

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

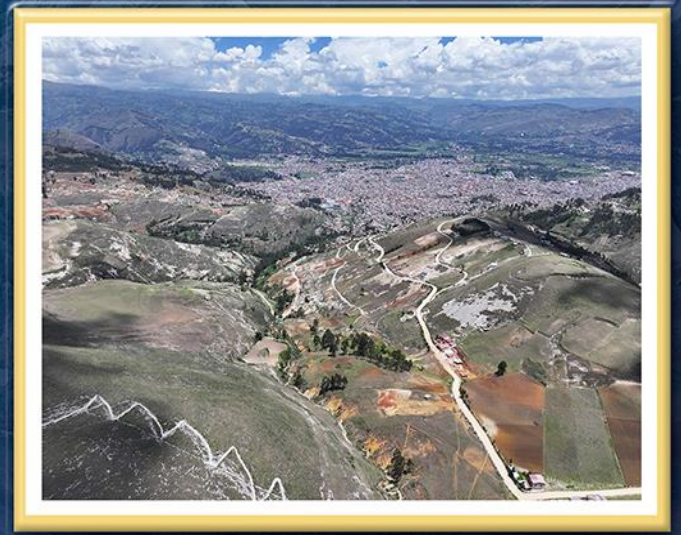
Informe Técnico N° A7713

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN LAS LOCALIDADES DE URUBAMBA, URUBAMBA SECTOR III Y EL RONQUILLO (CAJAMARCA)

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Cajamarca



DICIEMBRE
2025

EVALUACIÓN DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN LAS LOCALIDADES DE URUBAMBA, URUBAMBA SECTOR III Y EL RONQUILLO (CAJAMARCA)

***Distrito Cajamarca
Provincia Cajamarca
Departamento Cajamarca***



Elaborado por la Dirección de
Geología Ambiental y Riesgo
Geológico del INGEMMET.

Equipo técnico:
Leysi Marilyn Fuentes Pérez

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). “Evaluación de Peligros Geológicos y Geohidrológicos en las localidades de Urubamba, Urubamba Sector III y El Ronquillo (Cajamarca)” INGEMMET, Informe Técnico N° A7713, 70p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Objetivos del estudio.....	5
1.2. Antecedentes.....	6
1.3. Aspectos generales	8
1.3.1. Ubicación	8
1.3.2. Accesibilidad	9
1.3.3. Población	10
1.3.4. Clima.....	11
2. DEFINICIONES	13
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	16
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	16
3.1.1. Formación Farrat (Ki-f).....	16
3.1.2. Formación Chúlec (Ki-chu).....	17
3.1.3. Formación Pariatambo (Ki-pa).....	19
3.1.4. Formación Yumagual (Ks-yu).....	21
3.1.5. Centro Volcánico Rumiorco – Evento 3 (Nm-rumE3).....	22
3.1.6. Depósito Cuaternarios.....	22
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	25
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE).....	25
4.2. Pendiente del terreno.....	26
4.2.1. Pendientes en localidad de Urubamba.....	26
4.2.2. Pendientes en localidad de Urubamba – Sector III	27
4.2.3. Pendientes en localidad de El Ronquillo	28
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	29
4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional	30
4.3.2. Unidades de carácter agradacional o depositacionales	31
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	34
5.1. Peligros Geológicos en Urubamba (Zona 1).....	34
5.1.1. Deslizamiento 01 (Dz-01) y 02 (Dz-02)	41
5.1.1.3. Factores condicionantes	42
5.1.1.4. Factores detonantes	42
5.1.1.5. Daños ocasionados y probables	42
5.1.1.6. Recomendaciones	44
5.2. Peligros Geológicos en Urubamba Sector III (Zona 2)	44
5.2.1. Erosión fluvial 01 (EF-01).....	48
5.2.2. Erosión de ladera 01 y Erosión de ladera 02 (EL-01 y EL-02).....	48
5.2.3. Flujo de detritos 01 (FD-01)	49
5.2.4. Factores condicionantes	49
5.2.5. Factores detonantes	49
5.2.6. Daños ocasionados y probables	49
5.2.7. Recomendaciones	49
5.3. Peligros Geológicos en El Ronquillo (Zona 3)	51
5.3.1. Deslizamientos (Dz-12 y Dz-13).....	54
5.3.2. Flujo de detritos 04 (FD-04)	55
5.3.3. Factores condicionantes	55
5.3.4. Factores detonantes	56

5.3.5. Daños ocasionados y probables	56
6. CONCLUSIONES.....	58
7. RECOMENDACIONES.....	60
8. BIBLIOGRAFÍA.....	62
9. ANEXO 1: MAPAS.....	64

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos y geohidrológicos en las localidades de Urubamba, Urubamba Sector III y El Ronquillo, de la provincia de Cajamarca. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información geológica.

Las localidades de Urubamba, Urubamba Sector III y El Ronquillo, pertenecen a la jurisdicción de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, distrito Cajamarca, departamento Cajamarca.

Las unidades geológicas que afloran en la zona a evaluar corresponden a la Fm. Farrat, Fm. Chúlec, Fm. Pariatambo, Fm. Yumagual, Volcánico Rumiurco y depósitos cuaternarios de depósitos producto de movimientos en masa tanto antiguos como actuales.

Las unidades geomorfológicas corresponden a unidades de carácter tectónico degradacional y erosional como: colinas en roca sedimentaria (RC-rs), colinas en roca sedimentaria antropizada (C-sat), montañas en rocas sedimentaria (RM-rs), montaña sedimentaria antropizada (M-sat), montaña volcánica antropizada (M-vat); y unidades de carácter depositacional y agradacional, como: piedemonte coluvial (P-co), piedemonte coluvial antropizado (P-cat), vertiente coluvial de detritos (V-d), vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd) y el cauce de los ríos Urubamba y Tres Ríos.

Se considera, que el principal factor condicionante a la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa a las pendientes escarpadas en la zona, suelos inconsolidados y rocas muy fracturadas; además en el sector evaluado se identificó agua subterránea, a esto le sumamos intensificación de crecimiento urbano.

Como factor detonante se considera las lluvias intensas que ocurren de enero a marzo que aumentan el estado crítico de la estabilidad en la zona.

Se concluye que el área de estudio es considerada de **Peligro Medio a Alto a la ocurrencia de movimientos en masa.**

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como construcción de zanjas de coronación, detener las lotizaciones en las zonas afectadas de manera inmediata, implementar inclinómetros o cualquier sistema geotécnico que permita monitorear los desplazamientos de los movimientos en masa, reforestar con especies nativas, se recomienda evaluar la implementación de diques de interrupción u otros mecanismos que permitan disminuir el material suelto, realizar un estudio geotécnico que permita determinar las medidas correctivas finales y por último se recomienda realizar un EVAR que permita definir las medidas a largo plazo a implementarse.

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, mediante la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (D GAR) y el “Servicio de asistencia en evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud remitida por el Gobierno Regional de Cajamarca, Oficio N° D877-2025-GR.CAJ/ODN, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos y geohidrológicos en la localidad de Urubamba, Urubamba Sector III y El Ronquillo; donde se han identificado 18 deslizamientos, 2 zonas con erosión fluvial, 2 zonas con erosión de ladera y 4 zonas con flujo de detritos en total.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a la ingeniera Leysi Fuentes, quien realizó la evaluación de peligros en las localidades mencionadas el 01 de diciembre del 2025.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; etapa de campo a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; etapa final de gabinete donde se procesó toda la información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Provincial de Cajamarca y Gobierno Regional de Cajamarca, e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar el peligro geológico y geohidrológico en las localidades de Urubamba, Urubamba Sector III y El Ronquillo, eventos que pueden comprometer la seguridad física de las personas, viviendas, obras de infraestructura y vías de comunicación en la zona de influencia de los eventos.
- b) Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la ocurrencia de peligros geológicos y geohidrológicos en las localidades de Urubamba, Urubamba Sector III y El Ronquillo.
- c) Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos y geohidrológicos identificados.

1.2. Antecedentes

Existen trabajos previos y publicaciones del INGEMMET, que mencionan a Cajamarca, relacionados a temas de Susceptibilidad a Movimientos en Masa en la zona, sobre geología y geodinámica externa, de los cuales destacan los siguientes:

- Boletín N° 31 Serie A, “Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba” (Reyes, 1980) donde se describe las unidades geológicas a una escala 1:100 000; describiendo a la Formación Chúlec, Farrat, Pariatambo, Yumagual, Centro Volcánico Rumiorco; las presencias de las mismas se ha corroborado en zona, más la presencia de depósitos cuaternarios.
- Boletín N° 44 Serie C, Riesgo Geológico en la Región Cajamarca (Zavala & Rosado, 2011), donde menciona los grados de susceptibilidad a los movimientos en masa y clasifica a Cajamarca en Grado Bajo; asimismo menciona en el inventario de peligros geológicos en la región Cajamarca a:
 - Quebrada Urubamba (zona colindante a Ronquillo) con coordenadas E: 771600/N:9207100 con un derrumbe activo en zona de pastizales y se recomendó forestación de laderas.
 - Tres Ríos (zona colindante a Ronquillo) con coordenadas E: 770300/N:9209200 con una erosión de laderas activo en zona de pastizales y se recomendó reforestación de laderas.
 - Margen derecha de río Tres Ríos con coordenadas E: 772000/N:9208250 con un deslizamiento traslacional inactivo-joven a activo/reactivado, que podría afectar cuatro viviendas y pastizales y se recomendó forestación intensiva de laderas.
- Informe Técnico, Daños por deslizamientos en el Barrio de Urubamba – sector 2 (Dávila, 2001), donde se identificó un deslizamiento activo con flujos de barro el mismo que tuvo ocurrencia el 23 de marzo del 2001; el deslizamiento estuvo acompañado de flujos de barro, teniendo como elementos vulnerables las viviendas construidas en las laderas del cerro, terrenos de cultivo, carretera, caminos de herradura, tuberías de agua potable, postes y redes eléctricas.

Entre los trabajos realizados por instituciones técnicas, destacan los siguientes:

- El Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI – PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenibles en el “Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante Desastres ciudad de Cajamarca” (Cuadros, et al. 2005) en su mapa de peligros ante fenómenos de origen Geológico – Climático, clasifica como:
 - Muy alto peligro: a las laderas de los cerros denominados Urubamba 2, Ronquillo y Corisorgona ante la ocurrencia de deslizamientos; menciona que la zona de mayor afectación está comprendida entre los ríos Urubamba y Tres Ríos, comprometiendo principalmente las instalaciones de Captación de agua El Ronquillo y la línea de conducción de agua que se dirige hacia la Planta de Tratamiento de

Santa Apolonia, el área agrícola circundante, la vía carrozable y el centro poblado Yuraccirca, el puente sobre el río Urubamba y algunas viviendas de los AA.HH. Urubamba y Lucmacucho.

- Alto peligro: Tal como se menciona anteriormente este tipo de deslizamiento se produciría ante la remoción simultánea de masas de los cerros San Vicente, Ronquillo y Corisorgona. En épocas de intensas precipitaciones se originarían grandes volúmenes de agua de saturación con la consecuente generación de flujos viscoso – líquidos que se trasladarían a altas velocidades de Oeste a Este; afectando gran parte de la zona Norte de la ciudad.
 - Medio peligro: Se encuentran las zonas afectadas por deslizamientos menores en las laderas adyacentes a la ciudad que se desarrollan en dirección Noroeste – Sureste. Así también se encuentran dentro de esta calificación las zonas que absorberían adicionalmente el impacto de deslizamientos complejos probables. Este nivel de peligro compromete en la zona noreste a los AA.HH. Semana Cruz, Chontapaccha y Lucmacucho y en la zona Oeste los AA.HH. San Vicente, La Esperanza, Bellavista, Delta y Calispuquio.
- Artículo Científico “Método de investigación geológico – geotécnico para el análisis de inestabilidad de laderas por deslizamientos zona Ronquillo – Corisorgona Cajamarca – Perú” (Tolentino & Cruzado, 2015 – UNMSM); donde realizó el cálculo de los Factores de seguridad con Software Slide parámetros Geomecánicos de Beniaowski y Rocdata, los cuales se presentan a continuación:

Cálculo de los Factores de Seguridad (FS) para la Sección CC													
Formación		Parámetro Geomecánico			Nivel Freático	Coeficientes de Aceleración Sísmica		Factor de Seguridad FS					
Nombre	Código		C	ϕ	NF	Ko	Kv	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Janbu Corregido	Spencer	Lowe-Karafiath	Morgenstern-Price
Yumagual	yu	Beniawski	100	20	Saturado	0.175	0.088	0.762	0.664	0.714	0.769	0.735	0.767
Pariatambo	pa		167	22	Saturado	0.175	0.088						
Chulec	chu		164	21	Saturado	0.175	0.088						
Yumagual	yu	Beniawski	200	30	Saturado	0.175	0.088	1.341	1.184	1.27	1.366	1.31	1.366
Pariatambo	pa		287	34	Saturado	0.175	0.088						
Chulec	chu		307	36	Saturado	0.175	0.088						
Yumagual	yu	RocData	350	32	Saturado	0.175	0.088	1.577	1.384	1.489	1.61	1.543	1.609
Pariatambo	pa		379.5	35.5	Saturado	0.175	0.088						
Chulec	chu		457.57	38.9	Saturado	0.175	0.088						

- Trabajo de investigación “Evaluación Geotécnico – Ambiental del deslizamiento Ronquillo en la ciudad de Cajamarca” (Alcántara, et al. 2024 – UNC); donde concluye que la probabilidad de ocurrencia del deslizamiento Ronquillo es muy alta y recomienda la implementación de obras de drenaje y subdrenaje sumado a la posibilidad de aplicar bio-ingeniería, reforestando las áreas de la corona del deslizamiento para reducir la infiltración y mejorar los suelos.

- Tesis Profesional “Caracterización del rol del Páramo andino en la regulación del recurso hídrico en la cuenca Ronquillo” (Orrillo, 2018); donde concluye que la cuenca ronquillo presenta un 28% de pendiente y clasifica la cuenca con un relieve accidentado; además determina que la cuenca Ronquillo presenta un BFI (índice de caudal base) de 0.50.
- Tesis profesional “Capacidad de Transporte de sedimentos de ladera por erosión hídrica en zonas de fuerte y baja erosión en la cuenca Ronquillo” (Sánchez, 2018); donde concluye que los sedimentos finos del total transportado son de 55% ubicando a la cuenca Ronquillo con fuerte erosión.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área evaluada corresponde a la localidad de Urubamba, Urubamba Sector III y El Ronquillo, pertenecen al distrito Cajamarca, Provincia Cajamarca, departamento Cajamarca (figura 1), ubicada en las coordenadas UTM WGS 84 – Zona: 17S descritas en la tabla 1, además se muestran las coordenadas centrales referenciales de los eventos principales.

Tabla 1. Coordenadas de las áreas de estudio – localidad de Urubamba y El Ronquillo.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	770300	9210330	-7.13753	-78.552764
2	773900	9210330	-7.137356	-78.520191
3	773900	9206480	-7.17215	-78.520003
4	770300	9206480	-7.172325	-78.552579
Coordenada central de los principales peligros identificados				
Dz-01 Urubamba	772640	9207700	-7.161179	-78.531462
Dz-02 Urubamba	772493	9208028	-7.158221	-78.532808
EF-01 Urubamba Sector III	771349	9206732	-7.169995	-78.543093
EL-01 Urubamba Sector III	771258	9207626	-7.161921	-78.543962
FD-01 Urubamba Sector III	770828	9206818	-7.169238	-78.547811
EL-02 Urubamba Sector III	771581	9207486	-7.163163	-78.541033
FD-04 El Ronquillo	771909	9207962	-7.158852	-78.538083
Dz-12 El Ronquillo	771411	9208367	-7.155216	-78.54261
Dz-13 El Ronquillo	770771	9208721	-7.152042	-78.548424

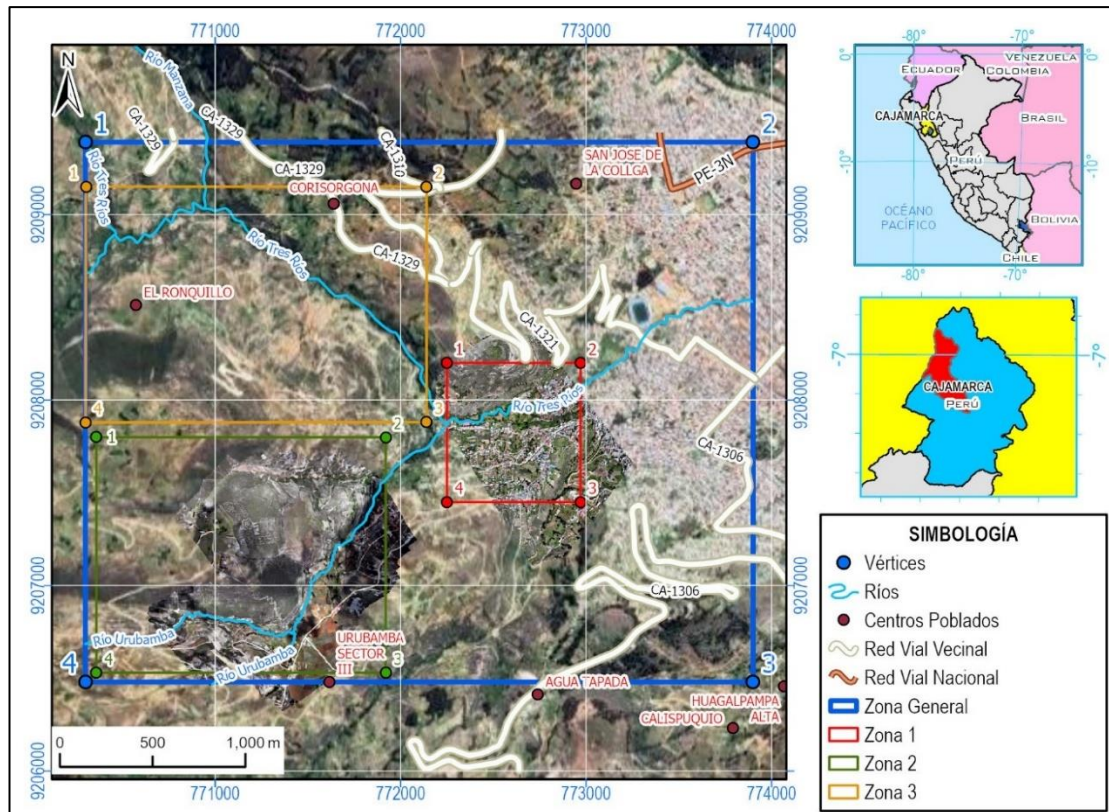


Figura 1. Ubicación del área evaluada, Zona 1 es Urubamba, Zona 2 Urubamba Sector III y Zona 3 El Ronquillo.

1.3.2. Accesibilidad

El acceso desde la ciudad de Cajamarca hasta la localidad Urubamba, Urubamba Sector III y El Ronquillo; se realiza a través del Jirón Huánuco y Ronquillo. (tabla 2, figura 2):

Tabla 2. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Cajamarca – Urubamba	Asfaltada (Jirón Huánuco y Ronquillo)	3.4	18 minutos
Ciudad de Cajamarca – Urubamba Sector III	Asfaltada - trocha carrozable (Jirón Huánuco y Ronquillo)	5.0	21 minutos
Ciudad de Cajamarca – El Ronquillo.	Asfaltada seguida de trocha carrozable (Jirón Huánuco)	4.4	17 minutos

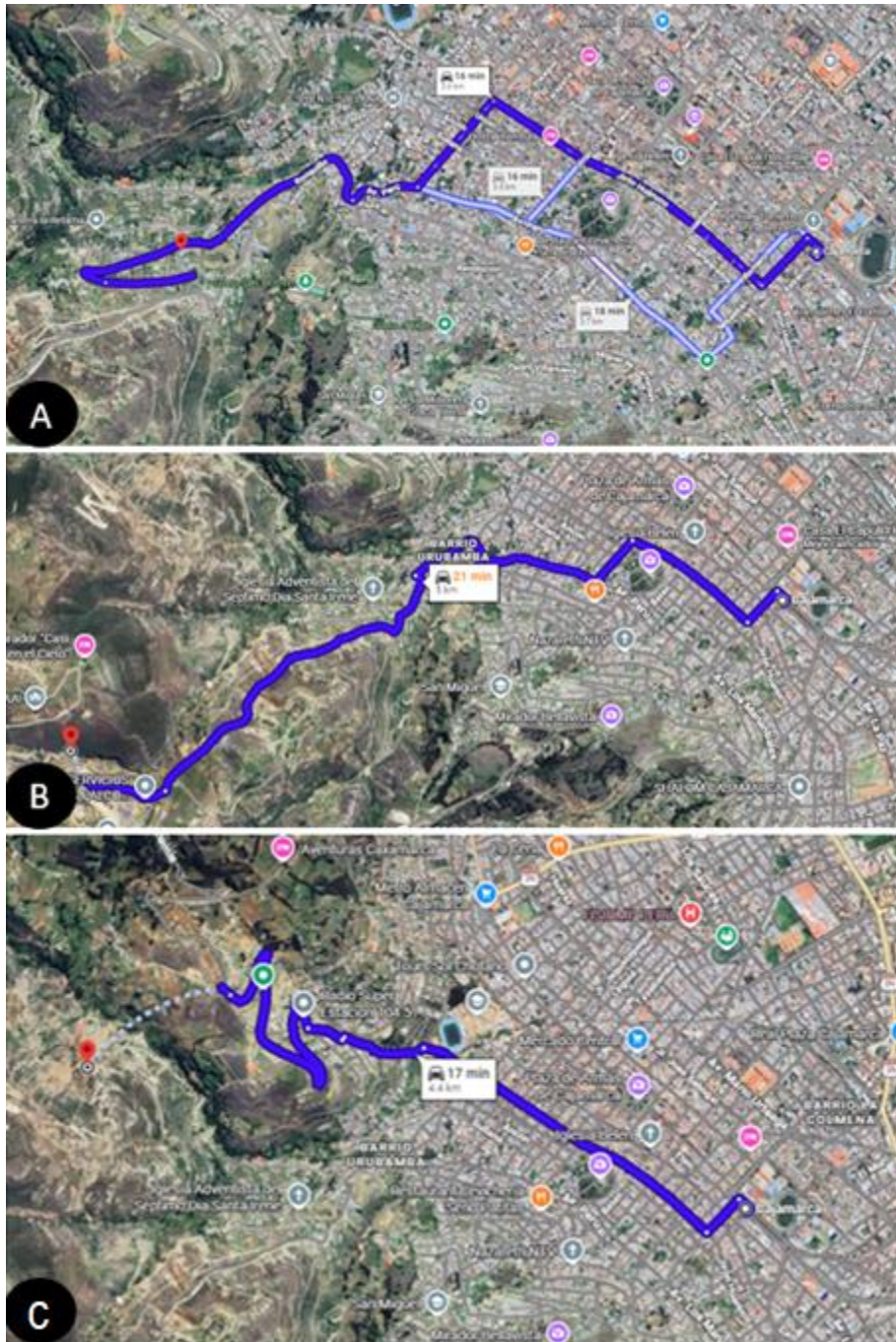


Figura 2. Ruta A, de acceso desde la ciudad de Cajamarca hasta Urubamba. Ruta de acceso desde la ciudad de Cajamarca hasta Urubamba Sector III. C. Ruta de acceso desde la ciudad de Cajamarca hasta El Ronquillo.
Fuente: Google Maps.

1.3.3. Población

De acuerdo con los datos del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2017), las localidades de Urubamba, Urubamba Sector III y El Ronquillo, presentan las siguientes características en la tabla 3:

Tabla 3. Datos de Población de XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Fuente: INEI

Descripción	Barrio Urubamba (Cajamarca)	Urubamba Sector III	Ronquillo
Distrito	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
Centro Poblado	Barrio Urubamba	Urubamba Sector III	El Ronquillo
Longitud	-78.5106993500	-78.5406610920	-78.5502015920
Latitud	-7.15459563300	-7.17226339100	-7.15395783700
Altitud	2731.2	3120.1	3078.8
Población	125000	180	200
Vivienda	23000	50	50
Agua por red pública	si	si	no
Energía eléctrica en la vivienda	si	si	no
Desagüe por red pública	si	no	no

1.3.4. Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite (Senamhi, 2020), la zona de estudio posee un clima semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado C (r) B'; con una temperatura máxima promedio de 23°C, una temperatura mínima promedio de 9°C y una precipitación anual entre 700 mm y 2000 mm.

Se realizó el análisis de precipitaciones con el registro histórico de la estación Augusto Weberbauer, con el dato de precipitación máxima en 24 horas (mm), donde se analizó todos los meses del año y se obtuvo un promedio anual con el cual se trabajó el histograma; en las zonas evaluadas se pueden registrar precipitaciones de hasta 51.8 mm/ día considerados por el Senamhi, en su consolidado de umbrales de precipitación del 2014, como Extremadamente Lluviosos (Senamhi 2014).

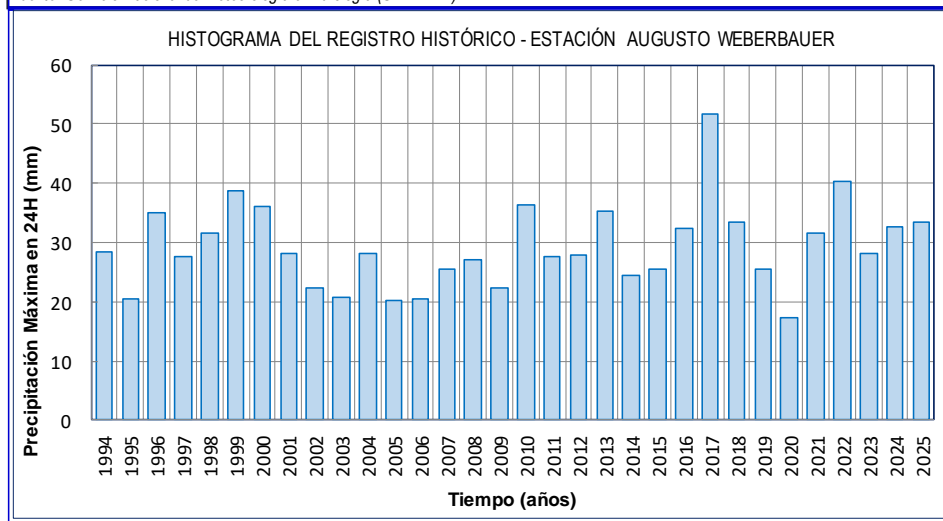
Tabla 4. Precipitación máxima en 24 horas (mm) del mes de enero a diciembre entre los años 1994-2025, en la Estación Augusto Weberbauer.

Fuente: Senamhi.

1.- REGISTRO HISTÓRICO													
AUGUSTO WEBERBAUER													
Estación	Precipitación máxima en 24 horas (mm)												
Parámetro													
Latitud	7°10'0"S						Departamento			CAJAMARCA			
Longitud	78°29'0"O						Provincia			CAJAMARCA			
Altitud	2673		m.s.n.m.				Distrito			CAJAMARCA			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PPmax
1994	14.2	18.7	24.5	22.7	4.9	1.4	0.0	0.2	3.1	8.7	21.3	28.5	28.5
1995	8.3	19.3	16.4	20.6	3.9	1.3	7.8	6.1	3.0	16.1	19.5	16.0	20.6
1996	11.3	25.6	16.6	15.7	3.4	0.4	0.4	6.4	3.7	13.0	35.1	10.5	35.1
1997	16.3	16.3	7.1	8.3	7.5	6.6	0.2	0.0	7.6	10.2	27.6	23.8	27.6
1998	12.5	16.5	31.7	22.3	6.3	4.1	1.3	3.5	4.6	17.7	14.6	9.8	31.7
1999	15.9	38.8	13.5	10.4	13.9	6.4	11.6	0.5	21.8	14.3	18.6	13.1	38.8
2000	17.3	36.1	18.5	19.7	14.4	5.3	1.8	5.0	10.9	3.3	17.9	20.4	36.1
2001	27.6	17.7	28.2	14.3	14.7	1.0	6.9	0.0	5.7	14.7	20.3	15.9	28.2
2002	8.2	10.8	15.7	18.2	12.7	5.4	4.7	3.4	7.7	22.3	16.8	10.6	22.3
2003	18.7	18.4	20.1	8.8	6.7	7.0	1.6	6.1	8.9	19.2	17.1	20.8	20.8
2004	11.9	21.4	10.5	12.4	6.5	0.9	5.0	10.2	4.0	9.5	28.1	22.7	28.1
2005	20.2	10.0	19.7	10.8	3.6	3.5	0.3	3.5	14.3	9.3	11.6	15.3	20.2
2006	15.2	13.5	13.3	17.0	2.2	6.2	1.6	5.4	10.2	4.0	20.6	12.3	20.6
2007	15.5	6.8	25.4	21.0	5.2	1.4	3.0	4.0	10.2	19.0	15.7	16.7	25.4
2008	20.2	17.1	23.6	27.0	7.4	6.0	1.3	4.8	11.6	10.8	19.7	S/D	27.0
2009	21.9	16.4	20.5	17.8	18.2	9.1	5.3	0.9	5.2	18.1	22.2	12.6	22.2
2010	14.5	36.4	34.0	21.6	12.6	2.8	2.2	1.3	10.5	16.8	12.8	21.9	36.4
2011	14.9	16.4	25.5	22.4	9.7	0.4	5.1	0.0	12.7	9.3	5.2	27.7	27.7
2012	18.0	27.9	26.7	11.3	10.8	0.3	0.0	1.9	12.8	24.2	27.3	17.6	27.9
2013	S/D	13.1	35.3	15.9	10.2	4.5	2.5	5.7	1.9	19.4	6.1	9.6	35.3
2014	13.7	15.3	22.1	24.4	6.8	2.4	2.0	1.7	5.8	13.5	11.1	20.2	24.4
2015	23.3	14.0	25.4	11.9	19.5	2.3	3.2	0.1	25.2	4.6	20.5	10.7	25.4
2016	13.1	16.7	32.4	12.6	2.6	0.7	1.4	1.1	17.9	17.3	4.5	11.9	32.4
2017	12.9	11.6	14.3	14.1	9.6	6.3	2.3	8.2	10.4	21.7	18.2	51.8	51.8
2018	16.9	33.5	18.3	12.1	8.7	5.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	33.5
2019	14.6	14.8	25.5	12.9	8.5	4.9	4.4	0.0	3.0	19.0	15.7	20.2	25.5
2020	11.4	6.5	11.9	S/D	S/D	S/D	10.9	0.4	5.1	14.6	17.2	14.4	17.2
2021	15.5	24.9	29.1	31.5	9.8	2.7	1.6	4.7	5.7	20.6	23.2	11.9	31.5
2022	12.0	27.4	40.4	22.3	20.7	3.6	4.4	9.2	7.8	9.6	5.9	15.5	40.4
2023	19.3	21.2	26.2	9.6	10.0	0.0	1.9	3.0	1.0	22.4	21.2	28.2	28.2
2024	11.2	32.7	19.5	17.4	21.6	6.4	2.8	0.6	19.9	20.5	20.5	16.4	32.7
2025	33.4	25.9	24.4	20.9	2.2	0.0	0.0	10.6	12.0	13.9	33.3	0.2	33.4
PROMEDIO	16.1	20.1	22.4	17.0	9.5	3.5	3.1	3.5	9.2	14.8	18.4	17.6	29.3
DES. EST.	5.3	8.6	7.7	5.8	5.4	2.6	3.0	3.2	6.0	5.7	7.5	9.0	7.2
MÁXIMO	33.4	38.8	40.4	31.5	21.6	9.1	11.6	10.6	25.2	24.2	35.1	51.8	51.8
N° Datos	31	32	32	31	31	31	31	31	31	31	31	30	32

S/D: Sin Dato

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)



2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA: GCA, 2007); donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

ACTIVIDAD: La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

ACTIVO: Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.

INACTIVO ABANDONADO: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la causa de la inestabilidad del movimiento ha dejado de actuar (WP/WLI, 1993).

SUSPENDIDO: Movimiento en masa que se desplazó durante el último ciclo anual de las estaciones climáticas, pero que en el momento no presenta movimiento (Varnes, 1978).

INACTIVO ESTABILIZADO: Movimiento en masa cuyo desplazamiento ha cesado debido a la ejecución de obras correctivas o de control (Cruden y Varnes, 1996).

INACTIVO LATENTE: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

DETONANTE: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

FACTOR CONDICIONANTE: Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

FACTOR DETONANTE: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

FLUJO: Movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Existen tipos de flujos como flujos de lodo, flujos de detritos (huaicos), avalanchas de rocas y detritos, crecida de detritos, flujos secos y lahares (por actividad volcánica).

AGRIETAMIENTO: Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

ALUVIAL: Génesis de la forma de un terreno o depósito de material debida a la acción de las corrientes naturales de agua.

ARCILLA: Suelo con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad; muy influenciados por el agua en su comportamiento.

COLUVIAL: Forma de terreno o material originado por la acción de la gravedad.

DELUVIAL: Terreno constituido por enormes depósitos de materiales que fueron transportados por grandes corrientes de agua.

COLUVIO-DELUVIAL: Forma de terreno o depósito formado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), los cuales se encuentran interestratificados y por lo general no es posible diferenciarlos.

FORMACIÓN GEOLÓGICA: Unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

PELIGRO O AMENAZA GEOLÓGICA: Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

BUZAMIENTO: Ángulo que forma la recta de máxima pendiente de un plano con respecto a la horizontal y puede variar entre 0° y 90°.

LADERA: Superficie natural inclinada de un terreno.

EROSIÓN DE LADERAS: Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas o bad lands. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.

METEORIZACIÓN: Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

MOVIMIENTO EN MASA: Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.

CORONA: Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento ladera abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o de tracción.

DESLIZAMIENTO: Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla (Cruden y Varnes, 1996). Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).

DESLIZAMIENTO ROTACIONAL: Tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL: Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden y Varnes, 1996).

EROSIÓN FLUVIAL: Este fenómeno está relacionado con la acción hídrica de los ríos al socavar los valles, profundizarlos, ensancharlos y alargarlos. Ocurre cuando periodos con abundantes o prolongadas precipitaciones pluviales, en las vertientes o quebradas, aumentan el caudal de los ríos principales o secundarios que drenan una cuenca.

FLUJO DE DETRITOS (HUAICO): Flujo con predominancia mayor de 50% de material grueso (bloques, gravas), sobre los finos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.

SATURACIÓN: El grado de saturación refleja la cantidad de agua contenida en los poros de un volumen de suelo dado. Se expresa como una relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos.

SUSCEPTIBILIDAD: La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

TALUD: Superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera, o al construir obras como por ejemplo un terraplén.

VELOCIDAD: Para cada tipo de movimiento en masa se describe el rango de velocidades, parámetro importante ya que ésta se relaciona con la intensidad del evento y la amenaza que puede significar. De acuerdo con Cruden y Varnes (1996), las escalas de velocidades corresponden a: extremadamente lenta, muy lenta, lenta, moderada, rápida, muy rápida y extremadamente rápida.

ZONA CRÍTICA: Zona o área con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base la revisión y actualización del Boletín N° 31 Serie A, "Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba, hoja 15f (Reyes, 1980). (figura 10, Mapa 1).

3.1. Unidades litoestratigráficas

Comprende unidades sedimentarias del Cretácico – Paleógeno y depósitos cuaternarios inconsolidados.

3.1.1. Formación Farrat (Ki-f)

La Formación Farrat está constituida por estratos de areniscas de grano medio, intercaladas con limonitas.

Por sus características litológicas, es común encontrar a la Formación Farrat conformando escarpas y altas cumbres.

En la figura 3, se indica la estructura y calidad de las discontinuidades de los macizos rocosos de la Formación Farrat presente en la zona de estudio.



Figura 3. Estructura y calidad de las discontinuidades de los macizos rocosos de la Formación Farrat presente en la zona de estudio.

Fuente: Talla del Índice Geológico de Resistencia GSI (Hoek, 2007).

3.1.2. Formación Chúlec (Ki-chu)

La Formación Chúlec presenta calizas, calizas arenosas, cuyos estratos van desde los 0.20 m hasta 1.00 m de espesor; intercalado con margas de color beige, lutitas pardas y lutitas gris oscuras.

La coloración de esta formación es crema en superficie, esto se debe a menor resistencia a la erosión. En las zonas más bajas de la zona estudiada se encuentra conformada por intercalación de calizas con lutitas pardo amarillentas y en ocasiones se encuentran lutitas oscuras (figura 4), se observa en los alrededores del cerro Ronquillo y se encuentra meteorizada.

En la figura 5, se indica la estructura y calidad de las discontinuidades de los macizos rocosos de la Formación Chúlec presente en la zona de estudio.



Figura 4. Contacto litológico entre la Formación Chúlec y Formación Pariatambo.
Coordenadas: E: 770580 /N: 9206709



Figura 5. Estructura y calidad de las discontinuidades de los macizos rocosos de la Formación Chúlec presente en la zona de estudio.

Fuente: Talla del Índice Geológico de Resistencia GSI (Hoek, 2007).

3.1.3. Formación Pariatambo (Ki-pa)

La Formación Pariatambo yace de manera concordante a la Formación Chúlec e infrayace a la Formación Yumagal. Se caracteriza por presentar arcillas de color gris en alternancia con lechos delgados de calizas bituminosas, presentan abundante materia orgánica en su depositación. La materia orgánica puede ser producto a la ausencia de oxígeno, lo que dio lugar a las calizas Mudstone – Wackestone bituminosas que emanan un olor fétido al fracturarlas y presentan reacción al ácido clorhídrico.

Por sus características sedimentarias se observa que la Formación Pariatambo fue el principal resultado estratigráfico que tuvo el evento anóxico oceánico 1b del Albiano en el Perú. (Bazan & Lagos, 2016).

En la zona las calizas presentan venillas de calcitas intercaladas con limonitas calcáreas, con una coloración gris con espesores entre 0.10 a 0.30 m y con un buzamiento de 58° en dirección SE (figura 6).

Su reconocimiento en campo es sencilla debido a sus estratos delgados y bituminosos.

En la figura 7, se indica la estructura y calidad de las discontinuidades de los macizos rocosos de la Formación Pariatambo presente en la zona de estudio.

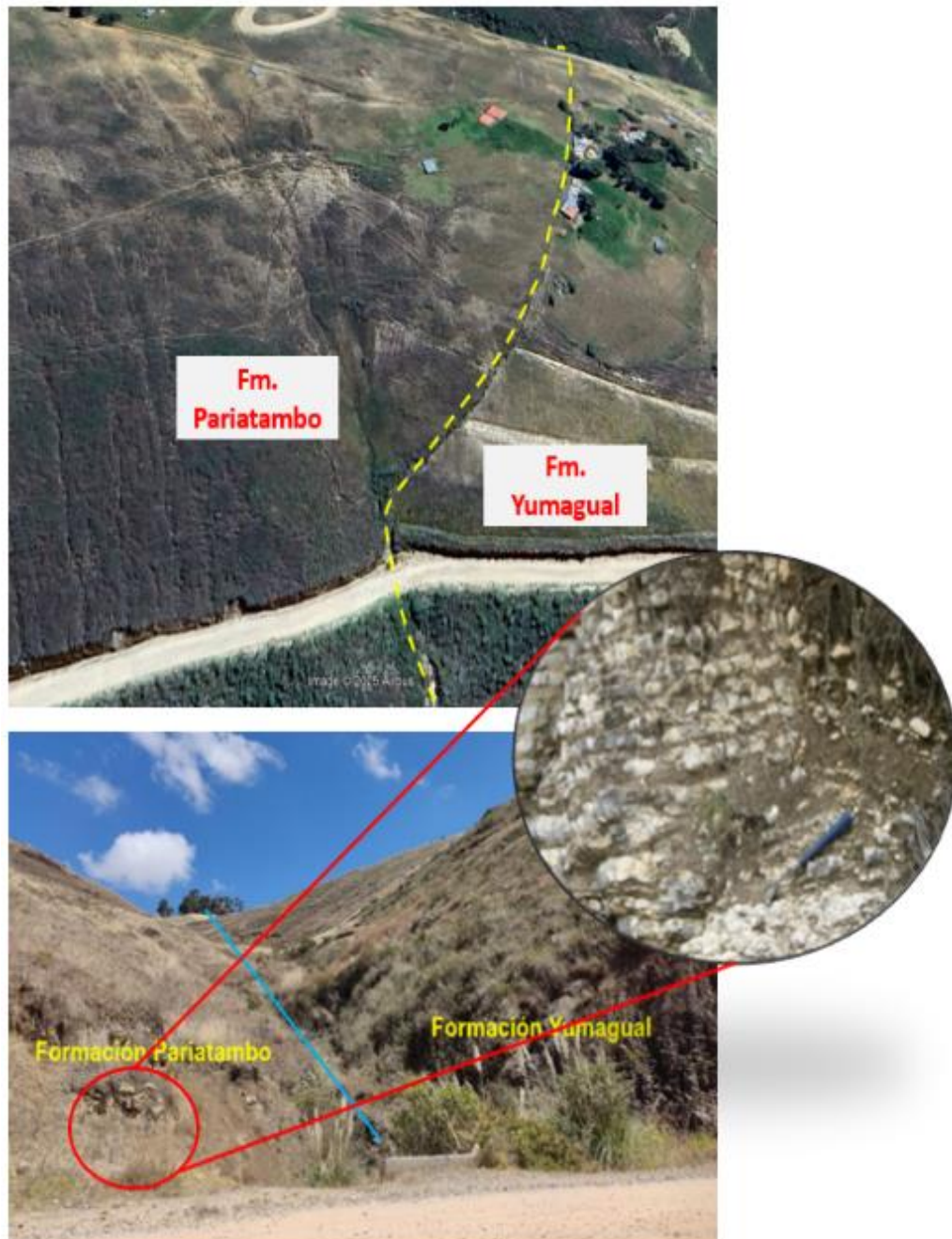


Figura 6. Contacto litológico entre la Formación Pariatambo y Formación Yumagual.
Coordenadas: E: 770695 /N: 9206998



Figura 7. Estructura y calidad de las discontinuidades de los macizos rocosos de la Formación Pariatambo presente en la zona de estudio.
Fuente: Talla del Índice Geológico de Resistencia GSI (Hoek, 2007).

3.1.4. Formación Yumagual (Ks-yu)

La Formación Yumagual en la zona consiste en estratos potentes de calizas del tipo mudstone de color gris amarillentas, margas y estratos de calizas nodulares grisáceas.

Suprayace con leve discordancia a la Formación Pariatambo, es observable en el margen oeste del Río Urubamba. Debido a las características litológicas identificadas; conformada básicamente por calizas y algunas facies fosilíferas, permite relacionar su ambiente de sedimentación que corresponde a un ambiente marino.

En la zona se encuentra en la parte superior del cerro Ronquillo y presenta estratos muy uniformes y de mucha resistencia.

En la figura 8, se indica la estructura y calidad de las discontinuidades de los macizos rocosos de la Formación Pariatambo presente en la zona de estudio.



Figura 8. Estructura y calidad de las discontinuidades de los macizos rocosos de la Formación Yumagual presente en la zona de estudio.

Fuente: Talla del Índice Geológico de Resistencia GSI (Hoek, 2007).

3.1.5 Centro Volcánico Rumiorco – Evento 3 (Nm-rumE3)

El Centro volcánico Rumioroco, está compuesta por depósitos de flujos piroclásticos (pómez y cenizas) de composición riolítica, geomorfológicamente conforma montañas volcánicas antropizadas.

3.1.6. Depósito Cuaternarios

Depósito coluvio deluvial (Qh-cd)

Son depósitos producidos por la acumulación de materiales provenientes de los movimientos en masa, principalmente deslizamientos; donde el principal agente de transporte ha sido la gravedad y la sobresaturación de los materiales; su composición va de bloques angulosos a subredondeados en matriz de arcillas y limos.

Depósito coluvial (Qh-co)

Son generados por alteración, principalmente de las rocas calcáreas, compuestas por material fino arcillo calcáreo, areno arcilloso. Están ubicados como piedemonte por efectos de la gravedad; en la zona de estudio estos depósitos se encuentran inconsolidados.

Depósito fluvial (Qh-fl)

Están conformados por materiales con bastante transporte. Los clastos son redondeados a subredondeados heterométricos y oligométricos, de composición arenosa, lutácea y calcárea mayormente; debido a el aporte de clastos sedimentarios de las Formaciones Chúlec, Farrat, Pariatambo y Yumagual que son colindantes a los ríos.

Se encuentran ubicados en los causes y márgenes de los Ríos que atraviesan la zona, que son el Río Urubamba, Manzana y Tres Ríos; este último llega a la zona urbana del distrito de Cajamarca (figura 9). En general son una mezcla de bloques, cantos, arenas y pocos finos, bien gradados y de alta maduración textural y mineralógica



Figura 9. Depósito fluvial del Río Tres Ríos, el mismo que cursa la zona urbana del distrito de Cajamarca.

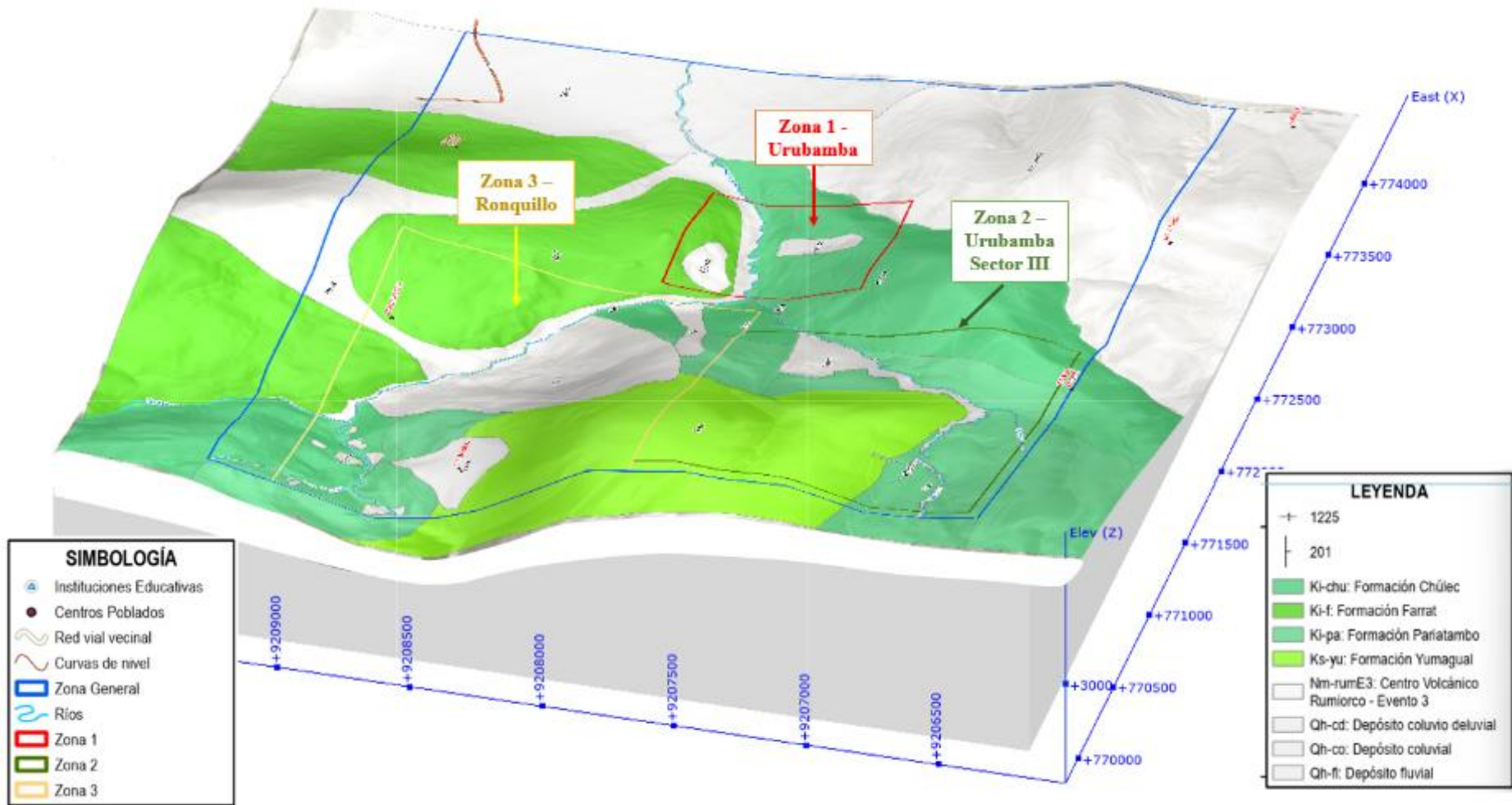


Figura 10. Modelo 3D de la Geología de la zona de estudio, Zona 1 – Urubamba en línea color rojo, Zona 2 – Urubamba Sector III en color verde y Zona 3-Ronquillo en color amarillo.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Además de la cartografía regional de geomorfología, a escala 1:250 000 del boletín de riesgos geológicos de la región Cajamarca, se utilizó imágenes y modelos digitales de elevación detallados, que se obtuvieron de levantamientos fotogramétricos con dron en diciembre del 2025 por el Ingemmet, lo cual permitió estudiar el relieve, pendientes y demás características; con el fin de describir subunidades a detalle (escala 1/5 000).

4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

La zona evaluada presenta elevaciones que van desde los 2708 msnm hasta los 3381 msnm m, en los cuales se distingue 5 niveles altitudinales (figura 11), visualizando la extensión con respecto a la diferencia de alturas; el área con mayor pendiente corresponde a terrenos entre altitudes 2860 y 3360 m, con terrenos de pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°).

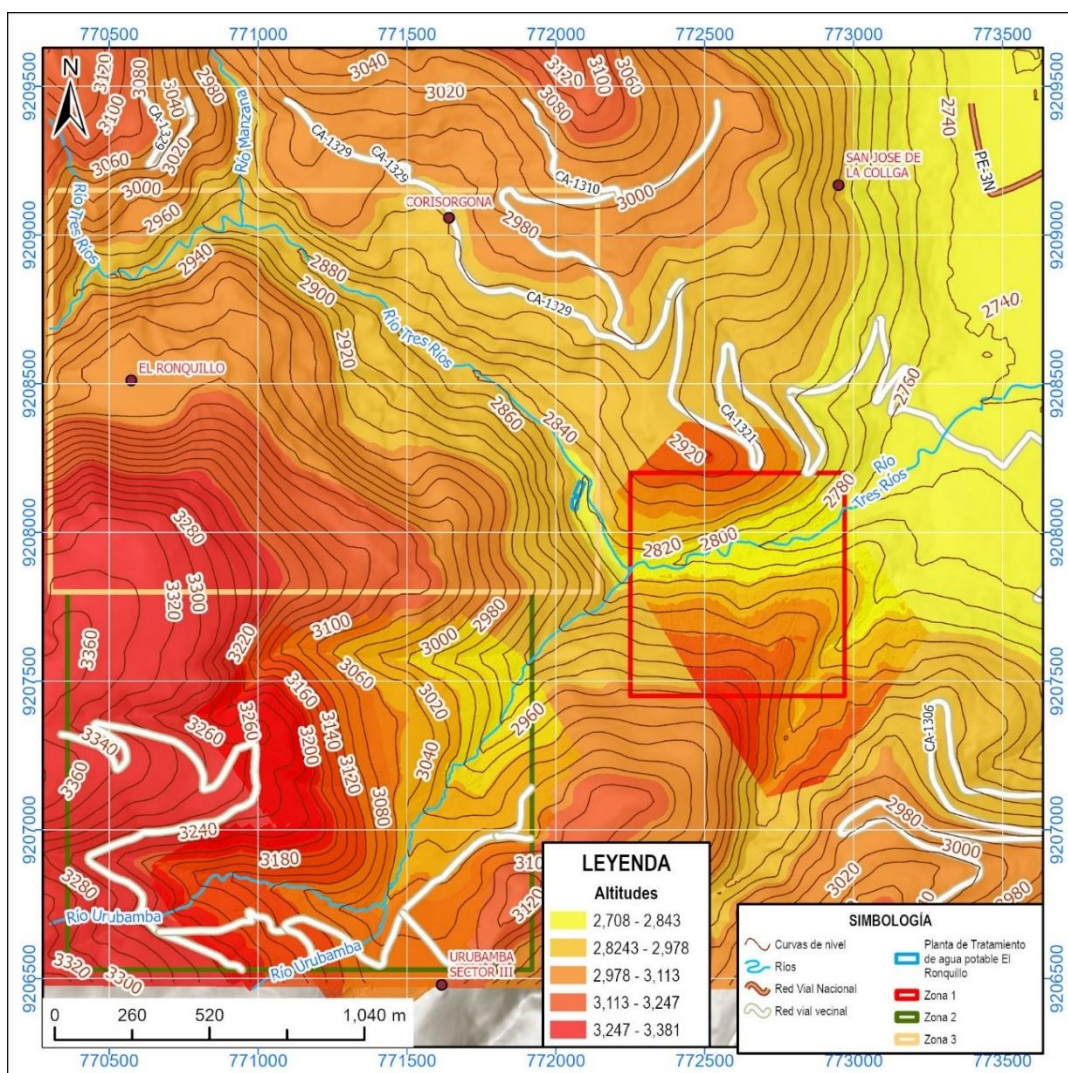


Figura 11. Modelo digital de elevaciones de localidad Urubamba, Urubamba Sector III y El Ronquillo.

4.2. Pendiente del terreno

El Sector de Urubamba se ubica sobre terrenos con pendientes que van desde moderadas (5° a 15°) a pendientes muy fuertes (25° a 45°) que se encuentran sobre montañas sedimentarias antropizadas y vertientes de deslizamiento; Urubamba Sector III se ubica sobre terrenos con pendientes de moderadas a fuertes (5° a 45°), forma montañas sobre rocas sedimentarias y; vertiente coluvial de detritos y la localidad de Ronquillo se ubica sobre terrenos con pendientes moderadas a fuerte (5° a 45°), que forman montañas sobre rocas sedimentarias y vertientes de deslizamiento (figura 12).

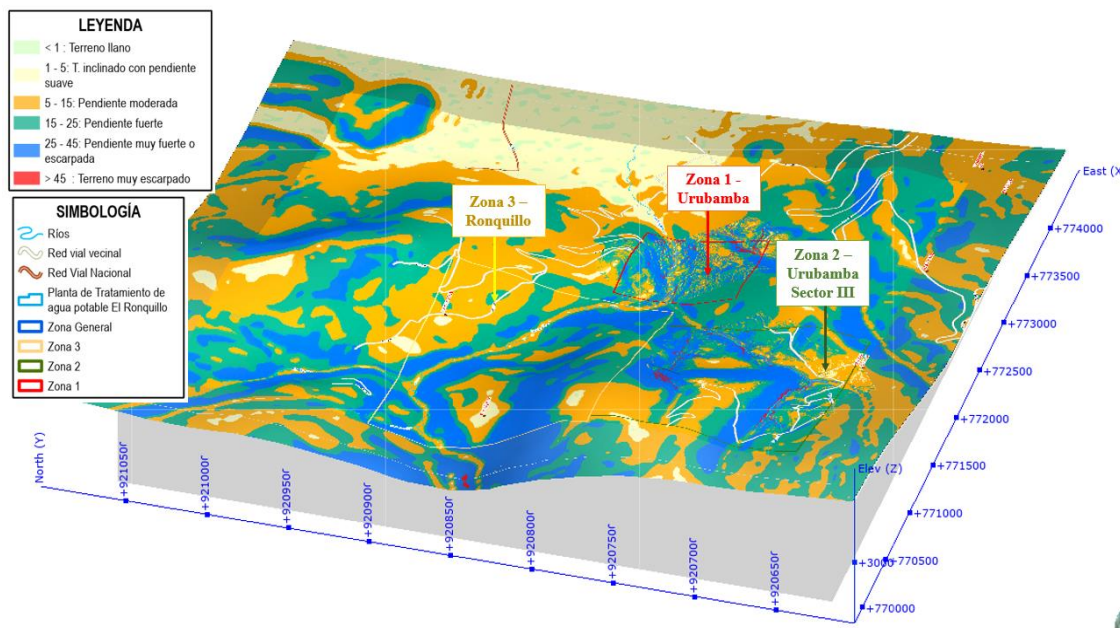


Figura 12. Modelo 3D de las pendientes de las localidades Urubamba (polígono rojo), Urubamba Sector III (polígono verde) y El Ronquillo (polígono amarillo).

4.2.1. Pendientes en localidad de Urubamba

En la localidad de Urubamba, específicamente el Barrio del mismo nombre es una zona que pertenece al distrito de Cajamarca como zona de expansión urbana; la misma se asienta sobre pendientes desde moderadas hasta pendientes fuertes (figura 13).

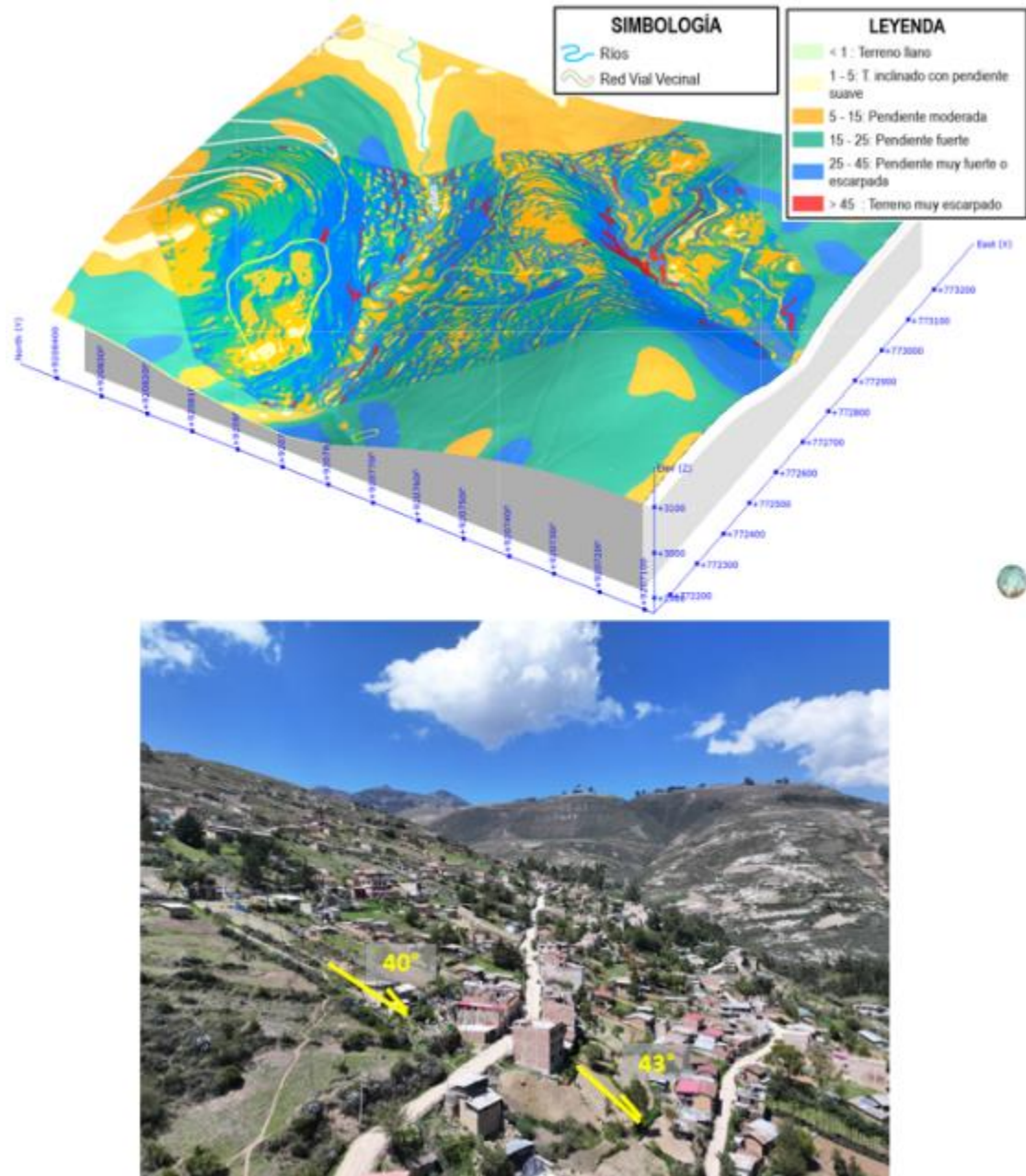


Figura 13. Modelo 3D de las pendientes en la localidad de Urubamba, en color amarillo polígonos de peligros identificadas y pendientes con flecha amarilla.

4.2.2. Pendientes en localidad de Urubamba – Sector III

En la localidad de Urubamba Sector III, se asienta sobre pendientes desde moderadas hasta pendientes fuertes; zona donde se han identificado peligros geológicos y geohidrológicos, los mismos que se delimitan con línea amarilla sobre el modelo 3D de las pendientes (figura 14).

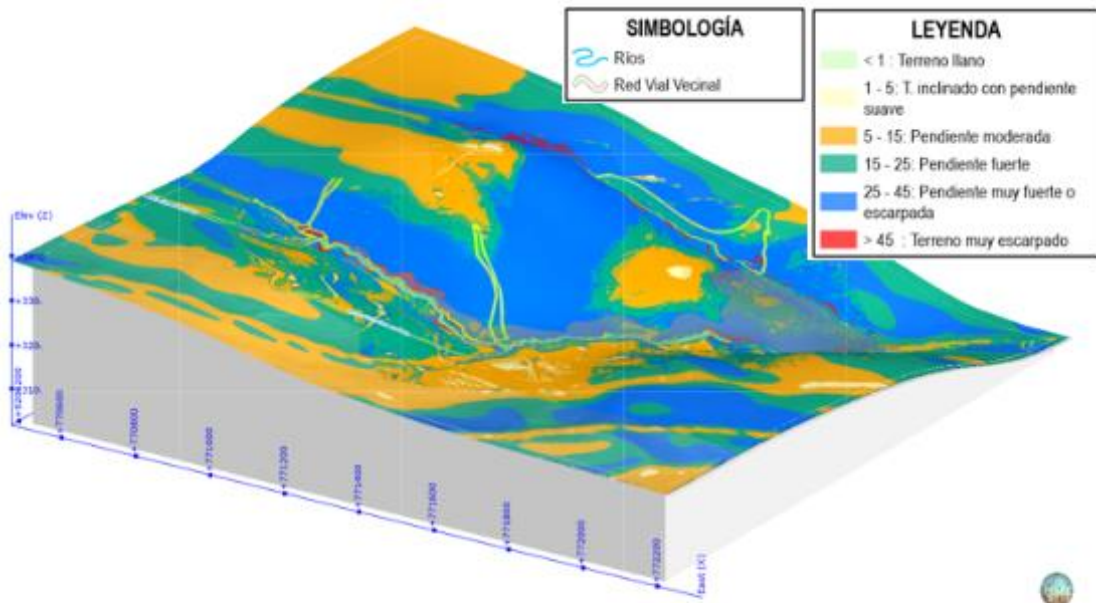


Figura 14. Modelo 3D de las pendientes en la localidad de Urubamba Sector III, en color amarillo polígonos de peligros identificadas y pendientes con flecha amarilla.

4.2.3. Pendientes en localidad de El Ronquillo

En la localidad de El Ronquillo, las pendientes van desde moderadas hasta pendientes muy fuertes o escarpadas; en la zona se han identificado peligros de grandes dimensiones, las mismas que están delimitadas con línea amarilla sobre el modelo 3D de pendientes (figura 15).

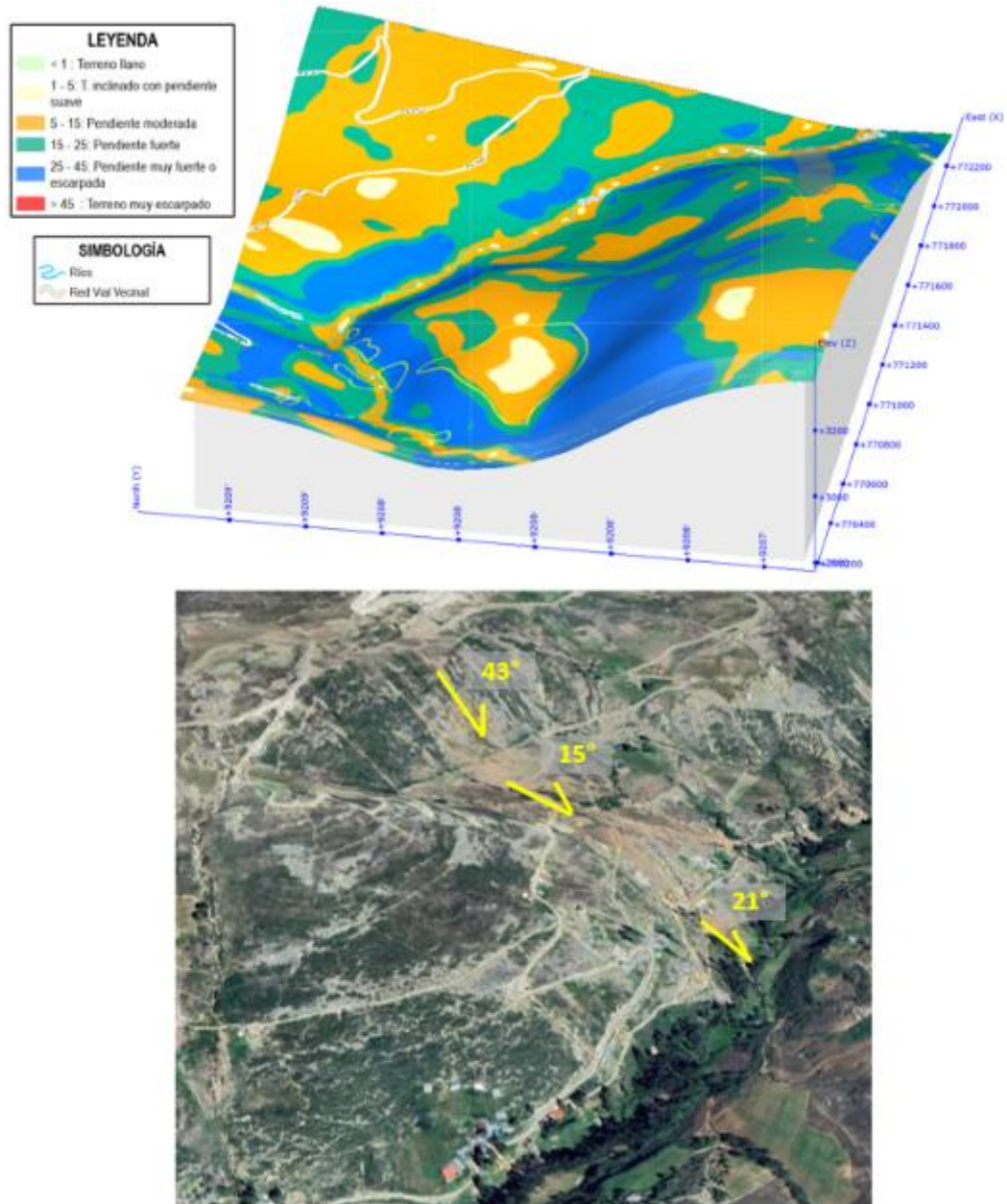


Figura 15. Modelo 3D de las pendientes en la localidad de El Ronquillo, en color amarillo polígonos de peligros identificadas y pendientes con flecha amarilla.

4.3. Unidades Geomorfológicas

De acuerdo a su origen, se distinguen unidades de carácter tectónico degradacional y erosional (colinas y montañas en roca sedimentaria y volcánica) y de origen agradacional o depositacional (piedemontes y vertientes) (figura 16 y 17).

4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales. Estos procesos conducen a la modificación parcial o total de ellos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Los paisajes geomorfológicos resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas.

4.3.1.1. Unidad de Colina

Están representadas por colinas y lomadas de relieve complejo y en diferentes grados de disección, conforman alineamientos tipo serranías de carácter denudativo y sedimentario; pueden constituir superficies colinosas, onduladas o lomeríos en general, resultantes de la degradación prolongada e intensiva de anteriores piedemontes y altiplanicies, o resultantes del casi aplanamiento por la denudación extrema de una antigua cordillera; estas geoformas presentan menor altura que una montaña (menos de 300 metros desde el nivel de base local).

Subunidad de Colina en roca sedimentaria (RC-rs): Subunidad de superficie moderadamente abrupta, presenta pendientes que van de suave a moderada (1°-15°). Esta unidad aflora al norte de la zona de estudio, entre el cruce del río Manzana y Tres Ríos. Conforman remanentes de grandes montañas que han sido remodeladas por erosión y meteorización.

Subunidad de Colina sedimentaria antropizada (C-sat): Corresponde a geoformas colinosas donde hay asentamiento urbano, con pendientes entre moderadas a escarpadas (5°-45°); corresponde a la zona de Urubamba, donde también cuentan con servicios de agua, luz, desagüe y pavimentación de las calles principales.

4.3.1.2. Unidad de Montaña

Es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa y se define como una gran elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 metros de desnivel. La cima de estas geoformas puede ser aguda, subaguda, semiredondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares o complejas presentan un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968).

Subunidad de Montaña en roca sedimentaria (RM-rs): Corresponde a afloramientos de roca sedimentarias de las Formaciones Farrat, Chúlec, Pariatambo y Yumagual; afectados por procesos tectónicos y erosivos. Presenta montañas de pendientes moderadas a escarpada (5°-45°). Se localizan al noroeste de la zona.

Subunidad de Montaña sedimentaria antropizada (M-sat): Corresponde a afloramientos de rocas sedimentarias que han sido significativamente modificadas por la actividad humana, sus pendientes van de fuerte a escarpadas (15°-45°). Se ubican en la zona del barrio Urubamba; entre el río Urubamba y Tres Ríos.

Subunidad de Montaña volcánica antropizada (M-vat): Esta unidad geomorfológica posee un relieve agreste, se presenta formando altas cumbres en la zona de estudio, las pendientes van de fuertes a escarpadas (15°-45°). Litológicamente está compuesta por flujos piroclásticos del Volcánico Rumiorco; se encuentran significativamente modificadas por la actividad humana. Se ubica al sureste de la zona de estudio.

4.3.2. Unidades de carácter agradacional o depositacionales

Están representadas por las formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionables que afectan las geoformas anteriores; se tienen las siguientes unidades y subunidades:

4.3.2.1. Unidad de Piedemonte

Ambiente de agradación que constituye una transición entre los relieves montañosos, accidentados y las áreas bajas circundantes; en este ambiente predominan los depósitos continentales coluviales y las acumulaciones forzadas, las cuales están relacionadas con el repentino cambio de los perfiles longitudinales. Las unidades de piedemonte identificadas son las siguientes:

Piedemonte coluvial (P-co): Corresponde a geoformas originadas por procesos gravitacionales, varían de pequeñas a grandes dimensiones, probablemente son detonados por lluvias excepcionales y/o prolongadas o por actividad sísmica. En la zona estas geoformas corresponden a la combinación de geoformas formadas por acumulación de depósitos de movimientos en masa recientes y acumulaciones de material movilizado por la escorrentía superficial que son acumulados de manera lenta al pie de las montañas. Se ubican en la margen izquierda del río Tres Ríos con pendientes moderadas (5°-15°).

Constituido por grandes bloques, cantos, gravas, en matriz areno-limosa acumulados de forma desordenada y heterométrica, muy inestables y saturados, con alta permeabilidad.

Piedemonte coluvial antropizado (P-cat): Corresponde a geoformas originadas por procesos gravitacionales, pero que han sido ocupadas por el crecimiento urbanístico con viviendas y estructuras propias de una habilitación urbana. En la zona se ubican bajo las colinas sedimentarias, con pendientes entre moderadas y fuertes (5°-25°).

Vertiente coluvial de detritos (V-d): Son depósitos de detritos en las laderas de montañas, con clastos de la misma litología, se producen por meteorización física; los bloques más angulosos suelen depositarse en la base. En la zona de estudio, se dan en laderas escarpadas y se producen por meteorización física de las rocas y fracturamiento tectónico.

Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd): Corresponde a zonas de acumulaciones en laderas y montañas por procesos de movimientos en masa. Su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, de mediano a largo recorrido. Su morfología es usualmente convexa y su forma es semicircular a elongada en relación a la zona de arranque del movimiento en masa. Las pendientes van desde moderadas hasta fuertes (5°-45°).

4.3.2.2. Cauce de Río (CCR)

Corresponde a los cursos de los ríos Manzano, Urubamba y Tres Ríos; este último cursa la ciudad de Cajamarca; sus formas son lineales que van desde trazas rectas a meándricas, y desde muy anchos hasta reducir su curso en las zonas más llanas donde la creciente urbanización ha estrechado el cauce natural.

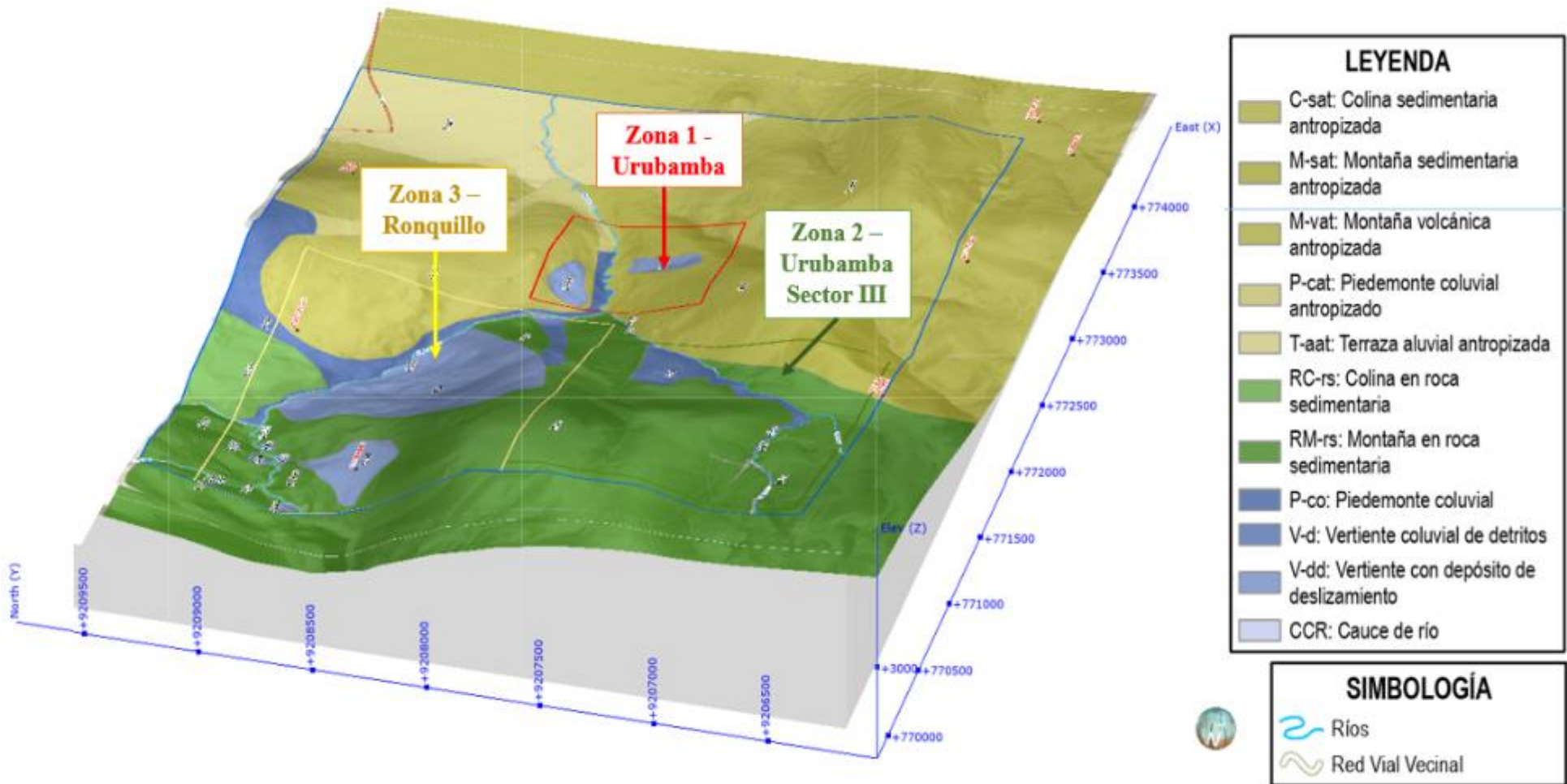


Figura 16. Modelo 3D de las unidades geomorfológicas en la zona de estudio; Urubamba (polígono rojo), Urubamba Sector III (polígono verde) y El Ronquillo (polígono amarillo).



Figura 17. Unidades geomorfológicas en la zona de estudio.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Se realizó un sobrevuelo de dron en la localidad de Urubamba y El Ronquillo, lo que permitió identificar 18 deslizamientos, 2 zonas de erosión fluvial, 2 zonas con erosión de ladera y 4 zonas de flujo de detritos.

5.1. Peligros Geológicos en Urubamba (Zona 1)

Urubamba, es un barrio del distrito de Cajamarca, en la margen derecha del río Urubamba; se ha asentado sobre la Formación Chúlec y Formación Farrat, en la zona se han identificado 02 deslizamiento.

El primer deslizamiento (Dz-01) se ubica en una zona muy poblada. El primer evento de ocurrencia del deslizamiento data del 23 de marzo del 2001; así Dávila (2001) en su informe “Daños por Deslizamientos en el Barrio Urubamba – sector 2”, elaborado por el INGEMMET, menciona:

Se origina un deslizamiento acompañado de flujos de barro, teniendo como elementos vulnerables viviendas construidas en las laderas del cerro, terrenos de cultivo, carretera, caminos de herradura, tuberías de agua potable, postes y

redes eléctricas. La corona del deslizamiento tiene una longitud aproximada de 100.00 m con escarpas verticales entre 5 y 8 m.

Las observaciones en campo, demostraron que los movimientos dentro del perímetro y cuerpo del deslizamiento no son uniformes, algunos sectores sufren una mayor aceleración que otros, determinándose de esta manera áreas críticas dentro del cuerpo del deslizamiento, corroborando de esta manera lo manifestado por los pobladores que los movimientos se produjeron en forma paulatina los días subsiguientes a su inicio. Es posible que estos movimientos continúen hasta alcanzar con el tiempo su equilibrio y ángulo de reposo correspondiente.

Los deslizamientos y flujos de barro se debieron al debilitamiento paulatino del suelo por saturación de agua, al basamento rocoso alterado y fracturado, al discurrimento de agua superficial y subterránea con desarrollo de sobrepresiones intersticiales originadas por las filtraciones debido a las fuertes precipitaciones ocurridas durante el fenómeno de El Niño y entre enero y marzo del 2001.

Menciona también las características y dimensiones del deslizamiento:

- Superficie de ruptura compuesta: suelo y roca.
- Longitud del deslizamiento: 400 m.
- Ancho promedio del deslizamiento: 150 m.
- Espesor promedio: 10 m.
- Volumen aproximado: 600, 000 m³.

Causas que originaron el deslizamiento:

- Pérdida de la resistencia del material al esfuerzo cortante debido al exceso de humedad.
- Rocas muy fracturadas, alteradas y deleznales.
- Laderas de fuerte pendiente.
- Las precipitaciones pluviales temporales cuyas aguas se infiltran a través del suelo poroso y las grietas, produciendo expansión, contracción y presiones intersticiales o de poros por cambios bruscos en el nivel freático.
- Agua subterránea.
- Falta de protección vegetal.

Según el informe antes mencionado los efectos y vulnerabilidad eran:

- 35 viviendas destruidas
- 04 viviendas afectadas (abandonadas)
- Fueron arrasados aproximadamente 1.5 ha de terrenos de cultivo
- Destrucción de 200 m de carretera
- Destrucción de 200 m de camino de herradura
- Agrietamiento y desplazamiento de suelos
- Modificación de la forma superficial del terreno.
- Daños psicológicos: temor de los pobladores

Se recomendó como medidas preventivas inmediatas:

- Construcción de cunetas de coronación en la ladera superior al deslizamiento para evitar que el agua de escorrentía se infiltre por las grietas en la zona de arranque.
- Al rehabilitar la carretera y caminos de herradura se recomienda la construcción de cunetas y sistemas de alcantarillados, para evacuar las aguas de escurrimiento superficial y filtraciones.
- Drenaje de los manantiales que aparecen dentro del cuerpo y pie del deslizamiento, evitando su empozamiento que puedan causar mayores movimientos en masas.
- Se recomienda el control visual constante por parte de los pobladores sobre desplazamientos en la zona de arranque, cuerpo y pie del deslizamiento.

Partes del fenómeno:

- Cota de la zona de arranque del deslizamiento: 3050 msnm
- Escarpa principal en la corona del deslizamiento: 4 a 5 m
- Pendiente media de la zona de arranque: 80°
- Diferencia de altura entre la zona de arranque y el pie del deslizamiento: 200 m
- Cota más baja del deslizamiento: 2850 msnm. No llegó al río Urubamba.

Medidas a largo plazo:

- Forestar bajo el asesoramiento de PROMAMACH, las laderas estables del área del Barrio Urubamba-Sector 2.

Actualmente este deslizamiento se ubica sobre la unidad geomorfológica de montaña sedimentaria, geológicamente se ubican sobre las Formaciones Chúlec (deslizamiento 01) con un GSI entre 50 y 55, y Formación Farrat (deslizamiento 02) con un GSI entre 55 y 60; lo que indica en ambos casos bloques fuertemente fracturados en bloques y con alto grado de meteorización; la zona se encuentra antropizada; y se ha producido crecimiento urbanístico de manera desordenada, se encuentran calles pavimentadas, cuentan con servicio de luz, agua y desagüe; se asientan sobre pendientes entre moderadas y fuertes (5°-45°), hecho que contribuye a la inestabilidad. Este deslizamiento es del tipo rotacional suspendido, debido a que su último evento de ocurrencia fue en marzo del 2000, presenta una escarpa de 176 m y área de 3.45 ha; 38 viviendas se encuentran expuestas actualmente y en la zona del escarpe se observan lotizaciones.

El deslizamiento 02 (Dz-02) se asienta sobre pendientes de moderadas hasta fuertes (5°-45°), este deslizamiento es del tipo rotacional inactivo latente, lo cual indica que ya no se encuentra activo; pero sus factores desencadenantes como lluvias y sismos aún persisten; presenta escarpe con longitud de 173 m y un área de 3.95 ha.

Como factor detonante se considera las lluvias, las cuales podrían acelerar agrietamientos y se pueden incrementar los movimientos horizontales y verticales debido a la inestabilidad de las laderas, lo que podría ocasionar la activación de los

deslizamientos antes mencionados; esto sumado a la cantidad de viviendas que existen actualmente en la zona aumenta la exposición de la población.

A continuación (figura 18), se muestra el cambio en la zona a través de los años:

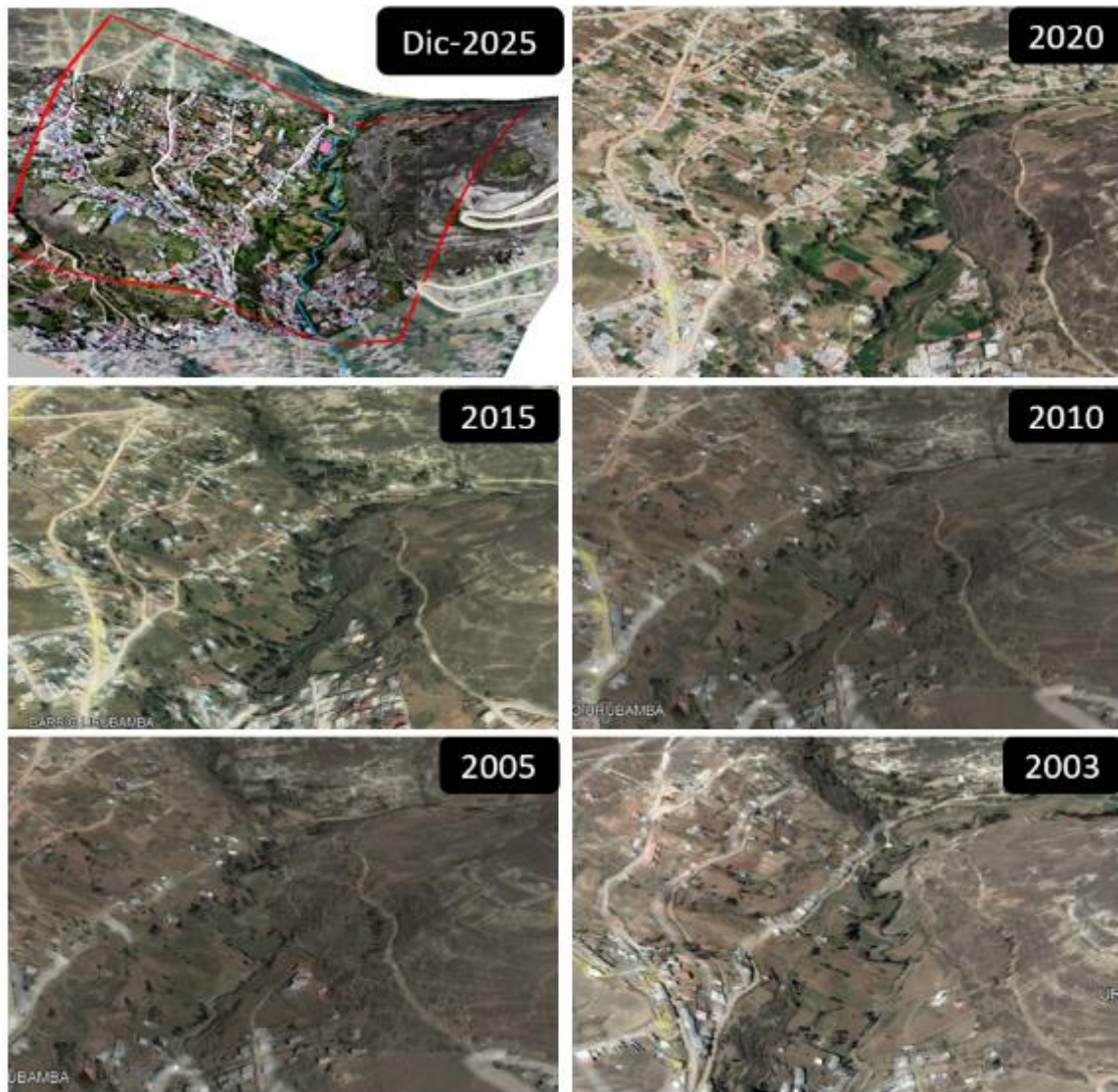


Figura 18. Desde el año 2003 al 2025, nótese el crecimiento poblacional en el barrio Urubamba Sector 2, donde se ubica el deslizamiento 01 (Dz-01); lo mismo sucede en la parte baja de la zona del deslizamiento 02 (Dz-02) que se ubica frente al antes mencionado.

A continuación, se muestra fotos del deslizamiento ocurrido en el año 2001, donde fue su primera ocurrencia (foto 19) y fotos actuales en la zona del deslizamiento (foto 20):

En la figura 21 se muestra el, modelo 3D de la ubicación de la Zona 1 – Urubamba, delimitación en polígono rojo; la Geología local; las Unidades Geomorfológicas y el mapa de Peligros Geológicos.

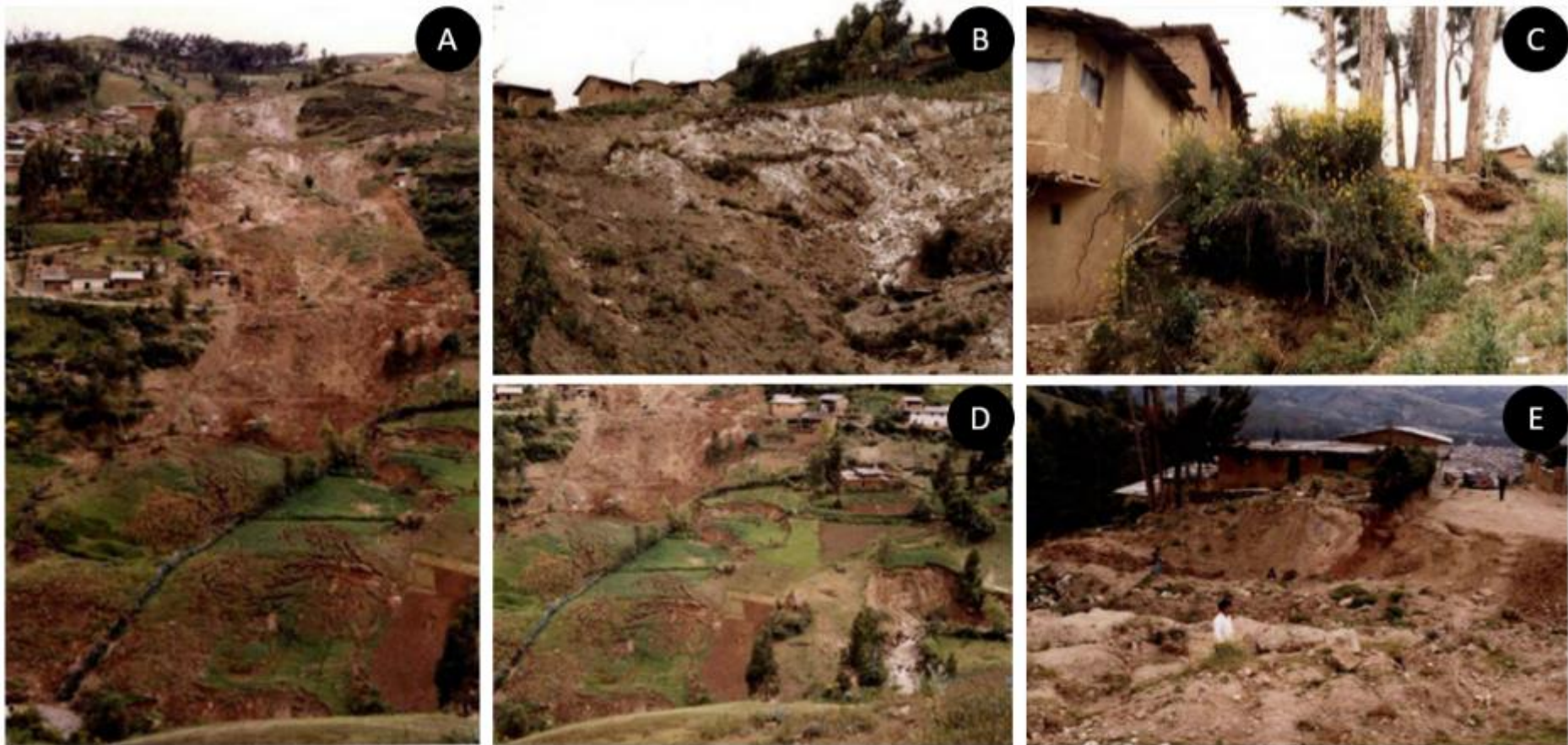


Figura 19. A. Vista panorámica del deslizamiento activo en las laderas del Barrio Urubamba sector 2, que destruyó viviendas, obras viales e infraestructura básica. B. Escarpas en la zona de arranque y corona del deslizamiento, en suelos inconsolidados y rocas muy fracturadas y alteradas. C. Efectos del deslizamiento que dejó fuertes agrietamientos en las viviendas que fueron abandonadas, en la misma zona aparecieron ojos de agua. D. Intensos agrietamientos radiales en el pie del deslizamiento que afectan terrenos de cultivo. E. Zona del cuerpo del deslizamiento que sepultó viviendas, obras viales, tuberías de agua potable, postes y redes eléctricas.

Fuente: Dávila (2001) "Daños por deslizamientos en el Barrio Urubamba – Sector 2". Ingemmet



Figura 20. A. Grietas verticales en viviendas, producto de asentamientos de los terrenos. B. Viviendas ubicadas en zonas con pendientes fuertes. C. Desagüe en todas las calles. D. Pronoei Urubamba 2, instituciones ubicadas en el cuerpo del deslizamiento. E. Agrietamientos con salto de 0.25 m en la zona de escarpa antigua.

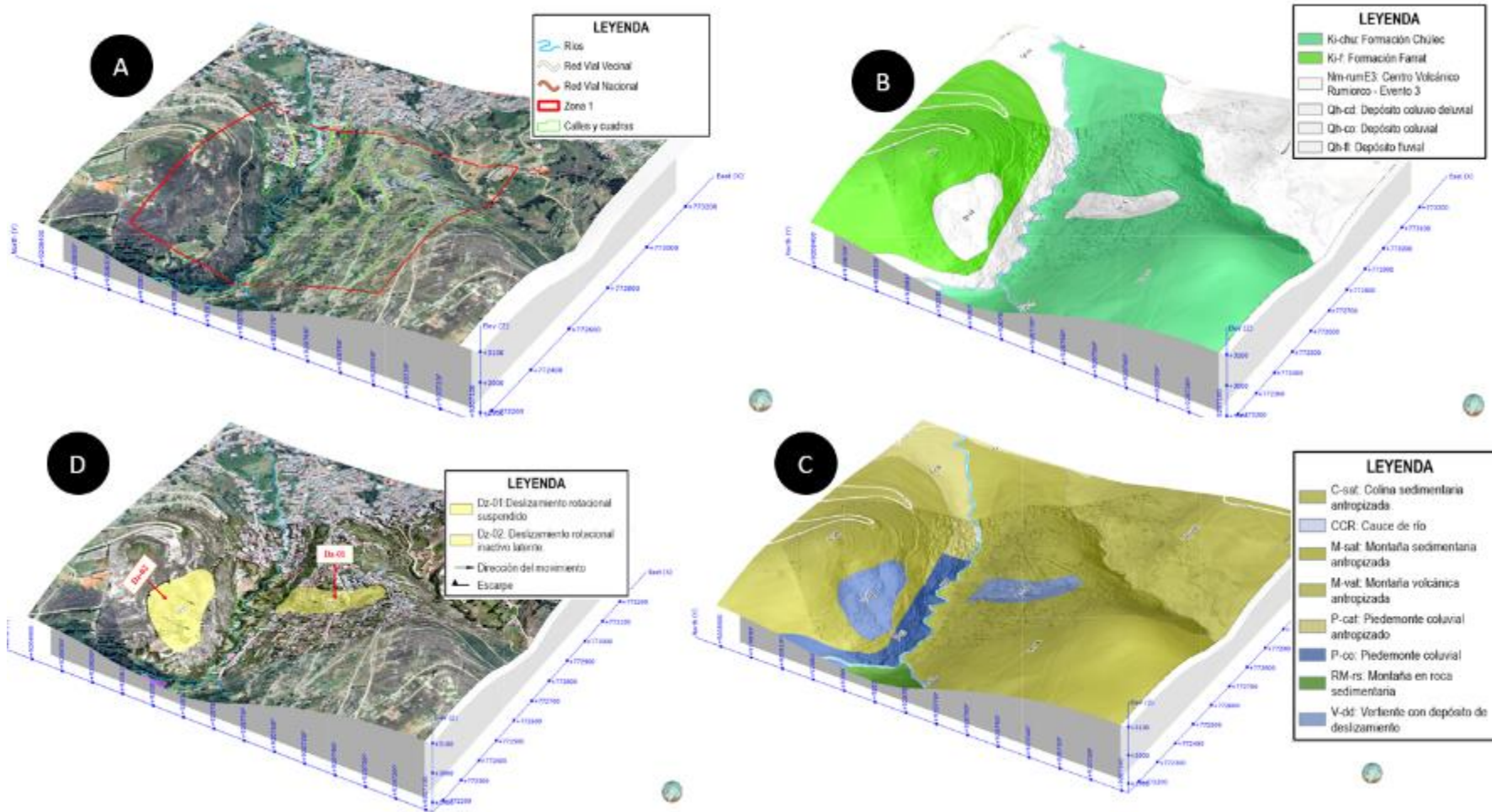


Figura 21. A. Modelo 3D de la ubicación de la Zona 1 – Urubamba, delimitación en polígono rojo. B. Modelo 3D de la Geología local. C. Modelo 3D de las Unidades Geomorfológicas. D. Modelo 3D de mapa de Peligros Geológicos.

5.1.1. Deslizamiento 01 (Dz-01) y 02 (Dz-02)

5.1.1.1. Características visuales

Deslizamiento 01 (Dz-01)

- Tipo de movimiento: Deslizamiento rotacional.
- Estado: Suspendida (Última ocurrencia fue el 23 de marzo del 2000).
- Estilo: Único.
- Distribución (avance): Retrogresivo.
- Deformación del terreno: Ondulado
- Composición: Suelos coluvio deluviales producto de la ocurrencia de deslizamientos con flujo de lodo antiguos, compuesto por bolos 15%, cantos 15%, gravas 35%, arenas 5%, limos y arcillas 30%.

Deslizamiento 02 (Dz-02)

- Tipo de movimiento: Deslizamiento rotacional.
- Estado: Inactivo latente.
- Estilo: Único.
- Distribución (avance): Retrogresivo.
- Deformación del terreno: Ondulado
- Composición: Suelos coluvio deluviales producto de la ocurrencia de deslizamientos con flujo de lodo antiguos, compuesto por bolos 15%, cantos 15%, gravas 35%, arenas 5%, limos y arcillas 30%.

Tabla 5. Descripción de formaciones superficiales. **Ubicación:** E:772680, N:9207595, Z:2900 m

TIPO DE FORMACION SUPERFICIAL		GRANULOMETRÍA (%)		FORMA	REDONDES
<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	<input type="checkbox"/>	Redondeado
<input checked="" type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	<input checked="" type="checkbox"/>	Discoidal
<input checked="" type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	<input type="checkbox"/>	Laminar
<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica
<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial		
<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral		
<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar		
		5	Bolos		
		5	Cantos		
		35	Gravas		
		5	Arenas		
		30	Limos		
		20	Arcillas		

PLASTICIDAD	ESTRUCTURA	TEXTURA	CONTENIDO DE	%LITOLOGÍA	
<input type="checkbox"/>	Alta plasticidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso
<input type="checkbox"/>	Med. Plasticidad	<input type="checkbox"/>	Estratificada	<input type="checkbox"/>	Arenoso
<input checked="" type="checkbox"/>	Baja plasticidad	<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input checked="" type="checkbox"/>	Aspero
<input type="checkbox"/>	No plástico			<input type="checkbox"/>	Materia orgánica
				<input type="checkbox"/>	Carbonatos
				<input checked="" type="checkbox"/>	Sulfatos
				<input type="checkbox"/>	Instrusivos
				<input type="checkbox"/>	Volcánicos
				<input type="checkbox"/>	Metamórficos
				<input checked="" type="checkbox"/>	Sedimentarios

COMPACIDAD		CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.	
SUELOS FINOS	SUELOS GRUESOS	SUELOS GRUESOS	SUELOS FINOS
<input type="checkbox"/>	Limos y Arcillas	<input type="checkbox"/>	GW
<input checked="" type="checkbox"/>	Blanda	<input type="checkbox"/>	GP
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input checked="" type="checkbox"/>	GM
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	GC
		<input type="checkbox"/>	SW
		<input type="checkbox"/>	SP
		<input type="checkbox"/>	SM
		<input type="checkbox"/>	SC
		<input type="checkbox"/>	ML
		<input type="checkbox"/>	CL
		<input type="checkbox"/>	OL
		<input type="checkbox"/>	PT
		<input type="checkbox"/>	MH
		<input type="checkbox"/>	CH
		<input type="checkbox"/>	OH

5.1.1.2. Morfometría

Deslizamiento 01 (Dz-01)

- Área: 3.45 ha.
- Perímetro: 814 m.
- Salto principal o desplazamiento vertical: 7 m.
- Longitud de escarpa principal: 176 m.
- Diferencia de alturas de corona a punta: 90 m.

- Longitud horizontal de corona a punta: 299 m.
- Dirección del movimiento: SE.
- Agrietamientos: Escalonados en concordancia con la masa deslizada, en la zona de escarpe se espacian entre 5 a 10 m.
- Volumen de masa deslizada estimada: 172,535 m³.

Deslizamiento 02 (Dz-02)

- Área: 3.95 ha.
- Perímetro: 829 m.
- Salto principal o desplazamiento vertical: 0.8 m.
- Longitud de escarpa principal: 173 m.
- Diferencia de alturas de corona a punta: 40 m.
- Longitud horizontal de corona a punta: 157 m.
- Dirección del movimiento: SW.
- Agrietamientos: Escalonados.
- Volumen de masa deslizada estimada: 197,555 m³.

5.1.1.3. Factores condicionantes

- Material de origen sedimentario fuertemente fracturados y con alta meteorización (Formación Chúlec y Formación Farrat), cubiertos parcialmente por depósitos coluvio deluviales productos de movimientos en masa antiguos; además los macizos rocosos presentan GSI entre 50 y 60, lo que indica macizos rocosos muy fracturados y con un alto grado de meteorización.
- Montañas sobre pendientes muy fuertes y escarpadas (15°-45°).
- Falta de protección vegetal
- Cortes en ladera para construcción de viviendas.
- Inadecuado sistema de drenaje para captar las aguas superficiales y subterráneas, las cuales discurren ladera abajo socavando las bases de muchas zonas donde se han construido viviendas.

5.1.1.4. Factores detonantes

- Precipitaciones pluviales de intensidad extrema, registradas en la estación Weberbauer el año 2017, 51.8 mm/día y el 2000, 36.1 mm/día.

5.1.1.5. Daños ocasionados y probables

- Viviendas expuestas: 63.
- Instituciones: Pronoei Urubamba Sector 2, expuesto.
- Terrenos de cultivo: 0.40 ha terrenos de cultivo expuestos.
- Carretera: En todo el cuerpo del deslizamiento cruzan tres vías vecinales, las cuales serían afectadas en 129 ,147 y 118 m.
- Postes de luz expuestos.

En la figura 22 se muestra el, modelo 3D de peligros geológicos identificados en el barrio Urubamba.

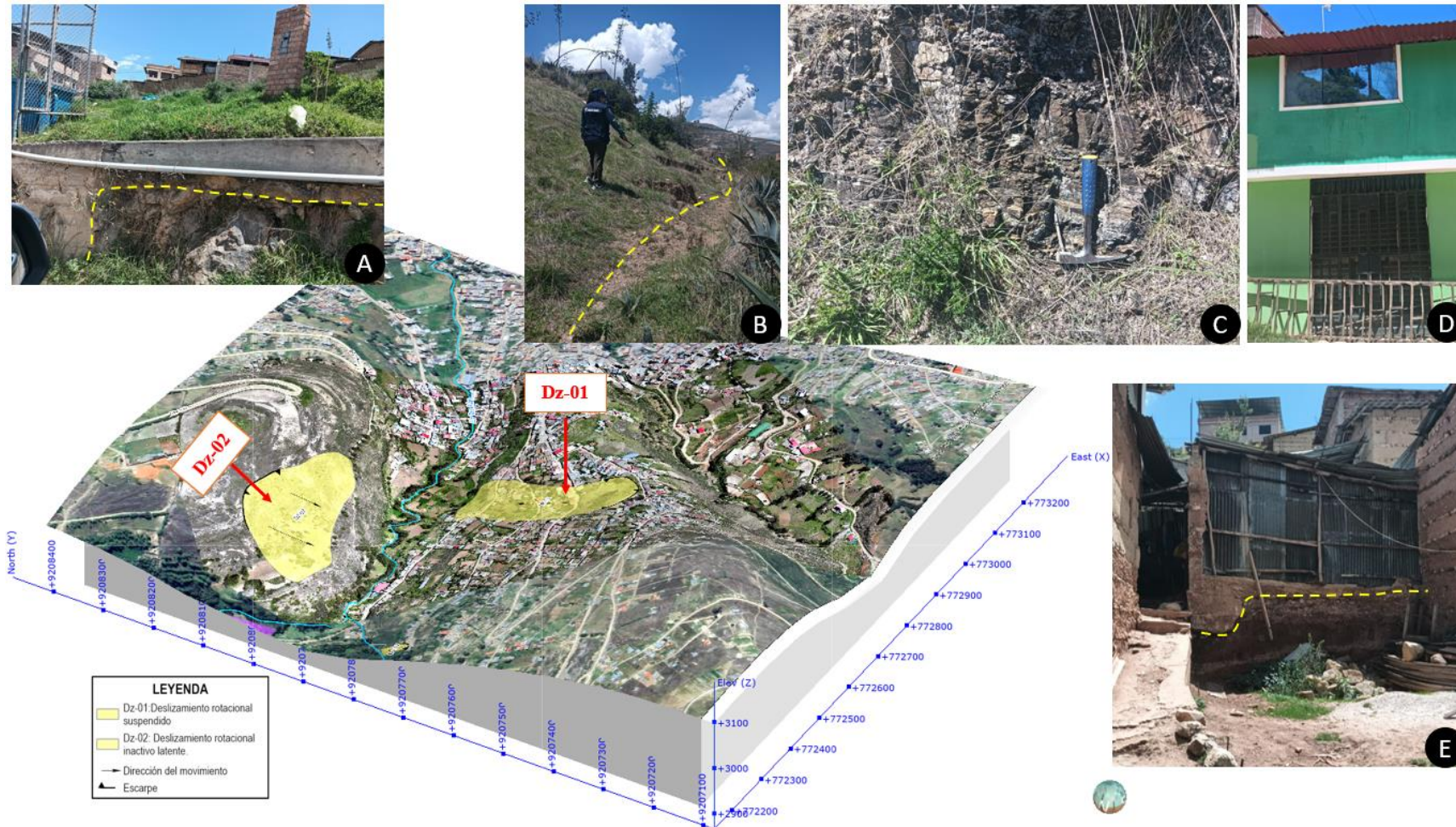


Figura 22. Modelo 3D de peligros geológicos identificados en el barrio Urubamba. A. Canal y tubería de agua, se encuentran afectadas por socavación producida por la escorrentía natural (**Ubicación:** E:772768 /N:9207760). B. Grieta bajo la zona de escarpe principal, de 100 m de longitud aproximadamente (**Ubicación:** E:772647 /N:9207641). C. Formación Chúlec (**Ubicación:** E:772695 /N:9207637). D. Grietas verticales en viviendas producto de los asentamientos del terreno (**Ubicación:** E:772709 /N:9207697). E. Socavación de terrenos en el suelo de fundación de vivienda (**Ubicación:** E:772484 /N:9207622).

5.1.1.6. Recomendaciones

- Se recomienda limpieza continua de las cunetas y canaletas.
- Construir zanja de coronación sobre la zona de escarpe de los deslizamientos.
- Se recomienda evitar y detener la lotización (expansión urbana), existente en la zona del escarpe del deslizamiento 01 de forma inmediata.
- Se debe sellar las grietas con el fin de evitar infiltraciones que incrementen el tamaño de las mismas.
- Se recomienda ampliar el sistema de alcantarillados y cunetas, de tal manera que permita evacuar de manera efectiva las aguas de escurrimiento superficial y filtraciones.
- Se recomienda implementar inclinómetros o cualquier sistema geotécnico que permita monitorear desplazamientos en todo el cuerpo del deslizamiento, de manera prioritaria en el escarpe.
- Se recomienda realizar un EVAR, que permita determinar las medidas a largo plazo y definitivas a adoptarse, entre ellas evaluar el reasentamiento de las viviendas e instituciones que se encuentran dentro de la zona del deslizamiento.

5.2. Peligros Geológicos en Urubamba Sector III (Zona 2)

Urubamba Sector III, es una localidad del distrito de Cajamarca, se ubica sobre la Formación Yumagual con un GSI entre 37 y 43, Formación Pariatambo con un GSI entre 45 y 50, Formación Chúlec con un GSI entre 50 y 55 y depósitos coluvio - deluviales producto de movimientos en masa antiguos y recientes; lo que indica macizos rocosos fracturados y perturbados y con alto grado de meteorización.

La zona se ubica sobre las unidades geomorfológicas de montaña en roca sedimentaria, con pendientes de moderadas (5°-15°) a muy fuertes o escarpadas (25°-45°) y vertiente de detritos con pendientes muy fuertes o escarpadas (25°-45°).

En la zona se han identificado deslizamientos, erosión fluvial, erosión de ladera y flujos de detritos. A continuación (tabla 6), se describe los peligros geológicos con mayor área:

Tabla 6. Áreas de los peligros geológicos principales en la localidad de Urubamba Sector III.

Peligro Geológico	Área (m²)	Área (ha)
EF-01 Urubamba Sector III	96949.14	9.69
EL-01 Urubamba Sector III	29004.00	2.90
FD-01 Urubamba Sector III	27356.27	2.74
EL-02 Urubamba Sector III	24842.95	2.49

La erosión fluvial 01 (EF-01) es la que abarca mayor área con 9.69 ha, originado por la escorrentía del río Urubamba, uno de los factores condicionantes es la pendiente, el río fluye de noroeste a sureste en terrenos con pendientes fuertes a muy fuertes (15°-45°).

A continuación, se describirán algunos datos, tomados de la Tesis profesional “Caracterización del rol del páramo andino en la regulación del recurso hídrico en la cuenca Ronquillo”, realizada por Orrillo, J. (2018).

- La cuenca ronquillo presenta una pendiente de cuenca de 28%, lo que la clasifica como una cuenca de relieve accidentado.
- En la cuenca Ronquillo, podemos encontrar suelos del tipo andisoles con aproximadamente un 46% de su área (KROIS J. y SCHULTE A.,2014), estos suelos son característicos de los Páramos (LLAMBÍ, I. et al 2012).
- La cuenca Ronquillo tiene gran relevancia ya que es una de las fuentes de agua, con producción promedio de 80 l/s (SEDACAJ S.A., 2014), lo que representaría aproximadamente un 30% de abastecimiento para la población de la ciudad de Cajamarca.
- La escorrentía se separa conceptualmente en dos partes: la escorrentía directa y caudal base (Mccuen, R. 1989).
- El flujo base se define como la parte de descarga que entra en un canal de flujo proveniente de las aguas subterráneas y otras fuentes, como los grandes lagos y glaciares. La mayoría de las cuencas no tienen lagos o glaciares y dependen únicamente del flujo base de las aguas subterráneas; este flujo base se libera lentamente del almacenamiento de agua subterránea para mantener el caudal en periodos secos.

Tras el procesamiento Orrillo, presentó (figura 23), el diagrama de Volumen de caudal base (color gris) y caudal de escorrentía superficial (color azul), para los años hidrológicos desde el 2009 al 2016.

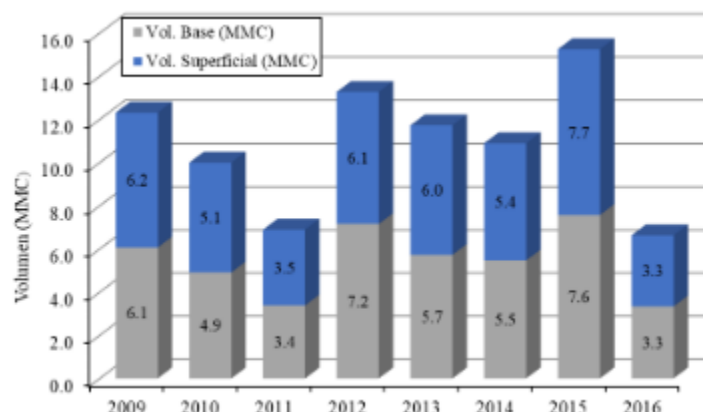


Figura 23. Volumen de caudal base y caudal de escorrentía superficial, para los años desde el 2009 al 2016.

Tras observar el gráfico anterior, concluyó que la cuenca Ronquillo presenta un BFI de 0.50; esto producto de su variada geología y por presentar un variado grupo de tipos de suelos, con características buenas para la retención de agua; lo antes mencionado significa que más del 60% del volumen de agua se almacena en la geología y en los suelos.

Mencionaremos también a Sánchez, 2018; quien en su Tesis Profesional “Capacidad de Transporte de sedimentos de ladera por erosión hídrica en zonas de fuerte y baja erosión en la cuenca Ronquillo”; concluye que presenta un 55% de sedimentos finos del total transportado, clasificando la cuenca con fuerte erosión.

Relacionando lo antes mencionado con los peligros geológicos, podemos afirmar que los factores condicionantes de la ocurrencia de peligros geológicos son: la pendiente de la cuenca y el alto índice de flujo base, lo que sumado a las intensas precipitaciones desencadenaría la ocurrencia de los movimientos en masa.

A continuación (figura 24), se muestra la cronología de evolución de los peligros geológicos en la zona:



Figura 24. Evolución de la localidad Urubamba-Sector III a través de los años, nótese el crecimiento poblacional.

Fuente: Ortofoto tomada con drone en diciembre de 2025, e imágenes satelitales de Google Earth.

En la figura 25 se muestra el, modelo 3D de ubicación, peligros geológicos, geología, geomorfología identificados en la Zona 2 – Urubamba Sector III.

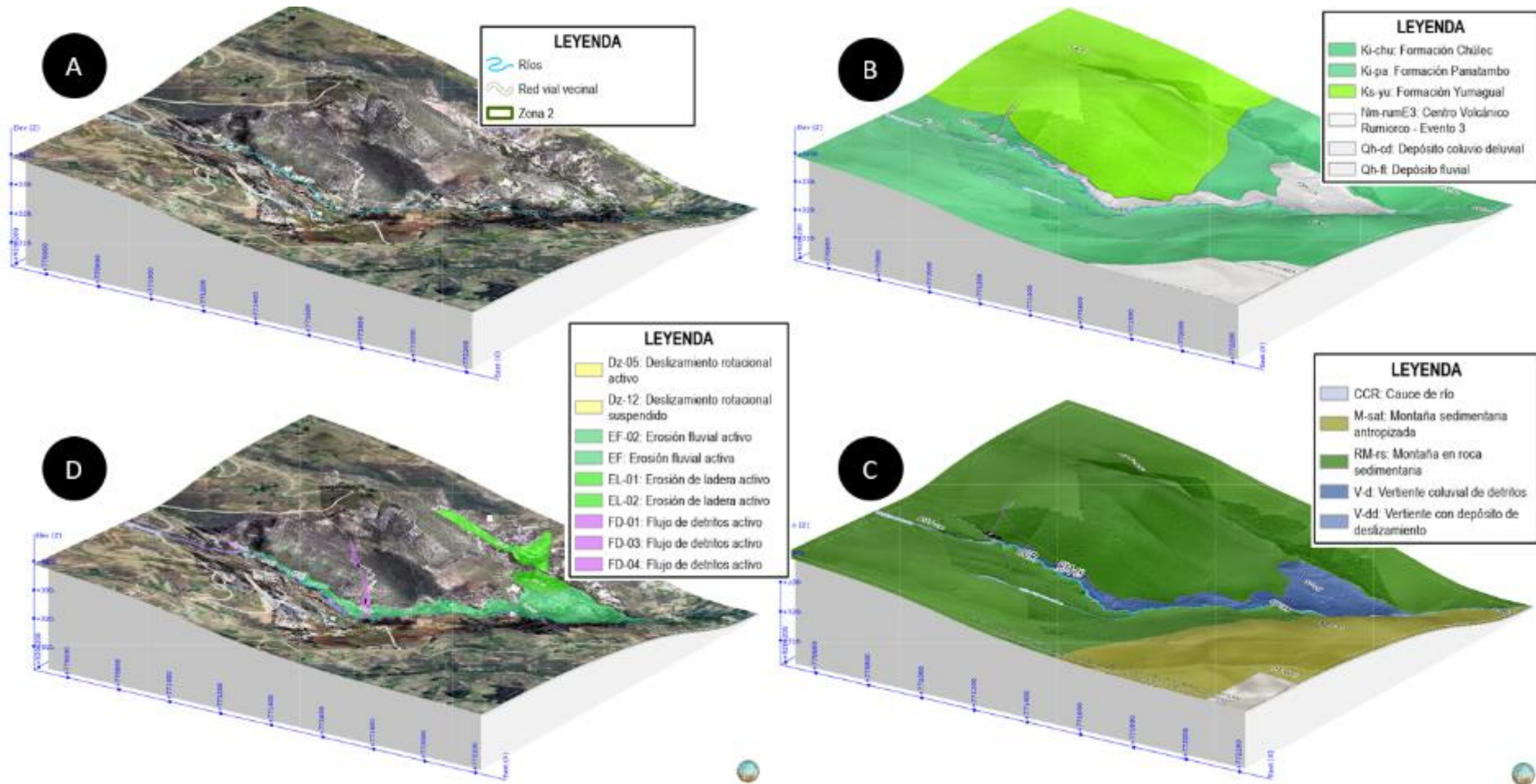


Figura 25. A. Modelo 3D de la ubicación de la Zona 2 – Urubamba Sector III, delimitación en polígono verde. B. Modelo 3D de la Geología local. C. Modelo 3D de las Unidades Geomorfológicas. D. Modelo 3D de mapa de Peligros Geológicos.

5.2.1. Erosión fluvial 01 (EF-01)

5.2.1.1. Características visuales

- Tipo de peligro: erosión fluvial.
- Estado: Latente
- Velocidad: Muy rápido
- Composición: Suelos con bloques (30%), cantos (15%), gravas (25%), arenas (10%), limos y arcillas (10%).

5.2.1.2. Morfometría

- Área de afectación por erosión fluvial: 9.69
- Longitud del cauce del río: 3300 m
- Pendiente del terreno (promedio): 28°
- Ancho de río: 7 a 10 m
- Altura máxima probable: 11.0 m

Tabla 7. Descripción de formaciones superficiales. **Ubicación:** E771158, N:9206807, Z:3060 m

TIPO DE FORMACION SUPERFICIAL		GRANULOMETRÍA (%)		FORMA	REDONDES		
<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	<input checked="" type="checkbox"/>	Esférica	<input type="checkbox"/>	Redondeado
<input type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input checked="" type="checkbox"/>	Subredondeado
<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input checked="" type="checkbox"/>	Anguloso
<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input type="checkbox"/>	Sub anguloso
<input checked="" type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial				
<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral				
<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar				
		30	Bolos				
		15	Cantos				
		25	Gravas				
		10	Arenas				
		5	Limos				
		5	Arcillas				

PLASTICIDAD	ESTRUCTURA	TEXTURA	CONTENIDO DE	%LITOLOGÍA
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alta plasticidad	Masiva	Harinoso	Materia orgánica	Intrusivos
Med. Plasticidad	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Estratificada	Arenoso	Carbonatos	Volcánicos
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Áspero	Sulfatos	Metamórficos
Baja plasticidad	Lenticular			Sedimentarios
No plástico				

COMPACIDAD				CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.			
SUELOS FINOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS FINOS	
<input type="checkbox"/>	Limos y Arcillas	<input type="checkbox"/>	Arenas	<input type="checkbox"/>	GW	<input type="checkbox"/>	ML
<input checked="" type="checkbox"/>	Blanda	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta	<input checked="" type="checkbox"/>	GP	<input type="checkbox"/>	CL
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input type="checkbox"/>	GM	<input type="checkbox"/>	OL
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	GC	<input type="checkbox"/>	PT
		<input type="checkbox"/>	Gravas	<input type="checkbox"/>	SW	<input type="checkbox"/>	MH
		<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	SP	<input type="checkbox"/>	CH
		<input type="checkbox"/>	Med. Consolidada	<input type="checkbox"/>	SM	<input type="checkbox"/>	OH
		<input type="checkbox"/>	Consolidada	<input type="checkbox"/>	SC		
		<input type="checkbox"/>	Muy consolidada				

5.2.2. Erosión de ladera 01 y Erosión de ladera 02 (EL-01 y EL-02)

5.2.2.1. Características visuales

- Estado evolutivo: Cárcava joven.
- Largo: 457 m.
- Ancho: 116 m.
- Profundidad: 0.50 m.
- Forma de drenaje: Dendrítico y paralelo.

5.2.3. Flujo de detritos 01 (FD-01)

5.2.3.1. Características visuales

- Área: 2.74 ha.
- Ancho y altura del flujo: 7 a 10 m.
- Volumen desplazado: 27.35 ha.
- Compuesto por 30% bolos, 15% cantos, 25% gravas, 10% arenas, 5% limos y 5% arcillas.

5.2.4. Factores condicionantes

- Suelos sedimentarios con GSI entre 37 y 55, lo que indica macizos rocosos fracturados y perturbados y con alto grado de meteorización.
- Suelos coluvio deluviales compuestos por bloques (30%), cantos (15%), gravas (25%), arenas (10%), limos y arcillas (10%).
- Terrenos con pendiente fuerte (15°-25°) a muy fuerte o escarpada (25°-45°).
- Ausencia de vegetación nativa que permita estabilizar los suelos.

5.2.5. Factores detonantes

- Precipitaciones pluviales de intensidad extrema, como las registradas en el año 2017, de 51.8 mm/día y en el año 2000 de 36.1 mm/día, en la estación Weberbauer.

5.2.6. Daños ocasionados y probables

- Al producirse flujos de detritos y erosión de laderas, podrían causar la obstrucción del río Urubamba lo que podría traer como consecuencia el represamiento del mismo.
- Lotizaciones en la zona afectada.

5.2.7. Recomendaciones

- Se recomienda detener y evitar las lotizaciones, con el fin de evitar el crecimiento poblacional en la zona.
- Deberá programarse una campaña de limpieza de los detritos en el río Urubamba, con el fin de mantener el cauce limpio y que las grandes avenidas en épocas de lluvia no perjudiquen.
- Se recomienda realizar una forestación con especies nativas, con el fin de evitar el material suelto y disminuir en gran medida la erosión de laderas y el material fino suelto.
- Se recomienda realizar estudios especializados para proponer técnicamente métodos que permitan disminuir el material detrítico suelto, revegetación, drenaje, estabilización de los márgenes del río, diques de interrupción – deflexión, etc.
- Se recomienda preparar un EVAR que permita definir las medidas a adoptar a corto y largo plazo.

En la figura 26 se muestra el modelo 3D de peligros geológicos, identificados en la Zona 2 – Urubamba Sector III.

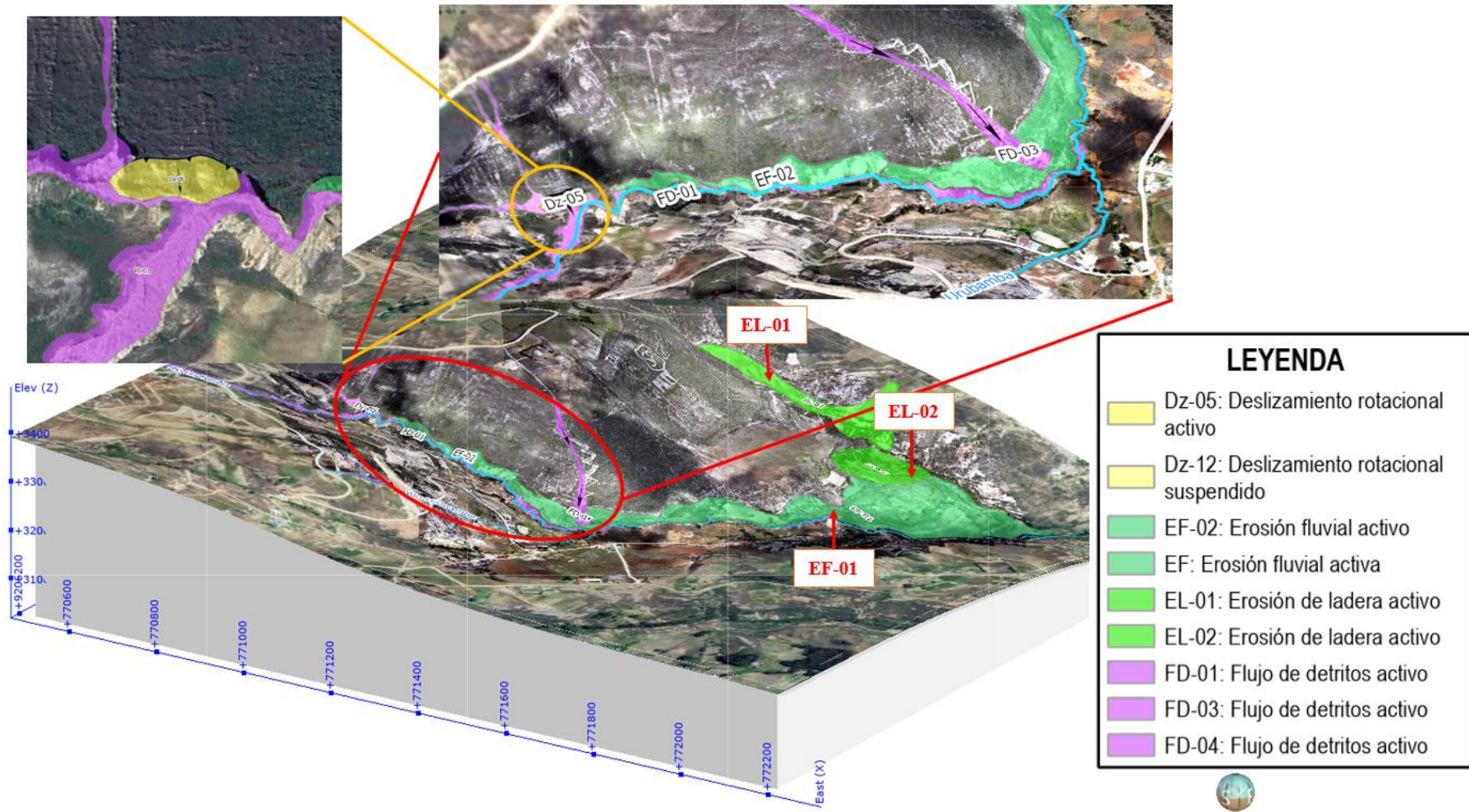


Figura 26. Modelo 3D de los peligros geológicos identificados en la zona 2 – Urubamba Sector III

5.3. Peligros Geológicos en El Ronquillo (Zona 3)

Ronquillo es una localidad del distrito de Cajamarca, se ubica sobre la Formación Yumagual que presenta un GSI entre 37 y 43, Formación Pariatambo presenta un GSI entre 45 y 50, Formación Chúlec que presenta un GSI entre 50 y 55 y Formación Farrat que presenta un GSI entre 55 y 60 y depósitos coluvio - deluviales producto de movimientos en masa antiguos y recientes, depósitos coluviales y fluviales, que se encuentran el cauce del río Tres Ríos; lo que indica macizos rocosos muy fracturados y con alto grado de meteorización.

La zona se ubica sobre las unidades geomorfológicas de Montaña en roca sedimentaria la cual se halla antropizada, lo mismo que las colinas, piedemonte coluviales, colinas y montañas en rocas sedimentarias, vertiente de detritos y vertiente con depósito de deslizamiento.

En la zona se han identificado deslizamientos, erosión de ladera y flujos de detritos. A continuación, se describirán los peligros geológicos con mayor área:

Tabla 8. Áreas de los peligros geológicos principales en la localidad de Ronquillo

Peligro Geológico	Área (m²)	Área (ha)
FD-04 El Ronquillo	60 751	6.07
Dz-12 El Ronquillo	670 326	67.03
Dz-13 El Ronquillo	108 225	10.82

El peligro geológico con mayor recurrencia en el área son los deslizamientos, así el deslizamiento 12 (Dz-12) tiene un área de 67 ha.

Tomaremos en cuenta que: la cuenca ronquillo presenta una pendiente de cuenca de 28%, lo que la clasifica como una cuenca de relieve accidentado; la cuenca Ronquillo tiene gran relevancia ya que es una de las fuentes de agua, con producción promedio de 80l/s (SEDACAJ S.A., 2014) lo que representaría aproximadamente un 30% de abastecimiento para la población de la ciudad de Cajamarca y que el BFI (índice de caudal base) es de 0.50; esto producto de su variada geología y por presentar un variado grupo de tipos de suelos, con características buenas para la retención de agua; lo antes mencionado significa que más del 60% del volumen de agua se almacena en la geología y en los suelos.

Relacionando lo antes mencionado con los peligros geológicos, podemos afirmar que los factores condicionantes de la ocurrencia de peligros geológicos son: la pendiente de la cuenca, el alto índice de flujo base (BFI), la litología y geomorfología; lo que sumado a las intensas precipitaciones desencadenaría la ocurrencia de los movimientos en masa.

A continuación, se muestra, la cronología de evolución de los peligros geológicos en la zona:

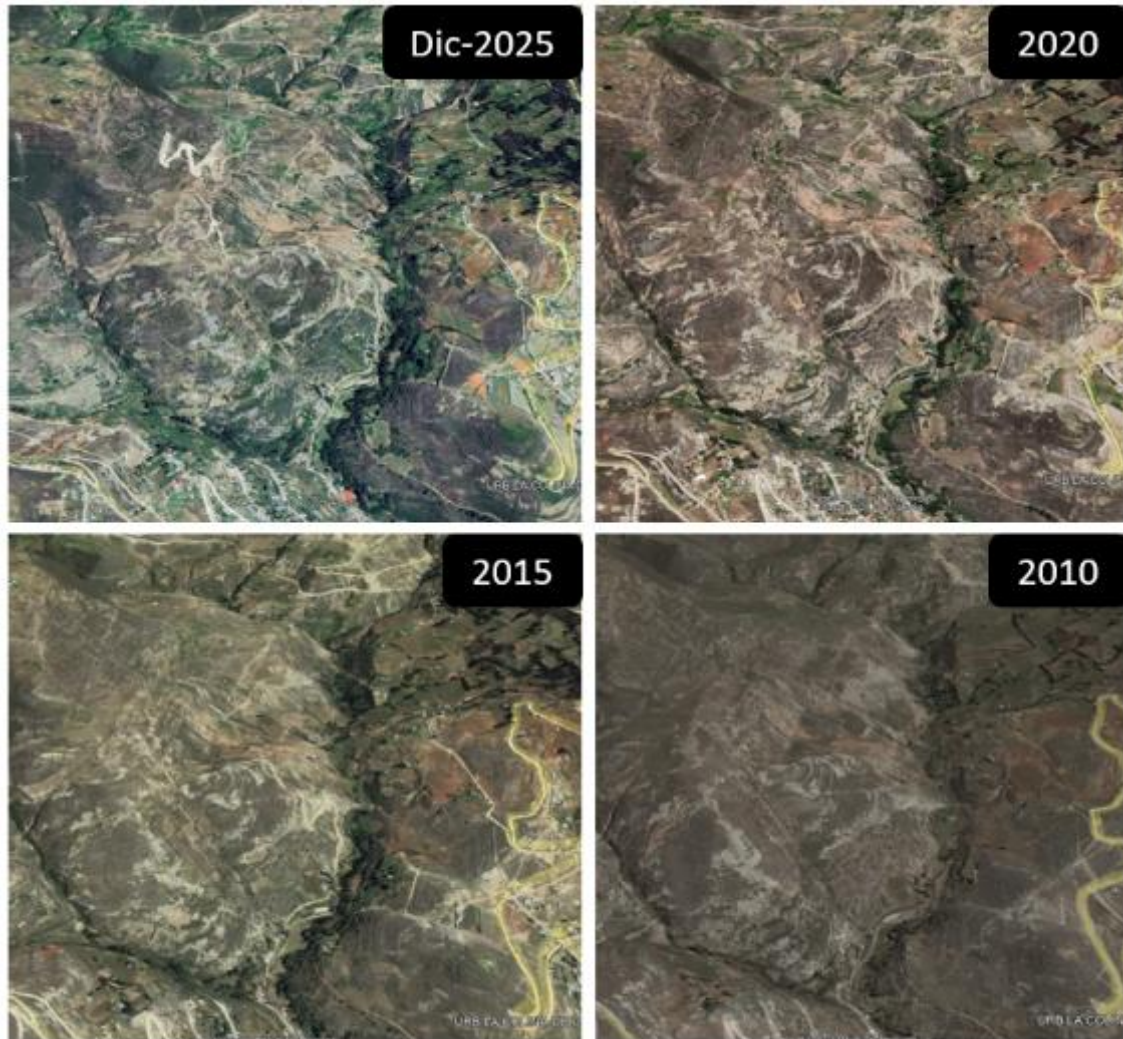


Figura 27. Evolución de la localidad Ronquillo a través de los años. **Fuente:** Google Earth (2025).

El deslizamiento el Ronquillo, es un peligro latente para la ciudad de Cajamarca, y ha sido motivo de varios estudios en la zona, por ello tras ayudar a mitigar y detener el avance del mismo, en el año 2000 se construyó una zanja de coronación sobre la zona del escarpe del deslizamiento (deslizamiento 12).

En la figura 28 se muestra el, modelo 3D de la ubicación de la zona, geología local, unidades geomorfológicas y peligros geológicos, identificados en la Zona 3 – Ronquillo.

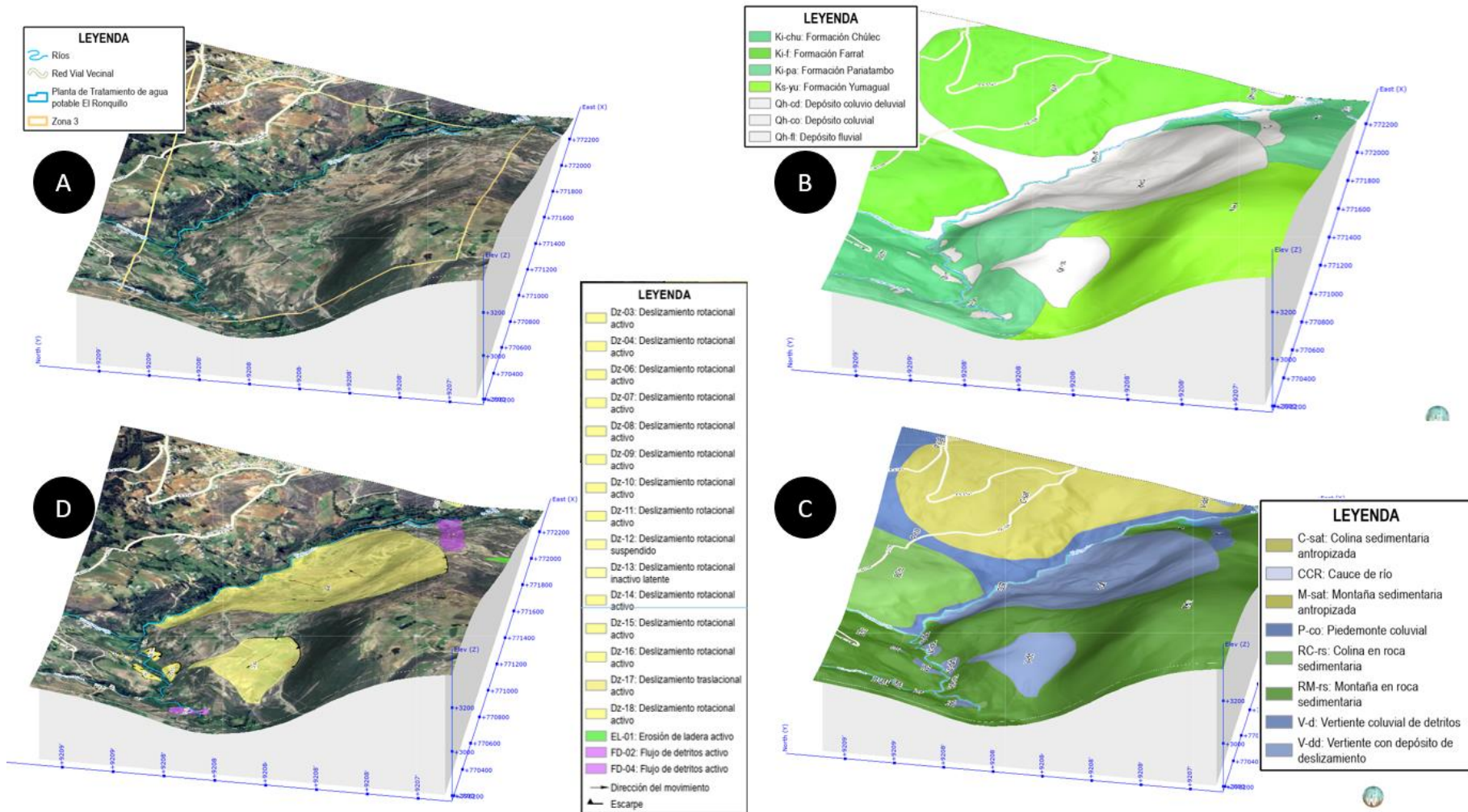


Figura 28. A. Modelo 3D de la ubicación de la Zona 3 – Ronquillo, delimitación en polígono amarillo. B. Modelo 3D de la Geología local. C. Modelo 3D de las Unidades Geomorfológicas. D. Modelo 3D de mapa de Peligros Geológicos.

5.3.1. Deslizamientos (Dz-12 y Dz-13)

5.3.1.1. Características visuales

Deslizamiento 12 (Dz-12)

- Tipo de movimiento: Deslizamiento rotacional.
- Estado: Suspendida (Última ocurrencia fue en el año 2000).
- Estilo: Único.
- Distribución (avance): Retrogresivo.
- Deformación del terreno: Ondulado
- Composición: Suelos coluvio deluviales producto de la ocurrencia de deslizamientos con flujo de lodo antiguos, compuesto por gravas limosas de alta plasticidad (GM); bolos 10%, cantos 20%, gravas 40%, arenas 5%, limos y arcillas 30%.

Deslizamiento 13 (Dz-13)

- Tipo de movimiento: Deslizamiento rotacional.
- Estado: Suspendido
- Estilo: Único.
- Distribución (avance): Retrogresivo.
- Deformación del terreno: Ondulado
- Composición: Suelos coluvio deluviales producto de la ocurrencia de deslizamientos con flujo de lodo antiguos, compuesto por bolos 10%, cantos 20%, gravas 40%, arenas 5%, limos y arcillas 30%.

5.3.1.2. Morfometría

Deslizamiento 12 (Dz-12)

- Área: 67 ha.
- Perímetro: 814 m.
- Salto principal o desplazamiento vertical: 50 m (aproximadamente).
- Longitud de escarpa principal: 713 m.
- Diferencia de alturas de corona a punta: 330 m.
- Longitud horizontal de corona a punta: 843 m.
- Dirección del movimiento: NE.
- Agrietamientos: Escalonados y paralelos a la masa deslizada.
- Volumen de masa deslizada estimada: 6 703,260 m³.

Deslizamiento 13 (Dz-13)

- Área: 10 ha.
- Perímetro: 3451 m.
- Salto principal o desplazamiento vertical: 12 m (aproximadamente).
- Longitud de escarpa principal: 391 m.
- Diferencia de alturas de corona a punta: 60 m.
- Longitud horizontal de corona a punta: 341 m.
- Dirección del movimiento: SW.
- Agrietamientos: Escalonados.
- Volumen de masa deslizada estimada: 865,800 m³.

5.3.2. Flujo de detritos 04 (FD-04)

5.3.3.1. Características visuales

- Área:
- Ancho y altura del flujo:
- Volumen desplazado:
- Compuesto por 10% bolos, 20% cantos, 40% gravas, 10% arenas, 10% limos y arcillas.

Tabla 9. Descripción de material. **Ubicación:** E:771804 N:9207965 Z: 3020 m

TIPO DE FORMACION SUPERFICIAL		GRANULOMETRÍA (%)		FORMA		REDONDES	
	Eluvial		Lacustre		10 Bolos		Redondeado
x	Deluvial		Marino		20 Cantos		Subredondeado
x	Coluvial		Eólico		40 Gravas	x	Anguloso
	Aluvial		Orgánico		10 Arenas	x	Sub anguloso
	Fluvial		Artificial		5 Limos		
	Proluvial		Litoral		5 Arcillas		
	Glaciar		Fluvio glaciar				

PLASTICIDAD		ESTRUCTURA		TEXTURA		CONTENIDO DE		%LITOLOGÍA	
	Alta plasticidad	x	Masiva		Harinoso		Materia orgánica		Instrusivos
	Med. Plasticidad		Estratificada		Arenoso		Carbonatos		Volcánicos
x	Baja plasticidad		Lenticular	x	Áspero		Sulfatos		Metamórficos
	No plástico							x	Sedimentarios

COMPACIDAD				CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.			
SUELOS FINOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS FINOS	
Limos y Arcillas			Arenas		GW		SW
			Suelta		GP		SP
x	Blanda		Densa	x	GM		SM
	Compacta		Muy Densa		GC		SC
	Dura						ML
							CL
							OL
							PT
							MH
							CH
							OH

5.3.3. Factores condicionantes

- Los macizos rocosos de las formaciones Yumagual, Pariatambo, Chúlec y Farrat; presentan GSI entre 37 y 60; lo que indica macizos rocosos desde fracturados y perturbados hasta fuertemente fracturados en bloques y con un alto grado de meteorización.
- Material de origen sedimentario muy fracturado y meteorizado, cubiertos parcialmente por depósitos coluvio deluviales productos de movimientos en masa antiguos.
- Rocas propensas a intemperización.
- Posible existencia de zonas cavernosas que alberguen agua.
- Montañas sobre pendientes de moderadas a fuertes (5°-25°).
- Falta de protección vegetal sobre las laderas de montañas.
- Inadecuado sistema de drenaje para captar las aguas superficiales y subterráneas, las cuales discurren ladera abajo llevando consigo material.

5.3.4. Factores detonantes

- Precipitaciones pluviales de intensidad extrema, como la registrada en la estación Weberbauer el año 2017, que fue de 51.8 mm/día y en el año 2000 fue de 36.1 mm/día.

5.3.5. Daños ocasionados y probables

- Viviendas expuestas: 33 aproximadamente (se ubican en la parte baja de la montaña).
- Planta de tratamiento de Agua Potable El Ronquillo expuesta.
- Río Tres ríos, quedaría represado tras un deslizamiento de esa magnitud.
- Parte de la ciudad de Cajamarca quedaría desabastecida de agua potable de reactivarse el deslizamiento el Ronquillo.
- Por la magnitud del deslizamiento, parte la ciudad de Cajamarca está expuesta.

En la figura 29 se muestra el, modelo 3D de los peligros geológicos, identificados en el Ronquillo.

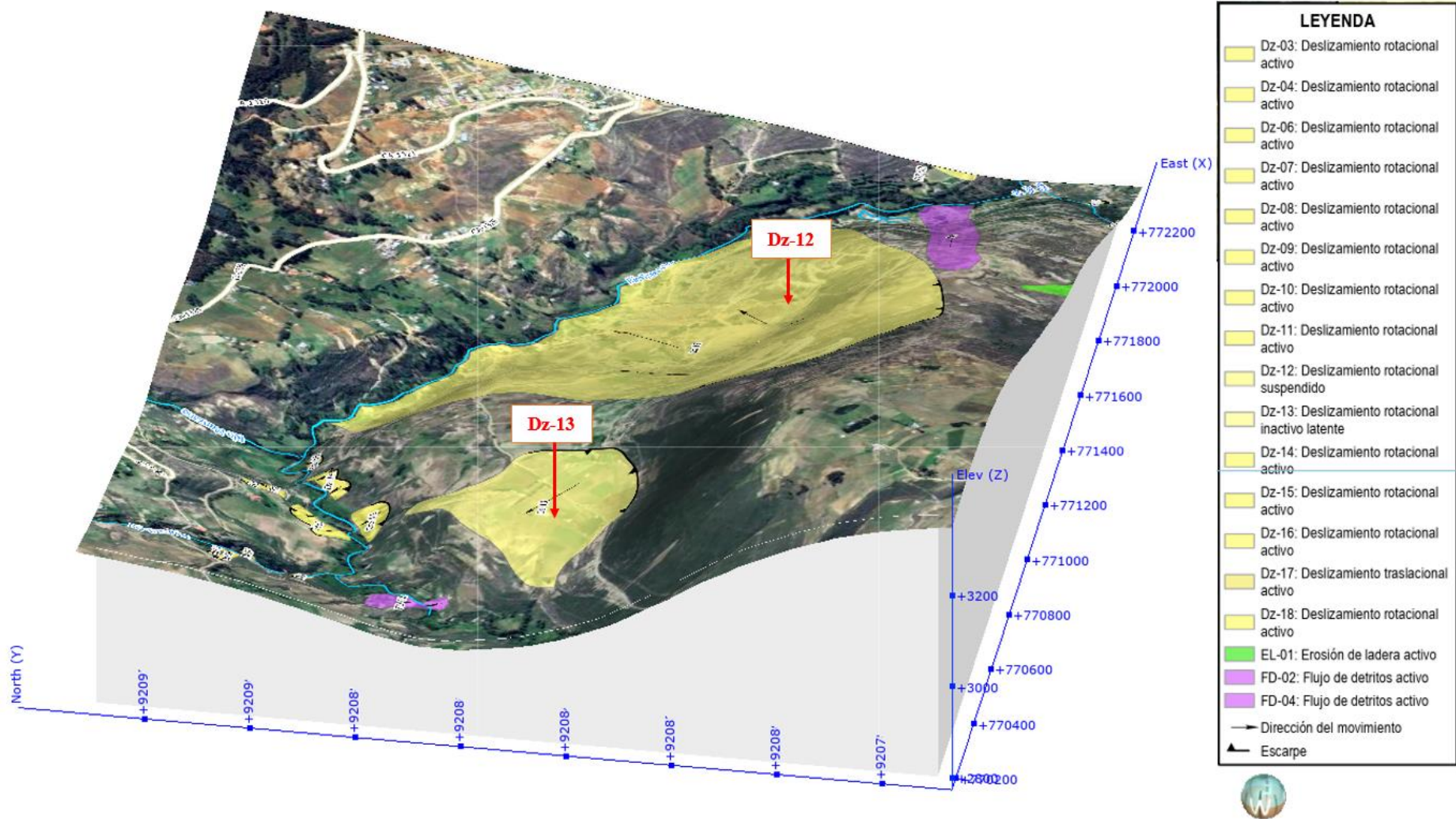


Figura 29. A. Modelo 3D de los peligros Geológicos identificados en el Ronquillo.

6. CONCLUSIONES

- a. Geológicamente en el área de estudio encontramos a la Formación Chúlec, Farrat, Pariatambo, Yumagual, Centro volcánico Rumiorco, depósitos cuaternarios: coluvio deluvial, coluvial y fluvial.
- b. La Formación Farrat presenta un GSI entre 55 y 60, Formación Chúlec presenta un GSI entre 50 y 55, Formación Pariatambo presenta GSI entre 45 y 50 y Formación Yumagual que presenta un GSI entre 37 y 43; lo que nos indica que los macizos rocosos van desde fracturados y perturbados hasta fuertemente fracturados en bloques; además de un alto grado de meteorización.
- c. Las elevaciones en la zona evaluada van desde los 2708 m hasta los 3381 m, en los cuales se distingue 5 niveles altitudinales; donde el área con mayor pendiente (25°-45°) corresponde a terrenos entre altitudes 2860 m y 3360 m.
- d. En la zona se presenta en mayor porcentaje pendientes fuertes (15°-25°) y pendientes escarpadas (25°- 45°), sobre las cuales suceden los peligros geológicos.
- e. Geomorfológicamente encontramos unidades de carácter tectónico degradacional y erosional como: colinas en roca sedimentaria (RC-rs), colinas en roca sedimentaria antropizada (C-sat), montañas en rocas sedimentaria (RM-rs), montaña sedimentaria antropizada (M-sat), montaña volcánica antropizada (M-vat); y unidades de carácter depositacional y agradacional, como: piedemonte coluvial (P-co), piedemonte coluvial antropizado (P-cat), vertiente coluvial de detritos (V-d), vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd) y el cauce de los ríos Urubamba y Tres Ríos.
- f. Se identificó en la zona peligros geológicos por movimientos en masa: 18 deslizamientos, 2 zonas de erosión fluvial, 2 zonas con erosión de ladera y 4 zonas de flujo de detritos.
- g. En la zona Urubamba (zona 1), se identificó dos deslizamientos; de ellos el deslizamiento 01 (Dz-01) se ubica sobre una zona muy poblada, donde con un área de 3.45 ha y un salto principal de 7 metros; podría afectar a 63 viviendas, al Pronoei Urubamba Sector 2, 0.40 ha de cultivos y tres vías vecinales.
- h. En la zona Urubamba sector III (zona 2), se identificaron deslizamientos, erosión fluvial, erosión de ladera y flujos de detritos; en esta zona los factores condicionante de la ocurrencia de peligros geológicos son: la pendiente de la cuenca y el alto índice de flujo base, lo que sumado a las intensas precipitaciones desencadenaría la ocurrencia de los movimientos en masa; lo que ocasionaría en el río Urubamba represamiento y ocurrencia de flujo de detritos y lotizaciones se encuentran expuestas.
- i. En la localidad Ronquillo, se ha identificado deslizamientos, erosión de ladera y flujos de detritos; lo que ocasionaría la afectación a 33 viviendas, a la Planta de tratamiento de agua potable El Ronquillo, ríos Tres ríos podría represarse, desabastecimiento de agua potable a parte de la ciudad de Cajamarca, pues dicha planta de SEDACAJ

abastece a parte de la ciudad de Cajamarca, material deslizado podría llegar a la ciudad de Cajamarca.

- j. Los factores condicionantes son: Material de origen sedimentario muy fracturado y meteorizado, cubiertos parcialmente por depósitos coluvio deluviales productos de movimientos en masa antiguos, rocas propensas a intemperización, posible existencia de zonas cavernosas que alberguen agua, montañas sobre pendientes de moderadas a fuertes, cuencas que albergan un BFI de 0.50 en sus suelos, falta de protección vegetal sobre las laderas de montaña, inadecuado sistema de drenaje para captar las aguas superficiales y subterráneas, las cuales discurren ladera abajo llevando consigo material.
- k. El factor detonante son precipitaciones pluviales de intensidad extrema, como la registrada en la estación Weberbauer el año 2017, de 51.8 mm/día y en el año 2000 de 36.1 mm/día.
- l. Se concluye que el área de estudio es considerada con **Peligro Medio a Peligro Alto a la Ocurrencia de Movimientos en Masa.**

7. RECOMENDACIONES

En la zona Urubamba (zona 1)

- Se recomienda limpieza continua de las cunetas y canaletas.
- Construir zanjas de coronación en las zonas de escarpe de deslizamientos.
- Se recomienda detener la lotización (expansión urbana) existente en la zona del escarpe del deslizamiento de forma inmediata.
- Se debe sellar las grietas con el fin de evitar infiltraciones que beneficien al crecimiento de las mismas.
- Se recomienda ampliar el sistema de alcantarillados y cunetas, de tal manera que permita evacuar de manera efectiva las aguas de escurrimiento superficial y filtraciones.
- Se recomienda implementar inclinómetros o cualquier sistema geotécnico que permita monitorear desplazamientos en todo el cuerpo del deslizamiento y de manera prioritaria en el escarpe.
- Se recomienda realizar un EVAR, que permita determinar las medidas a largo plazo y definitivas a adoptarse, entre ellas evaluar el reasentamiento de las viviendas e instituciones que se encuentran dentro de la zona del deslizamiento.

En la zona Urubamba Sector III (zona 2)

- Se recomienda detener las lotizaciones en la zona, con el fin de evitar el crecimiento poblacional en la zona.
- Deberá programarse una campaña de limpieza de los detritos en el río Urubamba, con el fin de mantener el cauce limpio y que las grandes avenidas en épocas de lluvia no perjudiquen.
- Se recomienda realizar una forestación con especies nativas en la zona, con el fin de evitar el material suelto y disminuir en gran medida la erosión de laderas y el material fino suelto.
- Se recomienda realizar estudios especializados para proponer técnicamente métodos que permitan disminuir el material detrítico suelto, revegetación, drenaje, estabilización de los márgenes del río, diques de interrupción – deflexión, etc.
- Se recomienda preparar un EVAR que permita definir las medidas a adoptar a corto y largo plazo.

En la zona Ronquillo (zona 3)

- Se recomienda limpieza continua de las cunetas y canaletas.
- Mantenimiento de la zanja de coronación en la zona de escarpe de deslizamientos.
- Se debe sellar las grietas con el fin de evitar infiltraciones que beneficien al crecimiento de las mismas.
- Se recomienda ampliar el sistema de alcantarillados y cunetas, de tal manera que permita evacuar de manera efectiva las aguas de escurrimiento superficial y filtraciones.
- Se recomienda implementar inclinómetros o cualquier sistema geotécnico que permita monitorear desplazamientos en todo el cuerpo de los deslizamientos y de manera prioritaria en el escarpe.
- Se recomienda reforestar las zonas afectadas.

- Se recomienda realizar un estudio geotécnico especializado que permita obtener un mejor panorama de los factores de seguridad actuales en la zona de los movimientos en masa, los mismos deben contar con topografía a detalle con puntos de control para mayor exactitud.
- Se recomienda evaluar la posibilidad de reubicación de las viviendas afectadas.
- Se recomienda realizar un EVAR, que permita determinar las medidas a largo plazo y definitivas a adoptarse, entre ellas evaluar el reasentamiento de las viviendas e instituciones que se encuentran dentro de las zonas de los deslizamientos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, et al. (2024) -UNC “Trabajo de investigación “Evaluación Geotécnico – Ambiental del deslizamiento Ronquillo en la ciudad de Cajamarca”
- Congreso de la República del Perú. (2018, junio 5). *Ley N° 30779, ley que dispone medidas para el fortalecimiento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)*. 2.
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-dispone-medidas-para-el-fortalecimiento-del-sistema-ley-n-30779-1655993-1/>
- Dávila (2001). Informe Técnico A5942 “Daños por deslizamientos en el Barrio Urubamba sector 2”
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/4659#files>
- INDECI – PNUD (Cuadros, et al. 2005) “Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante desastres ciudad de Cajamarca”
https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/INDECI/Mapa%20peligros%20vulnerabilidad%20y%20riesgos%20usos%20del%20suelo%20y%20medidas%20mitigacion%20de%20Bambamarca_2014.pdf
- INEI. (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- Orrillo, (2018) Tesis Profesional “Caracterización del rol del Páramo andino en la regulación del recurso hídrico en la cuenca Ronquillo”
<https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/CPG19-788.pdf>
- PMA: GCA. (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas* (1a ed.). Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas.
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Presidencia de la República del Perú. (2023, noviembre 24). Decreto Legislativo N° 1587. *Decreto Legislativo que Modifica la Ley 29664, Ley que Crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Sinagerd)*, 4.
<https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2238192-1>
- Reyes (1980). Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba; escala 1: 100,000. *Ingemmet. Boletín N° 17 Serie A*.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/150?mode=full>
- Sánchez (2018) Tesis profesional “Capacidad de Transporte de sedimentos de ladera por erosión hídrica en zonas de fuerte y baja erosión en la cuenca Ronquillo”
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_f5ef1d6b28309d7ffc1dfdb710ec9a2
- Senamhi. (2014). *Umbrales y precipitaciones absolutas*.

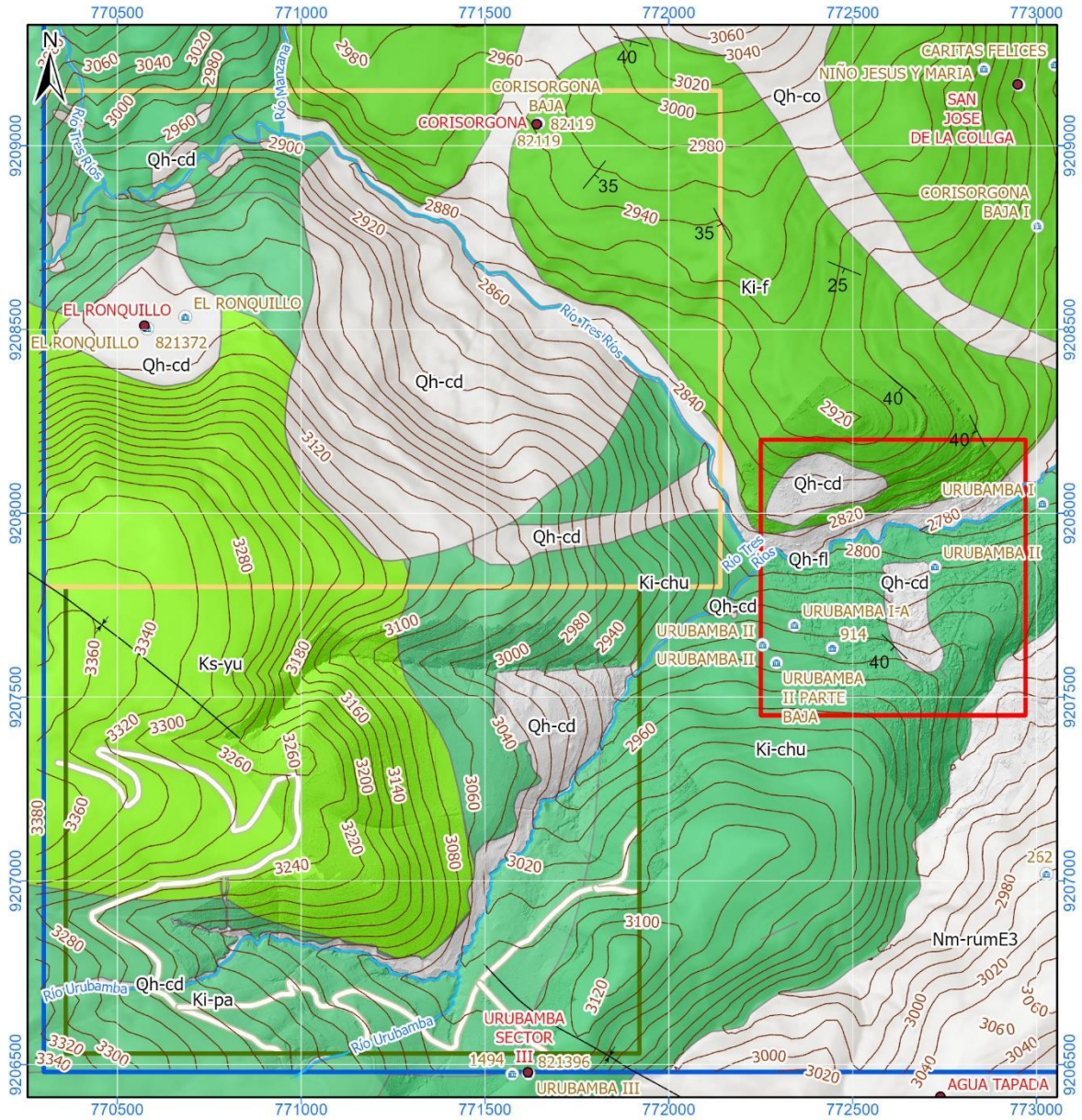
Senamhi. (2020). *Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional*.
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>

Tolentino & Cruzado (2015) “Método de investigación geológico – geotécnico para el análisis de inestabilidad de laderas por deslizamientos zona Ronquillo – Corisorgona Cajamarca – Perú” UNMSM
<https://catalogobiblioteca.ingemmet.gob.pe/bib/47544>

Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes. *In Special Report 176: Landslides: Analysis and control* (Eds: Schuster, R.L and Krizek, R.J), *Transportation and Road research board*, 9–33.

Zavala & Rosado, (2011). Riesgo Geológico en la Región Cajamarca, *escala 1: 250,000*. *Ingemmet. Boletín N° 44 Serie C*.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/300>

9. ANEXO 1: MAPAS

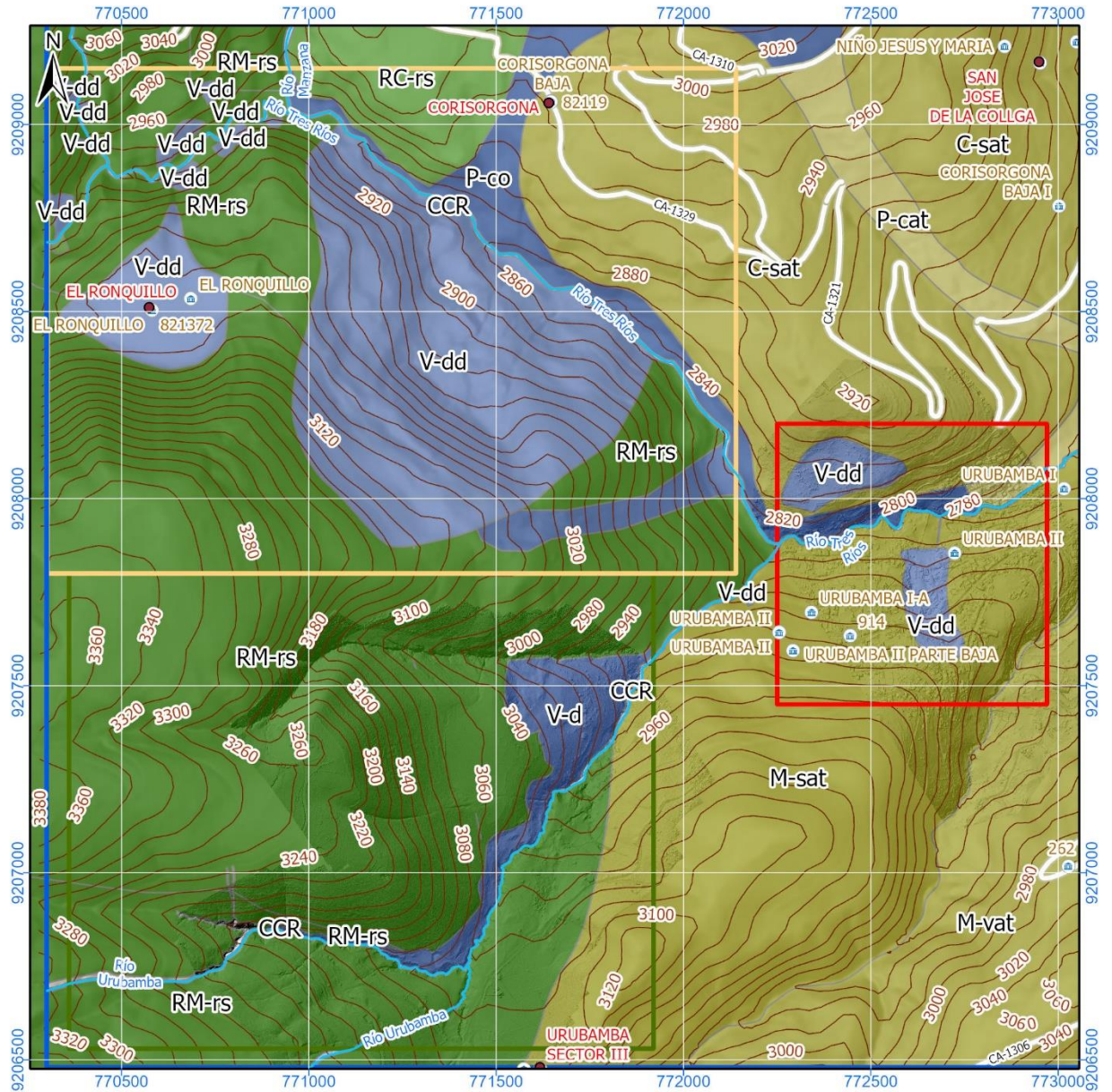


SIMBOLOGÍA	
	Instituciones Educativas
	Centros Poblados
	Red vial vecinal
	Curvas de nivel
	Zona General
	Ríos
	Zona 1
	Zona 2
	Zona 3

LEYENDA	
	1225
	201
	Ki-chu: Formación Chúlec
	Ki-f: Formación Farrat
	Ki-pa: Formación Pariatambo
	Ks-yu: Formación Yumagual
	Nm-rumE3: Centro Volcánico Rumiorco - Evento 3
	Qh-cd: Depósito coluvio deluvial
	Qh-co: Depósito coluvial
	Qh-fl: Depósito fluvial



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA	
MAPA DE GEOLOGIA	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/17,500	Versión digital: 2025
MAPA 1	

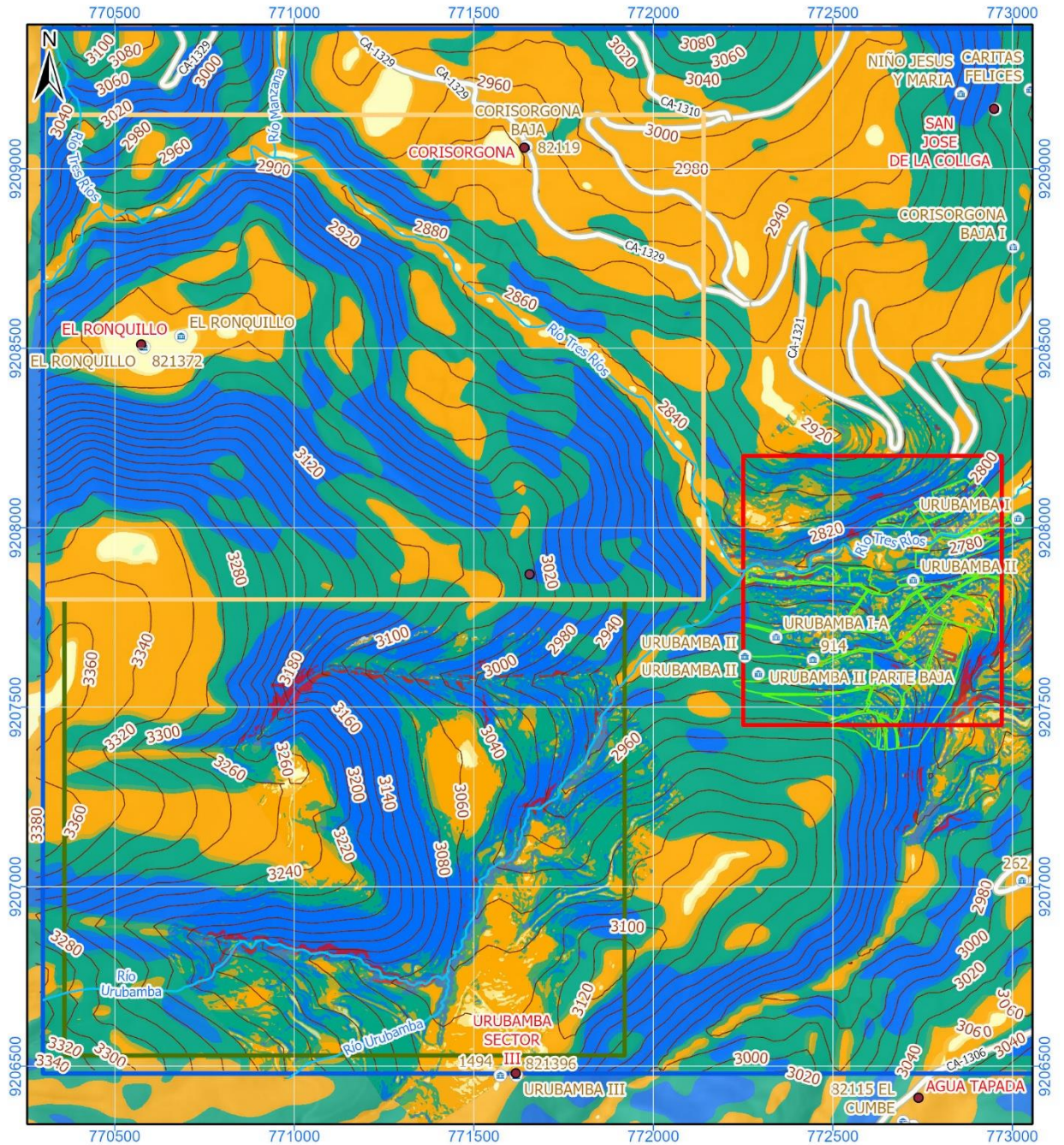


SIMBOLOGÍA	
●	Centros Poblados
●	Instituciones Educativas
~	Ríos
 	Zona General
 	Zona 1
 	Zona 2
 	Zona 3
~	Red Vial Vecinal
~	Curvas de nivel

LEYENDA	
	C-sat: Colina sedimentaria antropizada
	CCR: Cauce de río
	M-sat: Montaña sedimentaria antropizada
	M-vat: Montaña volcánica antropizada
	P-cat: Piedemonte coluvial antropizado
	P-co: Piedemonte coluvial
	RC-rs: Colina en roca sedimentaria
	RM-rs: Montaña en roca sedimentaria
	V-d: Vertiente coluvial de detritos
	V-dd: Vertiente con depósito de deslizamiento



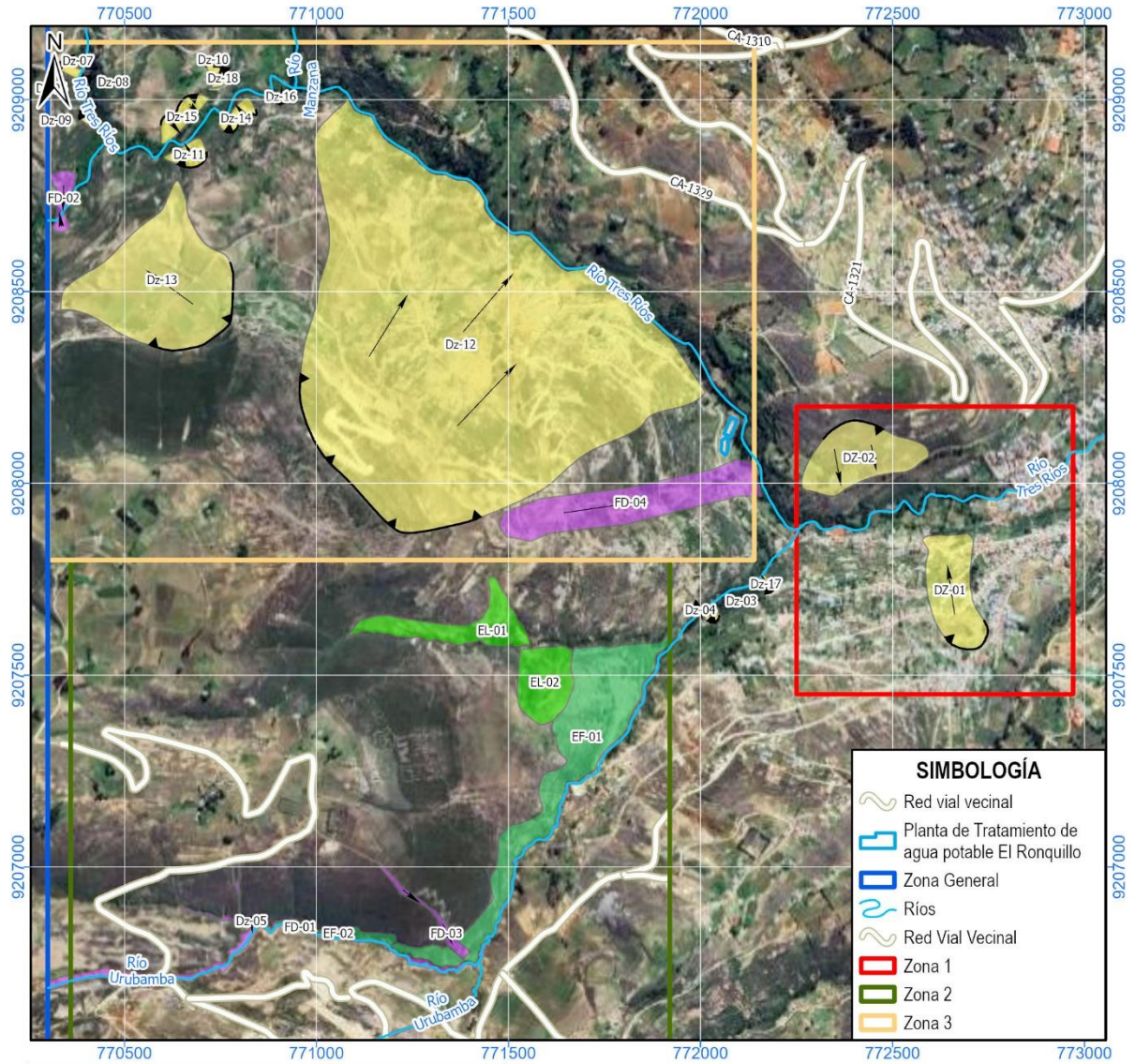
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA	
MAPA GEOMORFOLÓGICO	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/17,500	Versión digital: 2025
MAPA	
2	



SIMBOLOGÍA	
	Instituciones Educativas
	Centros Poblados
	Curvas de nivel
	Zona General
	Ríos
	Red Vial Vecinal
	Zona 1
	Zona 2
	Zona 3

LEYENDA	
	< 1 : Terreno llano
	1 - 5 : T. inclinado con pendiente suave
	5 - 15 : Pendiente moderada
	15 - 25 : Pendiente fuerte
	25 - 45 : Pendiente muy fuerte o escarpada
	> 45 : Terreno muy escarpado

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA	
MAPA DE PENDIENTES	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/17,500	Versión digital: 2025
MAPA 3	



LEYENDA

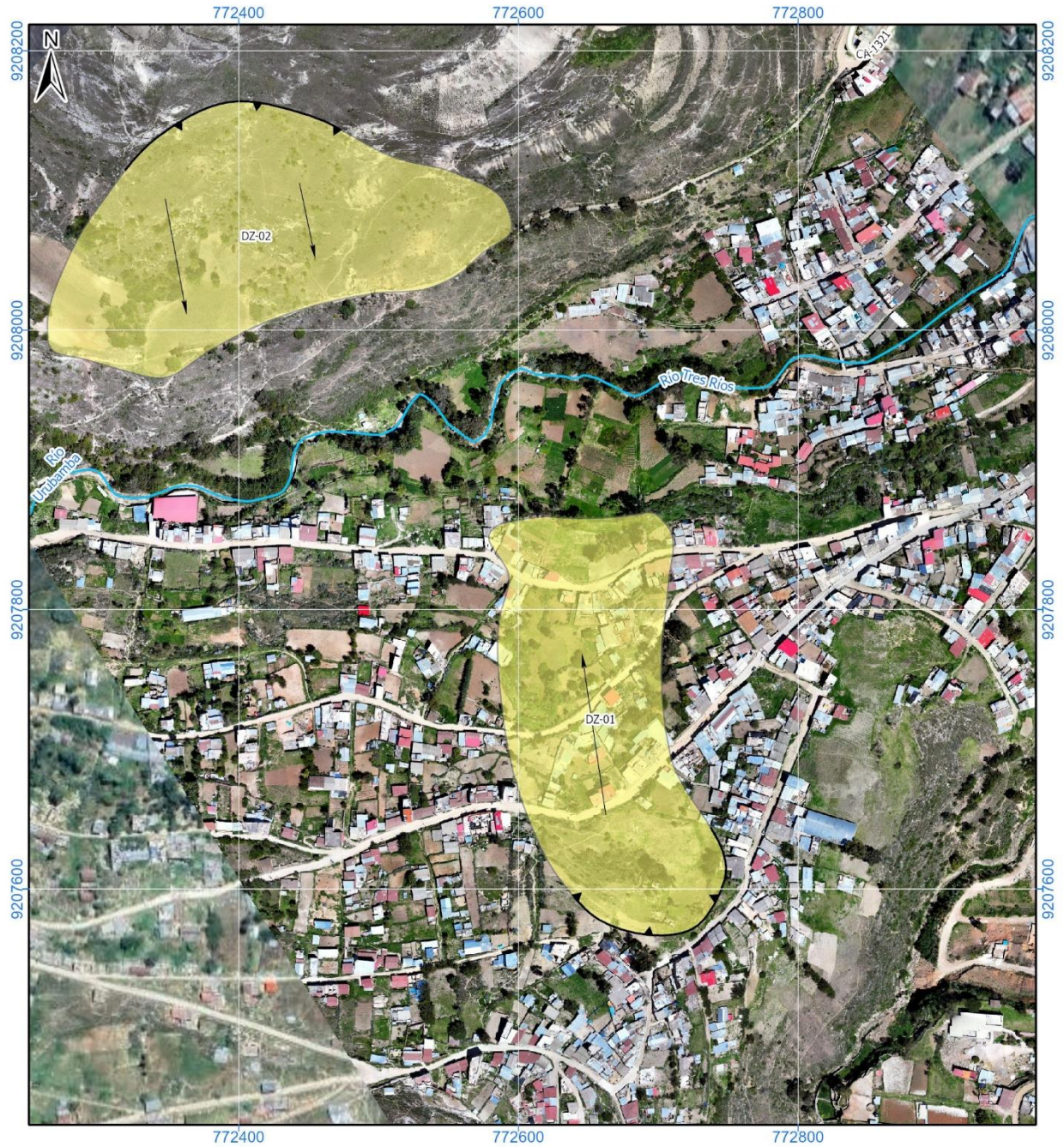
→ Dirección del movimiento	Dz-07: Deslizamiento rotacional activo	Dz-13: Deslizamiento rotacional inactivo	EF-02: Erosión fluvial activa
▲ Escarpe	Dz-08: Deslizamiento rotacional activo	Dz-14: Deslizamiento rotacional activo	EF: Erosión fluvial activa
Dz-01: Deslizamiento rotacional suspendido	Dz-09: Deslizamiento rotacional activo	Dz-15: Deslizamiento rotacional activo	EL-01: Erosión de ladera activa
Dz-02: Deslizamiento rotacional inactivo latente	Dz-10: Deslizamiento rotacional activo	Dz-16: Deslizamiento rotacional activo	EL-02: Erosión de ladera activa
Dz-03: Deslizamiento rotacional activo	Dz-11: Deslizamiento rotacional activo	Dz-17: Deslizamiento traslacional activo	FD-01: Flujo de detritos activo
Dz-04: Deslizamiento rotacional activo	Dz-12: Deslizamiento rotacional suspendido	Dz-18: Deslizamiento rotacional activo	FD-02: Flujo de detritos activo
Dz-05: Deslizamiento rotacional activo			FD-03: Flujo de detritos activo
Dz-06: Deslizamiento rotacional activo			FD-04: Flujo de detritos activo



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

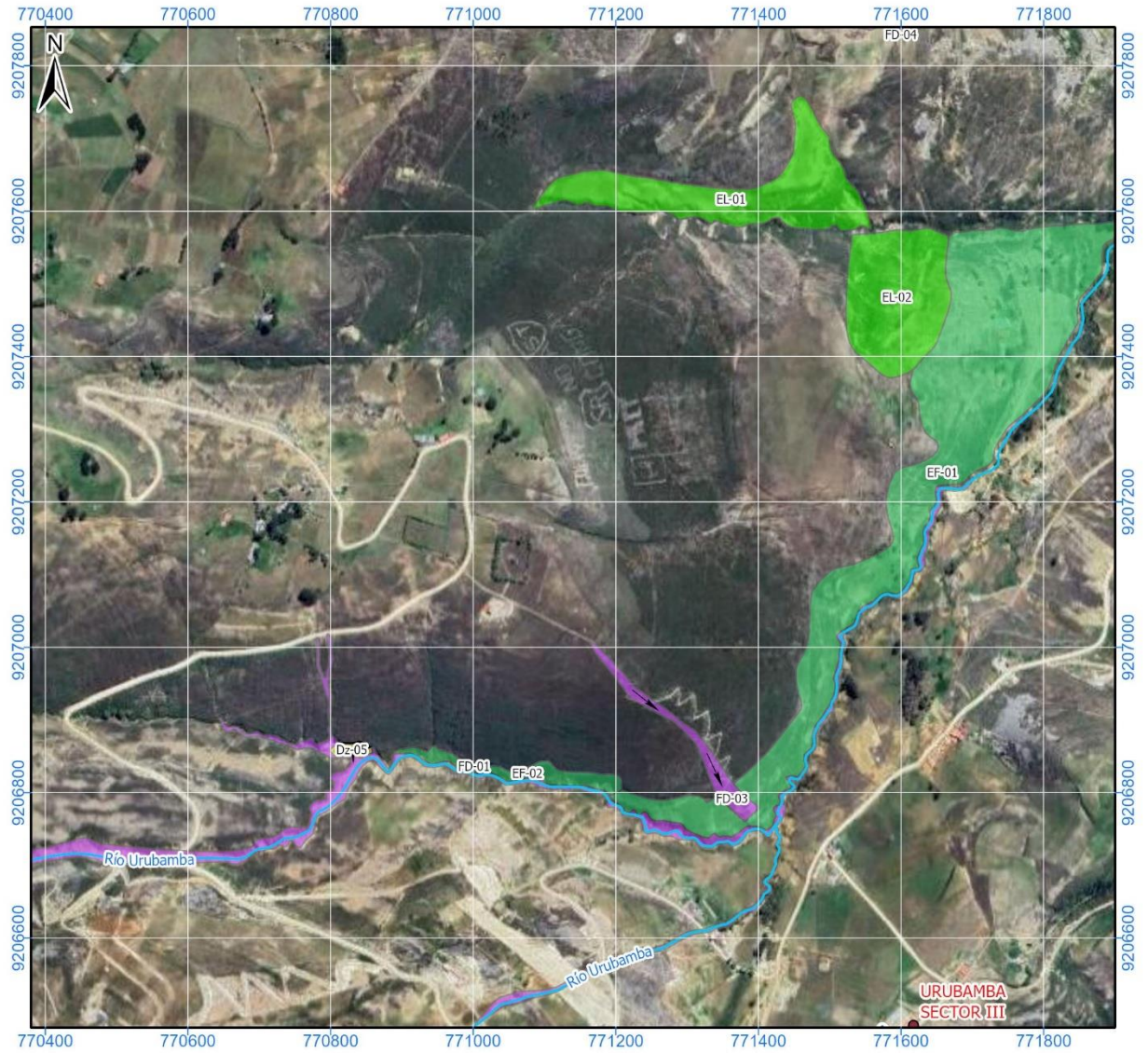
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León	MAPA 4
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/17,500	Versión digital: 2025	



SIMBOLOGÍA	
	Zona General
	Ríos
	Red Vial Vecinal

LEYENDA	
	Dz-01: Deslizamiento rotacional suspendido
	Dz-02: Deslizamiento rotacional inactivo latente.
	Dirección del movimiento
	Escarpe

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA	
MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE LOCALIDAD URUBAMBA (ZONA 1)	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/4,500	Versión digital: 2025
MAPA 5	

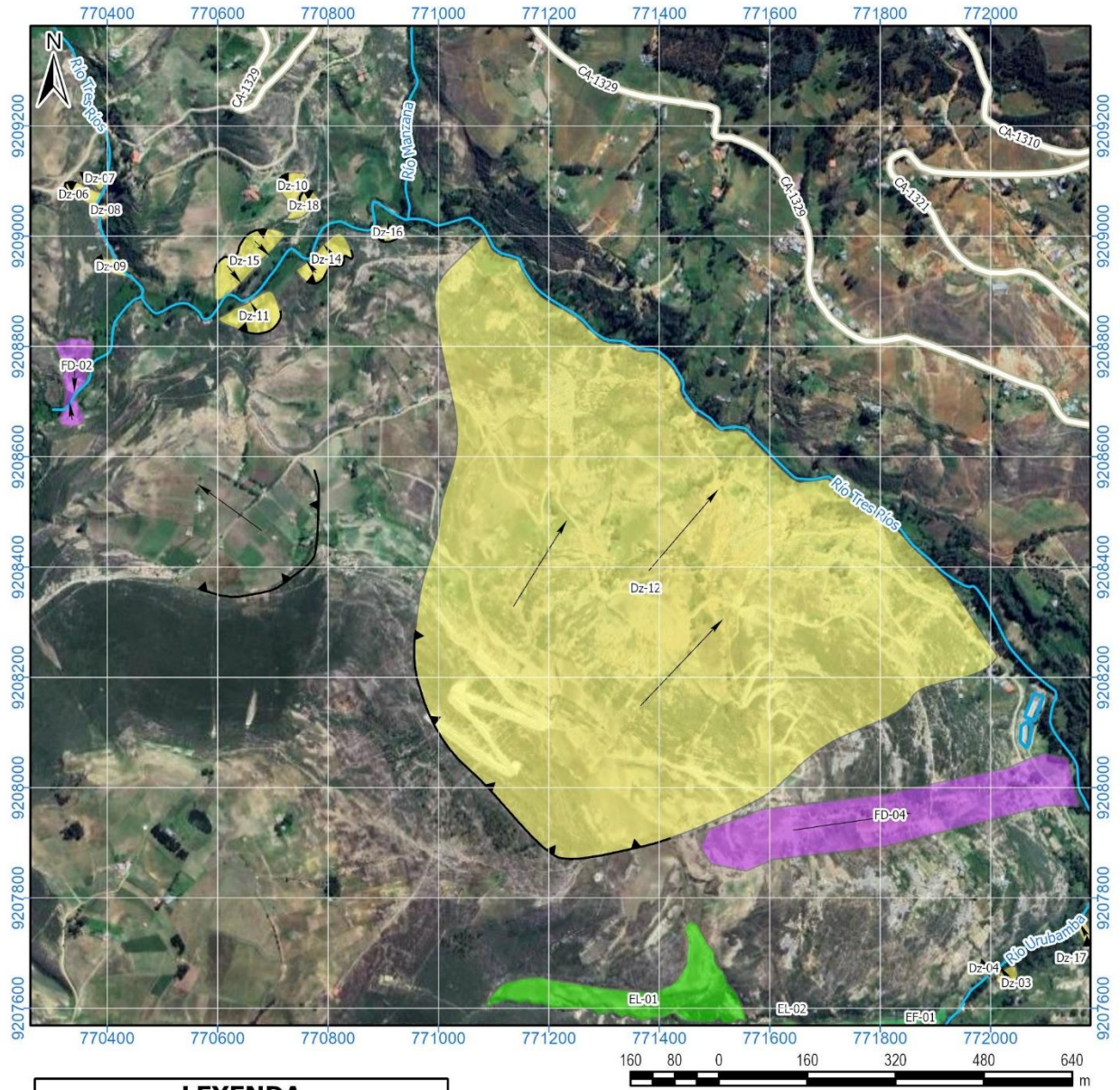


SIMBOLOGÍA	
	Instituciones Educativas
	Centros Poblados
	Ríos

LEYENDA	
	Dz-05: Deslizamiento rotacional activo
	EF-02: Erosión fluvial activo
	EF: Erosión fluvial activa
	EL-01: Erosión de ladera activo
	EL-02: Erosión de ladera activo
	FD-01: Flujo de detritos activo
	FD-03: Flujo de detritos activo
	FD-04: Flujo de detritos activo
	Dirección del movimiento
	Escarpe



SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA		
MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE LOCALIDAD URUBAMBA SECTOR III (ZONA 2)		
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León	MAPA 6
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/9,500	Versión digital: 2025	



LEYENDA	
→ Dirección del movimiento	Dz-14: Deslizamiento rotacional activo
▲ Escarpe	Dz-15: Deslizamiento rotacional activo
■ Dz-03: Deslizamiento rotacional activo	Dz-16: Deslizamiento rotacional activo
■ Dz-04: Deslizamiento rotacional activo	Dz-17: Deslizamiento traslacional activo
■ Dz-06: Deslizamiento rotacional activo	Dz-18: Deslizamiento rotacional activo
■ Dz-07: Deslizamiento rotacional activo	FD-02: Flujo de detritos activo
■ Dz-08: Deslizamiento rotacional activo	FD-04: Flujo de detritos activo
■ Dz-09: Deslizamiento rotacional activo	
■ Dz-10: Deslizamiento rotacional activo	
■ Dz-11: Deslizamiento rotacional activo	
■ Dz-12: Deslizamiento rotacional suspendido	

SIMBOLOGÍA	
☐	Planta de Tratamiento de agua potable El Ronquillo
~	Ríos
~	Red Vial Vecinal

<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA</p>	
MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE LOCALIDAD RONQUILLO (ZONA 3)	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/12,000	Versión digital: 2025
MAPA 7	