

Informe Técnico Nº A6858

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE SAN JUAN DE CACAZÚ

Región Pasco
Provincia Oxapampa
Distrito Villa Rica
Paraje San Juan de Cacazú



SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ
LUIS ALBINEZ BACA

DICIEMBRE
2018

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	2
3. ASPECTOS GENERALES	3
3.1. Ubicación y accesibilidad	3
3.2. Características de la zona de estudio	4
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	4
4.1. Montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria.....	4
4.2. Terrazas y llanuras aluviales	4
5. ASPECTOS GEOLÓGICOS	5
5.1. Formación Sarayaquillo	5
5.2. Grupo Huayabamba.....	8
5.3. Depósitos aluviales.....	8
6. PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS	8
6.1. Erosión fluvial, crecidas y flujos de detritos.....	10
6.1.1. Erosión fluvial en Sector puente quebrada Churuchumas	10
6.1.2. Erosión fluvial en sector Quebrada Chivis	11
6.2. Inundaciones	12
6.2.1. Inundación río Cacazú	12
6.2.2. Inundación riachuelos San Juan de Cacazú	14
6.3. Deslizamientos.....	18
6.4. Análisis de flujos en la ladera oeste de San Juan de Cacazú.....	19
CONCLUSIONES	21
RECOMENDACIONES	23
REFERENCIAS	24

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 incluya resultados y recomendaciones pertinentes para la mitigación y prevención de fenómenos activos en el marco de la Gestión de riesgo de desastre.

La Municipalidad Distrital de Villa Rica, mediante Oficio N°009-2018-PDTE-PDDC-M, solicitó a nuestra institución, la evaluación técnica de peligros de geológicos del sector San Juan de Cacazú, a consecuencia de los movimientos en masa e inundaciones que ocurren en el lugar.

El INGEMMET, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico designó a los Ing. Segundo Nuñez y Luis Albinez, para realizar la inspección técnica, se ejecutaron coordinaciones con personal del Instituto Nacional de la municipalidad de distrital de Villa Rica 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 para trabajos de campo, toma de datos fotográficos y GPS, cartografiado y redacción de informe.

El presente informe se pone en consideración de la municipalidad distrital de Villa Rica, Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades de locales y otras autoridades y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción de riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

2. ANTECEDENTES

San Juan de Cacazú tiene reportada la ocurrencia de flujos en las quebradas Chivis y Churuchumas además de erosión fluvial del río Cacazú en el inventario de Riesgos Geológicos del Perú - Franja 4 (Fidel, L. et al. 2006).

Reportes de INDECI Villa Rica describen inundaciones en la localidad de San Juan de Cacazú y las márgenes del Río Cacazú, los años 2014, 2016 y 2017, habiendo ocurrido este tipo de fenómenos años anteriores.

El reporte complementario N° 508 - 02/12/2017, describe que el 01 de diciembre de 2017 se registró precipitaciones pluviales que ocasiono la formación de escorrentías afectando viviendas, instituciones educativas y vías de comunicación en el distrito de Villa Rica.

3. ASPECTOS GENERALES

3.1. Ubicación y accesibilidad

La localidad de San Juan de Cacazú se encuentran al noreste de la ciudad de Villa Rica, provincia de Oxapampa, distrito de Villa Rica, (figura 1), a 870 m s.n.m., en el ámbito de las coordenadas WGS84 – 18S: 487306.64 O; 8821914.78 N.

Se accede a la zona, desde Lima, siguiendo ruta Lima - La Oroya - Jauja - La Merced - Villa Rica – San Juan de Cacazú.

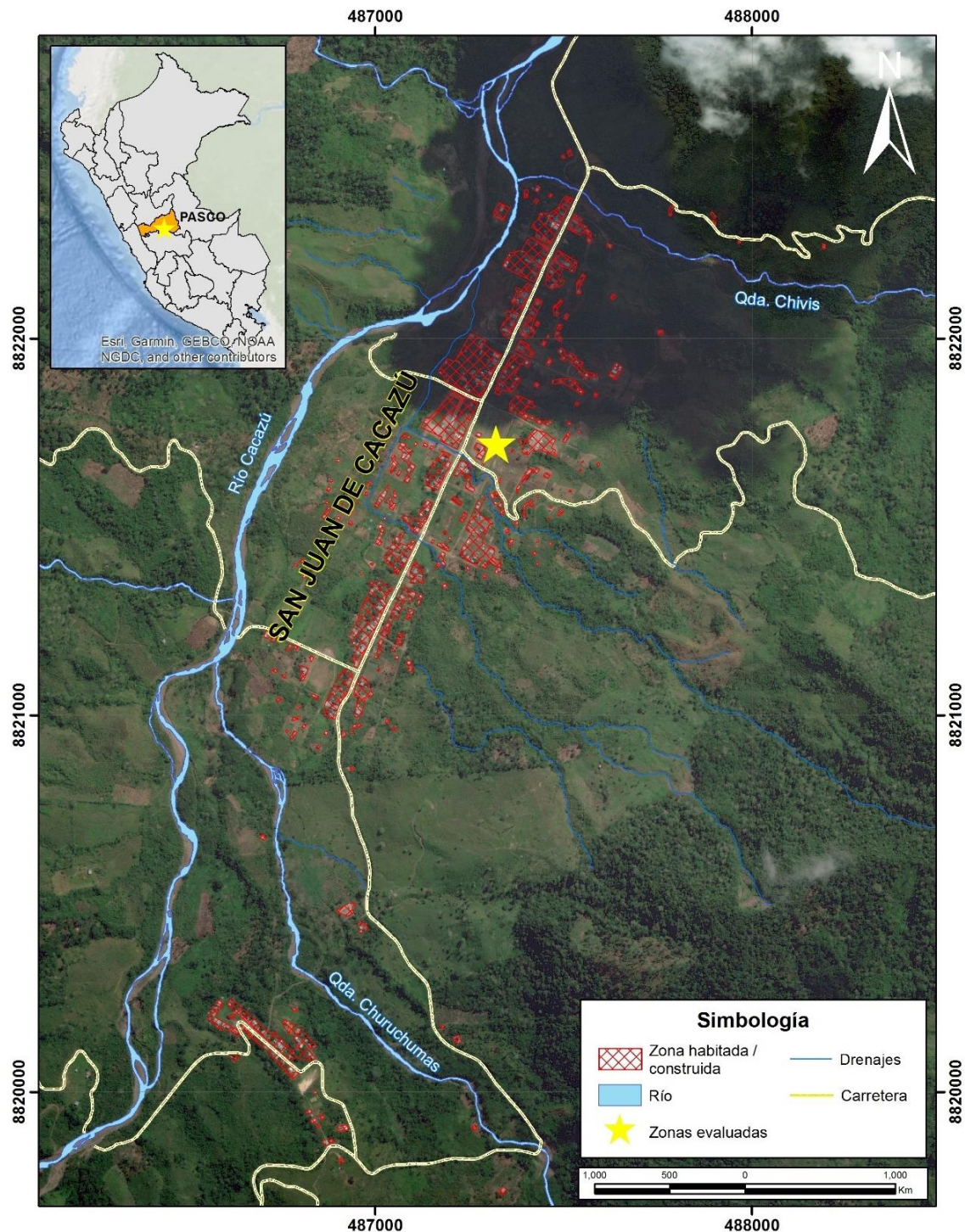


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.

3.2. Características de la zona de estudio

La localidad de San Juan de Cacazú se encuentra emplazada principalmente sobre la llanura de inundación del río Cacazú, entre las quebradas Chivis y Churuchumas. El relieve escarpado de su zona norte está relacionado con fallamiento inverso que actúa como barrera natural y delimitando los cursos de las quebradas Chivis y Chivischico. La localidad es cruzada por riachuelos que nacen del cerro ubicado al este y que discurren hacia el río Cacazú. Este relieve complejo parece haber sido generado por grandes deslizamientos pasados.

La vegetación nativa de San Juan de Cacazú la constituyen bosques densos húmedos, matorrales, lianas y arbustos densos característicos de selva alta y vegetación de monte ribereño (Palacios, F. 2010).

Las altitudes de las zonas evaluadas varían entre los 960 y 860 m s.n.m. La temperatura media anual máxima es de 25.6 °C y la media anual mínima es de 18.5 °C. La precipitación promedio anual máxima es de 4376 mm y la mínima es 2193 mm (Palacios 2010).

En San Juan de Cacazú la actividad agrícola, enfocada en la producción y comercialización de café, es la principal fuente de ingresos (Palacios 2010).

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

La zona está constituida geomorfológicamente por Montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria, terrazas y llanuras aluviales (Geocatmin 2010).

4.1. Montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria

Esta unidad geomorfológica está caracterizada por afloramientos de rocas de origen sedimentario, afectados por procesos tectónicos y erosivos, conformados por conglomerados, areniscas, lutitas, limolitas, lodolitas, calizas y cuarcitas, de edad Cretáceo.

Las montañas y colinas estructurales corresponden a afloramientos donde el drenaje es paralelo y su disposición está controlada por la estructura geológica conformada por pliegues y fallas.

La inclinación de las laderas es controlada por el buzamiento de las capas. Las montañas estructural es varían en pendiente desde moderada a muy abruptas (Vilchez *et al.* 2013), esto se observó en los alrededores de las terrazas y llanura aluvial de San Juan de Cacazú (figura 2).

4.2. Terrazas y llanuras aluviales

Las **terrazas aluviales** son porciones de terreno que se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río, a mayor altura, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, los cuales han sido disectados por las corrientes como consecuencia de la profundización del valle. Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas (Vilchez *et al.* 2013).

La **llanura aluvial** la constituyen terrenos adyacentes a los fondos de valles principales y el mismo curso fluvial, sujetas a inundaciones recurrentes, ya sean estacionales o excepcionales.

Morfológicamente se distinguen como terrenos planos compuesto de material no consolidado, removible (Vilchez *et al.* 2013).

La mayor parte la zona urbana de San Juan de Cacazú se encuentra emplazada sobre estas unidades (figura 2).

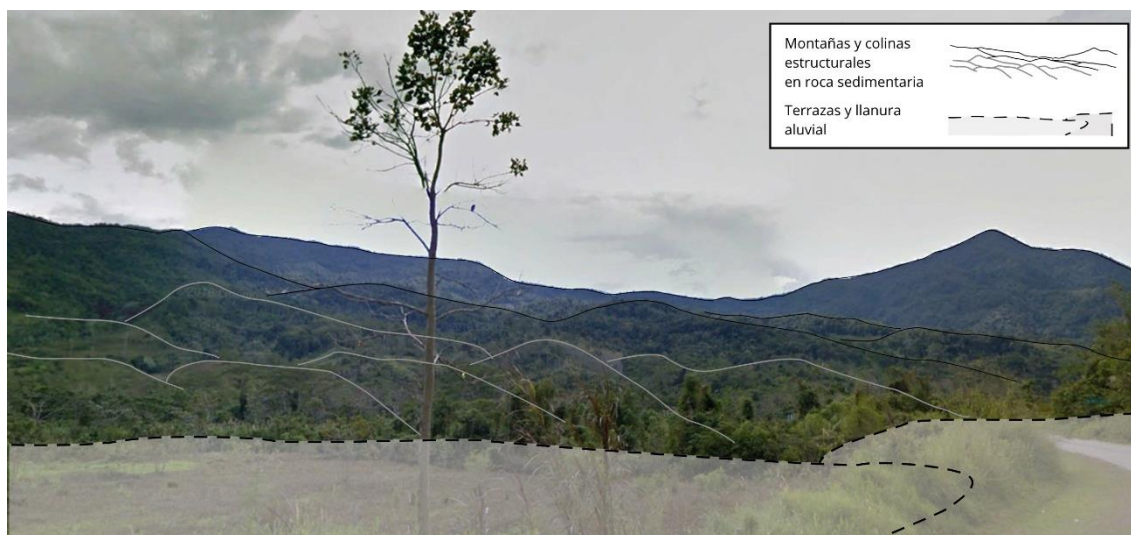


Figura 2. Relieve montañoso modelado rocas sedimentarias, llanura aluvial y terrazas al este de la localidad de San Juan de Cacazú. Foto de Google Street View 2013.

5. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología de la zona la conforman secuencias sedimentarias de la formación Sarayaquillo, Grupo Huayabamba, depósitos fluviales y aluviales (Monge *et al.*1996) (figura 4).

5.1. Formación Sarayaquillo

Aflora al norte de San Juan de Cacazú, en el flanco derecho de la quebrada Chivis (figura 3). Se encuentra en contacto con el Grupo Huayabamba a través de fallamiento inverso de rumbo NO-SE y buzamiento hacia el NE. Consiste en una secuencia de rocas continentales formadas por areniscas conglomerádicas rojas, lodolitas y limolitas. Morfológicamente esta formación presenta superficies suaves a manera de colinas y cerros bajos, genera suelos arcillosos rojizos susceptibles a la generación de deslizamientos (Monge *et al.*1996).



Figura 3. Formación Sarayaquillo y depósitos aluviales, al norte de San Juan de Cacazú.

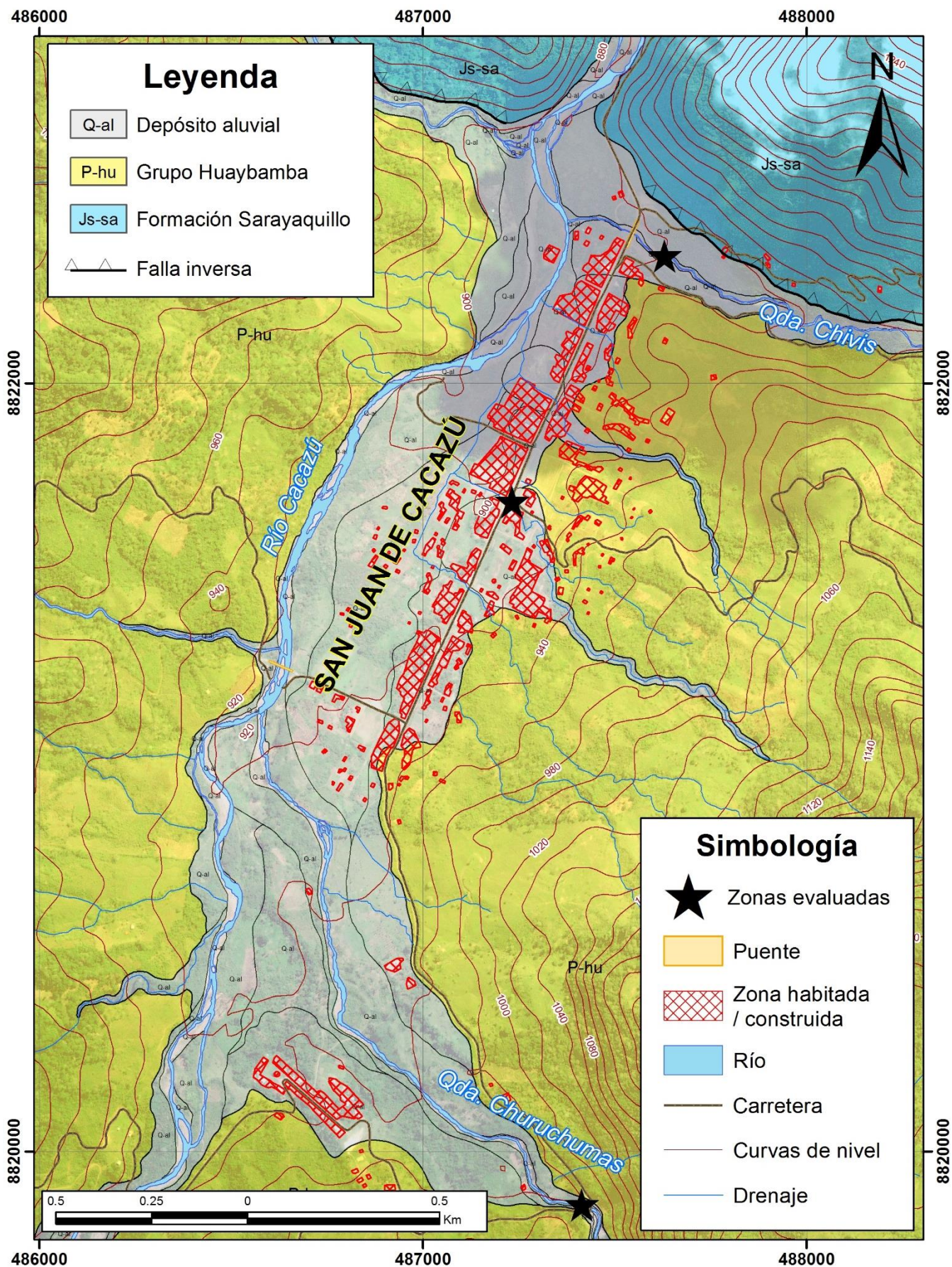


Figura 4. Mapa geológico de la zona de estudio. Modificado de Raymundo, T. y De la Cruz, O. (2003).

5.2. Grupo Huayabamba

Corresponde secuencias de capas rojas, conformado por una litología dominada por lodolitas en estratos medianos a gruesos, con intercalaciones de limolitas y areniscas (De la Cruz y Gómez 2017). Esta unidad se distribuye ampliamente en gran parte de la zona del estudio (figura 5).



Figura 5. Grupo Huayabamba y depósitos aluviales, al este de San Juan de Cacazú.
Foto de Google Street View 2013.

5.3. Depósitos aluviales

Se encuentran distribuidos en el fondo de valle de los ríos Cacazú, Churuchumas y Chivis y de sus quebradas tributarias. Lo conforman gravas y conglomerados polimícticos mal clasificados, unidos por una matriz arcillosa o arenosa (Monge et al.1996).

6. PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS

Los depósitos aluviales distribuidos en San Juan de Cacazú, evidencian la intensa actividad geodinámica de la zona. Asimismo, se observan rasgos del relieve mostrando las morfologías de continuos eventos pasados.

Las laderas aledañas a la localidad de San Juan de Cacazú presentan susceptibilidad de media a alta, a la ocurrencia de movimientos en masa. La zona baja de las quebradas Chivis, Churuchumas y la localidad de San Juan de Cacazú, presentan susceptibilidad de media a alta, ante inundaciones fluviales (INGEMMET 2010).

San Juan de Cacazú ha sido afectada continuamente por crecidas y flujos, principalmente en temporadas de lluvias. A finales del 2017, las fuertes precipitaciones generaron crecidas que afectaron la localidad. Las inundaciones generadas en las márgenes del río Cacazu son permanentes.

Los trabajos de campo permitieron identificar zonas de flujos antiguos, erosión fluvial e inundaciones y deslizamientos en San Juan de Cacazú (figura 6).

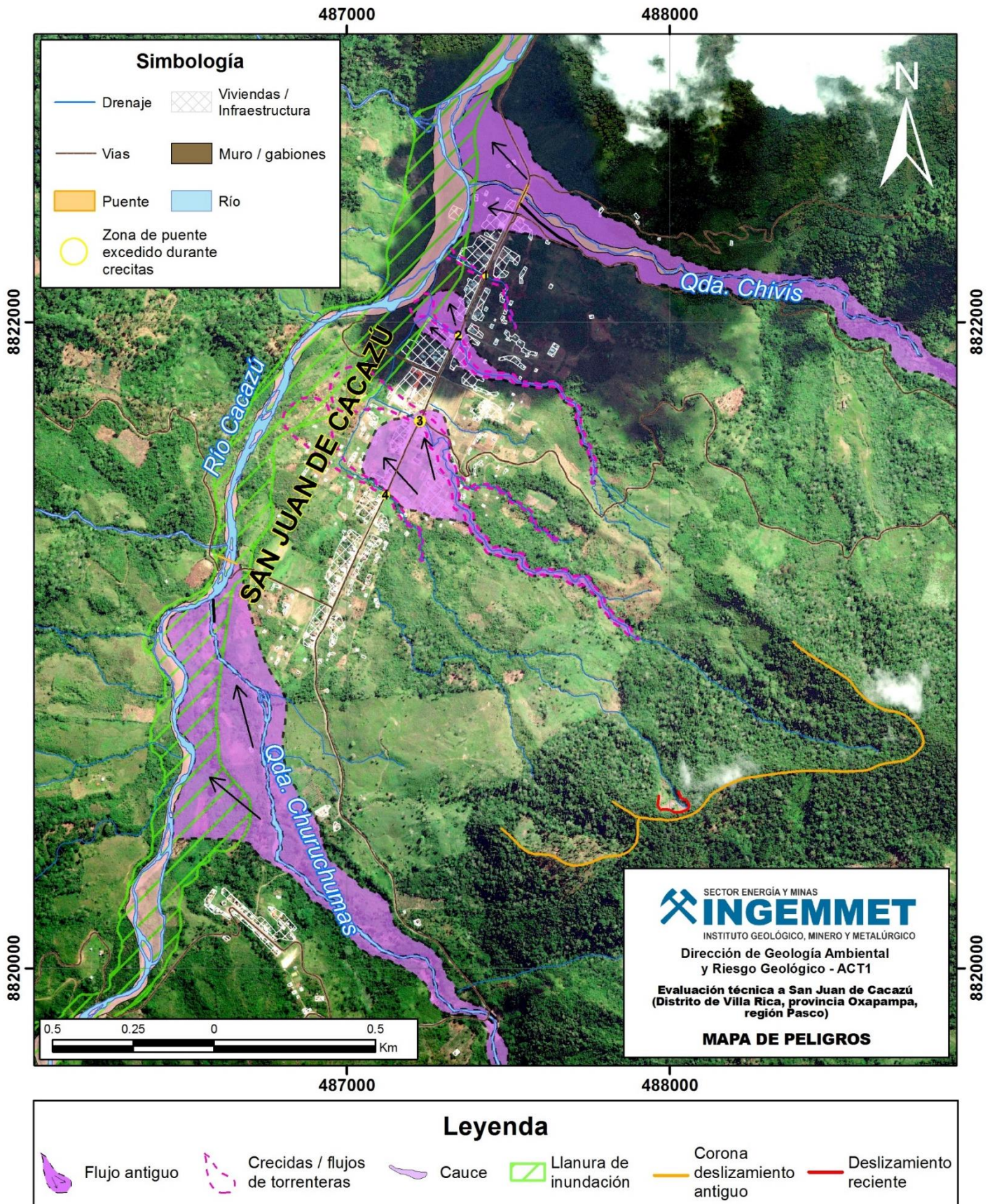


Figura 6. Mapa de peligros de Villa Rica - Barrio Industrial.

6.1. Erosión fluvial, crecidas y flujos de detritos

La **erosión fluvial** es el desprendimiento de material del lecho y flancos del río. La erosión comienza cuando la energía del flujo de agua excede la resistencia del material. (Robert 2003). La **erosión lateral** de un río erosiona su orilla; es decir, el río se amplía. Esto a menudo da lugar a problemas como la pérdida terrenos (Thorne *et al.* 1997).

Las **crecidas de detritos** son flujos muy rápidos de una crecida de agua que transporta una gran carga de detritos a lo largo de un canal (Hung *et al.*, 2001).

Los **flujos de detritos** (figura 7) son movimientos en masa que transcurren principalmente confinados a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos (PMA 2007).

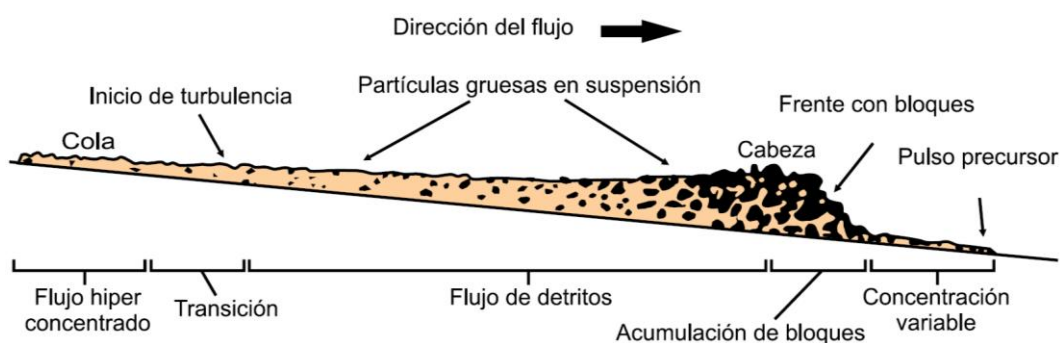


Figura 7. Corte esquemático típico de un flujo de detritos. Frente con bloques de un pulso del flujo de detritos (diagrama de Pierson, 1986, en PMA 2007).

Durante la época de lluvias, se generan crecidas y erosión fluvial de los ríos Churuchumas, Chivis y Cacazú. Los muros de contención construidos para contener estos eventos son constantemente erosionados.

6.1.1. Erosión fluvial en Sector puente quebrada Churuchumas

El muro de contención ubicado en la margen derecha del río Churuchumas, al sur del puente Bailey del mismo nombre (foto 1), se encuentra deteriorado por erosión fluvial. Los clastos movilizados en la zona tienen diámetros de hasta 2 metros. El muro fue construido dentro del cauce natural del río (figura 8). Las crecidas del río Churuchumas del año 2016, afectaron un gran tramo de la vía hacia San Juan de Cacazú.



Foto 1. Puente Churuchumas.



Figura 8. Defensas ribereñas tipo enrocado deterioradas por erosión fluvial, en la margen derecha del río Churuchumas.

6.1.2. Erosión fluvial en sector Quebrada Chivis

Las aguas del río Chivis discurren de SE a NO, al norte de San Juan de Cacazú. El muro de contención tipo enrocado está ubicado en su margen izquierda, al este del puente Chivis (figura 9). Dicho muro se encuentra deteriorado en algunos sectores y fue sobrepasado durante los eventos del año 2016, generándose inundaciones en esta zona de San Juan de Cacazú.

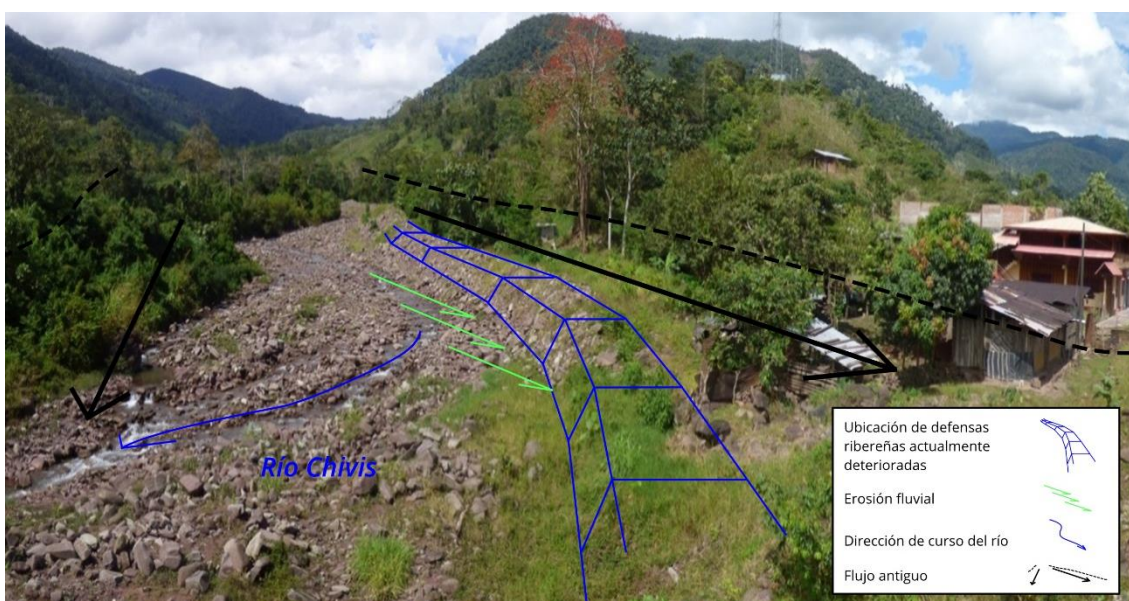


Figura 9. Defensas ribereñas tipo enrocado deterioradas por erosión fluvial y límites estimados de eventos antiguos, en la margen izquierda del río Chivis.

Durante los trabajos de campo se pudo observar la presencia de viviendas continuas al muro de contención, en la zona llanura de inundación del río Chivis. Estas viviendas serían arrasadas de generarse un flujo de detritos de gran magnitud (figura 10). Un evento mayor también podría generar un embalse en el puente, desviando material hacia la zona urbana de San Juan de Cacazú.



Figura 10. Defensas ribereñas tipo enrocado deterioradas por erosión fluvial, en la margen izquierda del río Churuchumas.

La geomorfología del lugar corresponde al cono de deyección de la quebrada Chivis. Cabe mencionar que los depósitos presentes en la zona evidencian la ocurrencia de grandes eventos pasados (figura 6), como el de 1982.

6.2. Inundaciones

Las **inundaciones fluviales o ribereñas** son procesos naturales que se producen periódicamente, ocupando y modelando llanuras en los valles de los ríos. Generalmente ocurren cuando se presentan lluvias excesivas durante un período de tiempo prolongado haciendo que un río exceda su capacidad (Maddox 2014). El agua excedente rebosa en las orillas y corre hacia tierras adyacentes bajas (Sen 2018).

6.2.1. Inundación río Cacazú

La zona oeste de San Juan de Cacazú es frecuentemente afectada por desbordes del río Cacazú (figura 11), los cuales generan inundación de terrenos y daños en infraestructura local.



Figura 11. Límite de inundación estimado, margen derecha del río Cacazú.

Durante la crecida del año 2016, la planta de tratamiento de aguas fue destruida por la crecida del río Cacazú (figura 12). Cabe mencionar que esta planta fue construida sin infraestructura de contención sobre una barra de grava del río Cacazú.



Figura 12. Planta de tratamiento destruida por crecida del río Cacazú. Foto INDECI - Villa Rica.

El río Cacazú muestra morfología anastomosada, con bancos de sedimentos que varían de 50 cm de diámetro promedio y detritos de hasta 2 m de diámetro en menor cantidad, distribuidos en sus márgenes y en barras entre corrientes trenzadas.

El análisis de imágenes satelitales permite diferenciar las migraciones del cauce del río Cacazú. La zona que se inunda continuamente pertenece a la llanura de inundación marcada por las líneas de avance de los cursos antiguos (figura 13).

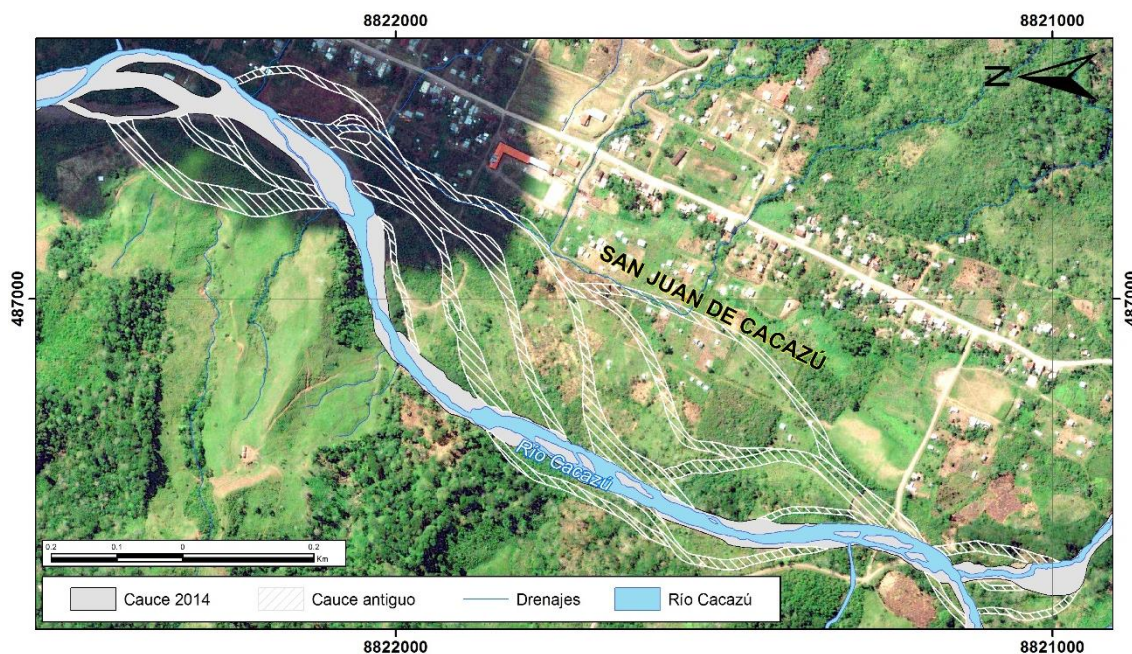


Figura 13. Migraciones del cauce del río Cacazú. Imagen base Google Earth 2014.

En la zona de afluencia del río Churuchumas al río Cacazú, se observó una depositación de gran cantidad de sedimentos, se tiene además, variaciones de cauces bien marcados. Estas observaciones evidencian la permanente dinámica de este sector. Cabe mencionar que en este sector se encuentra un muro de contención (figura 14) que protege los terrenos hacia el flanco de San Juan de Cacazu. El muro se encuentra deteriorado por las frecuentes crecidas.

Los trabajos de campo permitieron determinar que la defensa está construida sobre el lecho de río o cono de deyección de la desembocadura del río Churuchumas.



Figura 14. Defensas ribereñas tipo enrocado deterioradas por erosión fluvial, en la margen derecha del río Churuchumas, afluencia al río Cacazú.

6.2.2. Inundación riachuelos San Juan de Cacazú

De acuerdo a los reportes de INDECI, los años 2014, 2016, y 2017 la localidad de San Juan de Cacazú fue afectada por inundaciones generadas por los desbordes de los riachuelos (figura 6) que atraviesan la localidad, a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales.

El riachuelo 1 (figura 6) esta canalizado mediante alcantarillas de 1 m de diámetro (figuras 15 y 16), que cruzan un tramo de 5 m. de longitud, por debajo de la vía principal.



Figura 15. Zona urbana del barrio industrial destruida por el flujo de detritos de 1987. Foto INDECI - Villa Rica.

La inundación y ocurrencia de flujos en este sector comprometerían viviendas y la carretera. La zona presenta humedad hacia el lado norte. De acuerdo a los reportes de INDECI, esta zona se inundó a consecuencia de la obstrucción de la tubería de drenaje.



Figura 16. Zona urbana del barrio industrial destruida por el flujo de detritos de 1987.
 Foto INDECI - Villa Rica.

Las observaciones de campo evidenciaron la construcción de puentes peatonales precarios (figura 17) a ambos lados de la carretera. Estos puentes podrían actuar como diques de acumularse material durante algún evento de flujo.



Figura 17. Puentes peatonales construidos precariamente en la zona del riachuelo 1.

El riachuelo 2 está actualmente canalizado con 2 alcantarillas de 1 m de diámetro (figura 18), que cruzan por debajo de la vía principal.



Figura 18. Zona urbana del barrio industrial destruida por el flujo de detritos de 1987.
 Foto INDECI - Villa Rica.

La inundación y ocurrencia de flujos en este sector compromete viviendas cercanas a los márgenes del curso de agua y la carretera. De acuerdo a los reportes de INDECI, esta zona se inundada, también por la obstrucción de la tubería de drenaje.

El riachuelo 3 (figura 19) esta canalizado mediante una alcantarilla de aproximadamente 1 m de diámetro (foto 2), que pasa por debajo de la vía principal, en un tramo de 2 m. de longitud. La inundación y ocurrencia de flujos en este sector afectó viviendas, la carretera y la institución educativa.



Figura 19. Zona urbana del barrio industrial destruida por el flujo de detritos de 1987.
 Foto INDECI - Villa Rica.



Foto 2. Colegio afectado por inundaciones. Foto INDECI - Villa Rica.

El riachuelo 4 (figura 20) está canalizado mediante 2 alcantarillas de 1 m de diámetro, que pasan por debajo de la vía principal, en un tramo de 2.5 m. de longitud. La inundación y ocurrencia de flujos en este sector comprometerían viviendas cercanas a las márgenes del curso de agua y la carretera.



Figura 20. Zona urbana del barrio industrial destruida por el flujo de detritos de 1987.
Foto INDECI - Villa Rica.

Durante los trabajos de campo se observó que los cursos de agua no se encuentran canalizados en su trayecto. En las zonas de puentes, por el drenaje, los cauces se estrangulan.

En tiempos de lluvia extraordinaria, por el cauce de la torrentera se produce una extraordinaria carga de sedimentos y palizadas (restos de troncos de árboles) que llegan a obstruir las alcantarillas, esto dificulta el desfogue del material hacia el río, como consecuencia de ello se generan desbordes e inundaciones.

También debe mencionarse que la litología incompetente del Grupo Hayabamba, presente en todo San Juan de Cacazú (figura 4), es condicionante para la generación de movimientos en masa.

Se aprecia que la ladera del cerro muestra morfologías de deslizamientos antiguos por lo cual estarían presentes materiales inconsolidados propensos a ser movilizados durante eventos desencadenados por lluvias extraordinarias.

Los factores condicionantes y detonantes de estos eventos son:

Condicionantes:

- Procesos geodinámicos ligados a la morfogénesis de las llanuras de inundación y conos aluviales de los ríos Chivis, Churuchumas y Cacazú.
- Geomorfología de la cuenca de Cacazú.
- Dinámica fluvial de los ríos Chivis, Churuchumas y Cacazú.

Detonantes:

- Intensas precipitaciones pluviales.

6.3. Deslizamientos

Los **deslizamientos** son movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante (PMA 2007). En la zona se observan deslizamientos de tipo **rotacional** (PMA 2007) y **traslacional** (Cruden y Varnes, 1996) (Figura 21).

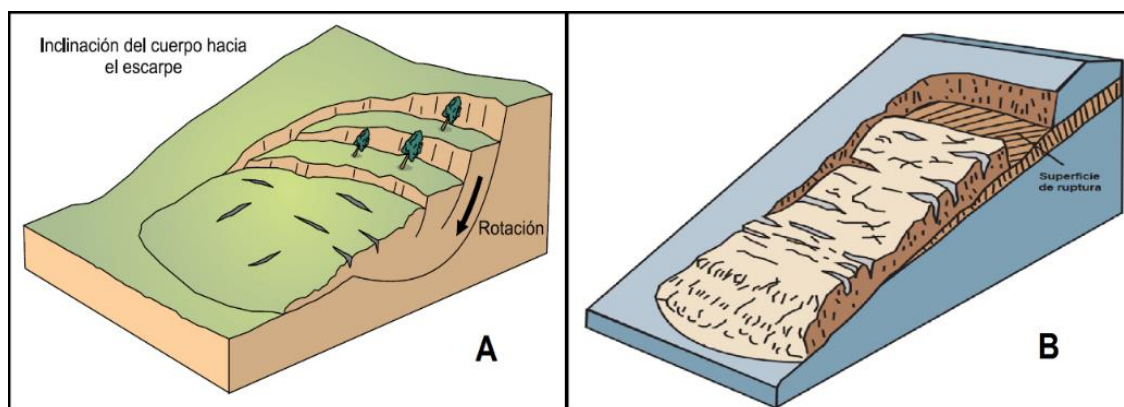


Figura 21. A. Esquema de deslizamiento rotacional (PMA 2007) B. Esquema de deslizamiento traslacional (USGS 2004).

Al este de la localidad de San Juan de Cacazú se observan rasgos de grandes deslizamientos antiguos (figura 22). Las coronas de estos eventos tienen una longitud aproximada de 1.5 km.

El flanco izquierdo de unos de los deslizamientos muestra una reactivación reciente de aproximadamente 150 m de corona. Los materiales inconsolidados presentes en esta zona podrían ser propensos a moverse ante la ocurrencia de lluvias extraordinarias.

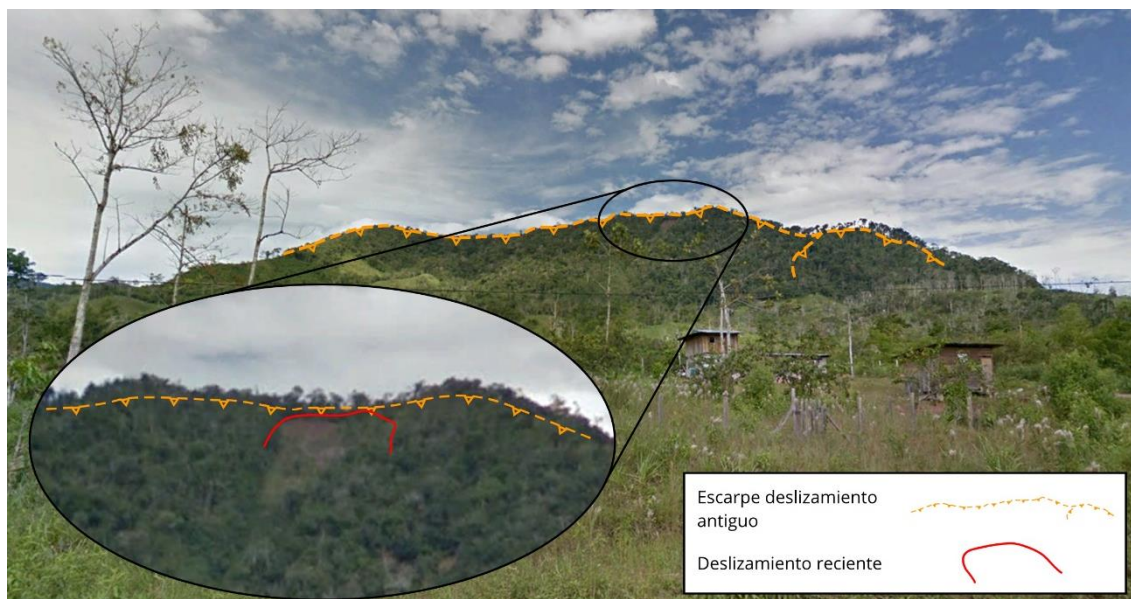


Figura 22. Corona de deslizamiento antiguo al este de San Juan de Cacazú.
 Foto de Google Street View 2013.

6.4. Análisis de flujos en la ladera oeste de San Juan de Cacazú

La ladera oeste del cerro ubicado al este de San Juan de Cacazú presenta morfologías de deslizamientos antiguos. Esta observación hace suponer la presencia de material coluvial poco consolidado en dicha zona, el cual podría moverse en forma de flujos (huaycos). La inestabilidad del sector se corrobora con la ocurrencia de un deslizamiento reciente ubicado en el flanco izquierdo de las coronas de deslizamientos antiguos (figuras 6 y 22).

A partir de estas observaciones se generó un escenario de flujo (figura 23) considerando material propenso a deslizarse y material inferido. El escenario demuestra que los cursos de agua son capaces de movilizar sedimentos a manera de flujos que llegarían a afectar la localidad de San Juan de Cacazú.

Cabe mencionar que se simula la activación de todas las quebradas con material inestable inferido, de manera simultánea. La trayectoria de los flujos se aplica a la activación individual de las quebradas. Debe mencionarse además, que el escenario replica la trayectoria de aguas de escorrentía superficial por precipitaciones pluviales.

La ocurrencia de flujos mayores, involucraría mayor cantidad de material inestable, el cual se movilizaría ante la ocurrencia de precipitaciones extraordinarias o fuertes sismos en épocas lluviosas.

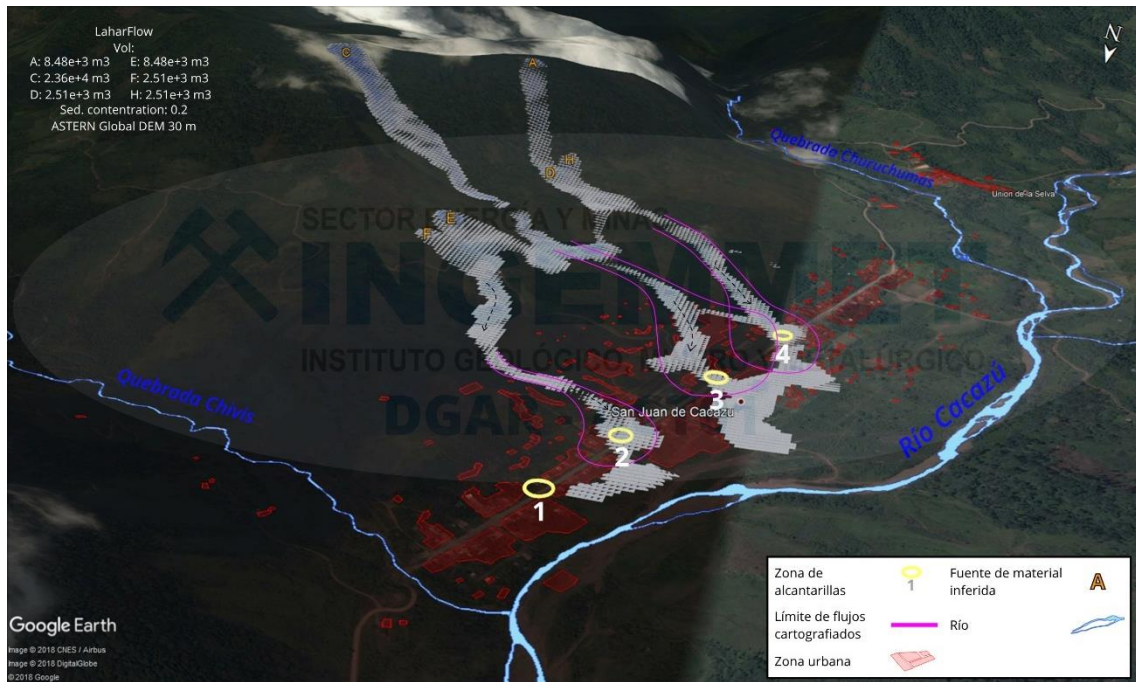


Figura 23. Escenario de flujo generado a partir de material inferido.

CONCLUSIONES

1. Geomorfológicamente la localidad de San Juan de Cacazú se encuentra asentada sobre terrazas y llanura aluvial y laderas de montañas estructurales en roca sedimentaria.
2. La geología de la zona, la constituyen afloramientos de las secuencias sedimentarias de la formación Sarayaquillo, Grupo Huayllabamba, contienen rocas de mala calidad (meteorizadas y fracturadas). Se tiene además depósitos aluviales constituidos de gravas escasos bloques de formas redondeadas, englobados en matriz arenosa.
3. La saturación de suelos se incrementa en época de lluvias (entre diciembre y marzo). Las precipitaciones pluviales intensas, generan incremento de caudales de los ríos Chivis, Churuchumas y Cacazú.
4. Las laderas aledañas a la localidad de San Juan de Cacazú presentan susceptibilidad de media a alta a la ocurrencia de movimientos en masa. La zona baja de las quebradas Chivis, Churuchumas y la localidad de San Juan de Cacazú, presentan susceptibilidad de media a alta, ante inundaciones fluviales. Los terrenos de alta susceptibilidad abarcan parte gran parte de la zona urbana de San Juan de Cacazú, Chacras, frutales y terrenos de otros usos.
5. Los ríos Chivis y Churuchumas exceden su cauce durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias. Estos ríos son contenidos con muros por sectores. Las crecidas transportan gran cantidad de sedimentos.
6. Los trabajos de campo permitieron identificar zonas de flujos, inundaciones, erosión fluvial y deslizamientos en la localidad de San Juan de Cacazú. Estos eventos se desencadenan con lluvias extraordinarias.
7. En los cauces de los ríos Chivis, Churuchumas y Cacazú, se encuentran fragmentos de roca de 0.5 a 2 m, de formas subredondeadas, lo que indica la capacidad de transporte que tienen los ríos.
8. La erosión fluvial afecta continuamente las defensas ribereñas de los sectores Puente Quebrada Churuchumas, el muro de contención del Puente Chivis y defensa ribereña de la afluencia río Churuchumas-Cacazú.
9. Las defensas ribereñas de los ríos Churuchumas y Chivis, se encuentran dentro de los cauces antiguos; por lo tanto, por la dinámica de los ríos, durante las crecidas, las estructuras van a ser afectadas. El año 2016 las crecidas de los ríos afectaron tramos carreteros y generaron inundaciones en San Juan de Cacazú.
10. El cauce del río Cacazú se comporta anastomosado, por ello que presenta varias direcciones, es variable. La crecida del año 2016 destruyó la planta de tratamiento de agua.
11. Las quebradas Churuchumas y Chivis mantienen evidencias geomorfológicas de grandes flujos de detritos antiguos.
12. La localidad de San Juan de Cacazú es frecuentemente afectada por inundaciones generadas por desbordes de los riachuelos que la atraviesan, a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales. El drenaje de los riachuelos que discurre por

la carretera principal, por lluvias extraordinarias, son excedidas en capacidad de carga, se obstruye el alcantarillado y ocasiona la inundación hacia la zona urbana. Los riachuelos no se encuentran canalizados.

13. Al este de la localidad de San Juan de Cacazú se observó rasgos de grandes deslizamientos antiguos. La zona del flanco izquierdo de estos deslizamientos muestran una reactivación reciente, se tiene una corona con longitud de 150 m. Los materiales inconsolidados del lugar serían propensos a moverse ante la ocurrencia de lluvias extraordinarias.
14. Por las condiciones actuales y debido a la intensa actividad geodinámica, se considera a la localidad de San Juan de Cacazú como **Zona Crítica de muy Alto Peligro por movimientos en masa e inundaciones, de Peligro Inminente**, ante la ocurrencia de lluvias intensas.

RECOMENDACIONES

1. Descolmatar los cauces de los ríos Cacazú, Chivis y Churuchumas periódicamente.
2. Para la construcción de los muros de contención de los ríos Churuchumas y Chivis, se deben tener en cuenta la cantidad y dimensiones de los materiales movilizados por los ríos. Es necesario la construcción de muros de contención con espigones u otras soluciones geotécnicas adecuadas.
3. Debe reubicarse las viviendas y evitar la construcción de nuevas edificaciones en la zona de inundación del río Cacazú. Además debe construirse obras de contención para evitar desbordes del río Cacazú. Se sugiere la construcción de muros de contención diseñados para inundaciones, evitando invadir los cauces naturales de los ríos.
4. La planta de tratamiento de agua, debe reubicarse, porque en la actualidad se encuentra en el cauce del río.
5. Los drenajes de los riachuelos que cruzan el poblado y la carretera, deben ser canalizados adecuadamente, respetar sus cauces.
6. Las márgenes de los riachuelos canalizados deben ser arborizadas.
7. Debe ampliarse las dimensiones de las alcantarillas que pasan por debajo de la vía principal o remplazarlas por puentes, para evitar que en tiempos de crecidas extraordinaria se obstruyan y generen inundaciones.
8. Es recomendable cambiar los usos de suelo de las zonas aledañas a los muros, por bosques, seguidos de zonas recreativas, parques u otros, que no expongan vidas humanas. En estas zonas no son aptas para viviendas o infraestructura de uso comunal.
9. Implementar sistemas de alerta y monitoreo ante inundaciones y flujos en las quebradas Chivis, Churuchumas, río Cacazú, riachuelos de San Juan de Cacazu y en otras zonas con problemas geodinámicos recientes y antiguos, que permitan alertar a la población ante la ocurrencia de nuevos eventos.
10. Debe reforestarse los alrededores de la zona urbana de San Juan de Cacazu, con la finalidad de darle un mejor estabilidad.
11. Desarrollar un plan de crecimiento urbano, hacia zona seguras.

REFERENCIAS

- Cruden, D.M., Varnes, D.J., 1996, Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36–75.
- De la Cruz, O. y Gómez, D. (2017) - “Evaluación de Peligros Geológicos en el Sector Villa Oyón”, Informe Técnico, Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos, 21p.
- 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.
- Hungr, O., Evans, S.G., Bovis, M., y Hutchinson, J.N., 2001, Review of the classification of landslides of the flow type: Environmental and Engineering Geoscience, v. 7, p. 22–238.
- Maddox, I. 2014 - Three Common Types of Flood Explained, Blog web, <http://www.intermap.com/risks-of-hazard-blog/three-common-types-of-flood-explained>.
- Monge, R., León, W. & Chacón, N. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced. Hojas 21-m, 22-I, 22-m, 23-m, 1 : 100 000 INGEMMET, Boletín, Serie A: 78, 151p.
- Palacios, F. 2010 - Estudio definitivo de los puentes Yunculmas, Puellas y Chivis y Accesos, Provias Nacional, MITRAM, Consultor Consorcio Tres Puentes, 418 p.
- Pierson, T.C., 1986, Flow behaviour of channelized debris flows, Mount St. Helen’s, Washington, en Abrahams, A.D., ed., Hillslope processes: Boston, Allen and Unwin p. 269–296.
- 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.
- Raymundo, T. y De la Cruz, O. (2003) - Mapa geológico del cuadrángulo de Oxapampa (Actualizado), Hoja 22-m, 1 : 100 000. INGEMMET, Dirección de Geología Regional, Carta geológica Nacional.
- Robert, A., 2003, River processes - An introduction to fluvial dynamics: London, Arnold, 214 p. http://www.geo.fu-berlin.de/en/v/iwm-network/learning_content/environmental_background/fluvial_processes/fluvial_erosion/index.html
- Sen, D. 2018 - What Is a River Flood?, Blog web, <https://sciencing.com/about-6310709-river-flood-.html>.
- Thorne, C.R.; Hey, R.D. and Newson, M.D. (1997): Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management. Chichester. http://www.geo.fu-berlin.de/en/v/iwm-network/learning_content/environmental_background/fluvial_processes/fluvial_erosion/index.html

- USGS 2004 - Landslide Types and Processes, U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey, <https://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/pdf/fs2004-3072.pdf>
- Vilchez, M., Luque, G. & Rosado, M. (2013) – Estudio de riesgo geológico en la región Piura. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 52, 250 p., 9 mapas.