

Informe Técnico N° A6659

# Peligros Geológicos en el Barrio Selva Alegre

Región Puno, Provincia Sandia,  
Distrito San Pedro de Putina Punco, Paraje Barrio Selva Alegre



POR:  
LUCIO MEDINA ALLCCA

SETIEMBRE 2014



## CONTENIDO

- 1.0 INTRODUCCIÓN
- 2.0 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA
- 3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS
- 4.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS
  - 4.1 PENDIENTE DE LOS TERRENOS
  - 4.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
- 5.0 PELIGROS GEOLÓGICOS IDENTIFICADOS
- 6.0 PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ANEXO I: MAPAS

ANEXO II: Validación del Informe N° 002-2014-GR- PUNO-SGDNC enviado a CENEPRED antes de realizar la inspección técnica.

## “PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL BARRIO SELVA ALEGRE”

### DISTRITO SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO – PROVINCIA SANDIA – REGIÓN PUNO

#### 1.0 INTRODUCCIÓN

El Presidente del Gobierno Regional de Puno, mediante Oficio **N° 594-2014-GR. PUNO/PR**, de fecha 16 de mayo 2014, se dirige a la Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet) para reiterar solicitud de evaluación por PELIGRO INMINENTE del deslizamiento de tierra y derrumbe de roca en la jurisdicción de los distritos de San Pedro de Putina Punco y Patambuco. Así mismo, sobre el mismo asunto, el responsable de la Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres de la Presidencia del Consejo de Ministros, mediante **Oficio N° 280-2014-PCM/SGRD**, de fecha 20 agosto 2014, solicita a Ingemmet la validación del Informe N° 002-2014-GR-PUNO-SGDNC. Este informe fue revisado y enviado al Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (Cenepred) mediante **Oficio N° 037-2014-INGEMMET/DGAR** de fecha 12 de Junio 2014 (Ver Anexo II).

Atendiendo a los documentos antes mencionados y por encargo de la Presidente del Consejo Directivo el Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó al Ing. Lucio Medina Allcca para realizar la inspección técnica de peligros geológicos ubicados en el Barrio Selva Alegre, distrito de San Pedro de Putina Punco y en la comunidad campesina de Jarahuaña, distrito Patambuco, provincia de Sandia, Departamento de Puno entre los días 24 al 30 de setiembre.

Previo a los trabajos de campo, en la ciudad de Puno, el responsable de la Oficina Desconcentrada (OD-Puno) de Ingemmet realizó coordinaciones ante la Presidencia del Gobierno Regional de Puno para que brinde las facilidades con movilidad, para el desplazamiento del profesional quien realizaría dichas inspecciones.

Los trabajos de inspección se realizaron con la presencia de autoridades locales del distrito San Pedro de Putina Punco (Teniente Alcalde, Secretario Técnico de Defensa Civil y Presidente del Barrio Selva Alegre), Secretario Técnico Provincial de la Municipalidad de Sandia, profesional representante de la Sub Gerencia de Defensa Civil del Gobierno Regional de Puno, entre otros.

El presente informe contiene datos de observaciones realizadas en los trabajos de campo y la información disponible de trabajos anteriores realizados en el área. Incluye texto, ilustraciones, mapas y fotografías del área, así como conclusiones y recomendaciones. También se incluye como anexo, el Informe de Validación Técnica enviado a Cenepred antes de la salida a campo (Anexo II).

## 2.0 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

Según el XI censo de población y VI de vivienda del año 2007, realizado por el INEI, el distrito de San Pedro de Putina Punco, cuenta con una población de 10,605 habitantes, de los cuales 1,546 habitantes se encuentran en el área urbana y 9,059 habitantes en el área rural. La población está constituida por 6,163 hombres y 4,442 mujeres. En cuanto a lo que se refiere a vivienda, se tiene un total 3,468, de las cuales 438 se encuentran en área urbana y 3468 en área rural.

El Barrio Selva Alegre se ubica dentro del área urbana del distrito San Pedro de Putina Punco, provincia Sandía, departamento Puno, a una altitud promedio de 950 m s.n.m. El área evaluada está comprendida entre las coordenadas UTM: 8439500 – 8440400 Norte y 494600 – 495400 Este (Figura 1).

Se accede al área desde Lima, por vía aérea hasta Juliaca. Luego de Juliaca se viaja por vía terrestre pasando por los poblados de Putina, Sandía, San Juan del Oro hasta San Pedro de Putina Punco.

Según los mapas publicados por SENAMHI (2003), la precipitación pluvial acumulada durante el periodo lluvioso normal (mayo-setiembre) se encuentra entre 1000 a 1500 mm, y durante el fenómeno El Niño alcanza entre 1000 a 1200 mm.

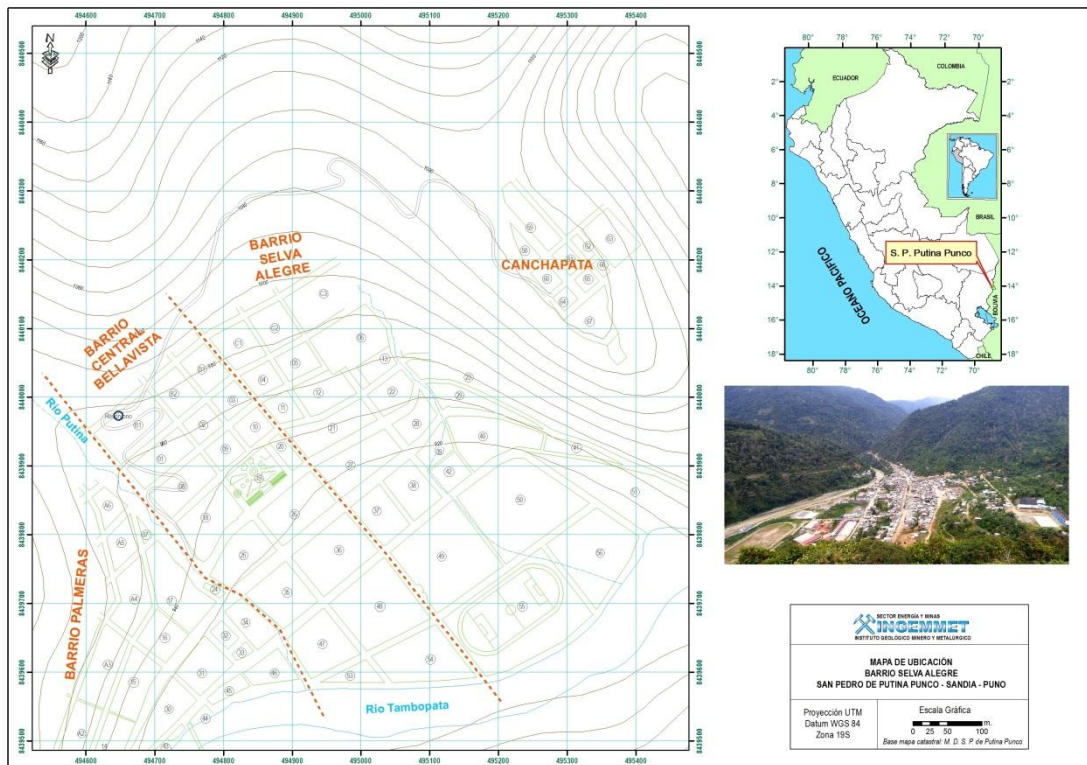


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

### 3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio, se desarrolló sobre la base de la carta geológica nacional a escala 1:100,000 del Cuadrángulo de Sandía, Hoja 29-y (Sánchez & Zapata, 2001), publicado por Ingemmet. También se realizó la interpretación de fotografías aéreas, imágenes de satélite disponibles y, la información obtenida en la evaluación de campo.

#### 3.1 ESTRATIGRAFÍA

Las unidades geológicas que afloran en el área de estudio, corresponden a rocas metamórficas de edad Ordovícico Superior y a depósitos cuaternarios (Mapa 1), diferenciándose las siguientes formaciones:

Formación Sandía (Os-s): Según De la Cruz & Carpio (1996), regionalmente la litología de la Formación Sandía consta de una alternancia monótona de pizarras y cuarcitas de diferentes espesores. Las cuarcitas al parecer son predominantes en la base y en la parte media de la secuencia, a pesar del metamorfismo sufrido aún es posible encontrar estratos de areniscas con grano algo sueltos semiconsolidadas de aspecto sacaroideo, donde todavía se pueden ver huellas de estratificación cruzada.

En la zona de estudio, los afloramientos rocosos (fotos 1 y 2) de la Formación Sandía son observables en los cortes de talud realizados para la construcción de carreteras, mientras que las laderas naturales se encuentran cubiertos por vegetación densa, típica de la zona. También, se puede apreciar que las rocas están muy fracturadas, meteorizadas y cubiertas por depósitos coluviales.

Depósito coluvial (Q-co): Son depósitos inconsolidados pertenecientes a antiguos proceso de movimientos en masa sobre la cual se encuentra construida las viviendas del Barrio Selva Alegre. Se compone de pequeños fragmentos dispersos de roca soportados en matriz limo arcillosa poco compacta de color pardo rojizo (foto 3).

Depósito aluvial (Q-al): Están constituidos por fragmentos de rocas redondeadas de diferentes tamaños soportados en una matriz de gravas y arena en proporciones variables.

Estos depósitos aluviales tienen una amplia distribución, se ubican en las terrazas formadas en el fondo de valle, ejemplo, en la margen izquierda del río Tambopata. Foto 4.

Depósito fluvial (Q-fl): Caracterizado por presentarse en el curso de los ríos, sobre todo tienen su mayor extensión en los ríos estacionarios. Litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.) transportados por la corriente del río Tambopata a grandes



distancias y depositados en forma de terrazas, removibles por el curso actual del río en avenidas. Foto 4.



Foto 1. Afloramiento rocoso de la Formación Sandia conformado por pizarras y areniscas delgadas ubicado a la entrada del pueblo San Pedro de Putina Punco.



Foto 2. Afloramiento rocoso de la Formación Sandia compuestas de cuarcitas. Se ubica en la vía de acceso al sector Canchapata.





Foto 3. Depósito coluvial ubicado en la Av. Tambopata, Barrio Selva Alegre.



Foto 4. Depósitos aluviales (Q-al).

#### 4.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

En general, desde el punto de vista morfoestructural regional, el área de estudio se ubica en la Faja Subandina del suroriente de Perú, la cual se encuentra disectada por varios cursos de ríos y quebradas.

En la zona, se exhiben valles con vertientes escarpadas o pendientes muy fuertes modeladas en rocas metamórficas; los cauces de los ríos descienden con pendiente moderada hacia la vertiente del atlántico.

##### 4.1 PENDIENTE DE LOS TERRENOS

La pendiente del terreno en la zona afectada por deslizamientos (Barrio Selva Alegre) varía principalmente de 15° a 25°, por lo que se considera como pendiente fuerte. La inclinación de la pendiente del terreno tiene una dirección al sur.

Las laderas de los cerros que rodean a la zona afectada por el deslizamiento del Barrio Selva Alegre y a la zona urbana de distrito de San Pedro de Putina Punco tienen pendientes que varían principalmente entre 25° y 45°, considerada como pendiente muy fuerte; dentro de este rango de pendientes también se puede encontrar pequeña áreas que tienen pendientes escarpadas (>45°).

##### 4.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en la zona de estudio, se consideran criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión o denudación y sedimentación o acumulación. Las geoformas particulares individualizadas se agrupan en tres tipos generales del relieve en función a su altura relativa, donde se diferencian: 1) montañas, 2) piedemontes y 3) planicies. Ver cuadro 1.

Además, se tomó en cuenta para la clasificación de las unidades geomorfológicas, la publicación de Villota (2005).

Cuadro 1. Unidades geomorfológicas identificadas.

<b>UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL</b>		
<b>Unidad</b>	<b>Sub unidad</b>	
Montañas	Laderas de montañas en rocas metamórficas	LM-rm
<b>UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL</b>		
<b>Unidad</b>	<b>Sub unidad</b>	
Piedemonte	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial	V-cd
Planicie	Terraza aluvial	T-a
	Terraza fluvial	T-fl



A continuación se describen las principales unidades geomorfológicas diferenciadas, detallando su ubicación y distribución geográfica (mapa 2) y también se muestran algunas fotografías e imágenes de satélite ilustrativas de las geofomas características:

## GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades:

### UNIDAD DE MONTAÑAS

Se considera dentro de esta unidad a las geofomas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local, se reconocen como cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza.

En el contexto general se encuentran conformadas por alineamientos alargados, constituidos principalmente de rocas metamórficas.

Dentro de esta unidad se tienen la siguiente subunidad:

#### Ladera de montañas en roca metamórfica. (LM-rm)

Sub unidad geomorfológica que rodea el área afectada por deslizamiento y la zona urbana del distrito San Pedro de Putina Punco. Está conformada por laderas de montañas que han sido modeladas en rocas metamórficas.

La altitud de las montañas desde el fondo de valle hasta la cima corresponde a 920 m s.n.m. hasta 1458 m s.n.m respectivamente.

Debido a la forma del terreno mixto (cóncavo y convexo) las pendientes de las laderas de las montañas varían principalmente de 25° a 45° considerada como pendiente muy fuerte, dentro de este rango de pendientes también se puede encontrar pequeña áreas que tienen pendiente muy escarpada (>45°).

## GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL

Estas geofomas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se puede denominar constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía y los vientos; los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

### Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)

Agrupación de depósitos de piedemonte de origen gravitacional y fluvio-gravitacional, acumulado en las vertientes o márgenes del valle; en muchos casos, son resultado de una mezcla de ambos, constituyendo escombros de laderas que cubren parcialmente los afloramientos metamórficos de la Formación Sandía.

En la zona del estudio, a los depósitos coluviales se les reconoce por su geometría y deben su origen a eventos de movimientos en masa (deslizamientos, flujos, etc.), su fuente de origen es cercana. La pendiente de su superficie varía de 15 a 25°.

Están conformados por un porcentaje mínimo de material grueso de naturaleza homogénea provenientes de la Formación Sandía mezclados con materiales finos como limo y arcilla. Su distribución es caótica.

Los depósitos deluviales están referidos a acumulaciones de depósitos de vertiente con taludes de pendiente entre 5° a 15°, su origen está asociado a flujos no canalizados. Se les encuentra como capas de suelo fino y arcillas arenosas con inclusiones de fragmentos rocosos pequeños y angulosos.

Sobre esta unidad geomorfológica se asienta las viviendas del Barrio Selva Alegre. Ver foto 5.

### Terraza aluvial (T-a)

Son porciones de terreno alargado que se encuentran dispuestas a los costados del cauce principal del río Tambopata. Su composición litológica es resultado de la acumulación de fragmentos de roca de diferente granulometría (bloques, bolos, cantos, gravas con escasa presencia de arenas y limos) que corresponden principalmente a rocas polimícticas. Estos materiales fueron acarreados y depositados por el caudal del río Tambopata y sus quebradas afluentes.

### Terraza fluvial (T-fl)

Se caracterizan por presentarse dentro del curso de los ríos, sobre todo tienen su mayor extensión en los ríos estacionarios. Litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos, gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Tambopata a grandes distancias, se depositan formando terrazas bajas, también conforman la llanura de inundación o el lecho de los ríos. Foto 6.





Foto 5. Subunidades geomorfológicas de la zona de estudio. Ladera de montañas modelada en roca metamórfica (LM-rm) cubierta por abundante vegetación, vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd) y terraza aluvial (T-a).



Foto 6. Terrazas fluviales (T-fl) ubicadas en el curso del río Tambopata.

## 5.0 PELIGROS GEOLÓGICOS IDENTIFICADOS

Según la evaluación *in-situ*, el movimiento en masa identificado en el Barrio Selva Alegre corresponde a un **deslizamiento confinado** retrogresivo que ocurre sobre depósitos de movimientos en masa antiguo. Ver Foto 7.

El término de **deslizamiento confinado** es empleado para referirse a la distribución de la actividad de un movimiento en masa, en el que este presenta un escarpe, pero no tiene una superficie de falla visible en el pie de la masa desplazada. Hutchinson (1988), sugiere que los desplazamientos en la cabeza dan lugar a una compresión y ligero abultamiento al pie de la masa (WP/WLI, 1993). PMA: GCA, 2007.

En total se han identificado tres escarpas principales y una fisura o grieta que no tiene desplazamiento. Ver mapa 3.

La escarpa ubicada en el talud superior de la Av. Circunvalación (foto 8) tiene una longitud de aproximada de 150 m y un salto promedio de 0.50 m a 2 m (foto9).

### CAUSAS DEL MOVIMIENTO

De acuerdo a las características del movimiento, se infiere que éste fue causado por diversos factores. Entre ellos se puede mencionar lo siguiente:

- Ladera con pendiente entre 15° a 25° afectada por procesos de movimientos en masa antiguos susceptible a reactivaciones.
- Suelos o depósitos coluviales pertenecientes antiguos movimientos en masa saturados de agua, incrementándose en el periodo lluvioso (ver foto 10), ayudaron a la desestabilización la ladera provocando la pérdida de la cohesión y presión de poros de los suelos limoarcillosos.
- En la parte alta de la zona de escarpas y del centro educativo (foto 7) existen dos afloramientos cuyas aguas fluyen con dirección al Barrio Selva Alegre. Foto 11.
- Deforestación y corte de talud realizadas para la construcción de viviendas y apertura de calles. Foto 12.
- Ocupación inadecuada del suelo por el hombre.
- Falta de sistema de drenaje de aguas pluviales y fluviales.





Foto 7. Vista panorámica de las escarpas de deslizamiento activos ubicados en el Barrio Selva Alegre. También se observa el centro educativo afectado por fisuras en sus paredes.



Foto 8. Vista de una de las escarpas de deslizamiento activo ubicado en el Barrio Selva Alegre.





Foto 9. Salto de la escarpa del deslizamiento ubicado en el talud superior de la Av. Circunvalación.



Foto 10. Suelo saturado de agua.





Foto 11. Afloramiento de agua ubicada por las partes altas de la zona de escarpa de deslizamiento.



Foto 12. Delimitada con líneas discontinuas de color rojo se observa la actividad antrópica del Barrio Selva Alegre (deforestación, cortes de talud, etc) y el área susceptible a procesos de movimientos en masa.

## DAÑOS OCASIONADOS

Según el informe de la Sub Gerencia de Defensa Nacional y Civil del Gobierno Regional de Puno (INFORME N° 002-2014-GR PUNO) los daños causados por el deslizamiento fueron de ocho viviendas colapsadas, dos viviendas inhabitables, 70 viviendas afectadas y cuatro instituciones afectadas.

Durante la evaluación técnica *in-situ* se comprobó los daños ocasionados por el deslizamiento. Ver fotos 13 y 14.



Foto 13. Grietas en el piso y en la pared de una vivienda ubicada en talud inferior de la Av. Circunvalación del Barrio Selva Alegre.



Foto 14. Fisuras en el piso y en la pared de una de las aulas de una Institución Educativa.



## 6.0 PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

### 6.1 Captar las aguas de infiltración del talud superior del Barrio Selva Alegre mediante la construcción de un sistema de drenes granulares tipo espina de pescado.

Los drenes, son sistemas de captación de agua elaborados con fin de disminuir el nivel freático y/o captar las aguas subterráneas, dispuestos por lo general transversales al flujo a captar (Mapa 4). Constan de una zanja provista de una tubería drenante perforada (colector) en su parte inferior, y rellena con material granular grava y arena (Figura 2).

El dren granular por lo general tiene una anchura media de 0.50 m y profundidad de 1 m. Las medidas pueden variar con el fin de alcanzar el nivel freático.

Al momento de su construcción tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Cavar una zanja de 0.50 m de ancho y 1 m de profundidad. Profundidades mayores pueden efectuarse a fin de captar aguas debajo del nivel freático, pero tener en cuenta que la carga aplicada por el material granular a colocarse no sobrepase la carga máxima soportada por el tubo perforado de acuerdo con las especificaciones dadas por el fabricante.
2. Colocar una capa de arena limpia de 2 cm de espesor.
3. Colocar el geotextil recubriendo la zanja, con las dimensiones adecuadas, de modo que se consiga envolver la capa de gravas a ser colocada.
4. Colocar los tubos perforados, así mismo, se debe mantener una pendiente que permita el flujo de agua por gravedad hacia el río.
5. Colocar las gravas limpias hasta su altura establecida, tener cuidado de no destruir el geotextil.
6. Finalmente rellenar con una capa de arena y otra de suelo natural (en la parte superior) esta última de unos 20 cm de potencia.

En el caso de usar un muro pantalla o muro de concreto armado, primero deberá ser construido el muro en la zona donde será colocado el dren, después seguir a partir del paso 3.

El uso del geotextil se hace con la necesidad de evitar el ingreso de material arcilloso en el interior del dren, evitando así su colmatación.

Los diseños mostrados en el mapa y en la figura 2 son preliminares, estos deberán ser modificados considerando las características topográficas y condiciones geológicas presentes en el momento que sea hecho el rediseño.

Deben ser instalados puntos de control preferentemente en las conexiones de los drenes a fin de monitorear el correcto funcionamiento de los mismos.

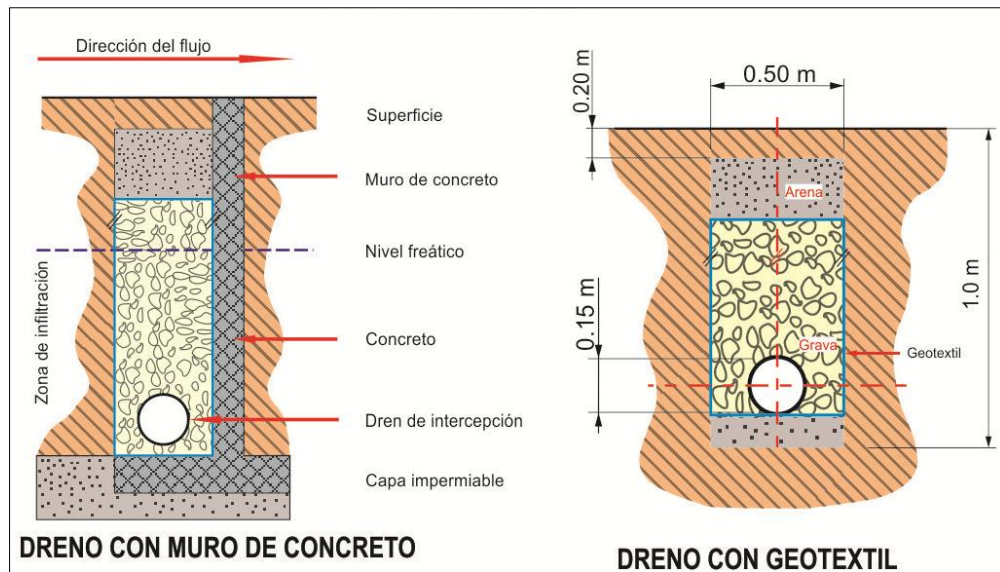


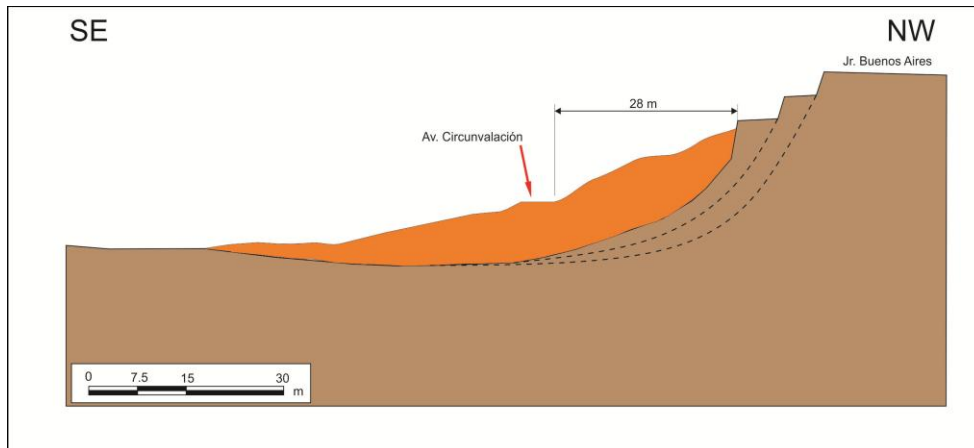
Figura 2. Detalle de los tipos de drenes

## 6.2 Reducir el talud y construir dren al borde de Av. Circunvalación.

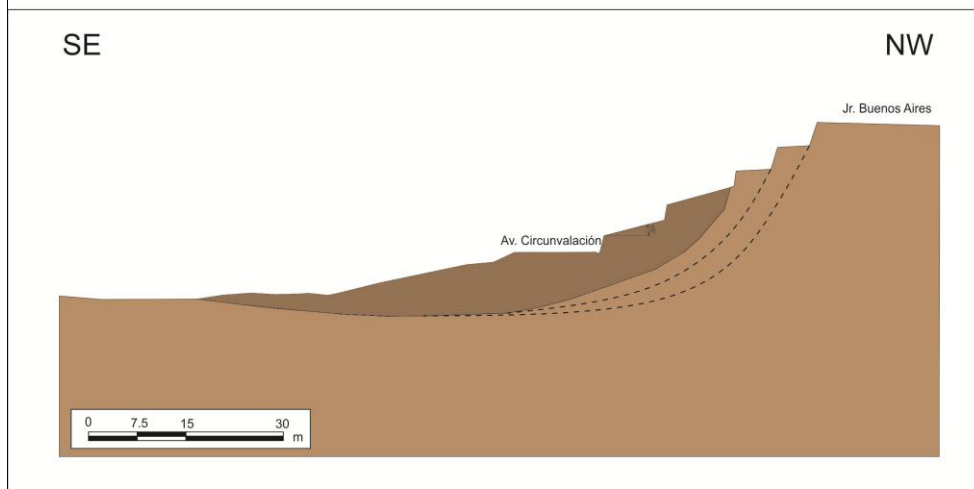
Con el fin de proteger las viviendas de la Manzana 27 del Barrio Selva Alegre de posibles deslizamientos superficiales, se debe reducir el talud (baqueteo), reforestar y construir un dren a lo largo de la Av. Circunvalación hasta el drenaje natural del Pasaje San Florentino, que a su vez debe ser canalizado.

Los drenes, canales y la vegetación servirán para controlar la ocurrencia de excesos de poro presión dentro del talud y la erosión superficial producto del agua de precipitación.





a) Perfil inicial del talud.



b) Perfil del talud después de aplicadas las medidas de prevención.

Figura 3. Perfil del talud a trabajar.

### 6.3 Construir un sistema de drenaje para aguas pluviales

Con el fin de reducir la infiltración de las aguas pluviales, se debe construir canales de drenaje en todo el pueblo de San Pedro de Putina Punco.

### 6.4 Monitoreo permanente de la zona durante el periodo lluvioso

La zona afectada por el deslizamiento y sus alrededores, deben ser monitoreadas permanentemente con equipos de precisión (Estación total o GPS Diferencial).

### 6.5 No permitir la expansión urbana en las laderas de los cerros y en bordes de los cauces de quebradas y ríos

Debido a la fuerte pendiente que presenta las laderas de los cerros de la zona, no permitir la expansión urbana.

#### **6.6 Reforestar la parte alta del Barrio Selva Alegre**

Para realizar los trabajos de reforestación, se debe consultar a un especialista de la materia (Agrónomo).

#### **6.7 Prohibir la construcción de viviendas en la zona afectada por el deslizamiento.**

Debido a que la condición de inestabilidad de la ladera continua, se debe de prohibir la construcción de viviendas en la zona afectada y áreas aledañas, ya que nuevas reactivaciones pueden poner en riesgo su seguridad física.

#### **6.8 Estabilizar talud antes de construir una vivienda.**

Por las condiciones geológicas que presentan las zonas, primero se debe estabilizar el talud con asesoramiento de un especialista en la materia.

#### **6.9 Realizar estudios geofísicos e hidrogeológicos**

Se recomienda realizar estudios geofísicos e hidrogeológicos, así como un estudio geotécnico de detalle. Estudios que permitirán obtener información precisa de la zona para una buena estabilización de talud.

#### **6.10 Elaborar con carácter de urgente un plan de contingencia ante posible deslizamiento. Además realizar la preparación y sensibilización a la población mediante charlas, organización de simulacros, señalización de zonas seguras y de evacuación.**



## CONCLUSIONES

1. Las viviendas del Barrio Selva Alegre están construidas sobre depósitos coluviales ó coluvio-deluviales inconsolidados pertenecientes a antiguos procesos de movimientos en masa. La superficie del Barrio Selva Alto es escalonada con una pendiente que varía entre 15 a 25°.
2. Según la evaluación in-situ, el movimiento en masa identificado en el Barrio Selva Alegre corresponde a un deslizamiento confinado retrogresivo.
3. Las causas de desestabilización en los suelos del Barrio Selva alegre son: ladera con pendiente comprendida entre 15° a 25° afectada por procesos de movimientos en masa antiguos susceptible a reactivaciones, compuesta por suelos coluvio-deluviales pertenecientes saturados de agua, incrementándose en el periodo lluvioso; presencia de acequias naturales sin revestimiento; deforestación y corte de talud realizadas para la construcción de viviendas y apertura de calles; ocupación inadecuada del suelo por el hombre. Falta de sistema de drenaje de aguas pluviales y fluviales.
4. Los daños causados por el deslizamiento actual fueron de ocho viviendas colapsadas, dos viviendas inhabitables, 70 viviendas afectadas y cuatro instituciones afectadas. INFORME N° 002-2014-GR PUNO.
5. Por las conclusiones expuestas en los párrafos anteriores podemos concluir que el área donde está asentada la población del Barrio Selva Alegre es de muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de procesos de movimientos en masa (deslizamientos y flujos de tierra), por consiguiente en **PELIGRO INMINENTE** (peligro muy alto) y podría afectar a las viviendas y a los pobladores del sector.

## RECOMENDACIONES

1. Captar las aguas de infiltración del talud superior del Barrio Selva Alegre mediante la construcción de un sistema de drenes granulares tipo espina de pescado.
2. Reducir el talud, reforestar y construir dren al borde de Av. Circunvalación
3. Construir un sistema de drenaje para aguas pluviales.
4. Monitoreo permanente de la zona durante el periodo lluvioso.
5. No permitir la expansión urbana en las laderas de los cerros y en bordes de los cauces de quebradas y ríos.
6. Reforestar la parte alta del Barrio Selva Alegre
7. Prohibir la construcción de viviendas en la zona afectada por el deslizamiento y áreas aledañas.
8. Estabilizar talud antes de construir una vivienda.
9. Realizar estudios geofísicos e hidrogeológicos.
10. Elaborar con carácter de urgente un plan de contingencia ante posible deslizamiento. Además realizar la preparación y sensibilización a la población mediante charlas, organización de simulacros, señalización de zonas seguras y de evacuación.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

DE LA CRUZ, N. S. & CARPIO, M. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Sandía y San Ignacio (hojas: 29-y, 29-z). INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 82, 165 p.

Hutchinson, J.N., 1988, Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology, en Memorias, 5th International Conference on Landslides, Lausanne, p. 3–35.

PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIAS PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS – PMA: GCA (2007). **Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas**. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, Chile. Publicación Multinacional N° 4, 432p.

SÁNCHEZ, A. & ZAPATA, A. (2001) - Mapa Geológico del Cuadrángulo de Sandía, Hoja 29-y, escala 1:100 000. INGEMMET. Carta Geológica Nacional.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ-SENAMHI (2003) - **Mapa de Precipitación Anual-Periodo Normal (Septiembre-Mayo)**. En INDECI, Atlas de Peligros Naturales. Lima. Págs. 310-311.

VILLOTA, H. (2005) Geomorfología Aplicada A Levantamientos Edafológicos Y Zonificación De Tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá, Colombia.

WP/WLI, 1993, A suggested method for describing the activity of a landslide: Bulletin of the International Association of engineering Geology, no. 47, p. 53–57.



## **ANEXO I: MAPAS**

Simbología	
	Limite barrial
	Acequia natural
	Riachuelo
	Río
	Vía de acceso
	Curva de nivel
	Manzana
	Numero de manzana

	Escarpa de deslizamiento activo
	Fisura en pared y piso de centro educativo

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	T-fl Depósito fluvial
			T-al Depósito aluvial
PALEOZOICO MESOZOICO			Q-co Depósito coluvial
			Os-s Formación Sandía

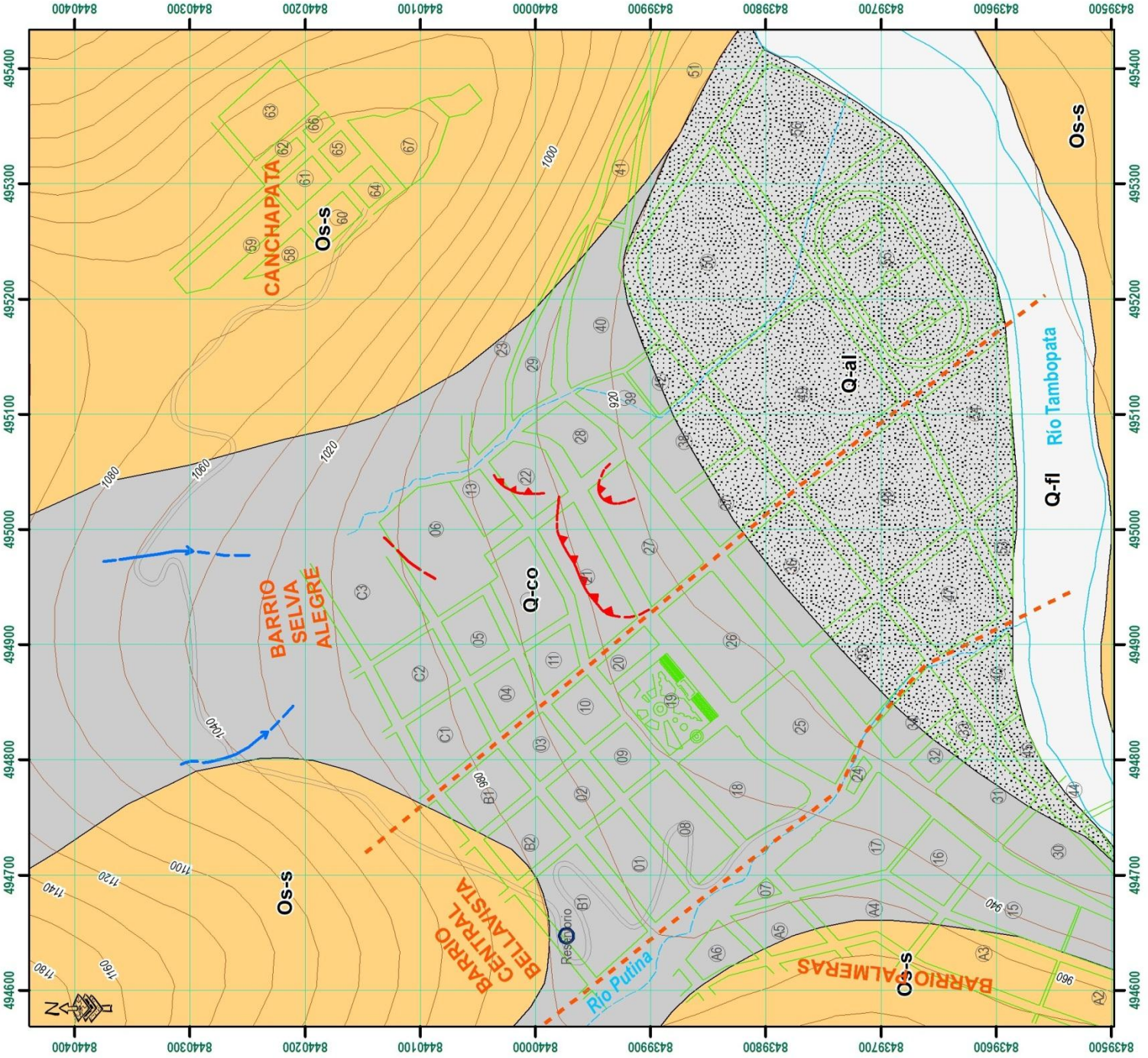
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

**MAPA 1. GEOLÓGICO**  
**BARRIO SELVA ALEGRE Y ALREDEDORES**  
**SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDÍA - PUNO**

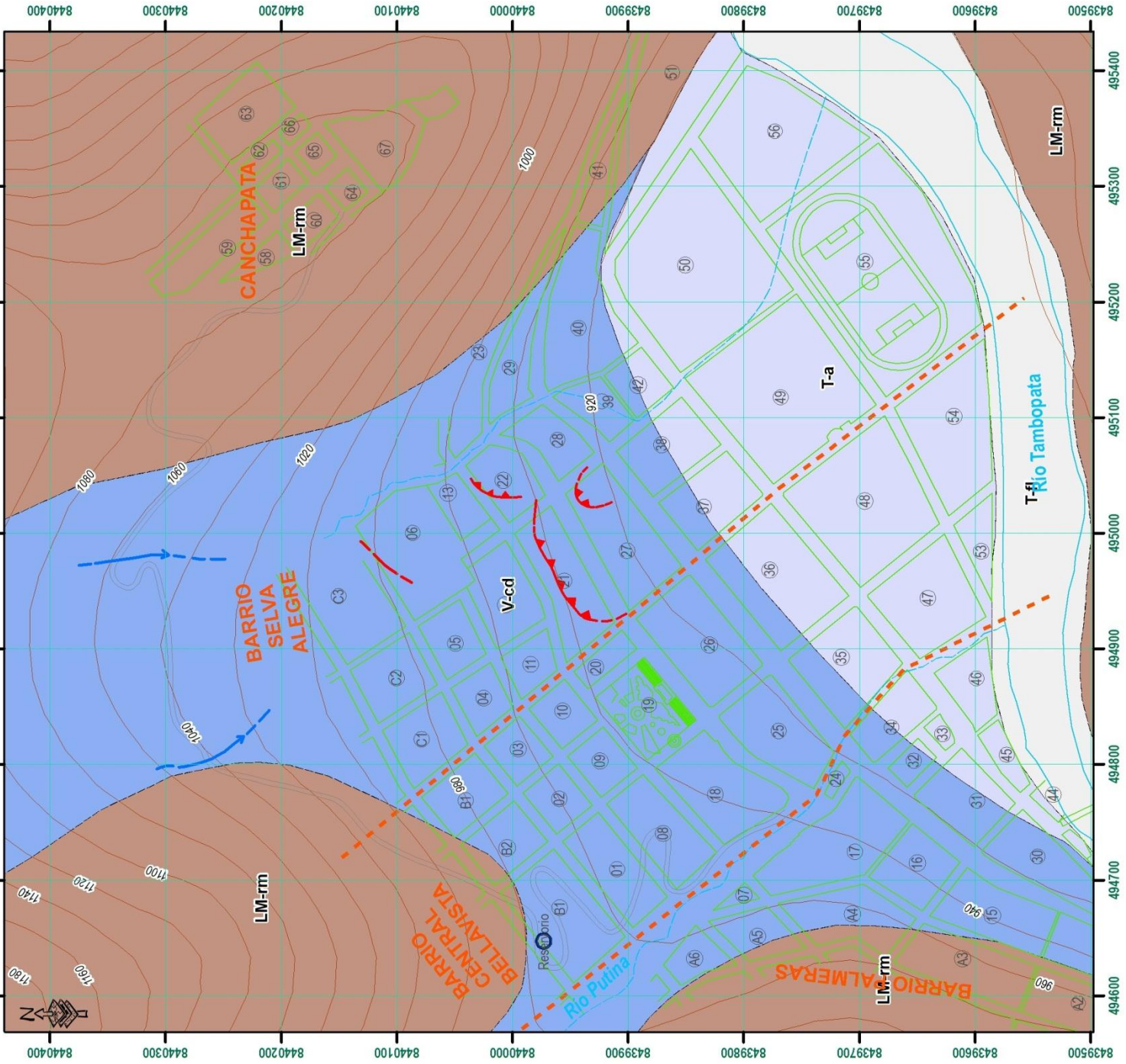
Proyección UTM  
Datum WGS 84  
Zona 19S

Escala: 1:15,000

Base mapa catastral: M. D. S. P. de Putina Puncu







**Simbología**

	Limite barrial
	Acequia natural
	Riachuelo
	Río
	Vía de acceso
	Curva de nivel
	Manzana
	Numero de manzana

	Escarpa de deslizamiento activo
	Fisura en pared y piso de centro educativo

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL	
Unidad	Sub unidad
Montañas	Laderas de montañas en rocas metamórficas LM-rm
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL	
Unidad	Sub unidad
Piedemonte	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial V-cd
Planicie	Terraza aluvial T-a
	Terraza fluvial T-fi

**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**  
**XINGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

**MAPA 2 GEOMORFOLÓGICO**  
**BARRIO SELVA ALEGRE Y ALREDEDORES**  
**SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO**

Proyección UTM  
 Datum WGS 84  
 Zona 19S

Escala: 1:15,000


Base: mapa catastral, M. D. S. P. de Putina Puncu



Simbología	
	Limite barrial
	Acequia natural
	Riachuelo
	Río
	Vía de acceso
	Curva de nivel
	Manzana
	Numero de manzana

Leyenda	
	Escarpa de deslizamiento activo
	Fisura en pared y piso de centro educativo
	Depósito de deslizamiento antiguo






SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

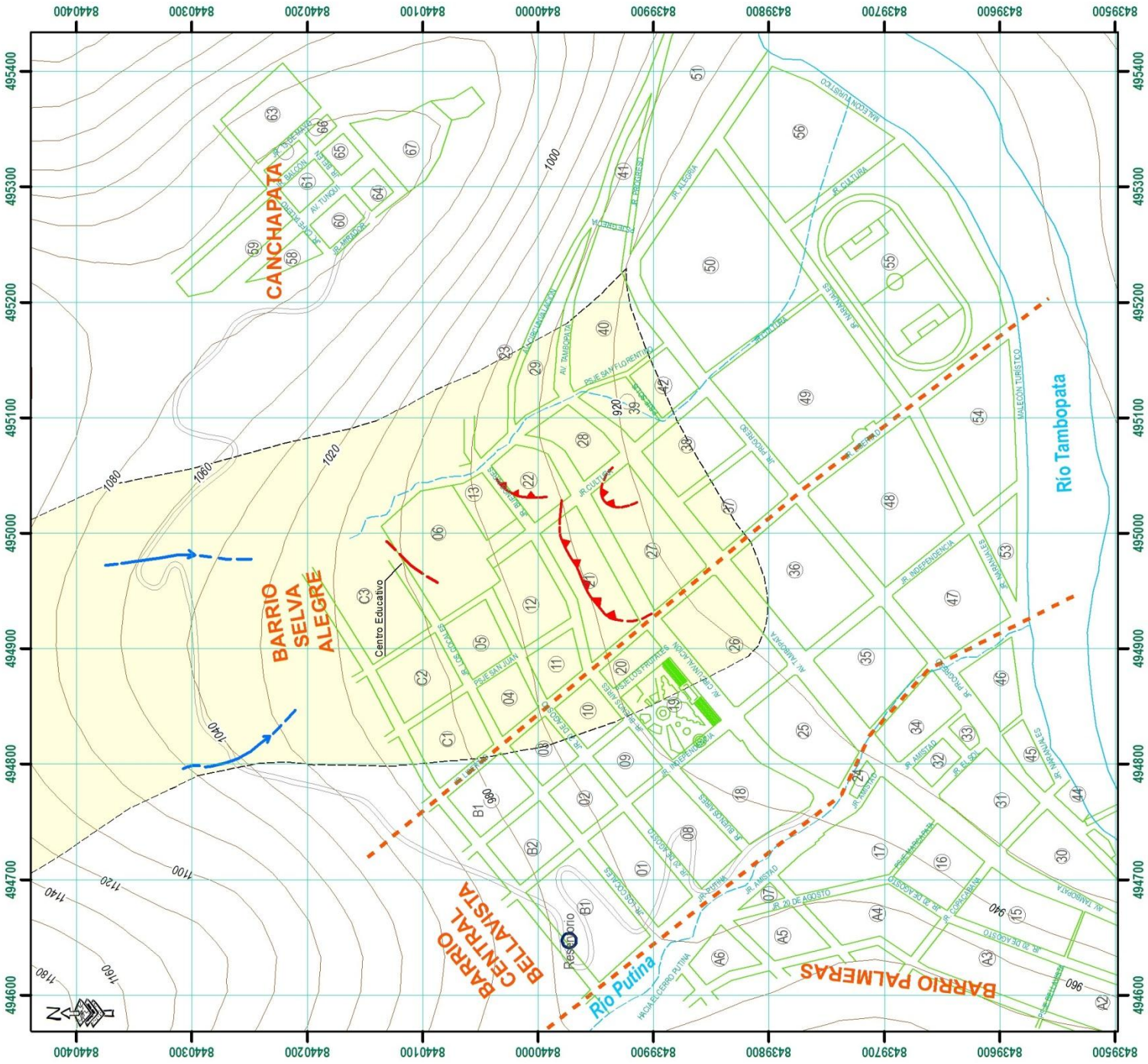
**MAPA 3. PELIGROS GEOLÓGICOS**  
**BARRIO SELVA ALEGRE Y ALREDEDORES**  
**SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO**

Proyección UTM  
Datum WGS 84  
Zona 19S

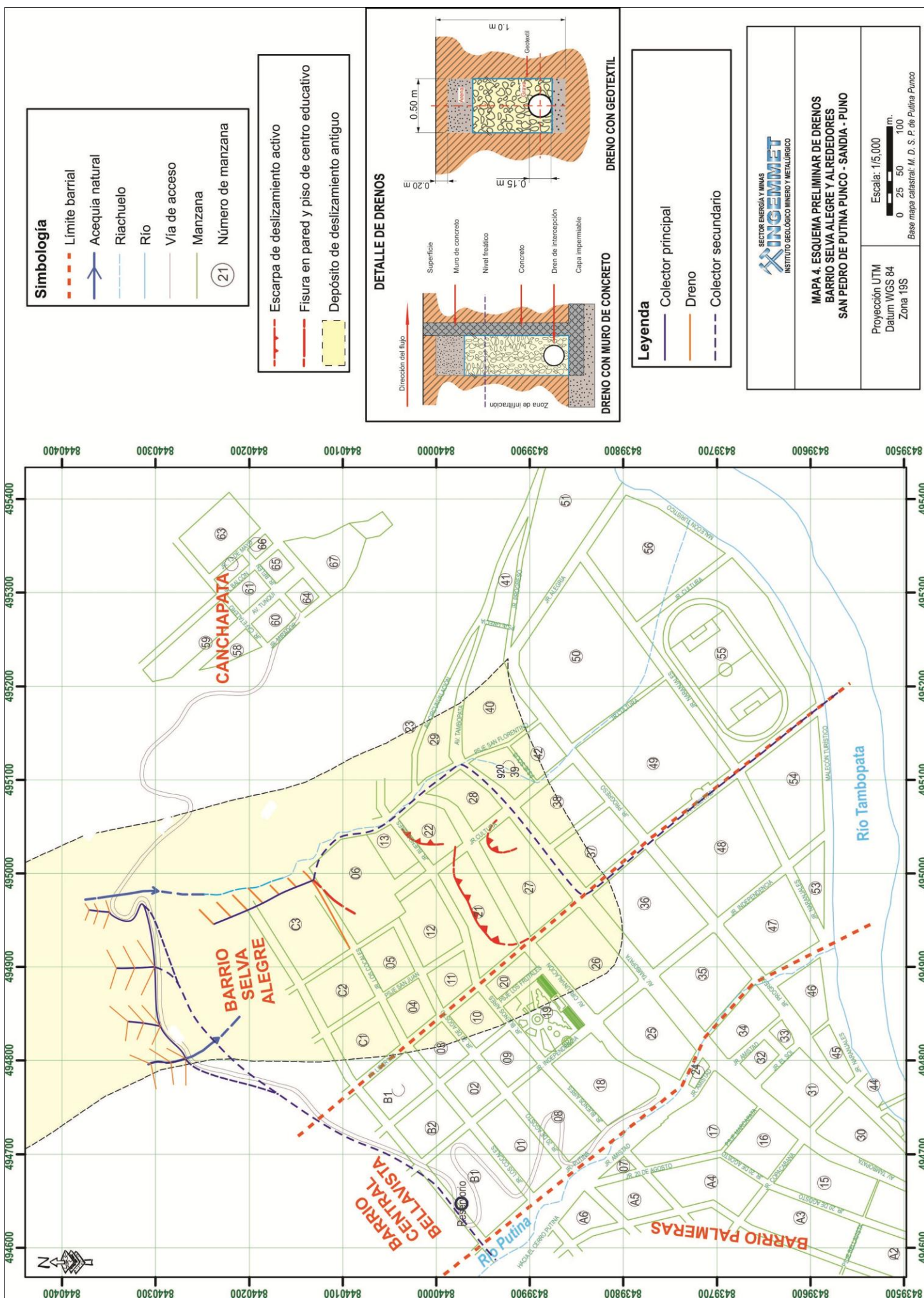
Escala: 1:15,000



Base mapa catastral: M. D. S. P. de Putina Puncu



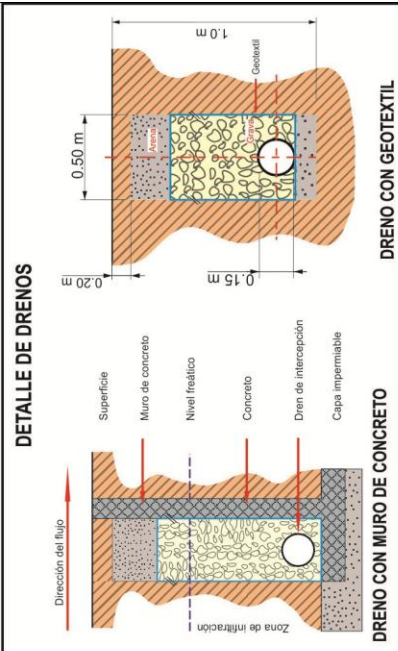




**Simbología**

	Límite barrial
	Acequia natural
	Riachuelo
	Río
	Vía de acceso
	Manzana
	Número de manzana

	Escarpa de deslizamiento activo
	Fisura en pared y piso de centro educativo
	Depósito de deslizamiento antiguo



**Leyenda**

	Colector principal
	Dreno
	Colector secundario

**XINGEMMET**  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

**MAPA 4. ESQUEMA PRELIMINAR DE DRENOS  
BARRIO SELVA ALEGRE Y ALREDEDORES  
SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO**

Proyección UTM  
Datum WGS 84  
Zona 19S

Escala: 1:15,000  
0 25 50 100 m.  
Base mapa catastral: M. D. S. P. de Putina PUNCO