

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

**INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y
METALÚRGICO
INGEMMET**

INFORME TECNICO

**DIRECCION DE GEOLOGIA
AMBIENTAL Y RIESGO
GEOLOGICO**

**FLUJO DE DETRITOS EN LA CIUDAD
DE CAJATAMBO**

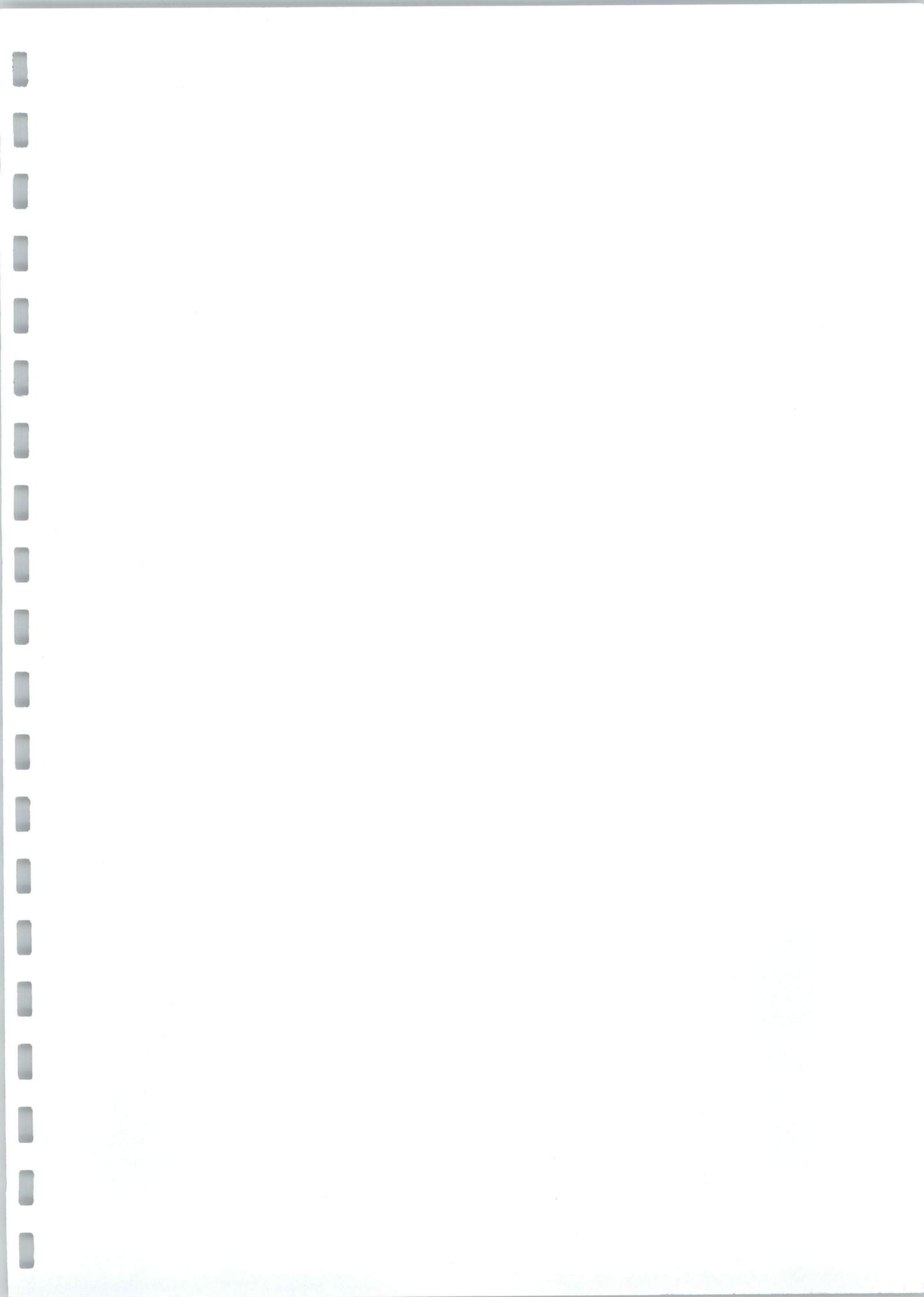
(Distrito de Cajatambo, Provincia de Cajatambo, Departamento de Lima)

Por:

**Ing. Patricio Valderrama
Ing. Gerson Cotrina**

 **INGEMMET**

**Agosto, 2009
LIMA - PERÚ**



INTRODUCCION

A solicitud del Gobierno Regional de Lima mediante Oficio N° 124-2009-GRL/GRRNGMA de fecha 07 de abril del 2009 y de la Municipalidad Provincial de Cajatambo mediante Oficio N° 225-MPC-ALC-2009 del 05 de abril del 2009 se realizó una inspección técnica al sector de "Curupuquio" en coordinaciones con las autoridades locales.

EL Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designo al Ingeniero Patricio Valderrama Murillo, especialista en Peligros Geológicos y al Ing. Gerson Cotrina Chávez especialista en Hidrogeología a realizar la inspección en la zona solicitada.

Debido a la falta de movilidad y a los trabajos de campo de los profesionales designados, la inspección se realizó del 25 al 28 de Junio del 2009, con apoyo de la Municipalidad Provincial de Cajatambo.

El área de estudio corresponde a la ciudad de Cajatambo (3200 msnm), que pertenece políticamente al distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, región Lima. Regionalmente el distrito de Cajatambo colinda por el Norte con el distrito de Copa y el departamento de Huánuco, por el Este con los departamentos de Huánuco y Oyón, por el Sur con el distrito de Gorgor y por el Oeste con parte de los distritos de Huancapón y Copa.

Localmente, la ciudad de Cajatambo se encuentra ubicada en la quebrada de Huaylastoclanca, al margen derecho del río Cuchichaca, flanqueado por los cerros San Cristobal (4 700 msnm), y Socojirca (4 600 msnm) hacia el Noreste; hacia el Oeste con las quebradas de Shapil y Piluyacu, y con el cerro Chipoc (4,400 msnm); hacia el Norte y hacia el Sur no existen límites definidos dado que el río Cuchichaca desciende de la quebrada de Huaylastoclanca y continúa hacia el Norte hasta encontrarse con el río Rapay.

El acceso desde Lima hasta la ciudad de Cajatambo es siguiendo la vía asfaltada de la Panamericana Norte, hasta llegar de al kilómetro 202, donde se toma el desvío hacia Cajatambo, siguiendo por una carretera asfaltada hasta Huayto, a partir de aquí se continua por una carretera afirmada pasando por Carhua, Mayush, Tumac, Llocche y Astobamba. El tiempo de llegada desde Lima es de aproximadamente 7 horas, en una camioneta de doble tracción.

ASPECTOS GENERALES

El distrito de Cajatambo cuenta con 791 familias, cuya actividad dominante es la agricultura y la ganadería. Cajatambo es reconocido por la exquisitez de sus dulces de leche y por su belleza paisajística.

El distrito de Cajatambo cuenta con servicios médicos, policiales y legales por ser la capital de provincia.

EL distrito de Cajatambo cuenta con un clima variado; entre los meses de mayo a septiembre es bastante seco y frío, moderado en los meses restantes; de enero a marzo hay fuertes lluvias, y ligeras entre los meses de octubre a diciembre. De junio a agosto la falta de lluvias ocasiona que las faldas de los cerros y las chacras pierdan el verdor.

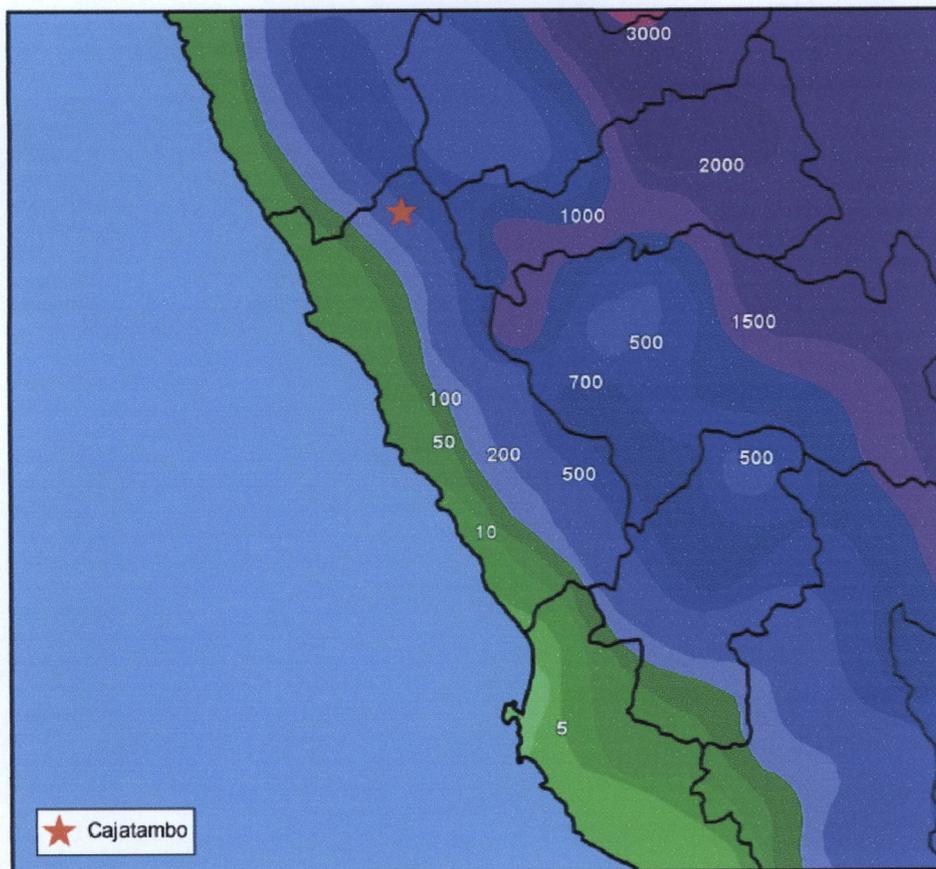


Fig. 1: Mapa Climático elaborado por SENAMHI.

Según la Fig. 1, tomado del Mapa Climático elaborado por SENAMHI, el la localidad de Cajatambo deben caer, en una época regular de lluvias entre 200 a 500 mm de lluvia en la temporada de verano (diciembre-marzo), sin embargo, según descripciones de los pobladores, estos valores fueron superados ampliamente este año.

ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS Y GEOLOGICOS

Cajatambo presenta una geografía muy accidentada, producto de la formación de los Andes. Sus laderas alcanzan pendientes de hasta 90° y altitudes que superan los 5 000 msnm. Estas características morfológicas dieron lugar a la formación de diferentes relieves topográficos como las quebradas, los cañones, los barrancos, las pampas, los nevados y las lagunas en diferentes lugares de esta zona.

Regionalmente, Cajatambo se encuentra en la Cordillera Occidental de los Andes peruanos, cuyas principales características son las fuertes pendientes, picos elevados (mayores a los 4000 msnm). Localmente, el distrito de Cajatambo se ubica en un depósito de deslizamiento antiguo, por encima de un valle fluvial del río Cuchichaca (Figura 2).

Geológicamente, Cajatambo está emplazado en depósitos coluviales antiguos, originados por un antiguo deslizamiento siendo este el principal factor condicionante de la geodinámica actual de la zona. En sus alrededores afloran rocas volcánicas del tipo tobas soldadas de edad cenozoica (Cobbing et al, 1996). Estas tobas, al estar muy fracturadas son favorables para el almacenaje y transporte de aguas subterráneas y condicionan todos los manantes de Astobamba, Cajatambo y alrededores cercanos. (Fig. 3).

En los alrededores, el Cerro San Cristóbal está compuesto por una litología muy variable, en la que se encuentra material muy fracturado y plegado, que posiblemente pertenezcan a la formación Casapalca, que se encuentra compuesto principalmente de areniscas rojas, intercaladas con margas y lodositas, siendo muy porosa y muy permeable, buena para formar acuíferos fisurados sedimentarios. También se reconoció el afloramiento de rocas volcánicas pertenecientes a la formación Calipuy, las cuales se encuentran en algunos sectores fisurados y en otros compacta, formando tanto acuíferos fisurados volcánicos, como acuícludos. En el sector donde ocurrió el evento, el tipo de rocas que afloran es de tipo volcánico, los cuales se encontraban muy compactos, ligeramente fisurados (Ver foto 3).

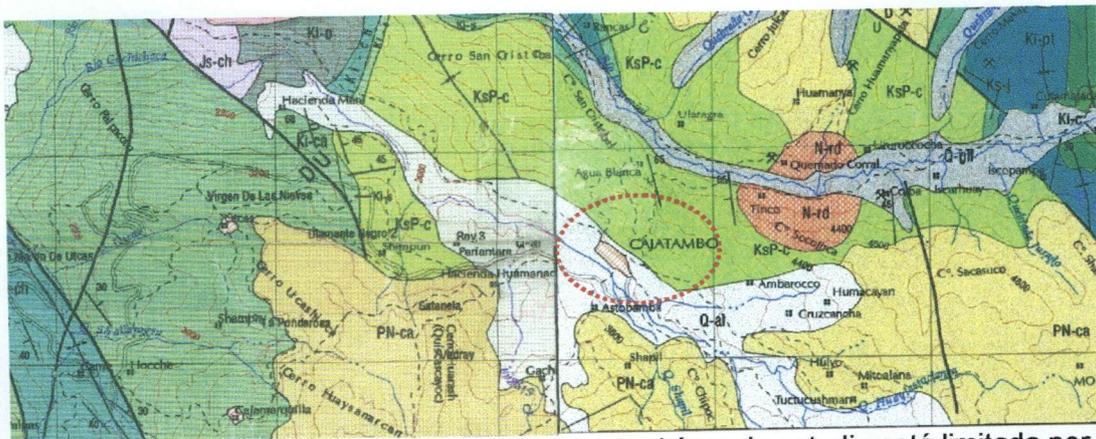


Fig. 3: Geología local de Cajatambo y alrededores, el área de estudio está limitada por las líneas discontinuas.

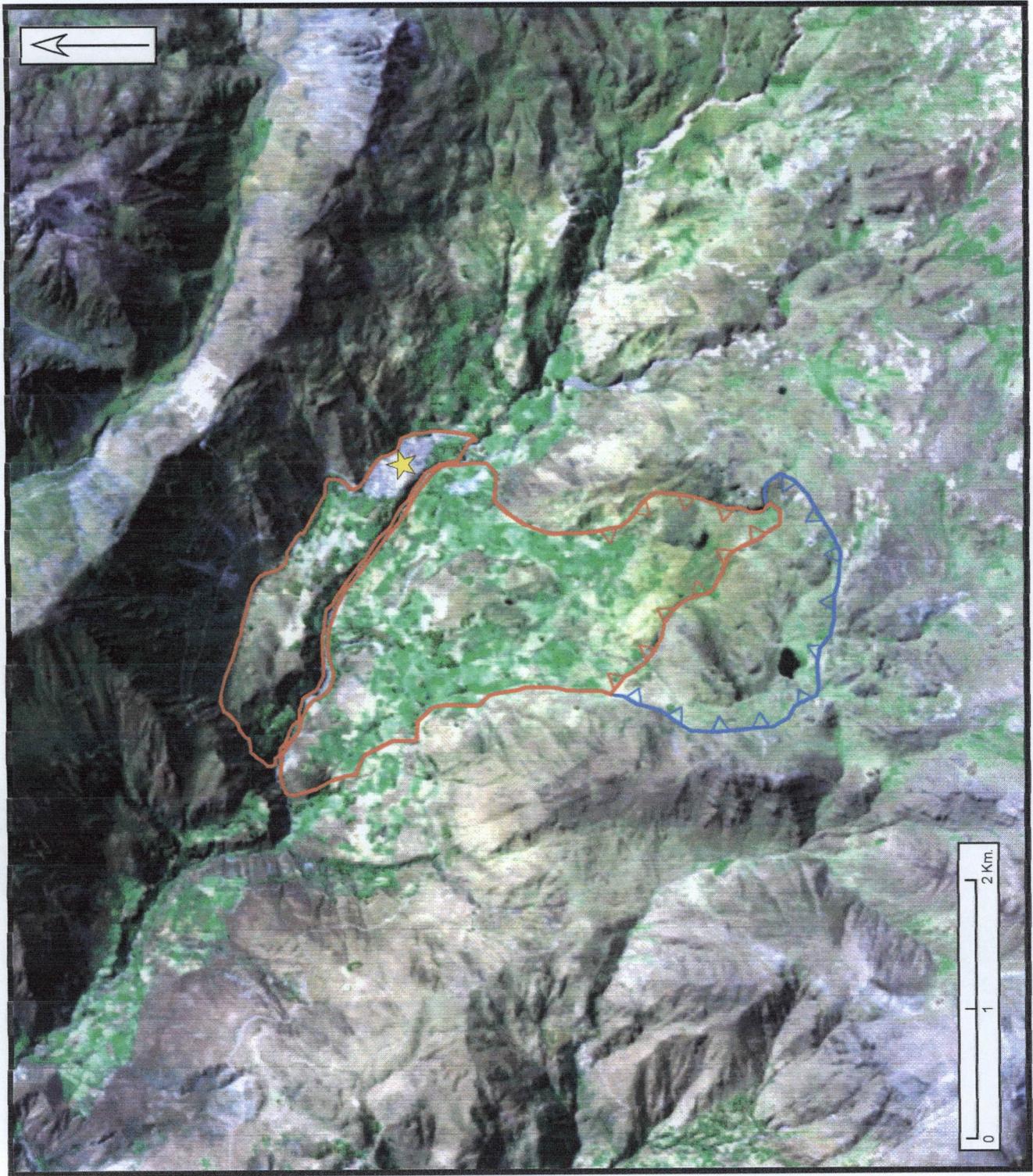


Figura 2: Ubicación Geomorfológica del Distrito de Cajatambo Base: Imagen ASTER, 2006.

ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

El trabajo de hidrogeología efectuado en la Ciudad de Cajatambo se concentró principalmente en el Cerro San Cristóbal, lugar donde se presentaron las surgencias de aguas subterráneas.

Interpretación Hidrogeológica.

El material suelto y fisurado, es favorable para el almacenamiento y la transmisión de aguas subterráneas. El río Pumarini, que se encuentra niveles más arriba, es el aportante natural de la recarga natural de agua subterránea del área de Cajatambo, como se puede apreciar en la figura 4.

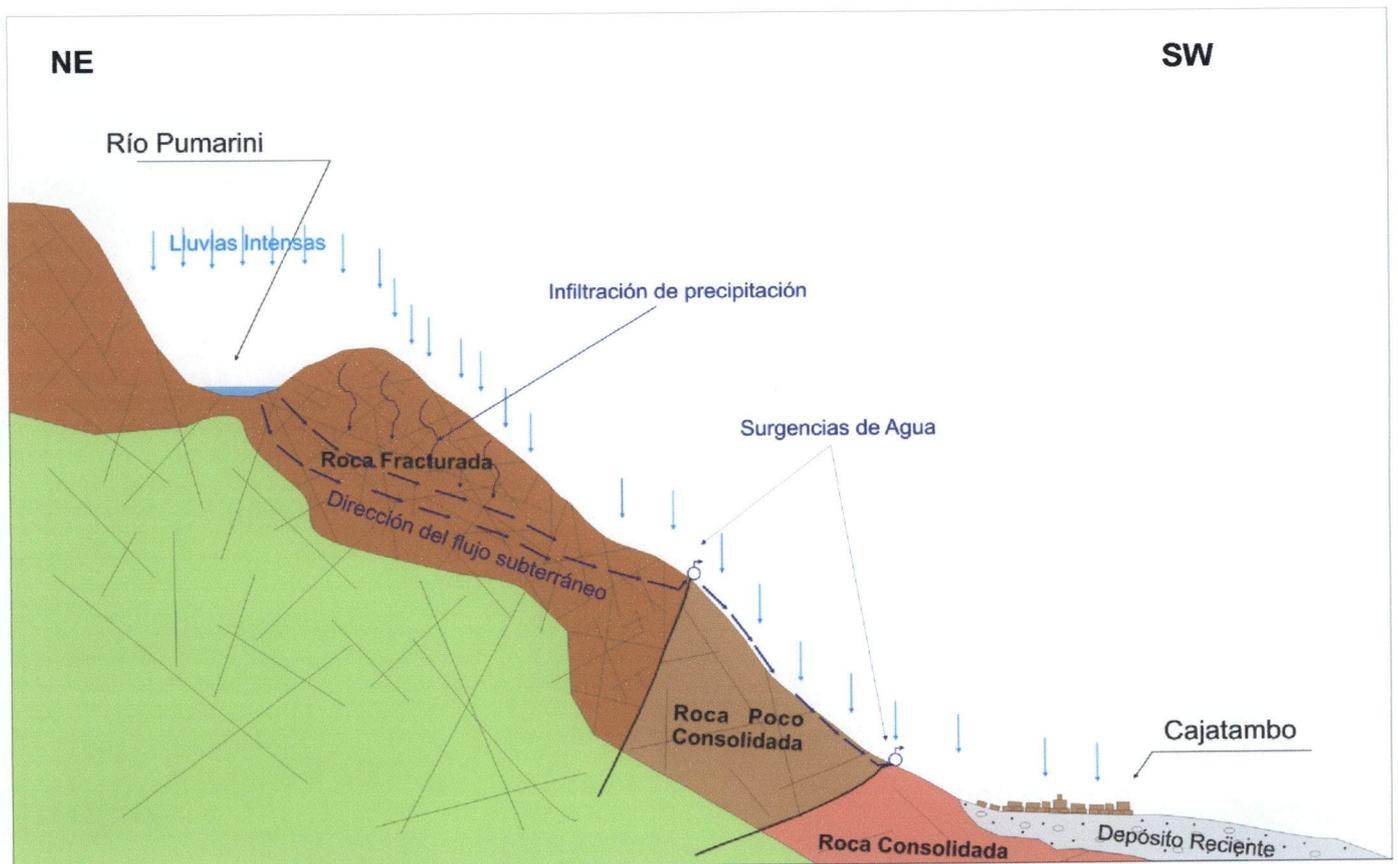


Fig. 4: Esquema del funcionamiento hidrogeológico en Cajatambo.

En la figura 4, se observa de color marrón, rocas muy fracturadas (ver foto N° 1), que debido a la pendiente del terreno, el agua discurre y se infiltra por la ladera del cerro San Cristóbal, manifestando surgencias de agua. Luego viene una roca menos fracturada (ver foto N° 2) que se encuentra cubierta por material suelto, el cual es muy permeable y transmisivo. Por este material se inició el evento. Se ha observado que este material se vuelve más compacto, mostrándose su afloramiento (foto N° 3) cerca de la ciudad de Cajatambo.



Foto 1 Muestra las Surgencias en el sector del Cerro San Cristóbal, en roca volcánica, muy fracturada.



Foto 2: Se muestra claramente las surgencias que existen en la ladera del cerro San Cristóbal,



Foto 3: Paso del agua sobre la roca volcánica muy compacta

Estos sectores donde la roca se encuentra cubierta por material suelto, son propicios para formarse flujos de lodo y barro (Huaycos).

En el presente año la precipitación que ha ocurrido entre los meses de enero y marzo, han sobrepasado el promedio anual de precipitaciones, en un 50%. Es por esto que los suelos se han saturado, en muchos casos rebosado su capacidad de almacenamiento, ocasionando muchos flujos de lodo y piedras.

PELIGROS GEOLOGICOS

El Movimiento en masa que afectó la ciudad de Cajatambo fue uno del tipo complejo, ya que la saturación del terreno generó un deslizamiento al borde del camino (C° San Cristóbal) y este material al incorporar mas agua y ganar velocidad por la fuerte pendiente de la quebrada se convirtió en un flujo hiperconcentrado de lodo y piedras.

El deslizamiento en la parte superior se podría catalogar como un deslizamiento del tipo trasnacional, con magnitudes pequeñas en material coluvial. El flujo en la parte baja es un típico flujo hiperconcentrado con alto contenido de lodo el cual arrastró detritus, y pequeños bloques pendiente abajo. Este flujo, se canalizo por el Jr. La Mar sin causar grandes daños.

Origen del Flujo de Detritos del 30 de Marzo del 2009

EL flujo de detritos del 30 de marzo del 2009 tuvo varios factores detonantes, como fueron la fuerte e inusual temporada de lluvias que azotó los andes peruanos, el tipo de roca en la que esta la quebrada y su comportamiento en relación a las aguas subterráneas.

Con respecto a la ultima temporada de lluvias (Diciembre 2008 – Abril 2009) aun no se tiene datos exactos sobre la misma, pero si se conoce que durante esos meses ocurrieron muchas emergencias en los andes peruanos, principalmente por deslizamientos, flujos de detritos, etc. Este aumento del reporte de emergencias, indica claramente, que la última temporada de lluvias esta altamente ligada a la ocurrencia de grandes fenómenos de remoción en masa, como los ocurridos en Pataz (La Libertad), Huacrachuco (Huánuco), Rampac (Ancash) y otros.

El tipo de roca que rodea a la ciudad de Cajatambo es de naturaleza volcánica (explicada en el capítulo de Geología) y esta roca tiene la propiedad de captar y transportar muy bien el agua de percolación, o sea, el agua subterránea. Esta en su recorrido llego hasta una zona de liberación, donde originó el flujo de detritos.

Dinámica del Flujo de Detritos del 30 de Marzo del 2009

Según indican los reportes, el 30 de marzo alrededor de las 10 de la mañana, un flujo de lodo y detritos comenzó a transportarse por la quebrada superior al Jirón La Mar, en el centro de la ciudad de Cajatambo. Este flujo, comenzó con una viscosidad media, ya que la tasa de movimiento no fue muy alta, afortunadamente, este se canalizo por el Jirón la Mar y Jirón Vigíl, que se encuentran directamente debajo de la quebrada (Panel Fotográfico).



Foto 4: Precisos momentos en los que descende la primera oleada del flujo de detritos y lodo desde la quebrada y se canaliza por el Jirón La Mar.

30 Mar 09, 10:18

Fuente: INDECI

Foto 5: Conforme pasaban los minutos, las diferentes oleadas del flujo comenzaban a transportar bloques de mayor tamaño y comenzaban a colmar la calle.

30 Mar 09, 10:26

Fuente: INDECI



Las diferentes avenidas del flujo duraron por casi 3 noches en las que se hacían más intensos. Estos flujos tuvieron las clásicas etapas dinámicas, con el material grueso por delante y después material lodoso y agua.

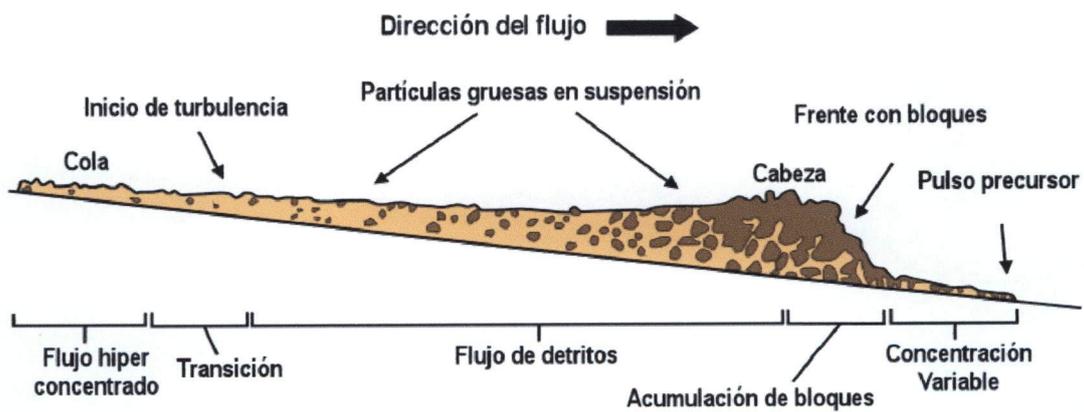


Fig 5: Corte esquemático de un flujo de detritos indicando sus partes.



Foto 6: Inicio de una oleada del flujo, nótese como el flujo arrastra mayormente material grueso y pequeños bloques.

30 Mar 09, 10:28

Fuente: INDECI



Foto 7: Parte final de una oleada de flujo, nótese que el material de arrastre es mínimo y predomina el lodo muy fluido y mayormente agua. 30 Mar 09 - 10:37 Fuente: INDECI

Los esfuerzos de los pobladores para proteger sus viviendas e impedir que el flujo se represe fue muy importante porque así se evitó que lo daños sean mayores aunque en algunas zonas el flujo rebaso el nivel de la calle y afecto las viviendas.



Fotos 8 y 9: Los pobladores de las zonas afectadas colaborando con la canalización y control de flujo. Esto pudo ser posible gracias a que el flujo fue de bajo caudal y vino en varias oleadas por varios días. *Foto superior: 30 Mar 09, 18:04. Foto inferior: 04 Abr. 09, 09:19, Fuente: INDECI*



Foto 10: Sin embargo, algunas viviendas, principalmente en la última cuadra del jirón La Mar se vieron afectadas por el flujo de detritos. 31 Mar 09, 07:46 Fuente: INDECI

Todo parece indicar que al momento de iniciarse el flujo de detritos, este se vio bloqueado por un gran bloque de roca en la parte media de la quebrada. Lo que ocasionó un pequeño represamiento del flujo, el cual empujó el bloque rocoso, ocasionando que este caiga a gran velocidad con dirección a la ciudad de Cajatambo. Afortunadamente, este bloque impacto con el reservorio de agua local dañándolo levemente pero deteniendo su caída.



Foto 11: Vista de los daños que ocasionó el bloque de roca (entre líneas entrecortadas) al impactar contra el reservorio de agua. Nótese que si el bloque no hubiera impactado contra el reservorio hubiera ido a dar directamente sobre las viviendas.



Foto12: Vista al detalle del tamaño del bloque y los daños que ocasionó al reservorio de agua.

Durante la inspección realizada en Junio del mismo año (casi 5 meses después del evento) aun se apreciaba las huellas del flujo y como algunas viviendas se vieron afectadas.



Foto 13: Esta actual del reservorio de agua, ya completamente reparado y funcionando. El bloque de roca que lo afectó, fue destruido con explosivos.



Foto 14: Algunas viviendas que fueron afectadas por el flujo siguen sin mantenimiento alguno.



Foto 15: Las viviendas más afectadas fueron reemplazadas por Módulos Básicos de Vivienda, proporcionados por INDECI.



Foto 16: En líneas entrecortadas se aprecia las alturas máximas que alcanzó el flujo al discurrir por el Jr. La Mar.

CONCLUSIONES

1. El fenómeno geológico que afectó el distrito de Cajatambo, se denomina flujo y por sus características se cataloga como un flujo de detritos de pequeñas proporciones.
2. El evento tuvo su origen en la parte alta del sector de Curupuquio.
3. El flujo se originó por la infiltración de agua en los acuíferos locales del Cerro San Cristóbal, producto de la intensa temporada de lluvias ocurrida desde diciembre del 2008 a marzo del 2009.
4. Debido a la mala naturaleza geológica del Cerro San Cristóbal los acuíferos generaron surgencias de agua en numerosos puntos, lo que terminó sobresaturando el terreno, generando una zona de debilidad y posteriormente en un flujo de detritos.
5. El flujo de detritos se manifestó por oleadas, las cuales comenzaron el día 30 de marzo del 2009 hasta el 2 de abril del 2009 inclusive.
6. AL momento de iniciarse el flujo, presumiblemente debido a un represamiento en la parte superior, se liberó un gran bloque rocoso que impactó y dañó el reservorio de agua potable de la zona, sin destruirlo.
7. Afortunadamente, el flujo canalizó naturalmente por la Jr. La Mar, lo cual redujo considerablemente el número de viviendas afectadas.
8. Este fenómeno se podría considerar como atípico en la zona, ya que no se tiene registro histórico alguno de flujo de detritos en la misma ciudad de Cajatambo.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones de estabilidad de taludes

- Realizar la estabilización de los taludes superiores en la zona de arranque del flujo de detritos con estructuras tipo andenes, los cuales servirán para la evacuación del agua superficial y estabilización de los taludes. Esta obra se debe ejecutar conjuntamente con un plan de reforestación local, preferentemente con especies nativas de la zona.



Fig. 6: Imagen digital de cómo deberían lucir las obras de contención una vez terminadas. La ejecución de estas debe estar a cargo de ingenieros especialistas en coordinación con Defensa Civil.

- Realizar obras de contención y canalización de flujos en los alrededores del reservorio de agua potable. Esto con la finalidad de asegurar al reservorio y proteger el Jr. La Mar.
- Pavimentar en forma cóncava hacia arriba el Jr. La Mar, con una profundidad céntrica de 20 cm. sobre el nivel de las aceras, para así, favorecer la evacuación de los posibles flujos de detritos y proteger las puertas y paredes de las viviendas.

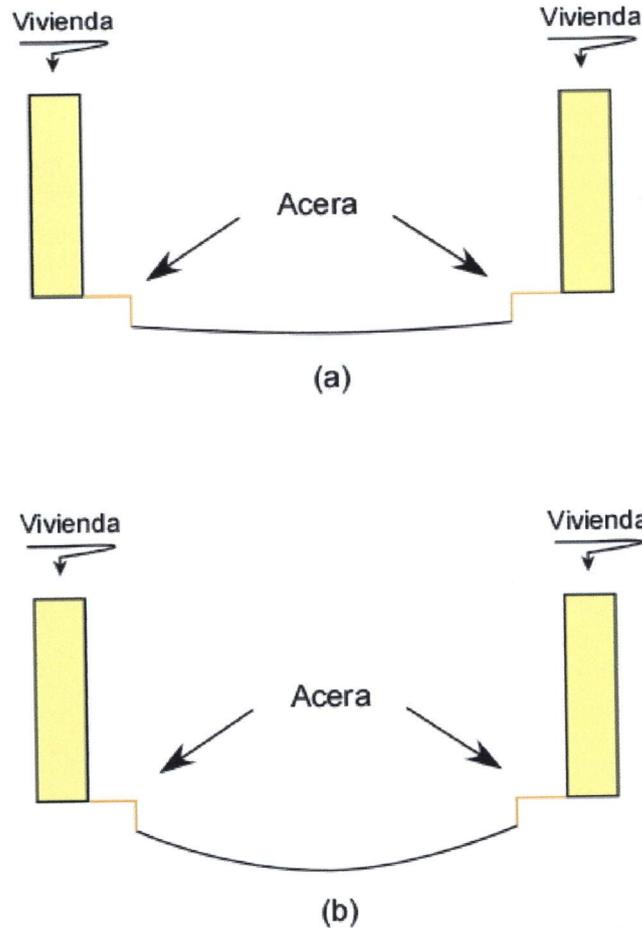


Fig. 7: (a) Corte esquemático del perfil actual del Jr. La Mar. (b) Corte esquemático de cómo debería quedar el Jr. La Mar, después de pavimentarla en cóncava hacia arriba.

- Elaborar el inventario de surgencias de aguas subterráneas, en todos los alrededores de la ciudad de Cajatambo, en épocas de avenidas y de estiaje, para tener un control de los caudales que presentan en diferentes épocas del año.
- Crear una red de captaciones de manantiales, que puedan abastecer de agua a las poblaciones aguas abajo de la ciudad de Cajatambo.
- Desarrollar sistemas de drenajes, los cuales deben encontrarse revestidos (concreto, tubería PVC ó empedrado), para que no exista infiltración del agua drenada, y así sature el suelo y disminuya su índice de cohesión.