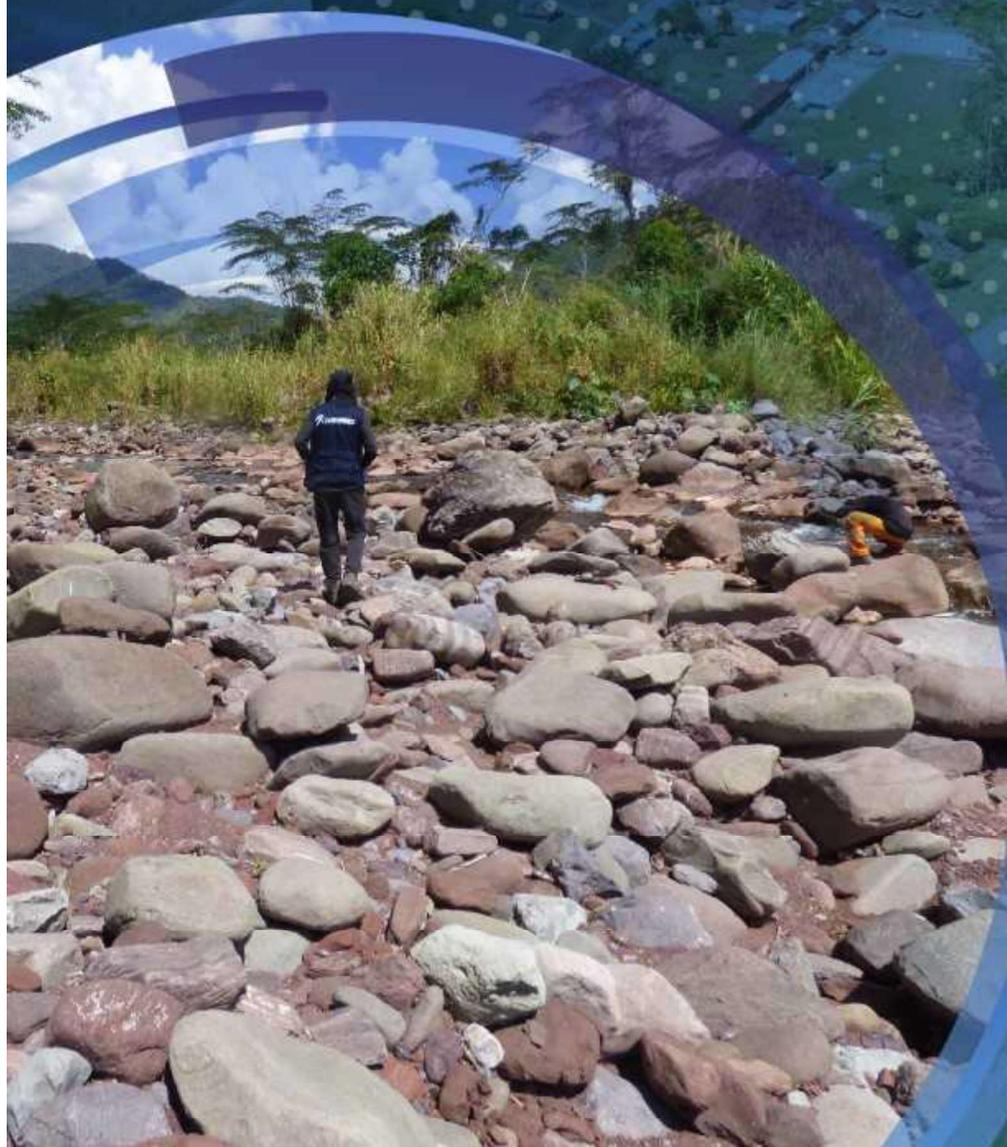


Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

Opinión Técnica N° 9-2023

EVALUACIÓN DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO SAN JUAN DE CACAZÚ

Departamento Pasco
Provincia Oxapampa
Distrito Villa Rica



Noviembre
2023

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..... | 6 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 9 |
| 6. RECOMENDACIONES..... | 10 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA..... | 11 |
| ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS Y FIGURAS..... | 12 |
| ANEXO 2: MAPAS..... | 20 |

OPINIÓN TÉCNICA

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO SAN JUAN DE CACAZÚ

Distrito Villa Rica, provincia Oxapampa, 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 de la Municipalidad Distrital de Villa Rica, provincia Oxapampa y departamento Pasco, según el Oficio N° 072-2023-MDVR/A, es en el marco de nuestras competencias que se realizó una evaluación geológica y de peligros geológicos del centro poblado San Juan de Cacazú.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los Ingenieros Segundo Núñez Juárez, Gonzalo Luna Guillen, y Bach. Freddy Córdova Castro, realizar dicha evaluación de peligros geológicos. Los trabajos de campo se efectuaron el 23 de junio del 2023, se ejecutaron coordinaciones con representantes de la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad Distrital de Villa Rica y el representante del C.P. San Juan de Cacazú, quienes designaron a dos representantes que acompañaron la inspección.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET y los datos obtenidos durante los trabajos de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres, levantamiento fotogramétrico con dron con el fin de observar mejor el área evaluada), cartografiado geológico y geodinámico. Toda la información recopilada se usó en la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad distrital de Villa Rica, gobierno local del C.P. San Juan de Cacazú, entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

2. UBICACIÓN

El centro poblado San Juan de Cacazú, políticamente pertenece al distrito de Villa Rica, al noreste de la ciudad Villa Rica, provincia de Oxapampa, departamento Pasco (Figura 1) a 870 m.s.n.m.

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 | 486276.72 | 8821073.16 | -10.664867° | -75.1254809° |
| 2 | 487066.84 | 8820717.35 | -10.668088° | -75.1182575° |
| 3 | 487872.66 | 8822433.77 | -10.652567° | -75.1108837° |
| 4 | 487137.18 | 8822726.96 | -10.649913° | -75.1176074° |
| COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL | | | | |
| <i>Coordenada principal</i> | 487100.67 | 8821770.32 | -10.658564° | -75.1179445° |

2.1 Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas (INEI, 2018), el centro poblado San Juna de Cacazú tiene una población censada de 672 habitantes, distribuidos en un total de 276 viviendas particulares.

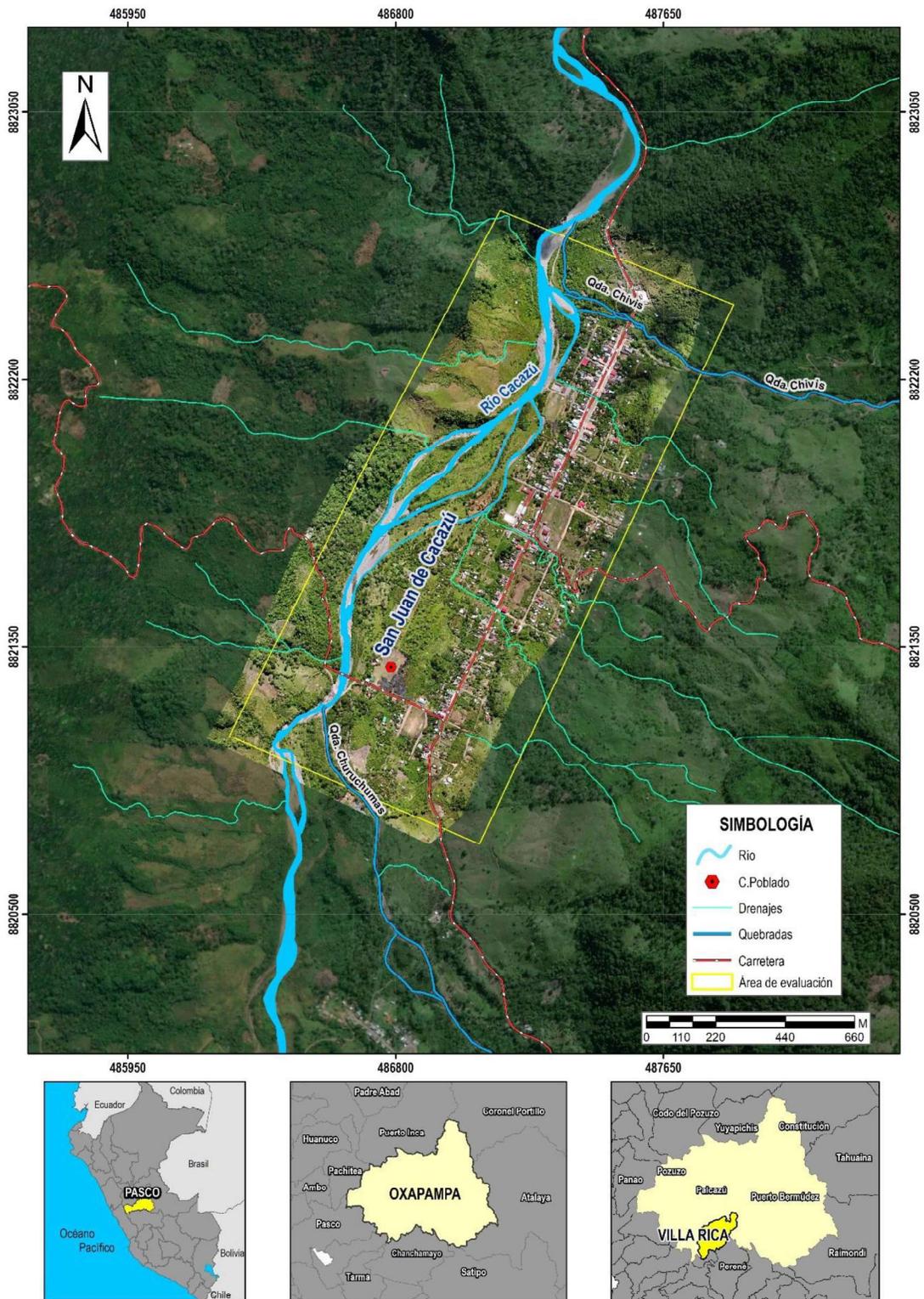


Figura 1. Ubicación del centro poblado de San Juan de Cacazú, distrito de Villa Rica, provincia Oxapampa y departamento de Pasco.

2.2 Accesibilidad

El acceso a la zona de estudio se realizó por vía terrestre desde la oficina central de INGEMMET en Lima, hasta el Centro poblado de San Juan de Cacazú (Pasco), siguiendo ruta Lima - La Oroya - La Merced - Villa Rica – San Juan de Cacazú (tabla 2).

Tabla 2. Ruta de acceso.

| Ruta | Tipo de vía | Distancia (km) | Tiempo estimado |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|
| Lima – La Oroya | Asfaltada | 186 | 5 horas 5 min |
| La Oroya - La Merced | Asfaltada | 129 | 2 horas 46 min |
| La Merced - Villa Rica | Asfaltada | 74.4 | 1 horas 47 min |
| Villa Rica – San Juan de Cacazú | Asfaltada/Trocha carrozable | 37.6 | 1 horas 11 min |

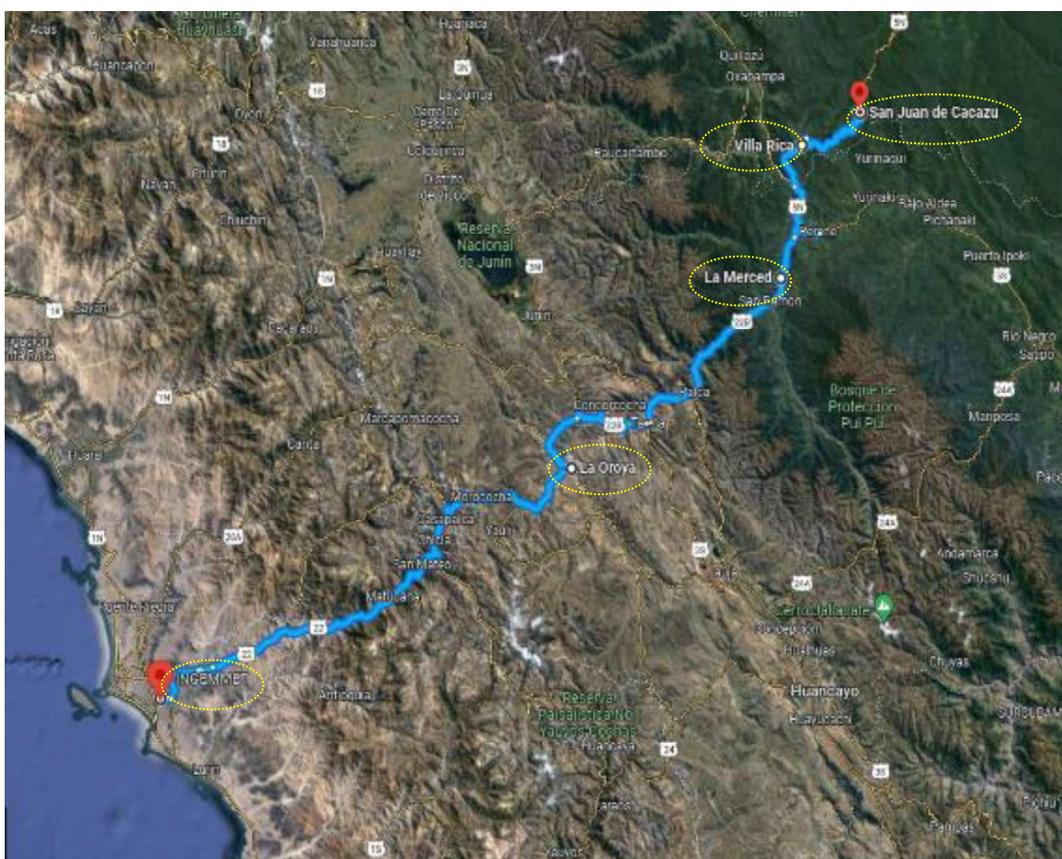


Figura 2. Ruta de acceso: INGEMMET – La Oroya - La Merced – Villa Rica - San Juan de Cacazú. **Fuente:** Google Maps

2.3 Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), la zona de estudio en el centro poblado San Juan de Cacazú posee un clima lluvioso con humedad abundante, templado (B (r) B') con una temperatura máxima promedio entre 25°C a 29°C, una temperatura mínima promedio entre 11°C y 17°C y las precipitaciones anuales pueden variar entre 1200 mm a 3000 mm aproximadamente.

3. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES

Existen trabajos previos y publicaciones elaborados por el INGEMMET, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), se destacan los siguientes:

- A) Informe técnico N°A6858 “Evaluación de peligros geológicos de San Juan de Cacazú” (Nuñez & Albinez, 2018). Se identificaron zonas de flujos, inundaciones, erosión fluvial y deslizamientos. Se reconocen que los ríos Chivis y Churuchumas exceden su cauce durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias. Asimismo, las laderas aledañas al C.P de San Juan de Cacazú presentan susceptibilidad de media a alta a la ocurrencia de movimientos en masa. Se reconoció también que la zona baja de las quebradas Chivis, Churuchumas y el centro poblado, presentan **Susceptibilidad Media a Alta**, ante inundaciones fluviales.
- B) Boletín N° 73, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro Geológico en la región Pasco”. Este contiene el inventario de peligros geológicos en la región Pasco, en el cual se registra un total de 980 eventos distribuidos en: (75.4%); peligros geohidrológicos (14.5%) y otros peligros geológicos (10.1%). Asimismo, de acuerdo con el mapa regional de susceptibilidad a inundaciones y erosión fluvial a escala 1:500 000, se evidencia que el C.P San Juan de Cacazú se encuentran en zonas de **Susceptibilidad Media y Alta**.

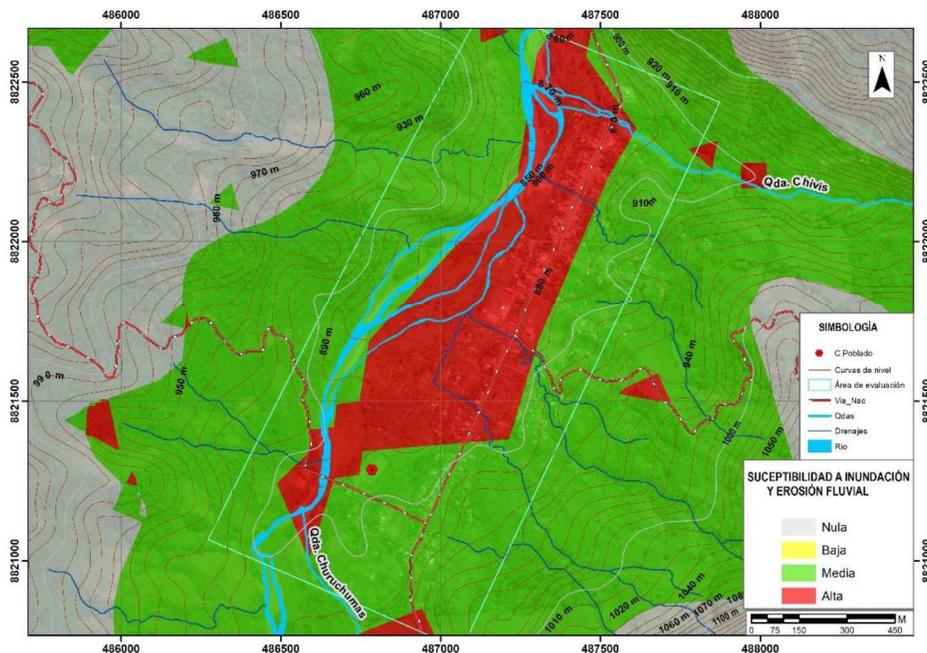


Figura 3: Mapa de Susceptibilidad a inundación y erosión fluvial de San Juan de Cacazú. Fuente: Luque, et al., (2020).

- C) 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 se ubica en la Zona 2, determinándose aceleraciones de 0.25 g. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Este factor se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. (DS No. 003-2016-VIVIENDA).

- D) Boletín N° 78, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced” (Monge et al 1996). Describen las unidades litoestratigráficas aflorantes en la zona de estudio y alrededores que corresponde principalmente a: Formación Sarayaquillo que aflora al norte de San Juan de Cacazú, en el flanco derecho de la quebrada Chivis. El Grupo Huayabamba que presenta capas rojas, con una litología dominada por lodolitas en estratos medianos a gruesos, con intercalaciones de limolitas y areniscas. Depósitos aluviales que encuentran distribuidos en el fondo de valle de los ríos Cacazú, Churuchumas y Chivis y de sus quebradas tributarias, que lo conforman gravas y conglomerados polimícticos, unidos por una matriz arcillosa o arenosa.

4. ANÁLISIS

4.1 Geología

En el área evaluada hacia el norte del C.P San Juan de Cacazú, en el flanco derecho de la quebrada Chivis, afloran areniscas conglomerádicas rojas que contienen litoclastos de plutonitas graníticas con bordes subredondeados, envueltas en una matriz arcillosa de color púrpura correspondiente a la Formación Sarayaquillo, dichas capas rojas son interpretadas de ambiente continental de alta energía, con desarrollo de canales anastomosados, llanuras de inundación y amplias playas con presencia de corrientes. (León, W.; Chumpitaz, M. & Fabián, C. 2022)

Hacia el noreste se presentan rocas calizas fosilíferas de color gris amarillento, en estratos delgados, con niveles de calizas arenosas y margas, hacia la parte superior, que corresponden a la Formación Chonta.

Hacia el sur se caracteriza por la presencia de afloramientos de capas rojas compuestos por lodolitas pardo-rojizas y violáceas en estratos delgados y capas de arcosas con intercalaciones de limoarcillitas rojas de la Formación Yahuarango. (León, W.; Chumpitaz, M. & Fabián, C. 2022).

En general las rocas se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas. Los depósitos aluviales se encuentran distribuidos en el fondo de valle de los ríos Cacazú, Churuchumas y Chivis y de sus quebradas tributarias, conformadas por gravas y conglomerados polimícticos mal clasificados, unidos por una matriz arcillosa o arenosa (Monge et al.1996).

Se evidencian también depósitos proluviales antiguos en la margen derecha del río Churuchumas cercanos al AA. HH. Miraflores, proveniente del material detrítico suelto transportado por los flujos de detritos, que perdieron su estabilidad y se movilizaron torrente abajo, el material se caracteriza por ser heterométrico, mal clasificado, subredondeados a subangulosos, englobados en una matriz fina (areno-limoso).

Asimismo, al oeste y sureste del centro poblado, el terreno se encuentra coberturado por depósitos coluvio-deluviales, poco consolidados, producto de la meteorización de las rocas, acción de la gravedad y las aguas de escorrentía. Estos depósitos están

compuestos por fragmentos líticos, anguloso a subangulosos envueltos en una matriz limo-arcilloso. También se tienen depósitos poroso no consolidados conformados por bloques, cantos, gravas y arena proveniente de la corriente del río Cacazú que corresponde a depósitos fluviales.

4.2 Geomorfología

Geomorfológicamente las zonas altas del área evaluada se encuentran conformadas por montañas estructurales en roca sedimentaria (RM-rs) que corresponden a afloramientos donde el drenaje es paralelo y su disposición está controlada por pliegues y fallas, además, las laderas de estas montañas presentan pendientes (controladas por los buzamientos de las capas) de fuertes a muy fuertes (15°-45°).

La mayor parte de la zona urbana de San Juan de Cacazú se encuentra emplazado sobre dos subunidades:

- a) Terrazas aluviales, dispuestas en los márgenes de la llanura de inundación o del lecho principal del río y que a mayor altura representan niveles antiguos de sedimentación fluvial
- b) Llanura de inundación, esta unidad constituye terrenos adyacentes a los fondos de valles principales y el mismo curso fluvial (que generan la geoforma de terraza fluvial) y están sujetas a inundaciones recurrentes, ya sean estacionales o excepcionales. Por esta razón la zona oeste de San Juan de Cacazú es frecuentemente afectada por desbordes del río Cacazú, el cual, generan inundaciones de terrenos y daños en la infraestructura local.

Al oeste y sureste en las laderas de las montañas, se localizan vertientes coluvio-deluviales, correspondientes a depósitos inconsolidados formados por procesos de erosión de suelo, gravedad, lluvias, viento y aguas de escorrentía susceptible a sufrir procesos geodinámicos como deslizamientos y derrumbes.

En la margen derecha del río Churuchumas cercanos al AA. HH. Miraflores se observa un piedemonte aluvio-torrencial antiguo formado por la acumulación de sedimentos acarreados por corrientes de agua estacionales y de carácter excepcional, esta geoforma es susceptible a flujos de detritos que desembocan próximos al mencionado río, se distinguen bloques con diámetros de hasta 1.5 m, producto del acarreo de los flujos.

4.3 Datos históricos

Los depósitos aluviales y proluviales distribuidos en San Juan de Cacazú, evidencian la intensa actividad geodinámica de la zona. Se observan rasgos del relieve mostrando morfologías de continuos eventos pasados. Mediante puntos de control GPS se presentan sectores localizados en donde se evidencia constancia de la erosión fluvial principalmente de los ríos Cacazú y Churuchumas (Figura 6).

En el punto (E: 487289, N: 8822223), se observa una defensa ribereña (enrocado) destruida por erosión fluvial de la margen derecha del río Cacazú (Figura 7). En el lugar de la erosión del enrocado se ha formado un islote en forma de medialuna lenticular, en este mismo punto, en el año 2019 las aguas del río Cacazú invadieron el campo deportivo en una longitud de 10m por el brazo de su margen derecha. Actualmente el ancho en este punto es de 20m. Dicho campo deportivo también fue invadido en el punto (E: 487255, N: 8822101), aumentando el ancho del brazo de 6 a 10 m. Hasta la fecha de evaluación, la erosión continúa (Figura 8). Durante la crecida del año 2016, la planta de tratamiento de aguas servidas fue destruida por la crecida del río Cacazú. Cabe mencionar que esta planta fue construida sin infraestructura de contención sobre una barra de graba del río Cacazú (Nuñez & Albinez, 2018)

En los años 2014, 2016 y 2019 se produjeron inundaciones por la parte sur del estadio del Asentamiento Humano Miraflores. Las inundaciones afectaron viviendas que se desplazaron aproximadamente 5m de su posición inicial. Actualmente dichas casas se encuentran abandonadas (Fotografía 2). En el punto (E486595 N8821085) se tiene un depósito de tipo proluvial proveniente del río Churuchumas con presencia de bloques de 0.9 m a 1.2m aproximadamente y con origen en un cauce antiguo del río Churuchumas (Fotografía 3). Por otro lado, en el trayecto de la quebrada Churuchumas de punto (E:486641, N:8821026), se produjo un flujo de detritos antiguo con presencia de bloques de hasta 1.5m de diámetro de formas redondeados a subredondeados acarreados de la parte Este de la quebrada (Figura 13).

4.4 Hidrología

El río Cacazú, en concordancia (Nuñez & Albinez, 2018), presenta morfología anastomosada, con bancos de sedimentos que varían de 50 cm de diámetro promedio y detritos de hasta 2m de diámetro en menor cantidad. La observación de cauces abandonados en campo (Figura 9) y los 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 10)

Las aguas del río Chivis discurren de SE a NO, al norte de San Juan de Cacazú. Un muro de contención tipo enrocado está ubicado en su margen izquierda, al este del puente Chivis. Dicho muro se encuentra deteriorado en algunos sectores y fue sobrepasado durante los eventos del año 2016, generándose inundaciones (Nuñez & Albinez, 2018). Actualmente el muro de contención permanece deteriorado cubierto con vegetación y el cauce del río, parcialmente colmatado con presencia de materiales redondeados a subredondeados de 0.5m a 1.2m de diámetro aproximadamente. La presencia de viviendas continuas al muro de contención (cubierto por la vegetación), serían destruidas de generarse un flujo de detritos de gran magnitud (Figura 11). Un evento mayor también podría generar un embalse en el puente, desviando material hacia la zona urbana de San Juan de Cacazú.

Se evidencia también, colmatación en varias partes de la trayectoria de los ríos Churuchumas y Cacazú. En la desembocadura del río Churuchumas de cauce 20m al Cacazú de cauce 30m, los bloques presentan tamaños hasta de 1m de formas redondeados a subredondeados (fotografía1). En el punto (E486848; N8821758), se observa una terraza proluvial, con presencia de bloques de hasta 1.5 m de formas subredondeados a subangulosas de naturaleza areniscosa. (Figura 12).

Por último, según (Nuñez & Albinez, 2018), las observaciones realizadas en campo mediante sobrevuelo con DRON se observaron deslizamientos antiguos tanto en la parte este y oeste. Observaron coronas de longitudes aproximadas de 1.5 km.

Se apreció también un deslizamiento reactivado que se evidencia claramente por la remoción del material en la ladera de la montaña en la parte este, con una corona de 150 m aproximadamente, la cual no ha afectado directamente a la población. Sin embargo, los materiales no consolidados presentes en esta zona podrían ser propensos a moverse ante la ocurrencia de lluvias extraordinarias.

5. CONCLUSIONES

1. Se tienen afloramientos de secuencias sedimentarias de las formaciones Sarayaquillo, Chonta y Yahuarango, conformadas por rocas de mala calidad por su estado de meteorización y fracturamiento. Depósitos aluviales constituidos por bloques de formas redondeadas a subredondeados y proluviales que muestran una alta dinámica fluvial.
2. Geomorfológicamente la localidad de San Juan de Cacazú se encuentra asentada sobre terraza aluvial, llanura de inundación y presencia de montañas estructurales en roca sedimentaria con capacidad de producir deslizamiento dadas las condiciones.
3. La saturación de suelos se incrementa en los meses de noviembre a marzo producto de las precipitaciones pluviales intensas, lo cual genera incremento de caudales de los ríos Chivis, Churuchumas y Cacazú.
4. De acuerdo con (Nuñez & Albinez, 2018). 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.
5. San Juan de Cacazú presenta zonas de flujos, inundaciones, erosión fluvial y deslizamientos. Estos eventos se desencadenan con lluvias extraordinarias. Actualmente los ríos presentan sectores con altos grados de colmatación lo que indica la gran capacidad de transporte que presentan, a esto se suman las defensas ribereñas afectadas y/o destruidas.
6. Se observaron rasgos de grandes deslizamientos antiguos y uno en reactivación. Los materiales inconsolidados del lugar serían propensos a moverse ante la ocurrencia de lluvias extraordinarias.
7. Las quebradas Churuchumas y Chivis presentan evidencias geomorfológicas de grandes flujos de detritos antiguos. Por las condiciones ya descritas, se considera a San Juan de Cacazú como **Zona Crítica y de Alto Peligro** a movimientos en masa e inundaciones teniendo como principal factor desencadenante a las precipitaciones sean estas de carácter estacional o excepcionales.

6. RECOMENDACIONES

1. Descolmatar los cauces de los ríos Cacazú, Chivis y Churuchumas de forma constante, así como delimitar y respetar las fajas marginales. Los drenajes de los riachuelos que cruzan el poblado y la carretera deben ser canalizados adecuadamente y respetar sus cauces.
2. Para la construcción de los muros de contención deben dimensionarse los materiales movilizados por los ríos. Es necesario la construcción de muros de contención con espigones u otras soluciones geotécnicas adecuadas.
3. Deben reubicarse las viviendas que se encuentren sobre las fajas marginales y evitar la construcción de nuevas edificaciones en la zona de inundación de los ríos Chivis, Churuchumas y Cacazú. Además, debe construirse obras de contención para evitar desbordes del río Cacazú.
4. Implementar sistemas de alerta y monitoreo ante inundaciones y flujos en las quebradas Chivis, Churuchumas y ante el incremento del caudal del río Cacazú.
5. Desarrollar un plan de crecimiento urbano, hacia zona seguras.
6. Realizar un EVAR por inundación.



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



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

7. BIBLIOGRAFÍA

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 (2022). Evaluación de peligros geológicos de San Juan de Cacazú. Región Pasco, provincia Oxapampa, distrito Villa Rica, paraje San Juan de Cacazú. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N°A6858, 34p. Disponible en: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1969>

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.

León, W.; Chumpitaz, M. & Fabián, C. (2022). Actualización de la cartografía geológica de 50 hojas a escala 1: 50 000 de la faja subandina y de la costa (bloques Ene, Pachitea, Ucayali Sur, Madre de Dios y Costa Central). INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000), 44, 73 p., 50 mapas.

Monge, R.; León, W. & Chacón, N. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced. Hojas: 21-m, 22-l, 22-m, 23-m. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 78, 183 p. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/201>

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.

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. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>

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.

Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS Y FIGURAS

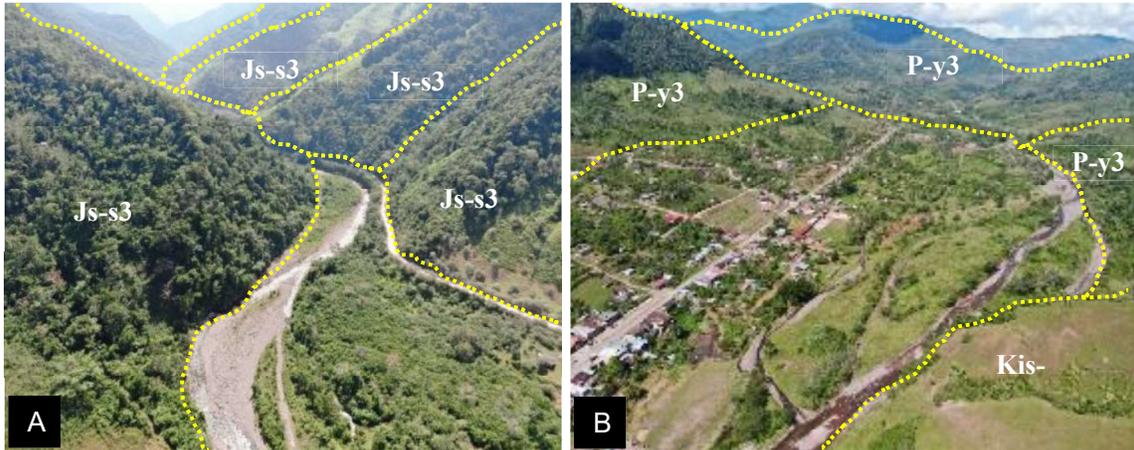


Figura 4: **A.** Se observa la Formación Sarayaquillo (Js-s3), conformado por areniscas conglomerádicas rojas que contienen litoclastos de plutonitas graníticas con bordes subredondeados, envueltas en una matriz arcillosa de color púrpura. **B.** La Formación Yahuarango (P-y3) de composición caracterizada por la presencia de afloramientos de capas rojas compuestos por lodolitas pardo-rojizas y violáceas en estratos delgados y capas de arcosas con intercalaciones de limoarcillitas rojas. Formación Chonta (Kis-ch3), de composición calizas fosilíferas de color gris amarillento, en estratos delgados, con niveles de calizas arenosas y margas.



Figura 5: Vista 3D del centro poblado San Juan de Cacazú y sus alrededores, se pueden observar las formaciones Sarayaquillo, la Formación Yahuarango y la Formación Chonta. Se observa la extensión del río Cacazú y las desembocaduras de los ríos Chivis y Churuchumas.

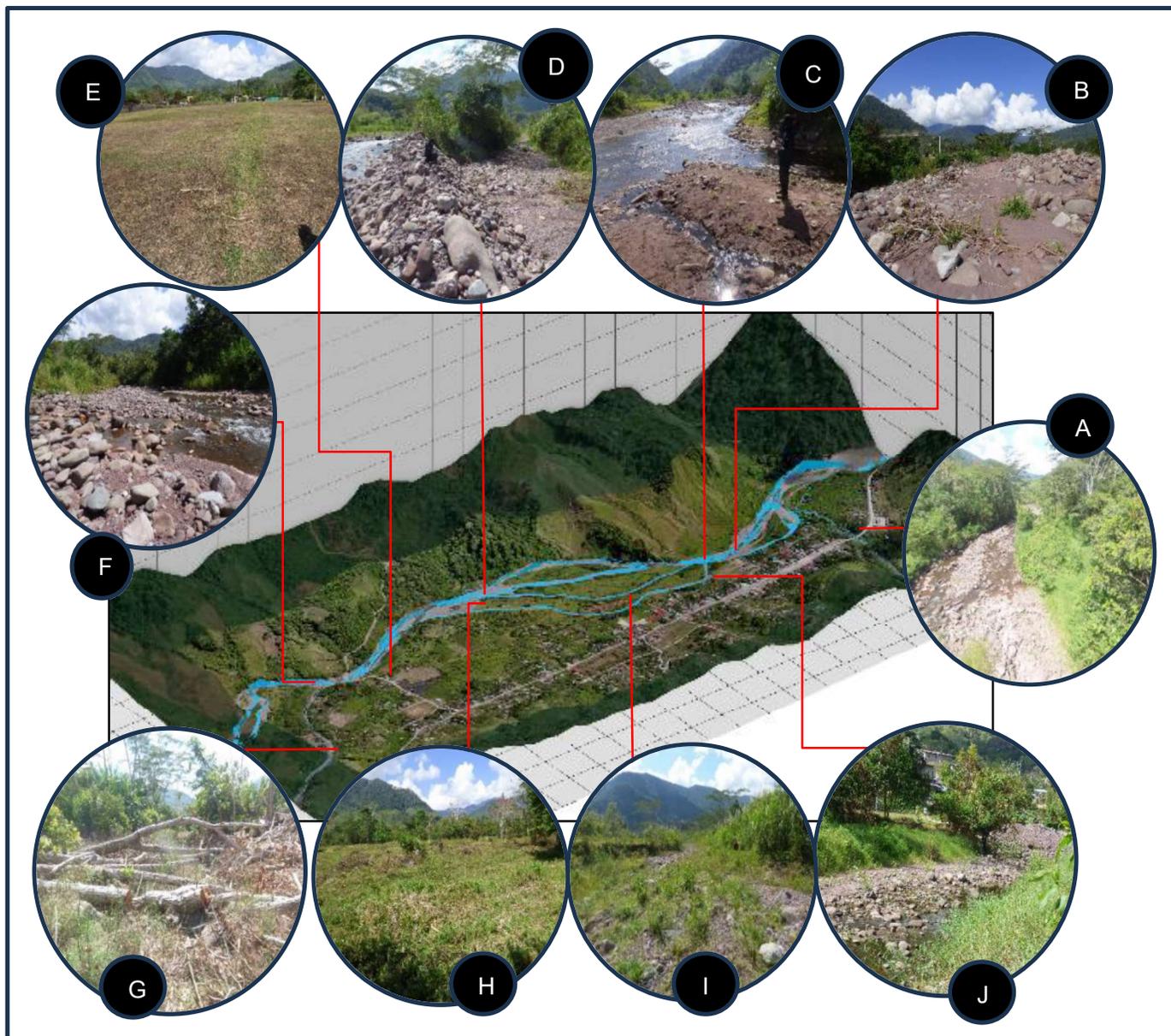


Figura 6: Se observan diferentes sectores con características relevantes alrededor del C.P San Juan de Cacazú. **A.** Colmatación de la quebrada Chivis, en la margen izquierda se encuentra el muro de contención cubierto por la vegetación **B.** Erosión fluvial de una defensa ribereña tipo enrocado. **C.** Desembocadura del brazo derecho del río Cacazú. **D.** Defensa ribereña en proceso de erosión y brazo seco del río Cacazú. **E.** Estadio del AA. HH Miraflores, zona de inundaciones anteriores. **F.** Desembocadura colmatada del río Churuchumas al río Cacazú. **G.** Zona con restos de plantas y material rocoso, indicativo de un flujo de detritos. **H.** Depósito proluvial producto del desborde el río Churuchumas. **I.** Brazo seco del río Cacazú. **J.** Zona de erosión por donde se produjo un desborde en el año 2018, ingresando al estadio del C.P.

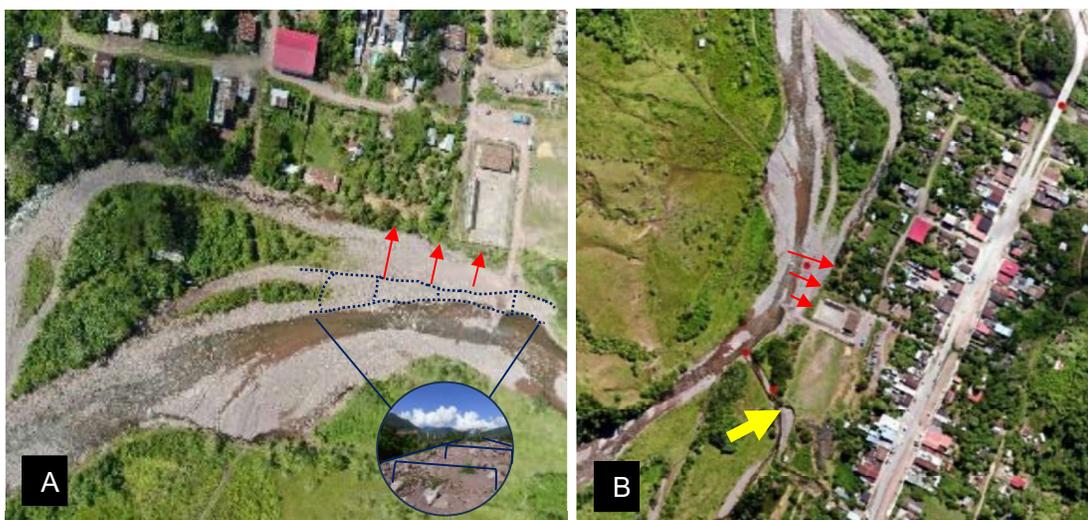


Figura 7: Fotografías aéreas tomadas con Dron **A.** Las flechas rojas indican la zona de desborde hacia el campo deportivo en el año 2019 y defensa ribereña de tipo enrocado, actualmente erosionado. **B.** La flecha amarilla indica otro punto por donde las aguas del brazo derecho del río Cacazú ingresaron al campo deportivo en una extensión aproximada de 10m. Actualmente la erosión continúa.



Figura 8: **A.** Desembocadura del brazo derecho del río Cacazú con cauce de 6m y acumulación de material. **B.** Se observa la parte sur del campo deportivo, por donde el agua del brazo derecho del río se desbordó, causando una inundación con una extensión aproximada de 10m en el año 2019.

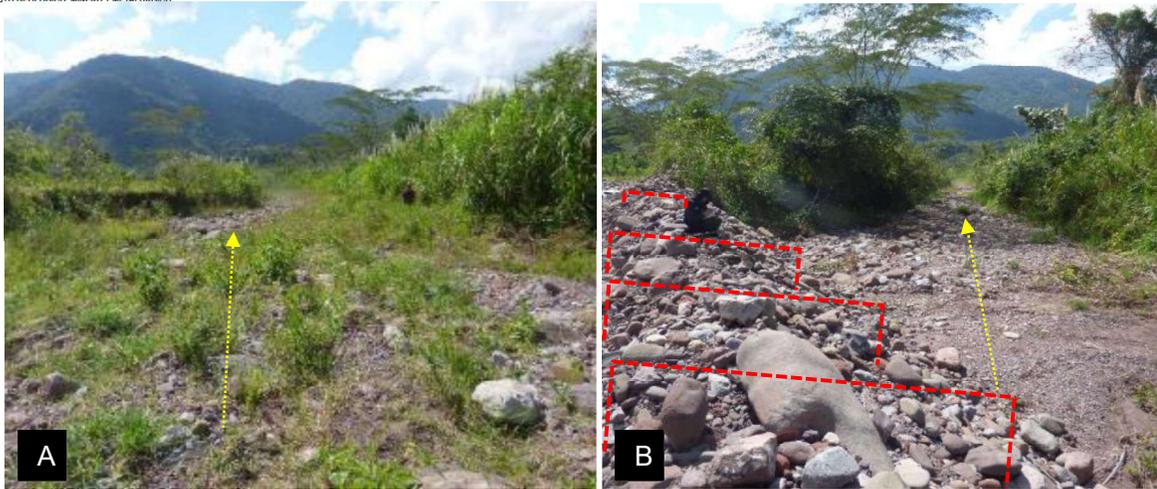


Figura 9: **A** (E:487071, N:8821865) y **B**. (E:486830, N:8821783) muestran cauces abandonados de brazos derechos del río Cacazú, las flechas muestran el antiguo flujo del caudal de SO-NE, en rojo se observa arrimado de material a modo de enrocado para evitar la crecida de este brazo.

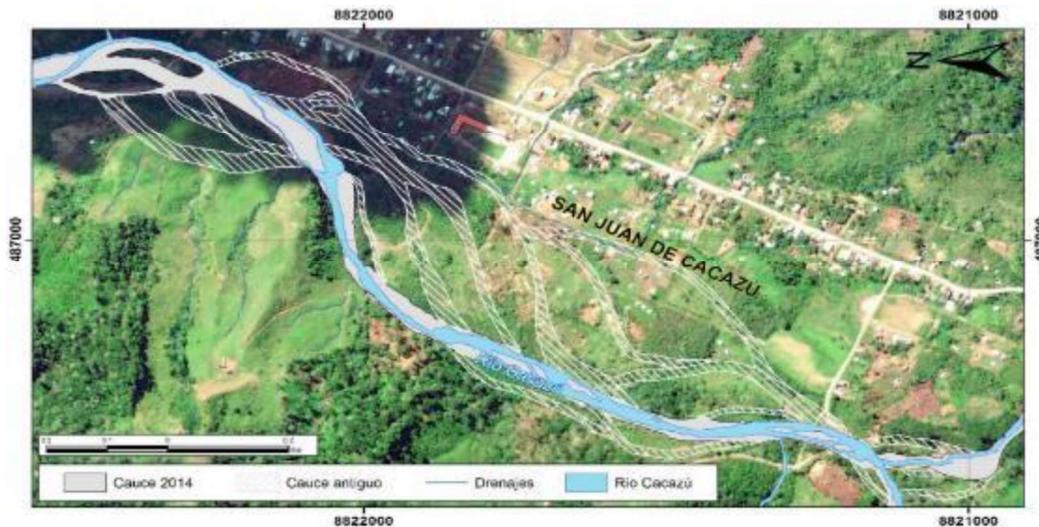


Figura 10: Migraciones del cauce del río Cacazú. Imagen base Google Earth 2014. Tomado de (Nuñez & Albinez, 2018).

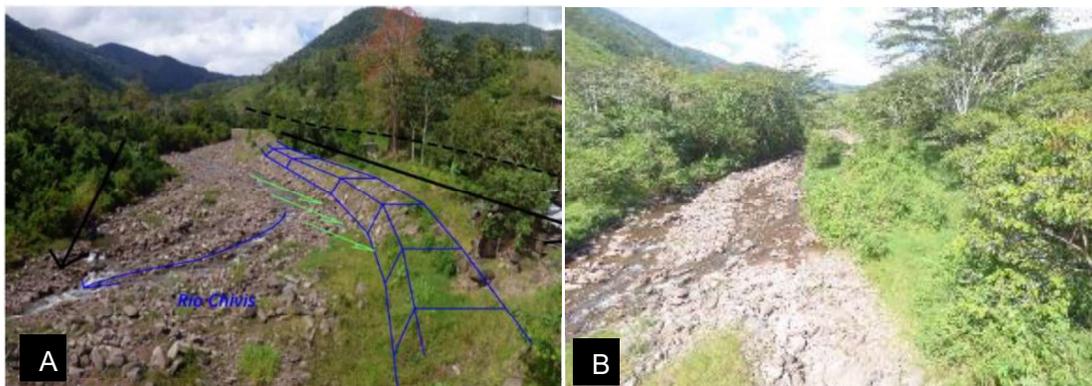


Figura 11: **A** Río Chivis, se observa el muro de contención deteriorado y que fue sobrepasado durante los eventos del año 2016. Tomada de (Nuñez & Albinez, 2018). **B**. Imagen actual (2023), el muro de contención continúa deteriorado y cubierto por la vegetación, el río se encuentra parcialmente colmatado (E:487559, N: 8822376).



Fotografía 1: Se observa colmatación en la desembocadura del río Churuchumas de cauce 20m al Cacazú de cauce 30m, los bloques presentan tamaños hasta de 1m de diámetro de formas redondeados a subredondeados.



Figura 12: Punto (E:486848, N:8821758), se observa una terraza proluvial, con presencia de bloques de hasta 1.5 m de formas subredondeados a subangulosos (Líneas amarillas) de naturaleza areniscosa arrastrados por la margen derecha de la quebrada Churuchumas.



Fotografía 2: Viviendas afectadas por inundaciones los años 2014, 2016 y 2019, se desplazaron aproximadamente 5m de su posición inicial. Actualmente las casas se encuentran abandonadas.



Fotografía 3: Punto (E:486595, N:8821085). Depósito de tipo pluvial proveniente del río Churuchumas, se evidencian bloques de 0.9m a 1.2m de diámetro.

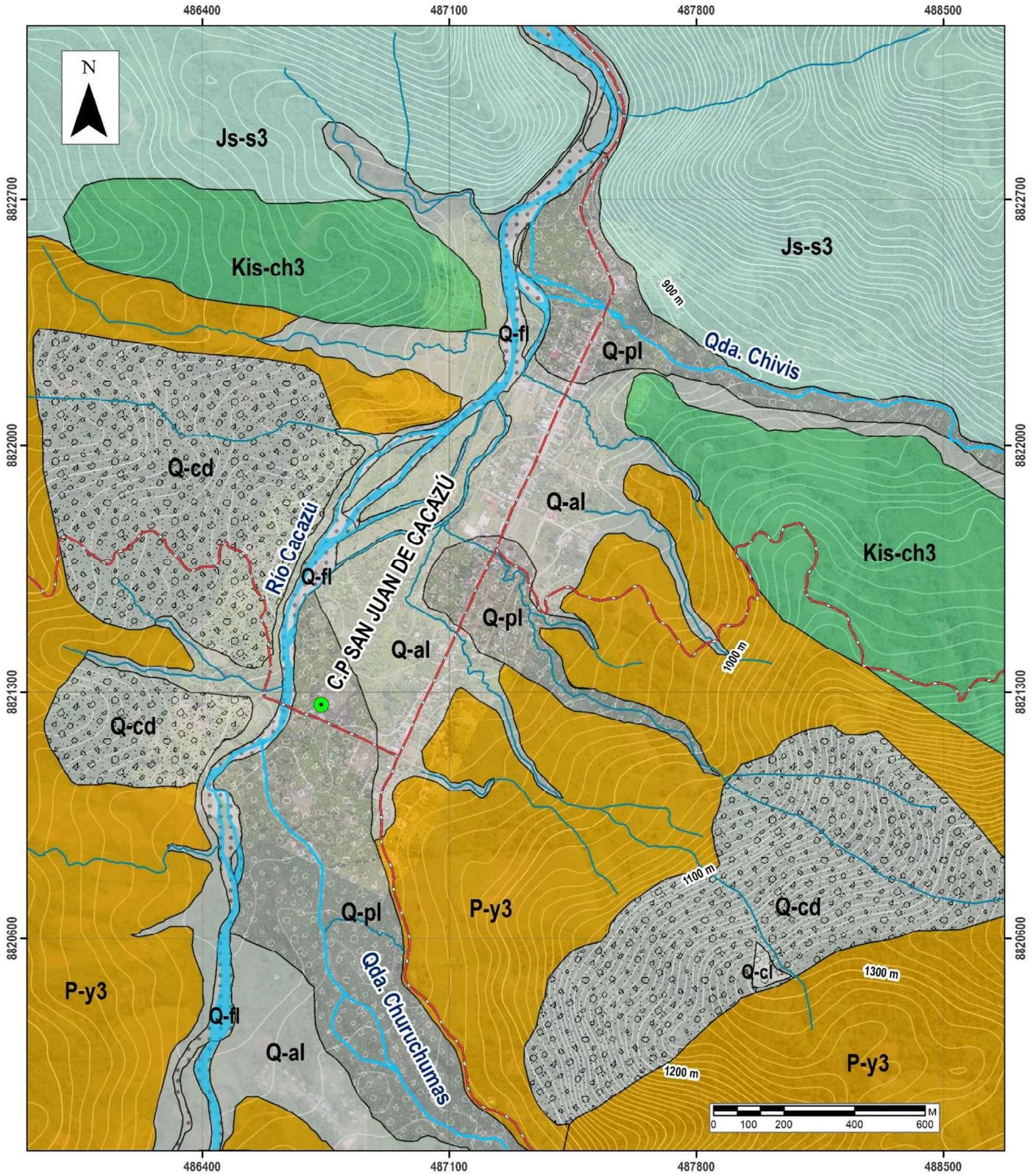


Figura 13: Trayecto de la quebrada Churuchumas de punto (E:486641, N:8821026), se observa deposito proluvial, presencia de bolones de hasta 1.5m de formas redondeados a subredondeados acarreados de la parte este de la quebrada.



Figura 14: Imagen 3D. Representación de los peligros hallados en San Juan de Cacazú. Se observan en amarillo coronas de deslizamientos antiguos. En rojo flujos pasados y un deslizamiento reciente en anaranjado.

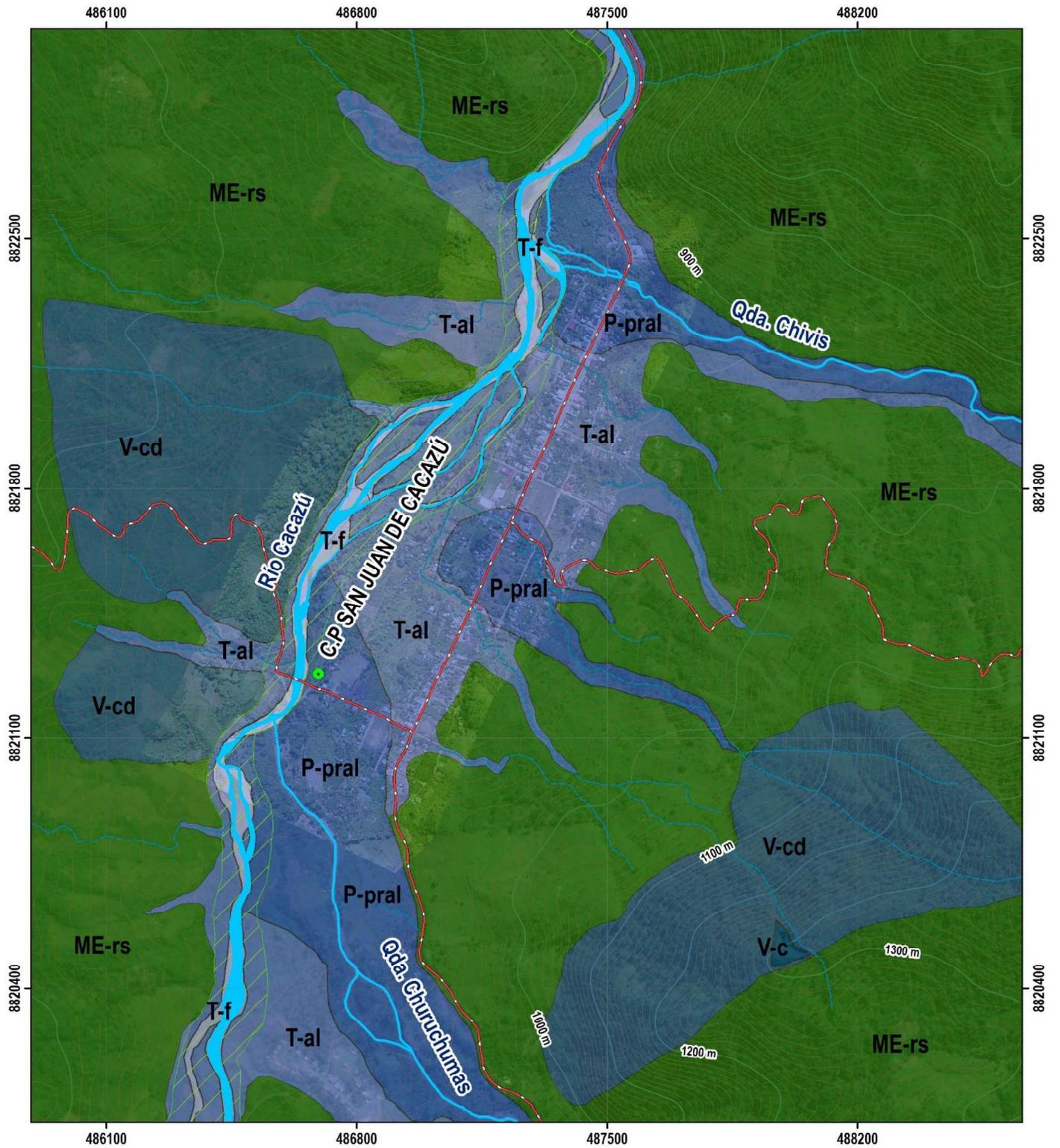
ANEXO 2: MAPAS



| SIMBOLOGÍA | |
|--|------------------------|
| ● | C.P San Juan de Cacazú |
| — | Vía Nacional |
| — | Quebradas |
| — | Ríos |
| — | Drenajes |
| — | Curvas de nivel |

| UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS | |
|---|--------------------------------|
| ■ | Js-s3 Formación Sarayaquillo |
| ■ | Kis-ch3 Formación Chonta |
| ■ | P-y3 Formación Yahuarango |
| ■ | Q-cl Depósito coluvial |
| ■ | Q-cd Depósito Coluvio-deluvial |
| ■ | Q-al Depósito Aluvial |
| ■ | Q-pl Depósito proluvial |
| ■ | Q-fl Depósito fluvial |

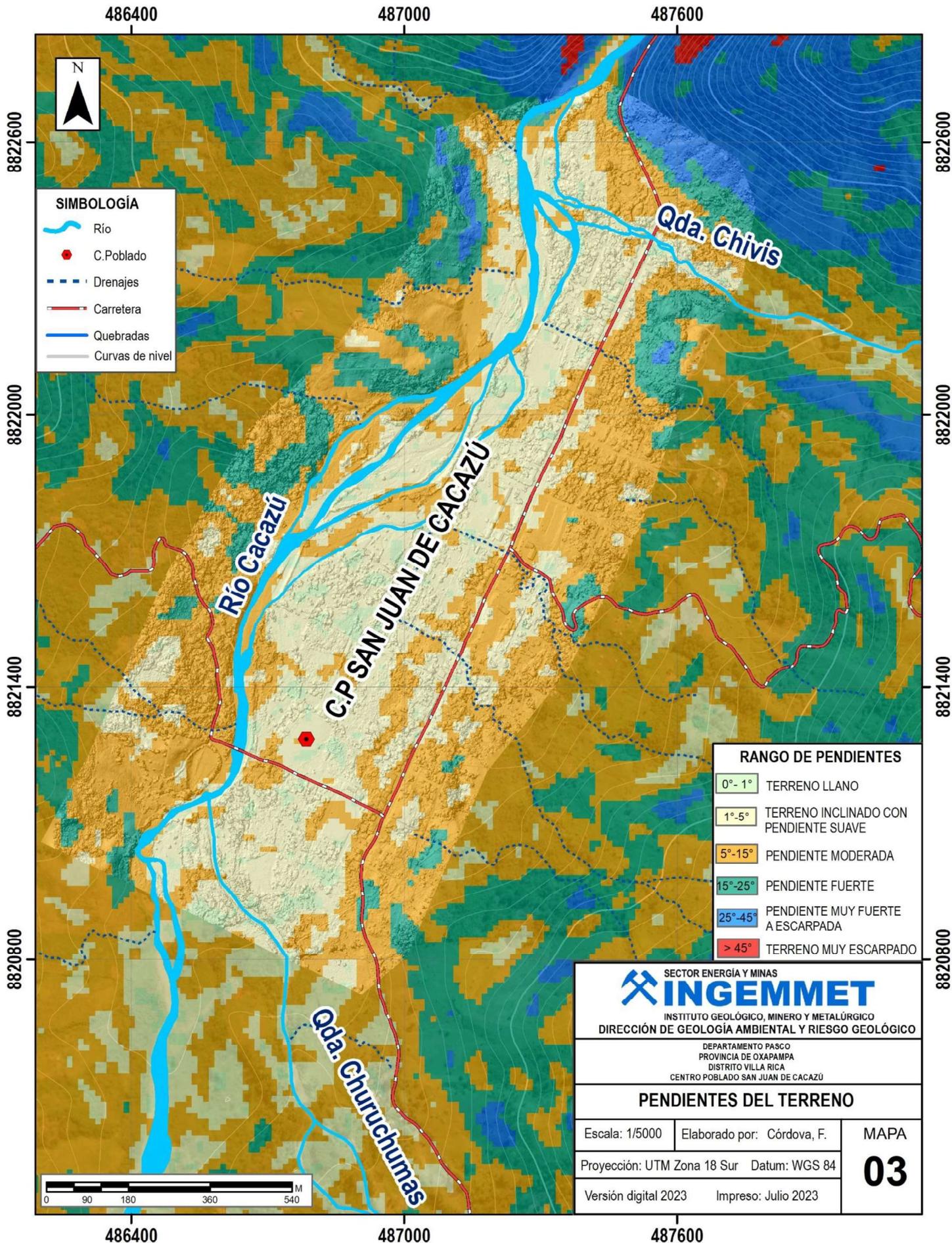
| | | |
|---|--|--|
|  SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO <small>DEPARTAMENTO PASCO PROVINCIA OXAPAMPA DISTRITO VILLA RICA C.P. SAN JUAN DE CACAZÚ</small> | | |
| MAPA GEOLÓGICO | | |
| Escala: 1/10,000 Proyección: UTM Zona 18 Sur Versión digital 2023 | Elaborado por: Córdova, F. Datum: WGS 84 Impreso: Agosto, 2023 | MAPA 01 |



| SIMBOLOGÍA | |
|------------|------------------------|
| | C.P San Juan de Cacazú |
| | Vía nacional |
| | Quebradas |
| | Drenajes |
| | Curvas de nivel |

| LEYENDA | |
|---------|--|
| | ME-rs Montaña estructural en roca sedimentaria |
| | V-c Vertiente coluvial |
| | V-cd Vertiente Coluvio-deluvial |
| | T-f Terraza fluvial |
| | T-al Terraza aluvial |
| | P-pral Piedemonte proluvial |
| | Llanura de inundación |

| | | |
|---|----------------------------|-----------|
| <p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO</p> | | |
| <p>DEPARTAMENTO PASCO PROVINCIA OXAPAMPA DISTRITO VILLA RICA C.P. SAN JUAN DE CACAZÚ</p> | | |
| MAPA GEOMORFOLÓGICO | | |
| Escala: 1/10,000 | Elaborado por: Córdova, F. | MAPA |
| Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 | | 02 |
| Versión digital 2023 | Impreso: Agosto, 2023 | |



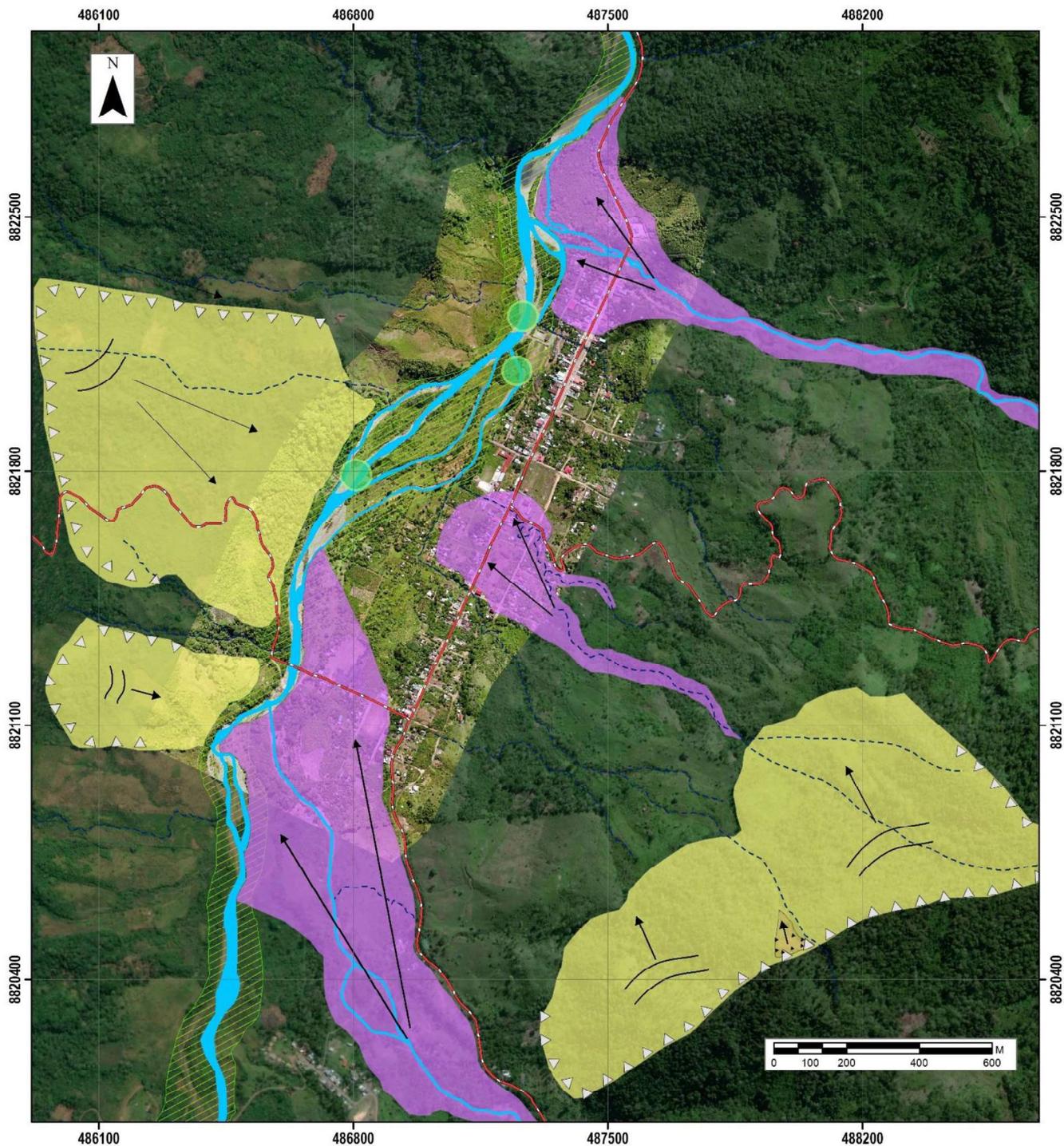
SIMBOLOGÍA

- Río
- C. Poblado
- Drenajes
- Carretera
- Quebradas
- Curvas de nivel

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 |

| | | |
|--|----------------------------|-----------|
| <p style="margin: 0;">SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO</p> | | |
| DEPARTAMENTO PASCO PROVINCIA DE OXAPAMPA DISTRITO VILLA RICA CENTRO POBLADO SAN JUAN DE CACAZÚ | | |
| PENDIENTES DEL TERRENO | | |
| Escala: 1/5000 | Elaborado por: Córdova, F. | MAPA |
| Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 | | 03 |
| Versión digital 2023 | Impreso: Julio 2023 | |



| SIMBOLOGÍA | | LEYENDA | | SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO | |
|------------|----------------------------------|---------|-----------------------------------|--|----------------------------|
| | C.P. San Juan de Cacazú | | Deslizamiento rotacional antiguo | DEPARTAMENTO PASCO PROVINCIA OXAPAMPA DISTRITO VILLA RICA C.P. SAN JUAN DE CACAZÚ | |
| | Vía Nacional | | Deslizamiento rotacional reciente | | |
| | Quebradas | | Flujo de detritos antiguo | MAPA DE PELIGROS | |
| | Ríos | | Cauce del flujo | | |
| | Drenajes | | Erosión fluvial | Escala: 1/10,000 | Elaborado por: Córdova, F. |
| | Cresta de deslizamiento antiguo | | LLanura de inundación | Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 | MAPA 04 |
| | Cresta de deslizamiento reciente | | | Versión digital 2023 Impreso: Agosto, 2023 | |
| | Dirección del movimiento | | | | |

Modificado de (Nuñez & Albinez, 2018)