

ESTUDIO DE **EVALUACIÓN DE RIESGO** POR DESLIZAMIENTO ROTACIONAL EN EL CP. SAN MIGUEL DE VICHAYCOCHA.

DISTRITO DE PACARAOS, PROVINCIA DE HUARAL,
DEPARTAMENTO DE LIMA

2026


Ing. Julio César Flores Moreno
CIP 404923
EVALUADOR DE RIESGOS DE DESASTRES
R.U. N° 087-2017-CENEPRD/J





Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Entidad responsable del estudio:

Municipalidad distrital de Pacaraos

Equipo Técnico

Ing. Julio Cesar Flores Moreno.....Evaluador de riesgos
Arq. Pamela Elías Carlos.....Arquitecta – Análisis de vulnerabilidad
Ing. Angela Andrea Wintong Gonzales..... Especialista en Sistemas de Información Geográfica.
Ing. Brighite Lopez Maza.....Especialista en Hidrología

Ing. Julio Cesar Flores Moreno
R.J. N° 097-2017-CENEPRED/J

Ing. Julio César Flores Moreno
CIP-104923
EVALUADOR DE RIESGOS DE DESASTRES
R.J. N° 097-2017-CENEPRED/J



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

PRESENTACIÓN	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	8
1.1 Objetivo General	8
1.2 Objetivos específicos	8
1.3 Finalidad	8
1.4 Justificación	8
1.5 Antecedentes	8
1.5.1 Antecedentes Históricos de desastres:	9
1.6 Marco normativo	11
CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	12
2.1 Ubicación geográfica	12
2.1.1 Área de estudio	12
2.2 Vías de acceso	14
2.3 Características sociales	14
2.3.1 Población	14
2.3.2 Vivienda	16
2.3.3 Abastecimiento de agua	17
2.3.4 Disponibilidad de servicios higiénicos	18
2.3.5 Educación	19
2.3.6 Salud	19
2.4 Características Económicas	20
2.4.1 Actividades económicas	20
2.5 Características Físicas del territorio	20
2.5.1 Condiciones geológicas	20
2.5.2 Condiciones geomorfológicas	25
2.5.3 Cobertura vegetal	29
2.5.4 Hidrografía	31
2.5.5 Pendiente de terreno:	32
2.5.6 Clasificación Climática	34
2.5.7 Precipitaciones	35
Precipitaciones máximas en 24 horas	35
CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	54
3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad	54
3.2 Recopilación y análisis de la información	55
3.3 Identificación de probable área de influencia del peligro	55
3.4 Peligros generados por fenómenos de origen naturales	56
3.4.1 Caracterización del peligro por deslizamiento:	56
3.5 Parámetros de evaluación	60
3.5.1 Volumen de material de deslizamiento.	61
3.6 Susceptibilidad del territorio	61
3.6.1 Análisis del factor desencadenante	62



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

3.6.2	<i>Análisis de los factores condicionantes</i>	63
3.7	Análisis de elementos expuestos	67
3.7.1	<i>Población</i>	67
3.7.2	<i>Vivienda</i>	67
3.7.3	<i>Educación</i>	67
3.7.4	<i>Salud</i>	67
3.8	Definición de escenarios.....	69
3.9	Niveles de peligro	69
3.10	Estratificación del peligro.....	69
3.11	Mapa de peligro	71
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD		72
4.1	Metodología para el análisis de la vulnerabilidad	72
4.2	Análisis de la dimensión social	72
4.2.1	<i>Análisis de la exposición en la dimensión social - ponderación de parámetros</i>	73
4.2.2	<i>Análisis de la fragilidad en la dimensión social - ponderación de parámetros</i>	74
4.2.3	<i>Análisis de la resiliencia en la dimensión social - Ponderación de parámetros</i>	76
4.2.4	<i>Análisis de la dimensión social - ponderación de parámetros</i>	78
4.3	Análisis de la dimensión económica.....	78
4.3.1	<i>Análisis de la exposición en la dimensión económica - ponderación de parámetros</i>	79
4.3.2	<i>Análisis de la fragilidad en la dimensión económica - ponderación de parámetros</i>	80
4.3.3	<i>Análisis de la resiliencia en la dimensión económica - ponderación de parámetros</i>	82
4.3.4	<i>Análisis de la dimensión económica - ponderación de parámetros</i>	84
4.4	Análisis de la dimensión ambiental.....	84
4.4.1	<i>Análisis de la exposición en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros</i>	85
4.4.2	<i>Análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros</i>	86
4.4.3	<i>Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros</i>	87
4.4.4	<i>Análisis de la dimensión ambiental - ponderación de parámetros</i>	88
4.5	Análisis de Vulnerabilidad – Análisis de componentes (Social, económico, ambiental)	89
4.6	Nivel de vulnerabilidad.....	89
4.7	Estratificación de la vulnerabilidad	89
4.8	Mapa de Vulnerabilidad	92
5.1	Definición y estratificación de los niveles del riesgo.....	93
5.1.1	<i>Determinación de los niveles de riesgos</i>	97
5.1.2	<i>Matriz del riesgo</i>	98
5.1.3	<i>Estratificación del riesgo</i>	98
5.1.4	<i>Mapa del Riesgo</i>	100
5.2	Cálculo de daños y pérdidas	101
5.3	Zonificación de Riesgos.....	101
5.4	Medidas de prevención y reducción de riesgos de desastres (riesgos futuros).....	102
5.4.1	<i>De orden no estructural</i>	102
5.4.2	<i>De orden estructural</i>	103
5.5	Control de riesgo	104
5.5.1	<i>De la evaluación de las medidas</i>	104
5.5.1.1	<i>Aceptabilidad / Tolerabilidad</i>	104
5.5.2	<i>Control de riesgos</i>	105



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:	106
6.1 Conclusiones	106
6.2 Recomendaciones	107
BIBLIOGRAFÍA	108
PANEL FOTOGRÁFICO	109
LISTA DE CUADROS	110
LISTA DE GRÁFICOS	113
LISTA DE FIGURAS	113



PRESENTACIÓN

El periodo de lluvias en el Perú se inicia en el mes de setiembre y culmina en abril del siguiente año, las mayores precipitaciones se presentan durante el periodo diciembre-marzo, debido a que los sistemas atmosféricos generadores de las precipitaciones, presentan sus mayores intensidades, su mejor configuración y una mayor persistencia de los sistemas; lo que ocasiona la recurrencia de las lluvias, en la costa norte, sierra y selva del Perú,¹ provocando inundaciones, deslizamientos, huaycos y otros fenómenos afectando poblaciones, áreas de cultivos, infraestructura vial, etc.

En la sierra de Lima, se originan principalmente por la interacción de la humedad proveniente de la selva y los Andes con las condiciones atmosféricas, estas situaciones climatológicas cuando son intensas producen o desencadenan una serie de eventos o fenómenos de origen natural, que al saturar los suelos por infiltración y por efecto de la gravedad trasladan material de las zonas montañosas hacia los valles y/o quebradas así como vertientes y laderas produciéndose movimientos geodinámicos que pueden causar daños si existen poblaciones vulnerables, sus medios de vida o algún tipo de infraestructura.

Tomando en cuenta ello, y el registro y antecedentes histórico en la zona sobre movimientos en masa se procedió a la elaboración del Estudio de Evaluación de riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha. Para la elaboración del presente informe se procedió de acuerdo a lo establecido en el “Manual para Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales” 2da Versión (Aprobado por R.J N° 212-2014-CENEPRED/J), el cual permite analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) del peligro por deslizamiento rotacional; analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al fenómeno en función a los factores de exposición, fragilidad y resiliencia en las dimensiones social, económica y ambiental, y determinar y zonificar los niveles de riesgos, así como la formulación de recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación.

El presente estudio se realiza a solicitud de la Municipalidad distrital de Pacaraos, a fin de tomar acciones y medidas de reducción de riesgos en concordancia con el Sistema Nacional de Gestión de riesgos de desastres – SINAGERD, que busca promover el principio protector y de acción permanente de la Gestión de riesgo.

En ese sentido el estudio final será entregado a la Municipalidad distrital de Pacaraos para que ella gestione en la brevedad posible el financiamiento y las acciones necesarias para el inicio de las acciones de reubicación y/o reasentamiento de las familias que posiblemente sean afectadas por el deslizamiento rotacional hacia un lugar seguro, accesible y con servicios básicos que reúnan condiciones básicas para su desarrollo.

¹ Ciclos horarios de precipitación en el Perú; SENAMHI (2016)



INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Evaluación del Riesgo por deslizamiento rotacional, permite analizar el impacto potencial en el Centro poblado San Miguel de Vichaycocha del distrito de Pacaraos en la provincia de Huaral ante la probabilidad de ocurrencia de lluvias intensas que favorecerían el desarrollo de deslizamientos rotacionales en el centro poblado.

En el primer capítulo del estudio, se desarrolla los aspectos generales, entre los que se destaca los objetivos, tanto el general como los específicos, la justificación que motiva la elaboración de la presente evaluación del riesgo y el marco normativo. En el segundo capítulo, se describe las características generales del área de estudio, como ubicación geográfica, vías de acceso, características sociales, económicas y físicas.

En el tercer capítulo, se desarrolla la determinación de los niveles de peligrosidad, en el cual se identifica su área de influencia en función a sus factores condicionantes y desencadenante para la definición de sus niveles, representándose en el mapa de peligro. El cuarto capítulo comprende el análisis de la vulnerabilidad en sus tres dimensiones, el social, económico y ambiental. Cada dimensión de la vulnerabilidad se evalúa con sus respectivos factores de exposición, fragilidad y resiliencia, para definir los niveles de vulnerabilidad, representándose en el mapa respectivo.

En el quinto capítulo, se contempla el procedimiento para el cálculo del riesgo, que permite determinar los niveles de riesgo por peligro por deslizamiento rotacional, cálculo de los efectos probables, el mapa de riesgo y las medidas de reducción del riesgo de desastres en el área de influencia evaluado.

Finalmente, en el sexto capítulo, se identifica la aceptabilidad o tolerancia del riesgo, así como el control del riesgo que va permitir los niveles de intervención para la reducción y prevención de riesgos.



CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Objetivo General

Determinar el nivel del riesgo por deslizamiento rotacional en el centro poblado San Miguel de Vichaycocha, ubicados en el distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar y determinar los niveles de peligro por deslizamiento rotacional, y elaborar el mapa de peligro del área de influencia correspondiente.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad, y elaborar el mapa de vulnerabilidad correspondiente.
- Establecer los niveles del riesgo y elaborar el mapa de riesgos, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo determinando las medidas de control.

1.3 Finalidad

Contribuir con un documento técnico para que la autoridad que corresponda tome acciones de control de riesgo a fin de reducir los niveles de riesgo implementando las medidas estructurales y no estructurales según corresponda dentro del marco de la Gestión de riesgo según la normativa vigente.

1.4 Justificación

La presente evaluación pretende sustentar la implementación de acciones de prevención y/o reducción de riesgos en el área de estudio que se encuentra conformado por el centro poblado San Miguel de Vichaycocha del distrito de Pacaraos en la provincia de Huaral, a raíz del deslizamiento registrado en el año 2022, ocasionando daños a viviendas en la comunidad de Vichaycocha.

La presente evaluación se realiza a solicitud de la Municipalidad distrital de Pacaraos, para lo cual se realiza el análisis de la exposición del peligro existente a fin de proponer las medidas de prevención y reducción de riesgo correspondiente.

En virtud de lo descrito en el párrafo precedente, se justifica la elaboración del presente Informe.

1.5 Antecedentes

Dentro de los procesos de prevención y reducción de riesgos y con el fin de asegurar la inversión y la protección y seguridad de vida y salud de la población, se elabora el presente Estudio de Evaluación de Riesgos como componente fundamental dentro de la gestión prospectiva y correctiva de la Gestión de Riesgos de desastres, el cual fue elaborado en base al manual elaborado por CENEPRED (Centro Nacional de Estimación y Prevención de Reducción de riesgos) aprobado mediante Directiva 009-2014-CENEPRED/J. así como del D.S. 060-2024-PCM, decreto que modifica el Reglamento de la Ley No 29664, específicamente al numeral 24.5 que manifiesta que la Evaluación de Riesgos: establece, identifica y caracteriza uno o varios peligros, la valoración y cuantificación de la vulnerabilidad frente a dichos peligros y el cálculo del riesgo, que permitan la transversalización de la gestión del riesgo de desastres, en la toma de decisiones.

Ante ello la Municipalidad distrital de Pacaraos con el fin de promover la Gestión de riesgos de desastres, y proteger la vida, la salud y la integridad de las personas las cuales se encuentran comprometidos y en situación de vulnerabilidad, así como resguardar el patrimonio público y privado mediante la elaboración de instrumentos técnicos que permitan tomar acciones basados en la prevención y reducción de riesgos que se encuentren orientados en la implementación de medidas



estructurales y no estructurales, disponen de los recursos para la atención y elaboración del presente estudio, basado en las recomendaciones establecidas por el Instituto Geológico Minero, Metalúrgico del Perú – INGEMMET.

1.5.1 Antecedentes Históricos de desastres:

El territorio peruano se caracteriza por sus condiciones geodinámicas y geomorfológicas que han sido aspectos importantes que han modelado el territorio a lo largo de los años, siendo uno de sus principales causas el proceso de convergencia entre las placas de Nazca (oceánica) y sudamericana (continental), generando sismos de diversas magnitudes y focos ubicados a diversas profundidades ocasionando daños estructurales a la infraestructura y vivienda y pérdida de vidas humanas,² siendo otra de las fuentes de la deformación de la zona continental que ha dado origen a la formación de fallas con diversas longitudes.³

Otros factores de gran importancia en la formación del territorio son las lluvias intensas que se presentan en la región, estas al superar su normal climática presentan anomalías que activan quebradas, saturan suelos produciendo deslizamientos y otros movimientos en masas, impactando en los centros urbanos existentes.

A continuación, podemos citar algunos reportes de fenómenos de origen natural producidos en el distrito de Pacaraos y Santa Cruz de Andamarca.

Cuadro 1. Reporte de emergencias - distrito de Pacaraos y Santa Cruz de Andamarca

DISTRITO	FECHA DE EMERGENCIA	GRUPO FENÓMENO	FENÓMENO
PACARAOS	01/08/2016	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	HELADAS
PACARAOS	01/08/2016	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	HELADAS
PACARAOS	02/02/2017	GEODINÁMICA EXTERNA	HUAYCOS
PACARAOS	04/01/2016	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	SEQUIA
PACARAOS	08/02/2017	GEODINÁMICA EXTERNA	HUAYCOS
PACARAOS	10/09/2019	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	HELADAS
PACARAOS	11/09/2019	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	HELADAS
PACARAOS	12/03/2019	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	LLUVIAS INTENSAS
PACARAOS	12/09/2019	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	HELADAS
PACARAOS	13/03/2017	GEODINÁMICA EXTERNA	DERRUMBE CERROS
PACARAOS	13/03/2019	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	LLUVIAS INTENSAS
PACARAOS	14/04/2020	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	LLUVIAS INTENSAS

² Análisis y evaluaciones de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú – IGP.

³ Zonificación sísmica Geotécnica de la Ciudad de Paita.



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

DISTRITO	FECHA DE EMERGENCIA	GRUPO FENÓMENO	FENÓMENO
PACARAOS	15/02/2017	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	LLUVIAS INTENSAS
PACARAOS	15/03/2017	GEODINÁMICA EXTERNA	HUAYCOS
PACARAOS	15/03/2017	GEODINÁMICA EXTERNA	HUAYCOS
PACARAOS	15/03/2017	GEODINÁMICA EXTERNA	HUAYCOS
PACARAOS	15/03/2017	GEODINÁMICA EXTERNA	HUAYCOS
PACARAOS	16/12/2019	GEODINÁMICA EXTERNA	DESLIZAMIENTO
PACARAOS	19/03/2017	GEODINÁMICA EXTERNA	HUAYCOS
PACARAOS	20/06/2020	GEODINÁMICA EXTERNA	DESLIZAMIENTO
PACARAOS	21/04/2020	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	LLUVIAS INTENSAS
PACARAOS	24/10/2019	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	LLUVIAS INTENSAS
PACARAOS	27/03/2018	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	LLUVIAS INTENSAS
PACARAOS	27/12/2012	GEODINÁMICA EXTERNA	DESLIZAMIENTO
PACARAOS	28/02/2016	GEODINÁMICA EXTERNA	DESLIZAMIENTO
PACARAOS	28/03/2017	GEODINÁMICA EXTERNA	HUAYCOS
PACARAOS	28/03/2017	GEODINÁMICA EXTERNA	DERRUMBE CERROS
PACARAOS	29/06/2020	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	HELADAS
PACARAOS	3/02/2020	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	LLUVIAS INTENSAS
PACARAOS	7/03/2019	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	LLUVIAS INTENSAS
PACARAOS	7/03/2019	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	LLUVIAS INTENSAS
PACARAOS	ND	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	LLUVIAS INTENSAS
S. C. DE ANDAMARCA	04/01/2016	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	SEQUIA
S. C. DE ANDAMARCA	09/07/2015	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	HELADAS
S. C. DE ANDAMARCA	17/03/2017	GEODINÁMICA EXTERNA	HUAYCOS
S. C. DE ANDAMARCA	17/04/2006	GEODINÁMICA EXTERNA	HUAYCOS
S. C. DE ANDAMARCA	24/01/2017	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	LLUVIAS INTENSAS
S. C. DE ANDAMARCA	28/07/2016	METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS	HELADAS

Fuente: SINPAD – INDECI (2025)



1.6 Marco normativo

El presente estudio se basa en el siguiente marco normativo.

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD,
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y sus modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 038-2021-PCM, de fecha 01 de marzo del 2021, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050.
- Decreto Supremo N° 115-2022-PCM, de fecha 13 de setiembre de 2022, que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2022 – 2030.
- Decreto Supremo N° 060-2024-PCM, de fecha 08 de junio de 2024, Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- Resolución de secretaria de Gestión del Riesgo de desastres N° 009-2025-PCM/SGRD de fecha 05 de noviembre de 2025, que aprueba los "Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del riesgo de desastres".
- Resolución de Alcaldía N° 009-2025-MDP/A que conforma el Equipo técnico encargado de la Formulación del Plan de Prevención y Reducción de riesgos de desastres del distrito de Pacaraos.



CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra conformado por el CP. San Miguel de Vichaycocha, ubicado en el distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima, a una altitud de 3,548 m.s.n.m.

Hidrográficamente; el predio en estudio se encuentra dentro de la subcuenca del río Vichaycocha que forma parte de la cuenca alta del río Chancay.

2.1.1 Área de estudio

El área de estudio se ubica geográficamente en las siguientes coordenadas:

Cuadro 2. Ubicación en coordenadas Geográficas

Centro Poblado	Tipo de coordenadas	Latitud	Longitud
CP. San Miguel de Vichaycocha	Geográficas	11° 8'29.26" Sur	76°37'22.77" Oeste

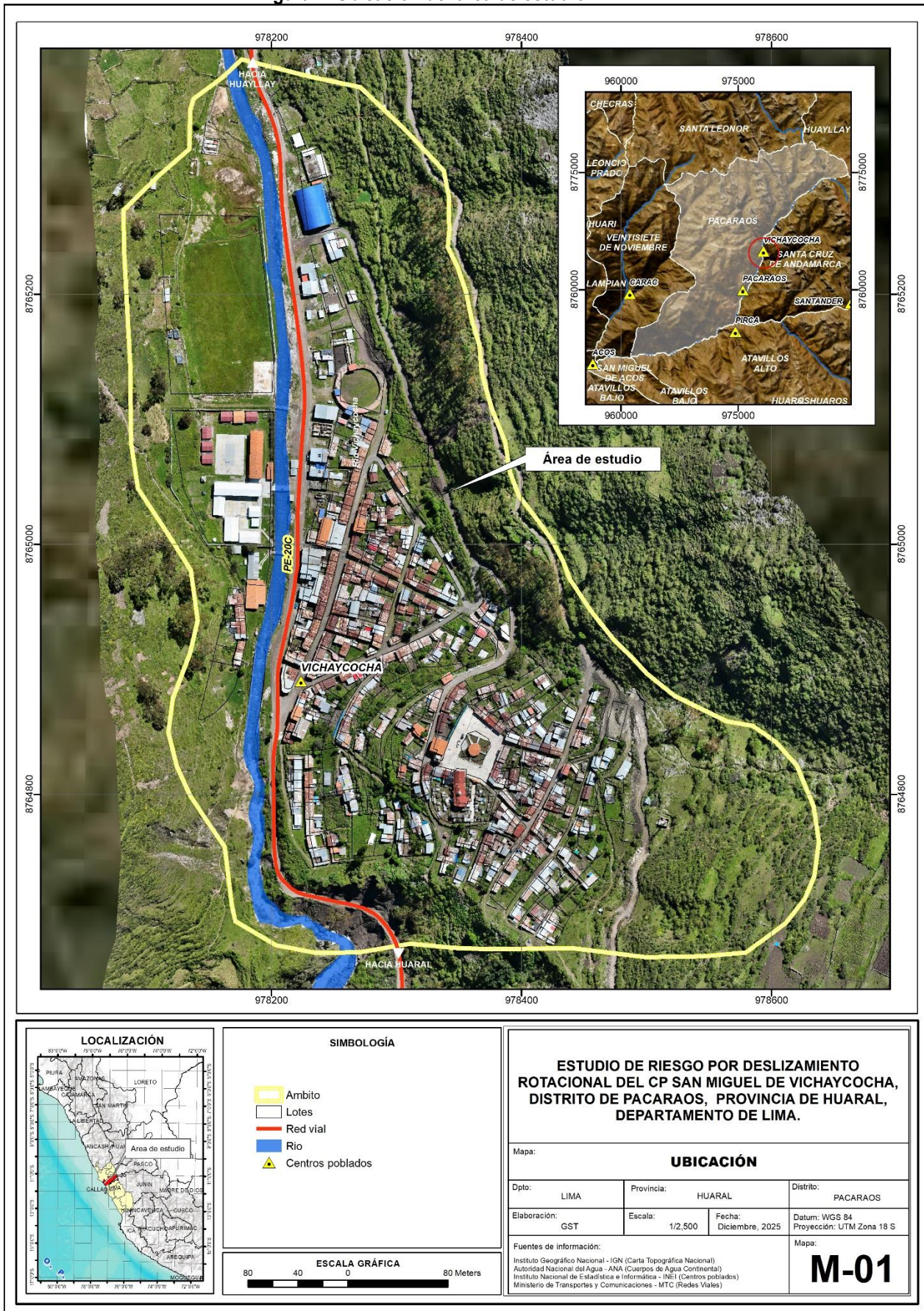
Cuadro 3. Ubicación en coordenadas UTM – WGS 84 Zona 18 S

Centro Poblado	Tipo de coordenadas	Latitud	Longitud
CP. San Miguel de Vichaycocha	UTM	8767894.97 S	322761.62 E



Informe de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Figura 1. Ubicación del área de estudio



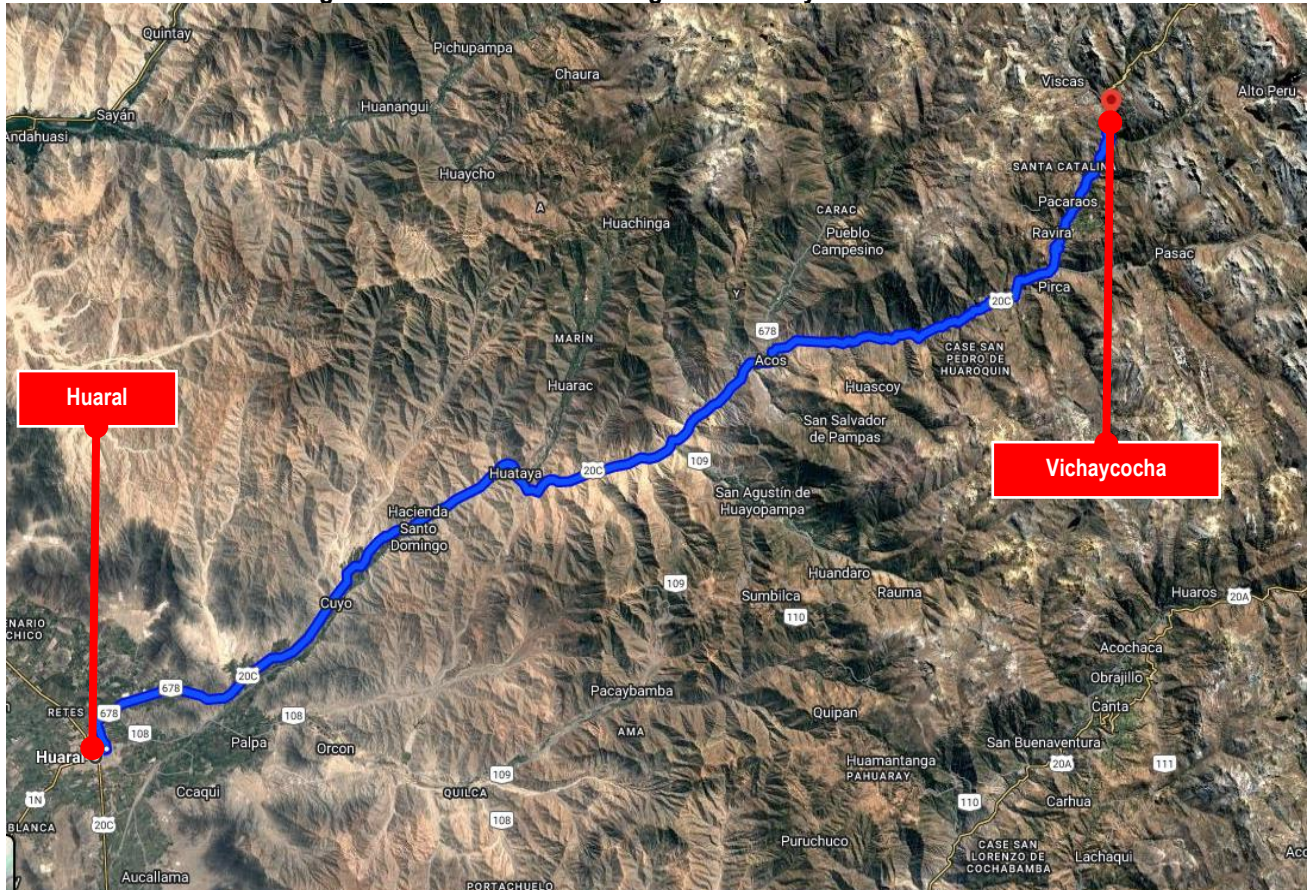
Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



2.2 Vías de acceso

Para llegar al CP. San Miguel de Vichaycocha desde la ciudad de Huaral, se toma la carretera Huaral – Pasco (20 C) por una vía asfaltada hasta San Miguel Acos continuando por la vía afirmada de la misma carretera hasta el CP. San Miguel de Vichaycocha, recorrido que toma 2 hora y 30 minutos desde la ciudad de Huaral.

Figura 2. Acceso al CP. San Miguel de Vichaycocha



Fuente: Google maps.

2.3 Características sociales

2.3.1. Población

A. Población Total

Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, el CP. San Miguel de Vichaycocha cuenta con una población total de 398 habitantes, de los cuales 195 son hombres y 203 mujeres. Según el trabajo de campo realizado el día 7 de mayo del presente año, se ha identificado que el CP. San Miguel de Vichaycocha cuenta con un total de 629 habitantes de los cuales 321 son mujeres y 308 varones. El referido trabajo de campo se realizó mediante encuesta en un 75% de las viviendas lo que nos dio una proyección final de la población, tomando en cuenta que existen viviendas que no se pudieron acceder por no encontrarse ocupantes en el momento del trabajo de campo.

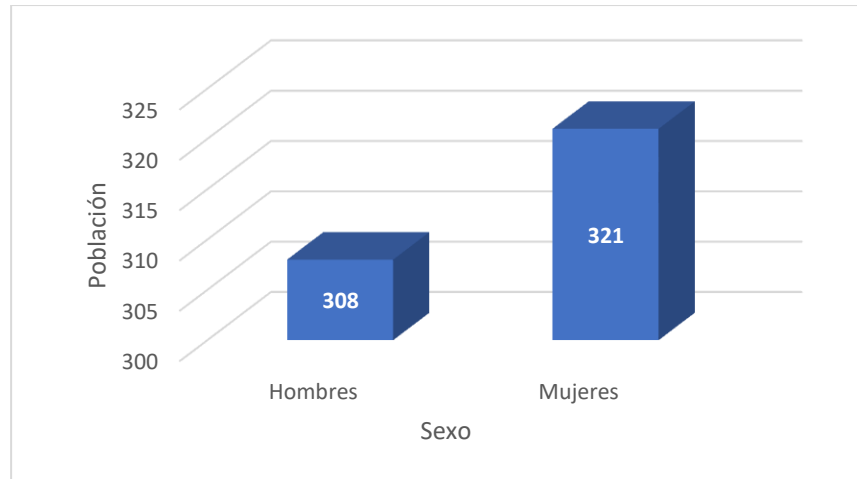


Cuadro 4. Características de la población según sexo

Centro poblado	Sexo	Población según INEI 2017	Población 2025(*)
San Miguel de Vichaycocha	Hombres	195	308
	Mujeres	203	321
Total	Total	398	629

Elaboración: Equipo Técnico evaluador

Gráfico 1. Características de la población según sexo



Elaboración: Equipo Técnico evaluador

B. Población según grupo de edades

Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017 y el trabajo de campo realizado, la población entre 21 a 59 años es la que más predomina, es así que, del total de población del CP. San Miguel de Vichaycocha, este grupo de edad equivale el 80.29% del área de estudio.

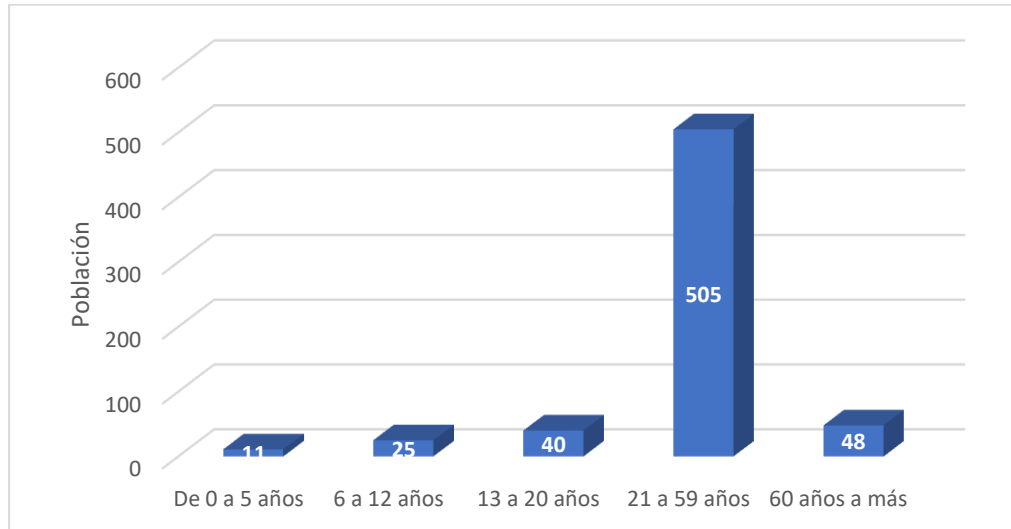
Cuadro 5. Población según grupos de edades

Area de estudio	Grupos especiales de edad	Cantidad	%
CP. San Miguel de Vichaycocha.	De 0 a 05 años	11	1.75
	De 06 a 12 años	25	3.97
	De 13 a 20 años	40	6.36
	De 21 a 59 años	505	80.29
	De 60 a mas	48	7.63
Total	Total	629	100%

Elaboración: Equipo Técnico evaluador



Gráfico 2. Población según grupos de edades



Elaboración: Equipo Técnico evaluador

2.3.2. Vivienda

A. Material predominante en paredes

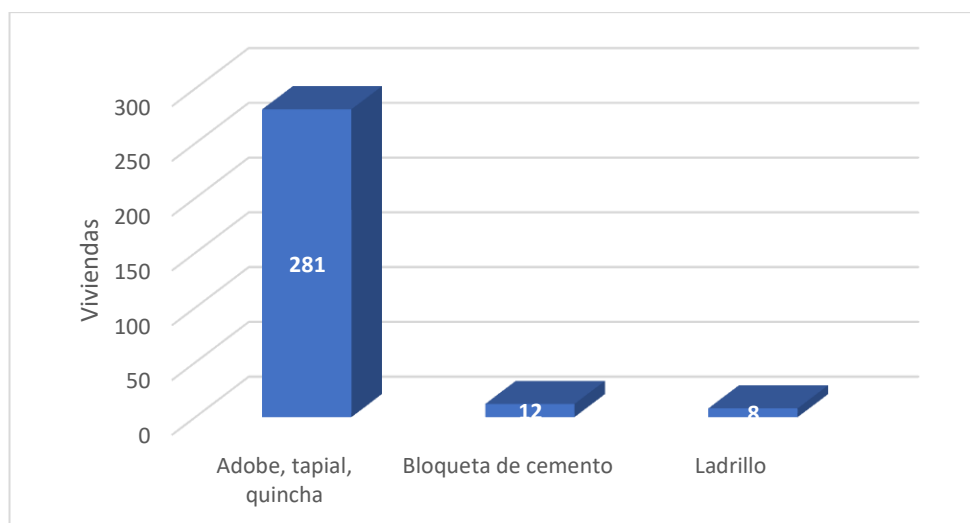
Según trabajo de campo, en el área de estudio se han analizado un total de 301 predios, de las cuales el 93.36% son de Adobe, tapial o quincha, en contraste, un 3.99% utiliza bloqueta de cemento y solo un 2.66% ladrillos.

Cuadro 6. Material predominante en las paredes

Area de estudio	Tipo de material predominante en paredes	Cantidad	%
CP. San Miguel de Vichaycocha	Ladrillo	8	2.66%
	Bloqueta de cemento	12	3.99%
	Adobe, tapial, quincha	281	93.36%
Total	Total	301	100%

Elaboración: Equipo Técnico evaluador

Gráfico 3. Material predominante en las paredes.



Elaboración: Equipo Técnico evaluador



B. Material predominante en techos

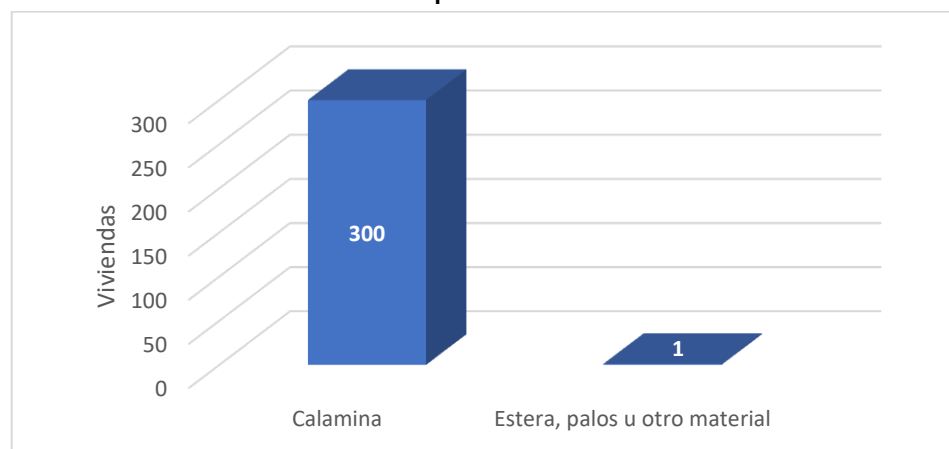
Respecto al material predominante en techos, el siguiente cuadro muestra que, de los 301 predios, la inmensa mayoría (99.67%) tiene calamina como material de techo predominante. Solo una mínima proporción (0.33%) utiliza esteras.

Cuadro 7. Material predominante en los techos

Área de estudio	Tipo de material predominante en los techos	Cantidad	%
CP. San Miguel de Vichaycocha	Estera, palos u otro material	01	99.67%
	Calamina	300	0.33%
Total		301	100%

Elaboración: Equipo Técnico evaluador

Gráfico 4. Material predominante en los techos



Elaboración: Equipo Técnico evaluador

2.3.3. Abastecimiento de agua

Respecto al abastecimiento de agua, el 89.37% de las viviendas del CP. San Miguel de Vichaycocha cuenta servicio de agua conectada a una red pública. Solo un 10.63% no cuenta con el servicio conectado a la red pública.

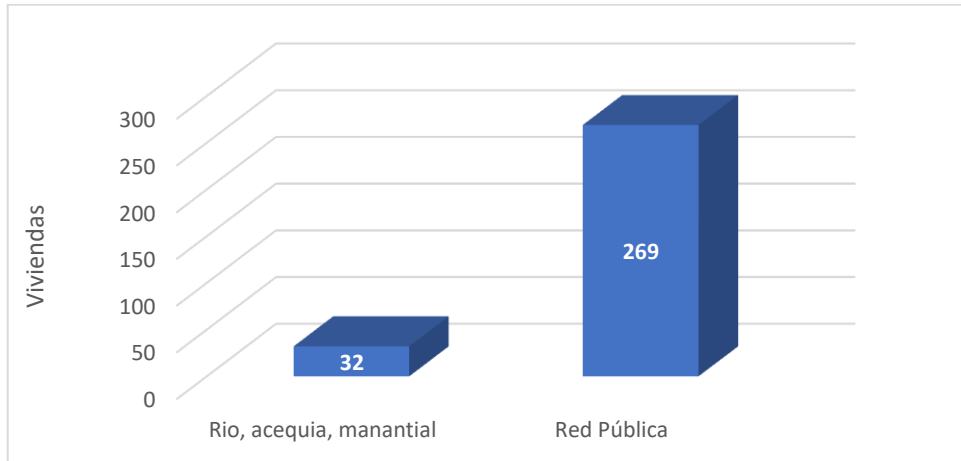
Cuadro 8. Tipo de abastecimiento de agua

Área de estudio	Viviendas con abastecimiento de agua	Cantidad	% con respecto al Número de viviendas del CP
CP. SAN MIGUEL DE VICHAYCOCHA	Red Pública	269	89.37%
	Río, acequia, manantial ó similar	32	10.63%
Total		301	100%

Elaboración: Equipo Técnico evaluador



Gráfico 5. Tipo de abastecimiento de agua



Elaboración: Equipo Técnico evaluador

2.3.4. Disponibilidad de servicios higiénicos

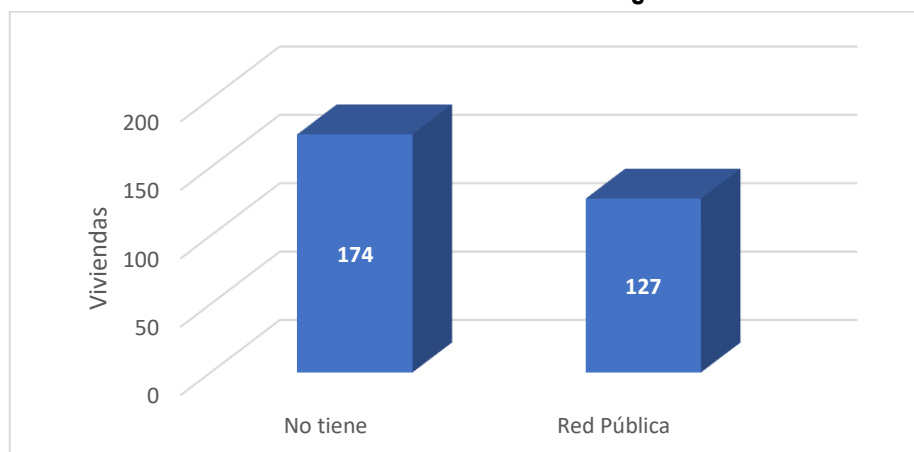
El siguiente cuadro muestra que, de los 301 predios, el 57.81% tiene acceso al servicio de alcantarillado a través de la red pública, mientras que el 42.19% no cuenta aún con este servicio.

Cuadro 9. Viviendas con servicios higiénicos

Area de estudio	Viviendas con servicios higiénicos	Cantidad	% con respecto al centro poblado
CP. SAN MIGUEL DE VICHAYCOCHA	Red Pública de desagüe	127	57.81%
	No tiene	174	42.19%
Total		301	100%

Elaboración: Equipo Técnico evaluador

Gráfico 6. Viviendas con servicios higiénicos



Elaboración: Equipo Técnico evaluador



2.3.5. Educación

En el CP. San Miguel de Vichaycocha, el servicio educativo atiende a una población estudiantil de 86 alumnos. De estos, la mayor cantidad corresponde al nivel primario, representando el 44.79% del total. Es la Institución educativa 20420 Ramon Castilla que en sus niveles de Inicial, primaria y secundaria cubre la demanda de educación en el centro poblado.

Cuadro 10. Número de instituciones educativas

Centro Poblado	Nombre	Nivel	N° Alumnos
CP. San Miguel de Vichaycocha	Jugando aprendo	Inicial no escolarizado	8
	20420 Ramon Castilla	Inicial - Jardín	14
		Primaria	43
		Secundaria	31

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador con datos del Escale - MINEDU (2024).

2.3.6. Salud

En el área de estudio, específicamente en el CP San Miguel de Vichaycocha se encuentra el puesto de salud sin internamiento Vichaycocha.

Cuadro 11. Número de establecimientos de salud

CCPP.	Nombre	Categoría	Código IPRESS	Especialidad	Característica
San Miguel de Vichaycocha	Vichaycocha	I-2	00007193	Medicina general integral	Sin internamiento

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador con datos de SUSALUD (2025).⁴



Fuente: Registro Nacional de Instituciones Prestadoras del servicio de Salud - RENIPRESS

⁴ <http://app20.susalud.gob.pe:8080/registro-renipress>

webapp/ipress.htm?action=mostrarVer&idipress=00007193#no-back-button



2.4 Características Económicas

2.4.1 Actividades económicas

La estructura económica del CP. San Miguel de Vichaycocha se concentra principalmente en el sector agrícola y ganadería, la misma que se lleva a cabo por la comunidad campesina de Vichaycocha.

Otra de las actividades importantes en la zona, pero en menor escala es la actividad turística, debido a los atractivos que existen en la zona, pero que carece de mayor difusión y apoyo de los principales sectores que permitan una masificación, así como la falta de infraestructura de servicios adecuados.

La actividad minera, se desarrolla también en zonas cercanas de la subcuenca Chicrin.

2.5 Características Físicas del territorio

2.5.1 Condiciones geológicas

El reconocimiento de las unidades geológicas en las inmediaciones del área de estudio, se desarrolló en base a información disponible en el Mapa Geológico del Cuadrángulo 13j – Canta a escala 1: 100,000 que fue elaborado por INGEMMET (1973) Boletín N° A 26, complementada con el Informe Técnico N° A7303 – “Evaluación de peligro geológico por movimiento en masa en el CP. San Miguel de Vichaycocha”, así como la identificación y reconocimiento de campo, dentro de los cuales se identificaron las siguientes unidades geológicas.

a. Formación Pariatambo (Ki-pt)

Esta unidad tiene una litología muy uniforme. Consiste esencialmente de margas de color marrón oscuro o gris, con horizontes bien marcados de caliza nodular o tabular de color gris oscuro o negro (se hallan a través de todas las secuencias) y otros nodulares de Chert gris oscuro. Cuando se les fractura tanto las margas como las calizas emiten un olor fétido. Debido a su color y estructura la formación Pariatambo se identifica fácilmente tectónicamente en la zona axial de los sinclinales.

Esta Formación es la edad más reciente y conforma el núcleo del sinclinal tumbado, sus afloramientos se observan en la parte alta del cerro Purun Marca, sobre la comunidad campesina de Vichaycocha. La vertiente coluvio-deluvial adosada a la ladera oeste del cerro, está conformado por bloques caídos de esta formación con diámetros entre 0.3 y 2 m.⁵

b. Formación Pariahuanca (Ki-ph)

Consiste de calizas intemperizadas de color gris, masivas, que comúnmente conforman una prominencia entre la formación más suave Chulec (arriba) y las formaciones Goyllarisquiza y Carhuaz (debajo). Generalmente el grosor es muy variable, pero para la mayor parte del área es posible asignarle un grosor promedio de 50 m.⁶

Esta Formación aflora en ambos márgenes del río Chancay, especialmente en la carretera de acceso a la comunidad campesina de Vichaycocha formando parte de ambos flancos del sinclinal tumbado. Geotécnicamente, presenta un grado de fracturamiento medio (F3), con espaciamientos entre 10 y 30 cm.⁵

⁵ Informe Técnico N° A7303– Evaluación del peligro geológico por movimiento en masa en el CP. San Miguel de Vichaycocha-INGEMMET.

⁶ Boletín A26 Carta 23j cuadrángulo Canta - INGEMMET



c. Formación Chimú (Ki-chi)

Litológicamente la formación consiste de una ortocuarcita de grano medio, la que sin embargo ha sido recrystalizada, teniendo en muestra de mano el aspecto general de una cuarcita metamórfica.⁶

Se encuentra compuesta por estratos gruesos de cuarciarenitas blanquecinas de grano medio, donde se observan estructuras sedimentarias con laminaciones oblicuas. Estas rocas están fuertemente recrystalizadas con granos deformados con poca matriz silícea.⁵

d. Formación Chulec (Ki-chu)

Está constituida por margas con bancos de calizas. Los niveles de margas generalmente tienen más o menos 20 metros de potencia, mientras que los de caliza varían de 1 a 5 metros, ofreciendo en conjunto un grosor total de 200 m. en promedio. Esta alternancia, sin embargo, no siempre es general, habiendo localidades donde la formación consiste totalmente de calizas masivas. Tanto las calizas como las lutitas son de color azul grisáceo, y por intemperismo amarillo y crema que es lo que las caracteriza.⁶

Litológicamente, está constituida por intercalación de margas gris oscuras y calizas en estratos medianos grises, en superficie presentan una coloración algo amarillenta. El grosor de esta Formación es aproximadamente de 180 m.⁵

e. Depósito aluvial (Q-al)

Los depósitos aluviales conforman llanuras antiguas y/o niveles de terrazas adyacentes al valle del río Chancay. Están compuestos por una mezcla heterogénea de bolones, gravas y arenas redondeadas a subredondeadas, limos y arcillas; tienen regular a buena selección, presentándose estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial (Qh-fl), es sobre estos que se asientan parte de la comunidad campesina de Vichaycocha, específicamente la institución educativa Ramón castilla.⁵

f. Depósito coluvial (Q-c)⁷

Son depósitos formados por el transporte de material productos de movimientos geodinámicos recientes, como caída de rocas y/o deslizamientos, evidenciado en la parte sur este del CP. San Miguel de Vichaycocha, en laderas superiores a 25°.

g. Depósito coluvio deluvial (Q-cd)

Son depósitos de materiales transportados de antiguos deslizamientos y caídas de rocas, depositados en la vertiente y/o ladera al este del CP. San Miguel de Vichaycocha. estos se presentan

adosados a la ladera oeste del cerro Purun Marca, cubriendo el substrato rocoso (Fm. Chúlec), y sobre parte de estos se asienta la comunidad campesina de Vichaycocha.⁶

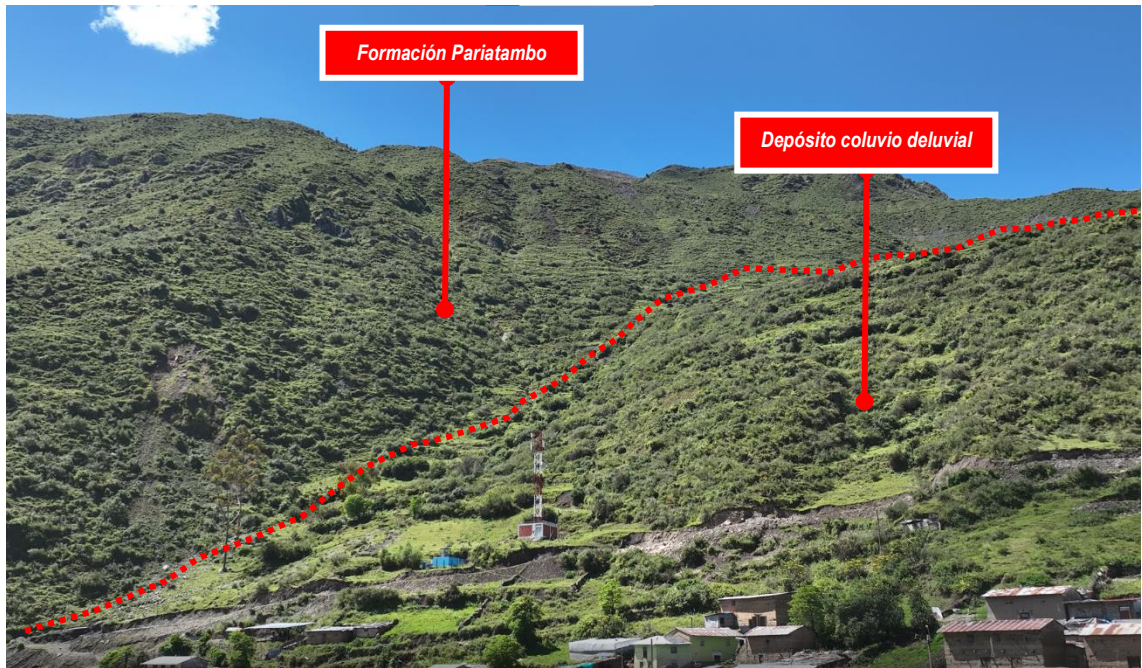
h. Depósitos proluvial (Q-pl)

Son depósitos formados por la acumulación de material mal clasificado como cantos bloques y bolos con rellenos finos arenosos transportado y asentados sobre terrazas aluviales y conos deyección en el fondo del valle.

⁷ Informe Técnico N° A7303– Evaluación del peligro geológico por movimiento en masa en el CP. San Miguel de Vichaycocha-INGEMMET.



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima



Vista de los depósitos coluvio deluviales en las laderas o vertientes productos del transporte de material producto de un antiguo deslizamiento en el CP. San Miguel de Vichaycocha.

Fuente: Equipo Técnico evaluador



Unidades geológicas en a parte baja y laderas del CP. San Miguel de Vichaycocha conformada por formaciones del cretáceo (Pariatambo, Chulec, Chimú) y depósitos recientes (Aluviales, proluviales) en la zona norte del CP.

Fuente: Equipo Técnico evaluador



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Cuadro 12. Unidades geológicas

Unidades geológicas	Simbología
Formación Pariatambo	Ki-pt
Formación Pariahuanca	Ki-ph
Formación Chimú	Ki-chi
Formación Chulec	Ki-Chu
Depósito aluvial	Q-al
Depósito coluvial	Q-c
Depósito coluvio deluvial	Q-cd
Depósito proluvial	Q-pl

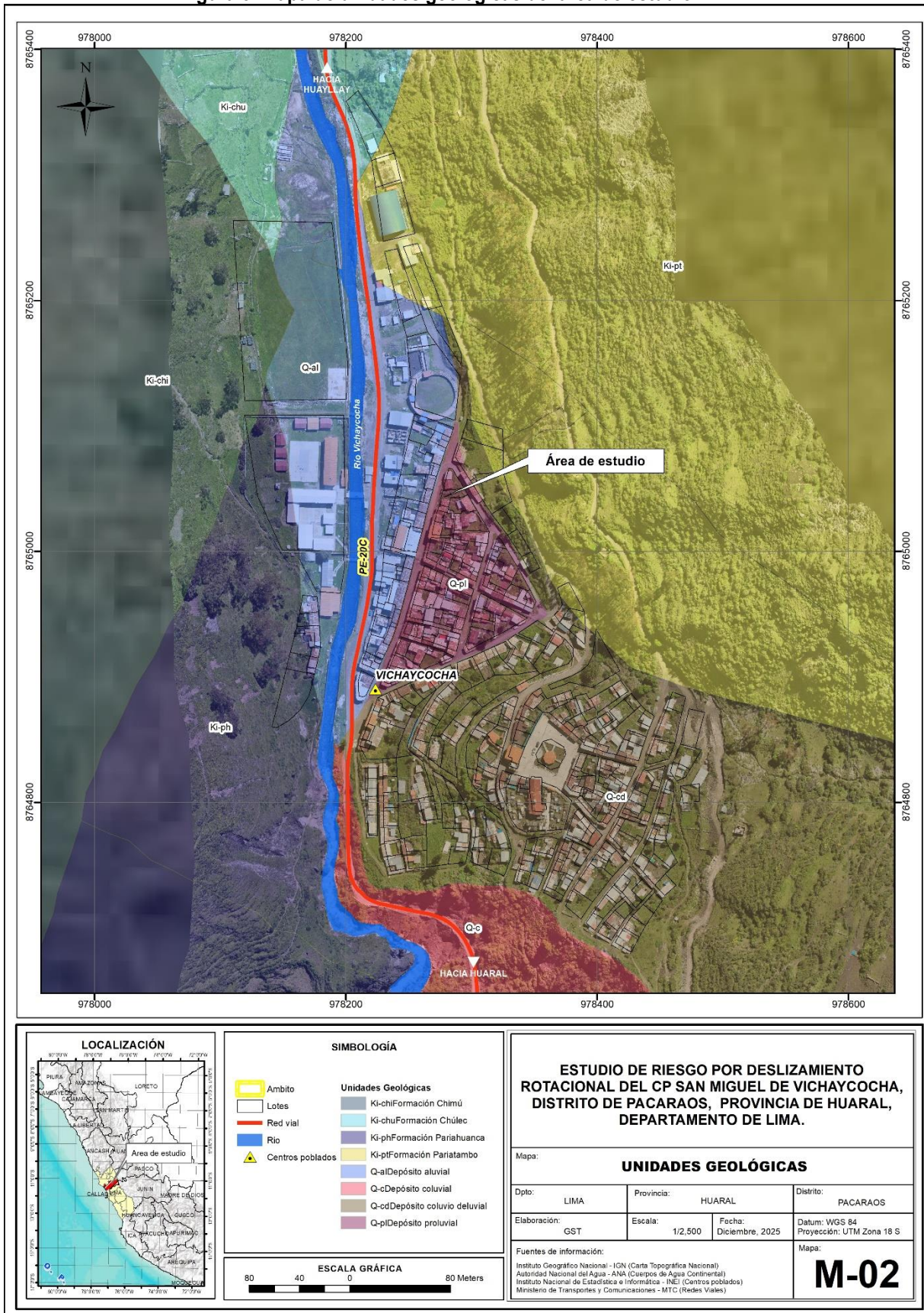
Elaboración: Equipo Técnico evaluador

Las unidades geológicas antes descritas han sido cartografiadas en campo y representadas en el mapa geológico siguiente:



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Figura 3. Mapa de unidades geológicas del área de estudio



Elaboración: Equipo Técnico Evaluador con datos del INGEMMET (2024)



2.5.2 Condiciones geomorfológicas

Las principales unidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio se han identificado en base a sus características físicas y los procesos geodinámicos que las han originado.

Se describirán las geoformas que resultan de la meteorización y/o erosión (denudación) que ocurre sobre relieves emergidos sea por procesos orogénicos o epirogénicos; así como zonas de depresión o valles. La denudación resulta de un conjunto de procesos que determinan la degradación o rebaje de la superficie del terreno.

Los procesos de denudación actúan sobre cualquier tipo de roca que según el origen, estructura y composición pueden acelerar o retardar el desgaste de esta.

También tenemos geoformas resultantes por el depósito de fragmentos o sedimentos originados durante los procesos de erosión de rocas preexistentes en áreas geográficas generalmente de baja pendiente. Entre las unidades geomorfológicas que se clasifican en este ítem se tienen aquellas que se encuentran relacionadas a la dinámica coluvial y deluvial por la geodinámica de la zona la intensidad de las precipitaciones que originan procesos complejos en la estructura.

- **Terraza aluvial (T-al)**

Son superficies ubicadas en ambos márgenes del Río Vichaycocha, donde los procesos de inundación fluvial han acarreado y depositado material como cantos gravas y arenas formando planicies producto de la pendiente moderada. Esta geoforma cubre el 20.6% del ámbito de estudio.

- **Vertiente aluvio torrencial (V-at)**

Son espacios conformados por la acumulación de sedimentos y material gravoso producto de la acción del río y quebradas, así como de material torrencial, esta vertiente se encuentra ubicada en la parte superior de la terraza aluvial en la margen izquierda donde se asienta la parte baja del CP. San Miguel de Vichaycocha, cubriendo el 5.48% del área de estudio.

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

Unidad formada por la acumulación de material detrítico heterogéneo, anguloso a sub anguloso, originado por la caída de rocas. Estos se presentan de manera constante en la ruta de acceso a la comunidad campesina de Vichaycocha formando talud de detritos (de caliza y cuarciarenitas) y acumulación de bloques de roca por caída, esta unidad cubre el 4.36% del área de estudio.

- **Vertiente de deslizamiento (V-dd)**

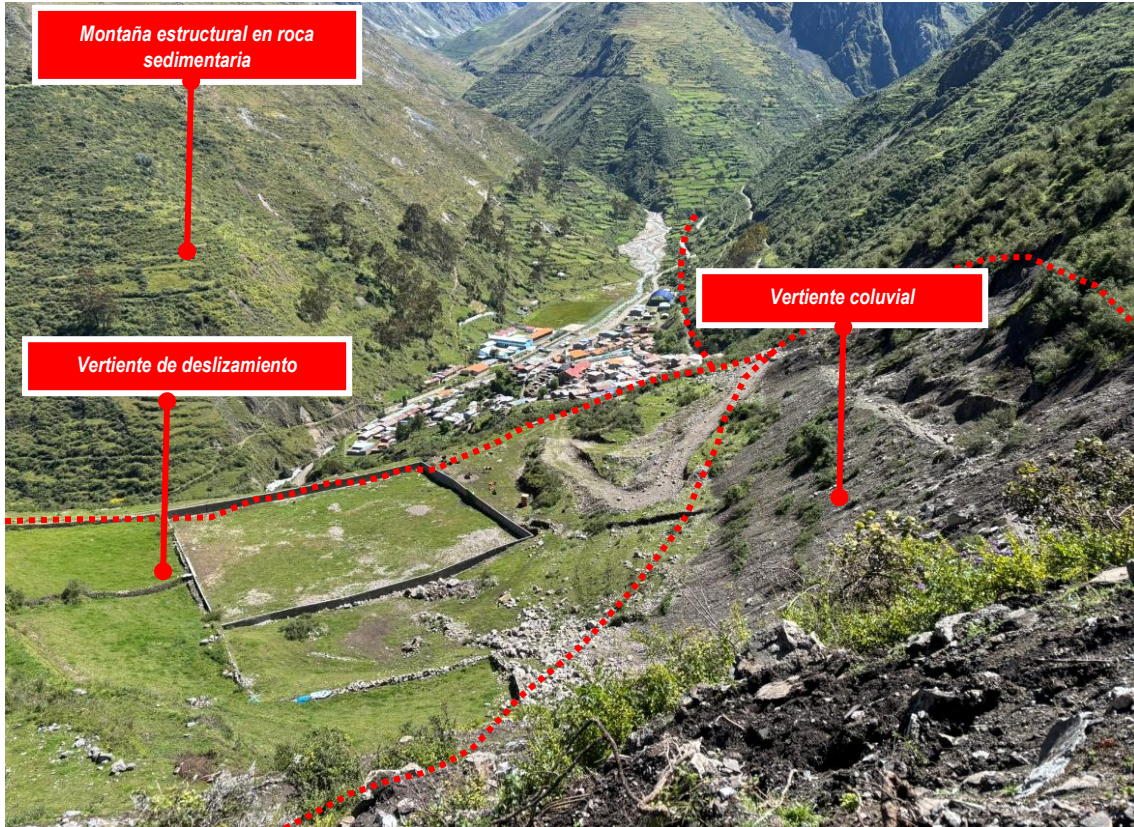
Son formaciones ubicadas en zonas donde se han acumulado material producto de deslizamientos y/o derrumbes que por efectos de la precipitación y de drenaje imperfecto saturan los suelos y que han sufrido alteraciones se deslizan hacia partes bajas. Esta zona es un antiguo deslizamiento del cerro Purun Marca y la parte baja de esta unidad se asienta parte del CP. San Miguel de Vichaycocha. Esta es la unidad de mayor predominancia en el área de estudio y cubre 37.69% del área de estudio.

- **Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs).**

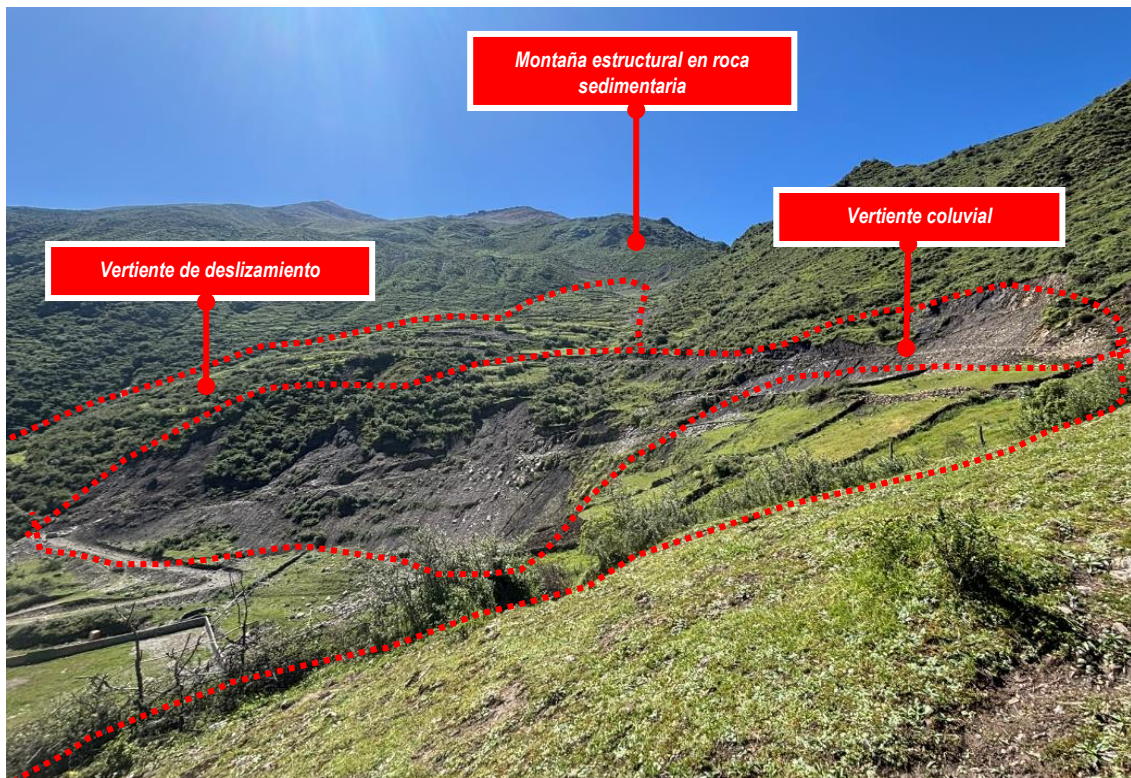
Son formaciones ubicadas en los alrededores del área de estudio, conformado por afloramiento de rocas sedimentarias que han sido erosionados por procesos geodinámicos denudativos. Esta unidad cubre el 31.87% de la superficie del área de estudio.



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima



Diversos tipos de vertientes identificadas en función al tipo de movimiento y transporte de material que han generado un paisaje diverso en la zona.
Fuente: Equipo Técnico evaluador



En las zonas altas se identifican la montaña estructural en roca sedimentaria que predomina la zona, y las vertientes de deslizamiento y vertientes coluviales producidos por efectos de deslizamientos.
Fuente: Equipo Técnico evaluador



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima



En la zona baja del CP. San Miguel de Vichaycocha se identifica la terraza aluvial influenciada por la presencia del Río Vichaycocha, y la vertiente aluvio torrencial conformado por depósitos de antiguos flujos de detritos de la quebrada cocha.

Fuente: Equipo Técnico evaluador

Cuadro 13. Unidades Geomorfológicas

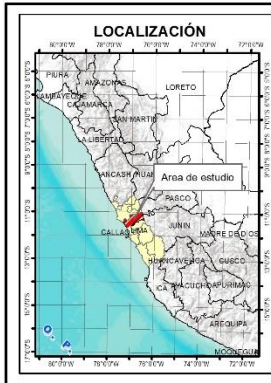
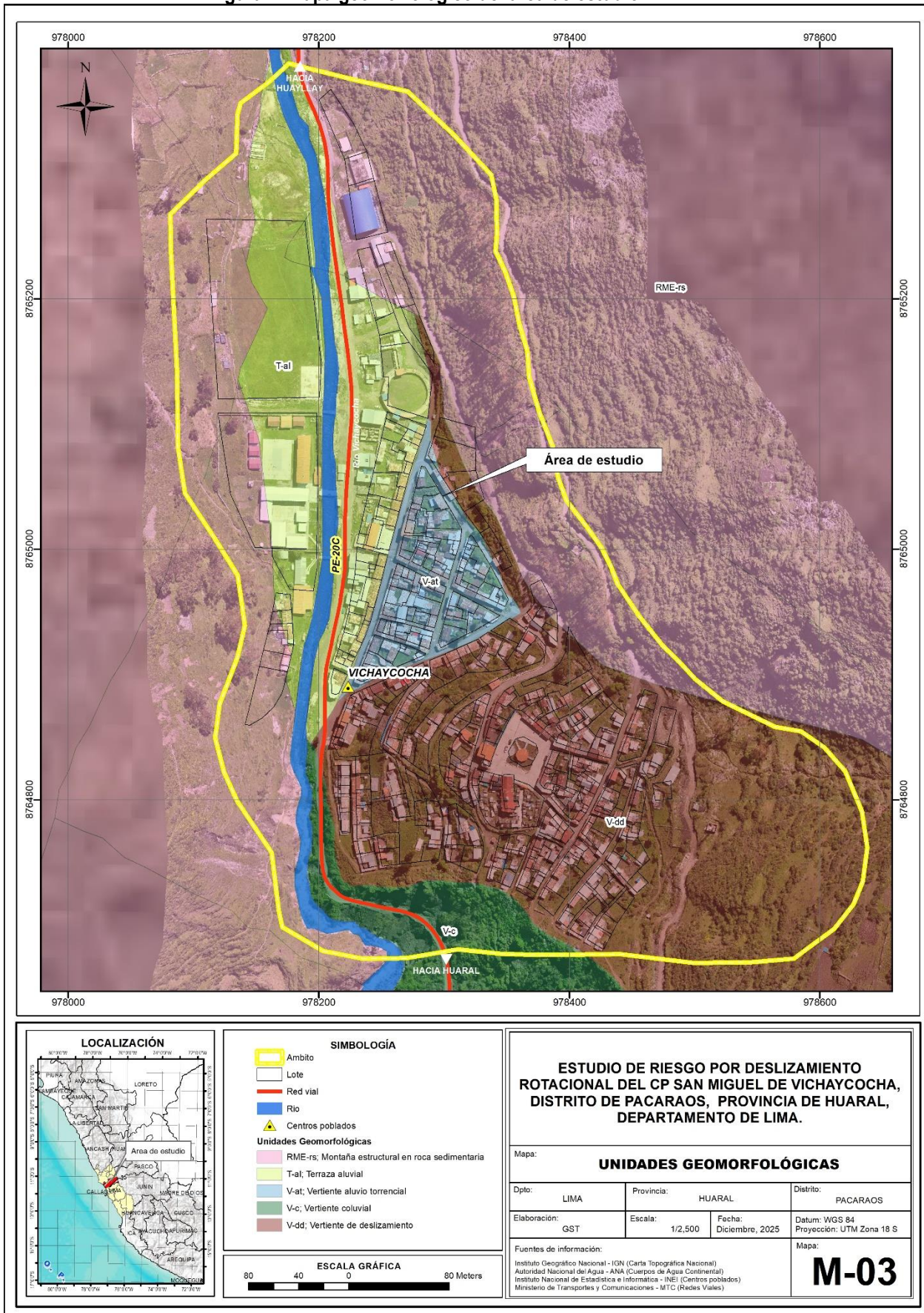
Unidades geomorfológicas	Simbología	Area (Ha)	%
Montaña estructural en roca sedimentaria	RME-rs	7.33	31.87
Terraza aluvial	T-al	4.74	20.60
Vertiente de deslizamiento	V-dd	8.67	37.69
Vertiente coluvial	V-co	1.00	4.36
Vertiente aluvio torrencial	V-at	1.26	5.48

Elaboración: Equipo Técnico evaluador



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Figura 4. Mapa geomorfológico del área de estudio



SIMBOLOGÍA

- Ambito
- Lote
- Red vial
- Río
- ▲ Centros poblados

Unidades Geomorfológicas

- RME-rs; Montaña estructural en roca sedimentaria
- T-al; Terraza aluvial
- V-at; Vertiente aluvio torrencial
- V-c; Vertiente coluvial
- V-dd; Vertiente de deslizamiento

ESCALA GRÁFICA

80 40 0 80 Meters

ESTUDIO DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO ROTACIONAL DEL CP SAN MIGUEL DE VICHAYCOCHA, DISTRITO DE PACARAOS, PROVINCIA DE HUARAL, DEPARTAMENTO DE LIMA.

Mapa: **UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS**

Dpto: LIMA	Provincia: HUARAL	Distrito: PACARAOS
Elaboración: GST	Escala: 1/2.500	Fecha: Diciembre, 2025
Fuentes de información: Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Topográfica Nacional) Autoridad Nacional del Agua - ANA (Cuerpos de Agua Continental) Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (Centros poblados) Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC (Redes Viales)		Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 18 S

M-03

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador con datos de INGGEMMET (2022).



2.5.3 Cobertura vegetal

Están definidas por unidades espaciales clasificadas en base a criterios geográficos, fisonómicos, condición de humedad y excepcionalmente florísticos. Se ha tomado como información base el mapa nacional de cobertura vegetal del Perú, ampliado y complementado con el trabajo de campo, donde se han identificado las siguientes coberturas:

Centro Urbano:

Conformado por el área ocupada por el centro poblado de Vichaycocha y las áreas de expansión hacia las laderas y el valle, donde no existe cobertura vegetal.

Zona agrícola:

Conformado por las superficies cuyo uso actual es la agricultura y zonas que han sido aprovechadas para estas y que carecen de cobertura vegetal propias de la zona.

Matorral arbustivo:

Este tipo de cobertura vegetal se encuentra distribuido ampliamente en la región andina, desde aproximadamente 1500 hasta 3800 m. s. n. m. y se encuentra dominado por las condiciones subhúmedas. La vegetación está conformada por comunidades arbustivas tanto de carácter caducifolio como de carácter perennifolio, mostrando una mayor diversidad florística.⁸

Pajonal andino:

Este tipo de cobertura vegetal está conformado mayormente por herbazales ubicado en la porción superior de la cordillera de los andes, aproximadamente entre 3800 y 4800 m. s. n. m. Se desarrolla sobre terrenos que van desde casi planos como en las altiplanicies hasta empinados o escarpado, en las depresiones y fondo de valles glaciares.

Bosque de eucaliptos:

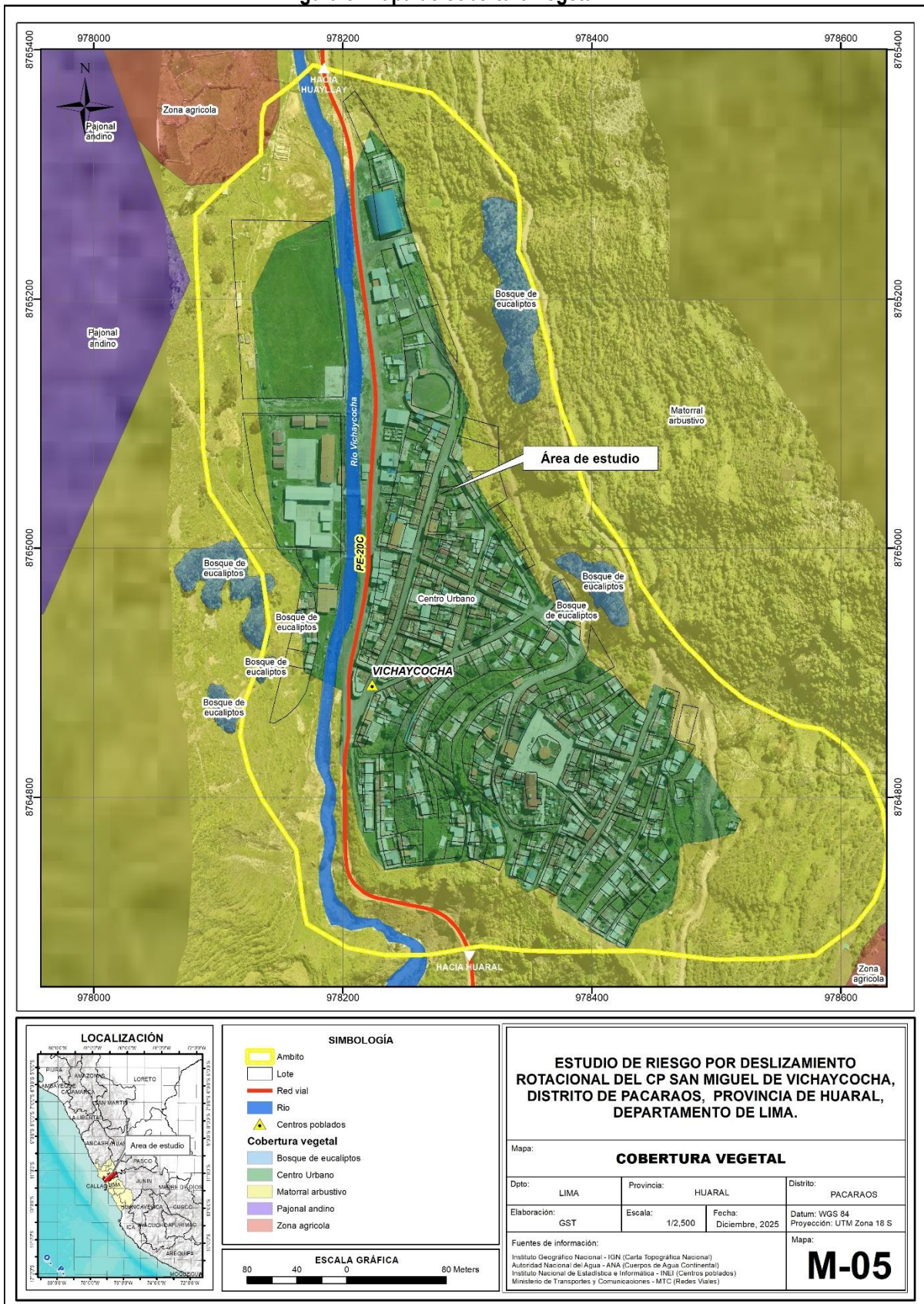
Son aquellas áreas ubicadas en las vertientes que han sido forestadas por eucaliptos como medidas de protección ante peligros naturales ya que tienen la propiedad de fijar y estabilizar el suelo, así mismo se han introducido como protección a las áreas de cultivo. Estas áreas se encuentran dispersas en las vertientes del área de estudio.

⁸ Memoria descriptiva de Mapa Nacional de cobertura vegetal



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Figura 5. Mapa de cobertura vegetal



Elaboración: Equipo Técnico Evaluador con datos de MINAM (2022).



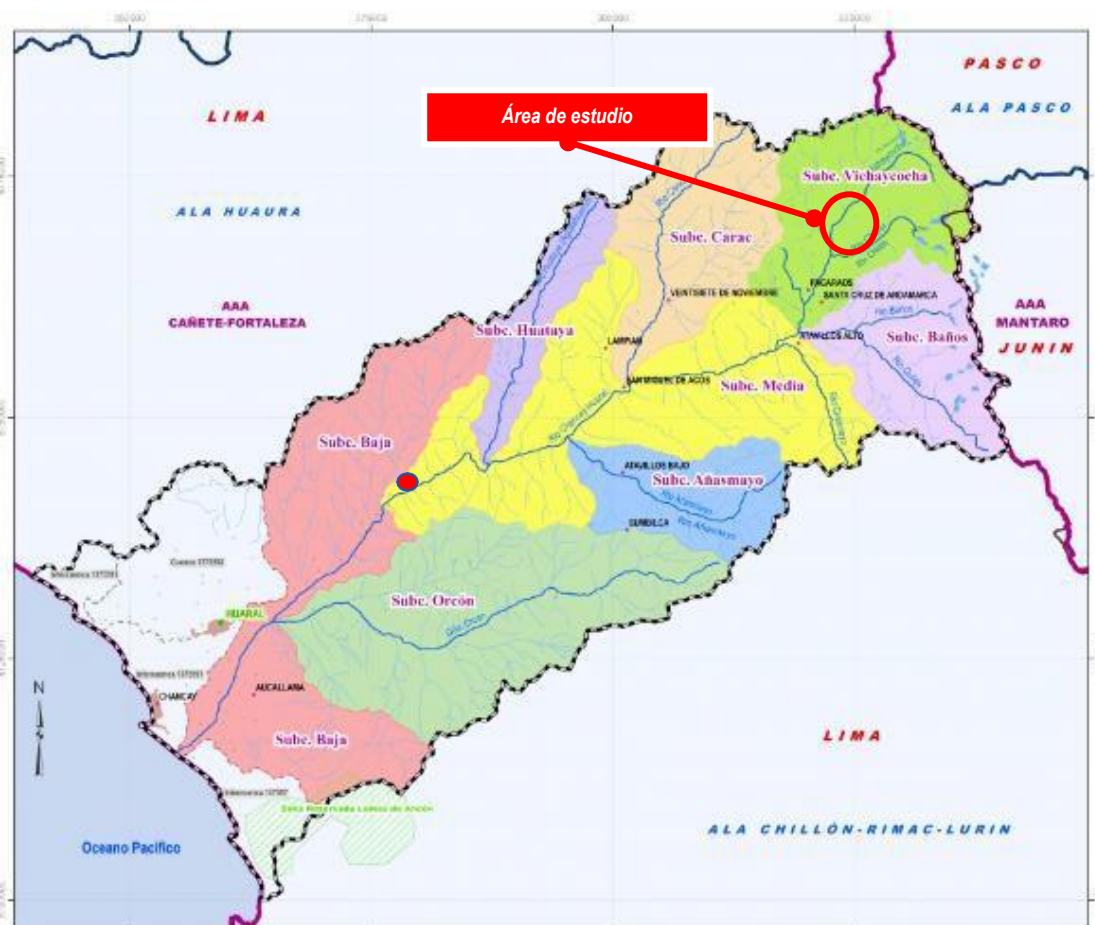
2.5.4 Hidrografía

El área de estudio forma parte de la cuenca hidrográfica Chancay - Huaral que cuenta con un área de 3062 km², cuyas aguas drenan en sentido predominante noreste – suroeste.

Este Río nace en la Subcuenca del Río Vichaycocha y recibe a lo largo de su recorrido los aportes de las Subcuencas Tributarias. El primer aporte es de la Subcuenca del Río Baños en la parte alta de la cuenca para luego recibir los aportes de las Subcuencas de los Ríos Carac, Añasmayo, Huataya y Orcon, además reciben también el aporte de pequeñas microcuencas repartidas en la Subcuenca Media y Baja.

El área de estudio, ubicado aproximadamente a 3550 msnm, forma parte de la subcuenca del río Vichaycocha.⁹

Figura 6. Cuenca del río Chancay



Fuente: Consejo de recursos hídricos de la cuenca Huaral Chancay – ANA.

⁹ Unidades Hidrográficas menores; <https://crhc.ana.gob.pe/chancay-huaral/ambito-de-gestion/unidades-hidrograficas-menores> - ANA



2.5.5 Pendiente de terreno:

Es el ángulo de inclinación del terreno que se expresa en grados o porcentajes. Este parámetro permite caracterizar los relieves, además influye en la dinámica de los distintos peligros de origen natural.

El diseño de mapa de pendientes del área de estudio fue desarrollado a partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE) elaborado en base a una imagen satelital Alos Palsar y el vuelo fotogramétrico, haciendo uso de herramientas de geoprocetamiento (área de influencia, construcción de modelos, análisis espacial, etc.) mediante software Metashape Agisoft para diferenciar gráficamente los ángulos de inclinación del relieve en el área de estudio, así mismo se trabajó un vuelo fotogramétrico con aeronave RPAS (dron), a una altura de 100 m. georreferenciado con GPS diferencial de precisión centimétrica y procesamiento PPK, que facilitó una mejor imagen en la zona urbana y zonas aledañas que permitieron una mejor resolución para el MDE y un mejor modelado de las pendientes.

Los rangos de pendiente fueron adaptados según el manual de evaluación de riesgos originados por peligros naturales V.02, elaborado por CENEPRED.

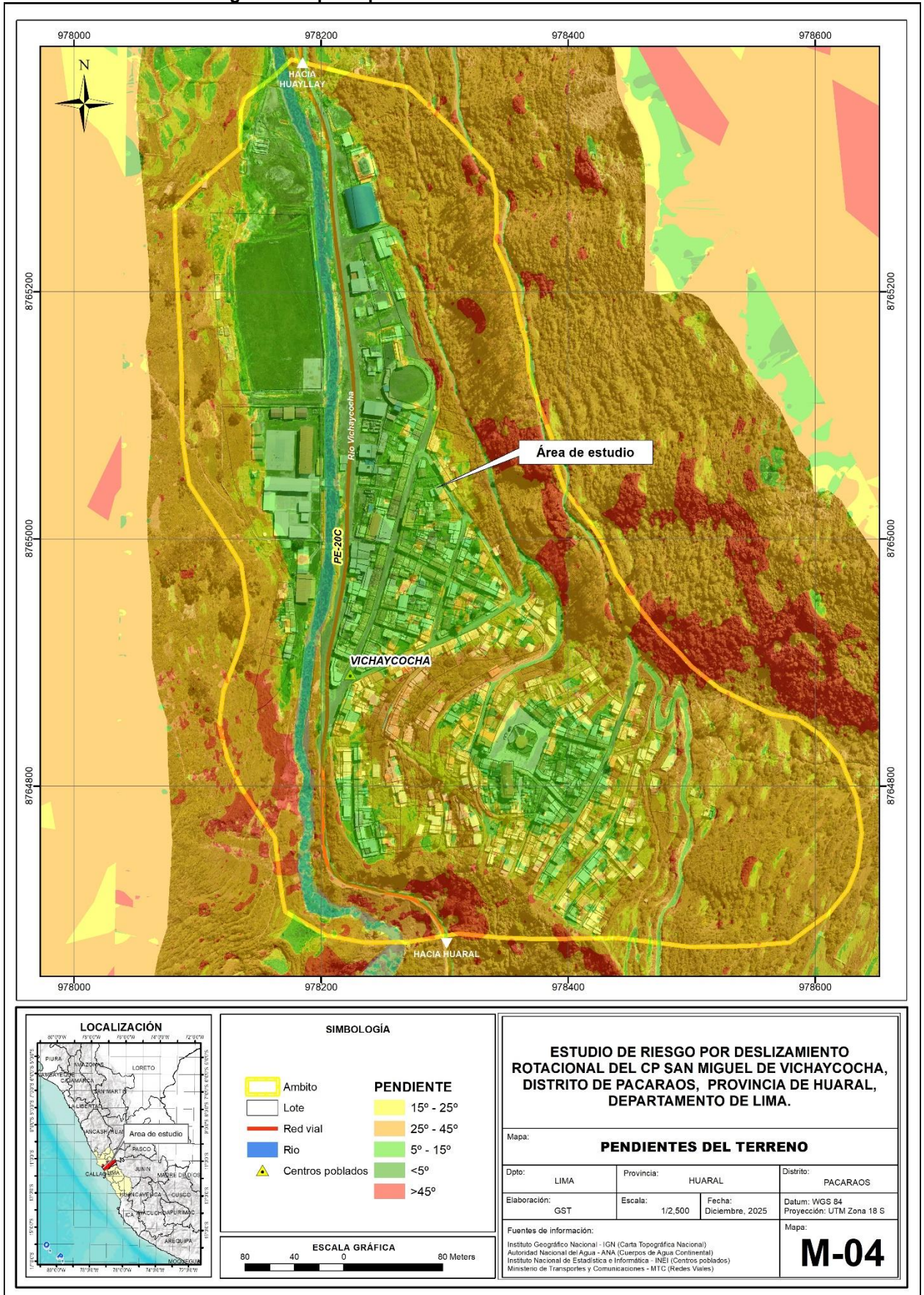
Cuadro 14. Clasificación de rangos de Pendientes

Rango	Descripción
0° a 5°	Terreno llano, inclinado con pendiente suave
5° a 15°	Pendiente moderada
15° a 25°	Pendiente fuerte
25° a 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
Mayores a 45°	Terreno muy escarpado

Fuente: Equipo Técnico Evaluador



Figura 7. Mapa de pendientes del área de estudio



Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



2.5.6 Clasificación Climática

En base al Mapa de Clasificación Climática del Perú (SENAMHI, 2020), desarrollado a través del Sistema de Clasificación de Climas de Warren Thornthwaite, el sector donde se ubica el área de estudio posee dos tipos de clima¹⁰:

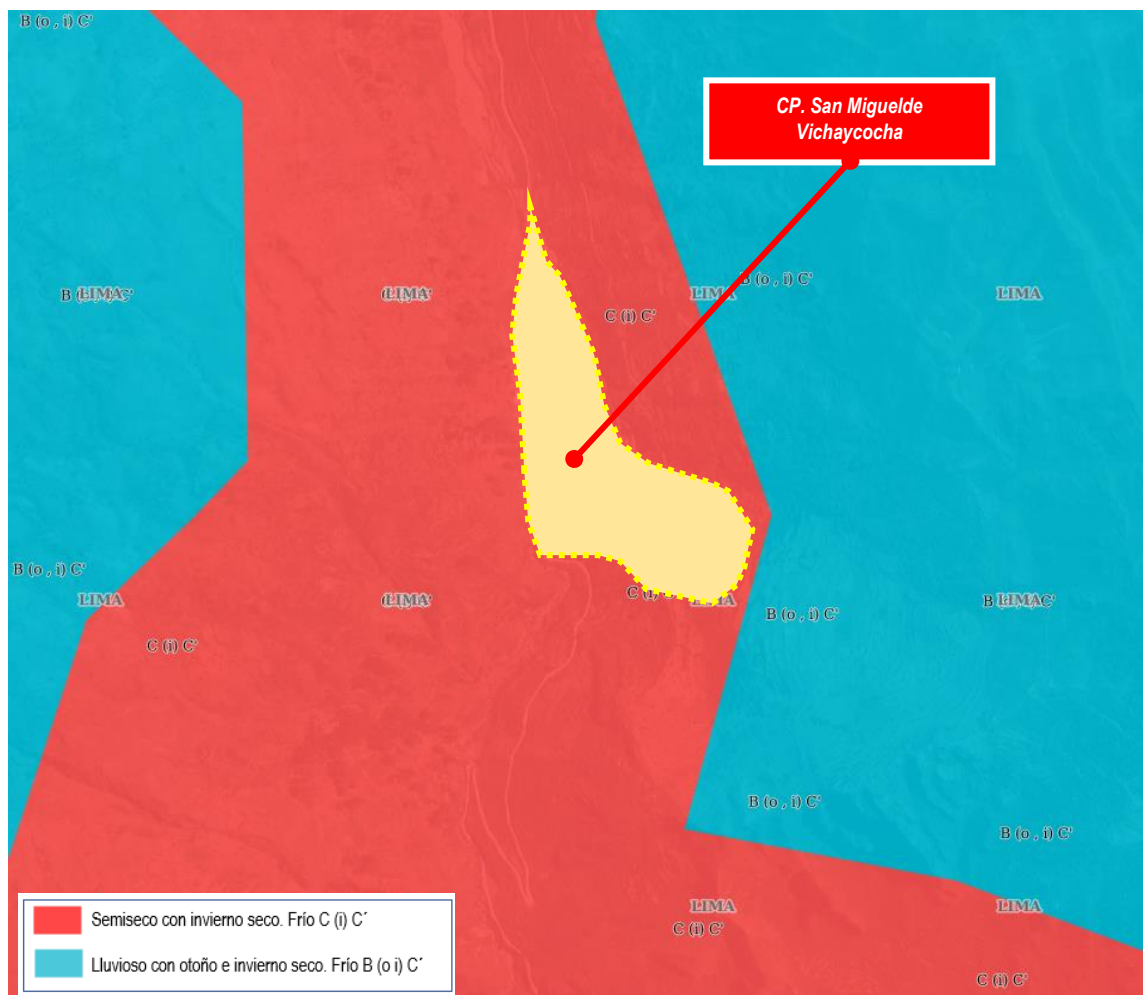
- Semiseco con invierno frío seco C(i) C':

Esta región presenta durante el año en promedio, temperaturas máximas de 13°C a 17°C de y temperaturas mínimas de -7°C a 5°C. Además, los acumulados anuales de precipitación varían de 200 mm a 700 mm aproximadamente. En esta clasificación se encuentra el CP. San Miguel de Vichaycocha.

- Lluvioso con otoño e invierno seco frío B(o i) c'.

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 9°C a 19°C y temperaturas mínimas de -3°C a 3°C. Además, los acumulados anuales de precipitación de pueden variar desde los 500 mm hasta los 1200 mm aproximadamente.

Figura 8. Mapa de clasificación climática – CP. San Miguel de Vichaycocha



Fuente: SENAMHI 2020.⁹

¹⁰ Mapa de clasificación climática del Perú – SENAMHI; 2020 (<https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>)0.2



2.5.7 Precipitaciones

Precipitaciones máximas en 24 horas

De acuerdo a la evaluación de la red meteorológica del SENAMHI, la zona de estudio cuenta con la influencia de 6 estaciones próximas al área de estudio, las mismas que se detallan en el siguiente cuadro

Cuadro 15. Estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio

N°	ESTACIÓN	OPERADOR	ESTADO	TIPO	ALTITUD (m.s.n.m)	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
						LATITUD	LONGITUD
1	PIRCA	SENAMHI	EN USO	CONVENCIONAL	3342	-11.23	-76.65
2	SANTA CRUZ	SENAMHI	EN USO	CONVENCIONAL	3583	-11.20	-76.63
3	HUARIOS	SENAMHI	EN USO	CONVENCIONAL	3585	-11.40	-76.57
5	CANTA	SENAMHI	EN USO	CONVENCIONAL	2832	-11.47	-76.63
6	CARAC	SENAMHI	CERRADO	CONVENCIONAL	2630	-11.18	-76.78
7	HUAYAN	SENAMHI	CERRADO	CONVENCIONAL	3460	-11.45	-77.12
8	PACAYBAMBA	SENAMHI	CERRADO	CONVENCIONAL	1396	-11.45	-76.90
6	PALLAC	SENAMHI	CERRADO	CONVENCIONAL	1354	-11.35	-76.80

Fuente: SENAMHI 2020

Para el desarrollo del presente estudio, específicamente para el análisis del parámetro de precipitación máxima en 24 horas (P24h), se seleccionaron las estaciones meteorológicas Santa Cruz, Canta y Huaros, debido a que cumplen con criterios técnicos fundamentales de representatividad hidrometeorológica.

Estas estaciones se ubican en proximidad geográfica al área de estudio, además de presentar condiciones altitudinales similares, lo que permite una adecuada caracterización del régimen de precipitaciones.

Asimismo, cuentan con series históricas de datos superiores a 20 años, con menor presencia de vacíos de información en comparación con otras estaciones cercanas, y se encuentran operativas o con registros actualizados, lo que garantiza la confiabilidad de la información utilizada.

En ese sentido, la integración de estas tres estaciones permite reducir la incertidumbre del análisis y obtener resultados más representativos del comportamiento de la precipitación en el ámbito de estudio.

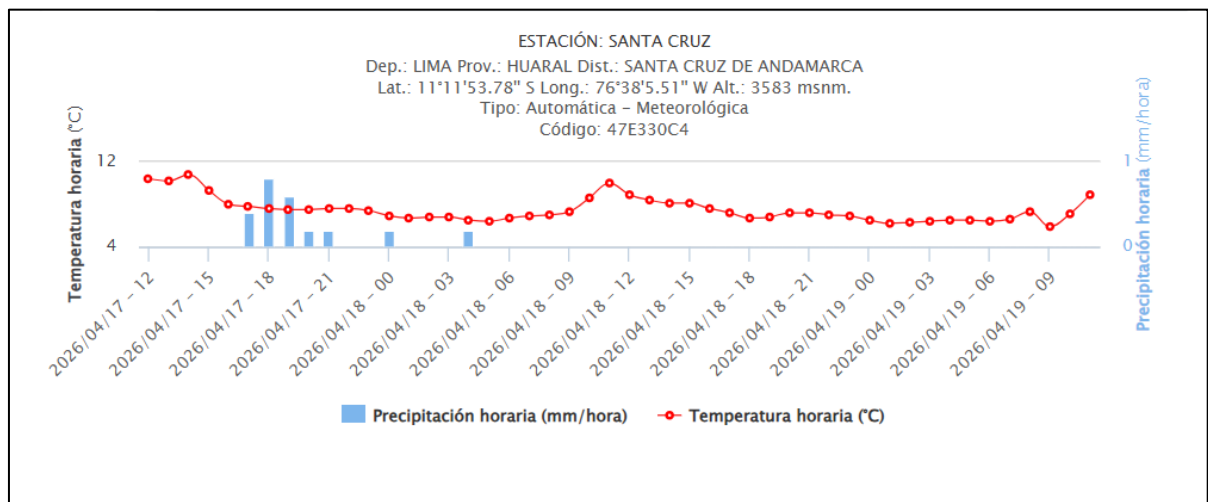


Cuadro 16. Estaciones meteorológicas evaluadas

N°	ESTACIÓN	OPERADOR	ESTADO	PERIODO DE DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN	ALTITUD (m.s.n.m)
1	SANTA CRUZ	SENAMHI	EN USO	1963 - 2024	3583
2	HUAROS	SENAMHI	EN USO	1963 - 2024	3585
3	CANTA	SENAMHI	EN USO	1963 - 2025	2832

Fuente: SENAMHI 2025

Gráfico 7. Estación Santa Cruz



Fuente: SENAMHI 2026

Cuadro 17. Precipitaciones en 24 horas (mm/24h) – Estación santa Cruz

AÑOS	SANTA CRUZ	AÑOS	SANTA CRUZ
	(mm/24h)		(mm/24h)
1963	12.7	1994	17
1964	20.3	1995	18.5
1965	32	1996	20.6
1966	18.2	1997	19
1967	18.6	1998	21.1
1968	14	1999	19
1969	23.2	2000	18
1970	14.3	2001	23.4
1971	12.7	2002	30.2
1972	25.5	2003	20
1973	27.1	2004	18.4
1974	20.5	2005	18.2

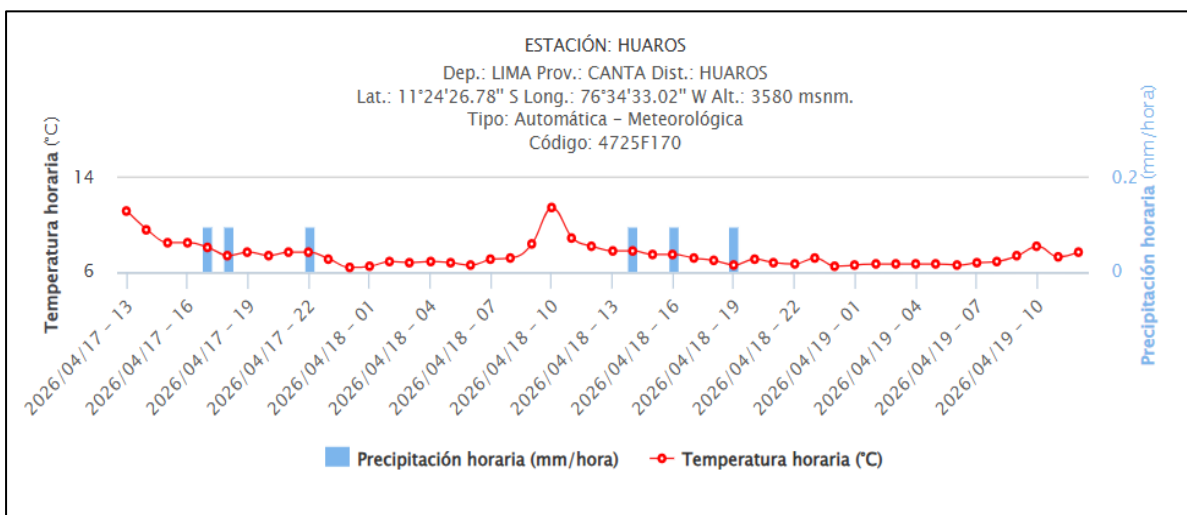


Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

AÑOS	SANTA CRUZ	AÑOS	SANTA CRUZ
	(mm/24h)		(mm/24h)
1975	16.9	2006	19.2
1976	14.5	2007	16.4
1977	18.9	2008	15.2
1978	15.2	2009	21.3
1979	12.4	2010	14.2
1980	25.3	2011	14.1
1981	24.6	2012	28
1982	16.5	2013	14
1983	26.1	2014	17.4
1984	30.3	2015	14
1985	18.6	2016	15.6
1986	18	2017	19.4
1987	15	2018	15
1988	15	2019	11
1989	15.2	2020	6.6
1990	13.4	2021	6.4
1991	10.3	2022	13.8
1992	14.2	2023	7.4
1993	16.3	2024	7.8

Fuente: SENAMHI 2026

Gráfico 8. Estación Huaros



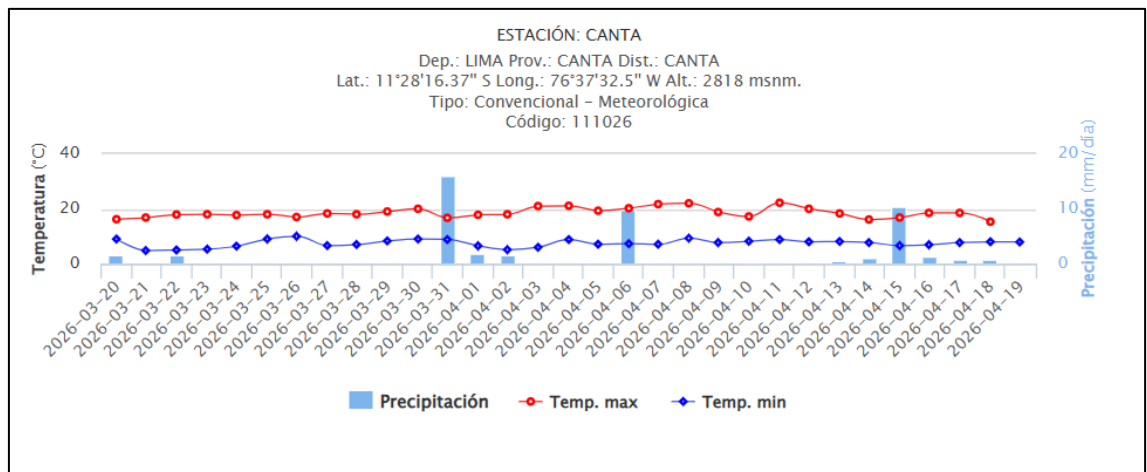
Fuente: SENAMHI 2026



Cuadro 18. Precipitaciones en 24 horas (mm./24h) – Estación Huaros

AÑOS	HUAROS	AÑOS	HUAROS
	(mm/24h)		(mm/24h)
1963	8.1	1994	26.4
1964	20	1995	25
1965	31.5	1996	23.6
1966	31.4	1997	20.9
1967	27.9	1998	20.5
1968	13	1999	23
1969	20	2000	22.3
1970	25	2001	24.4
1971	20.5	2002	19.2
1972	19.7	2003	19.1
1973	44.4	2004	13.5
1974	15.2	2005	20
1975	17.1	2006	17.5
1976	18.4	2007	19.6
1977	31.5	2008	14.9
1978	12.1	2009	22.4
1979	18.7	2010	16.4
1980	26.5	2011	19.3
1981	24.4	2012	19.3
1982	20.5	2013	28.4
1983	18	2014	16.5
1984	31.8	2015	28
1985	31.5	2016	28.9
1986	18	2017	22.8
1987	16.8	2018	21.4
1988	12	2019	16
1989	18.1	2020	18.5
1990	14.7	2021	13.4
1991	17.6	2022	11.2
1992	11.7	2023	27.5
1993	21	2024	13.2

Gráfico 9. Estación Canta



Fuente: SENAMHI 2026

Cuadro 19. Precipitaciones en 24 horas (mm/24h) – Estación Canta



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

AÑOS	CANTA	AÑOS	CANTA
	(mm/24h)		(mm/24h)
1963	9	1994	15.5
1964	16	1995	12.4
1965	13.6	1996	16.7
1966	15	1997	30
1967	22.7	1998	30.5
1968	12.1	1999	24.1
1969	21.3	2000	19.2
1970	51.2	2001	33.5
1971	13.2	2002	18
1972	25.7	2003	28.2
1973	23.6	2004	18.6
1974	16.9	2005	12.9
1975	18.6	2006	24.7
1976	18.2	2007	20.9
1977	33	2008	28.9
1978	17.6	2009	21.2
1979	16.4	2010	14.2
1980	14.6	2011	13.2
1981	17.4	2012	17.5
1982	17	2013	18.3
1983	16.8	2014	8.8
1984	23.4	2015	20.5
1985	7.6	2016	21.5
1986	23.4	2017	23.5
1987	8	2018	19.4
1988	9	2019	19.1
1989	8.3	2020	16.6
1990	2	2021	13.4
1991	1.2	2022	27.5
1992	0.9	2023	33
1993	9.4	2024	25.7
1994	15.5	2025	30.4

Como se aprecian en los cuadros anteriores, se presentan 62 años de registro de información pluviométrica con registros hasta el año 2024-25.

Según la Guía de prácticas hidrológicas de la Organización Meteorológica Mundial – OMM (Volumen II: Gestión de recursos hídricos y aplicación de prácticas hidrológicas - Tabla II.5.5 (OMM N°168 – 2011), se recomienda multiplicar los datos pluviométricos por un factor de ajuste de la Frecuencia de observación diaria, según la tabla siguiente.

Cuadro 20. Factor de ajuste por frecuencia de observación diaria

Numero de observaciones / día	1	2	3 - 4	5 - 8	9 - 24	>24
Factor de ajuste (K)	1.13	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00

Fuente: Organización Meteorológica Mundial.

Los registros de precipitación en las estaciones evaluadas han sido obtenidos mediante pluviómetros con tres lecturas diarias (a las 07, 13 y a las 19 horas), lo que puede provocar que



los registros máximos sean subestimados. Para tomar en cuenta este efecto, los valores obtenidos se han afectado por el factor de ajuste $K=1.03$ indicado en la Tabla anterior.

Cuadro 21. Precipitaciones en 24 horas (mm/24h) reajustado – Estación santa Cruz

AÑOS	SANTA CRUZ	AÑOS	SANTA CRUZ
	(mm/24h)		(mm/24h)
1963	13.08	1994	17.51
1964	20.91	1995	19.06
1965	32.96	1996	21.22
1966	18.75	1997	19.57
1967	19.16	1998	21.73
1968	14.42	1999	19.57
1969	23.9	2000	18.54
1970	14.73	2001	24.1
1971	13.08	2002	31.11
1972	26.27	2003	20.6
1973	27.91	2004	18.95
1974	21.12	2005	18.75
1975	17.41	2006	19.78
1976	14.94	2007	16.89
1977	19.47	2008	15.66
1978	15.66	2009	21.94
1979	12.77	2010	14.63
1980	26.06	2011	14.52
1981	25.34	2012	28.84
1982	17	2013	14.42
1983	26.88	2014	17.92
1984	31.21	2015	14.42
1985	19.16	2016	16.07
1986	18.54	2017	19.98
1987	15.45	2018	15.45
1988	15.45	2019	11.33
1989	15.66	2020	6.8
1990	13.8	2021	6.59
1991	10.61	2022	14.21
1992	14.63	2023	7.62
1993	16.79	2024	8.03

Cuadro 22. Precipitaciones en 24 horas (mm/24h) reajustado – Estación Huaros

AÑOS	HUARIOS	AÑOS	HUARIOS
	(mm/24h)		(mm/24h)
1963	8.3	1994	27.2
1964	20.6	1995	25.8
1965	32.4	1996	24.3
1966	32.3	1997	21.5
1967	28.7	1998	21.1
1968	13.4	1999	23.7



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

AÑOS	HUAROS	AÑOS	HUAROS
	(mm/24h)		(mm/24h)
1969	20.6	2000	23
1970	25.8	2001	25.1
1971	21.1	2002	19.8
1972	20.3	2003	19.7
1973	45.7	2004	13.9
1974	15.7	2005	20.6
1975	17.6	2006	18
1976	19	2007	20.2
1977	32.4	2008	15.3
1978	12.5	2009	23.1
1979	19.3	2010	16.9
1980	27.3	2011	19.9
1981	25.1	2012	19.9
1982	21.1	2013	29.3
1983	18.5	2014	17
1984	32.8	2015	28.8
1985	32.4	2016	29.8
1986	18.5	2017	23.5
1987	17.3	2018	22
1988	12.4	2019	16.5
1989	18.6	2020	19.1
1990	15.1	2021	13.8
1991	18.1	2022	11.5
1992	12.1	2023	28.3
1993	21.6	2024	13.6

Cuadro 23. Precipitaciones en 24 horas (mm/24h) reajustado – Estación Canta

AÑOS	CANTA	AÑOS	CANTA
	(mm/24h)		(mm/24h)
1963	9.27	1995	12.77
1964	16.48	1996	17.2
1965	14.01	1997	30.9
1966	15.45	1998	31.42
1967	23.38	1999	24.82
1968	12.46	2000	19.78
1969	21.94	2001	34.51
1970	52.74	2002	18.54
1971	13.6	2003	29.05
1972	26.47	2004	19.16



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

AÑOS	CANTA	AÑOS	CANTA
	(mm/24h)		(mm/24h)
1973	24.31	2005	13.29
1974	17.41	2006	25.44
1975	19.16	2007	21.53
1976	18.75	2008	29.77
1977	33.99	2009	21.84
1978	18.13	2010	14.63
1979	16.89	2011	13.6
1980	15.04	2012	18.03
1981	17.92	2013	18.85
1982	17.51	2014	9.06
1983	17.3	2015	21.12
1984	24.1	2016	22.15
1985	7.83	2017	24.21
1986	24.1	2018	19.98
1987	8.24	2019	19.67
1988	9.27	2020	17.1
1989	8.55	2021	13.8
1990	2.06	2022	28.33
1991	1.24	2023	33.99
1992	0.93	2024	26.47
1993	9.68	2025	31.31
1994	15.97		

El análisis de distribución o frecuencia de la precipitación en 24 horas, fue realizado para diferentes modelos de distribuciones probabilísticas, aplicando la prueba de bondad de ajuste por el método de Kolmogórov-Smirnov utilizando para ello el software Hydrognomon, el resumen de los resultados son los siguientes:



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Cuadro 24. Prueba de bondad de ajuste Método Kolmogórov Smirnov - Precipitación en 24 Horas – Estación Santa Cruz

Kolmogorov-Smirnov test for:All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	65.43%	0.0932
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	68.22%	0.0911
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	78.66%	0.08299
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	83.78%	0.07864
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	25.40%	0.12893
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	16.04%	0.14264
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	77.21%	0.08416
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	81.94%	0.08025
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	19.60%	0.13683
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	82.24%	0.07999
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	25.65%	0.12863
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	12.36%	0.14984
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	58.68%	0.09831
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	79.61%	0.08221
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	66.22%	0.09261
Pareto	REJECT	REJECT	REJECT	0.03%	0.26904
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	80.91%	0.08113
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	66.36%	0.0925
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	73.14%	0.08735
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	21.24%	0.13444
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	11.19%	0.15249
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	60.37%	0.09703
Pareto (L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.04%	0.263
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	40.88%	0.11284
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	30.90%	0.1226
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	43.78%	0.11029
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	32.49%	0.12092

Cuadro 25. Prueba de bondad de ajuste Método Kolmogórov Smirnov - Precipitación en 24 Horas – Estación Huaros

Kolmogorov-Smirnov test for:All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	45.33%	0.10896
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	45.64%	0.1087
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.67%	0.05136
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.48%	0.05315
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	39.59%	0.11401
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	22.51%	0.13269
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.74%	0.06789
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.12%	0.05539
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.59%	0.06664
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.30%	0.05435
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	26.48%	0.12763
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.77%	0.17897
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	41.65%	0.11215
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.72%	0.05079
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.75%	0.06789
Pareto	REJECT	REJECT	REJECT	%	0.48516
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.15%	0.05523
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.21%	0.05904
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.57%	0.0578
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	50.76%	0.10449
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.74%	0.17914
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	39.78%	0.11384
Pareto (L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.00%	0.30144
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	45.96%	0.10843
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	16.59%	0.14167
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	75.28%	0.08569
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	16.72%	0.14145

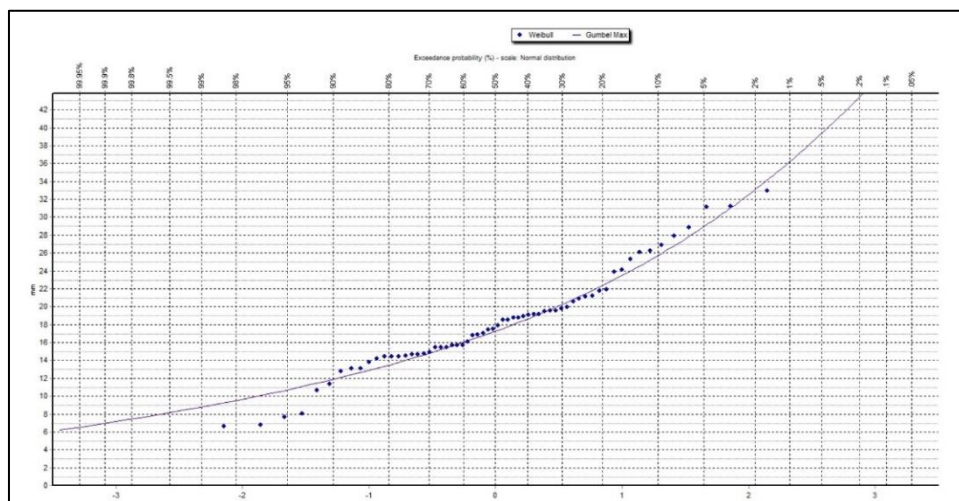


Cuadro 26. Prueba de bondad de ajuste Método Kolmogórov Smirnov - Precipitación en 24 Horas – Estación Canta

Kolmogorov-Smirnov test for:All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	82.33%	0.07928
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	83.53%	0.07824
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	47.71%	0.10612
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	89.39%	0.07262
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	8.77%	0.15754
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	5.63%	0.16834
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	69.70%	0.08926
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	86.17%	0.07584
Log Pearson III	REJECT	REJECT	REJECT	0.00%	0.3177
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	66.49%	0.09167
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	10.19%	0.15369
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	12.60%	0.14811
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	90.90%	0.07096
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	86.20%	0.07581
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	76.04%	0.08441
Pareto	REJECT	REJECT	REJECT	%	0.4311
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.20%	0.05861
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	97.59%	0.06032
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	65.07%	0.09273
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.39%	0.17988
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	12.48%	0.14838
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	97.70%	0.06004
Pareto (L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.08%	0.24826
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36.29%	0.11618
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	40.80%	0.11202
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23.93%	0.12975
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	41.82%	0.1111

El modelo de distribución probabilística, que se ajusta a nuestros datos de Precipitación es Gumbel Max y GEV-MAX.

Gráfico 10. Gráfico de Funciones de Distribución-Estación Santa Cruz





Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Gráfico 11. Gráfico de Funciones de Distribución-Estación Huaros

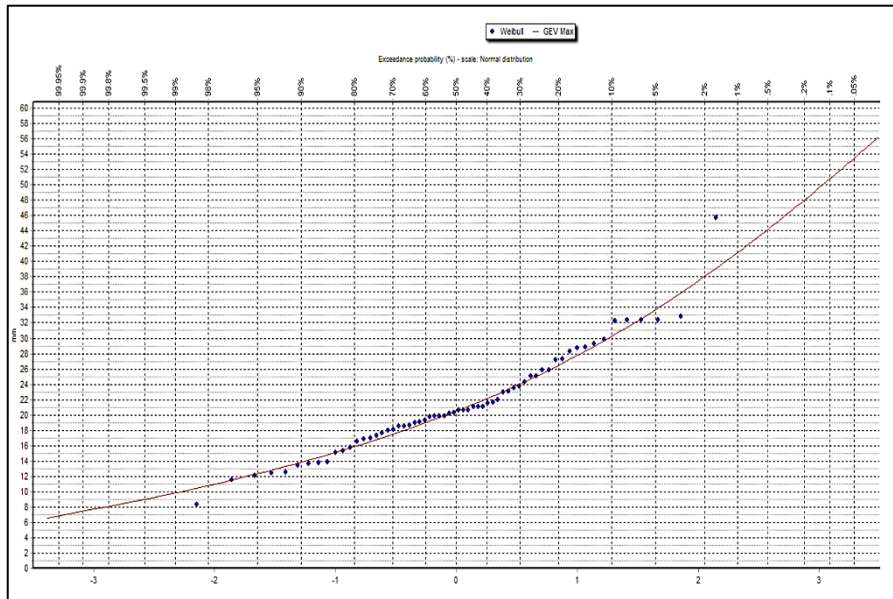


Gráfico 12. Gráfico de Funciones de Distribución-Estación Canta

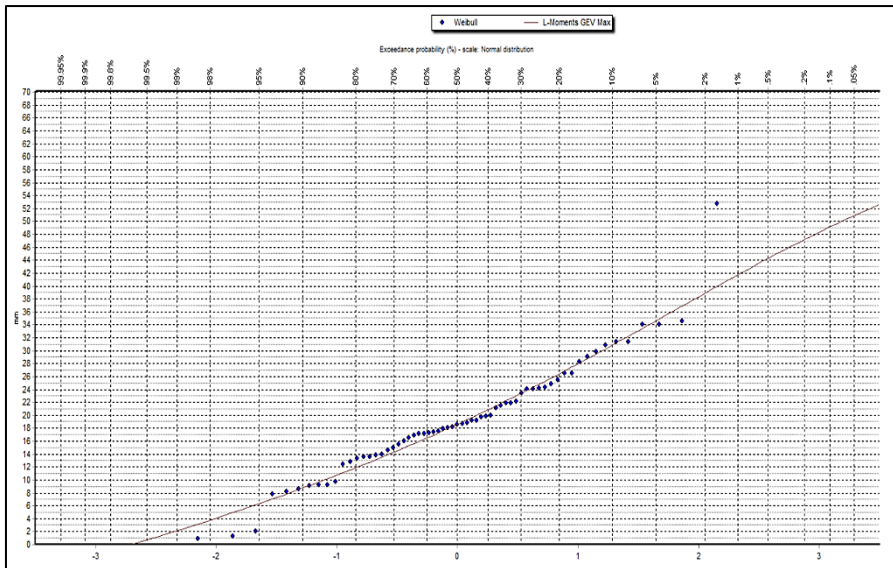


Gráfico 13. Histograma -Estación Santa Cruz

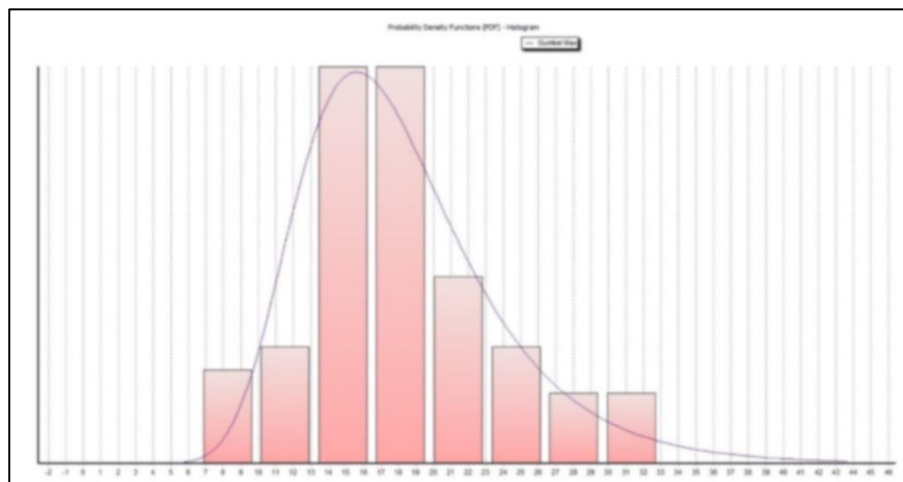




Gráfico 14. Histograma -Estación Huaros

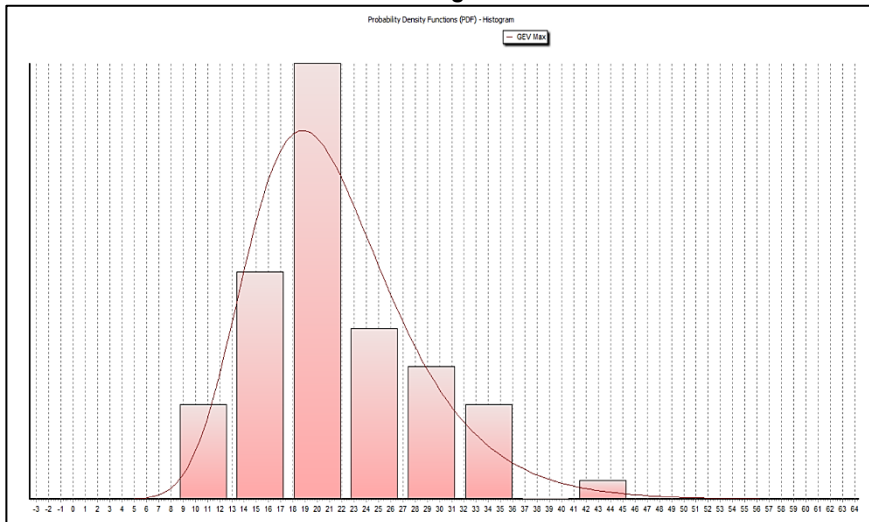
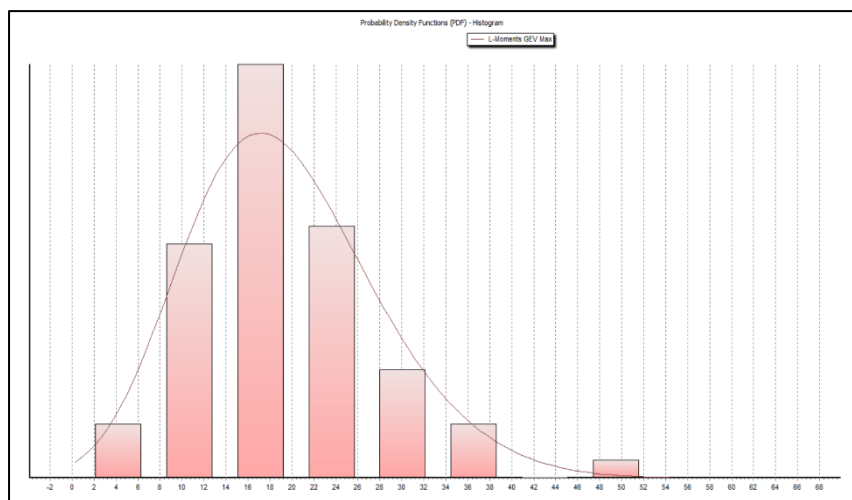


Gráfico 15. Histograma -Estación Canta



Con el ajuste realizado a los principales modelos de distribución estadística, se ha obtenido los valores proyectados para diferentes periodos de retorno, los cuales se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 27. Prueba de Bondad de Ajuste – Método Kolmogórov Smirnov – Precipitación Max en 24 Horas

ESTACIÓN	MODELO ESTADÍSTICO	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)				
		10	20	50	75	100
SANTA CRUZ	GUMBEL MAX	25.7067	28.9326	33.1081	34.9403	36.2371
HUAROS	GEV-MAX	30.2171	33.7053	38.0476	39.8934	41.1784
CANTA	GEV-MAX	30.8323	34.6137	38.9119	40.6075	41.7431
PROMEDIO		28.9187	32.4172	36.6892	38.4804	39.7195

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Los valores de precipitación máxima en 24 horas obtenidos para diferentes periodos de retorno fueron estimados a partir del análisis estadístico de las estaciones Santa Cruz, Huaros y Canta. Con la finalidad de obtener un valor representativo del área de estudio, se realizó la integración de resultados mediante el promedio de las tres estaciones, considerando su adecuada representatividad espacial y altitudinal.

Los valores finales adoptados son los siguientes:

Tr (años)	Pp (mm)
10	28.9187
20	32.4172
50	36.6892
75	38.4804
100	39.7195

Anomalía de precipitación:

La anomalía de Precipitación es la diferencia del valor acumulado de precipitación respecto al promedio mensual. Se conoce como precipitación a la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre y proviene de la humedad atmosférica, ya sea en estado líquido (llovizna y lluvia) o en estado sólido (escarcha, nieve, granizo).

En el verano 2017, se presentaron condiciones océano-atmosféricas anómalas, que establecieron la presencia de “El Niño Costero 2017”, con el incremento abrupto de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) cuyos valores superaron los 26°C en varios puntos de la zona norte del mar peruano (ENFEN, 2017).

Asimismo, la TSM presentó valores sobre su normal histórica, siendo más intensas los meses de febrero y marzo 2017 (figura N° 9); situación que complementado a la presencia de los vientos del norte y la Zona de Convergencia Intertropical favorecieron una alta concentración de humedad atmosférica, propiciando un comportamiento anómalo de las lluvias, afectando éstas gran parte de la franja costera peruana. A su vez, la persistencia de un sistema atmosférico (Alta de Bolivia) configurado y posicionado en el sur de Perú propició condiciones favorables para la ocurrencia de lluvias fuertes y significativas en los Andes occidentales.

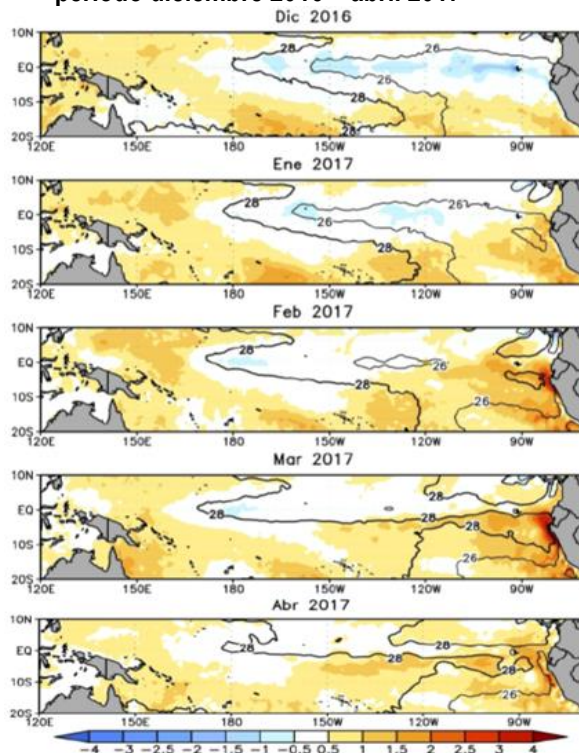
Climáticamente en los meses de verano (enero-febrero-marzo) se registran la mayor frecuencia e intensidad de lluvias a nivel nacional, representando más del 50% de la lluvia anual. En un escenario de calentamiento del mar que coincide con el pico de las lluvias en verano, como los eventos de 2017 y 2023, la costa norte y central, así como la cuenca media de la vertiente occidental de la cordillera norte y centro suelen presentar lluvias intensas, incluso extremas, que pueden llegar a superar ampliamente sus valores normales. No obstante, cada evento El Niño es diferente y presenta sus propias particularidades, siendo importante tener conocimiento de esta “diversidad” ya que los impactos climáticos sobre nuestro territorio dependen de la duración, intensidad, temporalidad y hasta de sutiles cambios de los patrones anómalos de la TSM.

El Niño Costero 2017, calificado de magnitud moderada, fue bastante similar al evento El Niño del año 1925. Sin embargo, presentó mecanismos locales y características diferentes a los eventos extraordinarios El Niño de 1982-1983 y 1997-1998 (ENFEN, 2017).



El evento “El Niño Costero 2017”, por sus impactos asociados a las lluvias se puede considerar como el tercer “Fenómeno El Niño” más intenso de al menos los últimos cien años para el Perú (ENFEN, 2017).

Figura 9. Anomalía de la Temperatura superficial del mar (°C) en el Pacífico ecuatorial para el periodo diciembre 2016 – abril 2017



Fuente: ENFEN, 2017

El objetivo es analizar el comportamiento de la precipitación durante el periodo enero a marzo de año 2017 en el sector Vichaycocha, a partir de los registros de las estaciones Santa Cruz, Huaros y Canta mediante el cálculo de anomalías mensuales de precipitación, a fin de identificar posibles impactos asociados al evento El Niño Costero 2017.

La metodología utilizada fue la precipitación mensual del año 2017 obtenida a partir de la suma de registros diarios de las Estaciones.

La precipitación normal climática mensual se determinó a partir del promedio histórico de precipitaciones mensuales correspondientes a los años previos al 2017, conforme a los lineamientos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el SENAMHI.

Se emplearon registros históricos mensuales de precipitación (mm) para cada estación, considerando el periodo aproximado 1963–2024.

- Cálculo de la precipitación mensual:

$$\bar{P} = \frac{\sum P}{n}$$



Donde:

\bar{P} = Precipitación media

P = Suma histórica mensual

N = Número de años

- Cálculo de la anomalía:

$$A_{mm} = P_{2017} - P_{normal}$$

$$A\% = \frac{P_{2017} - P_{normal}}{P_{normal}} \times 100$$

- Anomalías enero – marzo 2017

Cuadro 28. Anomalías enero – marzo 2017 – Estación Santa Cruz

Mes	PP 2017 (mm)	Normal (mm)	Anomalía (mm)	Anomalía (%)	Clasificación
Enero	175.9	102.23	73.67	72%	Exceso extremo de precipitación (60 - 80 % sobre la normal climática)
Febrero	129.5	125.24	4.26	3%	Exceso leve de precipitación (0-20 % sobre la normal climática)
Marzo	208.1	142.75	65.35	46%	Exceso moderado de precipitación (30-60 % sobre la normal climática)

Anomalía total Ene-Mar: +38.7 %

Cuadro 29. Anomalías enero – marzo 2017 – Estación Huaros

Mes	PP 2017 (mm)	Normal (mm)	Anomalía (mm)	Anomalía (%)	Clasificación
Enero	189.1	93.9	95.2	101%	Exceso extremo de precipitación (> 80 % sobre la normal climática)
Febrero	169.4	114.91	54.49	47%	Exceso leve de precipitación (30-60 % sobre la normal climática)
Marzo	227.2	134.65	92.55	69%	Exceso moderado de precipitación (60-80 % sobre la normal climática)

Anomalía total Ene-Mar: +70.5 %

Cuadro 30. Anomalías enero – marzo 2017 – Estación Canta

Mes	PP 2017 (mm)	Normal (mm)	Anomalía (mm)	Anomalía (%)	Clasificación
Enero	148.5	81.85	66.65	81%	Exceso extremo de precipitación (> 80 % sobre la normal climática)
Febrero	151.5	96.39	55.11	57%	Exceso leve de precipitación (30-60 % sobre la normal climática)
Marzo	236.5	102.82	133.68	130%	Exceso moderado de precipitación (> 80 % sobre la normal climática)

Anomalía total Ene-Mar: +90.9 %

- **Análisis regional (promedio de estaciones):**

Para representar el comportamiento general del área de estudio, se calculó el promedio espacial de las anomalías:



$$A_{prom} = \frac{38.7 + 70.5 + 90.9}{3} = 66.7\%$$

- **Análisis regional (promedio de estaciones):**

Zona de estudio	Anomalía (%)	Clasificación
Promedio de estaciones	66.70%	Superior a su normal climática

Los resultados del análisis de anomalías de precipitación correspondientes al periodo enero-marzo de 2017 en las estaciones Santa Cruz, Huaros y Canta evidencian un claro predominio de anomalías positivas, lo que indica la ocurrencia de precipitaciones superiores a los valores normales climatológicos durante todo el periodo evaluado. Este comportamiento refleja condiciones atmosféricas excepcionalmente húmedas en el área de estudio, concordantes con la influencia del evento El Niño Costero 2017, el cual intensificó las lluvias estivales en la sierra de Lima y en las cuencas de la vertiente del Pacífico.

En términos generales, las tres estaciones presentan incrementos significativos en la precipitación, destacando especialmente Huaros y Canta, donde las anomalías alcanzan valores elevados, mientras que Santa Cruz muestra un comportamiento positivo, pero de menor intensidad relativa. A nivel regional, la anomalía promedio calculada para el periodo enero-marzo de 2017 es de +66.7 %, clasificándose como un periodo superior a su normal climática, lo que confirma la ocurrencia de un evento húmedo significativo.

En el mes de enero de 2017 se registraron anomalías positivas en las tres estaciones, alcanzando valores extremos en Huaros (101 %) y Canta (81 %), lo que permite clasificarlas como meses de exceso extremo de precipitación (>80 % sobre lo normal). En la estación Santa Cruz, la anomalía fue de 72 %, correspondiente a un exceso moderado, evidenciando el inicio de un periodo de lluvias intensas y persistentes asociado a la fase más activa del evento.

Durante febrero de 2017, las estaciones continuaron presentando anomalías positivas, aunque con menor intensidad en comparación con enero. Santa Cruz registró un exceso leve (3 %), mientras que Huaros (47 %) y Canta (57 %) presentaron excesos moderados, manteniéndose condiciones húmedas que favorecieron la acumulación progresiva de humedad en el suelo y la continuidad de los procesos hidrológicos.

Por su parte, marzo de 2017 evidenció nuevamente incrementos significativos en la precipitación, destacando valores extremos en Canta (130 %) y altos en Huaros (69 %), mientras que Santa Cruz registró una anomalía de 46 %. Este comportamiento confirma la persistencia de lluvias por encima del promedio histórico hacia el final del verano, prolongando las condiciones de riesgo asociadas a escorrentías superficiales, crecidas de quebradas y posibles movimientos en masa. En conjunto, el análisis mensual de las anomalías de precipitación demuestra que el verano de 2017 en el área de estudio estuvo marcado por un escenario pluviométrico excepcional, con impactos acumulativos derivados de la sucesión de meses con exceso de lluvias, atribuibles principalmente a la ocurrencia del Fenómeno El Niño Costero 2017.



Gráfico 16. Precipitación diaria acumulada en la estación meteorológica Santa Cruz

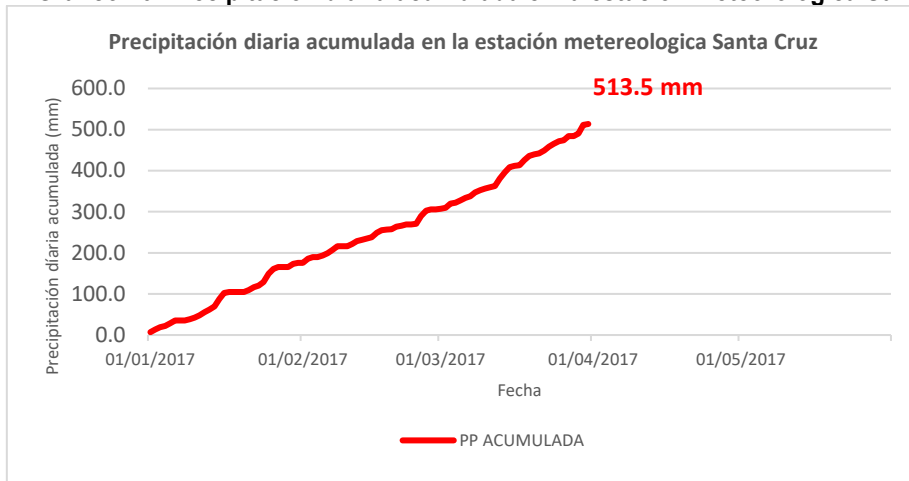
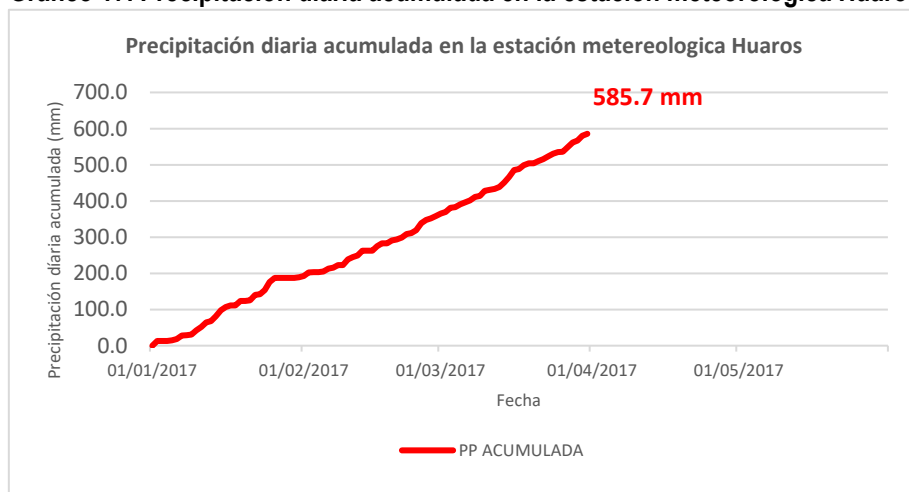
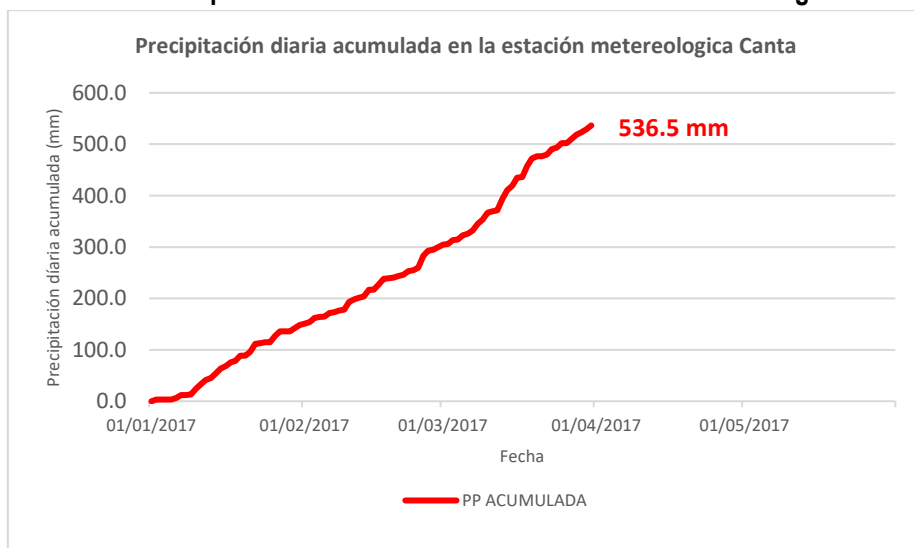


Gráfico 17. Precipitación diaria acumulada en la estación meteorológica Huaros



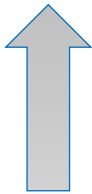
• **Gráfico 18. Precipitación diaria acumulada en la estación meteorológica Canta**





Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Cuadro 31. Anomalía de precipitación

Rango de anomalías (%)	 Mayor exceso
120 – 210 % superior a su normal climática	
60 - 120 % superior a su normal climática	
30 - 60 % superior a su normal climática	
0 - 30 % superior a su normal climática	
Menor a 0% superior a su normal climática	

Fuente: SENAMHI, 2017. Adaptado Equipo Técnico Evaluador¹¹

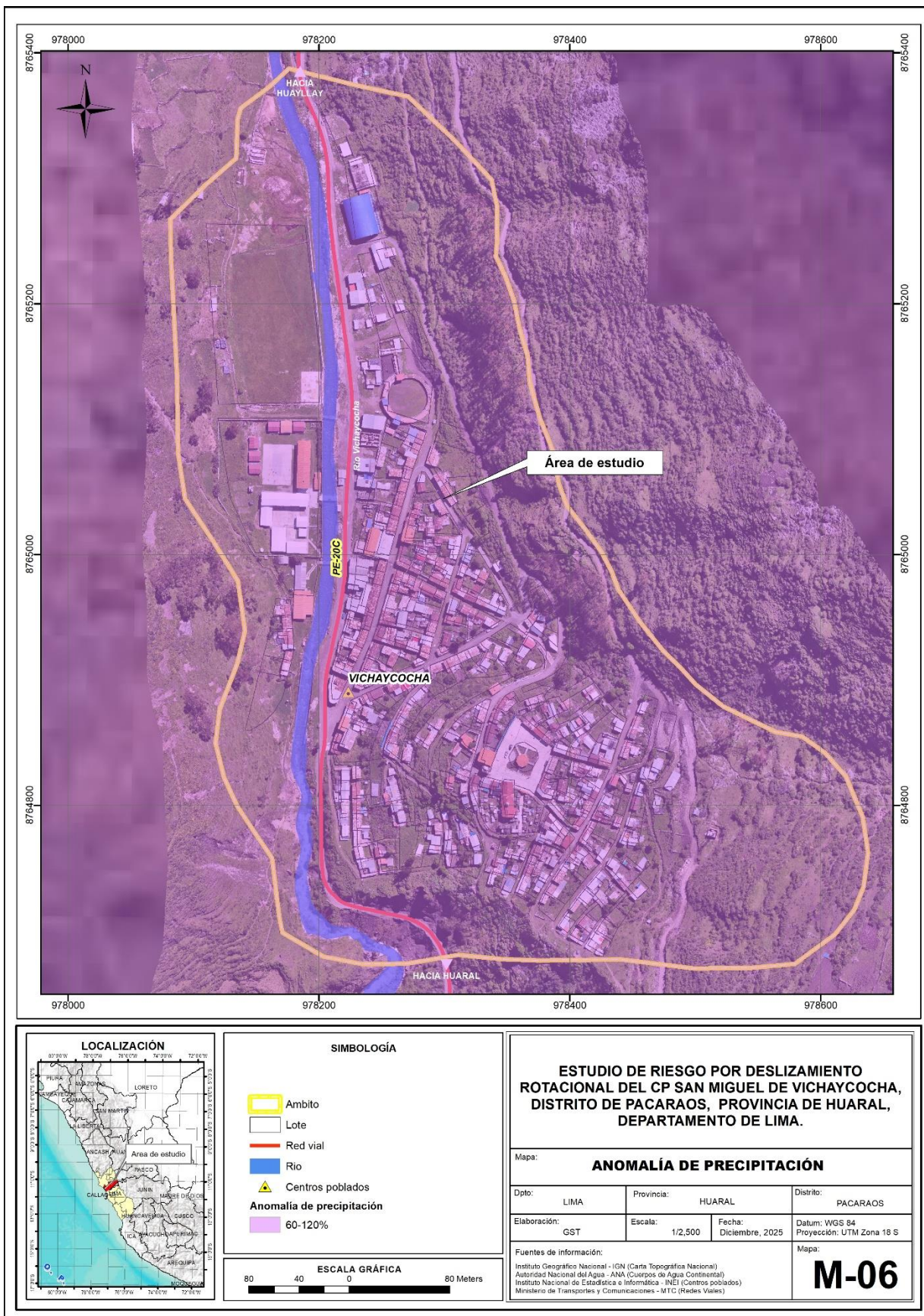
Los rangos de anomalías se tomaron en base a los rangos establecidos en el mapa de anomalías de precipitación 2016-2017 publicados en el portal web de IDESEP-SENAMHI (Infraestructura de datos espaciales de SENAMHI)¹¹

¹¹ <https://catalogo.geoidep.gob.pe/metadatos/srv/api/records/d57bba7e-cbb4-4f2d-9d8e-7bd013dae5d9>



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Figura 10. Mapa de anomalías de precipitación



Elaboración: Equipo Técnico Evaluador con datos del SENHAMI



CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

Evaluar el peligro es estimar o valorar la ocurrencia de un fenómeno con base en el estudio de su mecanismo generador, el monitoreo del sistema perturbador y/o el registro de sucesos (se refiere al fenómeno mismo en términos de sus características y su dimensión) en el tiempo y ámbito geográfico determinado.

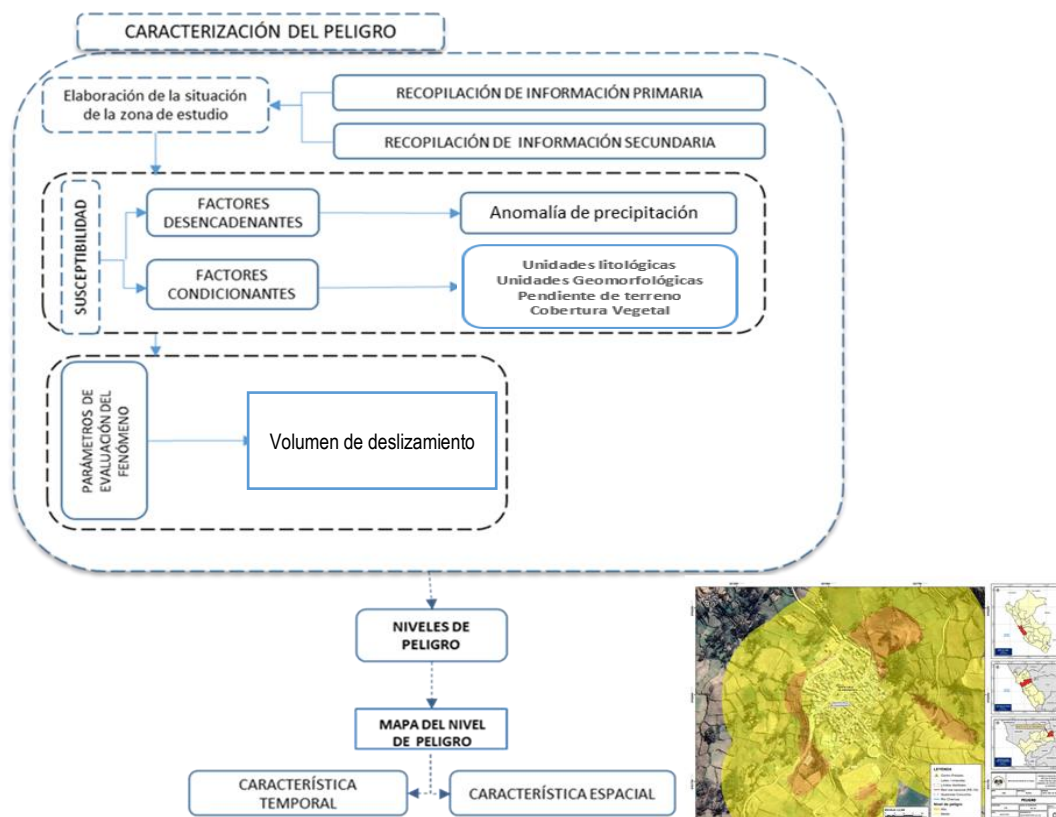
La estratificación que se establecerá para la evaluación del peligro permite cuantificar en términos de la magnitud del acontecimiento, o en términos del efecto que el acontecimiento tendrá la zona en evaluación en función a la intensidad de precipitación, las anomalías presentadas que afectarían situaciones climáticas normales, alterando el espacio físico geográfico mediante movimientos rotacionales productos de una ruptura y la gravedad, por las saturación del suelo por efectos de las lluvias intensas.

Para el presente Estudio de Evaluación de Riesgo, se ha determinado un modelo del peligro más significativo producto de los fenómenos naturales, y de acuerdo con las afectaciones producidas según registros históricos, por lo que se analizará el peligro por deslizamiento rotacional originado por lluvias intensas, tomando en cuenta la ubicación y condiciones de peligro del área de estudio correspondientes a las condiciones climatológicas en la zona andina de Lima, los cuales afectarían los medios de vida de los pobladores e infraestructura en el CP. San Miguel de Vichaycocha del distrito de Pacaraos.

3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad

Para determinar el nivel de peligrosidad por el fenómeno de deslizamiento rotacional, se utilizó la siguiente metodología descrita en el gráfico 19.

Gráfico 19. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad



Fuente: Adaptado del Manual de Evaluación de Riesgo del Cenepred (2014).

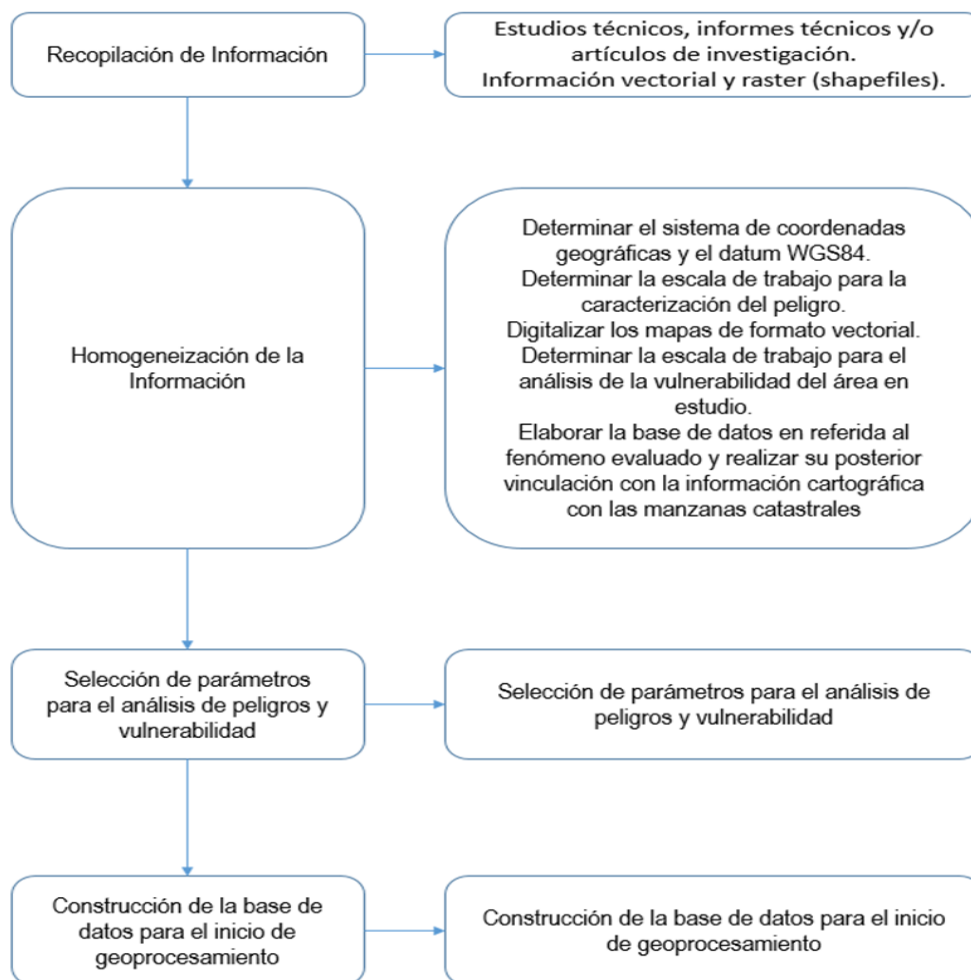


3.2 Recopilación y análisis de la información

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INEI, SENAMHI, IGP, SINPAD), información histórica, estudio de peligros, cartografía, climatología, geología, geomorfología, pendientes, del área de estudio que corresponde al CP. San Miguel de Vichaycocha del distrito de Pacaraos.

Así también, se ha realizado el análisis de la información proporcionada de entidades técnicas-científicas y estudios publicados acerca de las zonas evaluadas.

Gráfico 20. Flujograma general del proceso de análisis de información



Fuente: CENEPRED

3.3 Identificación de probable área de influencia del peligro

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

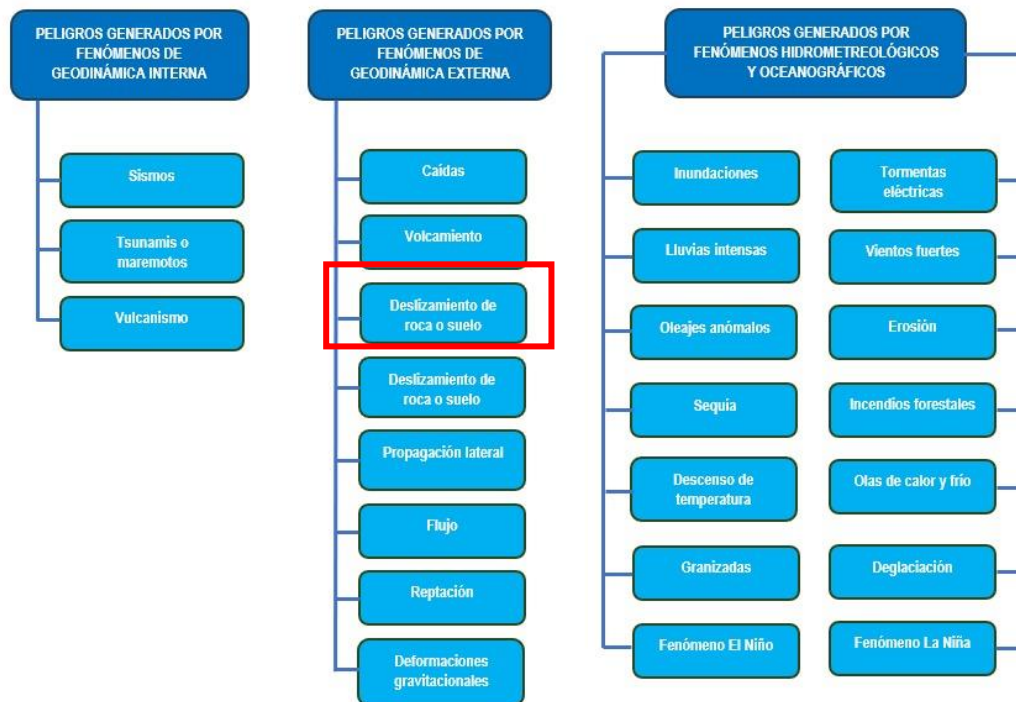
Para la presente evaluación, el área probable de influencia de peligro se constituye al espacio geográfico ocupado por el CP. San Miguel de Vichaycocha en el distrito de Pacaraos.



3.4 Peligros generados por fenómenos de origen naturales

Teniendo en cuenta que el área de evaluación se tiene ya determinado, y de acuerdo con los antecedentes históricos el peligro recurrente son las lluvias intensas lo que origina que los suelos se saturen por la infiltración que trae como consecuencia deslizamientos y movimientos en masa afectando las estructuras y la población. A continuación, evaluaremos los parámetros que intervienen en la dinámica del proceso generador del peligro.

Gráfico 21. Identificación de peligros en el área de estudio



Fuente: Equipo Técnico Evaluador; adaptado del Manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales V.2

3.4.1 Caracterización del peligro por deslizamiento:

Los geólogos, ingenieros y otros profesionales a menudo se basan en definiciones particulares y levemente diferentes de los deslizamientos de tierra o derrumbes. Esta diversidad en las definiciones refleja la naturaleza compleja de las muchas disciplinas relacionadas con el estudio de los deslizamientos.

Deslizamiento de tierras es un término general utilizado para describir el movimiento descendente de suelo, rocas y materiales orgánicos bajo el efecto de la gravedad, y también la forma del terreno que resulta de ese movimiento. Diferentes clasificaciones de los deslizamientos están asociadas con la mecánica específica de fallas de las pendientes y las propiedades y características de los tipos de fallas.

Hay varias otras frases y términos que se usan de manera intercambiable con el término “deslizamiento”, incluidos derrumbes, movimientos de masas, fallas de la pendiente, y así sucesivamente. Comúnmente tales términos se aplican a todos los tipos y tamaños de deslizamientos de tierra.

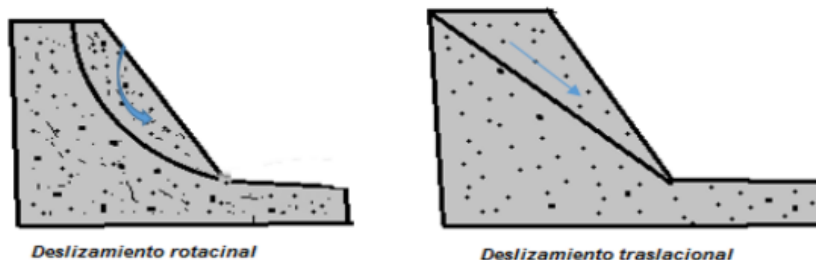
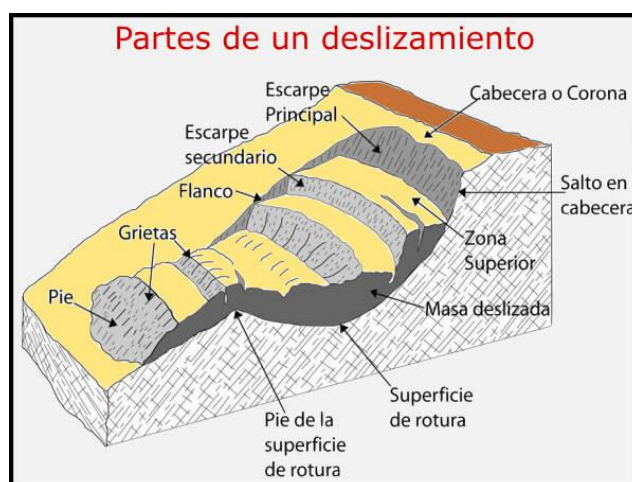
Los procesos de ladera (slope processes) son igualmente denominados procesos gravitacionales (gravitational processes), procesos de remoción en masa (mass movement processes), o en un sentido general, se conocen también como deslizamientos de tierra (landslides). La terminología empleada en español para estos tipos de procesos ha heredado



las confusiones originadas en el idioma inglés. Éstas se refieren principalmente a la inconsistencia de agrupar a los diferentes tipos de procesos de remoción bajo el término landslide (traducido como deslizamiento de tierra), el cual, tanto en español como en inglés, refleja un mecanismo bien definido de movimiento, es decir, un deslizamiento.¹²

Entonces estos deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo, detritos o roca, la cual ocurre sobre una superficie reconocible de ruptura. Con frecuencia, la formación de grietas transversales es la primera señal de la ocurrencia de este tipo de movimientos, las cuales se localizan en la zona que ocupará el escarpe principal. La superficie de ruptura define el tipo de deslizamiento, por lo que las superficies curvas, cóncavas o en forma de cuchara se asocian a deslizamientos rotacionales, las superficies de ruptura semiplanas u onduladas a los movimientos traslacionales y las superficies planas a los deslizamientos planos. En los deslizamientos rotacionales, los bloques ubicados en la parte superior se inclinan hacia atrás, el escarpe principal regularmente es vertical, la masa desplazada se acumula ladera abajo y su deformación interna es de muy bajo grado. Movimientos posteriores al iniciar, pueden ocasionar el retroceso progresivo de la corona. La velocidad y extensión de este tipo de movimientos es muy variable.

Gráfico 22. Partes y tipo de deslizamiento



El gráfico busca entender las partes del deslizamiento para una mejor comprensión del tipo de peligro, así como el tipo de deslizamiento (rotacional o traslacional) definido por la superficie de ruptura (curvas o cóncavas considerados como deslizamientos rotacionales y superficies de rupturas planas consideradas como deslizamientos traslacionales).

En el área de estudio por la morfología del terreno se han evidenciado antiguos deslizamientos de tipo rotacional dejando escarpas de tipo cóncava los cuales son apreciables en la parte alta del CP. San Miguel de Vichaycocha.

El nivel de susceptibilidad en el área de estudio es alto para movimientos en masa, en ese sentido se ha visto conveniente trabajar con 4 variables como factores condicionantes, como las unidades

¹² Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología, Alcántara; I; (2000)



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

geológicas que nos muestra el tipo de material existente en la zona, ya que las condiciones geológicas y la existencia de depósitos recientes emplazadas en laderas favorecen más el desplazamiento por ser material poco consolidado, las unidades geomorfológicas que nos ayudan a ver la morfología del territorio en función de las pendientes y el material de formación. Por tal motivo se ha considerado conveniente darles una mayor ponderación a las unidades geomorfológicas, ya que está conformado por elementos del paisaje tomando en cuenta el tipo de material y la morfología del terreno asociado a la fisiografía del mismo y las evidencias de deslizamiento y las zonas de ruptura identificadas in situ, luego se ha considerado a las pendientes de terreno, como sabemos a mayor pendiente hay mayor probabilidad que ocurra el fenómeno en relación a zonas de poca pendiente. Estas condiciones se les conoce como factores condicionantes del territorio, que en un estado normal o en condiciones normales no producirán ningún efecto, sin embargo, al existir un elemento desencadenante podría originar un fenómeno de origen natural, en este caso el deslizamiento rotacional.

Los deslizamientos rotacionales principalmente pueden ser activado por dos elementos desencadenantes; uno podría ser algún movimiento sísmico y el otro la precipitación o lluvias intensas. Para el presente caso se ha visto conveniente tomar las anomalías de las precipitaciones como factor desencadenante, visto que el verano de 2017 se alcanzaron precipitaciones que superaron las condiciones normales climáticas entre 60 a 120% los umbrales de precipitación normales.

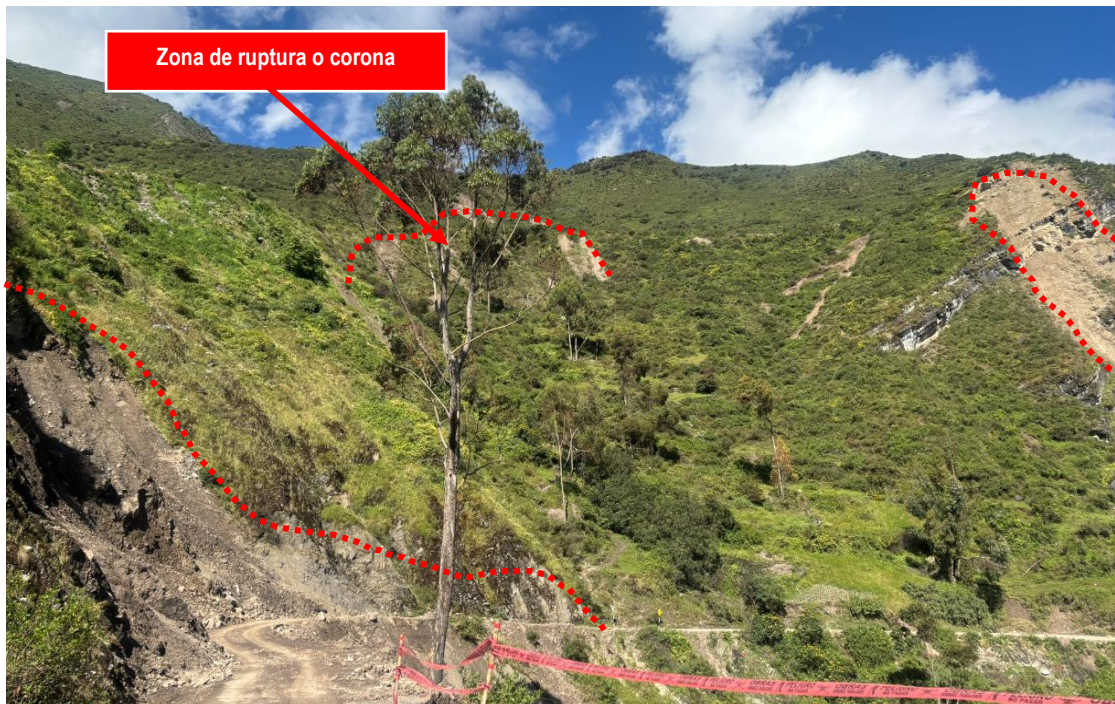
Las lluvias intensas, generarán un exceso de escorrentía e infiltración de agua y saturarán el suelo y los taludes se ven afectados, originando un peso excesivo ya que se encuentran ahora llenos de agua que pudo infiltrarse, ello provocará la disminución de la resistencia al esfuerzo cortante por aumento de la presión intersticial y la erosión de la superficie expuesta. La infiltración del agua a través de las grietas y los niveles de porosidad del suelo producirá el aumento de las fuerzas actuantes o en todo caso aparecerán fuerzas de filtración provocando fallas y el posterior deslizamiento.



Zona de agrietamiento ubicado en la zona sur del CP san Miguel de Vichaycocha, lugar donde se han evidenciados antiguos deslizamientos.
Fuente: Equipo Técnico Evaluador



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima



Huellas de desprendimiento de talud productos de deslizamientos en laderas montañosas.
Fuente: Equipo Técnico Evaluador

La construcción de viviendas en zonas de pendientes pronunciadas con suelos saturados, se constituye en uno de los principales problemas, ya que estas edificaciones se realizan sin ningún tipo de asesoramiento ni estudio técnico, por lo que las estructuras artesanales en vez de ser una solución se convierten o incrementan el problema ya que al ser estructuras muy vulnerables y al producirse las lluvias intensas tienden a colapsarse produciéndose el desprendimiento o colapso de la vivienda que se asienta sobre las plataformas de deslizamiento constituyéndose a su vez en un peligro para las viviendas que se ubican laderas abajo.



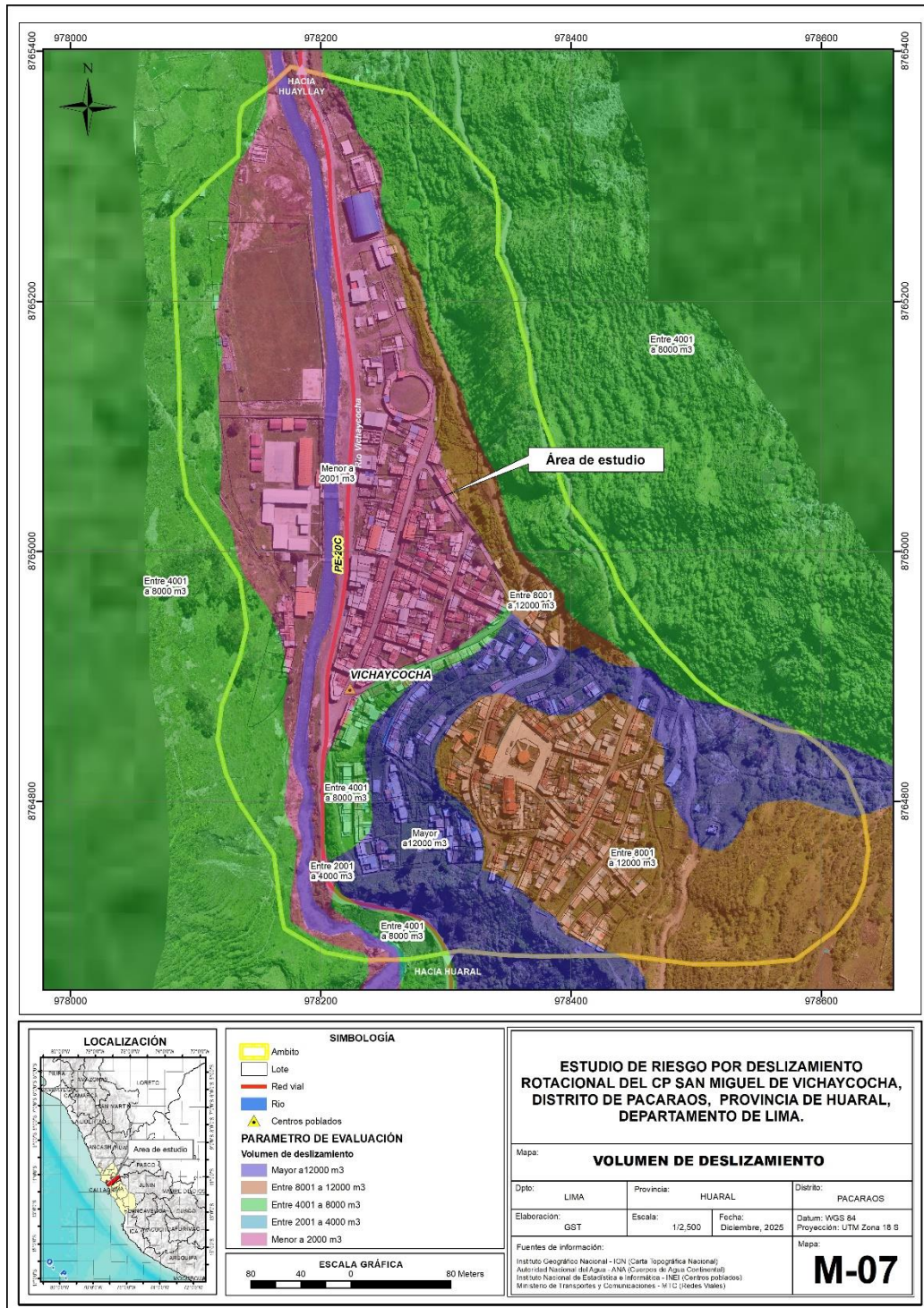
Viviendas en zonas de deslizamiento, de producirse un nuevo deslizamiento o cualquier tipo de movimiento en masa, sufrirían el derrumbe de las edificaciones ahí existentes.



3.5 Parámetros de evaluación

Para tal efecto se utilizará el volumen de material a sufrir algún tipo de deslizamiento como uno de los parámetros de evaluación para la caracterización deslizamiento rotacional, estos datos se pudieron comprobar en el recorrido de campo donde se identificaron las zonas que presentan condiciones y/o evidencias de modificación de taludes, escarpas, agrietamientos y fracturamiento del terreno natural lo que permite estimar el volumen siguiendo el perfil y la topografía del terreno.

Figura 11. Mapa de Parámetro de evaluación (Volumen de deslizamiento)



Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



3.5.1 Volumen de material de deslizamiento.

Cuadro 32. Matriz de comparación de pares del parámetro Volumen de deslizamiento

Volumen (m ³)	Mayor a 12000	8001 - 12000	4001 - 8000	2001 a 4000	Menor a 2001
Mayor a 12000	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Entre 8001 a 12000	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Entre 4001 a 8000	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre 2001 a 4000	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 2000	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

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 33. Matriz de normalización del parámetro Volumen de deslizamiento

Volumen (m ³)	Mayor a 12000	8001 - 12000	4001 - 8000	2001 a 4000	Menor a 2001	Vector Priorización
Mayor a 12000	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Entre 8001 a 12000	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Entre 4001 a 8000	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Entre 2001 a 4000	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 2000	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 34. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Volumen de deslizamiento

IC	0,061
RC	0,054

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

3.6 Susceptibilidad del territorio

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de estudio por deslizamiento rotacional ocasionado por lluvias intensas, se consideraron los factores desencadenantes y condicionantes siguientes:

Cuadro 35. Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes
Anomalías de Precipitación	Unidad geológica
	Unidad geomorfológica
	Pendiente de terreno
	Cobertura vegetal

Equipo Técnico Evaluador

La metodología a utilizar tanto para la evaluación del peligro, como para el análisis de la vulnerabilidad es el procedimiento de análisis jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da versión. (CENEPRED, 2014).



3.6.1 Análisis del factor desencadenante

Se ha considerado como elemento desencadenante las lluvias intensas expresadas en anomalías, quiere decir aquellas precipitaciones que exceden la normal climática, para el presente caso se está tomando las anomalías presentadas en febrero del presente año, según reportes del SENAMHI las anomalías presentadas son de 60 -120% de la normal climática.

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

Parámetro: Anomalía de precipitación

Se conoce como anomalía de precipitación a la diferencia del valor acumulado de precipitación respecto al promedio mensual esperado en un determinado tiempo de referencia, nos muestran los excesos o déficits respecto de su normal climática registrados. Asimismo, se conoce como precipitación a la cantidad de agua que cae sobre la superficie que proviene de la humedad atmosférica, por ende, para el centro poblado San Miguel de Vichaycocha se han registrado anomalías comprendida entre el rango de 60 a 120% de acuerdo al análisis de precipitación para el verano de 2017 realizado en tres estaciones cercanas (Santa Cruz, Huaros, Canta) alcanzando valores extremos en Huaros (101 %) y Canta (81 %), lo que permite clasificarlas como meses de exceso extremo de precipitación (>80 % sobre lo normal). En la estación Santa Cruz, la anomalía fue de 72 %, correspondiente a un exceso moderado, evidenciando el inicio de un periodo de lluvias intensas y persistentes asociado a la fase más activa del evento.

Cuadro 36. Matriz de comparación de pares del parámetro Anomalía de precipitación

Anomalía de precipitación	120 - 210 % superior a su normal climática	60 - 120 % superior a su normal climática	30 - 60 % superior a su normal climática	0 - 30 % superior a su normal climática	Menor % superior a su normal climática
120 – 210 % superior a su normal climática	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
60 - 120 % superior a su normal climática	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
30 - 60 % superior a su normal climática	0.20	0.50	1.00	2.00	3.00
0 - 30 % superior a su normal climática	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Menor a 0% superior a su normal climática	0.11	0.17	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.81	4.92	8.83	13.50	21.00
1/SUMA	0.55	0.20	0.11	0.07	0.05

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



Cuadro 37. Matriz de normalización del parámetro de Anomalía de precipitación

Anomalía de precipitación	120 - 210 % superior a su normal climática	60 - 120 % superior a su normal climática	30 - 60 % superior a su normal climática	0 - 30 % superior a su normal climática	Menor % superior a su normal climática	Vector Priorización
120 – 210 % superior a su normal climática	0.552	0.610	0.566	0.444	0.429	0.520
60 - 120 % superior a su normal climática	0.184	0.203	0.226	0.296	0.286	0.239
30 - 60 % superior a su normal climática	0.110	0.102	0.113	0.148	0.143	0.123
0 - 30 % superior a su normal climática	0.092	0.051	0.057	0.074	0.095	0.074
Menor a 0% superior a su normal climática	0.061	0.034	0.038	0.037	0.048	0.044

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 38. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Anomalía de precipitación

IC	0,018
RC	0,016

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

3.6.2 Análisis de los factores condicionantes

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

a) Parámetro: Pendiente de terreno

Cuadro 39. Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente de terreno

PENDIENTE DE TERRENO	Mayor a 45°	Entre 25° a 45°	Entre 15° a 25°	Entre 5° a 15°	Menor a 5°
Mayor a 45°	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Entre 25° a 45°	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Entre 15° a 25°	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre 5° a 15°	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 5°	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

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 40. Matriz de normalización del parámetro Pendiente de terreno

PENDIENTE DE TERRENO	Mayor a 45°	Entre 25° a 45°	Entre 15° a 25°	Entre 5° a 15°	Menor a 5°	Vector Priorización
Mayor a 45°	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Entre 25° a 45°	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Entre 15° a 25°	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Entre 5° a 15°	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 5°	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



Cuadro 41. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro pendiente de terreno

IC	0,061
RC	0,054

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

b) Parámetro: Unidad geológica

Para el análisis de las unidades geológicas se han identificado en el ámbito de estudio un total de 8 unidades, clasificadas principalmente en formaciones del cretáceo (Formación Chimú, Formación Chulec, Formación Pariatambo, Formación Pariahuanca), que son unidades de rocas sedimentarias que presentan casi la misma estructura entre calizas y margas, por lo que se ha visto conveniente agruparlas solo para el análisis comparativo de pares donde se les ha considerado en las tablas como Formaciones del cretáceo, diferenciándolas de los depósitos cuaternarios que si se han considerado con sus respectivas unidades.

Cuadro 42. Matriz de comparación de pares del parámetro unidad geológica

UNIDAD GEOLÓGICA	Depósito coluvial	Depósito coluvio deluvial	Formaciones del cretáceo	Depósito proluvial	Depósito aluvial
Depósito coluvial	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Depósito coluvio deluvial	0.50	1.00	3.00	4.00	6.00
Formaciones del cretáceo	0.25	0.33	1.00	2.00	5.00
Depósito proluvial	0.17	0.25	0.50	1.00	4.00
Depósito aluvial	0.13	0.17	0.20	0.25	1.00
SUMA	2.04	3.75	8.70	13.25	24.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.11	0.08	0.04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 43. Matriz de normalización del parámetro unidad geológica

UNIDAD GEOLÓGICA	Depósito coluvial	Depósito coluvio deluvial	Formaciones del cretáceo	Depósito proluvial	Depósito aluvial	Vector Priorización
Depósito coluvial	0.490	0.533	0.460	0.453	0.333	0.454
Depósito coluvio deluvial	0.245	0.267	0.345	0.302	0.250	0.282
Formaciones del cretáceo	0.122	0.089	0.115	0.151	0.208	0.137
Depósito proluvial	0.082	0.067	0.057	0.075	0.167	0.090
Depósito aluvial	0.061	0.044	0.023	0.019	0.042	0.038

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 44. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidad geológica

IC	0,049
RC	0,044

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



c) Parámetro: Unidad geomorfológica

Cuadro 45. Matriz de comparación de pares del parámetro unidad geomorfológica

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	Vertiente coluvial	Vertiente de deslizamiento	Montaña en roca sedimentaria	Vertiente aluvio torrencial	Terraza aluvial
Vertiente coluvial	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Vertiente de deslizamiento	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Montaña en roca sedimentaria	0.25	0.33	1.00	4.00	5.00
Vertiente aluvio torrencial	0.17	0.20	0.25	1.00	3.00
Terraza aluvial	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.68	8.45	16.33	24.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 46. Matriz de normalización del parámetro unidad geomorfológica

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	Vertiente coluvial	Vertiente de deslizamiento	Montaña en roca sedimentaria	Vertiente aluvio torrencial	Terraza aluvial	Vector Priorización
Vertiente coluvial	0.533	0.642	0.473	0.367	0.333	0.470
Vertiente de deslizamiento	0.178	0.214	0.355	0.306	0.292	0.269
Montaña en roca sedimentaria	0.133	0.071	0.118	0.245	0.208	0.155
Vertiente aluvio torrencial	0.089	0.043	0.030	0.061	0.125	0.069
Terraza aluvial	0.067	0.031	0.024	0.020	0.042	0.037

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 47. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidad geomorfológica

IC	0,079
RC	0,071

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

d) Parámetro: Cobertura vegetal

Cuadro 48. Matriz de comparación de pares del parámetro cobertura vegetal

COBERTURA VEGETAL	Zonas de cultivo	Matorral arbustivo	Centro urbano	Pajonal andino	Bosque de eucaliptos
Zonas de cultivo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Matorral arbustivo	0.33	1.00	3.00	5.00	6.00
Centro urbano	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
Pajonal andino	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Bosque de eucaliptos	0.11	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.70	9.70	15.50	23.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



Cuadro 49. Matriz de normalización del parámetro cobertura vegetal

COBERTURA VEGETAL	Zonas de cultivo	Matorral arbustivo	Centro urbano	Pajonal andino	Bosque de eucaliptos	Vector Priorización
Zonas de cultivo	0.560	0.638	0.515	0.452	0.391	0.511
Matorral arbustivo	0.187	0.213	0.309	0.323	0.261	0.258
Centro urbano	0.112	0.071	0.103	0.129	0.217	0.126
Pajonal andino	0.080	0.043	0.052	0.065	0.087	0.065
Bosque de eucaliptos	0.062	0.035	0.021	0.032	0.043	0.039

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 50. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro cobertura vegetal

IC	0,041
RC	0,036

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

e) Análisis de los parámetros del factor condicionante

Cuadro 51. Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor condicionante

PARÁMETROS	Unidad Geomorfológica	Pendiente de terreno	Unidad geológica	Cobertura Vegetal
Unidad Geomorfológica	1.00	3.00	5.00	8.00
Pendiente de terreno	0.33	1.00	3.00	6.00
Unidad geológica	0.20	0.33	1.00	3.00
Cobertura Vegetal	0.13	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.66	4.50	9.33	18.00
1/SUMA	0.60	0.22	0.11	0.06

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 52. Matriz de normalización de los parámetros utilizados en el factor condicionante

PARÁMETROS	Unidad Geomorfológica	Pendiente de terreno	Unidad geológica	Cobertura Vegetal	Vector Priorización
Unidad Geomorfológica	0.603	0.667	0.536	0.444	0.562
Pendiente de terreno	0.201	0.222	0.321	0.333	0.269
Unidad geológica	0.121	0.074	0.107	0.167	0.117
Cobertura Vegetal	0.075	0.037	0.036	0.056	0.051

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 53. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros utilizados en el factor condicionante

IC	0,033
RC	0,038

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



3.7 Análisis de elementos expuestos

Los elementos expuestos inmersos en el área de influencia han sido identificados en base al trabajo de campo realizado en el área de estudio, y que se muestran a continuación.

3.7.1 Población

Se muestra a continuación la población total expuesta del sector evaluado:

Cuadro 54. Población Expuesta

N°	Centro poblado	Población (Habitantes)
01	CP. San Miguel de Vichaycocha	629
Total		629

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

3.7.2 Vivienda

De acuerdo al trabajo de campo, el área de estudio cuenta con 301 predios, que serán considerados como nuestros elementos expuestos por ser considerados como unidad de análisis geográfico espacial dentro del CP. San Miguel de Vichaycocha.

Cuadro 55. Viviendas expuestas

N°	Centro poblado	Total (Predios)
01	CP. San Miguel de Vichaycocha	301
Total		301

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

3.7.3 Educación

En el área de estudio se encuentran una Institución educativa 20420 Ramon Castilla que brinda los servicios educativos de Inicial, primaria y secundaria.

Cuadro 56. Número de instituciones educativas

CP	Nombre	Nivel	N° Alumnos
CP. San Miguel de Vichaycocha	IE. 20420 Ramon Castilla	Nivel Inicial, Primario y secundario	96
Total			96

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

3.7.4 Salud

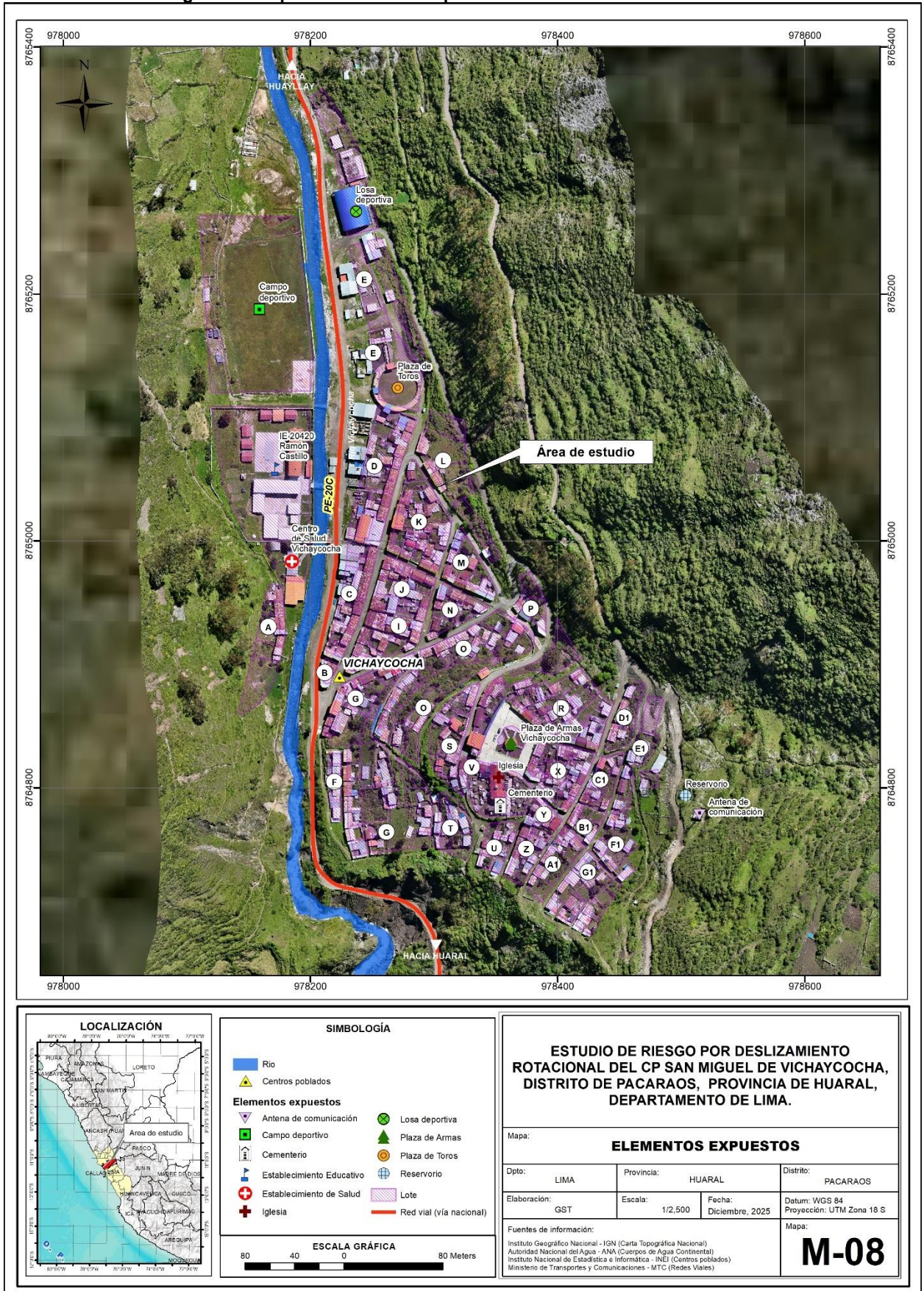
CP	Nombre	Nivel
CP. San Miguel de Vichaycocha	CS. Vichaycocha	I-2 Sin internamiento

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Figura 12. Mapa de elementos expuestos del área de estudio



Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



3.8 Definición de escenarios

El escenario para el centro poblado es el siguiente:

El análisis para la elaboración del presente escenario se plantea ante la probabilidad de que se presente precipitaciones extremas en el CP. San Miguel Vichaycocha, alcanzando precipitaciones diarias acumuladas de 513.5 mm entre los meses de enero a marzo en la estación Santa Cruz superando entre 60 – 120% la normal climática, ello generaría escorrentías e infiltración del agua en el suelo saturándolo y produciendo movimientos rotacionales favorecidos por la gravedad en terrenos con pendientes superiores a 15° y las condiciones geológicas y geomorfológicas en depósitos coluvio deluviales cederían afectando a las viviendas y las poblaciones ahí asentadas.

3.9 Niveles de peligro

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

Cuadro 57. Niveles de Peligro

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0,259	$\leq P \leq$	0,500
ALTO	0,135	$\leq P <$	0,259
MEDIO	0,070	$\leq P <$	0,135
BAJO	0,037	$\leq P \leq$	0,070

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

3.10 Estratificación del peligro

En el siguiente cuadro se muestra la matriz de peligros por deslizamiento rotacional obtenido:

Cuadro 58. Estratificación del peligro

Nivel de Peligro	Descripción	Rangos
Peligro Muy Alto	Lluvias intensas alcanzaron precipitaciones diarias acumuladas de 513.5 mm entre los meses de enero a marzo produciendo anomalías de precipitación entre 60 a 120% superior a la normal climática produciendo infiltraciones y saturación de suelo, en depósitos coluviales y coluvio deluviales asentadas en vertientes de deslizamiento en pendientes de terreno mayores a 45° provocando deslizamientos con volúmenes superiores a 9,000 m ³ .	$0,259 \leq P \leq 0,500$
Peligro Alto	Lluvias intensas alcanzaron precipitaciones diarias acumuladas de 513.5 mm entre los meses de enero a marzo produciendo anomalías de precipitación entre 60 a 120% superior a la normal climática produciendo infiltraciones y saturación de suelo, en depósitos coluviales, proluviales y en formaciones sedimentarias del cretáceo (Formación Pariatambo, Formación Chulec, Formación Pariahuanca, Formación Chimú) asentadas en vertientes coluviales vertientes coluviales y en montaña en roca sedimentaria con pendientes de terreno entre 25 a 45° provocando deslizamientos con volúmenes de 6,001 a 9,000 m ³ .	$0,135 \leq P < 0,259$
Peligro Medio	Lluvias intensas alcanzaron precipitaciones diarias acumuladas de 513.5 mm entre los meses de enero a marzo produciendo anomalías de precipitación entre 60 a 120%	$0,070 \leq P < 0,135$



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

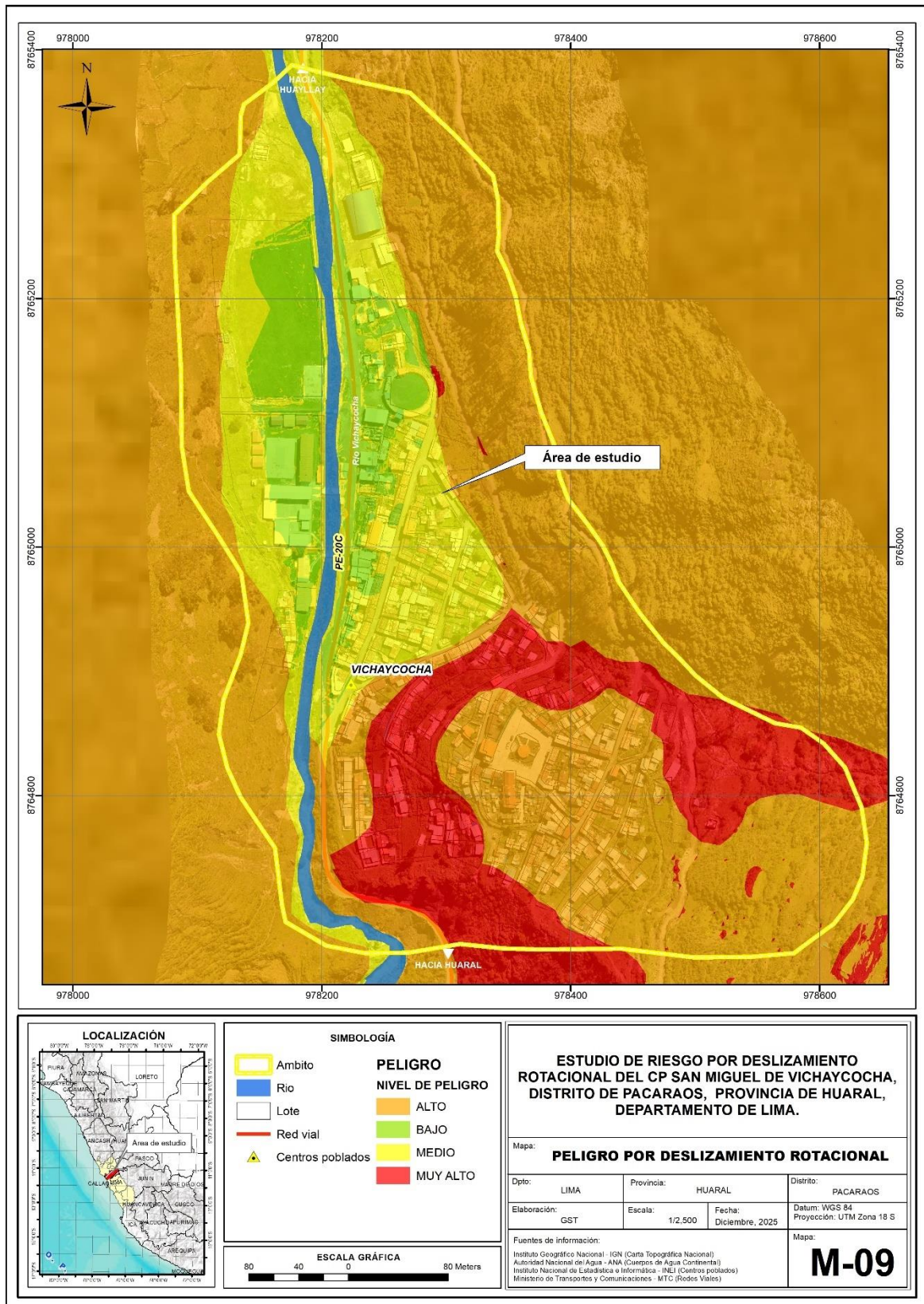
	superior a la normal climática produciendo infiltraciones al suelo, en formaciones sedimentarias del cretáceo (Formación Pariatambo, Formación Chulec, Formación Pariahuanca, Formación Chimú) asentadas en montañas de roca sedimentaria y vertiente aluvio torrencial en terrenos con pendiente entre 15° a 25° produciendo deslizamiento con volúmenes de 3,600 a 6,000 m ³ .	
Peligro Bajo	Lluvias intensas alcanzaron precipitaciones diarias acumuladas de 513.5 mm entre los meses de enero a marzo produciendo anomalías de precipitación entre 60 a 120% superior a la normal climática, sobre depósitos aluviales asentadas en terraza aluvial en pendientes menores a 15°.	$0,037 \leq P < 0,070$

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



3.11 Mapa de peligro

Figura 13. Mapa de peligro por deslizamiento rotacional originado por lluvias intensas del área de estudio



Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

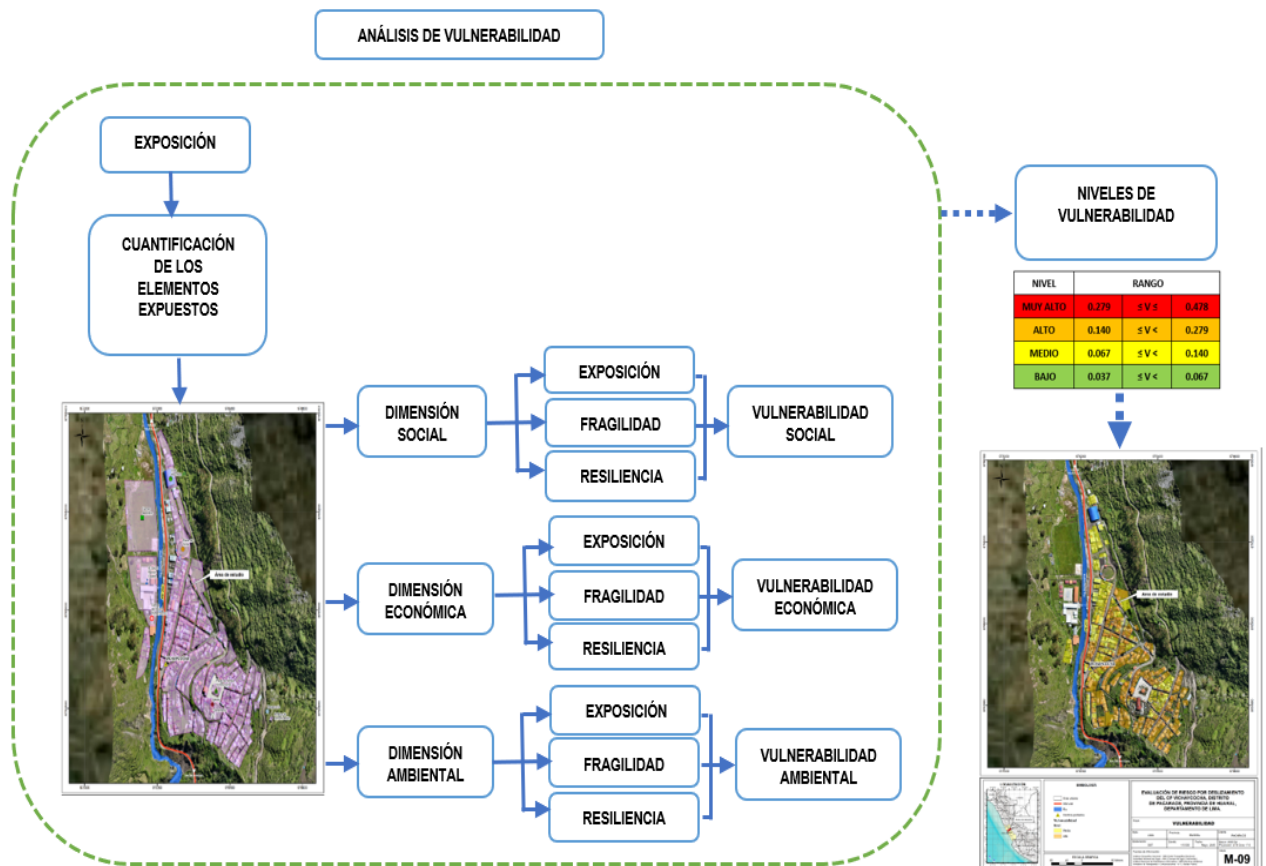


CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.1 Metodología para el análisis de la vulnerabilidad

Para realizar el análisis de vulnerabilidad, se utiliza la siguiente metodología como se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico 23. Metodología del análisis de la vulnerabilidad



Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área de estudio donde se ubica el CP. San Miguel de Vichaycocha, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en la dimensión social, económica y ambiental.

4.2 Análisis de la dimensión social

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



Cuadro 59. Parámetros a utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social

Dimensión Social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
<ul style="list-style-type: none"> Habitantes por vivienda 	<ul style="list-style-type: none"> Discapacidad Acceso a servicios de agua potable Acceso a los servicios de alcantarillado 	<ul style="list-style-type: none"> Acceso a los seguros de salud Capacitación en Gestión de riesgos de desastres - GRD

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Respecto al número de habitantes por vivienda, se trabajó con la data de campo, hay que tomar en cuenta que el CP. San Miguel de Vichaycocha es un pueblo agricultor y ganadero por lo que existieron predios que no pudieron ser encuestados, en ese caso de las viviendas que carecieron de data se complementó con información proporcionada por vecinos y dirigentes de la comunidad que acompañaron el trabajo puerta a puerta, así como del padrón del centro de salud y la información del INEI.

4.2.1 Análisis de la exposición en la dimensión social - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Número de habitantes por vivienda

Cuadro 60. Matriz de comparación de pares del parámetro habitante por vivienda

Habitante por vivienda	Mayor a 5	5	4	3	Menor a 3
Mayor a 5	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
5	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
4	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
3	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 3	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

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 61. Matriz de normalización del parámetro habitante por vivienda

Grupo etario	Mayor a 5	5	4	3	Menor a 3	Vector Priorización
Mayor a 5	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
5	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
4	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
3	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 3	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



Cuadro 62. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de Grupo etario

IC	0.0607
RC	0.0544

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

4.2.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión social - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Acceso a servicios de agua potable

Cuadro 63. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios de agua potable

Acceso a servicios de agua potable	Río, acequia	Pozo	Cisterna	Pileta/Pilón	Red pública
Río, acequia	1,00	4,00	5,00	6,00	9,00
Pozo	0,25	1,00	3,00	5,00	7,00
Cisterna	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
Pileta/Pilón	0,17	0,20	0,33	1,00	3,00
Red pública	0,11	0,14	0,20	0,33	1,00
SUMA	1,73	5,68	9,53	15,33	25,00
1/SUMA	0,58	0,18	0,10	0,07	0,04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 64. Matriz de normalización del parámetro acceso a servicios de agua potable

Acceso a servicios de agua potable	Río, acequia	Pozo	Cisterna	Pileta	Red pública	Vector Priorización
Río, acequia	0,579	0,705	0,524	0,391	0,360	0,512
Pozo	0,145	0,176	0,315	0,326	0,280	0,248
Cisterna	0,116	0,059	0,105	0,196	0,200	0,135
Pileta	0,096	0,035	0,035	0,065	0,120	0,070
Red pública	0,064	0,025	0,021	0,022	0,040	0,034

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 65. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de acceso a servicios de agua potable

IC	0.0803
RC	0.0721

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

b) Parámetro: Acceso a servicios de alcantarillado

Cuadro 66. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios de alcantarillado

Acceso a servicios de alcantarillado	No tiene	Río, acequia, canal	Pozo ciego / negro	Unidad básica de abastecimiento (UBS)	Red Pública
No tiene	1,00	4,00	5,00	6,00	9,00
Río, acequia, canal	0,25	1,00	2,00	4,00	7,00
Pozo ciego / negro	0,20	0,50	1,00	3,00	6,00
Unidad básica de abastecimiento (UBS)	0,17	0,25	0,33	1,00	4,00
Red Pública	0,11	0,14	0,17	0,25	1,00
SUMA	1,73	5,89	8,50	14,25	27,00
1/SUMA	0,58	0,17	0,12	0,07	0,04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



Cuadro 67. Matriz de normalización del parámetro acceso a servicios de alcantarillado

Acceso a servicios de alcantarillado	No tiene	Río, acequia, canal	Pozo ciego / negro	Unidad básica de abastecimiento (UBS)	Red Pública	Vector Priorización
No tiene	0,579	0,679	0,588	0,421	0,333	0,520
Río, acequia, canal	0,145	0,170	0,235	0,281	0,259	0,218
Pozo ciego / negro	0,116	0,085	0,118	0,211	0,222	0,150
Unidad básica de abastecimiento (UBS)	0,096	0,042	0,039	0,070	0,148	0,079
Red Pública	0,064	0,024	0,020	0,018	0,037	0,033

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 68. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de acceso a servicios de alcantarillado

IC	0.0770
RC	0.0690

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

c) Parámetro: Personas con discapacidad

Cuadro 69. Matriz de comparación de pares del parámetro personas con discapacidad

Personas con discapacidad	Visual, motora y auditiva	Visual	Motora	Auditiva	Sin discapacidad
Visual, motora y auditiva	1.00	4.00	5.00	6.00	7.00
Visual	0.25	1.00	2.00	4.00	6.00
Motora	0.20	0.50	1.00	3.00	4.00
Auditiva	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Sin discapacidad	0.14	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.76	5.92	8.58	14.33	21.00
1/SUMA	0.57	0.17	0.12	0.07	0.05

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 70. Matriz de normalización del parámetro personas con discapacidad

Personas con discapacidad	Motora	Visual	Mental	Auditiva	No tiene	Vector Priorización
Motora	0.568	0.676	0.583	0.419	0.333	0.516
Visual	0.142	0.169	0.233	0.279	0.286	0.222
Mental	0.114	0.085	0.117	0.209	0.190	0.143
Auditiva	0.095	0.042	0.039	0.070	0.143	0.078
No tiene	0.081	0.028	0.029	0.023	0.048	0.042

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 71. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de personas con discapacidad

IC	0.0723
RC	0.0649

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



d) Análisis de los parámetros del factor fragilidad en la dimensión social

Cuadro 72. Matriz de comparación de pares de la fragilidad social

Fragilidad social	Personas con discapacidad	Acceso a servicios de agua potable	Acceso a servicios de alcantarillado
Personas con discapacidad	1.00	4.00	8.00
Acceso a servicios de agua potable	0.25	1.00	3.00
Acceso a servicios de alcantarillado	0.13	0.33	1.00
SUMA	1.38	5.33	12.00
1/SUMA	0.73	0.19	0.08

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 73. Matriz de normalización de la fragilidad social

Personas con discapacidad	Personas con discapacidad	Acceso a servicios de agua potable	Acceso a servicios de alcantarillado	Vector Priorización
Personas con discapacidad	0.727	0.750	0.667	0.715
Acceso a servicios de agua potable	0.182	0.188	0.250	0.206
Acceso a servicios de alcantarillado	0.091	0.063	0.083	0.079

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 74. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para la fragilidad social

IC	0.0092
RC	0.0175

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

4.2.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión social - Ponderación de parámetros

a) Parámetro: Acceso a seguro de salud

Cuadro 75. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a seguro de salud

Acceso a seguro de salud	No tiene	SIS	ESSALUD	PNP / FFAA	Privado
No tiene	1,00	3,00	6,00	7,00	9,00
SIS	0,33	1,00	4,00	5,00	7,00
ESSALUD	0,17	0,25	1,00	3,00	5,00
PNP / FFAA	0,14	0,20	0,33	1,00	2,00
Privado	0,11	0,14	0,20	0,50	1,00
SUMA	1,75	4,59	11,53	16,50	24,00
1/SUMA	0,57	0,22	0,09	0,06	0,04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



Cuadro 76. Matriz de normalización del parámetro acceso a seguro de salud

Acceso a seguro de salud	No tiene	SIS	ESSALUD	PNP / FFAA	Privado	Vector Priorización
No tiene	0,570	0,653	0,520	0,424	0,375	0,509
SIS	0,190	0,218	0,347	0,303	0,292	0,270
ESSALUD	0,095	0,054	0,087	0,182	0,208	0,125
PNP / FFAA	0,081	0,044	0,029	0,061	0,083	0,060
Privado	0,063	0,031	0,017	0,030	0,042	0,037

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 77. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro acceso a seguro de salud

IC	0.066
RC	0.060

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

b) Parámetro: Capacitación en gestión de riesgo de desastre (GRD)

Cuadro 78. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en GRD

Capacitación en GRD	Nunca	Una vez al año	2 veces al año	3 veces al año	Más de 3 veces al año
Nunca	1,00	4,00	6,00	7,00	8,00
Una vez al año	0,25	1,00	3,00	5,00	7,00
2 veces al año	0,17	0,33	1,00	3,00	5,00
3 veces al año	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00
Más de 3 veces al año	0,13	0,14	0,20	0,33	1,00
SUMA	1,68	5,68	10,53	16,33	24,00
1/SUMA	0,59	0,18	0,09	0,06	0,04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 79. Matriz de normalización del parámetro capacitación en GRD

Capacitación en GRD	Nunca	Una vez al año	2 veces al año	3 veces al año	Más de 3 veces al año	Vector Priorización
Nunca	0,594	0,705	0,570	0,429	0,333	0,526
Una vez al año	0,148	0,176	0,285	0,306	0,292	0,241
2 veces al año	0,099	0,059	0,095	0,184	0,208	0,129
3 veces al año	0,085	0,035	0,032	0,061	0,125	0,068
Más de 3 veces al año	0,074	0,025	0,019	0,020	0,042	0,036

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 80. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en GRD

IC	0.090
RC	0.081

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



c) Análisis de los parámetros del factor resiliencia en la dimensión social

DIMENSIÓN SOCIAL	RESILIENCIA	
Parámetros	PESO	%
Capacitación en GRD	0.4	40
Acceso a seguros de salud	0.6	60
SUMA	1	100

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

4.2.4 Análisis de la dimensión social - ponderación de parámetros

Cuadro 81. Matriz de comparación de pares de la dimensión social

Dimensión social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	3.00	8.00
Fragilidad	0.33	1.00	4.00
Resiliencia	0.13	0.25	1.00
SUMA	1.46	4.25	13.00
1/SUMA	0.69	0.24	0.08

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 82. Matriz de normalización de la dimensión social

Dimensión social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.686	0.706	0.615	0.669
Fragilidad	0.229	0.235	0.308	0.257
Resiliencia	0.086	0.059	0.077	0.074

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 83. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para la dimensión social

IC	0.0092
RC	0.0175

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

4.3 Análisis de la dimensión económica

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

Cuadro 84. Parámetros de dimensión económica

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
<ul style="list-style-type: none"> Ubicación de Vivienda 	<ul style="list-style-type: none"> Estado de conservación del predio Material predominante de paredes Material predominante de techos 	<ul style="list-style-type: none"> Ocupación principal (jefe del hogar) Adopción de medidas de reducción de riesgos

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



4.3.1 Análisis de la exposición en la dimensión económica - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Ubicación de vivienda

Cuadro 85. Matriz de comparación de pares del parámetro ubicación de vivienda

Ubicación de vivienda	Viviendas ubicadas en la zona de colapso	Viviendas ubicadas sobre laderas inestables	Viviendas ubicadas en laderas entre 25 a 45°	Viviendas ubicadas en zonas de pendientes entre 5° a 25°	Viviendas asentadas en terreno llano
Viviendas ubicadas en la zona de colapso	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Viviendas ubicadas sobre laderas inestables	0.50	1.00	4.00	5.00	7.00
Viviendas ubicadas en laderas entre 25 a 45°	0.25	0.25	1.00	3.00	5.00
Viviendas ubicadas en zonas de pendientes entre 5° a 25°	0.17	0.20	0.33	1.00	2.00
Viviendas asentadas en terreno llano	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.03	3.59	9.53	15.50	24.00
1/SUMA	0.49	0.28	0.10	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 86. Matriz de normalización del parámetro ubicación de vivienda

Ubicación de vivienda	Viviendas ubicadas en la zona de colapso	Viviendas ubicadas sobre laderas inestables	Viviendas ubicadas en laderas entre 25 a 45°	Viviendas ubicadas en zonas de pendientes entre 5° a 25°	Viviendas asentadas en terreno llano	Vector Priorización
Viviendas ubicadas en la zona de colapso	0.493	0.557	0.420	0.387	0.375	0.446
Viviendas ubicadas sobre laderas inestables	0.247	0.278	0.420	0.323	0.292	0.312
Viviendas ubicadas en laderas entre 25 a 45°	0.123	0.070	0.105	0.194	0.208	0.140
Viviendas ubicadas en zonas de pendientes entre 5° a 25°	0.082	0.056	0.035	0.065	0.083	0.064
Viviendas asentadas en terreno llano	0.055	0.040	0.021	0.032	0.042	0.038

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 87. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro ubicación de la vivienda

IC	0.043
RC	0.039

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



4.3.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión económica - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Estado de conservación del predio

Cuadro 88. Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación del predio

Estado de conservación del predio	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
Muy mala	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00
Mala	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
Regular	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
Buena	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00
Muy buena	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

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 89. Matriz de normalización del parámetro estado de conservación del predio

Estado de conservación del predio	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena	Vector Priorización
Muy mala	0,560	0,642	0,524	0,429	0,360	0,503
Mala	0,187	0,214	0,315	0,306	0,280	0,260
Regular	0,112	0,071	0,105	0,184	0,200	0,134
Buena	0,080	0,043	0,035	0,061	0,120	0,068
Muy buena	0,062	0,031	0,021	0,020	0,040	0,035

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 90. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro estado de conservación del predio

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

b) Parámetro: Material predominante en paredes

Cuadro 91. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en paredes

Material predominante en paredes	Estera	Madera	Adobe	Ladrillo	Concreto
Estera	1,00	3,00	4,00	6,00	8,00
Madera	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
Adobe	0,25	0,33	1,00	4,00	5,00
Ladrillo	0,17	0,20	0,25	1,00	3,00
Concreto	0,13	0,14	0,20	0,33	1,00
SUMA	1,88	4,68	8,45	16,33	24,00
1/SUMA	0,53	0,21	0,12	0,06	0,04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



Cuadro 92. Matriz de normalización del parámetro material predominante en paredes

Material predominante en paredes	Estera	Madera	Adobe	Ladrillo	Concreto	Vector Priorización
Estera	0,533	0,642	0,473	0,367	0,333	0,470
Madera	0,178	0,214	0,355	0,306	0,292	0,269
Adobe	0,133	0,071	0,118	0,245	0,208	0,155
Ladrillo	0,089	0,043	0,030	0,061	0,125	0,069
Concreto	0,067	0,031	0,024	0,020	0,042	0,037

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 93. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante en paredes

IC	0.079
RC	0.071

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

c) Parámetro: Material predominante en techos

Cuadro 94. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en techos

Material predominante en techos	Esteras, palos u otro material precario	Caña	Madera	Calamina	Concreto aligerado
Esteras, palos u otro material precario	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
Caña	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Madera	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Calamina	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Concreto aligerado	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Cuadro 95. Matriz de normalización del parámetro material predominante en techos

Material predominante en techos	Esteras, palos u otro material precario	Caña	Madera	Calamina	Concreto aligerado	Vector Priorización
Esteras, palos u otro material precario	0,555	0,642	0,524	0,429	0,333	0,497
Caña	0,185	0,214	0,315	0,306	0,292	0,262
Madera	0,111	0,071	0,105	0,184	0,208	0,136
Calamina	0,079	0,043	0,035	0,061	0,125	0,069
Concreto aligerado	0,069	0,031	0,021	0,020	0,042	0,037

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 96. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante en techos

IC	0.068
RC	0.061

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



d) **Análisis de la fragilidad económica**

Cuadro 97. Matriz de comparación de la fragilidad económica

Fragilidad económica	Estado de conservación	Material predominante en paredes	Material predominante en techos
Estado de conservación	1.00	3.00	7.00
Material predominante en paredes	0.33	1.00	4.00
Material predominante en techos	0.14	0.25	1.00
SUMA	1.48	4.25	12.00
1/SUMA	0.68	0.24	0.08

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 98. Matriz de normalización de la fragilidad económica

Fragilidad económica	Estado de conservación	Material predominante en paredes	Material predominante en techos	Vector Priorización
Estado de conservación	0.677	0.706	0.583	0.656
Material predominante en paredes	0.226	0.235	0.333	0.265
Material predominante en techos	0.097	0.059	0.083	0.080

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador

Cuadro 99. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para la fragilidad económica

IC	0.0163
RC	0.031

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

4.3.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión económica - ponderación de parámetros

a) **Parámetro: Ocupación principal (jefe del hogar)**

Cuadro 100. Matriz de comparación de pares del parámetro ocupación principal (jefe del hogar)

Ocupación principal (jefe del hogar)	Desempleado	Jornalero	Comercio	Profesional/técnico	Empleador
Desempleado	1,00	4,00	5,00	7,00	9,00
Jornalero	0,25	1,00	3,00	5,00	7,00
Comercio	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
Profesional/tecnico	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00
Empleador	0,11	0,14	0,20	0,33	1,00
SUMA	1,70	5,68	9,53	16,33	25,00
1/SUMA	0,59	0,18	0,10	0,06	0,04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



Cuadro 101. Matriz de normalización del parámetro ocupación principal (jefe del hogar)

Ocupación principal (jefe del hogar)	Desempleado	Jornalero	Comercio	Profesional/técnico	Empleador	Vector Priorización
Desempleado	0,587	0,705	0,524	0,429	0,360	0,521
Jornalero	0,147	0,176	0,315	0,306	0,280	0,245
Comercio	0,117	0,059	0,105	0,184	0,200	0,133
Profesional/técnico	0,084	0,035	0,035	0,061	0,120	0,067
Empleador	0,065	0,025	0,021	0,020	0,040	0,034

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 102. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro ocupación principal (jefe del hogar)

IC	0.077
RC	0.069

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

b) Parámetro: Adopción de medidas de reducción de riesgos

Cuadro 103. Matriz de comparación de pares del parámetro adopción de medidas de reducción de riesgos

Adopción de medidas de reducción de riesgos	No adoptan medidas	Con escaleras de acceso	Con muros de contención	Con muros de contención y escaleras	No requiere de muros ni escaleras
No adoptan medidas	1,00	4,00	5,00	6,00	8,00
Con escaleras de acceso	0,25	1,00	3,00	5,00	6,00
Con muros de contención	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
Con muros de contención y escaleras	0,17	0,20	0,33	1,00	3,00
No requiere de muros ni escaleras	0,13	0,17	0,20	0,33	1,00
SUMA	1,74	5,70	9,53	15,33	23,00
1/SUMA	0,57	0,18	0,10	0,07	0,04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 104. Matriz de normalización del parámetro adopción de medidas de reducción de riesgos

Adopción de medidas de reducción de riesgos	No adoptan medidas	Con escaleras de acceso	Con muros de contención	Con muros de contención y escaleras	No requiere de muros ni escaleras	Vector Priorización
No adoptan medidas	0,574	0,702	0,524	0,391	0,348	0,508
Con escaleras de acceso	0,144	0,175	0,315	0,326	0,261	0,244
Con muros de contención	0,115	0,058	0,105	0,196	0,217	0,138
Con muros de contención y escaleras	0,096	0,035	0,035	0,065	0,130	0,072
No requiere de muros ni escaleras	0,072	0,029	0,021	0,022	0,043	0,037

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



Cuadro 105. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro adopción de medidas de reducción de riesgos

IC	0.090
RC	0.081

c) Análisis de la resiliencia económica

Cuadro 106. Matriz de normalización de la resiliencia económica

Resiliencia económica	%	Vector Priorización
Adopción de medidas de reducción de riesgos	60	0.6
Ocupación principal del jefe del hogar	40	0.4
Total	100	1.00

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

4.3.4 Análisis de la dimensión económica - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Dimensión económica

Cuadro 107. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión económica

Componentes	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1,00	3,00	5,00
Fragilidad	0,33	1,00	3,00
Resiliencia	0,20	0,33	1,00
SUMA	1,53	4,33	9,00
1/SUMA	0,65	0,23	0,11

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 108. Matriz de normalización del parámetro dimensión económica

Componentes	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0,652	0,692	0,556	0,633
Fragilidad	0,217	0,231	0,333	0,260
Resiliencia	0,130	0,077	0,111	0,106

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 109. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión económica

IC	0.0194
RC	0.0369

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

4.4 Análisis de la dimensión ambiental

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



Cuadro 110. Parámetros de dimensión ambiental

Dimensión Ambiental		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
<ul style="list-style-type: none"> • Distancia a un foco de contaminación 	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de Residuos sólidos • Disposición de efluentes líquidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación en temas ambientales

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

4.4.1 Análisis de la exposición en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Distancia a un foco de contaminación

Cuadro 111. Matriz de comparación de pares del parámetro distancia a un foco de contaminación

Distancia a un foco de contaminación	Menor a 2 m.	De 2m a 100m.	De 101 a 200 m	De 201 a 300 m	Mayor a 300m.
Menor a 2 m.	1,00	3,00	6,00	7,00	9,00
De 2m a 100m.	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
De 101 a 200 m	0,17	0,33	1,00	3,00	5,00
De 201 a 300 m	0,14	0,20	0,33	1,00	2,00
Mayor a 300m.	0,11	0,14	0,20	0,50	1,00
SUMA	1,75	4,68	10,53	16,50	24,00
1/SUMA	0,57	0,21	0,09	0,06	0,04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 112. Matriz de normalización del parámetro distancia a un foco de contaminación

Distancia a un foco de contaminación	Menor a 2 m.	De 2m a 100m.	De 101 a 200 m	De 201 a 300 m	Mayor a 300m.	Vector Priorización
Menor a 2 m.	0,570	0,642	0,570	0,424	0,375	0,516
De 2m a 100m.	0,190	0,214	0,285	0,303	0,292	0,257
De 101 a 200 m	0,095	0,071	0,095	0,182	0,208	0,130
De 201 a 300 m	0,081	0,043	0,032	0,061	0,083	0,060
Mayor a 300m.	0,063	0,031	0,019	0,030	0,042	0,037

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 113. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro distancia a un foco de contaminación

IC	0.053
RC	0.047

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



4.4.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Disposición de residuos sólidos

Cuadro 114. Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de residuos sólidos

Disposición de residuos sólidos	A la intemperie	Lo quema o lo entierra	Botadero clandestino	Al reciclador	Camión recolector
A la intemperie	1,00	3,00	5,00	6,00	9,00
Lo quema o lo entierra	0,33	1,00	3,00	4,00	6,00
Botadero clandestino	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
Al reciclador	0,17	0,25	0,33	1,00	3,00
Camión recolector	0,11	0,17	0,20	0,33	1,00
SUMA	1,81	4,75	9,53	14,33	24,00
1/SUMA	0,55	0,21	0,10	0,07	0,04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 115. Matriz de normalización del parámetro disposición de residuos sólidos

Disposición de residuos sólidos	A la intemperie	Lo quema o lo entierra	Botadero clandestino	Al reciclador	Camión recolector	Vector Priorización
A la intemperie	0,552	0,632	0,524	0,419	0,375	0,500
Lo quema o lo entierra	0,184	0,211	0,315	0,279	0,250	0,248
Botadero clandestino	0,110	0,070	0,105	0,209	0,208	0,141
Al reciclador	0,092	0,053	0,035	0,070	0,125	0,075
Camión recolector	0,061	0,035	0,021	0,023	0,042	0,036

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 116. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro disposición de residuos sólidos

IC	0.062
RC	0.056

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

b) Parámetro: Disposición de efluentes líquidos

Cuadro 117. Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de efluentes líquidos

Disposición de efluentes líquidos	Al río o canal	A la intemperie	Pozo ciego	Letrina o similar	Sistema de alcantarillado
Al río o canal	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00
A la intemperie	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
Pozo ciego	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
Letrina o similar	0,14	0,20	0,33	1,00	2,00
Sistema de alcantarillado	0,11	0,14	0,20	0,50	1,00
SUMA	1,79	4,68	9,53	16,50	24,00
1/SUMA	0,56	0,21	0,10	0,06	0,04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



Cuadro 118. Matriz de normalización del parámetro disposición de efluentes líquidos

Disposición de efluentes líquidos	Al río o canal	A la intemperie	Pozo ciego	Letrina o similar	Sistema de alcantarillado	Vector Priorización
Al río o canal	0,560	0,642	0,524	0,424	0,375	0,505
A la intemperie	0,187	0,214	0,315	0,303	0,292	0,262
Pozo ciego	0,112	0,071	0,105	0,182	0,208	0,136
Letrina o similar	0,080	0,043	0,035	0,061	0,083	0,060
Sistema de alcantarillado	0,062	0,031	0,021	0,030	0,042	0,037

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 119. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro disposición de efluentes líquidos

IC	0.047
RC	0.042

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

c) Análisis de la fragilidad ambiental

Cuadro 120. Matriz de normalización de la fragilidad ambiental

Resiliencia económica	%	Vector Priorización
Disposición de residuos sólidos	50	0.5
Disposición de efluentes	50	0.5
Total	100	1.00

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

4.4.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Capacitación en temas ambientales

Cuadro 121. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en temas ambientales

Capacitación en temas ambientales	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una vez al año
Nunca	1,00	3,00	5,00	7,00	8,00
Cada 5 años	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
Cada 3 años	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
Cada 2 años	0,14	0,20	0,33	1,00	2,00
Una vez al año	0,13	0,14	0,20	0,50	1,00
SUMA	1,80	4,68	9,53	16,50	23,00
1/SUMA	0,56	0,21	0,10	0,06	0,04

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



Cuadro 122. Matriz de normalización del parámetro capacitación en temas ambientales

Capacitación en temas ambientales	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una vez al año	Vector Priorización
Nunca	0,555	0,642	0,524	0,424	0,348	0,499
Cada 5 años	0,185	0,214	0,315	0,303	0,304	0,264
Cada 3 años	0,111	0,071	0,105	0,182	0,217	0,137
Cada 2 años	0,079	0,043	0,035	0,061	0,087	0,061
Una vez al año	0,069	0,031	0,021	0,030	0,043	0,039

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 123. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en temas ambientales

IC	0.053
RC	0.048

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

4.4.4 Análisis de la dimensión ambiental - ponderación de parámetros

b) Parámetro: Dimensión Ambiental

Cuadro 124. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión ambiental

COMPONENTES	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1,00	3,00	7,00
Fragilidad	0,33	1,00	4,00
Resiliencia	0,14	0,25	1,00
SUMA	1,48	4,25	12,00
1/SUMA	0,68	0,24	0,08

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 125. Matriz de normalización del parámetro dimensión ambiental

COMPONENTES	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0,677	0,706	0,583	0,656
Fragilidad	0,226	0,235	0,333	0,265
Resiliencia	0,097	0,059	0,083	0,080

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 126. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión ambiental

IC	0.016
RC	0.031

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



4.5 Análisis de Vulnerabilidad – Análisis de componentes (Social, económico, ambiental)

Cuadro 127. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión ambiental

COMPONENTES	Económico	Social	Ambiental
Económico	1.00	3.00	9.00
Social	0.33	1.00	5.00
Ambiental	0.11	0.20	1.00
SUMA	1.44	4.20	15.00
1/SUMA	0.69	0.24	0.07

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 128. Matriz de normalización del parámetro dimensión ambiental

COMPONENTES	Económico	Social	Ambiental	Vector Priorización
Económico	0.692	0.714	0.600	0.669
Social	0.231	0.238	0.333	0.267
Ambiental	0.077	0.048	0.067	0.064

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 129. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión ambiental

IC	0.0146
RC	0.0278

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

4.6 Nivel de vulnerabilidad

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

Cuadro 130. Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.279	$\leq V \leq$	0.478
ALTO	0.140	$\leq V <$	0.279
MEDIO	0.067	$\leq V <$	0.140
BAJO	0.036	$\leq V <$	0.067

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

4.7 Estratificación de la vulnerabilidad

En el siguiente cuadro se muestra la matriz de vulnerabilidad obtenido:



Cuadro 131. Estratificación de la Vulnerabilidad

Nivel De Vulnerabilidad	Descripción	Rangos
Vulnerabilidad Muy Alta	<p>Viviendas con más de 5 habitantes sin servicios básicos por lo que se abastecen de agua mediante ríos, manantiales, acequias, no cuentan con servicios de alcantarillado y con algún miembro de la familia con discapacidad motora o visual. Los habitantes de la vivienda no cuentan con ningún tipo de seguro de salud y no han recibido capacitación en gestión de riesgo de desastres por lo que no saben cómo actuar ante una emergencia sísmica.</p> <p>Las viviendas se encuentran expuestas por ubicarse en zona de colapso de antiguos deslizamientos, cuyas edificaciones se encuentran en un estado de conservación malo o muy malo, con techos de esteras, palos y plásticos, y paredes predominantemente de esteras y madera.</p> <p>El jefe del hogar se encuentra desempleado por lo que no genera recursos para poder sobreponerse rápidamente de los daños, así mismo los pobladores no hay adoptado ningún tipo de medida para reducir los riesgos. Desde el aspecto ambiental la Vivienda se encuentra ubicada a menos de 2 metros de algún foco de contaminación, dispone sus residuos sólidos a la intemperie, lo quema o entierra y sus efluentes son evacuados al aire libre produciendo malos olores. Los habitantes nunca han recibido alguna capacitación en temática ambiental.</p>	$0.279 \leq V \leq 0.478$
Vulnerabilidad Alta	<p>Viviendas con 4 a 5 habitantes, se abastecen de agua a través de Pozos o cisternas, respecto a la disposición de sus excretas lo evacuan a un pozo o canal o a través de pozo ciego. Los habitantes cuentan con seguro SIS y han recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres al menos una vez al año.</p> <p>Las Viviendas ubicadas en zona de ladera inestables con fisuras y agrietamientos. El estado de conservación de las viviendas varía entre malo y regular, con muros donde predomina el adobe y el tapial con viviendas con techos de caña o madera.</p> <p>El jefe del hogar recibe jornales como medio de pago. No es un trabajo estable, Los pobladores han construido algunas escaleras lo que les facilita en algo la evacuación en caso de algún fenómeno que pongan en riesgo su vida.</p> <p>Desde el enfoque ambiental, las Vivienda ubicada entre 2 a 100 metros de algún foco de contaminación, quema o entierra sus residuos o lo dispone en algún botadero clandestino y evacua sus efluentes y/o excretas a la intemperie o un pozo ciego dentro de la vivienda.</p> <p>Resiliencia: Ha recibido alguna vez capacitación en temas ambientales (en un periodo de 5 años).</p>	$0.140 \leq V < 0.279$
Vulnerabilidad Media	<p>Viviendas con 3 habitantes, Se abastecen de agua a través de cisternas o piletas, dispone sus efluentes a través de algún pozo ciego dentro de la vivienda. Los habitantes cuentan con seguro social a través de ESSALUD y han recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres entre 2 a 3 veces al año.</p> <p>Las Viviendas se encuentran ubicadas en zona laderas con pendientes entre 15° a 45°. La edificación presenta estado de conservación entre regular y bueno, con muros donde predomina el ladrillo o piedra con mortero. El jefe del hogar se dedica al comercio y la población ha adoptado medidas de reducción construyendo muros y escaleras.</p> <p>La Vivienda se encuentra ubicada entre 100 y 200 metros de algún foco de contaminación, dispone sus residuos sólidos a través de un reciclador o a través del camión de recojo de basura. Ha recibido alguna vez capacitación en temas ambientales (en un periodo de 3 a 2 años).</p>	$0.067 \leq V < 0.140$
Vulnerabilidad Baja	<p>Vivienda con menos de 3 habitantes, con abastecimiento de agua a través de la red pública, dispone sus efluentes a través del servicio conectado al sistema de alcantarillado y ningún miembro de la familia presenta algún tipo de discapacidad. Los habitantes cuentan con seguro privado de salud y han</p>	$0.036 \leq V < 0.067$



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

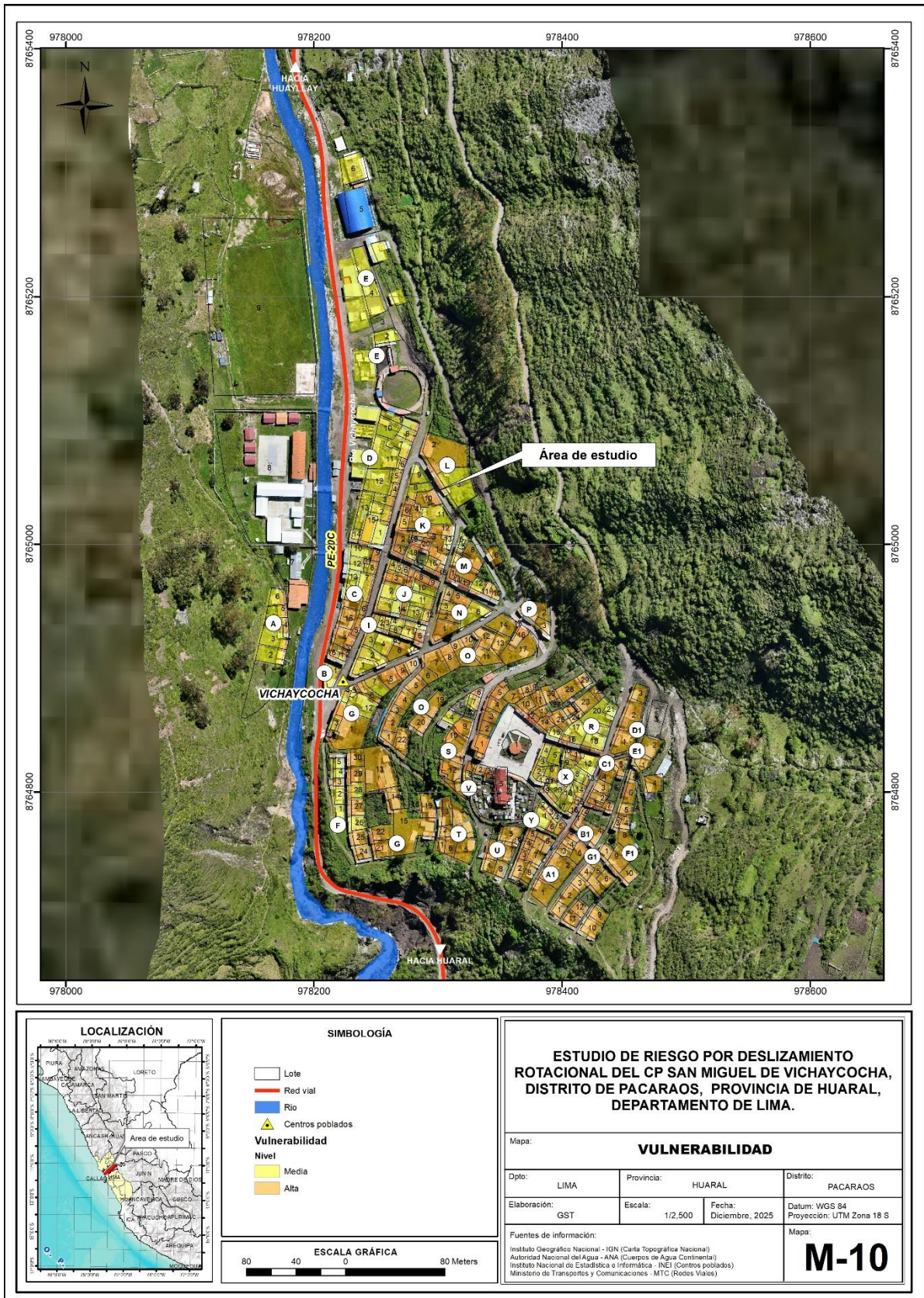
Nivel De Vulnerabilidad	Descripción	Rangos
	<p>recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres recientemente (en el año)</p> <p>Las Viviendas ubicadas en zona con pendientes menores a 15°, la edificación presenta estado de conservación entre bueno y muy bueno, con muros donde predomina el ladrillo y el concreto con techos de concreto aligerado.</p> <p>El jefe del hogar es emprendedor o ejerce alguna profesión y genera sus propios recursos y brinda empleo a otras personas, la población no requiere de medidas de reducción de riesgos por encontrarse en una zona plana.</p> <p>Desde el enfoque ambiental las Viviendas se encuentran ubicadas a más de 200 metros de algún foco de contaminación, dispone sus residuos a través del camión de recojo de basura y sus efluentes al sistema de alcantarillado. Además, han recibido alguna vez capacitación en temas ambientales (en un periodo menor a 2 años).</p>	

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



4.8 Mapa de Vulnerabilidad

Figura 14. Mapa de vulnerabilidad del área de estudio



Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO

5.1 Definición y estratificación de los niveles del riesgo

Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro.

En ese sentido, para la determinación de los niveles de riesgo, se ha utilizado un Sistema de Información Geográfica (SIG) el cual permitió automatizar el proceso, siguiendo los siguientes pasos:

Paso 01. Se determinaron los parámetros de evaluación del peligro sísmico y sus correspondientes descriptores. Luego se calculó el valor de los parámetros de los factores condicionantes (FC), y del factor desencadenante (FD).

Cuadro 132. Cálculo del valor de los parámetros condicionantes y desencadenantes

FACTORES CONDICIONANTES (FC)										FACTOR DESENCADENANTE (FC)	
PENDIENTE DE TERRENO		UNIDAD GEOLÓGICA		UNIDAD GEOMORFOLÓGICA		COBERETURA VEGETAL		VALOR	PESO	ANOMALÍA DE PRECIPITACIÓN	
Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc			VALOR	PESO
0.269	0.503	0.117	0.454	0.562	0.470	0.051	0.511	0.479	0.60	0.520	0.40
0.269	0.260	0.117	0.282	0.562	0.269	0.051	0.258	0.268	0.60	0.239	0.40
0.269	0.134	0.117	0.137	0.562	0.155	0.051	0.126	0.146	0.60	0.123	0.40
0.269	0.068	0.117	0.090	0.562	0.069	0.051	0.065	0.071	0.60	0.074	0.40
0.269	0.035	0.117	0.038	0.562	0.037	0.051	0.039	0.036	0.60	0.044	0.40

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Paso 02. Se analiza la susceptibilidad del ámbito geográfico expuesto (S), con su parámetro de evaluación (PE).

Cuadro 133. Cálculo del valor de la susceptibilidad con el parámetro de evaluación

SUSCEPTIBILIDAD (S)		PARÁMETRO DE EVALUACIÓN (PE)			
VALOR	PESO	VOLUMEN DE DESLIZAMIENTO		P.E.	
		VALOR	PESO	VALOR	PESO
0.495	0.40	0.503	1.00	0.503	0.60
0.256	0.40	0.260	1.00	0.260	0.60
0.137	0.40	0.134	1.00	0.134	0.60
0.072	0.40	0.068	1.00	0.068	0.60
0.039	0.40	0.035	1.00	0.035	0.60

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Paso 03. Determinamos el valor del peligro.

Cuadro 134. Cálculo del valor del peligro

VALOR DE PELIGRO
(VALOR S*PESO S+ (VALOR PE*PESO PE)
0.500
0.259
0.135
0.070
0.037

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



Paso 04. Los resultados de los niveles de peligrosidad se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 135. Rango y niveles de peligrosidad

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.259	$\leq P \leq$	0.500
ALTO	0.135	$\leq P <$	0.259
MEDIO	0.070	$\leq P <$	0.135
BAJO	0.037	$\leq P \leq$	0.070

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Paso 05. La vulnerabilidad se analizó considerando las dimensiones social, económica y ambiental.

Cuadro 136. Cálculo del Valor de la exposición social

EXPOSICIÓN		Valor Exposición Social	Peso Exposición Social
Habitantes por vivienda			
Ppar	Pdesc		
1.000	0.503	0.503	0.669
1.000	0.260	0.260	0.669
1.000	0.134	0.134	0.669
1.000	0.068	0.068	0.669
1.000	0.035	0.035	0.669

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 137. Cálculo del valor de la fragilidad social

FRAGILIDAD SOCIAL						Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social
Acceso a los servicios de agua potable		Acceso a los servicios de alcantarillado		Personas con discapacidad			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.715	0.520	0.206	0.512	0.079	0.516	0.518	0.257
0.715	0.218	0.206	0.248	0.079	0.222	0.225	0.257
0.715	0.150	0.206	0.135	0.079	0.143	0.146	0.257
0.715	0.079	0.206	0.070	0.079	0.078	0.077	0.257
0.715	0.033	0.206	0.034	0.079	0.042	0.034	0.257

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 138. Cálculo del Valor de la resiliencia social

RESILIENCIA SOCIAL				Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social
Acceso a los seguros de salud		Capacitación en Gestión de Riesgo de Desastre			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.600	0.509	0.400	0.526	0.516	0.074
0.600	0.270	0.400	0.241	0.258	0.074
0.600	0.125	0.400	0.129	0.127	0.074
0.600	0.060	0.400	0.068	0.063	0.074
0.600	0.037	0.400	0.036	0.036	0.074

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



Cuadro 139. Cálculo del valor de la dimensión social

VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL
0.508	0.267
0.251	0.267
0.137	0.267
0.070	0.267
0.034	0.267

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 140. Cálculo del valor de la exposición económica

EXPOSICIÓN		Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica
Ubicación de la vivienda			
Ppar	Pdesc		
1.00	0.446	0.446	0.633
1.00	0.312	0.312	0.633
1.00	0.140	0.140	0.633
1.00	0.064	0.064	0.633
1.00	0.038	0.038	0.633

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 141. Cálculo del valor de la fragilidad económica

FRAGILIDAD ECONÓMICA						Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica
Estado de conservación		Material predominante en paredes		Material predominante en techos			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.656	0.470	0.265	0.503	0.080	0.497	0.481	0.260
0.656	0.269	0.265	0.260	0.080	0.262	0.266	0.260
0.656	0.155	0.265	0.134	0.080	0.136	0.148	0.260
0.656	0.069	0.265	0.068	0.080	0.069	0.069	0.260
0.656	0.037	0.265	0.035	0.080	0.037	0.036	0.260

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 142. Cálculo del valor de la resiliencia económica

FRAGILIDAD ECONÓMICA				Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica
Ocupación principal del jefe del hogar		Adopción de medidas de reducción de riesgos			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.400	0.521	0.600	0.508	0.513	0.106
0.400	0.245	0.600	0.244	0.244	0.106
0.400	0.133	0.600	0.138	0.136	0.106
0.400	0.067	0.600	0.072	0.070	0.106
0.400	0.034	0.600	0.037	0.036	0.106

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Cuadro 143. Cálculo del valor de la dimensión económica

VALOR DIMENSIÓN ECONÓMICA	PESO DIMENSIÓN ECONÓMICA
0.462	0.669
0.293	0.669
0.142	0.669
0.066	0.669
0.037	0.669

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 144. Cálculo del valor de la exposición ambiental

EXPOSICIÓN		Valor Exposición Ambiental	Peso Exposición Ambiental
Distancia a puntos de contaminación			
Ppar	Pdesc		
1.00	0.516	0.516	0.656
1.00	0.257	0.257	0.656
1.00	0.130	0.130	0.656
1.00	0.060	0.060	0.656
1.00	0.037	0.037	0.656

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 145. Cálculo del valor de la fragilidad ambiental

FRAGILIDAD AMBIENTAL				Valor Fragilidad ambiental	Peso Fragilidad ambiental
Disposición de Residuos sólidos		Disposición de Efluentes líquidos			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.500	0.500	0.500	0.505	0.513	0.265
0.500	0.248	0.500	0.262	0.244	0.265
0.500	0.141	0.500	0.136	0.136	0.265
0.500	0.075	0.500	0.060	0.070	0.265
0.500	0.036	0.500	0.037	0.036	0.265

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 146. Cálculo del valor de la resiliencia ambiental

RESILIENCIA AMBIENTAL		Valor Resiliencia Ambiental	Peso Resiliencia Ambiental
Reducción de impactos ambientales			
Ppar	Pdesc		
1.000	0.499	0.499	0.080
1.000	0.264	0.264	0.080
1.000	0.137	0.137	0.080
1.000	0.061	0.061	0.080
1.000	0.039	0.039	0.080

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 147. Cálculo del valor de la dimensión ambiental

VALOR DIMENSIÓN AMBIENTAL	PESO DIMENSIÓN AMBIENTAL
0.514	0.064
0.254	0.064
0.132	0.064
0.063	0.064
0.037	0.064

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



Cuadro 148. Cálculo del valor de la vulnerabilidad

VALOR DE LA VULNERABILIDAD
0.478
0.279
0.140
0.067
0.036

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Cuadro 149. Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.279	$\leq V \leq$	0.478
ALTO	0.140	$\leq V <$	0.279
MEDIO	0.067	$\leq V <$	0.140
BAJO	0.036	$\leq V <$	0.067

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Paso 06. El valor del riesgo se obtiene:

Cuadro 150. Cálculo del valor del riesgo

VALOR DE PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (P*V=R)
0.500	0.478	0.236
0.259	0.279	0.072
0.135	0.140	0.019
0.070	0.067	0.005
0.037	0.036	0.001

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Este es el valor de riesgo para una fila, lo mismo se automatiza en la base de dato SIG asociado a cada polígono que representa la unidad de análisis, que son los predios ubicados en el CP. San Miguel de Vichaycocha del distrito de Pacaraos.

5.1.1 Determinación de los niveles de riesgos

Los niveles de riesgo por el peligro de deslizamiento rotacional se obtienen de los siguientes rangos:

Cuadro 151. Niveles del riesgo

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.072	$\leq R \leq$	0.239
ALTO	0.019	$\leq R <$	0.072
MEDIO	0.005	$\leq R <$	0.019
BAJO	0.001	$\leq R <$	0.005

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



5.1.2 Matriz del riesgo

La matriz de riesgos originado por el peligro por deslizamiento rotacional del CP. San Miguel de Vichaycocha del distrito de Pacaraos se muestra a continuación.

Cuadro 152. Matriz del riesgo

PMA	0.500	0.033	0.070	0.139	0.239
PA	0.259	0.017	0.036	0.072	0.124
PM	0.135	0.009	0.019	0.038	0.065
PB	0.070	0.005	0.010	0.019	0.033
		0.067	0.140	0.279	0.478
		VB	VM	VA	VMA

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

5.1.3 Estratificación del riesgo

Cuadro 153. Estratificación del Riesgo

NIVEL DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	Rangos
Riesgo Muy Alto	<p>Lluvias intensas alcanzaron precipitaciones diarias acumuladas de 513.5 mm entre los meses de enero a marzo produciendo anomalías de precipitación entre 60 a 120% originando infiltraciones y saturación de suelo en depósitos coluviales y coluvio deluviales asentadas en vertientes de deslizamiento en pendientes de terreno mayores a 45° provocando deslizamiento con volúmenes superiores a 9,000 m³.</p> <p>Viviendas con más de 5 habitantes sin servicios básicos por lo que se abastecen de agua mediante, rio, manantiales, acequias, no cuentan con servicios de alcantarillado y con algún miembro de la familia con discapacidad motora o visual. Los habitantes de la vivienda no cuentan con ningún tipo de seguro de salud y no han recibido capacitación en gestión de riesgo de desastres por lo que no saben cómo actuar ante una emergencia sísmica.</p> <p>Las viviendas se encuentran expuestas por ubicarse en zona de colapso de antiguos deslizamientos, cuyas edificaciones se encuentran en un estado de conservación malo o muy malo, con techos de esteras, palos y plásticos, y paredes predominantemente de esteras y madera.</p> <p>El jefe del hogar se encuentra desempleado por lo que no genera recursos para poder sobreponerse rápidamente de los daños, así mismo los pobladores no hay adoptado ningún tipo de medida para reducir los riesgos.</p> <p>Desde el aspecto ambiental la Vivienda se encuentra ubicada a menos de 2 metros de algún foco de contaminación, dispone sus residuos sólidos a la intemperie, lo quema o entierra y sus efluentes son evacuados al aire libre produciendo malos olores. Los habitantes nunca han recibido alguna capacitación en temática ambiental.</p>	0.072 ≤ R ≤ 0.239
Riesgo Alto	<p>Lluvias intensas alcanzaron precipitaciones diarias acumuladas de 513.5 mm entre los meses de enero a marzo produciendo anomalías de precipitación entre 60 a 120% originando infiltraciones y saturación de suelo en depósitos coluviales, proluviales y en formaciones sedimentarias del cretáceo (Formación Pariatambo, Formación Chulec, Formación Pariahuanca, Formación Chimú) asentadas en vertientes coluviales vertientes coluviales y en montaña en roca sedimentaria con pendientes de terreno entre 25 a 45° provocando deslizamientos con volúmenes de 6,001 a 9,000 m³.</p> <p>Viviendas con 4 a 5 habitantes, se abastecen de agua a través de Pozos o cisternas, respecto a la disposición de sus excretas lo evacuan a un pozo o canal o a través</p>	0.019 ≤ R < 0.072



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

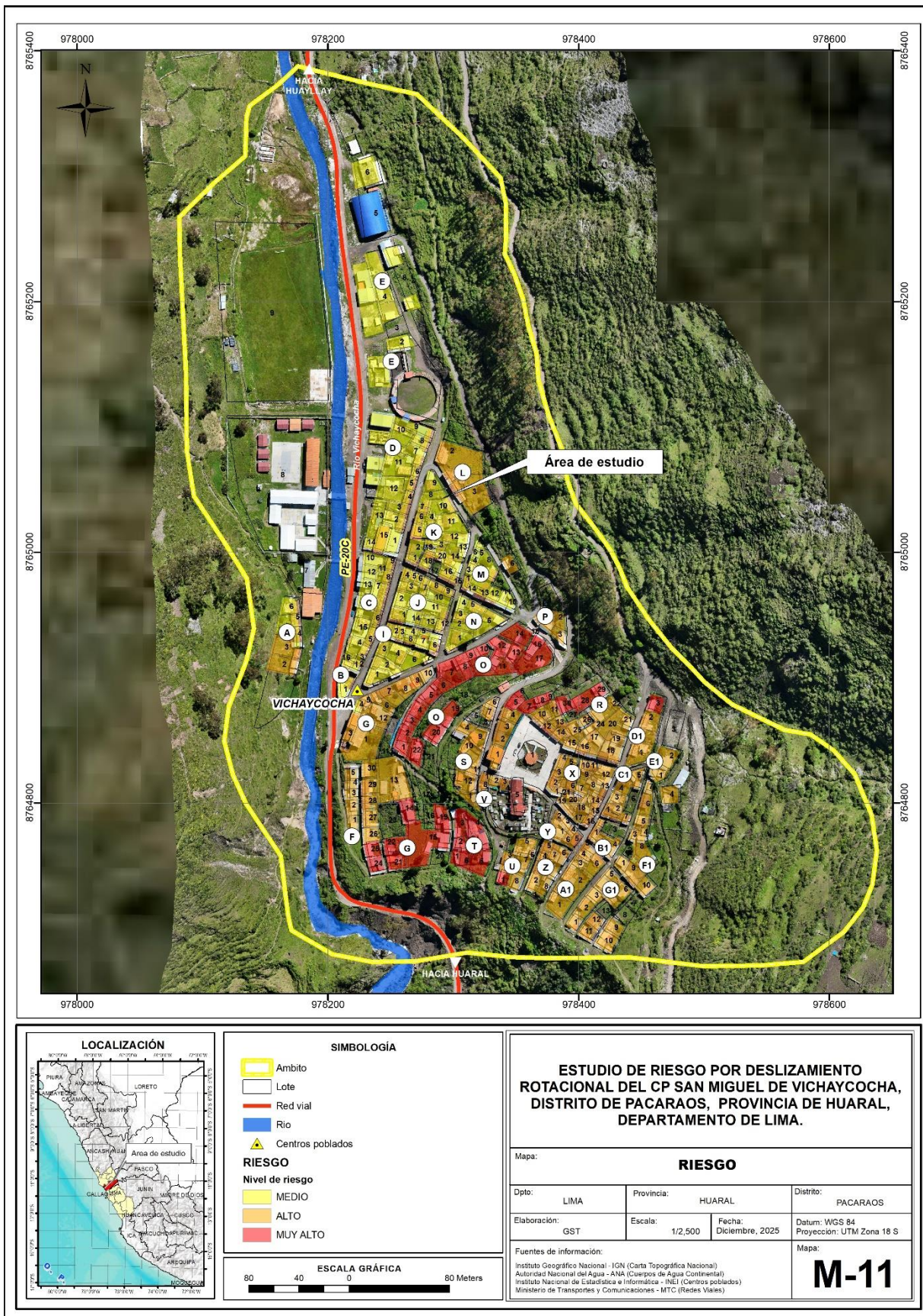
NIVEL DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	Rangos
	<p>de pozo ciego. Los habitantes cuentan con seguro SIS y han recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres al menos una vez al año.</p> <p>Las Viviendas ubicadas en zona de ladera inestables con fisuras y agrietamientos. El estado de conservación de las viviendas varía entre malo y regular, con muros donde predomina el adobe y el tapial con viviendas con techos de caña o madera. El jefe del hogar recibe jornales como medio de pago. No es un trabajo estable, Los pobladores han construido algunas escaleras lo que les facilita en algo la evacuación en caso de algún fenómeno que pongan en riesgo su vida.</p> <p>Desde el enfoque ambiental, las Vivienda ubicada entre 2 a 100 metros de algún foco de contaminación, quema o entierra sus residuos o lo dispone en algún botadero clandestino y evacua sus efluentes y/o excretas a la intemperie o un pozo ciego dentro de la vivienda.</p> <p>Resiliencia: Ha recibido alguna vez capacitación en temas ambientales (en un periodo de 5 años).</p>	
Riesgo Medio	<p>Lluvias intensas alcanzaron precipitaciones diarias acumuladas de 513.5 mm entre los meses de enero a marzo produciendo anomalías de precipitación entre 60 a 120% originando infiltraciones y saturación de suelo en formaciones sedimentarias del cretáceo (Formación Pariatambo, Formación Chulec, Formación Pariahuanca, Formación Chimú) asentadas en montañas de roca sedimentaria y vertiente aluvio torrencial en terrenos con pendiente entre 15° a 25° produciendo deslizamiento con volúmenes de 3,600 a 6,000 m³.</p> <p>Viviendas con 3 habitantes, Se abastecen de agua a través de cisternas o piletas, dispone sus efluentes a través de algún pozo ciego dentro de la vivienda. Los habitantes cuentan con seguro social a través de ESSALUD y han recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres entre 2 a 3 veces al año.</p> <p>Las Viviendas se encuentran ubicadas en zona laderas con pendientes entre 15° a 45°. La edificación presenta estado de conservación entre regular y bueno, con muros donde predomina el ladrillo o piedra con mortero. El jefe del hogar se dedica al comercio y la población ha adoptado medidas de reducción construyendo muros y escaleras.</p> <p>La Vivienda se encuentra ubicada entre 100 y 200 metros de algún foco de contaminación, dispone sus residuos sólidos a través de un reciclador o a través del camión de recojo de basura. Ha recibido alguna vez capacitación en temas ambientales (en un periodo de 3 a 2 años).</p>	0.005 ≤ R < 0.019
Riesgo Bajo	<p>Lluvias intensas alcanzaron precipitaciones diarias acumuladas de 513.5 mm entre los meses de enero a marzo produciendo anomalías de precipitación entre 60 a 120% sobre depósitos aluviales asentadas en terraza aluvial en pendientes menores a 15°.</p> <p>Vivienda con menos de 3 habitantes, con abastecimiento de agua a través de la red pública, dispone sus efluentes a través del servicio conectado al sistema de alcantarillado y ningún miembro de la familia presenta algún tipo de discapacidad. Los habitantes cuentan con seguro privado de salud y han recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres recientemente (en el año)</p> <p>Las Viviendas ubicadas en zona con pendientes menores a 15°, la edificación presenta estado de conservación entre bueno y muy bueno, con muros donde predomina el ladrillo y el concreto con techos de concreto aligerado.</p> <p>El jefe del hogar es emprendedor o ejerce alguna profesión y genera sus propios recursos y brinda empleo a otras personas, la población no requiere de medidas de reducción de riesgos por encontrarse en una zona plana.</p> <p>Desde el enfoque ambiental las Viviendas se encuentran ubicadas a más de 200 metros de algún foco de contaminación, dispone sus residuos a través del camión de recojo de basura y sus efluentes al sistema de alcantarillado. Además, han recibido alguna vez capacitación en temas ambientales (en un periodo menor a 2 años).</p>	0.001 ≤ R < 0.005

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.



5.1.4 Mapa del Riesgo

Figura 15. Mapa de riesgo del área de estudio



Elaboración: Equipo Técnico Evaluador



5.2 Cálculo de daños y pérdidas

En esta parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse ante la ocurrencia de precipitaciones de gran intensidad que provocarían la saturación de suelos en zonas de depósitos coluvio deluviales con evidencias antiguos deslizamientos, cuyas grietas evidencian la actual geodinámica del terreno.

En este caso, el impacto podrá causar daños a la infraestructura poniendo en riesgo a la población, en ese sentido los efectos probables demandarían un monto probable que asciende a S/ 3'346,000.00, siendo este monto netamente referencial.

Cuadro 154. Efectos probables del área de estudio (CP. San Miguel de Vichaycocha)

EFFECTOS PROBABLES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	DAÑOS PROBABLES	PÉRDIDAS PROBABLES
DAÑOS PROBABLES (VIVIENDAS EN RIESGOS ALTO Y MUY ALTO)					
Viviendas construidas con material de ladrillo y/o concreto	11	25,000.00	275,000.00	275,000.00	
Viviendas construidas con material precario	176	10,000.00	1'760,000.00	1'760,000.00	
PÉRDIDAS PROBABLES					
Costo de adquisición de carpas	11	1,000.00	11,000.00		11,000.00
Costo de adquisición de módulo de viviendas	100	8,000.00	800,000.00		800,000.00
Gastos de la atención de la emergencia	1	500,000.00	500,000.00		500,000.00
TOTAL			3'346,000.00	2'035,000.00	1'311,000.00

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

5.3 Zonificación de Riesgos

Las condiciones físicas del territorio y/o espacio geográfico de análisis que corresponden al CP. San Miguel de Vichaycocha definen los niveles de peligro y las condiciones sociales, económicas y ambientales definen los niveles de vulnerabilidad.

Bajo lo descrito en el párrafo anterior, son las zonas de pendientes llanas menores a 25° donde los elementos expuestos presentan un nivel de vulnerabilidad media es donde los niveles de riesgo son medios.

Las zonas de laderas donde las pendientes se encuentran en un rango entre 5 a 25° los niveles de riesgo van incrementando, así mismo los niveles de vulnerabilidad son altos por ende los niveles de riesgo son altos.

Las zonas de pendientes mayores a 25° donde se ha evidenciado el asentamiento de viviendas y antecedentes de deslizamientos y donde los cortes del terreno natural han alterado la superficie con taludes inestables se identificaron viviendas en condiciones precarias, agrietadas, por lo que dichas viviendas se están considerando con riesgo muy alto.



5.4 Medidas de prevención y reducción de riesgos de desastres (riesgos futuros)

5.4.1 De orden no estructural.

- a. Se debe gestionar y planificar el reasentamiento poblacional del CP. San Miguel de Vichaycocha, por encontrarse en una zona de peligro alto y muy alto, asentado sobre un antiguo deslizamiento cuyas evidencias actuales establecen la dinámica actual de la zona afectando de manera directa un total de 187 predios y 407 habitantes, ubicados en la zona media alta del CP. San Miguel de Vichaycocha, dichas gestiones se deben efectuarse de manera conjunta y coordinada con la Municipalidad distrital, Municipalidad provincial, CENEPRED, Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, lo que permitirá proteger la vida y salud de la población y sus medios de vida en cumplimiento de los principios de la Gestión de riesgos de desastres.
- b. Elaboración del Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del Distrito de Pacaraos, en cumplimiento del artículo 39 de la Ley N.º 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y sus modificatorias. En este contexto, se debe solicitar la asistencia técnica al CENEPRED para la formulación del referido instrumento. El propósito del plan es proponer medidas específicas de reducción y mitigación de riesgos en todo el territorio de Pacaraos, además de identificar el pliego presupuestal correspondiente para su adecuada gestión.
- c. Fortalecer la cultura de prevención y el aumento de la resiliencia mediante la realización de capacitaciones en temática de gestión de riesgo, así como la realización de simulacros que permitan al poblador conocer cómo actuar en caso de una emergencia.
- d. Realizar un estudio geotécnico con la finalidad de determinar la medida de corrección más adecuada que se pueden implementar en la ladera afectada.
- e. Evitar la deforestación o desarrollo de actividades agrícolas sobre las laderas de las montañas situadas en las inmediaciones del CP San Miguel de Vichaycocha y así minimizar la inestabilidad de los materiales que la conforman.
- f. Creación de un comité de gestión de riesgos de desastres a nivel sectorial y local, así como conformación de brigadas de emergencia en el CP. San Miguel de Vichaycocha, encargado de mantener una coordinación constante con las autoridades locales, provinciales y regionales. Este comité tendrá como objetivo garantizar una reacción rápida y eficaz ante situaciones de emergencia.
- g. Formación y organización de brigadas especializadas en la evaluación de daños, destinadas a apoyar la labor de las autoridades, como el COEL, COER y COEN. Estas brigadas contribuirán a agilizar la respuesta ante emergencias, permitiendo una pronta restauración de los servicios y facilitando la asistencia inmediata en la atención de la emergencia.
- h. Promover la cultura de prevención y fortalecer la resiliencia a través de la realización de capacitaciones en gestión de riesgos, complementadas con simulacros prácticos. Estas actividades tienen como objetivo capacitar a la población para actuar de manera adecuada y eficiente ante situaciones de emergencia.
- i. Evitar y restringir la construcción de edificaciones y ocupación sobre las áreas donde se han identificado de peligro alto y muy alto sobre laderas inestables siguiendo el principio precautor de la gestión de riesgos de desastres, para lo cual la Municipalidad distrital debe elaborar la Ordenanza Municipal que regule el control y ocupación de estas zonas.
- j. Evaluar el estado de conservación de los reservorios y puntos de agua ubicados en las partes altas, considerando que su deterioro podría ocasionar filtraciones de agua hacia el subsuelo.



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Estas filtraciones podrían contribuir a la saturación del suelo, incrementando el riesgo de deslizamientos futuros.

- k. Revisar el estado de conservación de las líneas de conducción de agua potable y desagüe sobre todo en la zona alta del CP. San Miguel de Vichaycocha, ya que el deterioro de las líneas produce infiltraciones hacia el suelo, ello debilita y desestabiliza el suelo saturándolo, lo que podría provocar futuros deslizamientos, reptaciones de suelo u otros fenómenos asociados a los movimientos en masa.
- l. Evitar continuar con los cortes de ladera para la construcción de viviendas, esto podría incrementar el avance del movimiento y la ocurrencia de futuros deslizamientos, ante ello la Municipalidad distrital tiene la responsabilidad de elaborar una ordenanza Municipal que limite dichas actividades.
- m. Evitar los cortes de taludes para la habilitación de vías sin que se cuente con estudios y asesoramientos técnicos correspondientes. Continuar con esta habilitación corta el talud lo que desestabiliza volviéndolas susceptibles a movimientos geodinámicos detonadas por las lluvias intensas.
- n. Promover la reforestación de laderas que permita estabilizar las laderas en las zonas altas y la cabecera del CP. San Miguel de Vichaycocha.

5.4.2 De orden estructural

Hasta que se efectúe el plan de reasentamiento poblacional, se debe tomara las siguientes medidas de orden estructural:

- a. Implementar zanjas o canales de coronación en las laderas con susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamiento y reptación de suelos a fin de captar las aguas de escorrentía y drenarlas hacia una zona de mayor estabilidad.
- b. Se propone la implementación de un sistema integral de drenaje pluvial en el centro poblado San Miguel de Vichaycocha. Este sistema estaría diseñado para canalizar las aguas pluviales provenientes de las partes altas, con el objetivo de evitar su infiltración en el área urbana y prevenir posibles afectaciones futuras.
- c. Realizar el mantenimiento de los drenes pluviales existentes, ya que se ha evidenciado el agrietamiento y colmatación para evitar las infiltraciones de agua hacia el subsuelo evitando la saturación del suelo.
- d. En las áreas agrícolas, ubicadas en las partes altas se debe implementar sistemas de riego tecnificado, ya que el riego por gravedad tiende a erosionar y lavar el suelo, así mismo genera infiltración que satura el suelo.



5.5 Control de riesgo

5.5.1 De la evaluación de las medidas

5.5.1.1 Aceptabilidad / Tolerabilidad

a) Valoración de consecuencias:

Cuadro 155. 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	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Del cuadro anterior, obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo ya que los recursos con los que cuenta la población no son suficiente para afrontar el fenómeno, en ese sentido la valoración de las consecuencias el nivel 3 Alta.

b) Valoración de frecuencia:

Cuadro 156. 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 periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Del cuadro anterior, se obtiene que el evento de deslizamiento rotacional originado por lluvias intensas puede ocurrir en cualquier momento, estas lluvias son anuales por lo que son frecuentes, es decir, posee el nivel 3 – Alta.

c) Nivel de consecuencia y daños:

Cuadro 157. Nivel de consecuencia 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

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es de Nivel 3 – Alta.



d) **Aceptabilidad y/o Tolerancia:**

Cuadro 158. Nivel de consecuencia y daños

Valor	Descriptor	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplicar 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

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

De lo anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo por deslizamiento rotacional originado por lluvias intensas en el área de estudio conformado por CP. San Miguel de Vichaycocha del distrito de Pacaraos, es de nivel 3 – Inaceptable, ya que requiere que se desarrollen actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos

La matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo se indica a continuación:

Cuadro 159. Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia

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

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

e) **Prioridad de Intervención:**

Cuadro 160. Prioridad de intervención

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

Elaboración: Equipo Técnico Evaluador.

Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de priorización es de II, del cual constituye se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.

5.5.2 Control de riesgos

- El área de estudio que comprende el CP. San Miguel de Vichaycocha, se encuentra expuesto a peligro Medio, Alto y Muy alto por peligro de deslizamiento rotacional



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

originados por lluvias intensas, niveles identificados según el análisis geológico geomorfológico, y el análisis de las pendientes, ello se puede comprobar por la existencia de taludes inestables debido al corte del perfil natural del terreno, las escarpas y agrietamientos observados in situ.

- Los niveles de vulnerabilidad predominantemente se encuentran en nivel Medio y Alto, ello por las condiciones estructurales y el estado de conservación de las viviendas, así como su ubicación de estas en laderas inestables. En total se han identificado 182 predios con nivel de vulnerabilidad alta.
- Bajo el escenario identificado, los niveles de riesgo son predominantemente altos, en general se identificaron 174 predios en riesgo alto y 43 predios en riesgo muy alto. Estos predios se ubican sobre todo en la parta media alta del CP. San Miguel de Vichaycocha.
- El nivel de aceptabilidad y tolerancia del riesgo es Inaceptable, y que se deben tomar medidas y acciones que permitan manejar los riesgos futuros.
- Para el control de riesgo se estima un cálculo de efectos probables ascendente a S/ 3'346,000.00soles, siendo este monto referencial.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

6.1 Conclusiones

- a. El presente informe se ha realizado siguiendo las pautas y lineamiento técnicos del manual de Evaluación de riesgos de fenómenos de origen natural, tomando en cuenta un escenario de lluvias intensas con anomalías de precipitación entre 60 a 120% de la normal climática que desencadenaría deslizamientos rotacionales en el CP. San Miguel de Vichaycocha.
- b. Se efectuó la caracterización del peligro, tomando como base la información geológica, geomorfología, cobertura vegetal y el estudio y análisis de las pendientes, así como la verificación in situ de las condiciones de los cortes de talud y taludes inestables, lo que permitieron identificar los niveles de peligro y elaborar el mapa de peligro por deslizamiento rotacional del CP. San Miguel de Vichaycocha.
- c. Se analizó y determinó los niveles de vulnerabilidad del CP. San Miguel de Vichaycocha, identificando que los niveles de vulnerabilidad son predominantemente altos, ello evidenciado por el estado de construcción de las viviendas, material predominante y el mal estado de conservación de las mismas.
- d. Se establecieron los niveles de riesgo del CP. San Miguel de Vichaycocha en función a los niveles de peligro y vulnerabilidad identificados previamente, lo que permitió establecer las medidas estructurales y no estructurales que permitan la reducción de los niveles de riesgo correspondiente, siguiendo el principio protector de la Gestión de riesgos de desastres.
- e. Se debe iniciar las gestiones y planificar las acciones de reasentamiento del CP. San Miguel de Vichaycocha sobre todo de las viviendas asentadas en zonas de peligro alto y muy alto, en coordinación con la Municipalidad distrital, Municipalidad provincial, CENEPRED, Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento y definir el área de acogida de la población afectada.



6.2 Recomendaciones

- a. Aplicar las medidas estructurales y no estructurales establecidas en el presente informe, donde se recomienda iniciar las gestiones de reasentamiento del CP. San Miguel de Vichaycocha por encontrarse en áreas expuestas a peligro alto y muy alto.
- b. Poner en conocimiento a la población de las condiciones de peligro, vulnerabilidad y riesgos existentes siguiendo el principio de información de la Ley de reasentamiento poblacional establecida en la ley N° 29869.
- c. Hasta que se efectuó el plan de reasentamiento poblacional, realizar las acciones y/o medidas estructurales establecidas en el numeral 5.4.2.



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.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). Censo de Población, Vivienda e infraestructura Pública afectada por “El Niño Costero”
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2016). Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno El Niño y otros Fenómenos Naturales.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2009). Perú: Estimaciones y proyecciones de población por sexo, según departamento, provincia y distrito, 2000-2015. Lima.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2014). Estimación de Umbrales de Precipitaciones Extremas para la Emisión de Avisos meteorológicos, 11pp.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (1988). Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI Perú, 14 pp.
- SENAMHI, 1988. Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI Perú, 14 pp.
- SENAMHI-DHI, 2017. Uso del producto grillado PISCO de precipitación en estudios, investigaciones y sistemas operacionales de monitoreo y pronóstico hidrometeorológico, 21pp.
- ENFEN, 2017. Informe Técnico Extraordinario N° 001- 2017/ENFEN. El Niño Costero 2017.
- SENAMHI, 2017. Informe Técnico N° 37: Monitoreo diario de lluvias en 52 centros poblados distribuidos en los departamentos de Arequipa, Lambayeque, La Libertad, Lima y Piura, para el periodo enero – abril 2017.
- SENAMHI, 2017. Informe Técnico N°03 Estimación del Período de Retorno de las lluvias máximas en distritos afectados por El Niño Costero 2017, 21pp.

INGEMMET 2022, Informe Técnico N° A7303, Evaluación de peligros geológicos por movimiento en masa en la comunidad campesina de Vichaycocha.



PANEL FOTOGRÁFICO



Ladera montañosa con superficie ondulada que evidencia antiguos deslizamientos.



La Habilitación de nuevas vías sin asesoramiento técnico en la parte alta del CP. San Miguel de Vichaycocha pone en evidencias las condiciones de peligro de la zona de estudio.



Si bien es cierto la parte baja del CP. San Miguel de Vichaycocha presenta riesgo medio y bajo ante deslizamiento el río Vichaycocha se constituye como una amenaza para dicha zona a inundaciones fluviales.



Zona de agrietamiento del suelo lo que evidencia la actividad geodinámica de la zona.



Viviendas con fisuras en mal estado de conservación.





LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Reporte de emergencias - distrito de Pacaraos y Santa Cruz de Andamarca	9
Cuadro 2. Ubicación en coordenadas Geográficas	12
Cuadro 3. Ubicación en coordenadas UTM – WGS 84 Zona 18 S	12
Cuadro 4. Características de la población según sexo	15
Cuadro 5. Población según grupos de edades	15
Cuadro 6. Material predominante en las paredes	16
Cuadro 7. Material predominante en los techos	17
Cuadro 8. Tipo de abastecimiento de agua	17
Cuadro 9. Viviendas con servicios higiénicos	18
Cuadro 10. Número de instituciones educativas	19
Cuadro 11. Número de establecimientos de salud	19
Cuadro 12. Unidades geológicas	23
Cuadro 13. Unidades Geomorfológicas	27
Cuadro 14. Clasificación de rangos de Pendientes	32
Cuadro 15. Estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio	35
Cuadro 16. Estaciones meteorológicas evaluadas	36
Cuadro 17. Precipitaciones en 24 horas (mm/24h) – Estación santa Cruz	36
Cuadro 18. Precipitaciones en 24 horas (mm./24h) – Estación Huaros	38
Cuadro 19. Precipitaciones en 24 horas (mm/24h) – Estación Canta	38
Cuadro 20. Factor de ajuste por frecuencia de observación diaria	39
Cuadro 21. Precipitaciones en 24 horas (mm/24h) reajustado – Estación santa Cruz	40
Cuadro 22. Precipitaciones en 24 horas (mm/24h) reajustado – Estación Huaros	40
Cuadro 23. Precipitaciones en 24 horas (mm/24h) reajustado – Estación Canta	41
Cuadro 24. Prueba de bondad de ajuste Método Kolmogórov Smirnov - Precipitación en 24 Horas – Estación Santa Cruz	43
Cuadro 25. Prueba de bondad de ajuste Método Kolmogórov Smirnov - Precipitación en 24 Horas – Estación Huaros ..	43
Cuadro 26. Prueba de bondad de ajuste Método Kolmogórov Smirnov - Precipitación en 24 Horas – Estación Canta ...	44
Cuadro 27. Prueba de Bondad de Ajuste – Método Kolmogórov Smirnov – Precipitación Max en 24 Horas	46
Cuadro 28. Anomalías enero – marzo 2017 – Estación Santa Cruz	49
Cuadro 29. Anomalías enero – marzo 2017 – Estación Huaros	49
Cuadro 30. Anomalías enero – marzo 2017 – Estación Canta	49
Cuadro 31. Anomalía de precipitación	52
Cuadro 32. Matriz de comparación de pares del parámetro Volumen de deslizamiento	61
Cuadro 33. Matriz de normalización del parámetro Volumen de deslizamiento	61
Cuadro 34. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro Volumen de deslizamiento	61
Cuadro 35. Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad	61
Cuadro 36. Matriz de comparación de pares del parámetro Anomalía de precipitación	62
Cuadro 37. Matriz de normalización del parámetro de Anomalía de precipitación	63
Cuadro 38. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro Anomalía de precipitación ..	63
Cuadro 39. Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente de terreno	63
Cuadro 40. Matriz de normalización del parámetro Pendiente de terreno	63
Cuadro 41. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro pendiente de terreno	64
Cuadro 42. Matriz de comparación de pares del parámetro unidad geológica	64
Cuadro 43. Matriz de normalización del parámetro unidad geológica	64
Cuadro 44. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidad geológica	64
Cuadro 45. Matriz de comparación de pares del parámetro unidad geomorfológica	65
Cuadro 46. Matriz de normalización del parámetro unidad geomorfológica	65
Cuadro 47. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidad geomorfológica	65
Cuadro 48. Matriz de comparación de pares del parámetro cobertura vegetal	65
Cuadro 49. Matriz de normalización del parámetro cobertura vegetal	66
Cuadro 50. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro cobertura vegetal	66
Cuadro 51. Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor condicionante	66
Cuadro 52. Matriz de normalización de los parámetros utilizados en el factor condicionante	66



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Cuadro 53. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros utilizados en el factor condicionante	66
Cuadro 54. Población Expuesta	67
Cuadro 55. Viviendas expuestas	67
Cuadro 56. Número de instituciones educativas	67
Cuadro 57. Niveles de Peligro	69
Cuadro 58. Estratificación del peligro	69
Cuadro 59. Parámetros a utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social	73
Cuadro 60. Matriz de comparación de pares del parámetro habitante por vivienda	73
Cuadro 61. Matriz de normalización del parámetro habitante por vivienda	73
Cuadro 62. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de Grupo etario	74
Cuadro 63. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios de agua potable	74
Cuadro 64. Matriz de normalización del parámetro acceso a servicios de agua potable	74
Cuadro 65. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de acceso a servicios de agua potable	74
Cuadro 66. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios de alcantarillado	74
Cuadro 67. Matriz de normalización del parámetro acceso a servicios de alcantarillado	75
Cuadro 68. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de acceso a servicios de alcantarillado	75
Cuadro 69. Matriz de comparación de pares del parámetro personas con discapacidad	75
Cuadro 70. Matriz de normalización del parámetro personas con discapacidad	75
Cuadro 71. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de personas con discapacidad	75
Cuadro 72. Matriz de comparación de pares de la fragilidad social	76
Cuadro 73. Matriz de normalización de la fragilidad social	76
Cuadro 74. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para la fragilidad social	76
Cuadro 75. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a seguro de salud	76
Cuadro 76. Matriz de normalización del parámetro acceso a seguro de salud	77
Cuadro 77. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro acceso a seguro de salud	77
Cuadro 78. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en GRD	77
Cuadro 79. Matriz de normalización del parámetro capacitación en GRD	77
Cuadro 80. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en GRD	77
Cuadro 81. Matriz de comparación de pares de la dimensión social	78
Cuadro 82. Matriz de normalización de la dimensión social	78
Cuadro 83. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para la dimensión social	78
Cuadro 84. Parámetros de dimensión económica	78
Cuadro 85. Matriz de comparación de pares del parámetro ubicación de vivienda	79
Cuadro 86. Matriz de normalización del parámetro ubicación de vivienda	79
Cuadro 87. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro ubicación de la vivienda	79
Cuadro 88. Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación del predio	80
Cuadro 89. Matriz de normalización del parámetro estado de conservación del predio	80
Cuadro 90. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro estado de conservación del predio	80
Cuadro 91. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en paredes	80
Cuadro 92. Matriz de normalización del parámetro material predominante en paredes	81
Cuadro 93. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante en paredes	81
Cuadro 94. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en techos	81
Cuadro 95. Matriz de normalización del parámetro material predominante en techos	81
Cuadro 96. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante en techos	81
Cuadro 97. Matriz de comparación de la fragilidad económica	82
Cuadro 98. Matriz de normalización de la fragilidad económica	82
Cuadro 99. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para la fragilidad económica	82
Cuadro 100. Matriz de comparación de pares del parámetro ocupación principal (jefe del hogar)	82
Cuadro 101. Matriz de normalización del parámetro ocupación principal (jefe del hogar)	83
Cuadro 102. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro ocupación principal (jefe del hogar)	83
Cuadro 103. Matriz de comparación de pares del parámetro adopción de medidas de reducción de riesgos	83
Cuadro 104. Matriz de normalización del parámetro adopción de medidas de reducción de riesgos	83
Cuadro 105. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro adopción de medidas de reducción de riesgos	84
Cuadro 106. Matriz de normalización de la resiliencia económica	84



Estudio de Evaluación de Riesgo por deslizamiento rotacional en el CP. San Miguel de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima

Cuadro 107. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión económica	84
Cuadro 108. Matriz de normalización del parámetro dimensión económica	84
Cuadro 109. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión económica.....	84
Cuadro 110. Parámetros de dimensión ambiental	85
Cuadro 111. Matriz de comparación de pares del parámetro distancia a un foco de contaminación.....	85
Cuadro 112. Matriz de normalización del parámetro distancia a un foco de contaminación	85
Cuadro 113. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro distancia a un foco de contaminación	85
Cuadro 114. Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de residuos sólidos	86
Cuadro 115. Matriz de normalización del parámetro disposición de residuos sólidos	86
Cuadro 116. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro disposición de residuos sólidos	86
Cuadro 117. Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de efluentes líquidos	86
Cuadro 118. Matriz de normalización del parámetro disposición de efluentes líquidos	87
Cuadro 119. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro disposición de efluentes líquidos.....	87
Cuadro 120. Matriz de normalización de la fragilidad ambiental	87
Cuadro 121. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en temas ambientales.....	87
Cuadro 122. Matriz de normalización del parámetro capacitación en temas ambientales	88
Cuadro 123. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en temas ambientales	88
Cuadro 124. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión ambiental	88
Cuadro 125. Matriz de normalización del parámetro dimensión ambiental	88
Cuadro 126. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión ambiental.....	88
Cuadro 127. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión ambiental	89
Cuadro 128. Matriz de normalización del parámetro dimensión ambiental	89
Cuadro 129. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión ambiental.....	89
Cuadro 130. Niveles de Vulnerabilidad	89
Cuadro 131. Estratificación de la Vulnerabilidad	90
Cuadro 132. Cálculo del valor de los parámetros condicionantes y desencadenantes	93
Cuadro 133. Cálculo del valor de la susceptibilidad con el parámetro de evaluación	93
Cuadro 134. Cálculo del valor del peligro	93
Cuadro 135. Rango y niveles de peligrosidad	94
Cuadro 136. Cálculo del Valor de la exposición social	94
Cuadro 137. Cálculo del valor de la fragilidad social	94
Cuadro 138. Cálculo del Valor de la resiliencia social	94
Cuadro 139. Cálculo del valor de la dimensión social	95
Cuadro 140. Cálculo del valor de la exposición económica.....	95
Cuadro 141. Cálculo del valor de la fragilidad económica	95
Cuadro 142. Cálculo del valor de la resiliencia económica	95
Cuadro 143. Cálculo del valor de la dimensión económica	96
Cuadro 144. Cálculo del valor de la exposición ambiental	96
Cuadro 145. Cálculo del valor de la fragilidad ambiental	96
Cuadro 146. Cálculo del valor de la resiliencia ambiental	96
Cuadro 147. Cálculo del valor de la dimensión ambiental	96
Cuadro 148. Cálculo del valor de la vulnerabilidad	97
Cuadro 149. Niveles de vulnerabilidad	97
Cuadro 150. Cálculo del valor del riesgo	97
Cuadro 151. Niveles del riesgo	97
Cuadro 152. Matriz del riesgo	98
Cuadro 153. Estratificación del Riesgo	98
Cuadro 154. Efectos probables del área de estudio (CP. San Miguel de Vichaycocha)	101
Cuadro 155. Valoración de consecuencias.....	104
Cuadro 156. Valoración de la frecuencia de ocurrencia	104
Cuadro 157. Nivel de consecuencia y daños.....	104
Cuadro 158. Nivel de consecuencia y daños.....	105
Cuadro 159. Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia	105
Cuadro 160. Prioridad de intervención.....	105



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Características de la población según sexo	15
Gráfico 2. Población según grupos de edades	16
Gráfico 3. Material predominante en las paredes	16
Gráfico 4. Material predominante en los techos	17
Gráfico 5. Tipo de abastecimiento de agua	18
Gráfico 6. Viviendas con servicios higiénicos	18
Gráfico 7. Estación Santa Cruz	36
Gráfico 8. Estación Huaros	37
Gráfico 9. Estación Canta	38
Gráfico 10. Gráfico de Funciones de Distribución-Estación Santa Cruz	44
Gráfico 11. Gráfico de Funciones de Distribución-Estación Huaros	45
Gráfico 12. Gráfico de Funciones de Distribución-Estación Canta	45
Gráfico 13. Histograma -Estación Santa Cruz	45
Gráfico 14. Histograma -Estación Huaros	46
Gráfico 15. Histograma -Estación Canta	46
Gráfico 16. Precipitación diaria acumulada en la estación meteorológica Santa Cruz	51
Gráfico 17. Precipitación diaria acumulada en la estación meteorológica Huaros	51
Gráfico 19. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad	54
Gráfico 20. Flujograma general del proceso de análisis de información	55
Gráfico 21. Identificación de peligros en el área de estudio	56
Gráfico 22. Partes y tipo de deslizamiento	57
Gráfico 23. Metodología del análisis de la vulnerabilidad	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	13
Figura 2. Acceso al CP. San Miguel de Vichaycocha	14
Figura 3. Mapa de unidades geológicas del área de estudio	24
Figura 4. Mapa geomorfológico del área de estudio	28
Figura 5. Mapa de cobertura vegetal	30
Figura 6. Cuenca del río Chancay	31
Figura 7. Mapa de pendientes del área de estudio	33
Figura 8. Mapa de clasificación climática – CP. San Miguel de Vichaycocha	34
Figura 9. Anomalía de la Temperatura superficial del mar (°C) en el Pacífico ecuatorial para el periodo diciembre 2016 – abril 2017	48
Figura 10. Mapa de anomalías de precipitación	53
Figura 11. Mapa de Parámetro de evaluación (Volumen de deslizamiento)	60
Figura 12. Mapa de elementos expuestos del área de estudio	68
Figura 13. Mapa de peligro por deslizamiento rotacional originado por lluvias intensas del área de estudio	71
Figura 14. Mapa de vulnerabilidad del área de estudio	92
Figura 15. Mapa de riesgo del área de estudio	100