

Informe Técnico N° A6810

Evaluación Geológica - Geodinámica de movimientos en masa y represamientos en el río Pampas - Ninabamba

Región Ayacucho
Provincia Huamanga
Distrito Ocros
Poblado Ninabamba



GAEL ARAUJO
LUIS ALBINEZ
SEGUNDO NUÑEZ

ABRIL
2018

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

INDICE

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS PREVIOS	5
3. ASPECTOS GENERALES	5
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	6
5. MORFOLOGÍA Y DREJANE FLUVIAL	7
5.1. Río Pampas	7
6. ASPECTOS GEOLÓGICOS	10
6.1. Grupo Tarma Copacabana	11
6.2. Intrusivo Andesítico	12
6.3. Depósitos Recientes	13
Depósitos Aluviales	13
Depósitos Coluviales.....	14
7. PELIGROS GEOLÓGICOS	15
7.1. Observaciones De Campo	17
7.1.1. Erosión fluvial y Represamiento	17
7.2. Estado actual del represamiento y erosión fluvial del Río Pampas	23
8. CONCLUSIONES	27
9. RECOMENDACIONES	28
10. REFERENCIAS	29

RESUMEN

La ocurrencia de movimientos en masa que afectan y modifican el cauce del río Pampas, son frecuentes y consecuentes en periodos de lluvias excepcionales. Durante los trabajos de campo, se identificaron derrumbes, deslizamiento, erosión fluvial y embalses por represamiento del río Pampas.

Geológicamente, el substrato rocoso en la zona de estudio, está conformado por lutitas y calizas del Grupo Tarma-Copacabana e intrusivos andesíticos, cubierto por depósitos recientes (Marocco, R., *et al.* 1996).

Según reportes de INDECI, ya en marzo 2011, se informaba sobre inestabilidad de laderas en la zona. Como deslizamientos del cerro Ninabamba, que provocó el colapso del puente Pampas, con la pérdida de vidas humanas.

Los derrumbes y consecuentes embalses ocurridos en el sector Huarangal-Ninabamba, generaron el cambio del curso del río hacia su margen derecha, afectando el sector puente Pampas y Sector de Piscigranjas – Apurímac, la madrugada del 25 de marzo.

Las condiciones geológicas actuales indican que la zona de derrumbes y erosión fluvial Huarangal-Ninabamba, es inestable y se pueden desencadenar nuevos eventos.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente técnico-científico, incorpora dentro de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), el apoyo y/o asistencia técnica al gobiernos nacional, regional y locales; su alcance consiste en contribuir con entidades gubernamentales en el reconocimiento, caracterización y diagnóstico de peligros geológicos en territorios vulnerables, con la finalidad de proporcionar una evaluación técnica que incluyan resultados y recomendaciones pertinentes para la mitigación y prevención de fenómenos activos en el marco de la Gestión de riesgo de desastre.

El Gobierno Regional Ayacucho, mediante Oficio N°203-2018-GRA-GR, solicitó a nuestra institución, la participación del INGEMMET en la evaluación técnica del represamiento y erosión fluvial del río Pampas - Ninabamba, después de la ocurrencia de derrumbes y deslizamientos que generaron represamientos el pasado 05 de marzo de 2018.

El INGEMMET, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico designó a los ingenieros Gael Araujo Huamán, Luis Albinez Baca y Segundo Núñez para realizar la inspección técnica del área de influencia, los días 24 y 25 de marzo del presente año, previa coordinación con personal del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y autoridades locales, quienes nos presentaron la problemática de la zona y algunos planes de contingencia.

Para esta evaluación, se realizaron los siguientes trabajos: Recopilación de información y preparación de mapas de ubicación para trabajos de campo, toma de datos GPS, cartografiado geológico-geomorfológico-geodinámico y redacción de informe. El presente informe se pone en consideración del Poblado de Ninabamba, municipalidad de Ocos y el Gobierno Regional de Ayacucho para las medidas de mitigación y reducción de riesgo en el área de Ninabamba, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS PREVIOS

El mapa de susceptibilidad a inundación por procesos de erosión fluvial del INGGEMMET (2016) muestra que las laderas y márgenes del río Pampas se encuentran en zonas de peligro medio a alto.

Según INDECI, desde marzo de 2011 la zona de represamiento y erosión fluvial del Puente Pampas, poblado de Ninabamba - Huarangal, presenta una dinámica muy activa, cuyos deslizamientos del cerro Ninabamba provocaron el colapso del puente Pampas, dicho evento destruyó la única vía de conexión entre los departamentos de Ayacucho y Apurímac y tomó consigo la vida de más de 10 pobladores locales.

Reportes periodísticos en el 2011, describen masas de tierra obstruyendo el cauce del río Pampas formando una laguna natural. A consecuencia del embalse, el agua alcanzó y superó el nivel del puente, cuyas fuerzas de empuje del agua levantaron el puente Pampas, dejando únicamente los estribos. Posteriormente el Ministerio de Transportes y Comunicaciones envió un puente temporal (tipo Bailey) desde Lima para restablecer el tránsito.

El reporte complementario Nro. 243 del COEN e INDECI, emitido en marzo del 2018, indica que, a consecuencia de las intensas precipitaciones, el 08 de marzo de 2018 se produjo el incremento del caudal del río Pampas que originó un deslizamiento del talud y pérdida de áreas de cultivo de la comunidad Ninabamba, en la margen izquierda del río. También se presenta una evaluación preliminar de daños y acciones realizadas por parte de COEN y el Gobierno Regional de Ayacucho.

Los antecedentes demuestran recurrencia de derrumbes, deslizamientos, erosión fluvial y represamientos consecutivos en la zona de estudio.

3. ASPECTOS GENERALES

El área de estudio está ubicada en el sector Huarangal, centro poblado de Ninabamba, distrito Ocros y provincia Huamanga en la región Ayacucho (figura 1). En las coordenadas UTM: X: 625657.28 E; Y: 8515310.99 y Z: 2007 msnm.

El acceso al área de estudio, por el noroeste se realiza a través de la carretera Panamericana Sur en dirección Lima – Pisco, siguiendo por la carretera asfaltada que conduce a la ciudad de Huamanga (Ayacucho) y continuando por la carretera afirmada en dirección a Ninabamba (vía nacional Ayacucho - Apurímac) hasta llegar al puente Pampas (el tiempo de viaje aproximado es de 12 horas).

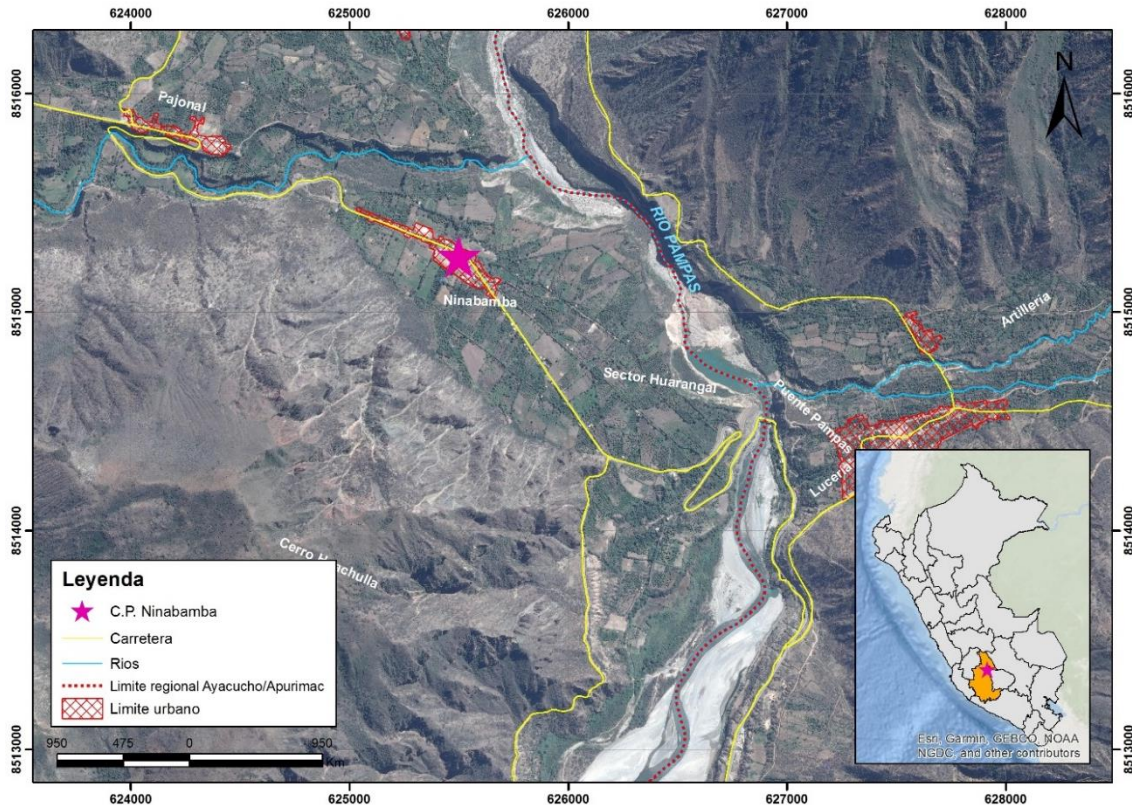


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Geográficamente el río Pampas se encuentra disectando la margen oriental de la cordillera occidental, limitando las regiones Ayacucho y Apurímac (Marocco, R., *et al.* 1996). En sus márgenes se encuentran asentados centros poblados.

De acuerdo a registro climático de la estación Vilcashuamán, el periodo lluvioso en el límite entre Ayacucho y Apurímac, está comprendido entre los meses de setiembre y marzo (2017 - 2018), con precipitaciones acumuladas entre 800 a 900 mm (SENAMHI, 2018).

El sector Huarangal - Ninabamba y puente Pampas (figura 2), consta de áreas de cultivo, frutales y viviendas rurales, las cuales se ubican sobre zonas vulnerables a peligros por deslizamientos, derrumbes y erosión fluvial, este último principalmente en sectores que se encuentran cercanos a cauces de río y quebradas; las características geológicas y geomorfológicas propias de rellenos aluviales y valles empinados, donde muchos centros poblados están asentados los hacen vulnerables a la ocurrencia de eventos geodinámicos condicionados por la dinámica fluvial, principalmente a crecidas extraordinarias, embalses e inestabilidad de taludes.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

El centro poblado Ninabamba se emplaza sobre un gran abanico aluvial disectado por el río Jajabamba y erosionado por la dinámica fluvial del río Pampas en la parte baja del valle. Gran parte del trayecto del cauce del río Pampas se desarrolla en un valle fluvial maduro, cuyo curso de río sinuoso y alto caudal afecta las márgenes del río por procesos de erosión fluvial y socavamiento. Marocco, R., *et al.* 1996, incluye al río Pampas en las unidades geomorfológicas: flanco de valle disectado y valle de fondo amplio.

Flanco de valle disectado. - Su relieve muestra gran disección, conformada por numerosos ríos y quebradas que lo cruzan, los que finalmente desembocarían en los ríos anteriormente mencionados. En general su relieve se torna accidentado con prominencias y depresiones longitudinales sucesivas. La erosión en la unidad geomorfológica es progresiva, siendo la acción fluvial el agente activo, también actúan los fenómenos eólicos, geodinámicos, etc.

Valle de fondo amplio. - Este tipo de geoforma es el resultado de un permanente y progresivo proceso de erosión el que ha dado lugar a un socavamiento y profundización del valle por donde discurre el río Pampas, desarrollando cierta sinuosidad en su curso y disectando indiferentemente las terrazas formadas a ambos lados del río.

5. MORFOLOGÍA Y DREJANE FLUVIAL

Para entender los procesos que ocurren en el área de estudio, es necesario conocer las características morfológicas, drenaje y comportamiento fluvial que presenta el río Pampas.

5.1. Río Pampas

Es el principal tributario del río Apurímac. Se encuentra sobre un valle encañonado en rocas paleozoicas y recorre con dirección noroeste-sureste siguiendo un alineamiento estructural. Corta la Cordillera Oriental, separando a las montañas de Chillihua-Antacaray al norte y al flanco andino de la Cordillera Oriental al sur. Su drenaje es subparalelo a recto (INGEMMET, 2003).

El río Pampas recorre su tramo inicial de Sur a Norte. En su margen derecha recibe el caudal del río Pulcay y en su margen izquierda a los ríos: Jajamarca, Lacolla, Cullay y Torobamba, a partir de la cual el río toma la dirección a NO-SE, recibiendo en su margen izquierda a los ríos Ancomayo, Chungi, Palljasmayo y en su margen derecha al río Chacabamba. El río Pampas posee un caudal considerable, discurriendo en general por un amplio valle de pendiente suave y de fondo plano conformado por amplias terrazas, donde eventualmente en ciertos sectores se desarrollan actividades agrícolas.

Hasta la zona del puente Pampas, el río Pampas mantiene un drenaje o cauce anastomosado, discurriendo ampliamente, presentando una gradiente muy baja, originando canales que se interconectan mostrando sinuosidad. En estos sistemas los canales son separados por planicies de inundación que consisten en “pequeñas islas con vegetación”, muros naturales y áreas donde pueden desarrollarse depósitos de desborde. (Smith, 1980).

Aguas abajo, a partir del encañonamiento generado por el aluvial de Jajamarca, este río, mantiene un cauce estrechado, casi recto (figura 2).

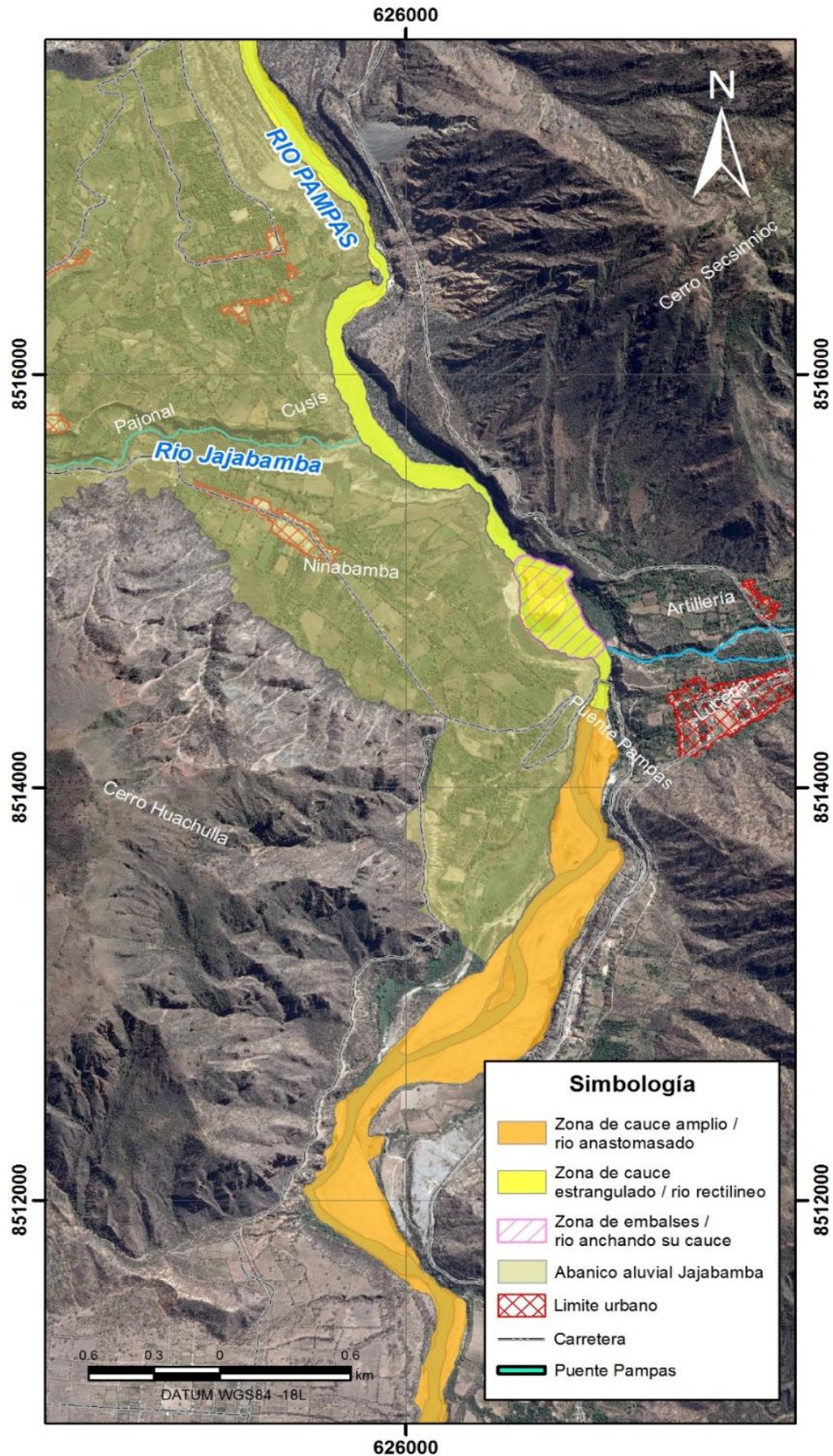


Figura 2. Variación en las formas de drenaje en el río Pampas.

Los ríos de drenaje o cauce rectilíneo, a diferencia del anastomosado o trezado, se caracterizan por tener un drenaje de sinuosidad baja (menor a 1,5) y multiplicidad 1, es decir, un único canal, generalmente son muy inestables, por ello erosionan sus paredes laterales (figura 3). Tienen caudal de alta energía y gran capacidad erosiva.

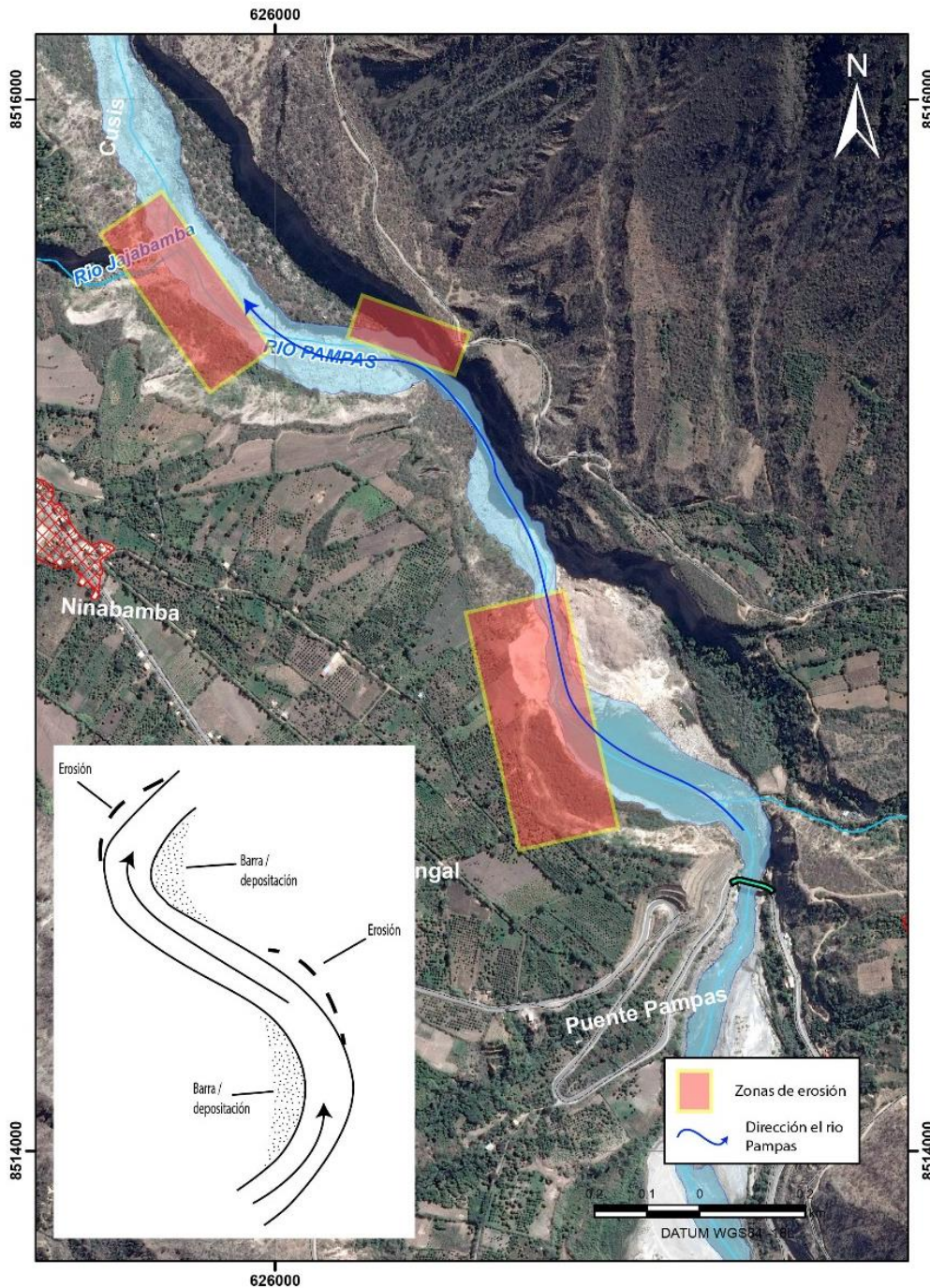


Figura 3. Zonas de erosión en la zona afectada.

6. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El substrato rocoso en la zona de estudio, está conformado por litologías del Grupo Tarma-Copacabana e intrusivos andesíticos, cubierto por depósitos cuaternarios (Carlotto & Rodríguez, 2009), figura 4

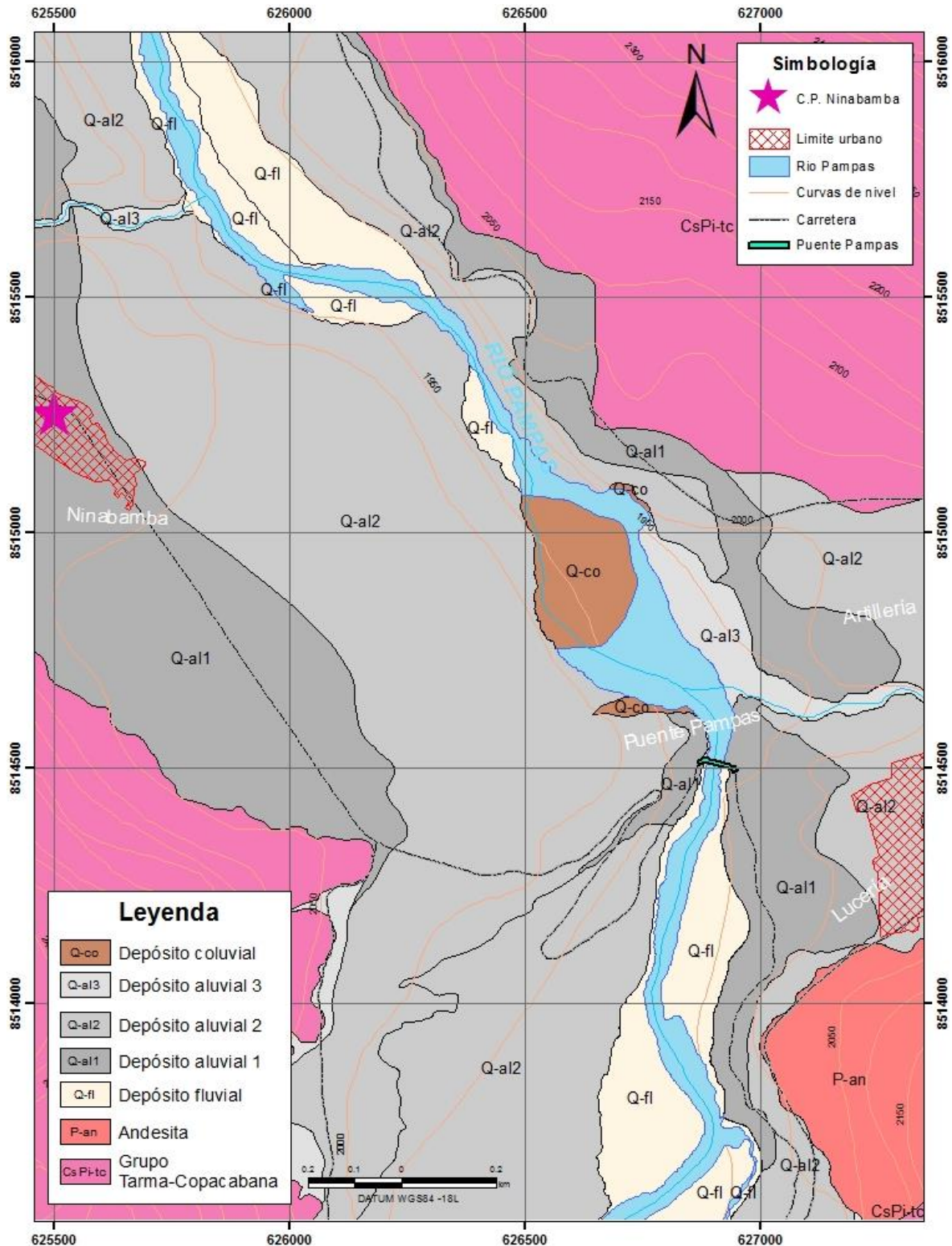


Figura 4. Mapa de geológico de la zona de estudio. Fuente: Modificado de Carlotto, V. & Rodríguez, R. (2009).

6.1. Grupo Tarma Copacabana

La serie resalta por su homogeneidad topográfica, a tal punto que, en muchos lugares, parece estar compuesta del mismo tipo de roca. Está conformada por dos tipos litológicos que incluyen lutitas negras alternadas por calizas oscuras, con bancos de lutitas que se hacen menos arenosas según los lugares; sin embargo, el estado de litificación de las lutitas es tal, que son tan duras como las calizas, por lo que los dos tipos litológicos tienen la misma respuesta a la erosión. La secuencia tiene espesores de 100 a 200 metros de potencia de la cual; las dos terceras partes inferiores corresponden a lutitas y el tercio superior a calizas (Marocco, *et. al.* 1996), foto 1.



Foto 1. Afloramiento del Grupo Tarma-Copacabana y en primer plano secuencias aluviales en el sector Ninabamba (terrazas).

6.2. Intrusivo Andesítico

Aflora al sureste del puente Pampas. Se trata de un afloramiento andesítico porfírico altamente fracturado (foto 2), de color gris a gris claro, con granularidad parcialmente afanítica. Presenta textura porfírica, con fenocristales de plagioclasas anfíboles y biotitas. De acuerdo a Marocco, *et al.* 1996, estos cuerpos se encuentran intruyendo indiferentemente a las series del Grupo Tarma - Copacabana.



Foto 2. Afloramiento de andesitas y secuencia de terrazas aluviales expuestas en el talud de la carretera Ayacucho-Apurímac, al sur del puente Pampas.

6.3. Depósitos Recientes

Se describen depósitos comúnmente denominados «cuaternarios», pero que muy bien pueden ser más antiguos y llegar hasta el Plioceno (Marocco, *et. al.* 1996). Estos depósitos son: aluviales, coluviales y fluviales.

Depósitos Aluviales

Se encuentran esencialmente en los ríos y quebradas tributarias del río Pampas. Están constituidos por conglomerados transportados por ríos de fuerte pendiente que desembocan en el citado río. Constituyen según la zona dos o tres secuencias con clastos angulosos a subredondeados. En la desembocadura del río Jajamarca, hacia el río Pampas se pueden observar conglomerados fuertemente erosionados.

Los depósitos propios del río Pampas son secuencias de ríos proximales entrenzados. En los niveles relativamente antiguos, conforman terrazas dominantes de 10 a 20 m. En el curso actual del río Pampas, es frecuente encontrar intercalaciones de sedimentos finos (foto 3) que atestiguan períodos en los deslizamientos (o derrames volcánicos) que represaron el curso del río.



Foto 3. Secuencias de sedimentos finos cercanas a la desembocadura del río Jajamarca.

Es posible hallar depósitos de aluviones antiguos en la zona del puente Pampas, dichos depósitos se encuentran bien compactados y en contacto con depósitos de avalancha (foto 4).



Foto 4. Depósitos aluviales en contacto con depósitos de avalancha en el puente Pampas.

Depósitos Coluviales

Están constituidos por clastos relativamente angulosos envueltos en una matriz areno - arcillosa tipo suelo. En ciertas zonas (región de San Miguel, del río Pampas) los coluviones pueden alcanzar espesores consecuentes (100 metros a más).

Los coluviones son posteriores a la erosión que labró profundamente a los Andes Centrales y que ocurrió consecutivamente al levantamiento Neógeno. El clima semiárido de las zonas ubicadas en las alturas intermedias (entre 1500 y 3000 m.), y la falta de vegetación, es muy favorable a la alteración (esencialmente mecánica) in situ de las rocas.

En la zona del Puente Pampas y Ninabamba mantiene depósitos coluviales generados por la actividad geodinámica reciente. Estos depósitos están constituidos principalmente por material fluvial, aluvial y depósitos de avalancha consolidados.

7. PELIGROS GEOLÓGICOS

La zona de Ninabamba y alrededores tiene registrada una actividad geodinámica histórica. Según el catálogo de movimientos en masa del Ingemmet, es posible encontrar movimientos en masa como deslizamientos, derrumbes asociado a procesos de erosión (socavamiento), así como represamientos.

Las crecidas de los ríos (avenidas) constituyen un proceso natural ligado a la dinámica geológica (morfología del cauce), en las cuales el río habilita un cauce amplio para almacenaje del caudal y su carga. La cuenca actúa como un sistema de proceso - respuesta autoregurable, en el cual todos los factores están interrelacionados. Cualquier modificación introducida en un punto, implicará un reajuste en su dinámica y morfología, que no se produce de forma progresiva, sino con cambios bruscos, originando en muchos casos desastres, cuando los caudales y la carga superan la capacidad de sus cauces (Núñez, 2011).

La ocurrencia de movimientos en masa que afectan y modifican el cauce del río Pampas, son frecuentes y consecuentes en periodos de lluvias excepcionales.

Pese a los desbordes e inundaciones periódicas y/o excepcionales y sus desastrosas consecuencias, las áreas que corresponden a la llanura de inundación o terrazas bajas del valle, son frecuentemente utilizadas para la agricultura, comunicaciones, asentamientos poblacionales o para la explotación de caudales del propio río.

Las avenidas excepcionales en la parte bajan del valle genera crecidas del caudal de río Pampas, afianzamiento de la erosión y socavamiento, por la característica anastomosada del mismo. Dichos procesos asociados al mal uso del sistema de riego en la parte alta del valle, generan al mismo tiempo derrumbes y deslizamientos que interrumpen el cauce del río producto de represamientos y embalses.

El pasado 25 de abril el agua llegó medio metro por debajo de superficie del puente, destruyendo infraestructura como viviendas, piscigranjas y cultivos ubicados en la margen derecha del río Pampas.

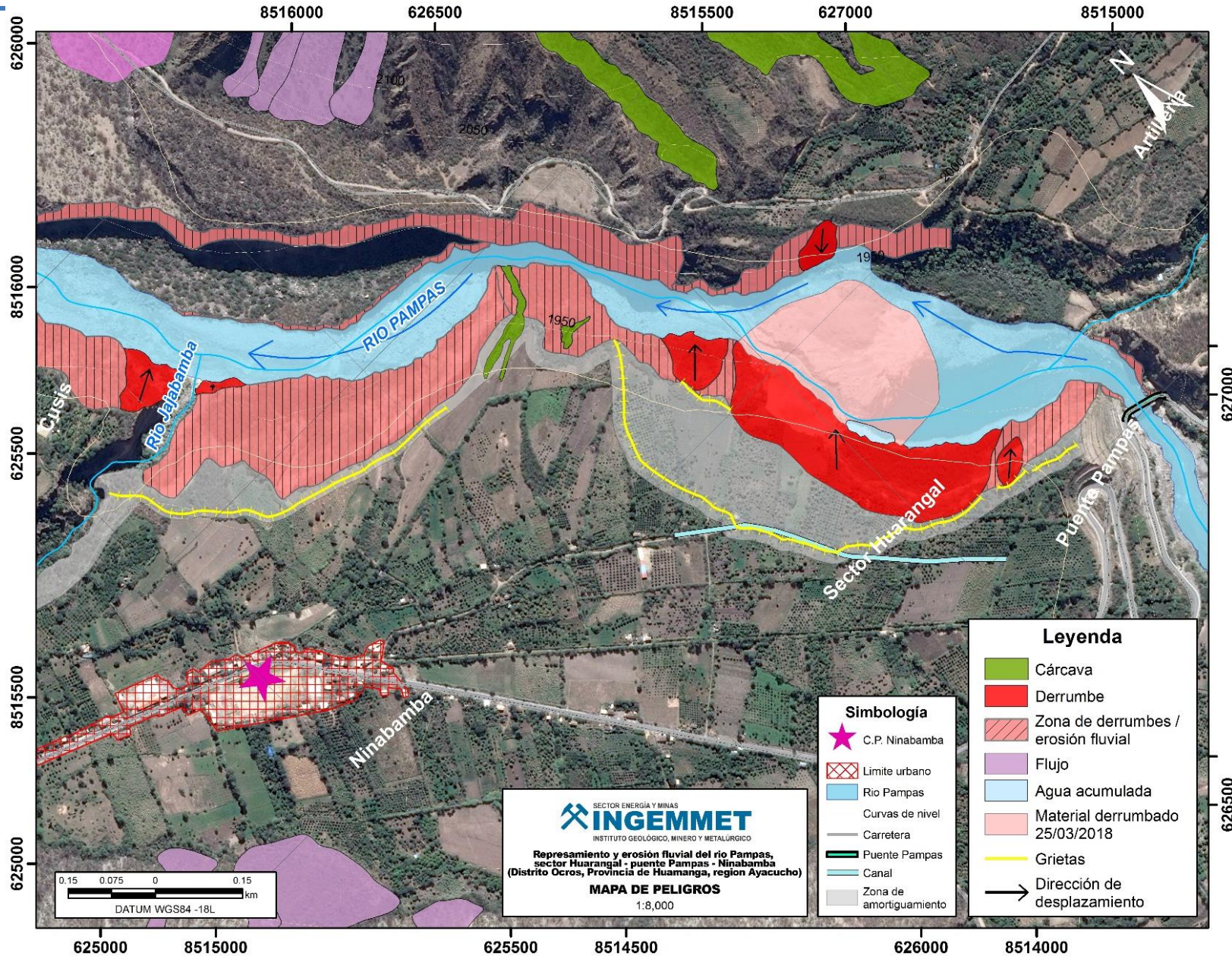


Figura 5. Mapa de Peligros Ninabamba - Huarangal

7.1. Observaciones De Campo

Durante los trabajos de campo realizados en la comunidad campesina de Ninabamba-sector Huarangal, puente Pampas y zonas aledañas, se identificaron los siguientes peligros geológicos: derrumbes, deslizamiento, erosión fluvial y embalses por represamiento del río Pampas que se detallan a continuación.

7.1.1. Erosión fluvial y Represamiento

El cauce del río Pampas tiende a estrechar su cauce aguas abajo, a partir del puente Pampas. Este estrechamiento genera mayor socavamiento y erosión de ladera de Ninabamba, en el flanco izquierdo del valle. Estas condiciones morfológicas condicionan la mayor recurrencia de fenómenos activos aguas abajo a partir de este sector.

Sector puente Pampas: El puente Pampas es afectado constantemente por embalses históricos producto de represamientos generados por derrumbes en el flanco izquierdo del valle. En el 2011 la fuerza del río Pampas destruyó la infraestructura del puente Pampas, dejando solo los estribos. El actual puente Pampas fue construido con una altura mayor y a solo 10 metros del puente antiguo (foto 5)

El 25 de marzo, el nivel del embalse alcanzó medio metro por debajo de puente (foto 6), amenazando con destruir la infraestructura de ocurrir una crecida mayor a la acontecida.



Foto 5. Vista actual del puente Pampas, a 10 metros de estribos del puente antiguo destruido por el represamiento del 2011.



Foto 6. Erosión de fluvial y nivel del embalse (línea amarilla) del día 25 de marzo. El agua llegó a medio metro por debajo del puente. En la zona se observan laderas erosionadas (polígono rodeado por línea blanca).

Sector de Piscigranjas – Apurímac: Esta zona fue afectada por el embalse de la madrugada del día 25 de marzo. La crecida afectó depósitos aluviales e inundó el flanco derecho del río Pampas, generando agrietamientos de 2 a 5 cm de apertura de infraestructura, socavamiento de viviendas y llevándose más de 200 unidades de truchas en las piscigranjas y postes de tendido eléctrico paralelos a la carretera (foto 7 y 8).

Sector Huarangal – Ninabamba: Este sector fue afectado por derrumbes de talud generados por erosión fluvial. Este fenómeno ya ocurrió el año 2011, generando embalses, el colapso del antiguo puente Pampas y dejando laderas inestables. Cabe mencionar que el talud vertical de la terraza aluvial de Ninabamba, muestra evidencias de morfológicas de haber sufrido este mismo tipo de fenómenos geodinámicos en el pasado.

El escarpe generado por los derrumbes es de forma semicircular, tiene 520 m de longitud y una altura de talud estimada de 200 m. Se encuentra ensanchando hacia el norte donde se observa otro escarpe de 80 m de longitud. Entre ambos escarpes se encuentran un paquete de material colgado (foto 9), con una grieta posterior que se proyecta uniendo los escarpes. La zona erosionada presenta material deleznable, compuesto por grabas, arenas y arcillas pertenecientes a secuencias del abanico aluvial de Jajamarca.



Foto 7. Vivienda colgada a consecuencia de socavamiento fluvial del río Pampas.



Foto 8. Vista de agrietamientos que comprometiendo el tendido eléctrico en el flanco derecho del cauce del río Pampas.



Foto 9. Material colgado presentando desplazamiento (polígono rojo) y agrietamientos (líneas amarillas) en la parte superior. La base del talud muestra erosión por socavamiento fluvial (línea blanca) y material recientemente colapsado (polígonos marrones).

Terraza adentro se observan agrietamientos de entre 50 cm a 2 m de ancho, con desplazamientos que entre varían 10 cm y 2 m (foto 10), distribuidos de forma semicircular, paralelos a la zona de derrumbes, a una distancia de entre 2 a 150 metros del escarpe principal (figura 1). Los agrietamientos cortan la canalización del lugar. El sector de mayor desplazamiento vertical coincide con el canal en mal estado de conservación, reemplazado por tuberías (foto 11).



Foto 10. Agrietamientos (línea blanca) a 100 metros de la zona de derrumbes. Los desplazamientos varían de entre 10 cm a 2 m.



Foto 11. Canalización entubada por deterioro del canal. La zona presenta agrietamientos de 1 m de ancho y 1.2 m de desplazamiento por debajo los tubos.

Los terrenos de cultivo en la parte alta del valle son regados por gravedad durante la época de secas y canales sin recubrimiento. Los pobladores también afirman presencia de grietas cubiertas durante sus labores de siembra, en terrenos cercanos a la ladera.

Los embalses generados por el socavamiento se originaron principalmente en la ladera del sector de Huarangal. Estos eventos empezaron el día 08 de marzo ocasionando el represamiento reportado por INDECI. El socavamiento del río continuó desestabilizando la ladera produciendo continuos desprendimientos y embalses temporales que desfogaban hacia la margen izquierda del río Pampas. Los desprendimientos importantes ocurrieron mayormente de madrugada, coincidiendo con las continuas precipitaciones pluviales que se dieron en esta zona del país.

La madrugada del 25 de marzo se produjo un embalse de gran magnitud, generado por el derrumbe de gran cantidad de material, con un volumen de tierra estimado de 565650 m³. El material desplazado cambió el cauce del río hacia el flanco derecho, sin haber sido removido por el río ni maquinaria, hasta la fecha de la inspección. Este embalse fue el mayor registrado hasta el momento, subiendo el nivel de agua hasta medio metro por debajo del puente Pampas. La acumulación de agua inundó la llanura del río por aproximadamente 3.5 km río arriba (figura 6), afectando terrenos de cultivo y edificaciones emplazadas del margen derecho.

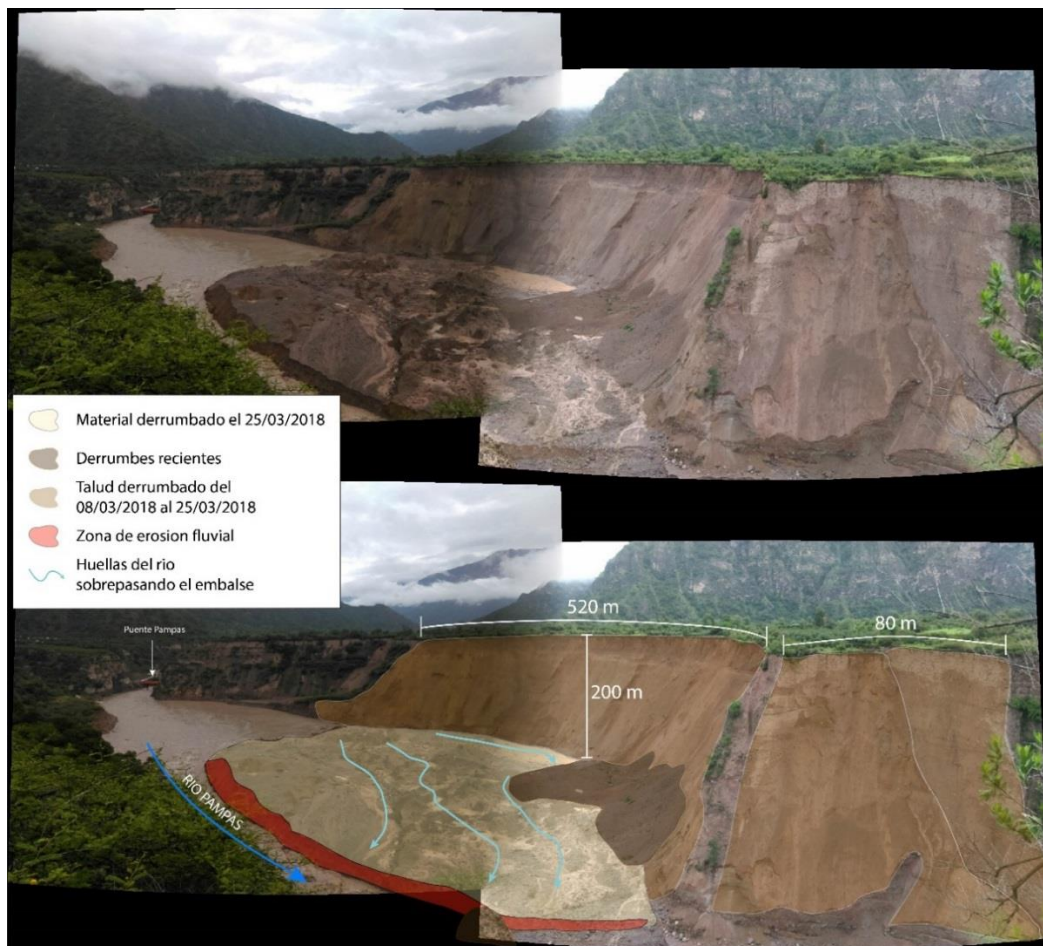


Figura 6. Zona de derrumbes y embalse por erosión fluvial. Se observan las dimensiones de la zona derrumbada. La parte baja del talud muestra el material derrumbado el 25/03/2018, sobre el cual se conservan marcas de flujo del río que sobrepasó el embalse. El río Pampas discurre por el flanco izquierdo erosionando el material derrumbado.

De acuerdo al cartografiado geodinámico y mediciones de campo, es posible estimar un volumen total de 0.0066 km³, desprendido de la ladera Huarangal Ninabamba, entre el 08 al 25 de marzo. Las grietas generadas durante este evento comprometen un aproximado de 7 hectáreas y una masa estimada de 0.0089 km³. Los terrenos que se encuentran por delante de las grietas son zonas de alta peligrosidad.

Sector Cusis - desembocadura Jajabamba

Este sector fue afectado por derrumbes de talud generados por erosión fluvial (foto 12). Los derrumbes se observan ambos márgenes del río Jajabamba, en la zona de afluencia al río Pampas. El sector se caracteriza por presentar dos niveles de terrazas aluviales, de taludes verticales, de considerable altura. Las zonas de taludes sin derrumbes conservan depósitos coluviales en su base, lo cual evidencia actividad geodinámica pasada.

Cabe mencionar que el río discurre directamente hacia esta zona, cambiando su dirección para configurar una zona de mayor sinuosidad. Este rasgo de dinámica fluvial coincide con zonas de mayor erosión.



Foto 12. Erosión fluvial en el sector Cusis - desembocadura Jajabamba. Se observa la base de los taludes recientemente erosionados (polígonos mostaza).

7.2. Estado actual del represamiento y erosión fluvial del Río Pampas

A la fecha de la inspección, el sector Huarangal - Ninabamba seguía presentando derrumbes que represaban momentáneamente el río Pampas. De igual forma en el sector de Cusis, aún se observaban derrumbes causados por el de socavamiento fluvial.

El evento ocurrido la madrugada del 25 de marzo, ocasionó un represamiento que cambió el cauce del río de hacia su flanco derecho (fotos 13 y 14). Este último embalse generó una crecida de hasta medio metro por debajo del puente Pampas afectando viviendas y criaderos de truchas río arriba, lado derecho del puente Pampas - región Apurímac (figura 7).

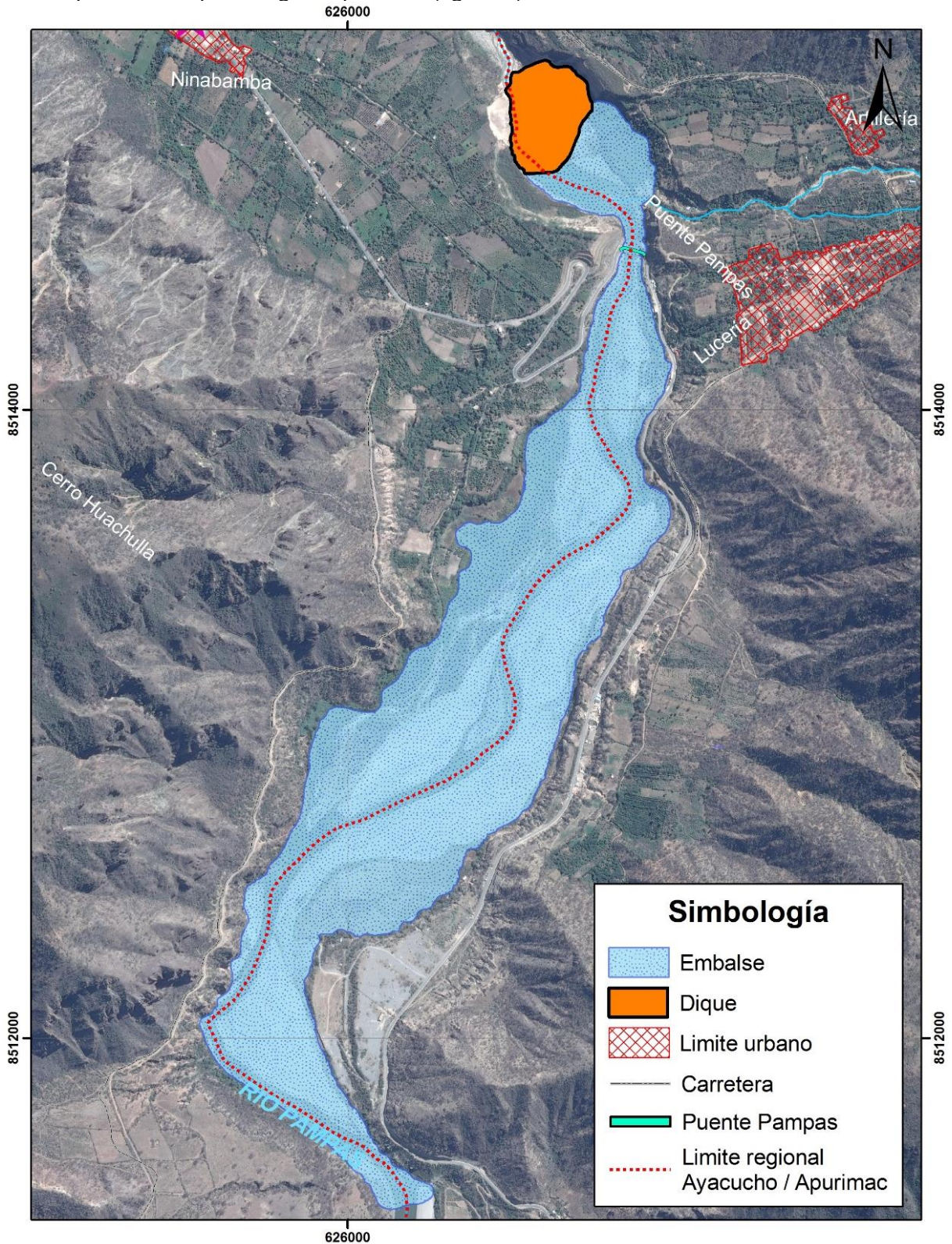


Figura 7. Alcance del embalse estimado, generado por el represamiento del día 25 de marzo. Escenario elaborado a partir mediciones de campo y curvas de nivel (DEM 12.5 m ALOSPALSAR).



Fotos 13 y 14. Derrumbes y represamiento del río Pampas en el Sector Huarangal-Ninabamba. La foto superior tomada el 24 de marzo, muestra al río socavando la base del talud en el flanco izquierdo del río, se observa material colapsado en la parte central del cauce. La foto inferior, tomada el 25 de marzo, muestra material derrumbado durante la madrugada, generando la variación del cauce hacia la margen derecha del río.

La morfología actual, generada por el último derrumbe, es similar a la configurada por el evento del 2011. Dicho evento también desplazó el cauce hacia el flanco derecho (fotos 15 y 16), siendo el material desplazado removido en años posteriores (figura 8). Esta repetición de eventos sugiere que el río Pampas busca su cauce natural hacia el flanco izquierdo, hacia la ladera de Ninabamba.



Fotos 15 y 16. Derrumbes y represamiento del río Pampas en el Sector Huarangal-Ninabamba del año 2011. La foto superior tomada el 05/03/2011, muestra al río socavando la base del talud en el flanco izquierdo del río, se observa material colapsado en la parte central del cauce. La foto inferior, tomada el 06/03/2011, muestra material derrumbado, generando la variación del cauce hacia la margen derecha del río.

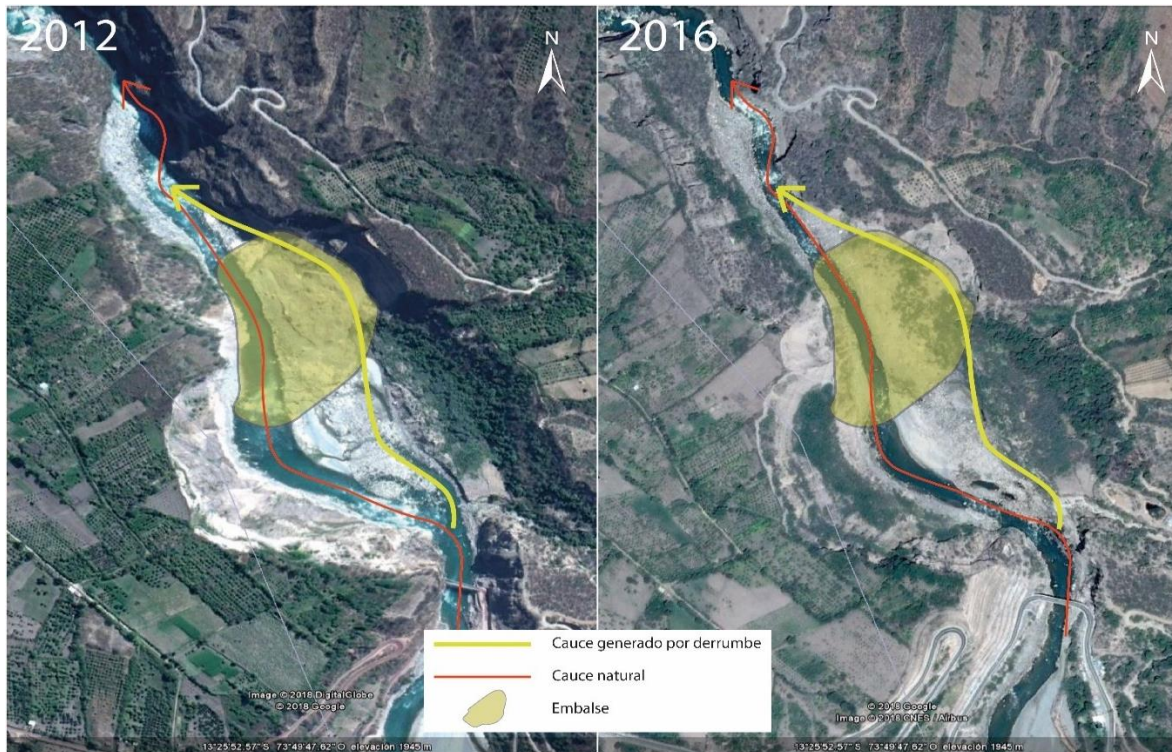


Figura 8. Imágenes multitemporales de Google Earth mostrando el cauce natural del río y el cauce generado después del derrumbe del 2011. Nótese que el río regreso a discurrir hacia el flanco izquierdo.

8. CONCLUSIONES

1. El represamiento del río Pampas es consecuencia del derrumbe de grandes volúmenes de masas de tierra. Estos constantes eventos amenazan con destruir el puente Pampas, viviendas en el flanco izquierdo del valle del río Pampas y hectáreas de terrenos de cultivo en la parte alta del flanco izquierdo del valle del río, Ninabamba
2. Las causas principales de la ocurrencia de movimientos en masa en el sector son la erosión fluvial generada por las precipitaciones extraordinarias, las condiciones geomorfológicas, el mal uso del sistema de riego y la filtración de aguas de precarios canales de riego (sin revestimiento) que genera la sobresaturación del subsuelo incompetente.
3. El embalse del día 25 de marzo del 2018 aumentó el nivel del río hasta medio metro por debajo del puente Pampas, deteriorando las defensas del puente Pampas y los taludes laterales de los márgenes del río Pampas en el sector de dicho puente. Este embalse también afectó viviendas, criaderos de peces y comprometió el tendido eléctrico, del margen fluvial en el flanco de Apurímac.
4. El área de estudio es considerada como una zona altamente susceptible a inundaciones y procesos erosivos fluviales. Por lo cual se le considera como de peligro inminente a derrumbes, desbordes, inundaciones y erosión fluvial.
5. Más de nueve familias de habitantes de Ninabamba perdieron sus terrenos de cultivos en su totalidad a consecuencia de derrumbes en el flanco izquierdo del valle y agrietamientos coronarios de 10 cm. a 2 metros de amplitud, afectan hectáreas de terrenos de cultivos del poblado de Ninabamba.

6. Los movimientos en masa complejos en el poblado de Ninabamba, por sus características dinámicas son de **Peligro Muy Alto**, cuyo avance amenaza con destruir terrenos de cultivo en la parte alta del valle, viviendas en el flanco derecho del cauce y destruir la única vía de conexión entre Ayacucho y Apurímac (Puente Ninabamba) (**Riesgo Muy Alto**).

9. RECOMENDACIONES

1. Es recomendable mantener el curso del río Pampa en dirección al flanco derecho del valle (curso actual del río, originado con el represamiento del pasado 25 de abril), de ocurrir una variación en el curso actual es importante realizar obras de descolmatación y limpieza de la masa desplazada.
2. Es importante realizar obras de defensa ribereñas, como enrocados o gaviones en ambos flancos del valle.
3. Se recomienda que especialistas ingenieriles desarrollen una alternativa de solución para alzar o cambiar el trazo de la infraestructura del puente. Al mismo tiempo es importante limpiar de manera permanente el cauce del río y realizar obras de mantenimiento y restauración de estructuras de concreto a los extremos de puente, en vista a que actualmente presentan un alto grado de socavamiento y erosión.
4. Realizar un programa de forestación y reforestación con la finalidad disminuir los procesos de erosión de las laderas y disminuir los fenómenos de movimientos en masa, permitiendo el crecimiento de plantas nativas, que no necesiten demasiada agua (ajonjolí), en el flanco izquierdo de la parte alta del valle Ninabamba.
5. Inhabilitar el acceso a terrenos agrietados, hundidos o en estado de colapso, en la parte alta de valle (Poblado de Ninabamba).
6. Reubicar viviendas, piscigranjas y tendido eléctrico ubicadas al límite del cauce del río Pampas (sector de piscigranjas - Apurímac).
7. Se recomienda utilizar un sistema de riego tecnificado por goteo sobre los terrenos de cultivo del poblado de Ninabamba.
8. No realizar zanjas de infiltración y/o utilizar material desplazado para fines de cultivo cercan a la zona de derrumbes ni alrededores.
9. Inhabilitar los canales afectados por agrietamientos para evitar mayor infiltración.
10. Realizar un mejoramiento en el sistema de drenaje, desagüe y alcantarillado de la población de Ninabamba.
11. Realizar el monitoreo constante de la zona de derrumbes - erosión fluvial y alrededores, reportando a los entes involucrados cualquier suceso o actividad anómala.
12. Restringir el acceso y uso de la zona de amortiguamiento propuesta en la figura 5.

10. REFERENCIAS

- Carlotto, V., y Rodríguez, R. (2009) - Mapa geológico del cuadrángulo de San Miguel, Hoja 27-o-III, 1: 50 000. INGEMMET, Dirección de Geología Regional, Carta geológica Nacional.
- COEN INDECI (2018) - Deslizamiento en el distrito de Ocros - Ayacucho. Informe de emergencia N°037
- DGAR INGEMMET 2003 - Estudio de Riesgos Geológicos del Perú. Franja 3. INGEMMET, Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 28, 373 p., 17 mapas escala 1: 900,000.
- INDECI (2011) - Colapsamiento del puente Pampas por deslizamiento del cerro Ninabamba (00043119), Reporte preliminar, Secretaria Técnica del Comité Regional de Defensa Civil de Ayacucho.
- Marocco, R., Lipa, V. y Quispe, L. (1996) - Geología del cuadrángulo de San Miguel 27-o 1:100 000 INGEMMET, Boletín, Serie A: 83, 137p.
- Núñez S. (2011) - Erosión e inundación fluvial en el Río Higueras (Cabrito Pampa – desembocadura) y en el Río Huallaga (Puente Calicanto) Paraje: Río Higueras – Puente Calicanto, Distrito de Huánuco – Región Huánuco. INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, Informe Técnico N° A6582 30p.
- Smith, S (1980) - Sistemas de río Anastomosados en línea (Consulta 2010) <http://www.geologia.uson.mx/academicos/grijalva/ambientesfluviales/sistemadariosanastomosados.htm>.