

# Riesgo geológico que afectará al poblado Tapacocha (Recuay - Ancash)

## Geological risk affecting the village of Tapacocha (Recuay, Ancash)

E. Manrique<sup>1</sup>, G Gonzáles<sup>1</sup>, S Manrique<sup>1</sup>, F Bravo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela profesional de Geología, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica,  
Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

---

### RESUMEN

Las construcciones civiles edificadas sobre suelos inestables son vulnerables a los procesos naturales como la geodinámica interna, externa y el cambio climático. El poblado de Tapacocha que está asentado sobre suelo deslizado es sensible a los procesos naturales. El terremoto de mayo de 1970 ocasionó fracturamiento de la planicie, destrucción de sus construcciones; las intensas lluvias de los años 1942 y 1997 ocasionaron huaycos que destruyeron algunas de sus edificaciones y terrenos de cultivo.

La geodinámica interna modeló el basamento con un intenso plegamiento y fracturamiento de las rocas sedimentarias; la geodinámica externa por geofomas modeladas por los movimientos rotacionales, deslizamientos, erosión diferencial. En la actualidad el efecto del cambio climático se manifiestan por las inusuales torrenciales lluvias que erosionan periódicamente y ponen en peligro las edificaciones civiles y la agricultura.

Con el presente estudio se propone alertar a las autoridades y sus pobladores para prevenir y mitigar los efectos naturales destructivos.

**Palabras clave:** poblado de Tapacocha, geodinámica externa, huaycos.

### ABSTRAC

Buildings standing on unstable soils are vulnerable to natural processes such as internal and external geodynamics and climate change. The village of Tapacocha, which is settled on slid floor, would be sensitive to those natural processes. The May 1970 earthquake caused ground fracture and building destruction; heavy rains in 1942 and 1997 caused mudslides that destroyed buildings and agriculture land.

The internal geodynamics gave its shape to the base rocks through intense folding and fracturing of the sedimentary rocks; the external geodynamics created shapes through rotational movements, landslides and differential erosion.

Presently, climate change is causing unusual torrential rains that periodically erode and threaten buildings and agriculture. The goal of this study is to advise the authorities and the population on ways to prevent and mitigate the destructive effects of these natural events.

**Keywords:** village of Tapacocha, external geodynamics, mudslides

### 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio sobre riesgos geológicos que afectará al pueblo de Tapacocha se desarrolla en el marco del Proyecto de Investigación promovida por el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería. El pueblo está edificado sobre un suelo deslizado, sujeto a permanente erosión en época lluviosa y proclive a deslizamiento por efectos de

sismos. Con el presente se trata de prevenir y mitigar de los riesgos que está propenso el centro poblado.

### 2. OBJETIVOS

El centro poblado de Tapacocha está edificado sobre un terreno deslizado, con el presente estudio se pretende: Reconstruir el mecanismo de formación del suelo, su posterior deformación y modelado por efecto de los fenómenos naturales e identificar los problemas

---

\* Correspondencia:  
E-mail: emanrique@uni.edu.pe

latentes que generar la inestabilidad del terreno y proponer la forma de prevenir y mitigar.

### 3. DESARROLLO DEL TEMA

#### 3.1 Conceptos teóricos de procesos geodinámicos externos

Según estudios de INGEMMET, la zona de estudio está considerada de alta susceptibilidad ubicada en las laderas de la cabecera de cuenca del río Huarmey (Zavala, et al, 2009).

A las geofomas primarias modeladas por procesos tectónicos (endógenos) como plegamientos, fallamientos e intrusiones ígneas, le siguen procesos geodinámicos externos recientes relacionados a la erosión, transporte por gravedad o por otros agentes como la escorrentía o glaciación etc., que evidencian la evolución dinámica del ciclo geomórfico del relieve terrestre en Tapacocha.

Se han identificado varios tipos de movimientos que se puede dividir en tres grupos principales: caídas,

deslizamientos y flujos, o combinación de ellos. Varnes (1958) interpreta y clasifica varios tipos de depresión según los materiales que ocasionan los deslizamientos (Figura 1). El deslizamiento de Tapacocha es similar al tipo E.

Cruden y Varnes (1996) similar a la Figura 1, describen sus características principales de los mecanismos de rotura, tipos de movimientos, tipo de falla y las velocidades que adquieren los movimientos en masa.

Suarez (1998) en Figura 2 nombra las partes de un deslizamiento de masas que son similares a las observadas en Tapacocha. Los movimientos de suelos o rocas se generan sobre una o varias superficies curvas de rotura denominado fallas lítricas al superar la resistencia cortante de los planos de deslizamiento. Los movimientos pueden ser rápidos o lentos, dependen del ángulo de pendiente sobre la cual se desplaza la masa rocosa o suelo.

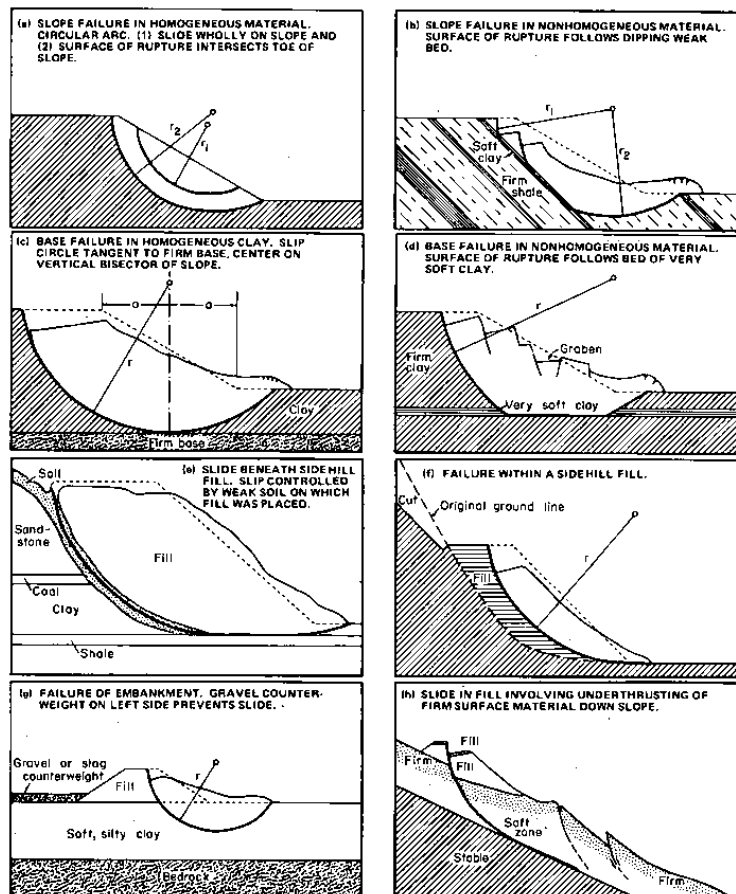


Figura 1. Algunas variedades de depresión (David J. Varnes, 1958): A) Falla de pendiente en material homogéneo. Arco circular: 1. Deslizamiento completo sobre pendiente, 2. La superficie de rotura intercepta a pie de la pendiente; B) Falla de pendiente en material no homogéneo: superficie de ruptura continua por la capa débil de la formación; C) Base falla en arcilla homogénea: deslizamiento circular tangente a la base firme, centrado en la bisectriz vertical, o del talud; D) Base de falla en material no homogéneo: superficie de ruptura siguiendo la forma de la capa o arcilla muy suave; E) Deslizamiento por debajo de relleno de arroyo: falla controlado por una capa débil de suelo sobre la que fue colocado el relleno; F) Falla dentro de un relleno al lado de una colina; G) Falla de terraplén: contrapeso de grava en el lado izquierdo impide deslizamiento; H) Falla en un material de relleno que implica corrimiento por la pendiente superficie estable.

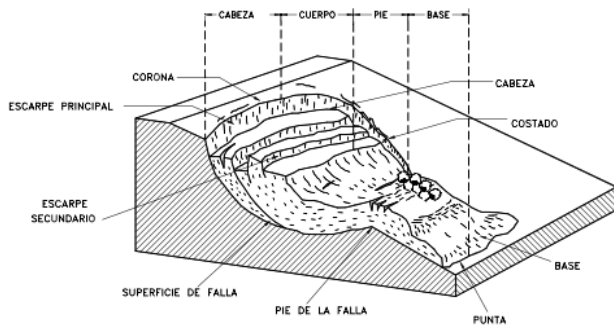


Figura 2. Nomenclatura de un deslizamiento (Suarez, 1998)

### 3.2 Marco litológico estructural de Tapacocha

En los alrededores del poblado de Tapacocha afloran rocas de edad cretácica: formaciones Huamancayán, Chinchipe, Chala y volcánicos sedimentarios de la Fm. Cochapunta del Grupo Casma (Figura 3).

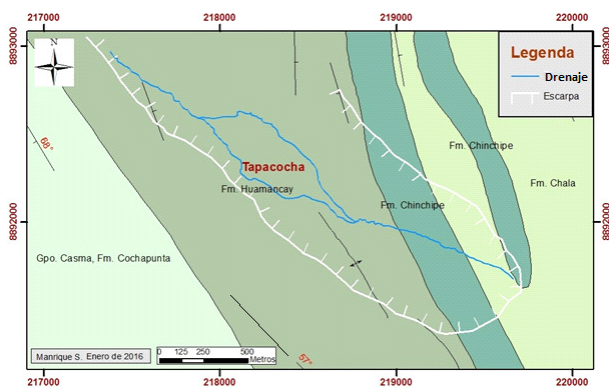


Figura 3. Plano litológico de Tapacocha.

La Fm. Huamancayán (Ki) constituida predominantemente de lutitas de color gris, pizarras y lodolitas de coloración pardo-rojiza, en Tapacocha se encuentra intensamente tectonizada, forma parte del basamento del suelo de Tapacocha. (Figura 4). La Fm. Chinchipe conformada por cuarcitas y conglomerados de cuarcita brechada y soldada, en los alrededores del poblado aparece sueltos o colgados sobre la Fm. Huamancayán (Figura 5). La Fm. Chala conformada por lutitas de color gris con intercalaciones de lutitas calcáreas. La Fm. Cochapunta básicamente está formada por chert de color verde oscuro y tufos con lutitas.



Figura 4. Lutitas pizarrosas intensamente tectonizadas de la Fm. Huamancayán.



Figura 5. En primer plano, cuarcitas de la Fm. Chinchipe brechadas y soldadas, aparecen sueltas sobre Fm. Huamancayán.

Según la geología estructural regional, como en toda la cordillera negra (Manrique, 2010) en el sector de Tapacocha se han formado dos estructuras tectónicas de pliegue en rocas sedimentarias, se proyectan en dirección NO-SE (Figura 2-1). El tectonismo ha generado un intenso fracturamiento en las rocas sedimentarias, se presenta disturbado y proclive a una erosión.

El suelo del centro poblado se depositó como relleno al paleorelivo formado por tectónica regional. Finalmente modelado por los procesos geodinámicos de erosión, deslizamiento y hundimientos gravitacionales ocasionados por las lluvias y movimientos telúricos.

El suelo está conformado por materiales detríticos angulosos de tamaños heterométricos, mal clasificados; predominan clastos pizarrosos de color gris claro, cuarcitas brechadas y soldadas, bloques de intrusivos de composición riolítica y andesítica; todo, en matriz arenosa-arcillosa producto de la disgregación de los clastos gruesos (FIGURAS 6 y 7). Las características descritas indican un depósito proximal aluvial, gravitacional y/o transportado por acción glacial.



FIGURA 6. Suelo sobre la cual se edifica el pueblo de Tapacocha, erosionado sobre basamento Huamancayán.



FIGURA 7. Suelo de Tapacocha: clastos y detritos de tamaño heterométrico y mal clasificados.

### 3.3 Interpretación geomorfológica

La interpretación geomorfológica se ha realizado sobre imágenes de "Google Earth". Se observa una depresión de forma oval alargada con drenaje en dirección NO-SE, paralelo al rumbo de las estructuras plegadas; material de relleno deprimido y parcialmente erosionado; evidencias de estructuras de arranque de deslizamiento: bordeando la planicie Tapacocha y las laderas circundantes (FIGURA 8) y otra ubicada en el borde NO (FIGURA 9). Las evidencias estructurales de deslizamiento muestran erosión y movimiento de masas en sentido NO, aprovechando el paleorelieve generado por la geodinámica interna.

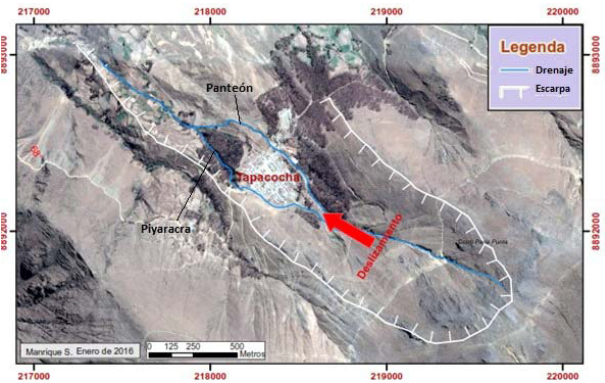


Figura 8. Interpretación geomorfológica de Tapacocha y alrededores.



Figura 9. Tapacocha se observa el borde abrupto actual de Quirún.

### 3.4 Descripción del deslizamiento de Tapacocha

El pueblo de Tapacocha se edifica sobre una planicie deslizada limitado por los escapes de Quirún y Pacsa; el pie del deslizamiento se inicia cuesta abajo desde el escarpe Quirún; la base corresponde a los terrenos de Huanca, actualmente erosionados (Figura 10). El cuerpo está limitado en sus laterales NE y SO respectivamente por los drenajes actuales de Panteón y Piyaracra, por estos lugares la erosión y socavamiento en época lluviosa es permanente (Figura 8).

En las paredes del margen izquierdo del drenaje Piyaracra se observa plano de deslizamiento lateral y suelo colgado sobre rocas lutáceas y arenosas de la Fm. Huamancayán. Estas evidencias conjuntamente con la escarpa de Pacsa sugiere el colapso del suelo de Tapacocha posterior al relleno (Figura 11).

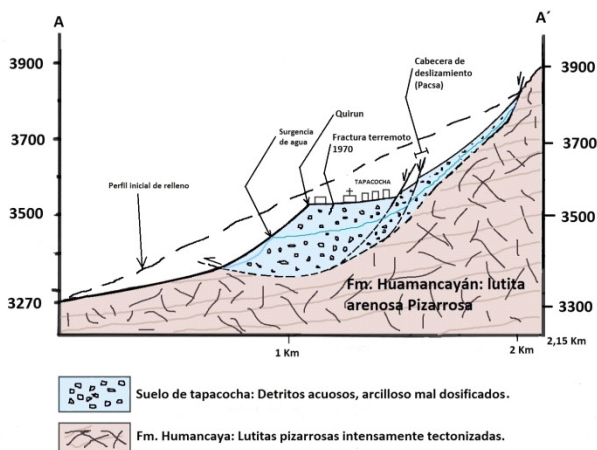


Figura 10. Sección geodinámica interpretativa de Tapacocha.



Figura 11. Suelo colgado en la pared izquierda del drenaje Piyaracra.

### 3.5 Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos

Las siguientes son las descripciones a los ensayos de laboratorio

- Las muestras de suelo fueron clasificadas como SC-SM, es decir, arenas arcillosas a arenas limosas con gravas (mezcla de arenas y arcillas/limos mal graduada).
- De acuerdo al LL (límite líquido) obtenido, se puede decir que la fracción más fina del suelo (arcilla + limos) es de baja plasticidad ( $LL < 35\%$ ).
- En términos generales se puede decir que estos suelos:
  - o Tienen una resistencia al corte regular a buena (promedio: ángulo de fricción  $27.2^\circ$ , cohesión  $0.066 \text{ Kg/cm}^2$ ).
  - o Por su resistencia media a buena y su baja plasticidad, su compresibilidad es baja y es de buena calidad para ser usado como cimentación.
  - o Dada la composición de los suelos, la abundancia de arenas y gravas y la baja plasticidad de la fracción fina, no debería presentarse problemas asociados a arcillas expansivas.

En términos generales la permeabilidad sería baja. Las zonas donde presenta mayor cantidad de finos ( $>15\%$ ) serían aún menos permeables y por consiguiente más susceptibles a presentar mayor presión de poros (más inestables).

Muy probablemente el problema del movimiento en masa se deba a la presencia de agua en la zona, que genera altas presiones de poros y que reducen la resistencia efectiva al corte del suelo.

### 3.6 Análisis de estabilidad de talud

Las El perfil para mostrar la estabilidad de masa se ha ejecutado con una topografía aproximada, para un análisis acucioso es necesario uno en detalle que será en el siguiente proceso de estudio. En el presente se ha tomado en cuenta la superficie freática a partir de la surgencia de agua ubicada en la ladera de Quirún; las estructuras de arranque ubicadas en la cabecera de la planicie del centro poblado; y, fractura producto del sismo del año 1970 (Figura 10).

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a. El pueblo de Tapacocha está edificado sobre una planicie formado por deslizamiento de relleno aluvial- coluvial antiguo.
- b. El basamento conforma rocas sedimentarias de la Fm Huamancayán (lutitas y areniscas) intensamente tectonizada por estructuras de plegamiento (anticlinal y sinclinal).
- c. Según el análisis de suelos la permeabilidad sería baja. Las zonas donde presenta mayor cantidad de finos serían aún menos permeables y por consiguiente más susceptibles e inestables.
- d. Muy probable que el problema del movimiento en masa se deba a la presencia de agua en la zona en particular en épocas lluviosas, que genera altas presiones de poros y que reducen la resistencia efectiva al corte del suelo.
- e. El terremoto de mayo de 1970 ocasionó rajadura en la planicie del centro poblado y destrucción de edificaciones.
- f. Continuar el estudio con la participación de las autoridades locales que puedan financiar el levantamiento topográfico para realizar perfiles para análisis de estabilidad.
- g. Evitar futuras construcciones de envergadura dentro del área del centro poblado.
- h. Ampliación de las construcciones en el sector NE de la población actual.

**REFERENCIAS**

- [1] Cruden, D.M., Varnes D. J. (1996). "Landslide Types and Processes". Landslides: Investigation and Mitigation. Special Report 247, National Academy Press, Washington D. C., pp 36-75.
- [2] Manrique, E. (2010). Geología estructural del neógeno en la cordillera negra, implicancias en el origen y estabilidad de taludes del yacimiento aurífero epitermal de alta sulfuración: pierina. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Ingeniería; Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica, Lima. 100 p
- [3] Varnes D.J. (1958). "Landslides types and processes". Special report 29: Landslides and engineering practice (E.B. Eckel, ed.) HRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 20-47
- [4] Zavala C. Bilberto, Valderrama M. Patricio, Pari P. Walter, Luque P. Griselda, Barrantes H. Roxana (2009). Riesgos Geológicos en la Región Ancash. Boletín N°38, Serie C; Geodinámica e Ingeniería Geológica. Instituto Geológico, Minero, Metalúrgico (INGEMMET). Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, Lima - Perú. 289 p.