REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

INFORME TÉCNICO

EVALUCIÓN DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS ALREDEDORES DE SANDIA

(DISTRITO, PROVINCIA SANDIA, REGIÓN PUNO)

POR:

SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ

INGEMMET

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

LIMA - PERÚ
SETIEMBRE - 2007

EVALUACIÓN DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS ALREDEDORES DE SANDIA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

1.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.

2. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS Y GEOLÓGICOS

3. PELIGROS GEOLÓGICOS

3.1 CAÍDAS DE ROCAS

3.2 INUNDACIONES Y EROSIONES FLUVIALES

3.3 FLUJOS (HUAYCOS)

4. ANALISIS E INTERPRETACIÓN

5. MEDIDAS CORRECTIVAS

5.1 PARA CAÍDAS DE ROCAS

5.2 PARA INUNDACIONES Y EROSIONES FLUVIALES

5.3 PARA HUAYCOS

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

FIGURAS

FOTOGRAFÍAS

EVALUACIÓN DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS ALREDEDORES DE SANDIA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El Sr. Director de Nacional de Prevención del Instituto Nacional de Defensa Civil, Ing. Alberto Bisbal Sanz, mediante Oficio Nº 3084-2007-INDECI/10.1, del 18 de julio de 2007 solicita al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, apoyo con un especialista en peligros geológicos para realizar la "Evaluación del Cerro Ccatasuyo en la provincia de Sandia", dicho documento se hace mención que el 27 de enero de 2006 se produjo una caída de rocas que afecto 5 viviendas y que el peligro en la actualidad continua latente.

La evaluación del peligro geológico se realizó el día 13 de septiembre de 2007, con la participación de los Ings. Carlos Cabrera Medina de la municipalidad de Sandia, José Marón de Defensa Civil de Puno y María Rosario Guevara Salas de Defensa Civil de Lima.

Para este trabajo se tomo en cuenta la inspección efectuada en campo, versiones de los lugareños y de la información geológica disponible en estudios anteriores realizados en el área de estudio.

1.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.

El Cerro Ccatasuyo se encuentra ubicado al noreste del centro poblado de Sandia. (Figura 01).

Siendo sus coordenadas UTM (WGS-84):

- Cerro Ccatasuyo:

  Norte : 8416420

  Este : 449731

- El área de estudio:

  Norte : 8416000, 8418500

  Este : 448000, 452000

El acceso se realiza por la carretera Puno-Azangaro-Sandia, con un recorrido de 280 Km. El tramo de carretera Puno-Azangaro es asfaltado con 113 km de recorrido y el tramo de Azangaro-Sandia es afirmado con 167 Km, el tiempo de duración del viaje desde Puno a Sandia es de 10 horas aproximadamente.

2. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS Y GEOLÓGICOS

En el área de estudio se distinguen las siguientes unidades (Figura 02):

Montañas: Unidad que presenta elevaciones mayores a 300 m y laderas con pendientes entre 60° y 70° (Foto 1 y 2). En rocas metamórficas, encontrándose cuarcitas y pizarras (De la Cruz, N. & Carpio, M. 1996), con inclinaciones a favor de la pendiente y fracturamientos que lugar a la formación de fallas

planares y cuñas, con bloques de hasta los 3 m de longitud mayor. Además es posible observar fracturas abiertas por donde se infiltra aguas provenientes de las lluvias, desestabilizando el talud.

En esta unidad se presentan caídas de rocas y derrumbes, como en el cerro Ccatasuyo.

b) Terrazas bajas.- Se caracteriza por conformar superficies adyacentes al cauce del río Sandia (Foto 3). Sujetas frecuentemente a inundaciones ya sean estaciónales o excepcionales. Morfológicamente se distinguen como terrenos planos compuesto de material no consolidado, removible, conformado por gravas, arenas y limos. Los bloques y gravas son de formas subredondeadas a subangulosas.

a) Depósitos de movimientos en masa.- Conformado por material depositado por movimientos en masa. Estos involucran:

C.1.- Depósitos conformados por material de deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas; que se caracterizan por estar dispuestos al pie de las laderas de los cerros.

C.2.- Depósitos dejados por flujos que se caracterizan por estar ubicados dentro del cauce de la quebrada Chichamaco. Este material esta compuesto por bloques, gravas y arenas de formas subredondeadas y subangulosas, englobados en una matriz areno-limosa con algo de arcilla.

3. PELIGROS GEOLÓGICOS

En los alrededores del poblado de Sandia se han diferenciado los siguientes peligros (Figura 03).

3.1 CAÍDAS DE ROCAS

En la ladera NE del cerro Ccatasuyo, se han observado caídas de rocas (Dirección de Geología Ambiental-INGEMMET, 2002 y PREDES, 2006) antiguas (Foto 4 y Figura 4) y recientes. Los depósitos antiguos se encuentra conformando un gran cuerpo.

Las causas de estos fenómenos, son las precipitaciones pluviales intensas, fuerte pendiente del terreno, estratificación a favor de la pendiente, descarga eléctrica (rayos) y el fracturamiento de la roca.

En el Estudio de Riesgos Geológicos del Perú. Franja N° 2, realizado por la Dirección de Geología Ambiental (2002), Sandia esta considera como una zona critica, susceptible a la generación de caídas de rocas y derrumbes.

Sobre el antiguo depósito de caídas de rocas se asientan varias viviendas (Figura 04), siendo estos propensos a sufrir daños en caso de sismo.

Una de las recientes caídas de rocas se produjo el 27 de enero del 2006, el cual afecto a 5 viviendas, destruyéndolas completamente, los bloques que cayeron tienen

dimensiones hasta de 3 m en longitud (Foto 5 y 6); la distancia recorrida por los boques en caída libre es de 20 m aproximadamente y de 10 m en forma horizontal. Otra caída reciente, no datada, se evidencia por los efectos de impacto de roca sobre un tronco de árbol de eucalipto (Foto 7).

Actualmente el farallón que dio origen a las últimas caídas de rocas, no esta estabilizado, pues se observan bloques suspendidos (Foto 1 y 2) de hasta 2 m de longitud (peso de 2,700 kg aprox.), estos pueden caer por gravedad, lluvias, movimientos sísmicos ó descargas eléctricas (rayos).

Entonces se puede afirmar que en esta zona es muy probable que se sigan produciendo este tipo de eventos, los cuales comprometen la seguridad física de los pobladores, viviendas y tanque de agua.

3.2 INUNDACIONES Y EROSIONES FLUVIALES

Las inundaciones se presentan en ambas márgenes del río Sandia, con mayor frecuencia en el área ubicada aguas arriba del puente Sandía, en un tramo de hasta 3 km, en línea recta.

Procesos de erosión fluvial se presentan desde el sector Puente Sandia hasta la altura de la quebrada Chichanaco (Foto 8).

Estos eventos se producen debido a las precipitaciones pluviales intensas, y la presencia de terrazas bajas conformadas por material inconsolidado.

Las inundaciones han afectado a viviendas ubicadas cerca del borde de las terrazas.

El estribo derecho del puente Sandia en el año 2006 fue afectado por erosión fluvial, dejándolo inutilizado, actualmente esta siendo reemplazado. (Foto 9).

3.3 FLUJOS (HUAYCOS)

Estos fenómenos se generan sobre la quebrada Chichamaco (Foto 10 y 11), durante el periodo lluvioso, entre los meses de Diciembre a Marzo.

En el lecho de esta quebrada se observa material suelto conformado mayormente por bloques, gravas y arenas. Los fragmentos de roca son de formas subredondeadas a subangulosas por el escaso transporte que tienen.

Los flujos que se generan en esta quebrada han afectado la carretera Sandia - Masiapo en un tramo de 20 m.

4. ANALISIS E INTERPRETACIÓN

Las rocas que afloran en le cerro Ccatasuyo presentan un buzamiento a favor de la pendiente y el fracturamiento en contra a la estratificación formado bloques que pueden desplazarse ladera abajo por fallas planares y cuñas.

Como se menciono anteriormente en el cerro Ccatasuyo siempre se han presentado caída de rocas, evidenciado por los antiguos depósitos de material suelto proveniente de

las caídas de rocas (Figura 4), actualmente parte de las viviendas de Sandia se encuentra asentada sobre este depósito.

Otra evidencia de caída de rocas es la huella dejada un en tronco de árbol de eucalipto, el cual fue dañado por el impacto de una roca (Foto 7), la ultima caída de rocas que origino en el año 2006 afecto a 5 viviendas, los bloques desprendidos alcanzaron los 3 m de longitud (Foto 4 y 5).

Actualmente el farallón de donde se genero la última caída de rocas se presenta inestable, es posible observar bloques de rocas suspendidos de hasta 2 m. de longitud que pueden caer ante la presión hidrostática del agua (precipitaciones pluviales) dentro de las fracturas abiertas; otras causas son movimientos sísmicos o descargas eléctricas (rayos).

Los bloques caerían desde alturas comprendidas entre 10 a 20 m y afectarían a las viviendas ubicadas en la parte baja.

Realizar un sostenimiento de rocas en este lugar es "imposible", por tratarse de rocas metamórficas (pizarras y cuarcitas), con buzamiento a favor de la pendiente y el alto ángulo del farallón. Si se quisiera sostenerla con malla o pernos de anclaje resultaría poco efectivo, porque al momento de perforar la pizarra se va a desestabilizar, y magnificaríamos el problema.

Por lo observado en campo este fenómeno se considera peligroso por la alta movilidad que pueden alcanzar los bloques y su frecuencia, siendo más frecuente en estos últimos años.

Según estudios realizados por Ayala-Carcedo et al (1996) los bloques más móviles caídos de laderas son los más grandes, entonces los bloques que se han despendido del cerro Ccatasuyo en un tiempo pasado han llegado muy cerca de la carretera ó del mercado moderno. Por lo visto las viviendas ubicadas en las cercanías del cerro Ccatasuyo se encontraría en peligro potencial. Por lo tanto toda esta zona puede ser afectada por caída de rocas. Se consideraría el límite de la caída hasta cerca de la carretera ó del mercado construido recientemente (Figura Nº 4), hasta donde lo demuestra los bloques encontrados de las antiguas caídas de rocas.

Cabe mencionar que la caída de rocas es impredecible en el tiempo, pero que son procesos que se va dar en cualquier momento, sobre todo cuando las condiciones de la zona lo favorecen.

Por otro lado desde hace un año y medio no se ha generado más caída de rocas, es por ello que los moradores de las casas destruidas por la última caída, nuevamente están construyendo sus viviendas en el área donde cayeron los bloques (Fotos 5 y 12), exponiéndose nuevamente a este peligro, motivo por el cual se hace necesario realizar un intenso trabajo de sencibilización y prevención con los pobladores de las zonas que están consideradas en alto peligro y de esta manera evitar perdidas de vidas humanas y daños materiales, ante un evento anunciado. Lo mejor para ellos sería la reubicación de sus viviendas.

5. MEDIDAS CORRECTIVAS

5.1 PARA CAÍDAS DE ROCAS

A corto plazo:

- Reubicación de la población, desde la zona afectada recientemente hasta el borde de la carretera, prohibir la construcción de alguna edificación en esta zona.
- Colocar muros de contención que soporten volúmenes mayores a 3 m^3, donde las rocas tienen una caída libre hasta de 20 m. Los muros deben ubicarse donde estan construyendo las viviendas
- No tratar de desquinchar los bloques inestables y suspendidos en el farallón mientras halla población en la parte baja.

A mediano plazo:

- Toda la ladera debe ser reforestada con árboles.
- Crear una zona de amortiguamiento en la parte donde llego la última caída de rocas y hacer un banqueteado del talud (ver figura Nº 4).

A largo plazo:

- Programas de sensibilización para la población y autoridades para que le den la atención debida a este tema, donde se debe enseñar el concepto ***"prevenir es mejor que lamentar"***.
- No permitir el crecimiento urbano hacia la ladera del cerro Ccatasuyo.

5.2 PARA INUNDACIONES Y EROSIONES FLUVIALES

A corto plazo:

- Culminar las defensas ribereñas de ambas márgenes del río Sandia.
- Reubicar las viviendas ubicadas dentro del cauce del río Sandia.

A mediano plazo:

- Programas de sensibilización a la población y autoridades sobre el tema.

A largo plazo:

- Forestar las riberas del río Sandia.

5.3 PARA HUAYCOS

A mediano plazo:

- Realizar obras de mantenimiento en el badén construido en la carretera Sandia-Masiapo.

- Limpieza del cauce de la quebrada, para evitar la acumulación de material en su lecho.

A largo plazo:

- Reforestar las nacientes de la quebrada Chichamaco, así evitaremos la generación de abundante material suelto.
- Programas de sensibilización a la población y autoridades sobre el tema.
- No permitir la construcción de viviendas dentro del cauce de la quebrada.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el farallón ubicado en el cerro Ccatasuyo existen bloques suspendidos, inestables, que pueden caer en cualquier momento, y afectaría las viviendas y el tanque de agua ubicados en la parte baja. En este sector ocurrió un evento reciente que afecto a 5 viviendas.
- Reubicar las viviendas localizadas en la parte baja del farallón, por estar expuestas a un peligro latente.
- Reforestar donde sea posible con árboles las laderas de los cerros y bordes de las terrazas del río Sandia.
- No permitir la circulación de personas dentro de la zona inestable (Farallón).

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala-Carcedo F., et al (2003) ***Mapas de susceptibilidad al alcance por desprendimientos rocosos graníticos. Sistema central español, sierra de la Cabrera (Madrid), escala 1:5,000***. Madrid En Mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera con técnicas SIG. Francisco Ayala-Carcedo, Coralinas, J., 97-117 Págs.
- De La Cruz, N., Carpio, M. (1996). ***Geología de los cuadrángulos de Sandia y San Ignacio***. Lima. INGEMMET. Boletín Serie “A” Carta Geológica Nacional. 82. 160 p.
- Dirección de Geología Ambiental (2002). ***Estudios de Riesgos Geológicos del Perú Franja Nº 2***. Lima. INGEMMET. Boletín Serie “C” Geodinámica e Ingeniería Geológica. 368 p.
- PREDES (2006) ***Estudio y Plan de Manejo de la Cuenca del río Sandia.*** PREDES. Puno. Proyecto: Preparativos para desastres y reducción de Riesgos en la cuenca del Río Sandia. Tomo II. Diagnostico Integral de la cuenca del río Sandia. 188 p.

ANEXOS

FIGURAS

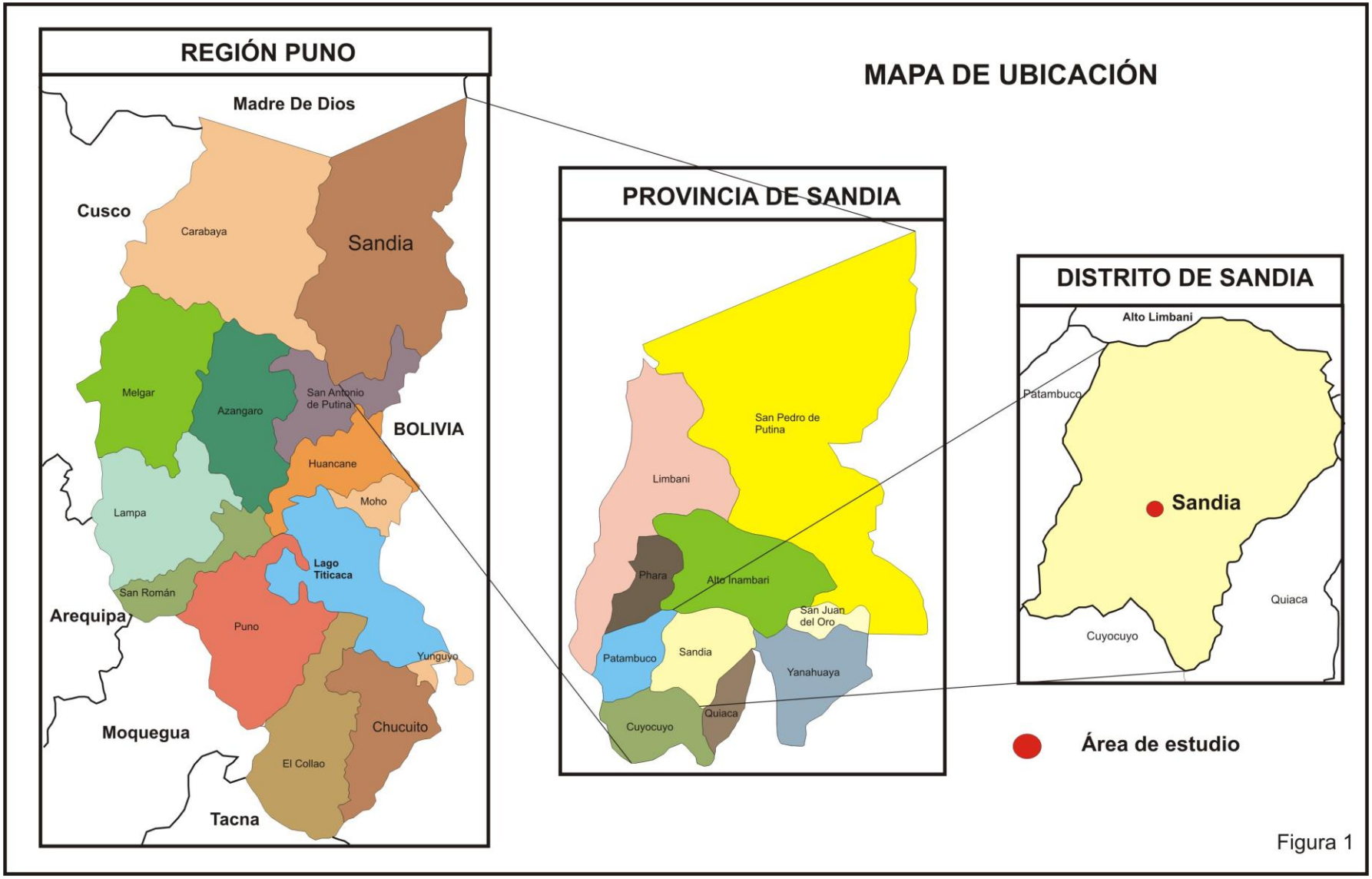
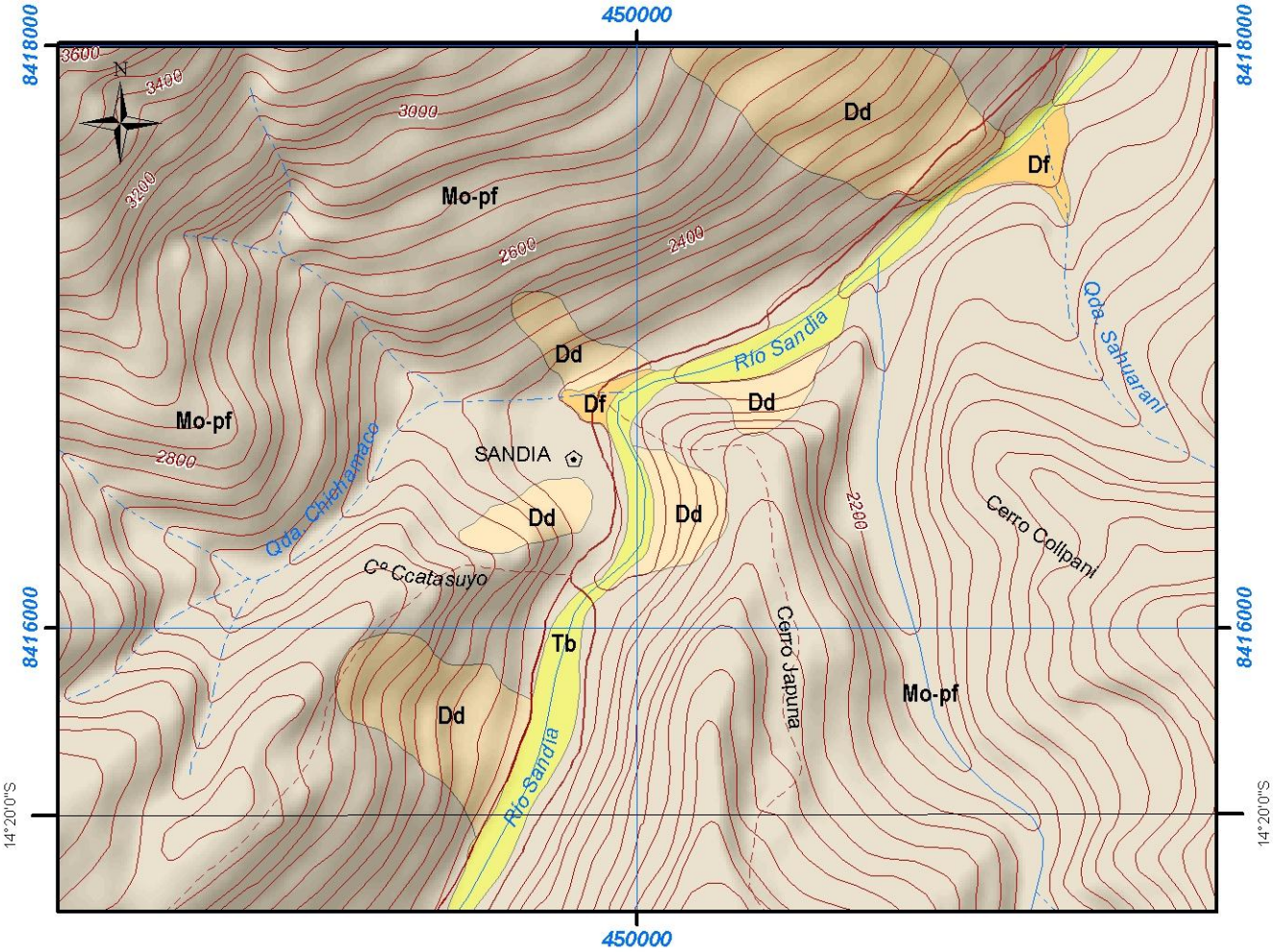
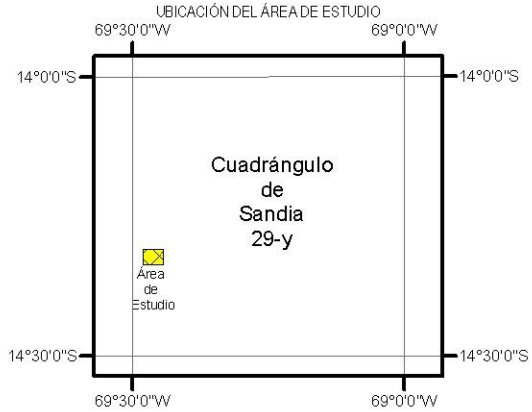

MAPA DE UBICACIÓN
REGIÓN PUNO
Madre De Dios
Cusco
Carabaya
Sandia
Melgar
Azangaro
San Antonio de Putina
BOLIVIA
Huancane
Moho
Lampa
Lago Titicaca
San Román
Arequipa
Puno
Yunguyo
Moquegua
Chucuito
El Collao
Tacna
PROVINCIA DE SANDIA
San Pedro de Putina
Limbani
Phara
Alto Inambari
San Juan del Oro
Patambuco
Sandia
Yanahuaya
Cuyocuyo
Quiaca
DISTRITO DE SANDIA
Alto Limbani
Patambuco
Sandia
Quiaca
Cuyocuyo
Área de estudio

Figura 1





SIMBOLOGÍA

- Curvas maestras
- Curvas secundarias
- Río
- Quebrada
- Carretera afirmada
- Camino de herradura
- Capital de provincia

Unidades Geomorfológicas

Dd	Depósito de deslizamiento
Df	Depósito de flujos
Tb	Terrazas bajas
Mo-pf	Montaña de pendiente fuerte

0,5 0,25 0 0,5 1 km

1:25.000

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

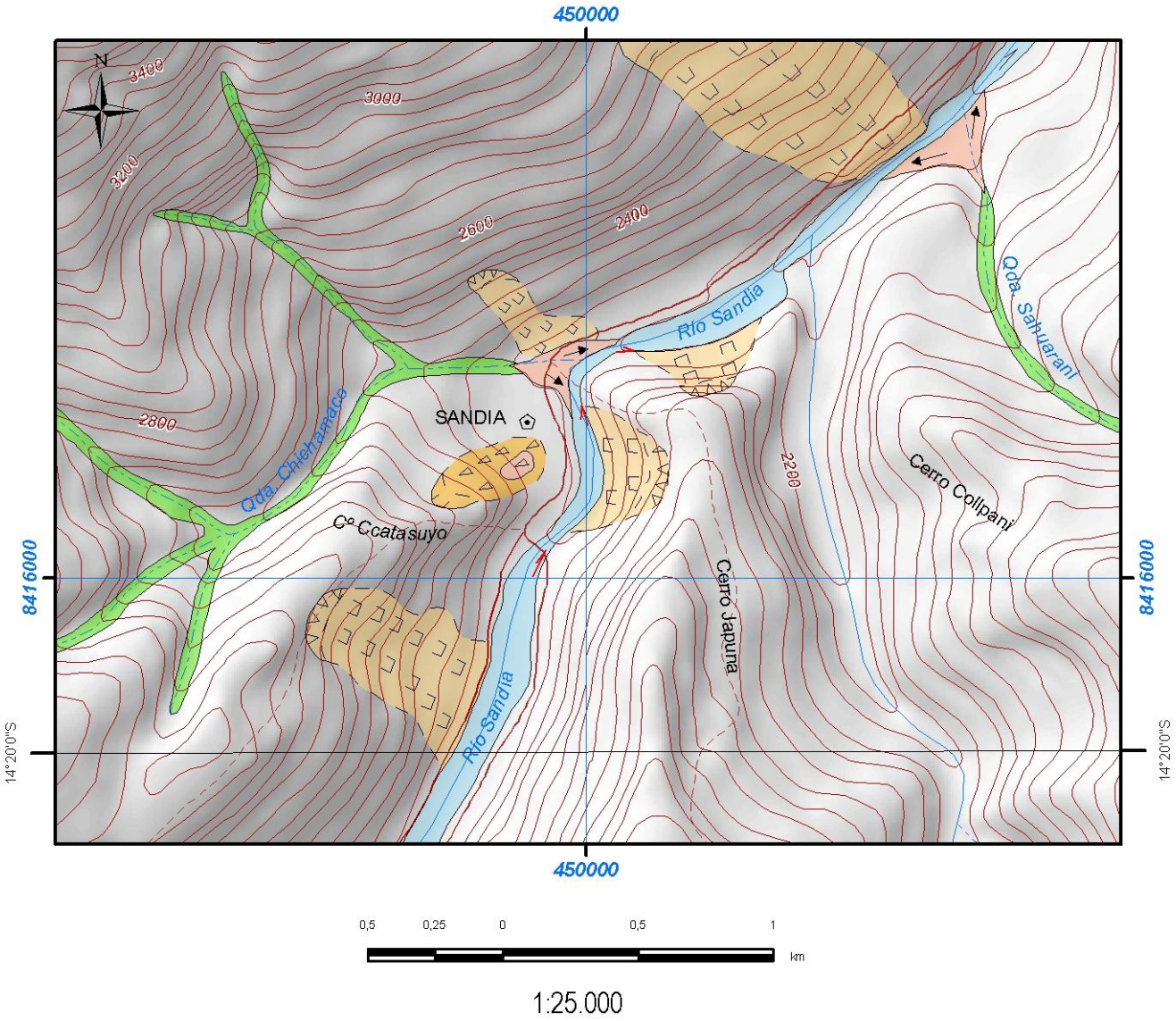
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

INGEMMET

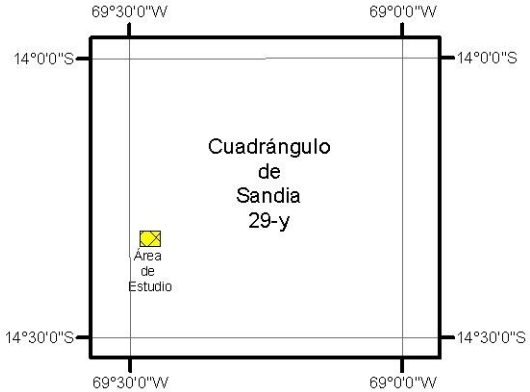
MAPA GEOMORFOLÓGICO

SECTOR DE SANDIA

Figura Nº 2



1:25.000



SIMBOLOGÍA

- Curvas maestras
- Curvas secundarias
- Río
- Quebrada
- Carretera afirmada
- Camino de herradura
- Capital de provincia

Peligros Geológicos

- Flujo activo
- Deslizamiento traslacional inactivo
- Caida de rocas reciente
- Caida de rocas antigua
- Erosión fluvial
- Área inundable
- Erosión de laderas

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

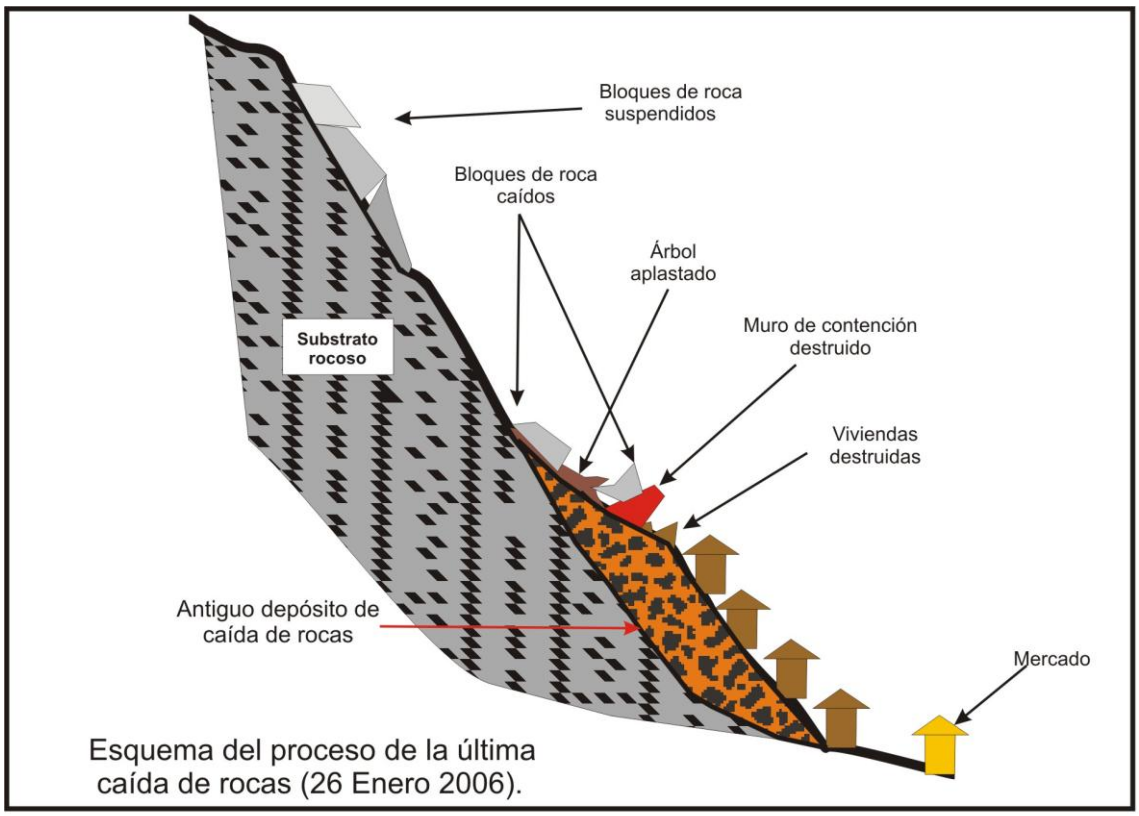
INGEMMET

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

SECTOR DE SANDIA

Set. 2007

Figura Nº 3


Bloques de roca suspendidos
Bloques de roca caídos
Árbol aplastado
Muro de contención destruido
Viviendas destruidas
Substrato rocoso
Antiguo depósito de caída de rocas
Mercado
Esquema del proceso de la última caída de rocas (26 Enero 2006).

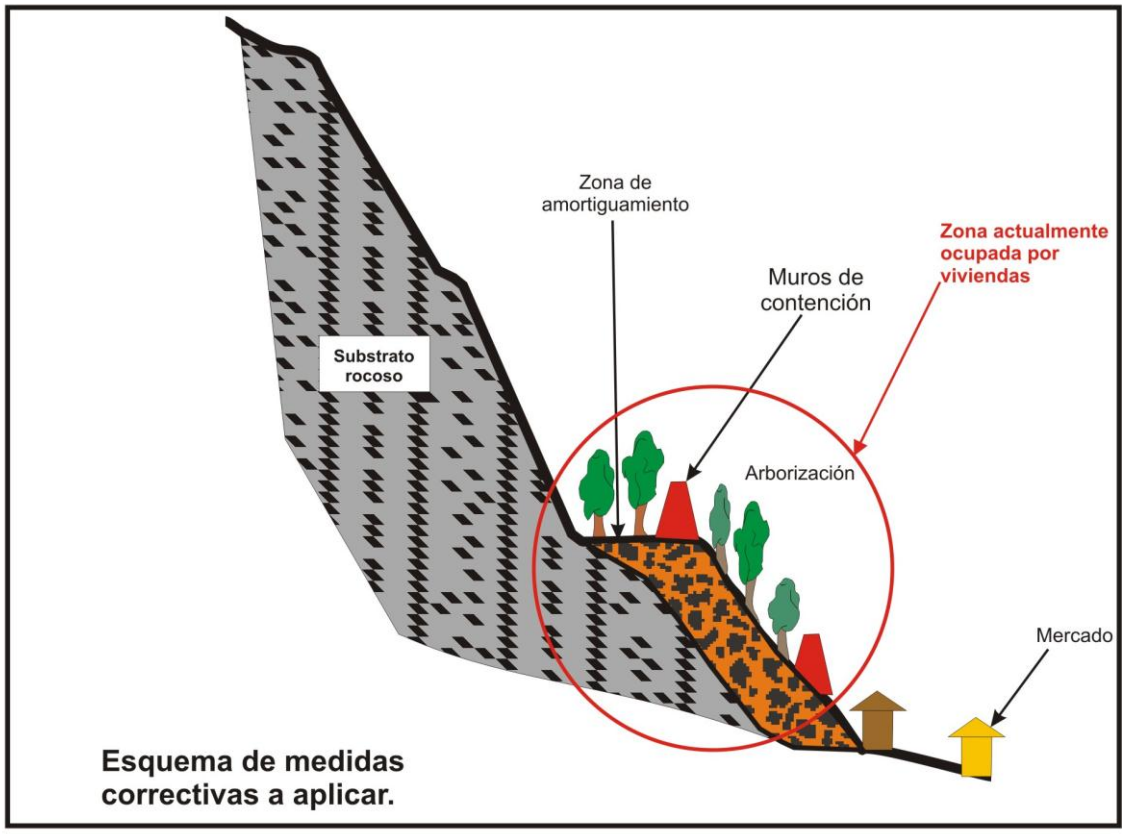

Zona de amortiguamiento
Zona actualmente ocupada por viviendas
Muros de contención
Substrato rocoso
Arborización
Mercado
Esquema de medidas correctivas a aplicar.

FIGURA N°4

FOTOGRAFÍAS

Foto 1.- Vista del farallón, la zona de arranque y la trayectoria de la caída de rocas.

Foto 2.- Vista detallada del Farallón donde se muestra los bloques suspendidos, que pueden ceder por efectos de la gravedad, lluvias o sismo.

Foto 3.- Sector aguas arriba del puente Sandia, se muestran las terrazas bajas.

Foto 4.- Obsérvese los bloques (A) y (B) producto de una caída de rocas antigua.

Foto 5.- Se muestra la dimensión de los bloques (A y B) del último evento de caídas de rocas, los cuales afectaron a viviendas.

Foto 6.- Antiguo muro de contención que fue destruido por la última caída de rocas (26 de enero del 2006).

Foto 7.- Cicatriz en un árbol de eucalipto, muestra el impacto de una roca, evento no datado.

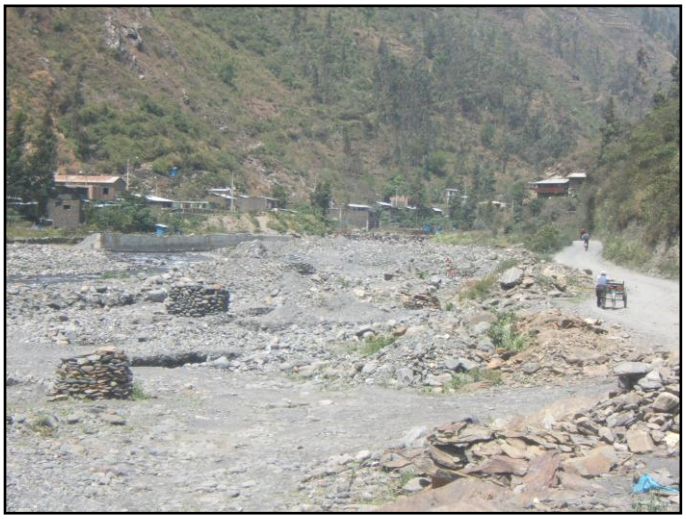


Foto 8.- Zonas de inundación fluvial, ubicada aguas arriba del puente Sandia. En ambas márgenes falta culminar las defensas ribereñas.

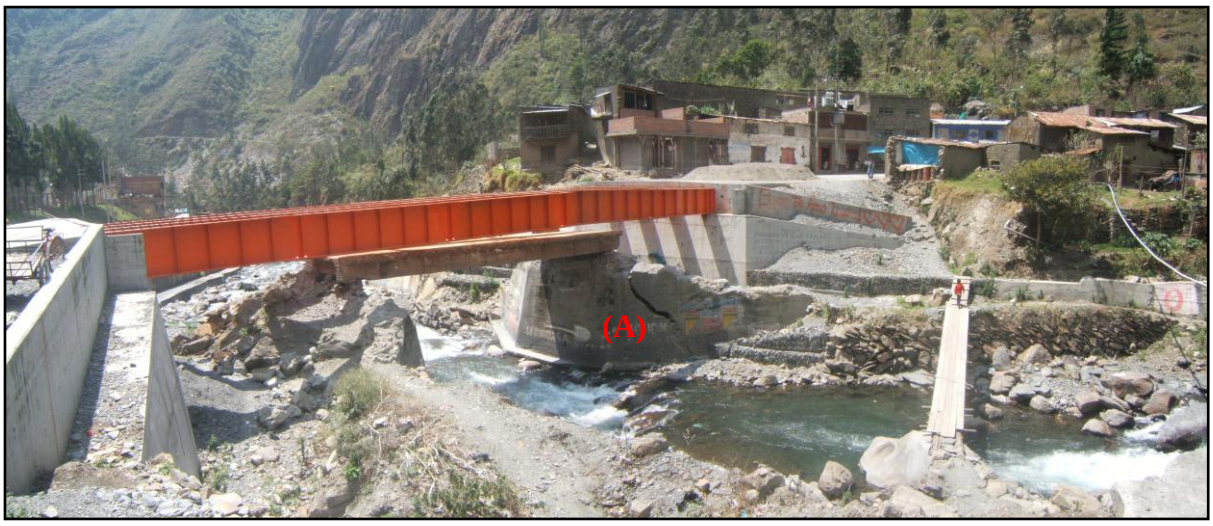


Foto 9.- Construcción del nuevo puente sobre el Río Sandia, aun se aprecian las estructuras falladas (A) del antiguo puente.

Foto10.- Flujo que discurre sobre la quebrada Chichamaco, se aprecia la cantidad de material suelto en su lecho

Foto 11.- Margen derecha de la quebrada Chichamaco, se aprecian viviendas ubicadas en su cauce.

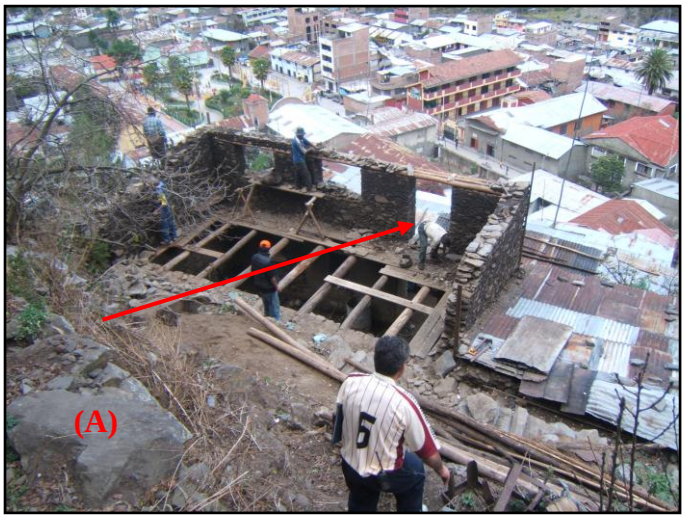


Foto 12.- Reconstrucción de vivienda, que fue destruida en la última caída de rocas. Se observan los bloques dejados en la última caída de rocas (A).
La flecha indica el sentido de la trayectoria del desplazamiento de los bloques.