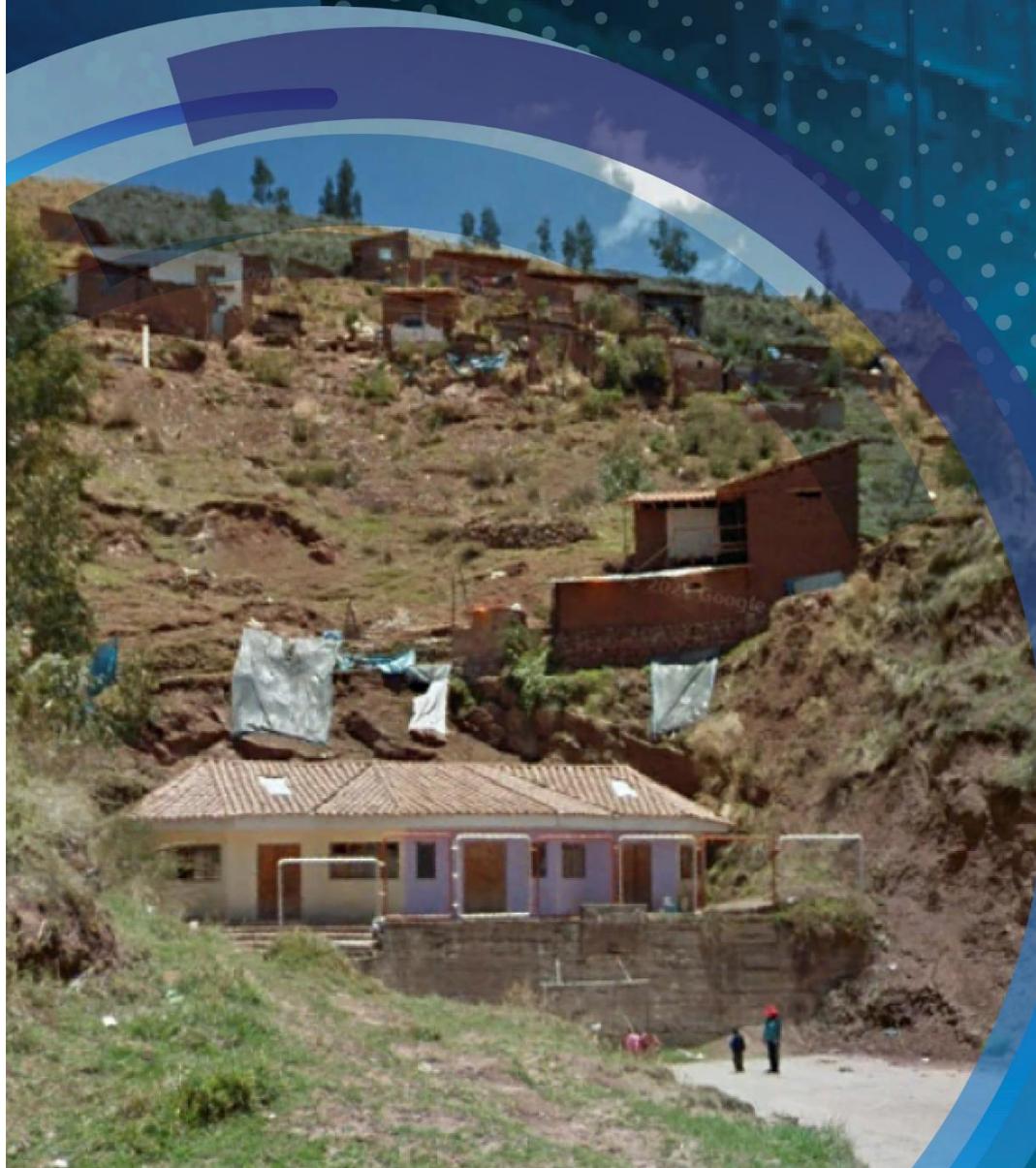


Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

Opinión Técnica N° 01-2022

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUATANAY

Departamento Cusco
Provincia Cusco
Distrito Santiago



Enero
2022

ÍNDICE

1) INTRODUCCIÓN	3
2) UBICACIÓN	3
3) ANTECEDENTES O TRABAJOS ANTERIORES	4
4) ANÁLISIS	5
5) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7
6) REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	8
ANEXO 1	9

OPINIÓN TÉCNICA

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO HUATANAY

(Distrito de Santiago, provincia de Cusco, departamento Cusco)

1) INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico, desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT - 11)”, de esta manera, 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.

Con carta N° S/N el Consorcio Hipsitec Perú pone en conocimiento, el inicio de acciones para la elaboración del expediente técnico del proyecto “Ampliación y mejoramiento del servicio de agua - Margen Derecha del río Huatanay”, distrito de Santiago, provincia y departamento Cusco. Por ello, solicita una opinión técnica del área de influencia del proyecto.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los geólogos David Prudencio y Guisela Choquenaira, para que emitan dicha opinión.

La presente, se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Santiago, a la empresa Consorcio Hipsitec y a entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastre, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

2) UBICACIÓN

El área del proyecto se ubica al oeste de la ciudad del Cusco, en la margen derecha del río Huatanay. Políticamente se encuentra en el distrito de Santiago, provincia y departamento Cusco; en las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 19s) siguientes (cuadro 1):

Cuadro 1. Coordenadas UTM WGS84, zona 19s

N°	Zona	Este	Norte	Altitud (m s.n.m)
1	Río Huatanay Margen derecha	176807	8501695	3437
2		181434	8501695	3293
3		181434	8498762	3410
4		176807	8498762	3592
COORDENADA CENTRAL				
A		179079	8501080	3395

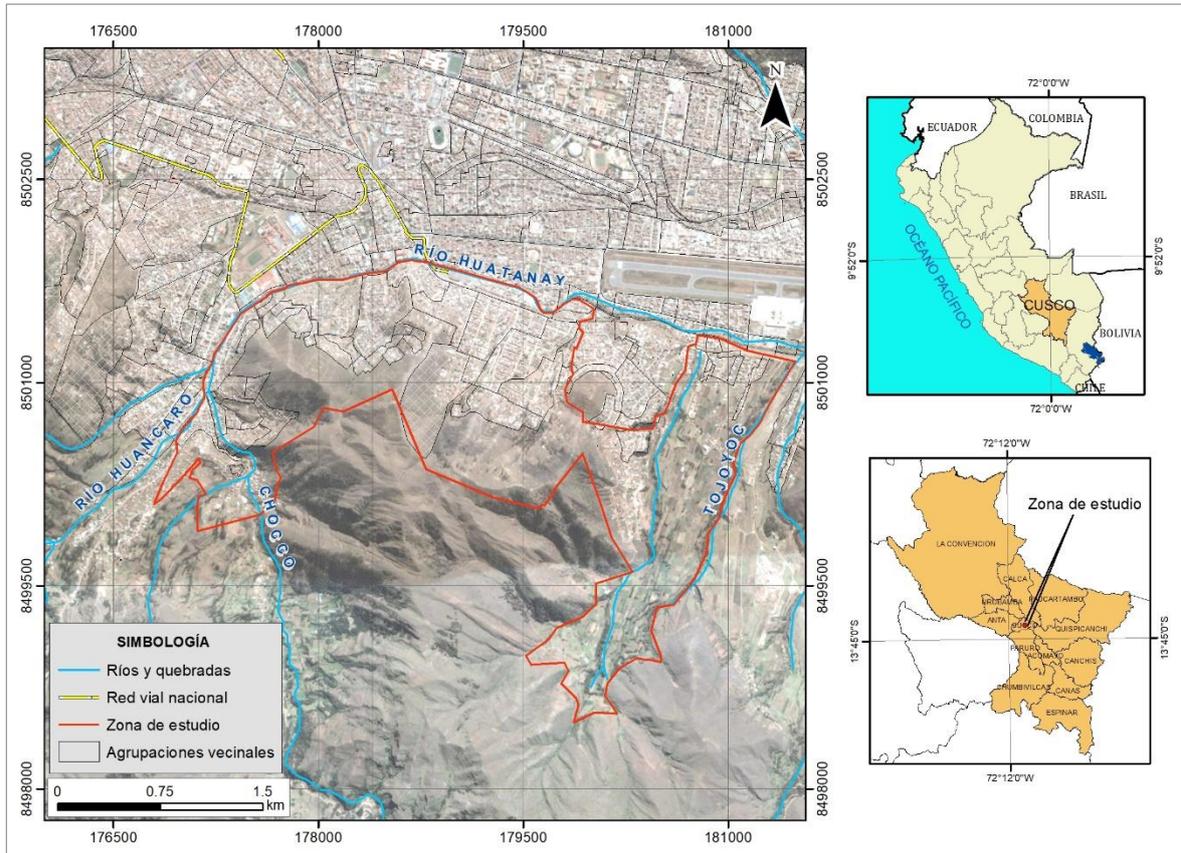


Figura 1. Ubicación del área analizada.

3) ANTECEDENTES O TRABAJOS ANTERIORES

Entre los principales estudios realizados a nivel regional en el distrito de Santiago, se pueden mencionar:

- a) Boletín N° 80, serie C, Geodinámica e ingeniería geológica: “Peligros geológicos por movimientos en masa e inundación fluvial en la ciudad de Cusco” (Medina *et al.*, 2021); en el área analizada se registró 1 zona crítica por cárcava - derrumbe, además, se tiene 9 eventos de caídas tipo derrumbes, 1 caída de rocas, 3 deslizamientos traslacionales, 2 deslizamientos rotacionales, 1 flujos de lodos, 12 procesos de erosión de ladera en cárcava y 2 en surco. También, se realizó un estudio de susceptibilidad a movimientos en masa y susceptibilidad a inundación y erosión fluvial, realizados a una escala de 1:25 000, donde el área evaluada presenta zonas con susceptibilidad a movimientos en masa de tipo Moderada, Alta y Muy Ata, siendo esta última, las más propensas a ser afectada por los procesos mencionados.
- b) Boletín N° 74, serie C, geodinámica e ingeniería geológica: “Peligros Geológicos en la Región Cusco” (Vílchez *et al.*, 2020); el estudio realizó un análisis de susceptibilidad a movimientos en masa, presentado en un mapa a escala 1:500 000, donde el área evaluada presenta terrenos con alta a muy alta susceptibilidad, condicionada por las características litológicas, geomorfológicas, pendiente, cobertura vegetal y uso de suelo. Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por

un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.

- c) En la “Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Cusco (28-s)”, escala 1: 50 000 (Carlotto et al., 2011); describe la información relacionada a los cambios más resaltantes sobre estratigrafía y la geología estructural del área de dichos cuadrángulos.

4) ANÁLISIS

El área, se encuentra sobre rocas del Grupo San Jerónimo, compuestas por areniscas, lutitas y conglomerados. Así mismo, en la parte media y baja de las laderas del terreno se aprecian depósitos de la Formación San Sebastián compuesta por limolitas, limo arcillitas y arenas; estos últimos presentan un pésimo comportamiento geotécnico en cimentaciones y laderas (Carlotto et al., 2011). Además, la parte baja del terreno está coberturada por depósitos fluviales, aluviales, coluviales, proluviales y deluviales, materiales de fácil erosión y remoción ante lluvias intensas (Medina et al., 2021), (Mapa 1).

Geomorfológicamente, las zonas altas del terreno evaluado, se encuentran sobre montañas y colinas modeladas en rocas sedimentarias cuyas laderas presentan pendientes muy fuertes (25° - 45°) a abruptas (45° - 90°); las partes medias y bajas del área se localizan sobre vertientes aluvio-torrenciales y aluvio-lacustres, estas se encuentran desarrolladas sobre pendientes que varían de medias (5° - 15°) a fuertes (15° - 25°). Del mismo modo, se observó, en los sectores Tancarpatá, Hacienda San Miguel y el río Choco áreas de vertientes con depósitos de deslizamiento, vertientes coluvio deluviales y vertientes coluviales de detritos, donde se presentan en promedio pendientes fuertes a muy fuertes de 17° y 26° respectivamente. Finalmente, en las zonas cercanas al río Huatanay se aprecian terrazas con pendientes bajas a medias en promedio de 3° y 7° respectivamente, las cuales son zonas susceptibles a inundación fluvial (Medina et al., 2021), (Mapas 2 y 3).

En el mapa de procesos a movimientos en masa (Mapa 4) elaborado por Medina (2021), se identificaron:

- Las caídas de rocas y derrumbes son eventos que se dieron en rocas muy fracturada y medianamente meteorizada, con pendientes muy fuertes a abruptas, se ubican en los sectores Chocco, hacienda San Miguel, Tancarpatá y APV Viva el Perú II Etapa.
- Los deslizamientos rotacionales y traslacionales se produjeron en depósitos residuales y de la formación San Sebastián, de poca compactación y con pendientes medias a muy fuertes, ubicados en el río Tojoyoc, APV Manco Cápac y sector Erapatá.
- Flujo de detritos antiguos, ubicado en un afluente a la quebrada Chocco y que pasa por la Av. Los Puquiales, donde se aprecia un alto contenido de material suelto en el cauce de la quebrada y en sus laderas, proveniente de la zona alta de la quebrada.
- Erosión de laderas en forma de cárcavas y surcos, generados sobre depósitos de la Formación Kayra, con pendientes del terreno medias a fuertes. La principal se presenta en el sector Tinco, entre las APVs. Hijos de Arahúy y Las Palmeras de Barrio de Dios, el cual se registró como punto crítico, denominado como cárcava – derrumbe (Cuadro 2), además, otros eventos de erosión se ubican en los sectores quebrada Tojoyoc y Fundo Hunuhuaycco.

Código en mapa	Paraje o sector / Coordenada UTM	Peligro geológico	Comentario geodinámico	Elementos expuestos y/o daños	Recomendaciones generales
24	Av. J. M. Arguedas (sector Tinco) 177559/8501470	Cárcavas - derrumbes	El proceso de cárcava se desarrolla sobre rocas sedimentarias intensamente fracturadas compuestos de areniscas intercaladas con niveles finos de arenisca fina perteneciente a la Formación Kayra. Dentro de la cárcava ocurren pequeños derrumbes discontinuos y escarpas irregulares.	La continuidad de la erosión en cárcava afectará las viviendas construidas en sus bordes.	Reubicar las viviendas construidas en los bordes de la cárcava (fotografía 10.49). Impermeabilizar los taludes de la cárcava. Construir sistema de drenaje

Cuadro 2: Punto crítico dentro de la zona de estudio.extraido de Medina (2021).

En los mapas de susceptibilidad a movimientos en masa e inundación y erosión fluvial de la ciudad del Cusco, desarrollado a escala 1/25 000 (Medina et al., 2021), muestra zonas con mayor posibilidad a que sucedan eventos de peligros geológicos, debido a las condiciones desfavorables que presenta el terreno, como la litología, pendiente, geomorfología y otros, los cuales describimos.

En el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, dentro del área evaluada se aprecian zonas con susceptibilidad Alta y Muy Alta (Mapa 5), los cuales presentan mayor predisposición a que ocurran estos eventos, como en los sectores Chocco, hacienda San Miguel, APV Viva el Perú II Etapa, Erapata, Tinco, Tancarpatá y quebrada Tojoyoc, los que presentan áreas con eventos de deslizamientos, derrumbes y erosión de ladera con actividades latentes, activos y antiguos.

Del mismo modo, en el mapa de susceptibilidad a inundación y erosión fluvial del área evaluada, en la confluencia del río Huancaro con el río Choco, a la altura del Centro Comercial el Molino y en la parte baja del sector Tancarpatá, presentan susceptibilidad Moderada y Alta, las cuales indican mayor predisposición a que ocurran estos eventos, debido a la presencia de geofomas de tipo terraza con depósitos fluviales y pendientes llanas a moderadas (Mapa 6).

5) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, en el área evaluada se considera una Zona Crítica por carcavamiento - derrumbe, ubicada en la Av. José María Arguedas, en el sector Tinco, el cual presenta actividad constante.
2. En el área evaluada se identificó procesos por movimientos en masa de tipo deslizamientos, caída de rocas, derrumbes, flujos y erosión de ladera los cuales se presentan en los sectores Chocco, hacienda San Miguel, Erapata, Tinco, APV Manco Cápac, APV Viva el Perú II Etapa, Tancarpata y quebrada Tojoyoc, procesos que principalmente son desarrollados sobre depósitos recientes poco consolidados de la formación San Sebastián.
3. El mapa de susceptibilidad a movimientos en masa muestra que los sectores Chocco, hacienda San Miguel, Erapata, Tinco, APV Manco Cápac, APV Viva el Perú II Etapa, Tancarpata y quebrada Tojoyoc, presentan alta y muy alta susceptibilidad a deslizamiento, derrumbes y erosión de ladera.
4. El mapa de susceptibilidad a inundación y erosión fluvial muestra que, las zonas contiguas al río Huatanay y los sectores hacienda Hospital Pata, Tinco, Tancarpata y el centro comercial el Molino I y II, tienen áreas que se encuentran en moderada a alta susceptibilidad a inundación por desborde del río Huatanay.
5. Se recomienda que, de acuerdo al mapa de peligros geológicos, antes de iniciar los trabajos del proyecto Ampliación y mejoramiento del servicio de agua - margen derecha del río Huatanay, se deben realizar obras de mitigación en zonas cartografiadas con procesos de movimientos en masa, con el fin de eliminar o disminuir los peligros, tales como:
 - Para las caídas de rocas y derrumbes latentes ubicados en los sectores Chocco, hacienda San Miguel, Tancarpata y APV Viva el Perú II Etapa, realizar zanjas de coronación, disminuir la pendiente realizando banqueteo y forestar con arbustos para impermeabilizar el suelo, evitar las construcciones a una distancia de 30 m a la redonda de las zonas de caída.
 - Para los deslizamientos rotacionales en los sectores río Tojoyoc, APV Manco Cápac y sector Erapata, hacer estudios de suelos para realizar obras de estabilización del mismo, además, construir zanjas de coronación y zanjas tipo espina de pescado impermeabilizados, para evitar la infiltración de agua al suelo.
 - Respecto a la erosión en surco y en cárcava que se presenta en el sector quebrada Tojoyoc y fundo Hunuhuaycco, se debe de realizar zanjas de coronación y drenajes impermeabilizados que evacuen las aguas hasta su quebrada principal, además, forestar los sectores para evitar la infiltración de agua y consiguiente erosión.
 - En la erosión derrumbe del sector crítico ubicado en la Av. José maría Arguedas, sector Tinco, Reubicar las viviendas construidas en los bordes de la cárcava, además, impermeabilizar los taludes y construir canales de drenaje impermeabilizados.
6. En áreas consideradas de muy alta susceptibilidad a movimientos en masa, se debe prohibir el desarrollo de infraestructura urbana.

7. En áreas de alta susceptibilidad a movimientos en masa, para su habilitación se requiere estudios especializados (geológico-geotécnicos) al detalle, para el desarrollo y construcción de infraestructura de cualquier tipo o habilitación urbana.



Ing. Guisela Choquenaira Garate



Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

6) REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Medina, L.; Nuñez, M.; Vilchez, M.; Peña, F.; Gómez, H. & Sosa, N. (2021) – Peligro geológico por movimientos en masa e inundación fluvial en la ciudad de Cusco. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámico e Ingeniería Geológica, Boletín 80 ,208 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3136>
- Carlotto, V.; Cárdenas, J. (2003) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Cusco (28-s). Escala 1:50 000. INGEMMET, 80 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2115>
- Vílchez, M.; Sosa, N.; Pari, W. & Peña, F. (2020) - Peligros geológicos en la región Cusco. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 74, 155 p. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2564#files>

ANEXO 1

MAPAS DEL ÁREA EVALUADA

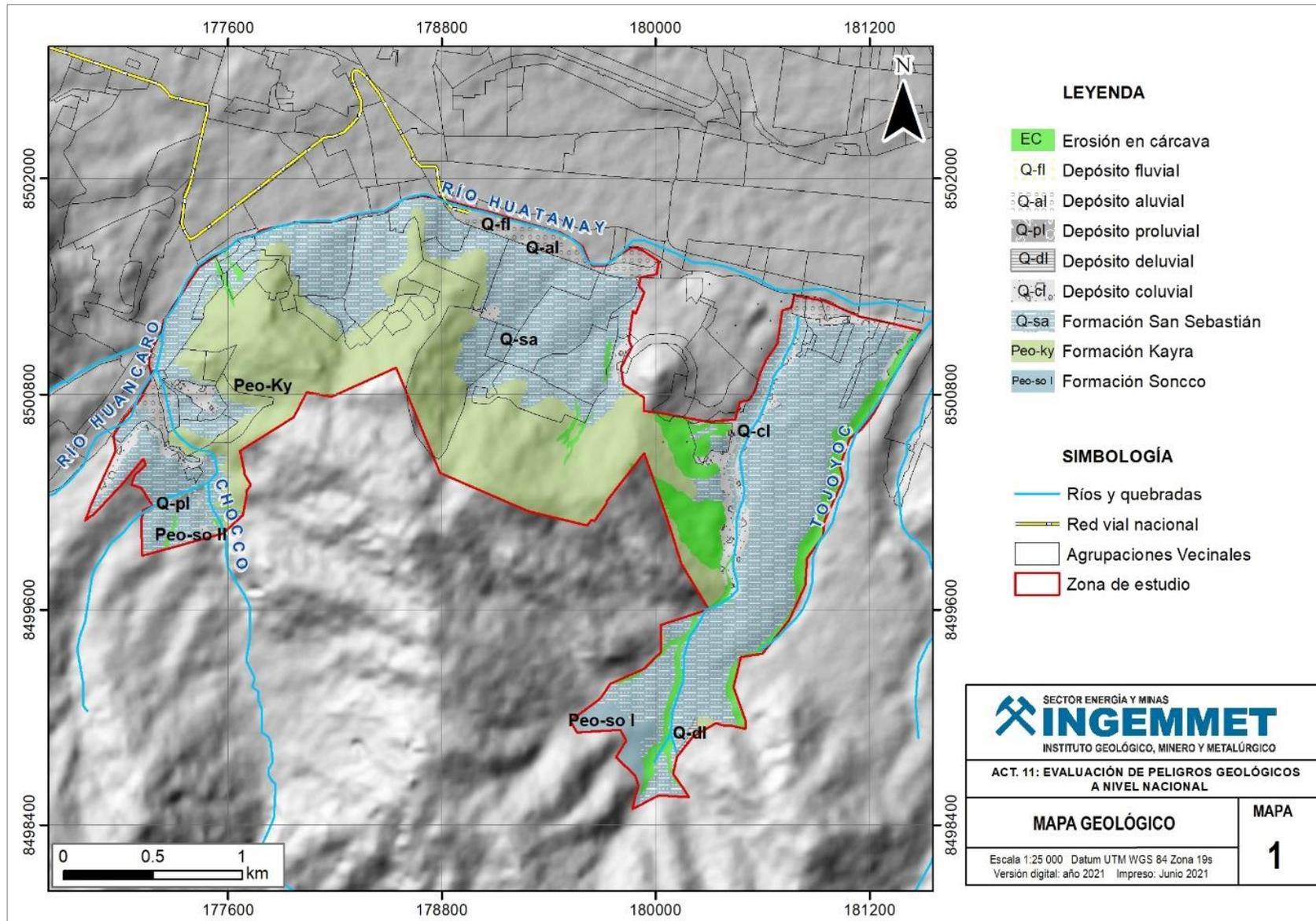


Figura 1. Mapa geológico del área de estudio (Medina et al., 2021).

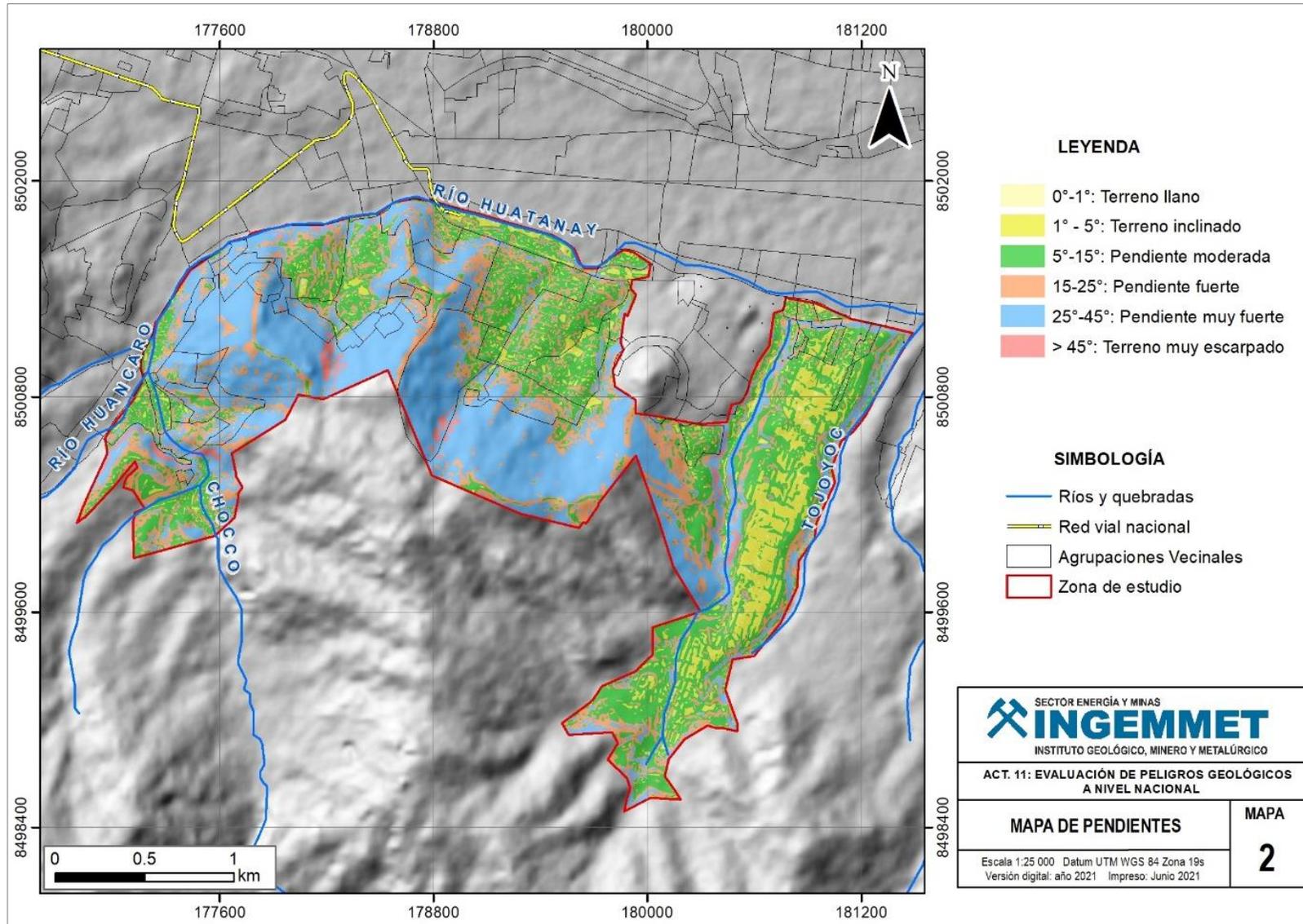


Figura 2. Mapa de pendientes del área de estudio (Medina et al., 2021).

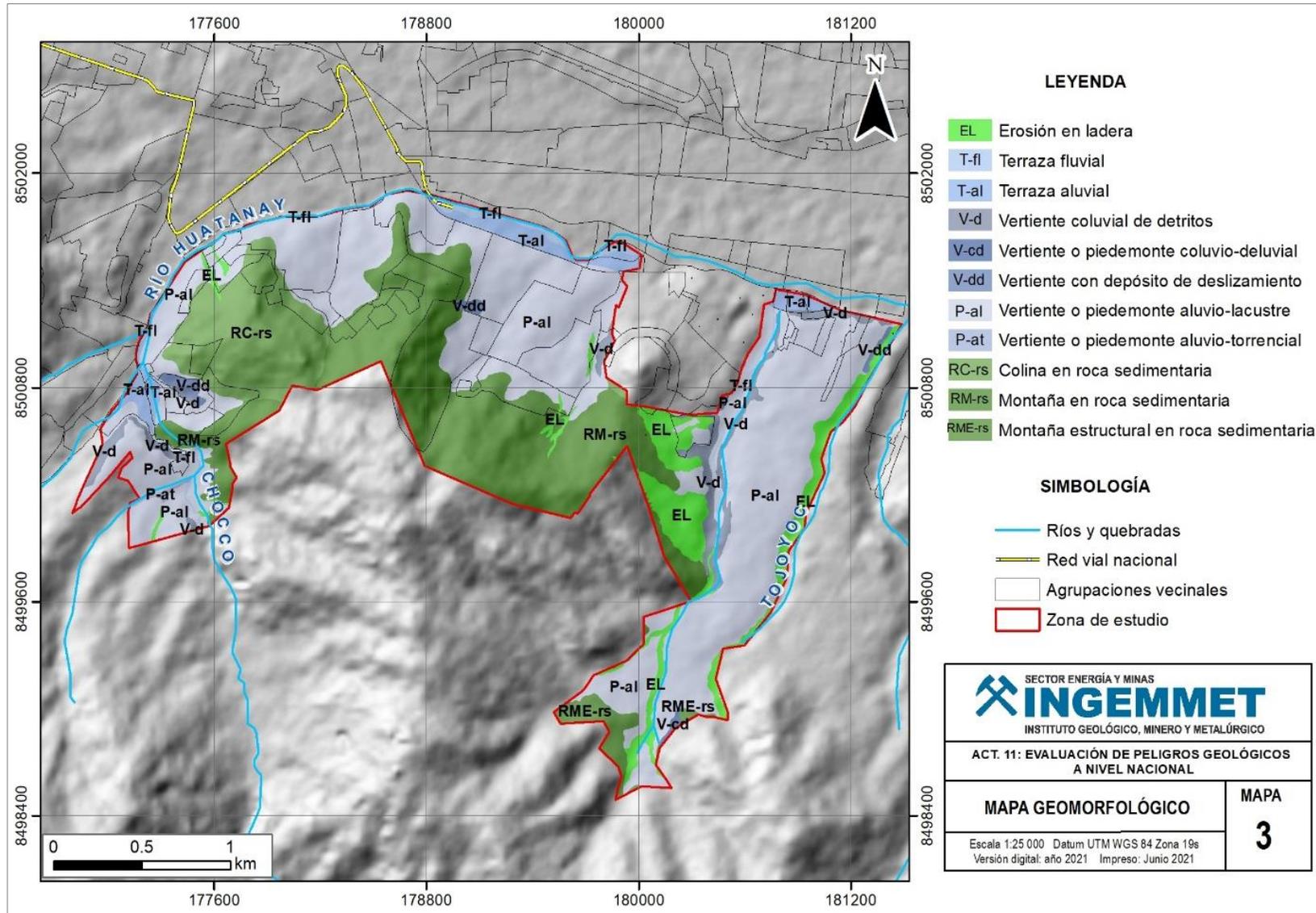


Figura 3. Mapa geomorfológico del área del estudio (Medina et al., 2021).

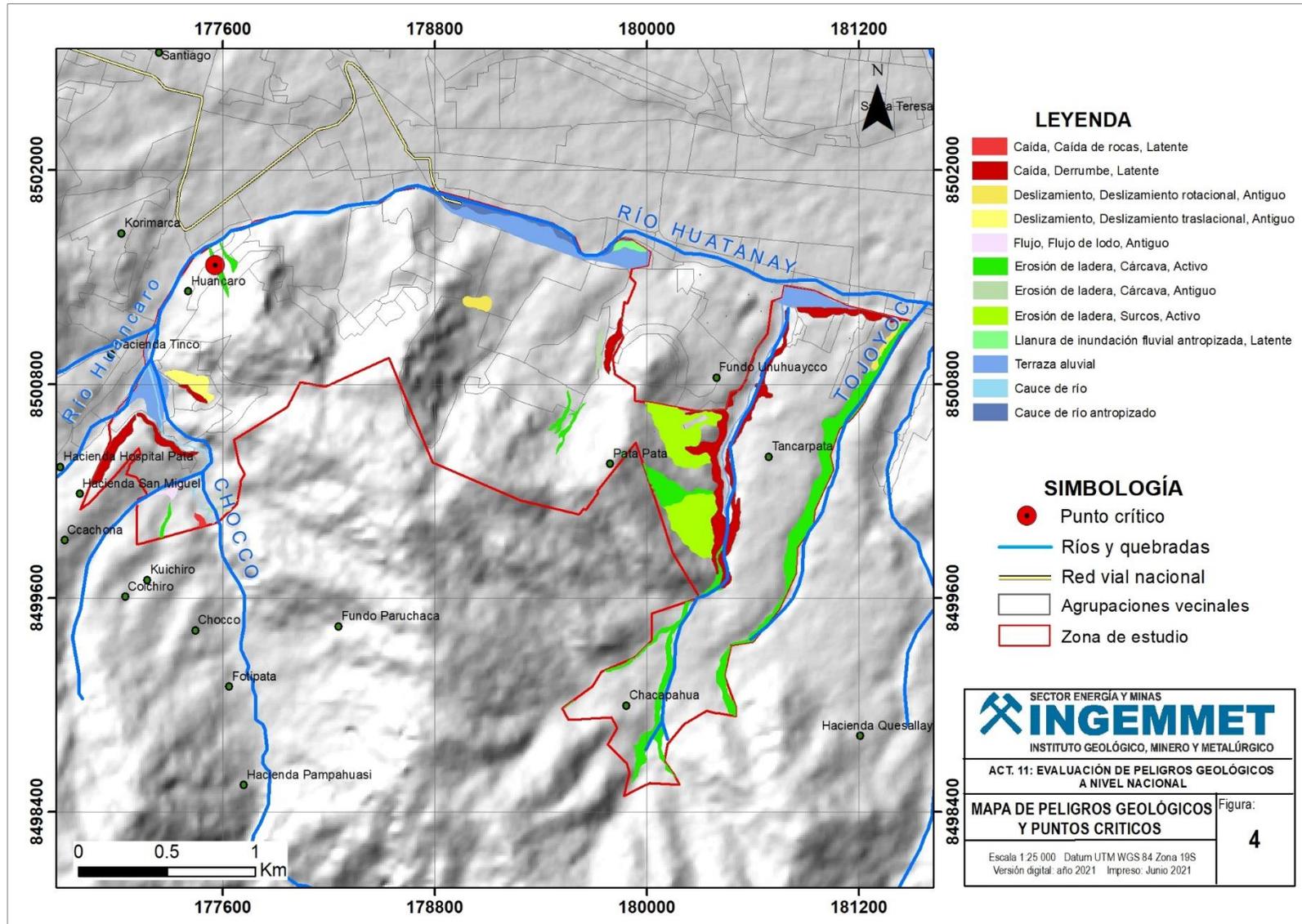


Figura 4. Cartografía de peligros geológicos en la zona de estudio (Medina et al., 2021).

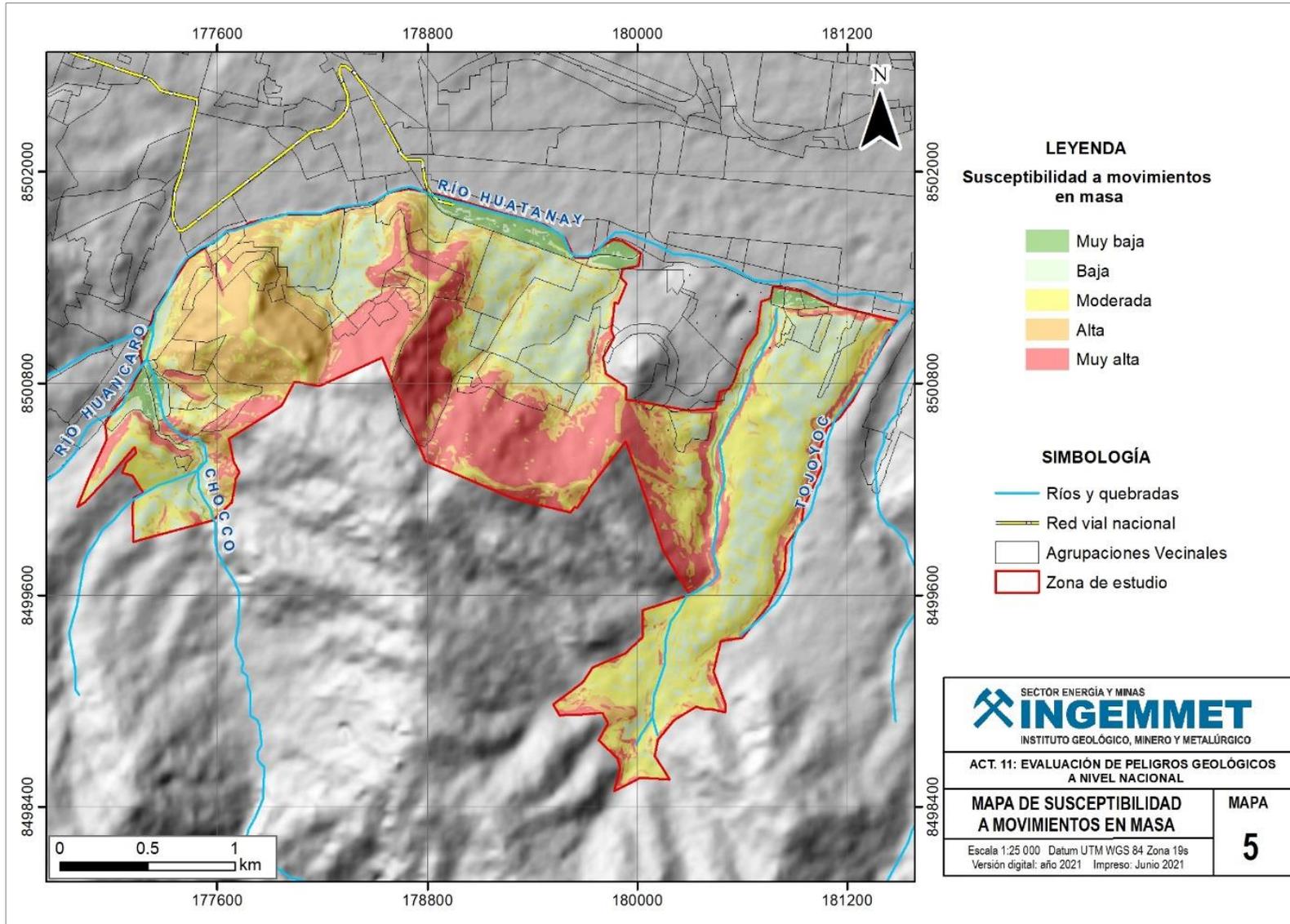


Figura 5. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa (Medina et al., 2021).

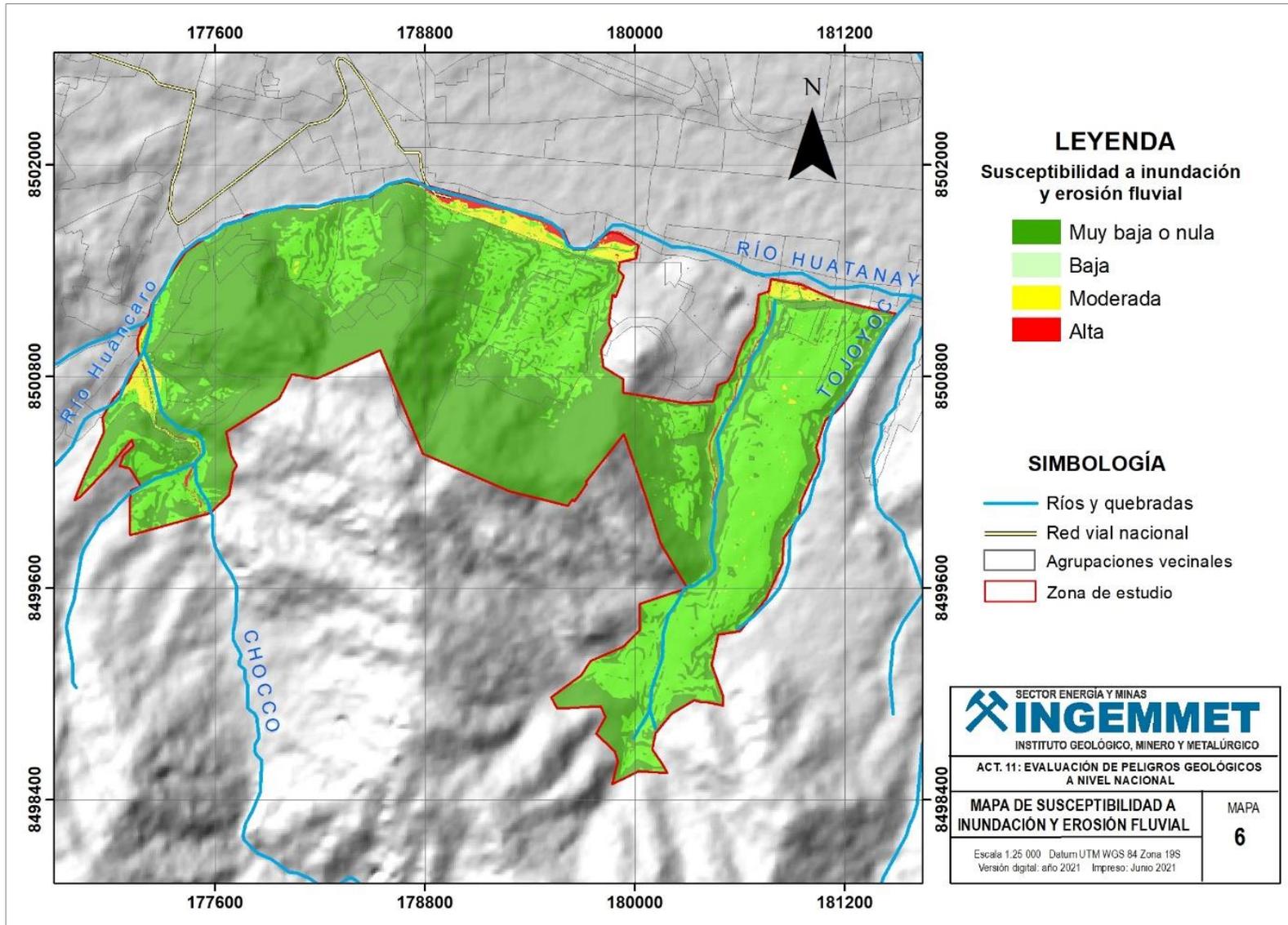


Figura 6. Mapa de susceptibilidad a inundación y erosión fluvial (Medina et al., 2021).