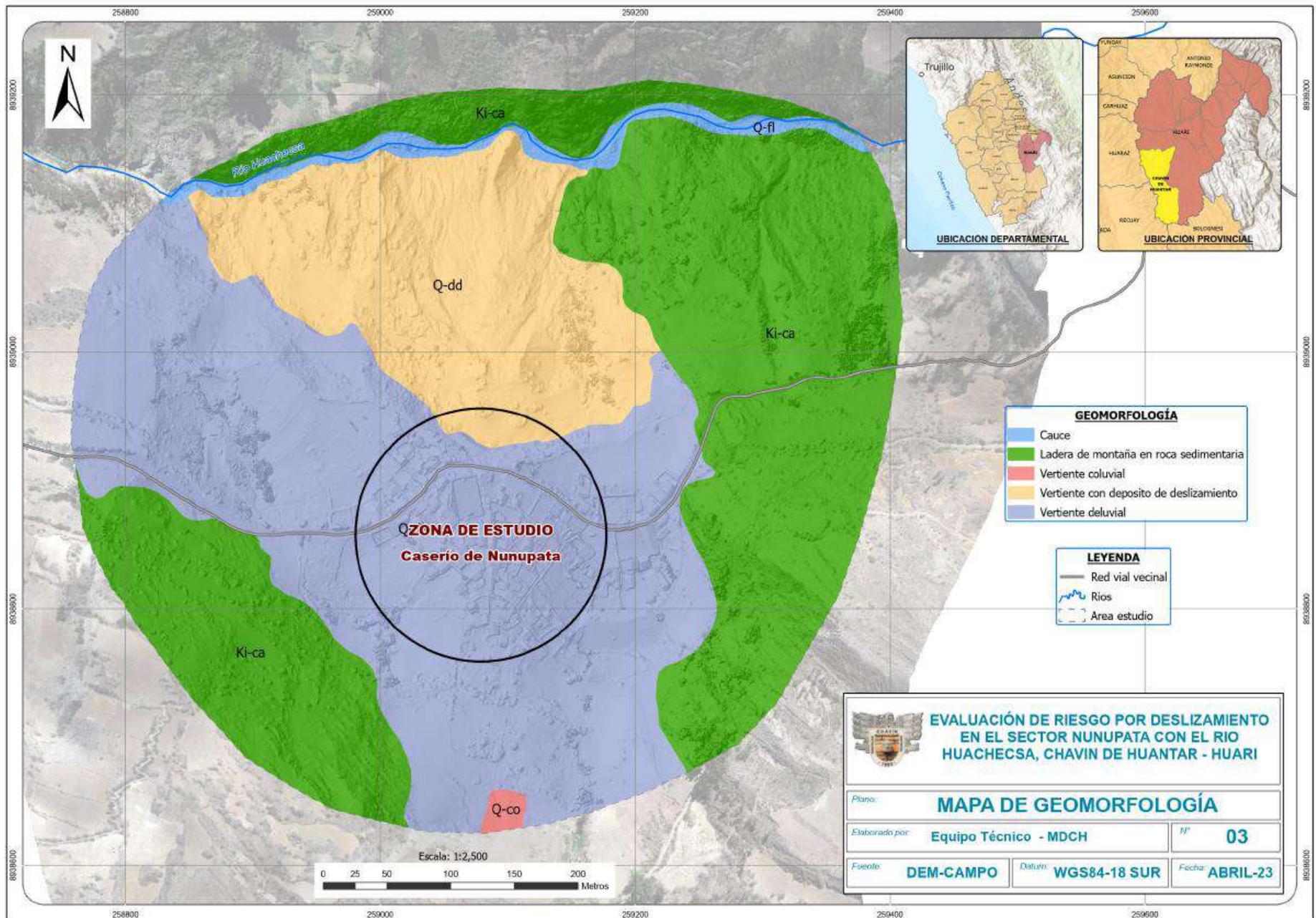


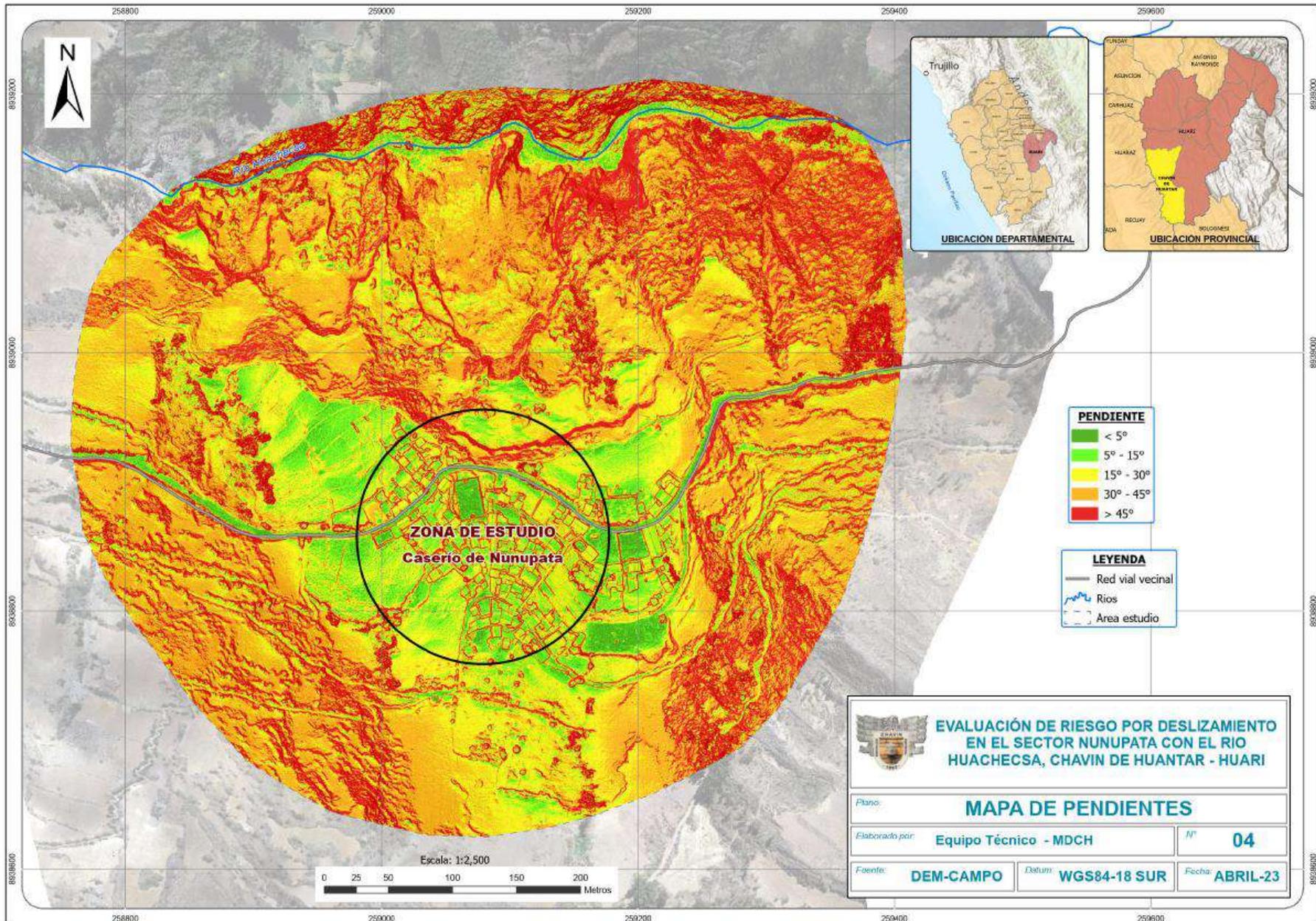
Fotografía. 22. Reunión vía virtual con los evaluadores de riesgo y el equipo técnico del EVAR, con la presencia del personal de CENEPRED

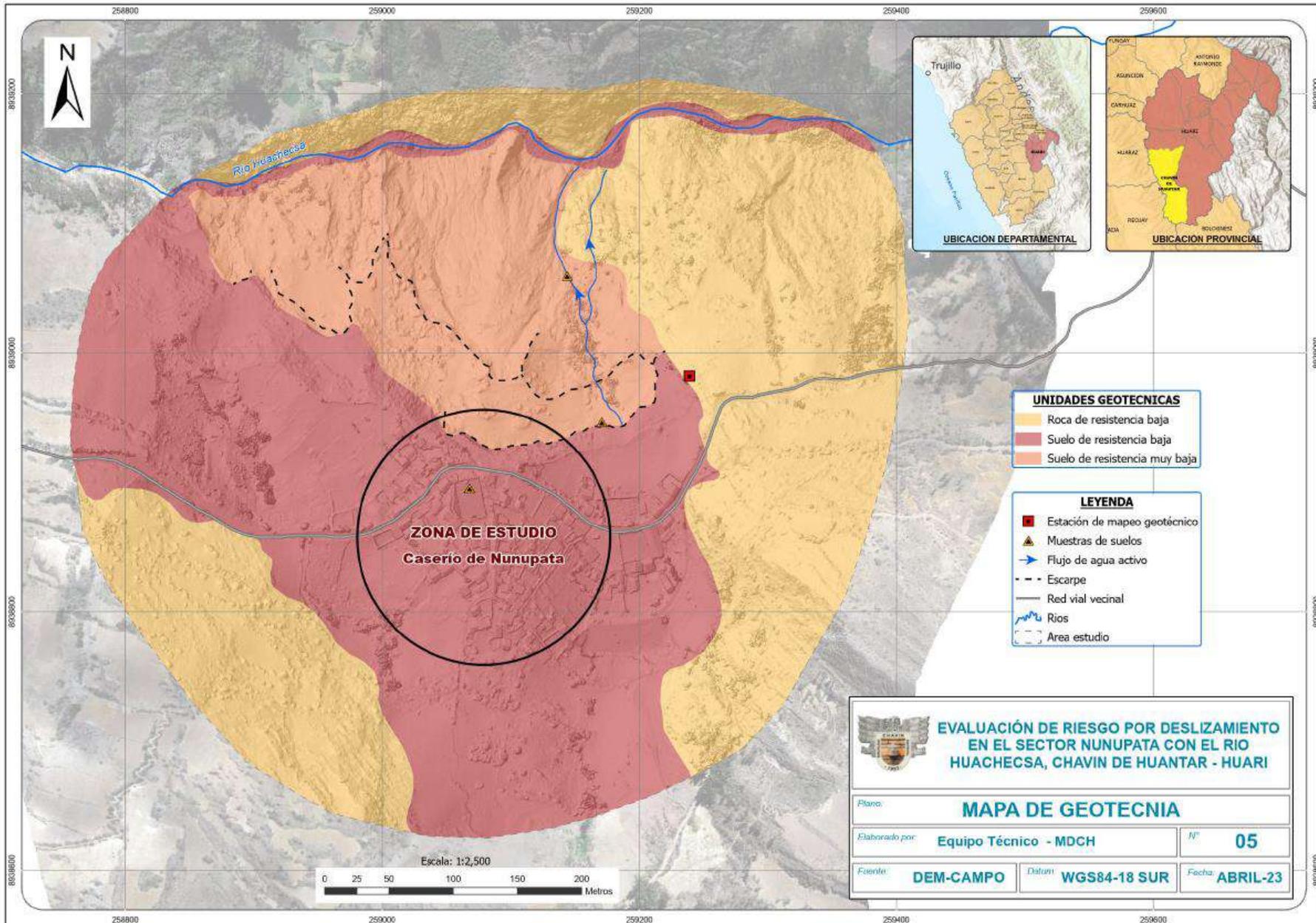
ANEXOS: PELIGRO

MAPAS DE FACTORES CONDICIONANTES

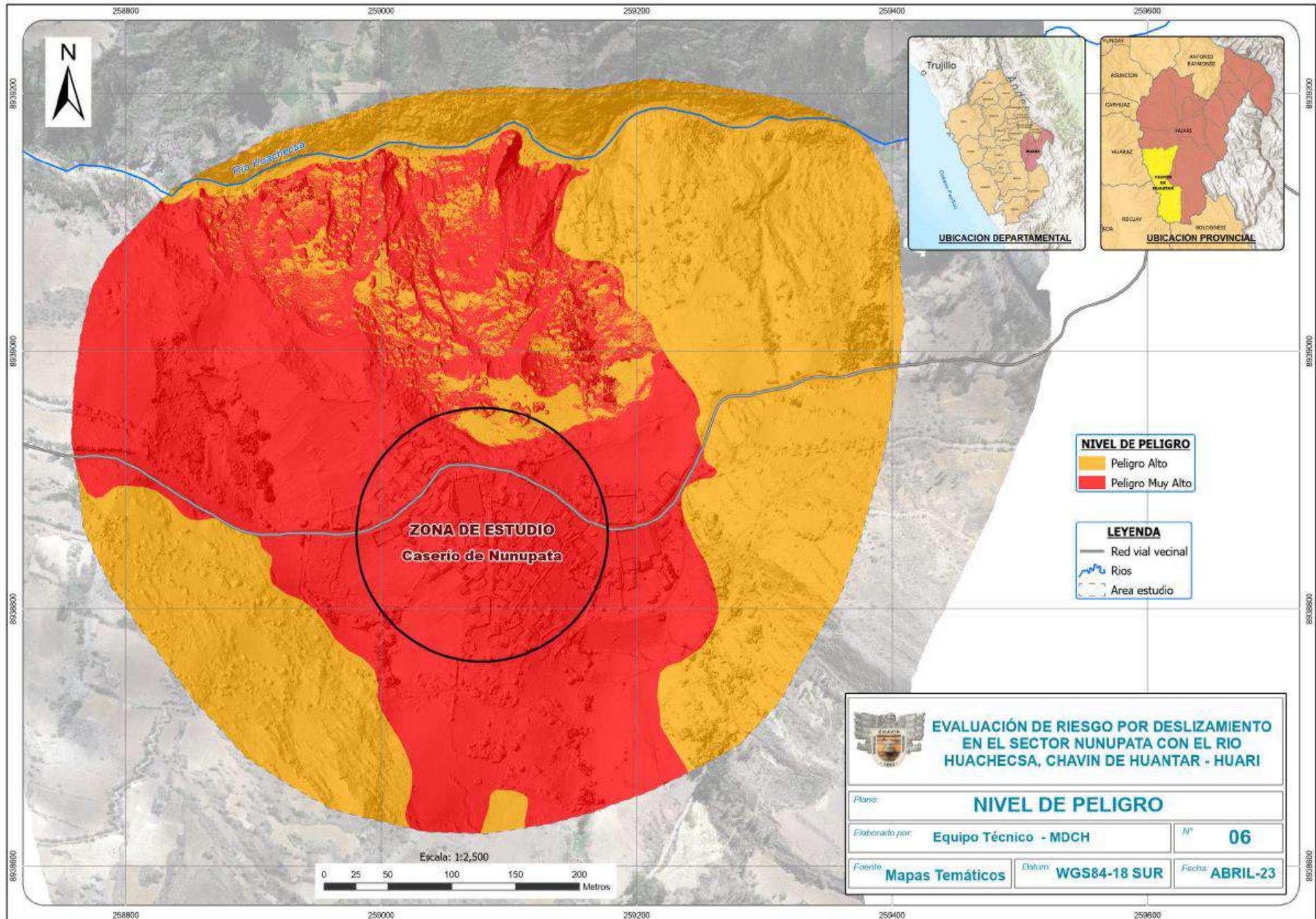






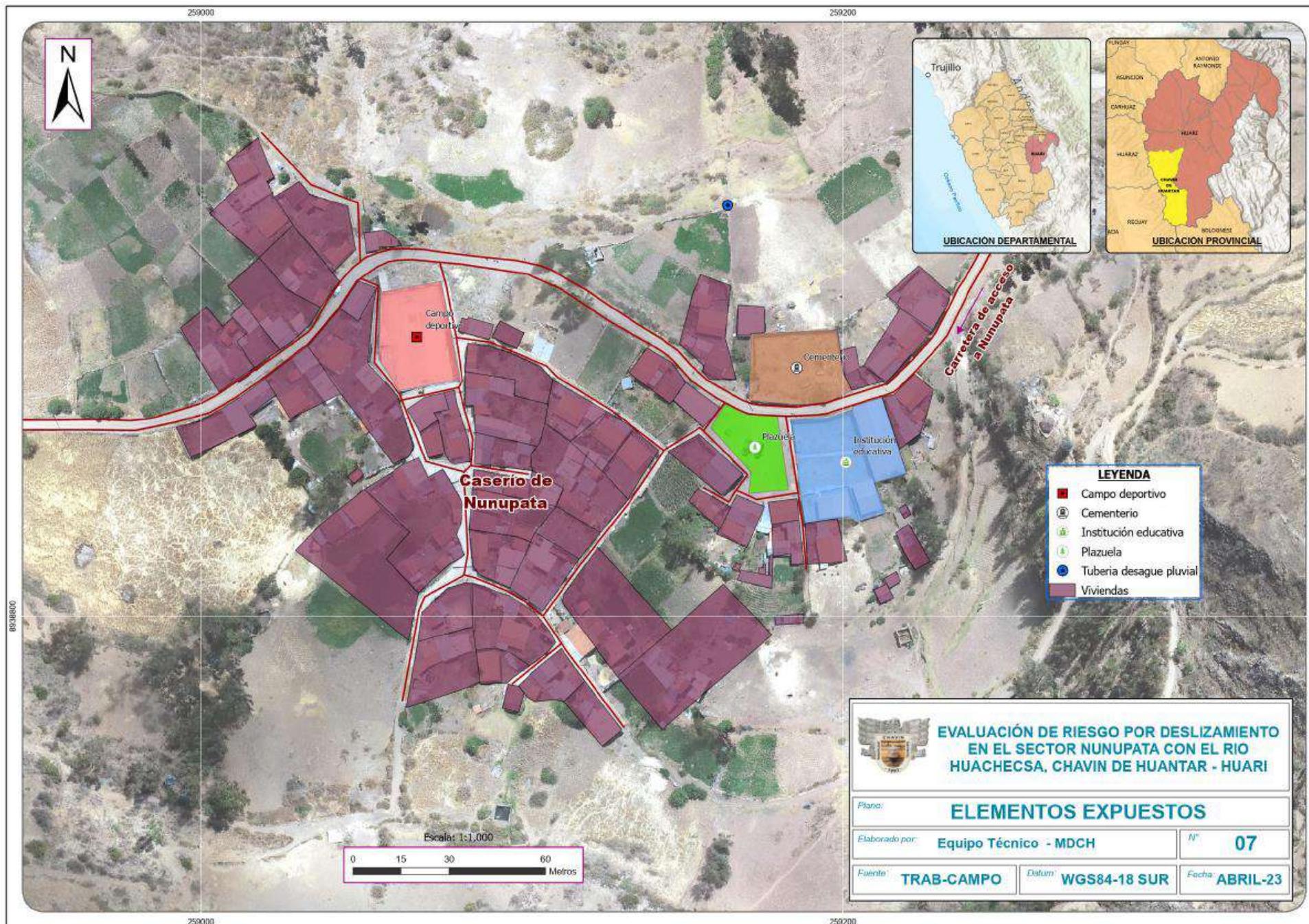


MAPA DE PELIGRO POR DESLIZAMIENTO

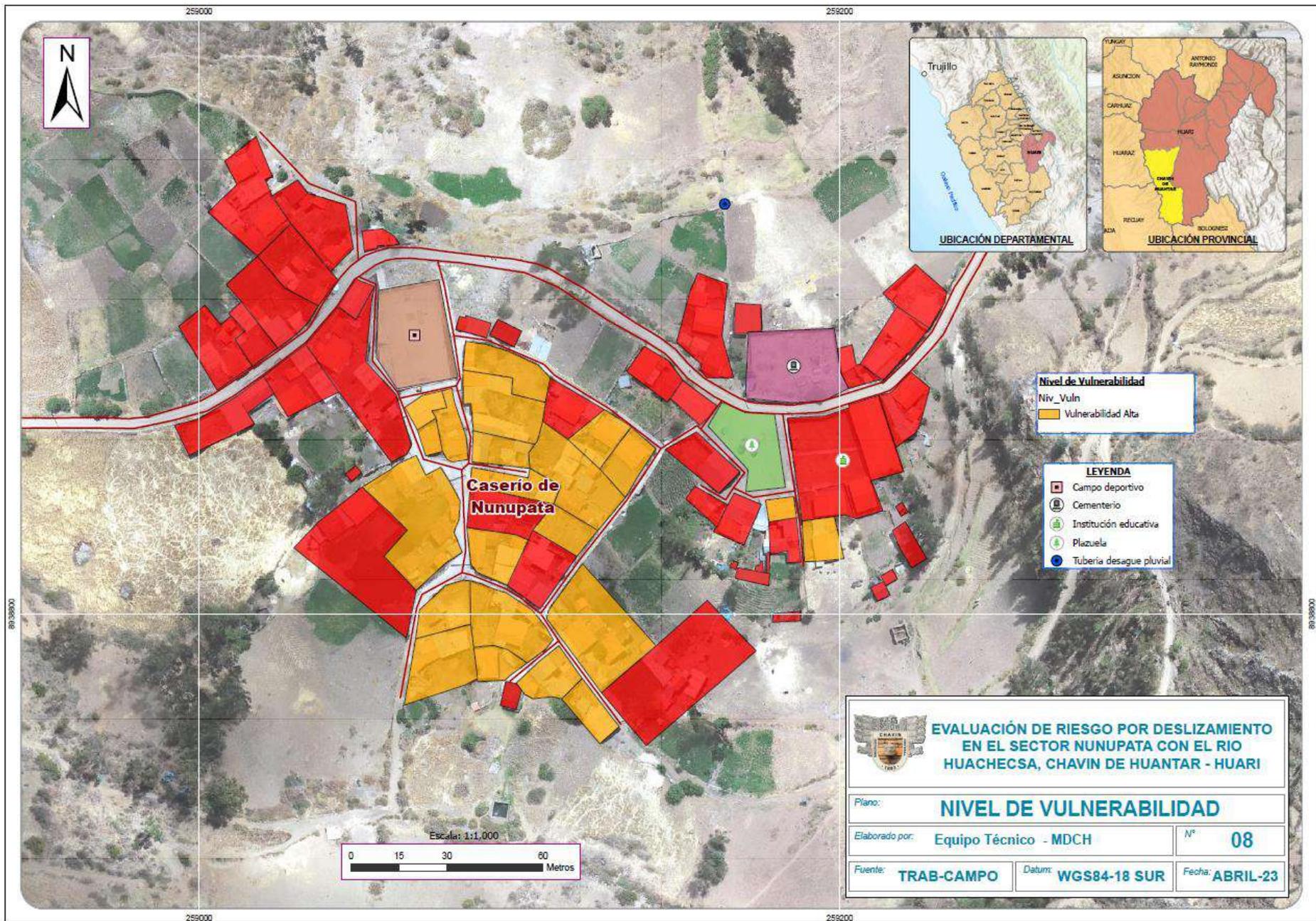


ANEXOS: VULNERABILIDAD

MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

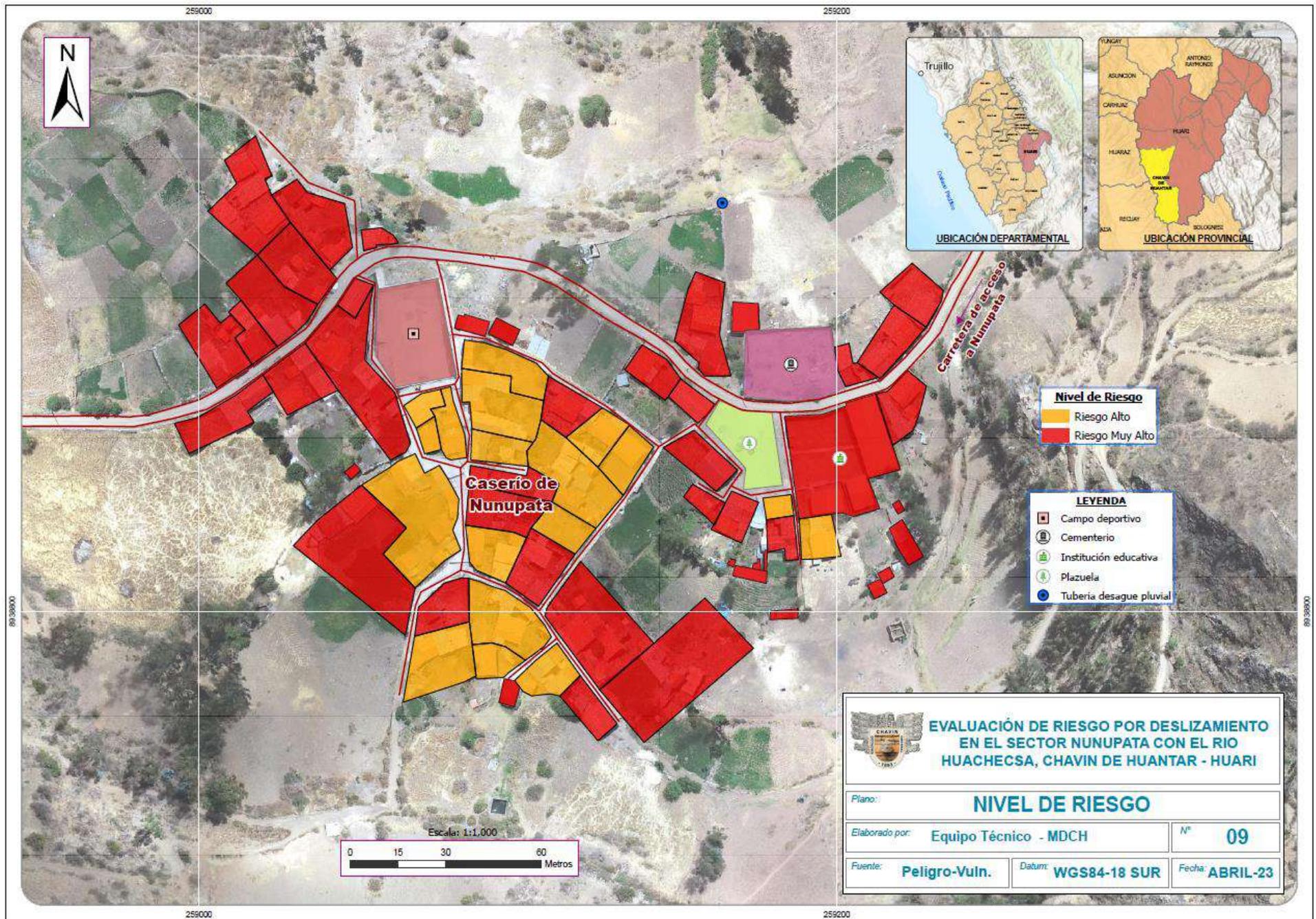


MAPA DE VULNERABILIDAD



ANEXOS: RIESGO

MAPA DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO



EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR NUNUPATA CON EL RIO HUACHECSA, CHAVIN DE HUANTAR - HUARI

Plano: **NIVEL DE RIESGO**

Elaborado por: Equipo Técnico - MDCH	Nº 09
Fuente: Peligro-Vuln.	Fecha: ABRIL-23

Datum: **WGS84-18 SUR**

**ANEXOS: RESULTADO DE ENSAYOS DE
LABORATORIO**

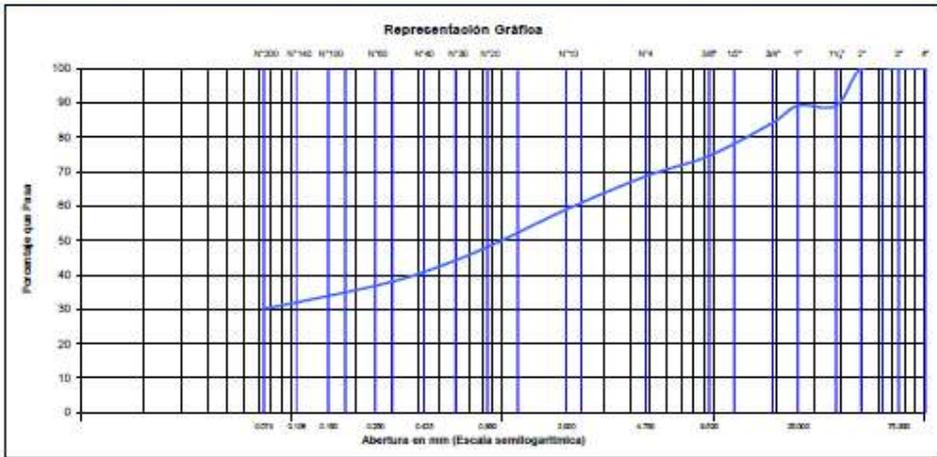
**RESULTADOS DE
ENSAYOS**



LABORATORIO GEOTÉCNICO DE SUELOS

**Análisis Granulométrico por Tamizado
Determinación del Contenido de Humedad
ASTM D422 / ASTM D2216
REGISTRO DE RESULTADOS**

Proyecto Nº:	230202	Fecha de Campo / Ensayo:	25/03/2023 / 4/04/2023
Proyecto:	Evaluación del riesgo por deslizamiento en el C.P.Nunupata	Código de Muestra:	230325-MS-NU01
Ubicación:	Distr. Chavin de Huantar, Prov. Huari, Dep. Ancash	Muestra:	M1
Cliente:		Profundidad / Progresiva (m):	-
		Coordenadas UTM ESTE/NORTE:	259,144.00 / 8,939,060.0
CLASIFICACIÓN:	SUCS (ASTM D2487): SM	ASHTO: A-2-4(0)	HUMEDAD (ASTM D2216): 10.2
LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318):	Limite Líquido (LL): 33	Limite Plástico (LP): 29	Índice Plástico (IP): 4



Tamiz	Tamaño Estándar	Peso retenido	Porcentaje			Descripción de la muestra
			retenido	acumulado	que pasa	
4"	100,0 mm		0,0	0,0	100,0	N° del Recipiente (R)
3"	75,0 mm		0,0	0,0	100,0	Peso del Recipiente (R)
2 1/2"	63,0 mm		0,0	0,0	100,0	Peso Suelo Humedo con R
2"	50,0 mm		0,0	0,0	100,0	Peso Suelo Seco con R
1 1/2"	37,5 mm	83,6	10,8	10,8	89,2	Peso Suelo Seco sin R
1"	25,0 mm	0,0	0,0	10,8	89,2	Peso Suelo Seco Lavado con R
3/4"	19,0 mm	38,8	5,0	15,7	84,3	Peso Suelo Seco Lavado sin R
1/2"	12,5 mm		0,0	15,7	84,3	
3/8"	9,50 mm	74,7	9,6	25,4	74,6	
1/4"	6,30 mm		0,0	25,4	74,6	
N° 4	4,75 mm	46,6	6,0	31,3	68,7	Valores para la clasificación
N° 8	2,36 mm		0,0	31,3	68,7	Grava (%): 31,3
N° 10	2,00 mm	75,0	9,6	41,0	59,0	Arena (%): 38,5
N° 16	1,18 mm		0,0	41,0	59,0	Limos y Arcillas (%): 30,2
N° 20	850 µm	84,5	10,9	51,9	48,1	Cc: 0,6
N° 30	600 µm		0,0	51,9	48,1	Cc: 492,8
N° 40	425 µm	56,6	7,3	59,1	40,9	
N° 50	300 µm		0,0	59,1	40,9	
N° 60	250 µm	31,1	4,0	63,1	36,9	
N° 80	180 µm		0,0	63,1	36,9	
N° 100	150 µm		0,0	63,1	36,9	
N° 140	106 µm	37,6	4,9	68,0	32,0	
N° 200	75 µm	14,5	1,9	69,9	30,2	
FONDO	-	1,9	30,2	100,0	0,0	

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Descripción de la Muestra	Muestra Total
N° de Recipiente (R)	8-04
Peso Suelo Humedo más Recipiente (g)	[M _u]
Peso Suelo Seco más Recipiente (g)	[M _s]
Peso del Recipiente (g)	[M _r]
Peso del Agua (g)	[M _w]
Peso del Suelo Seco (g)	[M _d]
Humedad (%)	[w]

 Ensayado por: Adrian Aguirre	 Revisado por: Juan Torres	Aprobado por:
---	--------------------------------------	---------------

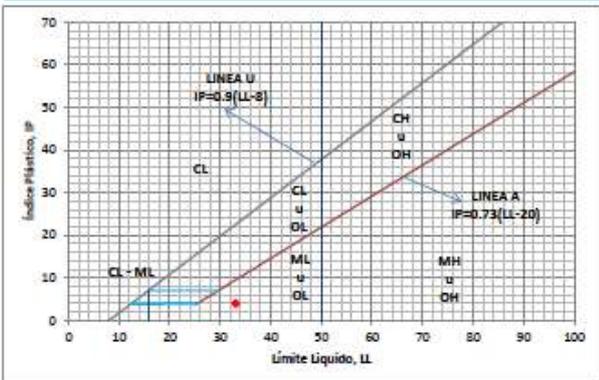
NOTA: Las muestras ensayadas fueron colectadas por EL CLIENTE.



LABORATORIO GEOTÉCNICO DE SUELOS
Límite de Atterberg
ASTM D4318
REGISTRO DE RESULTADOS

Proyecto Nº: **230202**
 Proyecto: **Evaluación del riesgo por deslizamiento en el C.P.Nunupata**
 Ubicación: **Distr. Chavin de Huantar, Prov. Huari, Dep. Ancash**
 Cliente:

Fecha de Campo / Ensayo: 25/03/23 / 4/04/2023
 Código de Muestra: **230325-MS-NU01**
 Muestra: **M1**
 Profundidad / Progresiva (m):
 Coordenadas UTM ESTE/NORTE: 259,144.00 / 8,939,060.00



Temperatura de secado :	60 ° C
Preparación de la Muestra :	Secado en Horno
Agua Utilizada:	No Potable
Muestra retenida en Nº 40 (%):	59.15
Método Utilizado para LL:	Método A
Equipo Utilizado en LL:	Manual
Equipo Utilizado en LP:	Manual
Ranurador:	Plástico

Valores para LL Método B	
Nº Golpes, N	Factor k
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022



Ecuación de cálculo
 $LL = W^k (N/25)^{0.605} \text{ ó } LL = kW^k$
 Donde :
 N = Número de golpes.
 W^k = Contenido de Humedad.
 k = Factor para Límite Líquido.

Resultados obtenidos		
Límites		Índice
Líquido	Plástico	Plástico
33.06	29.07	3.99

Límite Líquido				Límite Plástico			
Nº de Golpes	24	19	15	Nº de Recipiente	T-30	T-26	
Wº de Recipiente	T-21	T-17	T-20	Peso de recipiente + suelo húmedo	19.82	20.46	
Peso de recipiente + suelo húmedo	28.83	28.56	29.14	Peso de recipiente + suelo seco	19.11	19.54	
Peso de recipiente + suelo seco	27.09	26.60	26.91	Peso del recipiente	16.64	16.41	
Peso del recipiente	21.12	20.68	20.88	Peso del Agua	0.71	0.92	
Peso del Agua	1.74	1.96	2.23	Peso del suelo seco	2.47	3.13	
Peso del suelo seco	5.97	5.92	6.03	Contenido de Humedad (%)	28.74	29.39	
Contenido de Humedad (%)	29.15	33.11	36.98				

Observaciones:

Ensayado por: *Adrian Aguirre*
 Revisado por: *Juan Torres*
 Aprobado por:

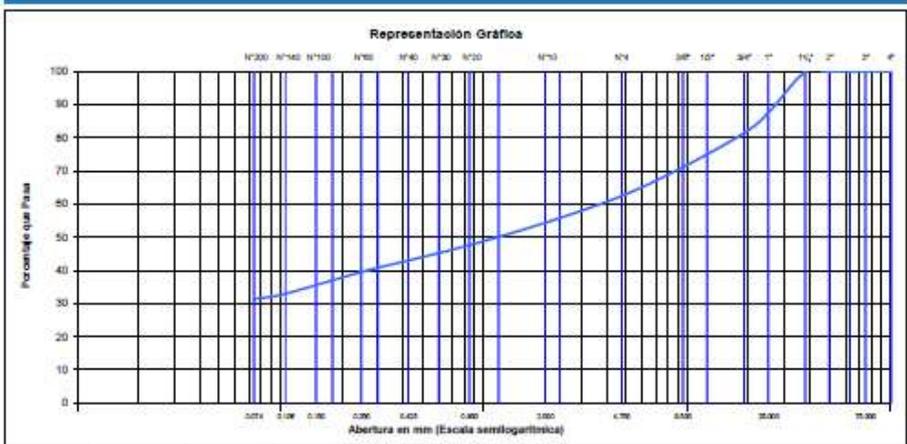
NOTA: Las muestras ensayadas fueron colectadas por EL CLIENTE.



LABORATORIO GEOTÉCNICO DE SUELOS
Análisis Granulométrico por Tamizado
Determinación del Contenido de Humedad
ASTM D422 / ASTM D2216
REGISTRO DE RESULTADOS

Proyecto Nº:	230201	Fecha de Campo / Ensayo:	25/03/2023 / 4/04/2023
Proyecto:	Evaluación del riesgo por deslizamiento en el C.P.Nunupata	Código de Muestra:	230325-MS-NU02
Ubicación:	Distr. Chavin de Huantar, Prov. Huari, Dep. Ancash	Muestra:	M1
Cliente:		Profundidad / Progresiva (m):	-
		Coordenadas UTM ESTE/NORTE:	250,171.00 / 8,938,947.0

CLASIFICACIÓN:	SUCS (ASTM D2487): GC	ASSTHO: A-2-4(0)	HUMEDAD (ASTM D2216): 11.2
LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318):	Limite Líquido (LL): 27	Limite Plástico (LP): 22	Índice Plástico (IP): 6



Tamiz	Estándar	Peso retenido	Porcentaje			Descripción de la muestra
			retenido	acumulado	que pasa	
4"	100.0 mm		0.0	0.0	100.0	N° del Recipiente (R) 8-05
3"	75.0 mm		0.0	0.0	100.0	Peso del Recipiente (R) 248.80 g
2 1/2"	63.0 mm		0.0	0.0	100.0	Peso Suelo Humedo con R 1269.00 g
2"	50.0 mm		0.0	0.0	100.0	Peso Suelo Seco con R 1,166.40 g
1 1/2"	37.5 mm		0.0	0.0	100.0	Peso Suelo Seco sin R 917.60 g
1"	25.0 mm	114.3	12.5	12.5	87.5	Peso Suelo Seco Lavado con R 880.60 g
3/4"	19.0 mm	55.9	6.1	18.5	81.5	Peso Suelo Seco Lavado sin R 631.80 g
1/2"	12.5 mm		0.0	18.5	81.5	
3/8"	9.50 mm	94.6	10.3	28.9	71.1	
1/4"	6.30 mm		0.0	28.9	71.1	Grava (G): 37.5 D10: 0.0
N°4	4.75 mm	79.7	8.7	37.5	62.5	Arena (A): 31.1 D90: 0.1
N°8	2.36 mm		0.0	37.5	62.5	Limos y Arcillas (L): 31.3 D60: 2.2
N°20	750 µm	74.1	8.1	45.6	54.4	Cc: 0.4 Cu: 573.2
N°40	375 µm		0.0	45.6	54.4	Grava arcillosa con arena
N°60	250 µm		0.0	57.0	43.0	
N°80	180 µm		0.0	60.3	39.5	
N°100	150 µm		0.0	60.3	39.5	
N°140	106 µm	60.1	6.5	67.0	33.0	
N°200	75 µm	15.2	1.7	68.7	31.3	
FONDO	-	1.6	31.3	100.0	0.0	

CONTENIDO DE HUMEDAD		
N° del Recipiente (R)		8-05
Peso Suelo Humedo máx Recipiente (g)	(M _{um})	1,269.00
Peso Suelo Seco máx Recipiente (g)	(M _{sm})	1,166.40
Peso del Recipiente (g)	(M _c)	248.80
Peso del Agua (g)	(M _w)	102.60
Peso del Suelo Seco (g)	(M _s)	917.60
Humedad (%)	(w)	11.28

 Ensayado por: Adrian Aguirre	 Revisado por: Juan Torres	Aprobado por:
---	--------------------------------------	---------------

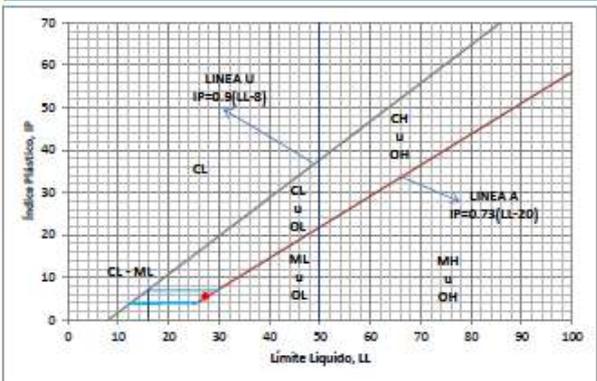
NOTA: Las muestras ensayadas fueron colectadas por EL CLIENTE.



LABORATORIO GEOTÉCNICO DE SUELOS
Límite de Atterberg
ASTM D4318
REGISTRO DE RESULTADOS

Proyecto N°: **230201**
 Proyecto: **Evaluación del riesgo por deslizamiento en el C.P.Nunupata**
 Ubicación: **Diatr. Chavin de Huantar, Prov. Huari, Dep. Ancash**
 Cliente:

Fecha de Campo / Ensayo: 25/03/23 | 4/04/2023
 Código de Muestra: **230325-MS-NU02**
 Muestra: **M1**
 Profundidad / Progresiva (m):
 Coordenadas UTM ESTE/NORTE: 259,171.00 | 8,038,947.00



Temperatura de secado :	60 ° C
Preparación de la Muestra :	Secado en Horno
Agua Utilizada:	No Potable
Muestra retenida en N° 40 (%):	57.01
Método Utilizado para LL:	Método A
Equipo Utilizado en LL:	Manual
Equipo Utilizado en LP:	Manual
Ranurador:	Plástico

Valores para LL Método B	
N° Golpes, N	Factor k
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

Ecuación de cálculo
 $LL = W^* (N/25)^{0.1215} \text{ ó } LL = kW^*$
 Donde :
 N = Número de golpes.
 W* = Contenido de Humedad.
 k = Factor para Límite Líquido.

Resultados obtenidos		
Límites		Índice
Líquido	Plástico	Plástico
27.21	21.56	5.65



Límite Líquido				Límite Plástico			
Nº de Golpes	32	26	21	Nº de Recipiente	T-26	T-10	
Peso de Recipiente	T-29	T-17	T-30	Peso de recipiente + suelo húmedo	19.12	20.41	
Peso de recipiente + suelo húmedo	24.56	24.15	23.40	Peso de recipiente + suelo seco	18.65	20.23	
Peso de recipiente + suelo seco	23.18	23.41	21.93	Peso del recipiente	16.43	19.41	
Peso del recipiente	18.02	20.68	16.64	Peso del Agua	0.47	0.18	
Peso del Agua	1.38	0.74	1.47	Peso del suelo seco	2.22	0.82	
Peso del suelo seco	5.16	2.73	5.29	Contenido de Humedad (%)	21.17	21.95	
Contenido de Humedad (%)	26.74	27.11	27.79				

Observaciones :

Ensayado por: **Adrian Aguirre**
 Revisado por: **Juan Torres**
 Aprobado por:

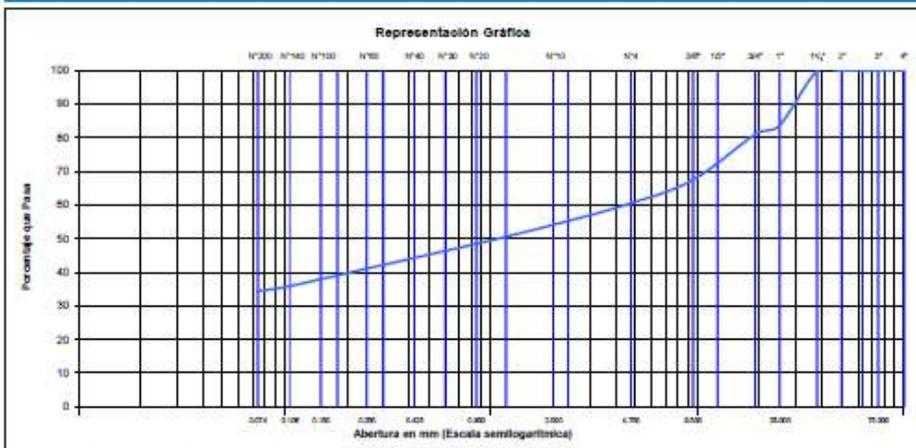
NOTA: Las muestras ensayadas fueron colectadas por EL CUENTE.



LABORATORIO GEOTÉCNICO DE SUELOS

**Análisis Granulométrico por Tamizado
Determinación del Contenido de Humedad
ASTM D422 / ASTM D2216
REGISTRO DE RESULTADOS**

Proyecto N°:	230201	Fecha de Campo / Ensayo:	25/03/2023 / 4/04/2023
Proyecto:	Evaluación del riesgo por deslizamiento en C.P. Nunupata	Código de Muestra:	230325-MS-NU03
Ubicación:	Distr. Chavín de Huantar, Prov. Huari, Dep. Ancash	Muestra:	M1
Cliente:		Profundidad / Progresiva (m):	-
		Coordenadas UTM ESTE/NORTE	259,068.00 / 8,938,896.0
CLASIFICACIÓN:			
SUCS (ASTM D2487):	GM	ASHTO:	A-2-4(0)
		HUMEDAD (ASTM D2216):	9.2
LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318):			
Limite Líquido (LL):	37	Limite Plástico (LP):	31
		Índice Plástico (IP):	6



Tamiz	Tamaño Estándar	Peso retenido	Porcentaje		Descripción de la muestra
			retenido	que pasa	
4"	100.0 mm		0.0	100.0	N° del Recipiente (R)
3"	75.0 mm		0.0	100.0	Peso del Recipiente (R)
2 1/2"	63.0 mm		0.0	100.0	Peso Suelo Humedo con R
2"	50.0 mm		0.0	100.0	Peso Suelo Seco con R
1 1/2"	37.5 mm		0.0	100.0	Peso Suelo Seco sin R
1"	25.0 mm	116.3	16.3	83.7	Peso Suelo Seco Lavado con R
3/4"	19.0 mm	19.3	2.7	97.3	Peso Suelo Seco Lavado sin R
1/2"	12.5 mm		0.0	100.0	
3/8"	9.50 mm	96.3	13.5	86.5	
1/4"	6.30 mm		0.0	100.0	
N° 4	4.75 mm	49.9	7.0	93.0	
N° 8	2.36 mm		0.0	100.0	
N° 10	2.00 mm	45.7	6.4	93.6	
N° 16	1.18 mm		0.0	100.0	
N° 20	850 μm	40.1	5.6	94.4	
N° 30	600 μm		0.0	100.0	
N° 40	425 μm	30.1	4.2	95.8	
N° 50	300 μm		0.0	100.0	
N° 60	250 μm	22.7	3.2	96.8	
N° 80	180 μm		0.0	100.0	
N° 100	150 μm		0.0	100.0	
N° 140	106 μm	37.1	5.2	94.8	
N° 200	75 μm	11.0	1.5	98.5	
FONDO	-	0.4	0.4	99.6	

Valores para la clasificación	
Grava (%)	39.5
Arena (%)	26.1
Limos y Arcillas (%)	34.4
Cc	0.2
Grava limosa con arena	671.5

CONTENIDO DE HUMEDAD		
Descripción de la Muestra		Muestra Total
N° de Recipiente (R)		8-01
Peso Suelo Humedo más Recipiente (g)	(M _{um})	1,037.60
Peso Suelo Seco más Recipiente (g)	(M _{sm})	972.10
Peso del Recipiente (g)	(M _r)	258.10
Peso del Agua (g)	(M _w)	65.50
Peso del Suelo Seco (g)	(M _s)	714.00
Humedad (%)	(w)	9.17

Ensayado por: Adrian Aguirre	Revisado por: Juan Torres	Aprobado por:

NOTA: Las muestras ensayadas fueron colectadas por EL CLIENTE.

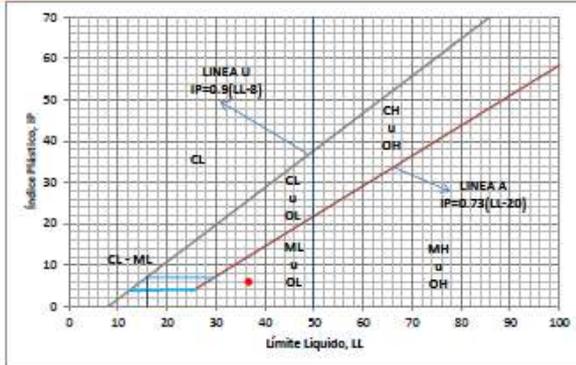


LABORATORIO GEOTÉCNICO DE SUELOS

**Límite de Atterberg
ASTM D4318
REGISTRO DE RESULTADOS**

Proyecto N°:	230201
Proyecto:	Evaluación del riesgo por deslizamiento en C.P. Nunupata
Ubicación:	Dístr. Chavin de Huantar, Prov. Huari, Dep. Ancash
Cliente:	

Fecha de Campo / Ensayo:	25/03/23	4/04/2023
Código de Muestra:	230325-MS-NU03	
Muestra:	M1	
Profundidad / Progresiva (m):	-	
Coordenadas UTM ESTE/NORTE	250,068.00	8,938,896.00



Temperatura de secado :	60 ° C
Preparación de la Muestra :	Secado en Horno
Agua Utilizada:	No Potable
Muestra retenida en N° 40 (%):	55.73
Método Utilizado para LL:	Método A
Equipo Utilizado en LL:	Manual
Equipo Utilizado en LP:	Manual
Ramurador:	Plástico

Valores para LL Método B	
Nº Golpes, N	Factor k
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

Ecuación de cálculo	
$LL = W^k (N/25)^{0.121} \text{ ó } LL = kW^k$	
Donde :	N = Número de golpes.
	W ^k = Contenido de Humedad.
	k = Factor para Límite Líquido.



Resultados obtenidos		
Límites		Índice
Líquido	Plástico	Plástico
36.61	30.62	5.98

Nº de Golpes	Límite Líquido			Nº de Recipiente	Límite Plástico	
	33	21	16		T-28	T-29
Nº de Recipiente	T-10	T-08	T-03			
Peso de recipiente + suelo húmedo	27.35	25.59	25.35	Peso de recipiente + suelo húmedo	18.06	20.14
Peso de recipiente + suelo seco	25.33	23.98	23.75	Peso de recipiente + suelo seco	17.61	19.62
Peso del recipiente	19.41	19.57	19.56	Peso del recipiente	16.01	18.05
Peso del Agua	2.02	1.61	1.60	Peso del Agua	0.45	0.52
Peso del suelo seco	5.92	4.41	4.19	Peso del suelo seco	1.60	1.57
Contenido de Humedad (%)	34.12	36.51	38.19	Contenido de Humedad (%)	28.13	33.12

Observaciones :

 Ensayado por: Adrian Aguirre	 Revisado por: Juan Torres	Aprobado por:
---	--------------------------------------	---------------

NOTA: Las muestras ensayadas fueron colectadas por EL CUENTE.