

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

Opinión Técnica N° 4-2024

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR CHAUPIMARCA

Departamento Junín
Provincia Yauli
Distrito Chaupimarca

Enero
2024

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. UBICACIÓN	2
2.1 Población:.....	2
2.2 Accesibilidad:.....	4
2.3 Clima:	5
3. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES.....	5
4. ANÁLISIS.....	8
5. CONCLUSIONES.....	10
6. RECOMENDACIONES.....	11
7. BIBLIOGRAFÍA.....	12
ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS Y FIGURAS.....	13
ANEXO 2: MAPAS.....	17

OPINIÓN TÉCNICA

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR CHAUPIMARCA

Distrito Chaupimarca, provincia Pasco, departamento Pasco

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), ente técnico-científico que 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)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno; nacional, regional y local, mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico de peligros geológicos en zonas vulnerables y brinda las recomendaciones pertinentes a fin de mitigar y prevenir fenómenos activos en el marco de la Gestión de Riesgos de Desastres.

Atendiendo la solicitud enviada por la Dirección de Proyectos e Infraestructura definitiva Proyecto especial Legado, según el Oficio N° 0134-2023-PEL/PEL.04, en el marco de nuestras competencias, se emite esta opinión técnica sobre los peligros geológicos y factores determinantes que afectan e influyen la construcción de un centro MAC, en el sector de Chaupimarca, del distrito del mismo nombre en la provincia de Pasco y departamento Pasco.

Esta opinión técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET y datos previos obtenidos durante trabajos de campo en ciudad de Cerro de Pasco (puntos de control GPS, fotografías terrestres e imágenes satelitales). Toda la información recopilada se usó en la redacción de la presente opinión técnica.

Este informe se pone en consideración de la Dirección de proyecto e infraestructura definitiva Proyecto Especial Legado, Municipalidad Distrital de Chaupimarca y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres donde se proporcionan conclusiones y recomendaciones para los fines que se crean convenientes, de tal manera que éste documento sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

2. UBICACIÓN

El distrito de Chaupimarca, uno de los trece distritos que conforman la provincia de Pasco, se encuentra localizado en la parte suroccidental de esta provincia en del departamento de Pasco (Figura 1) a 4 373 m s.n.m. En dicho distrito, en el sector del mismo nombre se ha elegido un área de evaluación del cual se encuentra el predio en consulta.

Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) del área evaluada se muestra en la siguiente tabla 1:

Tabla 1. Coordenadas del área de evaluación.

Vértice	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	362351.47	8818846.18	-10.678230°	-76.258570°
2	362605.30	8818844.99	-10.678250°	-76.256250°
3	362600.83	8818543.67	-10.680970°	-76.256300°
4	362347.08	8818547.72	-10.679310°	-76.258620°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
<i>Coordenadas del predio en consulta</i>	362448.00	8818726.00	-10.679320°	-76.257690°

2.1 Población

La provincia de Chaupimarca con código de Ubigeo 190101 cuenta con una superficie de 6.66 Km² y según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas (INEI, 2018) presenta una población de 25 627 hab. con una población urbana de 25 600 hab. y una población rural de 27 hab., distribuidas en 8 597 viviendas ocupadas.

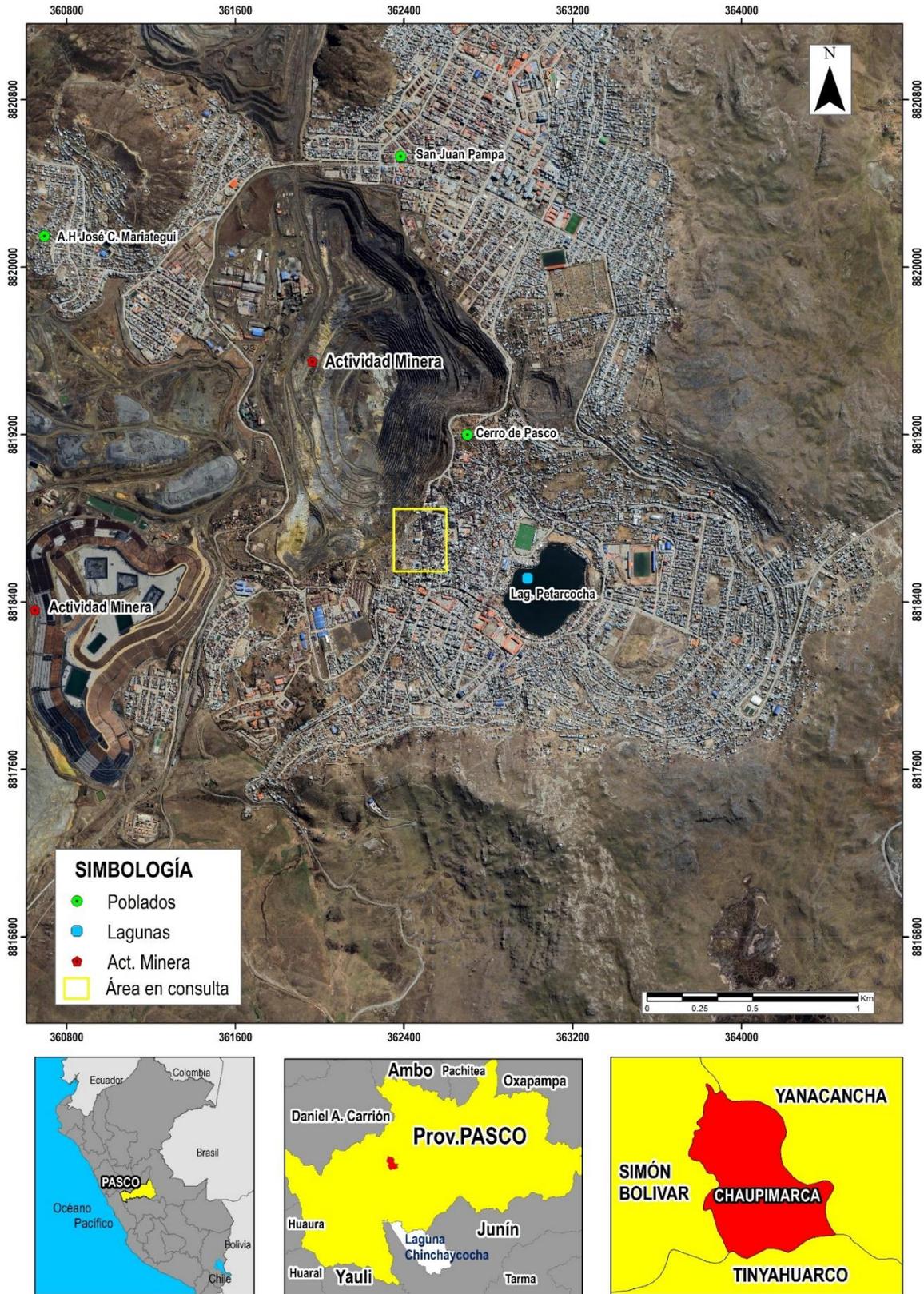


Figura 1. Ubicación del área de consulta, en el distrito de Chaupimarca, provincia de Pasco y departamento de Pasco.

2.2 Accesibilidad

El acceso al área en consulta por vía terrestre desde Lima (oficina central de INGEMMET) hasta el distrito de Chaupimarca (Pasco), se puede realizar siguiendo la ruta: Lima – Canta - Chaupimarca (tabla 2).

Tabla 2. Ruta de acceso.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Canta	Asfaltada	112	2 horas 40 min
Canta - Chaupimarca	Asfaltada	137	2 horas 23 min

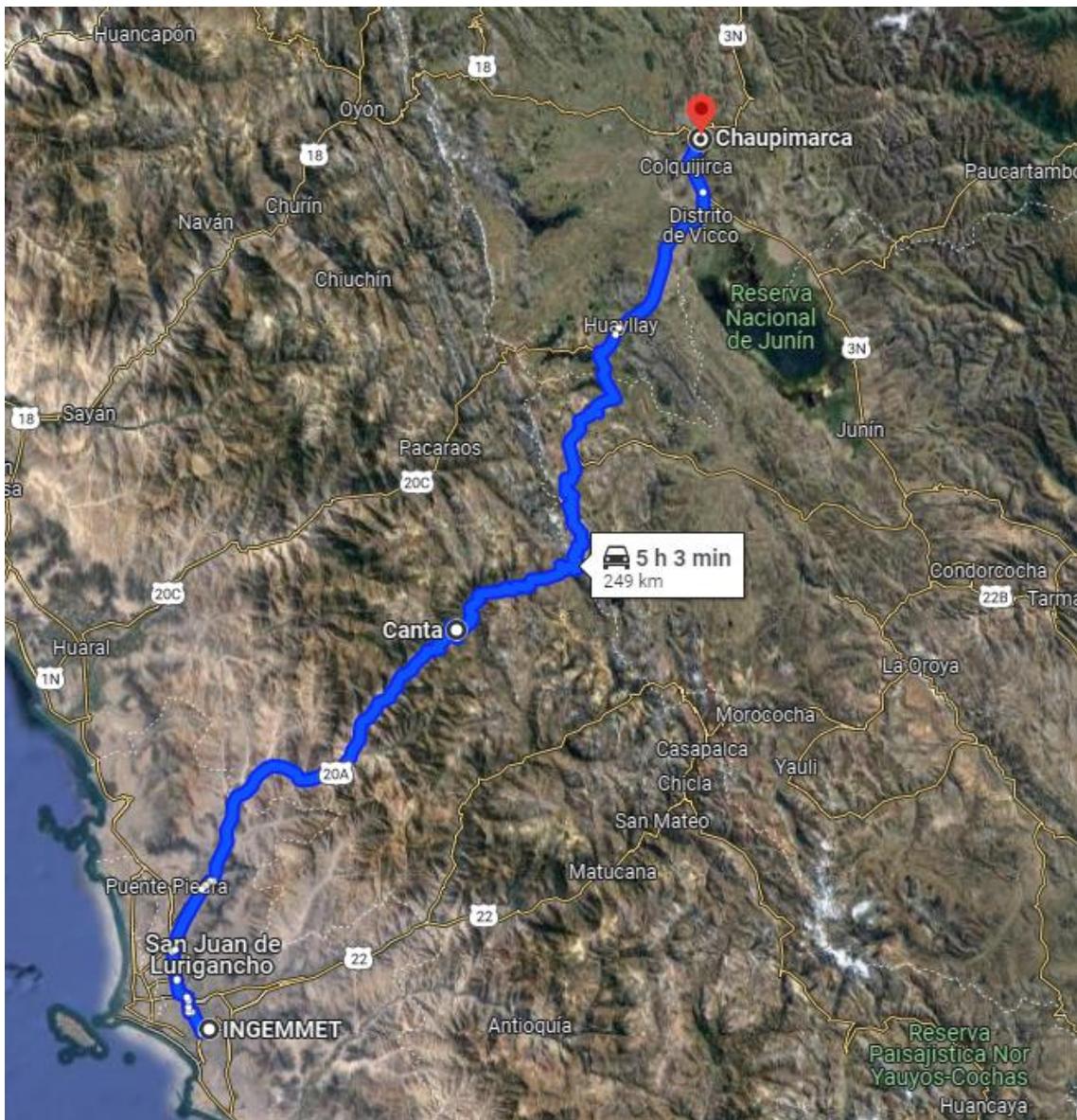


Figura 2. Ruta de acceso: Lima (Ingemmet) – Canta - Chaupimarca.

Fuente: Google Maps.

2.3 Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), la zona de estudio (sector Chaupimarca) en el distrito de Chaupimarca posee un clima de tipo lluvioso, frío y con otoño e invierno secos, (B (o, i) C'), con una temperatura máxima promedio entre 9°C a 19°C, y una temperatura mínima promedio entre -3°C a 3°C y las precipitaciones anuales pueden variar entre los 500 mm a 1200 mm aproximadamente.

3. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES

Existen trabajos previos y publicaciones elaborados por el INGEMMET que incluyen sectores aledaños a la zona de evaluación (informes técnicos) y estudios regionales relacionados a temas de geología, geodinámica externa (boletines) y de peligros que se complementan con estudios realizados por otros autores e instituciones, de los cuales destacan los siguientes:

- A) Informe técnico N°A6525 “Evaluación de peligros geológicos en Chaupimarca (provincia y región Pasco) (INGEMMET, 2009). Se realizó una descripción litológica, observándose rocas tipo calizas, areniscas y lutitas y conglomerados, pizarras y cuarcitas; se determinó una susceptibilidad de baja a alta y se realizó un inventario de peligros geológicos en el cual se menciona a la inundación lagunar como única ocurrencia de peligro (Figura 3) y cuyas causas son la pendiente que va desde suave a fuerte (<math><5^{\circ}</math>-20°), la morfología conformada por colinas y planicies locales, precipitaciones pluviales intensas y la subida del nivel freático, esto puede comprometer un tramo de 250 m de la carretera que conduce hacia Cerro de Pasco y otros poblados.
- B) Boletín N° 29, Serie C, Geodinámica e ingeniería Geológica: “Estudios de Riesgos Geológicos del Perú Franja N° 4” (Fidel, L. et al 2006). Alrededor de la zona de evaluación se registraron caídas de rocas, que habrían afectado distintos tramos de la carretera central, además de deslizamientos, hundimiento, derrumbes y la actividad minera (túneles y galerías mineras subterráneas) en Chaupimarca y Yamacancha, estos trabajos a los que se sumaron los trabajos de voladuras provocaban vibraciones en las viviendas. Algunas de ellas en peligro de colapso como en los sectores críticos de José Carlos Mariátegui y A. H. Gregorio Cornelio, por lo que se sugirió la reubicación de estos. FONAVI construyó viviendas de 24m², con la finalidad de que los pobladores se retiren de las proximidades del tajo; las viviendas fueron desalojadas y abandonadas.
- C) Boletín N° 73, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro Geológico en la región Pasco” (Ingemmet, 2020). Se identificó un total de 1762 eventos, según su origen fueron movimientos en masa (72.9%), peligros geohidrológicos (12.0%) y otros peligros (15.1%). Se presentó una mayor frecuencia de: caídas y derrumbes (38.0%), deslizamientos (11.9%), flujos de detritos, lodo y avalanchas (18.0%), vuelcos (0.4%), movimientos complejos (1.4%) y reptación (3.2%); inundaciones fluviales y lagunares (4.1%), erosión fluvial (7.9%). Las viviendas de Túpac Amaru y Chaupimarca se encontraron afectadas por caídas de rocas y taludes inestables del botadero Rumiallana que podrían colapsar.

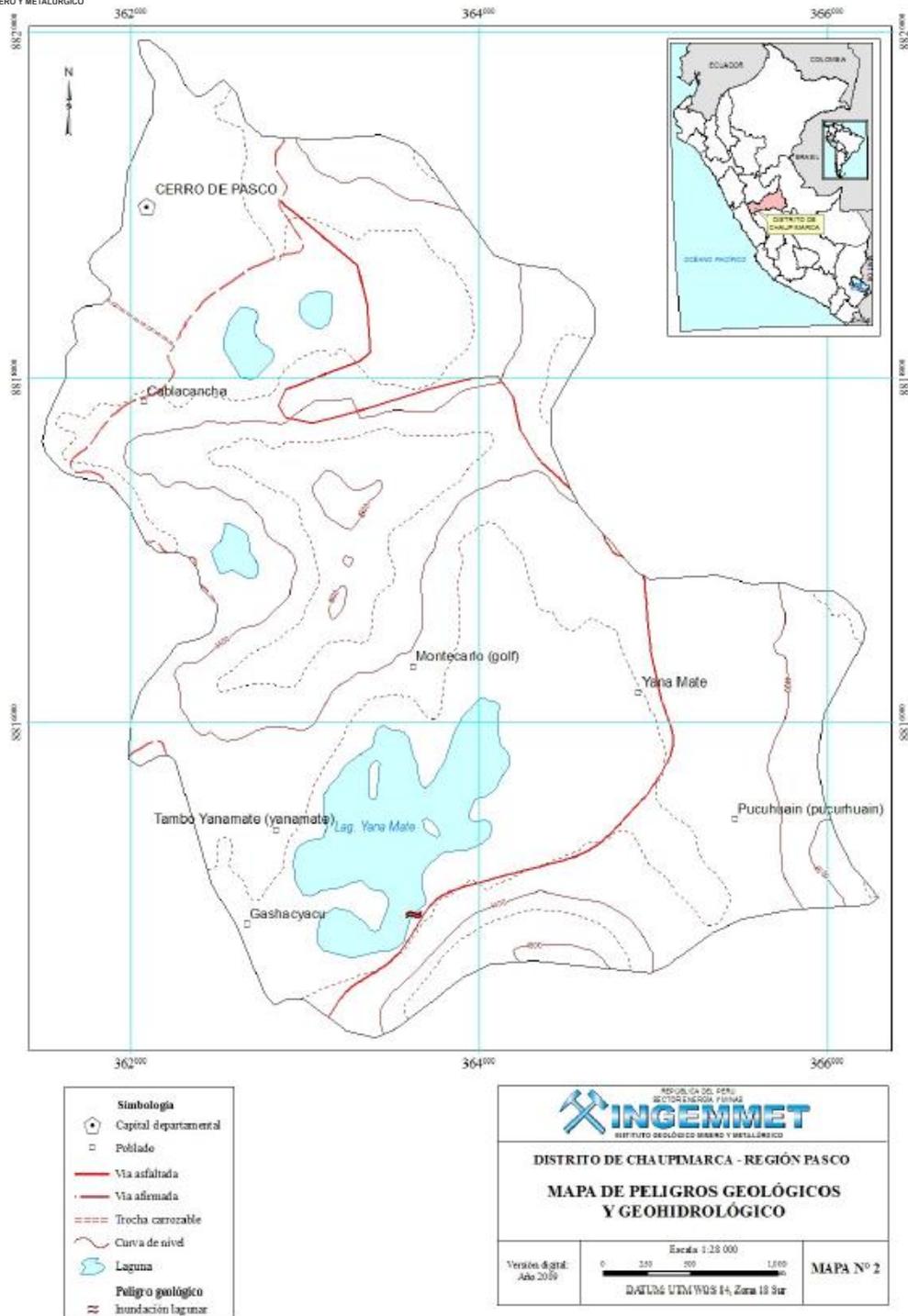


Figura 3. Mapa de peligros geológicos y geohidrológicos. Distrito de Chaupimarca (Ingemmet, 2009)

D) Boletín N° 144. Serie A. Carta Geológica Nacional. “Geología del cuadrángulo de Cerro de Pasco, hoja 22-k, escala 1: 50,000”. Rodríguez, R.; Cueva, E. & Carlotto, V. (2011). Se describe el tajo abierto Raúl Rojas, el cual ocupa cerca de la tercera parte de la ciudad de Cerro de Pasco (Figura 5) con una profundidad aproximada de 400m y cerca de 2 km de diámetro, dentro del tajo se observan zonas mineralizadas y la falla Cerro de Pasco que pone en contacto las calizas del Grupo Pucará y los esquistos del Grupo Cabanillas.

E) Mapa de Zonificación Sísmica del Perú (Norma E-030 Diseño Sismorresistente, del reglamento Nacional de Edificaciones, actualizado al 2016). De acuerdo con este mapa, el área de estudio en el distrito de Chaupimarca se ubica en la Zona 3 (figura 4), determinándose aceleraciones de 0.35 g. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Además, este factor se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. (DS No.003-2016-VIVIENDA).

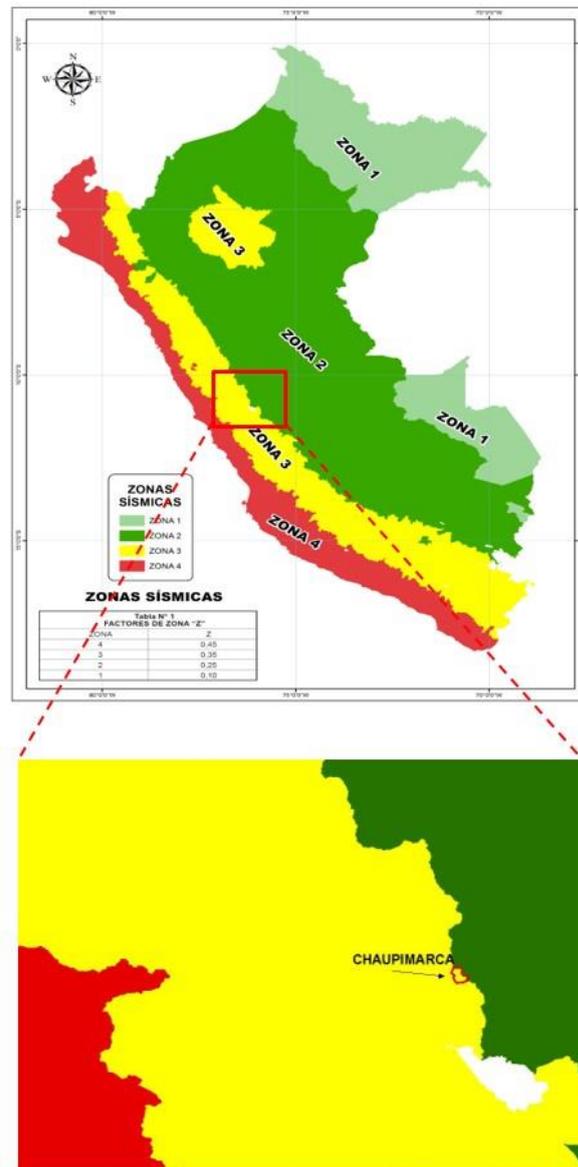


Figura 4. Zonificación sísmica del Perú, el distrito de Chaupimarca se ubica en la zona 3.

4. ANÁLISIS

4.1 Geología

Geológicamente, el área evaluada y alrededores en el distrito de Chaupimarca se tiene: el Grupo Cabanillas que presenta lutitas pizarrosas negras (a veces micáceas) con intercalaciones de areniscas cuarzosas en estratos menores a 10 cm. La base de esta secuencia no aflora y el techo está sobreyacido en discordancia erosional por el Grupo Mitu o el Grupo Pucará (Rodríguez, R.; Cueva, E. & Carlotto, V. 2011).

El Volcánico Rumillana: Complejo volcánico más grande del departamento con diámetro de aproximadamente 2.5 km y se emplazó a lo largo de la falla Cerro de Pasco. Está conformado por aglomerado Rumillana y se ubica en la mitad oriental del complejo volcánico de la mina de Cerro de Pasco y está constituido por bloques angulosos y subangulosos de filitas del Grupo Cabanillas, calizas, chert del Grupo Pucará y roca ígnea porfírica fuertemente alterada.

Los bloques tienen diámetro de hasta 1 m, envueltos en una matriz de material volcánico inconsolidados con cristales de biotita, plagioclasas, y cementados por calcita (Rogers, 1983; Cobbing et al., 1996).

El Grupo Pucará, Formación Chambará aflora al este de la falla Cerro de Pasco presenta un Dominio Oriental, compuesta por dolomitas y calizas wackestone a mudstone con niveles fosilíferos con laminación cruzada y puede alcanzar un espesor de hasta 750 m; mientras que el Dominio Nororiental, entre las fallas Cerro de Pasco y Milpo Atacocha, puede sobrepasar 1 200 m (Rodríguez, R.; Cueva, E. & Carlotto, V. 2011).

Como depósito cuaternario se tiene a los Depósitos fluvio-glaciario, conformado por material inconsolidados acumulado por la combinación de procesos de erosión glaciario, con arranque y transporte de bloques de heterométricos y arrastre de estos (Geocatmin, 2023)

4.2 Geomorfología

Geomorfológicamente, la zona de evaluación presenta colinas modeladas en roca intrusiva del Grupo Cabanillas y Formación Chambará, con pendientes moderadas a fuertes (5°-25°), con presencia de viviendas en las partes bajas de menor pendiente. Hacia el oeste a 500 m aprox. del predio en consulta, se encuentra la laguna con cuerpo de agua Petarcocha a una altura de 4335 m s.n.m (figura 7). Se tiene a 43 m aprox., el perímetro de la mina a tajo abierto Raúl Rojas con una profundidad de 400 m y un diámetro de 2 km (Rodríguez, R.; Cueva, E. & Carlotto, V. 2011). Gran parte de la población de Chaupimarca se asienta sobre una vertiente de gelifractos, el cual se caracteriza por presentar material inconsolidados producto de la erosión de glaciario y su transporte por la gravedad y el viento.

4.3 Geología estructural

Los límites del tajo Raúl Rojas se encuentran próximas al predio en consulta (MAC) a 43 m aproximadamente (figura 6), de darse una ampliación del tajo, esta nueva estructura sería afectada.

En el año 1993, se dio ampliación del tajo a 21 ha. El año 2006 la compañía Volcán, propone una ampliación de 11.4 ha.

Por otro lado, los trabajos propios de la actividad minera suelen usar materiales explosivos, cuyas ondas expansivas van a repercutir en las estructuras cercanas al tajo o labores subterráneas (fotografía 1), estos pueden verse afectados a causa de las vibraciones (Fidel, L. et al 2006).

Desde el punto de vista geológico estructural, en este sector se presentan rocas de calizas del Grupo Pucará y esquistos del Grupo Cabanillas en contacto y separadas por la falla Cerro de Pasco que cruza el tajo en dirección promedio N-S y que según (Rodríguez, R.; Cueva, E. & Carlotto, V. (2011). Dicha falla se extiende desde hacia el sur de la ciudad hasta Colquijirca, donde se encuentra cubierta por depósitos cuaternarios, a partir de aquí su dirección cambia a N 120° hasta llegar a Ninacaca, donde se une a la falla Ticlayacán Rodríguez, R.; Cueva, E. & Carlotto, V. (2011).

4.4 Cerro de Pasco y la Ley 29293 “Ley que Declara de Necesidad Pública e Interés Nacional la Implementación de Medidas para lograr el Desarrollo Urbano Sostenible Concertado y la Reubicación de la Ciudad de Cerro de Pasco”

La ciudad de Cerro de Pasco tiene una base minera que ha venido en crecimiento desde la época colonial y junto a los servicios que la población brinda frente a los trabajos de esta industria es la base económica de la ciudad de Cerro de Pasco.

Los trabajos extractivos propios de la actividad minera, la diversidad de los comercios y las condiciones laborales generó, entre otras cosas, un crecimiento urbano desordenado, además del impacto ambiental, ya que los residuos producto de esta actividad no se gestionaba de forma pública en la ciudad. Con el desarrollo de excavaciones para la explotación a tajo abierto, el desorden urbanístico se incrementó, ya que esto comprometió viviendas y locales cercanos al tajo “Raúl Rojas” (Diario Labor. 2007), que, sumado al incremento poblacional, el incremento de residuos, afectación de lagunas cercanas a los relaves mineros, aceleró el desorden en la urbanización de cerro de Pasco. Algunos autores mencionan que la contaminación generado por el desarrollo minero en la ciudad, ha llegado a contaminar el suelo (Díaz Lazo, 2016), aire (Robles Morales et al. 2019) y las aguas (Bianchi & Grassi, 2018), en temas de expansión, Victor (2007) menciona que cerca del 40% de la ciudad es ocupada por la actividad minera, esta ocupación afecta el centro de la ciudad y distritos como Chaupimarca y San Juan Pampa, este último fue creado a raíz de la emisión del decreto ley N°18863, que construye San Juan Pampa, a raíz del crecimiento del tajo Raúl Rojas y, por lo cual, tuvieron que ser reasentadas algunas entidades públicas que inicialmente se encontraban en Chaupimarca.

La problemática entonces se basa en un crecimiento urbano desordenado direccionado por la actividad minera que junto a los problemas de salud de la población y problemas ambientales confluyen en la necesidad de alejarse de estos factores contaminantes, del crecimiento del tajo y estructuras vulnerables como colegios y áreas verdes.

La promulgación de la ley 29293 (El Peruano, 2008), intentó reordenar la ciudad de Cerro de Pasco a través de medidas como el desarrollo urbano y las mejoras en los temas de salud y la reubicación de la ciudad. Las condiciones de la salud, urbanización y entorno ambiental pueden tomarse desde la gestión pública pero no ha sido efectiva.

En el título 1: Disposiciones generales, artículo N° 3 se mencionan los criterios para una adecuada

Reubicación de Cerro de Pasco, entre los cuales se señala en el inciso H, que: *“Las actividades productivas y de servicios especialmente la actividad minera, deben ejecutarse en equilibrio con el medio ambiente; en consecuencia, la mejora de la calidad de vida de la población que radica en la ciudad de Cerro de Pasco constituye el principal objetivo de la reubicación. Asimismo, debe priorizarse la recuperación de las áreas utilizadas para la realización de la actividad minera y otras actividades que han generado impactos ambientales y sanitarios significativo”*. Esta Ley se encuentra en vigencia, razón por la cual, las actividades de planeamiento urbano deberían conducirse hacia un sector elegido adecuado para la población actual.

5. CONCLUSIONES

- a) En el sector de Chaupimarca, el área en consulta se encuentra asentado sobre depósitos fluvio-glaciares con presencias de calizas del Grupo Pucará y el volcánico Rumillana divididos por la falla Cerro de Pasco, el cual atraviesa el tajo abierto Raúl Rojas cuyo borde más cercano a predio en evaluación se encuentra a 43 m aproximadamente.
- b) La cercanía de los límites del tajo Raúl Rojas al predio en consulta y la posible necesidad de una ampliación futura del tajo plantean riesgos significativos para las infraestructuras cercanas, sobre todo aquellas de mayor fragilidad debido a las posibles vibraciones y/o inestabilidad de sector.
- c) El crecimiento urbano desordenado en Cerro de Pasco, ha generado impactos ambientales y en la salud significativos a lo largo del proceso de crecimiento urbano y los trabajos de ampliación del tajo abierto Raúl Rojas.
- d) La promulgación de la Ley 29293, Ley que Declara de Necesidad Pública e Interés Nacional la Implementación de Medidas para lograr el Desarrollo Urbano Sostenible Concertado y la Reubicación de la Ciudad de Cerro de Pasco, Reubicación de Cerro de Pasco, menciona que: *“Las actividades productivas y de servicios especialmente la actividad minera, deben ejecutarse en equilibrio con el medio ambiente; en consecuencia, la mejora de la calidad de vida de la población que radica en la ciudad de Cerro de Pasco constituye el principal **objetivo de la reubicación**, que busca reordenar la ciudad, priorizando la mejora de la calidad de vida de la población y la recuperación de áreas afectadas por la actividad minera.*
- e) Considerando la posible ampliación y los trabajos que se puedan dar al interior de la mina, cercanas al predio en consulta y en base a la normativa vigente (Ley 29293), se determina que la construcción de la edificación estatal MAC en la ubicación propuesta no es recomendable.

6. RECOMENDACIONES

- a) Realizar un EVAR para estimar el riesgo de la futura edificación que incluya un estudio geofísico y geotécnico que reúna las condiciones geomecánicas necesarias, siguiendo los criterios de reasentamiento de la Ley 29293 “Ley que Declara de Necesidad Pública e Interés Nacional la Implementación de Medidas para lograr el Desarrollo Urbano Sostenible Concertado y el reasentamiento de la Ciudad de Cerro de Pasco”.
- b) Realizar un plan urbanístico en la zona de reasentamiento, donde se especifiquen los lugares más apropiados para la construcción de centros de atención al público ya que en ellos existe una mayor concurrencia de personas.
- c) Realizar coordinaciones con la compañía Minera Volcan a fin de conocer sus planes de expansión y la situación geológica y geodinámica actual del tajo abierto Raúl Rojas, ya que hay viviendas asentadas muy cerca de su perímetro que podrían ser afectadas por trabajos al interior del tajo.
- d) Implementar mediante ordenanzas, futuras construcciones que no vayan en contra de lo establecido por la Ley 29293, que Declara de Necesidad Pública e Interés Nacional la Implementación de Medidas para lograr el Desarrollo Urbano Sostenible Concertado y la Reubicación de la ciudad de Cerro de Pasco.
- e) A corto plazo, realizar estudios detallados de estabilidad de taludes en el área circundante al tajo y trabajos de geofísica que evalúen las características del terreno y la posible influencia de la actividad minera en la estabilidad del suelo. En base a estos estudios, implementar medidas correctivas y preventivas que garanticen la estabilidad del suelo y reducir la posibilidad de derrumbes o colapsos.
- f) Implementar un sistema de monitoreo continuo y temprano de movimientos geodinámicos en el área cercana al tajo abierto, y establecer protocolos de alerta temprana y evacuación en caso de que se detecten movimientos anómalos que puedan representar riesgos para la seguridad de la población.



Segundo A. Núñez Juárez
Jefe de Proyecto-Act. 11



ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

7. BIBLIOGRAFÍA

- Cobbing, E.; Quispesivana, L. & Paz, M. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 77, 238 p.
- Fidel, L.; Zavala, B.; Núñez, S.; Valenzuela, G. 2006, Estudio de Riesgos Geológicos del Perú. Franja 4. INGEMMET, Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 29, 386p., 19 mapas escala 1: 900,000.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2009). Peligros geológicos en el distrito de Chaupimarca (provincia y región Pasco). Departamento de Pasco, provincia Chaupimarca. Informe Técnico; N° A6525 6P. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1993>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – Directorio nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: noviembre 2021). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm.
- LABOR, 2007. Periódico Labor N° 5, Centro Labor, mayo 2007. Comentarios de Diana Fajardo, funcionaria de la compañía minera Volcan
- Luque, G.; Rosado, M. (2013). Zonas críticas por peligros geológicos en la región Pasco. Primer Reporte INGEMMET, Informe Técnico, 59 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2014>
- Luque, G.; Rosado, M.; Pari, W.; Peña, F. & Huamán, M. (2020) - Peligro geológico en la región Pasco. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 73, 202 p., 9 mapas.
- Perú. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016) - Decreto supremo N° 003-2016-VIVIENDA: Decreto supremo que modifica la norma técnica E.030 "diseño sismoresistente" del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con decreto supremo N° 002-2014-VIVIENDA. El peruano, Separata especial, 24 enero 2016, 32 p.
- Rodríguez, R.; Cueva, E. & Carlotto, V. (2011). - Geología del cuadrángulo de Cerro de Pasco, hoja 22-k, escala 1: 50,000. INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 144, 160 p, 4 mapas. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/106>
- Rosas, S. & Fontboté, L. (1995) - Evolución sedimentológica del Grupo Pucará (Triásico superior-Jurásico inferior) en un perfil SW-NE en el centro del Perú. En: Sociedad Geológica del Perú. Volumen jubilar Alberto Benavides. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 279-309
- Rogers, R.D. (1983) - Structural and geochemical evolution of a mineralized volcanic vent at Cerro de Pasco, Peru. Doctoral thesis, University of Arizona, Tucson, 116 p.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- Senamhi. (2020). Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS Y FIGURAS



Figura 5. Imagen satelital. Se observa el tajo abierto Raul Rojas, los trabajos mineros ocupan casi la tercera parte de la ciudad de Cerro de Pasco. Fuente: Google Earth



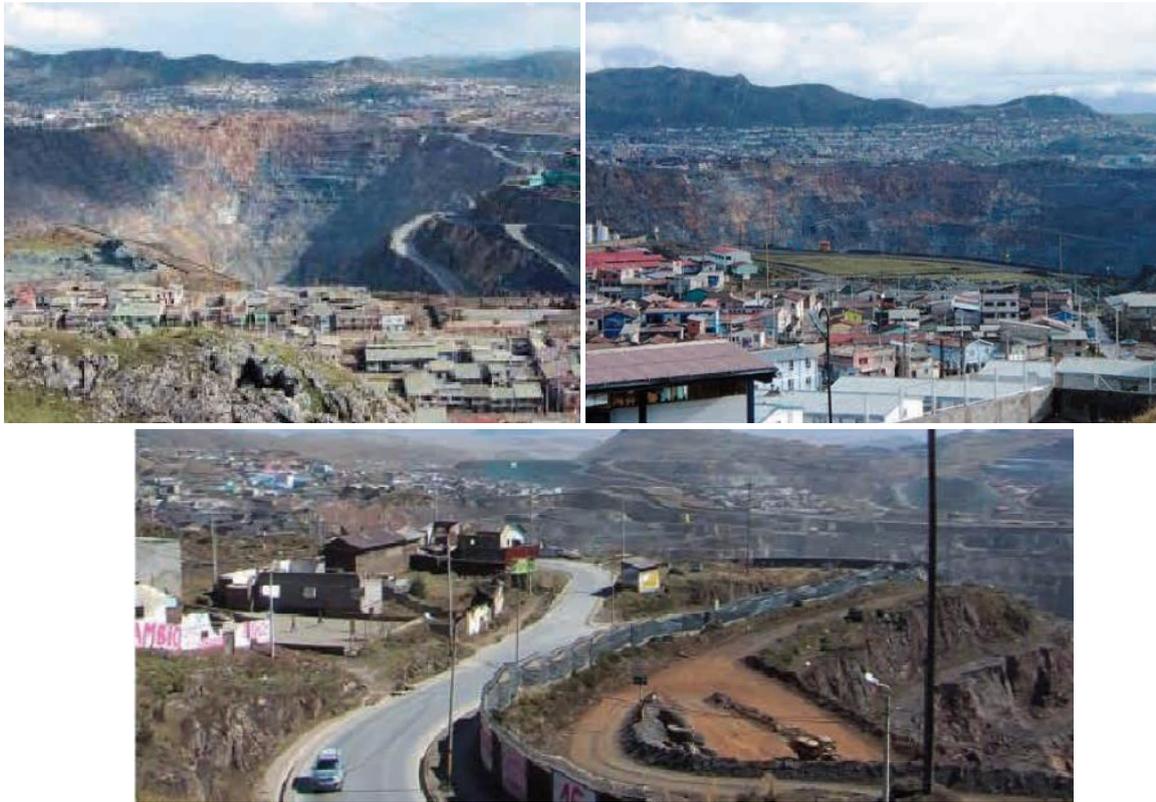
Figura 6. Imagen satelital. Se observa el tajo abierto Raul Rojas, su perímetro se encuentra a 43 m aprox. del predio en consulta. Fuente: Google Earth



Figura 7. Imagen satelital. Se observa el crecimiento desordenado de la ciudad de Cerro de Pasco entre el tajo Raúl Rojas y la laguna Patarcocha. Fuente: Google Earth

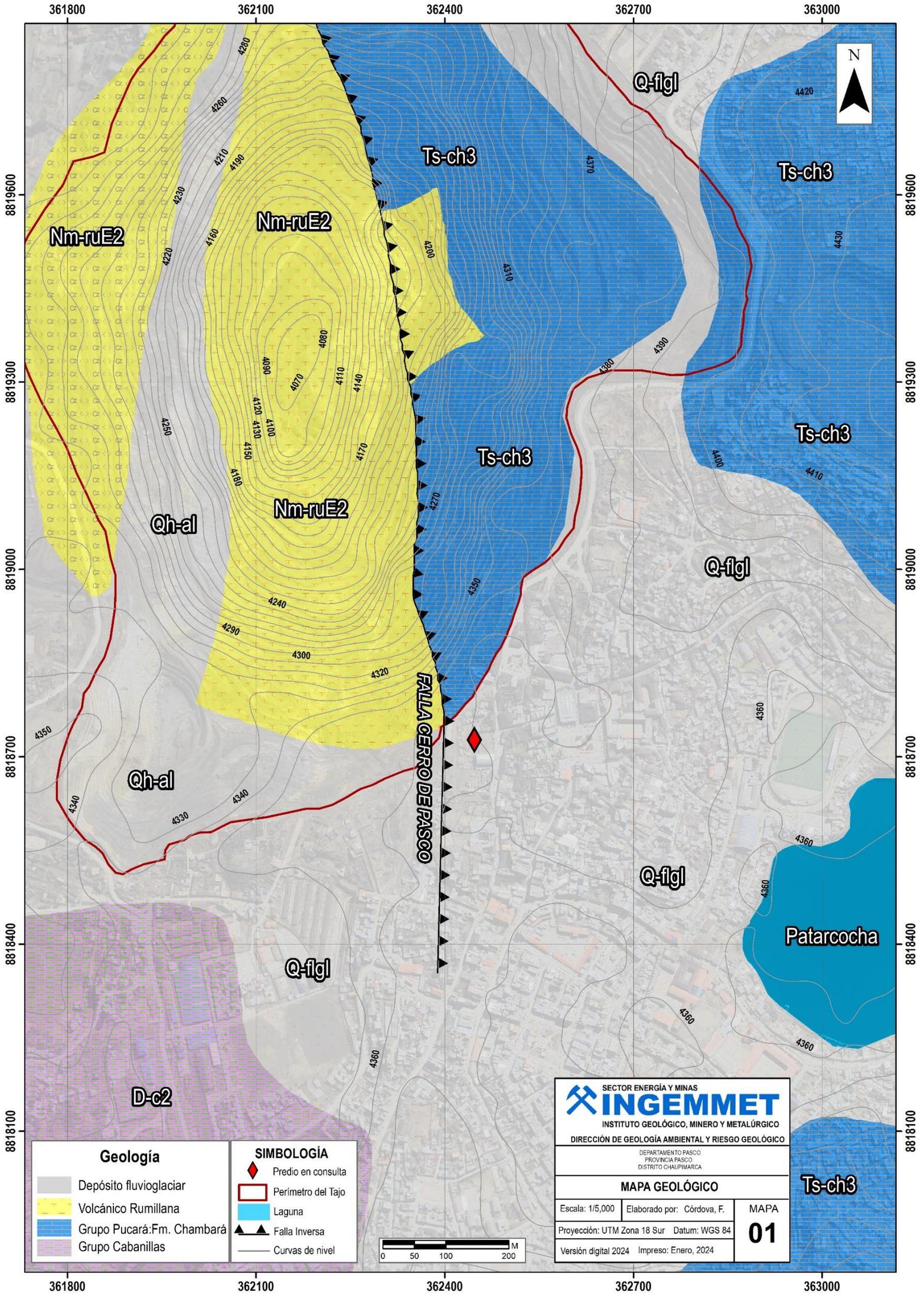


Figura 8. Imagen satelital. Se observa grietas y la superficie irregular de la calle Lima (donde se encuentra el predio en consulta). Fuente: Google Maps

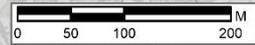


Fotografía 1. Diferentes vistas del Tajo Raul Rojas, se observan viviendas que se encuentran muy cerca del perímetro del tajo. Tomado de Rodríguez, R., Cueva, E. & Carlotto, V. (2011)

ANEXO 2 MAPAS



Geología		SIMBOLOGÍA	
	Depósito fluvio-glacial		Predio en consulta
	Volcánico Rumillana		Perímetro del Tajo
	Grupo Pucará: Fm. Chambará		Laguna
	Grupo Cabanillas		Falla Inversa
			Curvas de nivel

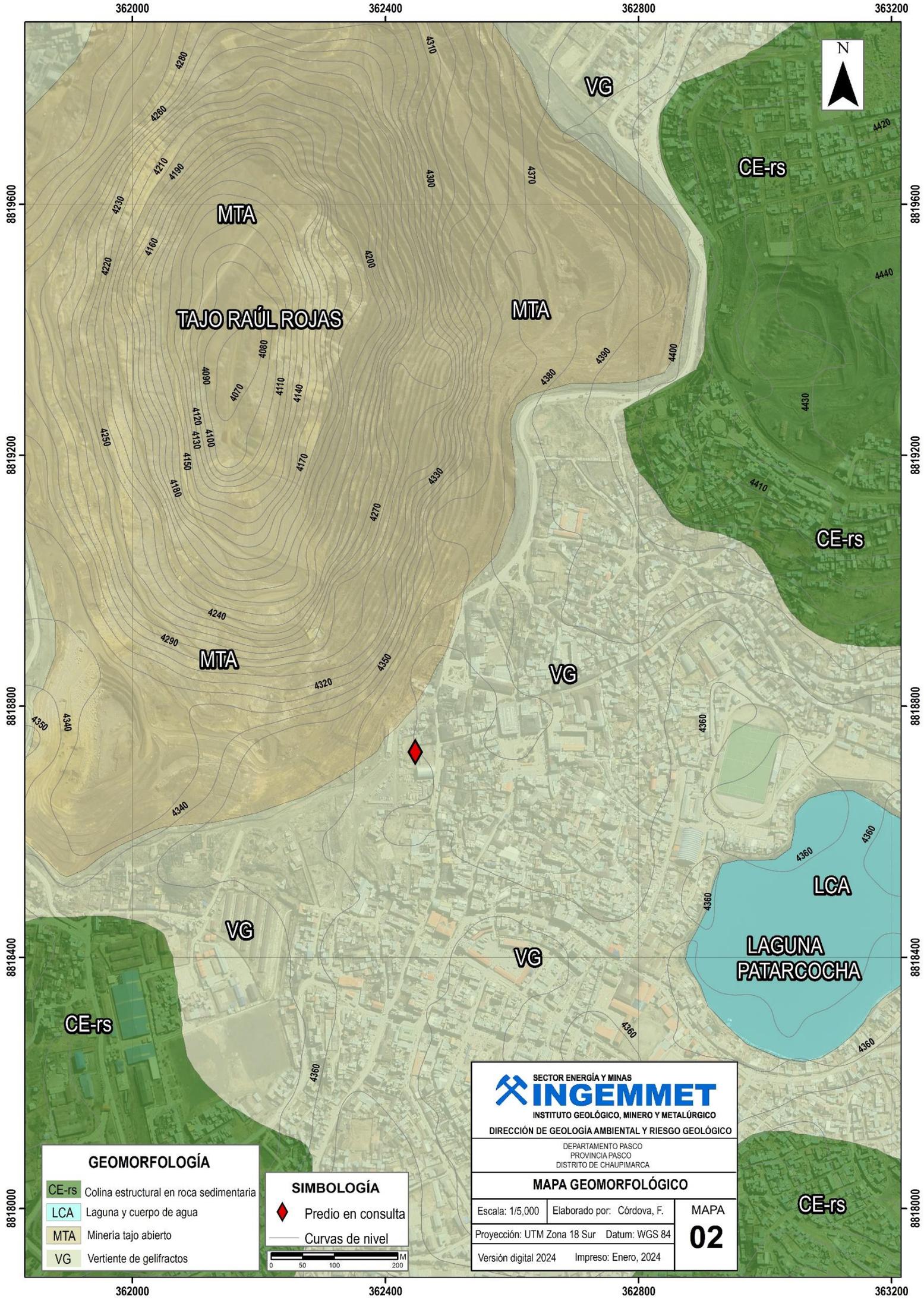


SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 DEPARTAMENTO PASCO
 PROVINCIA PASCO
 DISTRITO CHAUFIMARCA

MAPA GEOLÓGICO

Escala: 1/5,000	Elaborado por: Córdova, F.	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		01
Versión digital 2024 Impreso: Enero, 2024		

Ts-ch3



362000 362400 362800 363200

8819600

8819200

8818800

8818400

8818000



MTA
TAJO RAÚL ROJAS

CE-rs

CE-rs

MTA

VG

CE-rs

VG

VG

LCA

LAGUNA PATARCOCHA

CE-rs

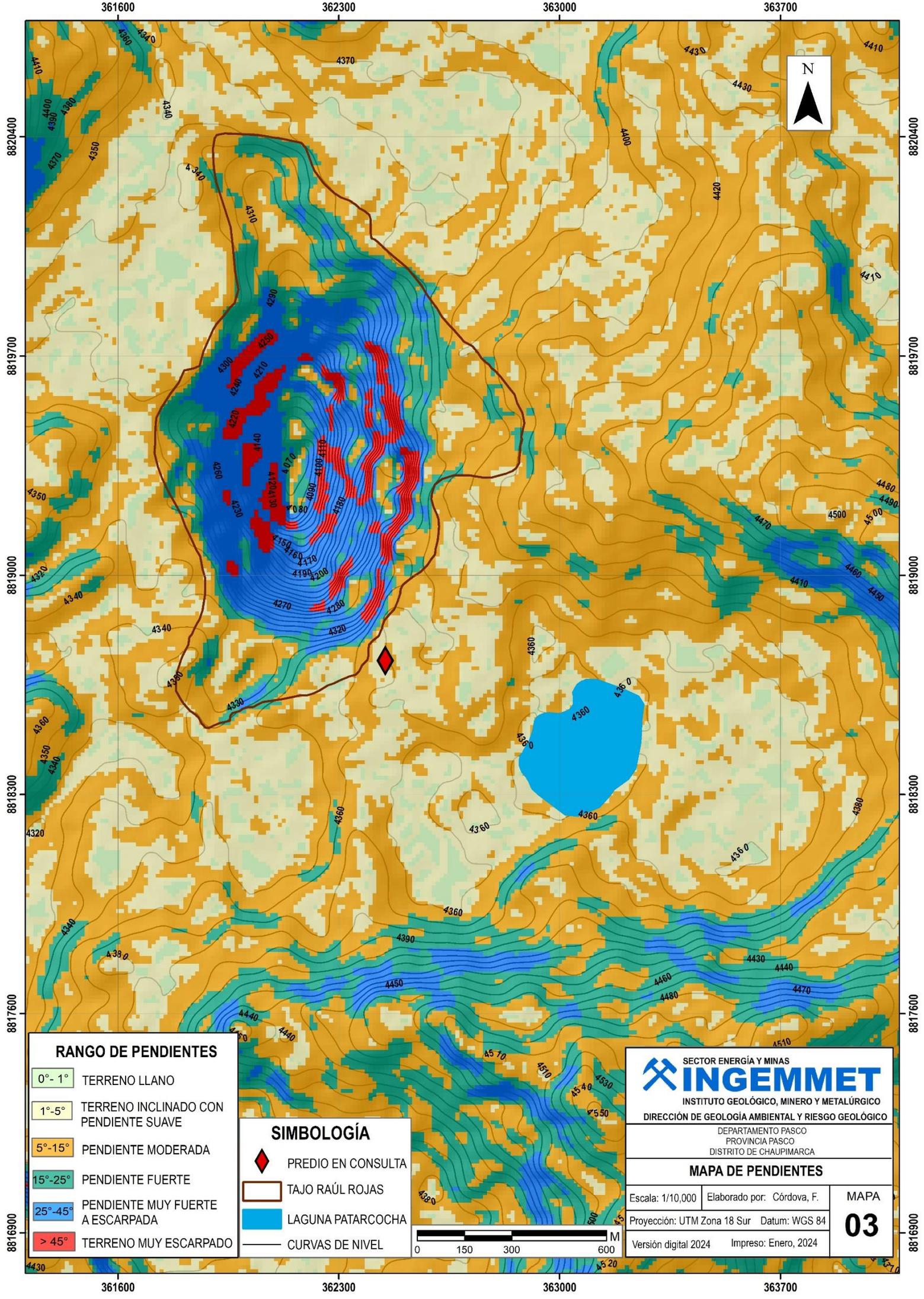
GEOMORFOLOGÍA	
CE-rs	Colina estructural en roca sedimentaria
LCA	Laguna y cuerpo de agua
MTA	Minería tajo abierto
VG	Vertiente de gelifractos

SIMBOLOGÍA	
	Predio en consulta
	Curvas de nivel



<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO DEPARTAMENTO PASCO PROVINCIA PASCO DISTRITO DE CHAUPIMARCA</p>		
MAPA GEOMORFOLÓGICO		
Escala: 1/5,000	Elaborado por: Córdova, F.	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		02
Versión digital 2024	Impreso: Enero, 2024	

362000 362400 362800 363200

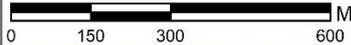


RANGO DE PENDIENTES

- 0° - 1° TERRENO LLANO
- 1° - 5° TERRENO INCLINADO CON PENDIENTE SUAVE
- 5° - 15° PENDIENTE MODERADA
- 15° - 25° PENDIENTE FUERTE
- 25° - 45° PENDIENTE MUY FUERTE A ESCARPADA
- > 45° TERRENO MUY ESCARPADO

SIMBOLOGÍA

- PREDIO EN CONSULTA
- TAJO RAÚL ROJAS
- LAGUNA PATARCOCHA
- CURVAS DE NIVEL



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO PASCO
 PROVINCIA PASCO
 DISTRITO DE CHAUPIMARCA

MAPA DE PENDIENTES

Escala: 1/10,000	Elaborado por: Córdova, F.	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		03
Versión digital 2024		Impreso: Enero, 2024