

GEODINÁMICA DEL ÁREA DE HUACAR-HUÁNUCO

Enrique Guadalupe Gómez*, Bárbara León Huaco**

RESUMEN

El Perú es un país con una geodinámica compleja, por el emplazamiento de las cordilleras occidental y oriental, por la diversidad de rocas y suelos y por sus múltiples climas y pisos ecológicos que aceleran los diversos procesos de la geodinámica externa.

En Huacar se desarrolla el «Proyecto Piloto de Reforestación con Tara utilizando Sistemas de Riego no Convencionales» que abarca una extensión de 120 ha, donde intervienen 120 familias en condición de pobreza y extrema pobreza; parte de este terreno ha sido afectado especialmente por deslizamiento de suelos y erosión por cárcavas, lo cual trataremos en el presente estudio.

Palabras clave: Geodinámica, deslizamiento de suelos, Huacar-Huánuco.

GEODINAMICS OF THE HUACAR AREA IN HUANUCO

ABSTRACT

The Peru is a country with a complex geodynamyc, for the location of the mountain ranges Westerner and oriental, for the diversity of rocks and floors, its multiple climates and ecological floors that accelerate the diverse processes of the external geodynamyc.

In Huacar is developed the «Project Pilot of Reforestation with Tare using non Conventional Systems of Watering», it embraces an extension of 120 ha there is, where 120 families intervene in condition of poverty and it carries to an extreme poverty, it leaves of this land it has been affected, especially for slip of floors and erosion for carcavas, that which we will treat study presently.

Keywords: Geodynamyc, slip of floors, Huacar-Huánuco.

1. IMPORTANCIA DE LA GEOLOGÍA EN LOS PROYECTOS

La Geología es una ciencia aplicable a muchas actividades humanas, tales como las actividades extractivas en la minería y el petróleo, en los estudios medioambientales y para toda obra civil, sea carretera, irrigación, represa, edificaciones de toda índole. Es por ello, que son necesarios los estudios geológicos respectivos.

La agricultura pierde en el mundo millones de hectáreas de terreno, principalmente por erosión, inundación, huaycos, deslizamientos de suelos y otros fenómenos geodinámicos, pudiendo evitarse con obras preventivas. [5] Razón por la cual son necesarios los estudios geológicos para todo proyecto agrícola, ya que en el simple hecho de intervenir el agua, ya sea en rocas o suelos, hace que se den diversos procesos geodinámicos, además de

* Departamento Académico de Ingeniería de Minas, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica- Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Pontificia Universidad Católica, Lima-Perú.
E-mail: eguadalupe@unmsm.edu.pe

** Asociación Tecnología y Desarrollo (TECNIDES), Lima-Perú.

cambios en el régimen de la hidrogeología superficial y subterránea que pueden afectar los proyectos.

En el caso específico del Proyecto Tara, la naturaleza sin intervención del hombre ya había formado un deslizamiento de suelos. En los últimos años, en parte de manera natural, y por la intervención del hombre con un riego no racional, han activado este deslizamiento de suelos, creando problemas actualmente en ciertas áreas, que afectan los cultivos de tara y asociados.

II. GEOLOGÍA REGIONAL

En la zona afloran rocas antiquísimas, compuestas principalmente de esquisto y gneis, además, de areniscas y lutitas en menor proporción.

En el área de estudio se pueden considerar dos formaciones:

a) Complejo Marañón

Está constituido por esquistos de cuarzo-moscovita, por micas entre 50-70% y el cuarzo entre 20-30%, presentándose con abundantes venillas y lentes de cuarzo. Presentan colores rojizos de morfología agreste e irregular por erosión y meteorización.

Esta formación aflora cerca al pueblo Huacar y su edad es del Neoproterozoico. [3]

b) Formación Contaya

Aflora en gran parte del área de estudio, está constituida por un conglomerado basal con cantos subangulosos a subredondeados de esquistos y cuarcitas en su base, luego continúan cuarcitas grises a blanco parduscas con 30 m de espesor, subiendo la secuencia se tienen lutitas gris oscuras a carbonáceas con intercalaciones de areniscas grises a marrón parduscas de grano fino. En esta formación se dan los fenómenos de deslizamiento de suelos. [3]

2.1. Geomorfología

La geomorfología que se detalla está relacionada al Proyecto Tara y sus posibilidades de ocurrencia en el país.

2.1.1. Laderas

Son geoformas de gran pendiente que conforman las faldas de los cerros, entre ellas podemos citar:

- **Laderas de poca pendiente.** Se pueden considerar las geoformas con gradientes de hasta 25° y pequeñas peneplanicies colgadas (no al nivel de los ríos); éstas por carecer de agua y ser suelos eriazos son propicias para el sembrío de tara.
- **Laderas de gran pendiente.** Esta geoforma es la más abundante por tener pendientes entre 25°-70°, son prácticamente no aptas para una agricultura tradicional, pues son suelos regolíticos que se forman a partir de los afloramientos y tienen poca o nula materia orgánica (humus), son muy pedregosos y con pocos finos. Una de las pocas plantas que crece en estos suelos y pendientes es la tara.

2.1.2. Cárcavas

Son geoformas menores que las quebradas y se están ampliando para convertirse en quebradas por acción erosiva del agua. Estas geoformas, en muchos casos, son muy inestables, ya que la mayoría son activas y están en constante erosión y dan pendientes muy pronunciadas, donde será muy difícil cultivar la tara; sin embargo, hay otras más estables y de menor pendiente que pueden ser aptas para el cultivo de la tara. Se debe conservar la vegetación silvestre para evitar que la erosión siga desapareciendo los suelos.

2.1.3. Conos aluviales

Se encuentran en las partes bajas, al pie de los cerros y en las partes finales de las quebradas, se caracterizan por tener forma de abanico y pendientes suaves. Los suelos se han originado por la erosión de diferentes rocas y han sido transportados y depositados por corrientes temporales de agua (huaycos) que conforman los mejores suelos para el cultivo de tara y otros productos (véase Foto N.º 1).



Foto N.º 1. Se observan tres geofomas: En primer plano, los conos aluviales y al inicio del conoide las plantaciones de tara que están en producción por los buenos suelos. Las cárcavas son las pequeñas «quebradas» y las laderas todo el cerro en sí. Nótese las diferentes pendientes.

III. ASPECTOS CLIMÁTICOS

El clima en la zona es templado, con cuatro estaciones, siendo la estación de invierno, entre diciembre a marzo, la época lluviosa; esta estación es la más peligrosa ya que genera procesos de geodinámica externa, como deslizamiento de suelos, erosión de cárcavas, flujos de barro (huaycos), inundaciones y otros fenómenos.

IV. GEODINÁMICA

La geodinámica externa, ya sea huaycos, inundaciones, aluviones, deslizamientos, es común en nuestro país porque la Cordillera de los Andes está en evolución; además, tenemos muchos ríos, cerros empinados con gran erosión y propensos a deslizamientos, y muchas quebradas por donde corren los huaycos; toda esta geodinámica está supeditada a la acción climática muy variada ya que el país tiene casi todos los climas del mundo. La lluvia es el agente desencadenante de la mayoría de los fenómenos geodinámicos.

V. LA GEODINÁMICA EN EL ÁREA DE HUACAR-HUÁNUCO

Los procesos geodinámicos que ocurren en la zona de Huánuco están relacionados con el desarrollo de la Cordillera de los Andes y la Cordillera Oriental, que se encuentran en una fase de levantamiento muy lento; pero, con una fuerte erosión que se da en todos los valles andinos e interandinos, acompañada de varios procesos de geodinámica que se detallan a continuación:

5.1. Deslizamiento de suelos

Son las manifestaciones más impresionantes de los fenómenos de remoción en masa. Se caracterizan por la formación de una superficie de ruptura curvada, a partir de la cual se desplaza toda la porción de terreno separada del conjunto, conservando con ciertas deformaciones su estructura y forma original; [4] ésta se ha originado por absorción de agua, morfología y pendiente del terreno agreste y la composición del suelo, la cual

es producto de la erosión y meteorización de la Formación Contaya y el Complejo Marañón. Este fenómeno es el más importante en el área. El deslizamiento se produce por la pendiente del terreno, poca profundidad del suelo y exceso (sobresaturación) de agua, por lluvias y regadío mal manejado que ha hecho que los suelos se deslicen.

En el país, es necesario un inventario de los diversos deslizamientos [2]. A manera de ejemplo, describiremos los deslizamientos de suelos que ocurrieron en el área del Proyecto Tara.

En el área se encuentran tres zonas de deslizamiento, una zona principal que la llamaremos deslizamiento de Argama, el segundo deslizamiento de suelos de Mesapata Alta y el tercero, producto de la actividad antrópica, lo llamaremos Mesapata Grande Bajo.

5.1.1. Deslizamiento de suelos de Argama

Es el más conspicuo y peligroso en el área de estudio, detallamos algunas características:

- **Dimensiones:** El deslizamiento principal se encuentra entre las quebradas Argama y Huancaspata, siendo sus dimensiones aproximadas de 360 m de largo por 130 m de ancho, sus paredes alcanzan hasta 15 m (Véase Foto N.º 2).

Las profundidades de todo el material que se moviliza son variables, entre 35-47 m. Su área es de 46712 m².

- **Movimiento:** Se ha observado una superficie antigua de deslizamiento. Por lo que este fenómeno natural es parte del desarrollo de eventos geológicos del área.

En la actualidad, el movimiento es hacia el este en la parte alta y hacia el sureste en la parte baja y final del deslizamiento. Este cambio de dirección es debido a un promontorio de roca que se observa en el perfil geofísico, que hace que el flujo de suelos cambie de dirección y en cierta medida se frene (Véanse Fotos N.º 3 y 4).



Foto N.º 2. En el deslizamiento de Argama se ve la «cicatriz» oeste que está afectando a los sembríos de tara.



Foto N.º 3. En Argama se observa la «lengua» final del deslizamiento de suelos, que avanza lentamente y va destruyendo la tara y otros arbustos nativos.



Foto N.º 4. Plantaciones de tara que están siendo afectadas por fisuras, producto del deslizamiento lento (reptación).

- **Dinámica del deslizamiento:** En el área se observa la «cicatriz» de un deslizamiento anterior, lo que indica que el área tiene una dinámica antigua.

La mecánica del movimiento es de dos tipos: El deslizamiento de suelos, que es un movimiento rápido producido por la humedad del suelo, luego de lluvias intensas o exceso de infiltración de agua por regadío, y el movimiento por reptación de suelos, que consiste en movimientos lentos y a veces casi imperceptibles de dichos suelos,

dicho movimiento está ocurriendo actualmente. Según los pobladores, el deslizamiento mayor de suelos ocurrió en el año 2001.

Las consecuencias han sido la destrucción de una de las viviendas del Sr. José Trujillo y los cultivos de tara fueron afectados parcialmente. El terreno en varias zonas presenta fisuras de 0.50 m de ancho, varios metros de largo y profundidad observable de hasta 3 m, pero continúa hacia abajo (Véase Foto N.º 5).



Foto N.º 5. Casa de un comunero que está siendo destruida por el deslizamiento de suelos.

Se puede decir que la dinámica ha sido de asentamiento en todo el área del deslizamiento; además, en ciertas áreas hubo como un flujo de barro que fisuró el suelo al secarse. El rumbo de este flujo es de Sur 35° Oeste.

Al realizar algunas mediciones con objetos que ya existían, como la tubería de riego, éstos tenían un movimiento de hasta 4 m, claro está que el movimiento es diferencial, no es el mismo en toda la cuenca del deslizamiento.

En el último viaje se ha constatado que el deslizamiento continúa, pero de manera lenta, y continuará, porque ésta es una característica de este tipo de geodinámica, hasta alcanzar su estabilidad natural.

- **Causas:** El material deslizante está compuesto de limo, arcilla, arena y grava angulosa; este material al ser sobresaturado con agua tiende a adquirir un movimiento a favor de la pendiente. El agua, el factor desencadenante del deslizamiento, no sólo proviene de la infiltración de las lluvias que caen en el área de estudio sino probablemente de las partes más altas; el otro factor es el agua de riego, en especial en la parte alta; según referencia de los comuneros, algunos de ellos abusaban del riego, haciéndolo por canales y no por microtubos que es lo más indicado para este tipo de terrenos; es decir, se debe humedecer sólo hasta la

profundidad que alcance la raíz de la tara, todo exceso tenderá a infiltrarse y sobresaturar el suelo e iniciar el deslizamiento.

- **Sistema de riego:** El sistema de riego usa microtubos que son los más adecuados para este tipo de terreno y cultivo; pero, es necesario advertir que la administración del riego tiene que ser muy estricto en horarios de riego establecidos, como la cantidad de agua de regadío, ya que su abuso puede causar el deslizamiento de suelos.
- **Resultados del estudio geofísico:** El estudio da como resultado que el macizo rocoso se encuentra en disposición irregular, pues, desde la superficie se encuentra entre 18 a 50 m de profundidad; razón por la cual, el deslizamiento de suelos cambia de rumbo hacia el suroeste. Es decir, el deslizamiento al chocar con la roca se desvía.

Hay indicios de que la capa intermedia de material de roca muy alterada y fracturada está relacionada a niveles de agua, producto de las filtraciones. Esta capa intermedia está entre 9-18 m.

La capa superior constituida por suelo vegetal y un material limo arcilloso con grava angulosa tiene espesores entre 6 a 23 m, este material al ser sobresaturado con agua es el que se desliza.

- **Probables consecuencias del deslizamiento:** El aspecto catastrófico del deslizamiento de suelos está en función a la precipitación y el régimen de riego que pueda existir en el área.

Es probable que la infiltración de aguas subterráneas provenga también de la parte alta, ya que el estudio geofísico encuentra un área de rocas fracturadas que deben ser similares en todo el área.

La sobresaturación presenta dos aspectos:

- a) La mojabilidad proveniente de la precipitación y el riego pueden sobresaturar el terreno y producir el deslizamiento.
- b) La otra alternativa es la infiltración proveniente de todo el área que hace elevar el nivel freático del agua subterránea hasta alcanzar la capa compuesta de limo, arcilla, arena, grava angulosa, que produciría el deslizamiento o la combinación de ambas.

La cantidad y velocidad del deslizamiento estará en función de la sobresaturación de la capa móvil. Actualmente, la lengua final del deslizamiento se encuentra a unos 14 m de una escarpa de rocas, y en la parte baja se encuentra la peneplanicie de Argama.

Si se produjera el deslizamiento, éste avanzaría con dirección aproximada de S40W, y luego de sobrepasar los 14 m caería sobre la peneplanicie de Argama, zona de alto riesgo, que es donde se depositaría el flujo de suelos luego del deslizamiento; pero, esto ocurrirá en casos excepcionales de lluvia, que podría deslizarse en grandes cantidades de suelo. Lo normal es que el deslizamiento sea lento y en volúmenes no catastróficos.

- **Medidas de mitigación:** La primera medida que se ha adoptado es el monitoreo del movimiento del deslizamiento, para lo cual se han fijado varios puntos.

Es necesario conocer la dinámica del deslizamiento, pues podemos considerar normal que los movimientos por gravedad puedan llegar a milímetros o centímetros, ya que formaría parte de la dinámica; pero, cuando hay abundantes lluvias o días después de lo ocurrido el agua demora para alcanzar un nivel freático se hace peligroso; si hay movimientos de varios centímetros o metros, es necesario evacuar toda el área y poner en aviso a la población para que no transite por el área peligrosa ya que estos

movimientos son premonitorios a un deslizamiento mayor, que puede ser violento y caer en el área contigua a la población de Argama.

5.1.2. Deslizamiento de suelos de Mesapata Alto

En esta zona se encuentran los terrenos cedidos al Sr. Viterbo Sánchez. Este deslizamiento presenta un peligro menor respecto a Argama; además, la topografía es poco abrupta en la parte alta y muy abrupta en la parte baja.

- **Dimensiones:** En cuanto a dimensiones, esta zona es más grande que Argama, mide aproximadamente 310 x 215 m y ocupa una superficie de 66 699 m². La «cicatriz» del deslizamiento sólo es observable en la parte alta y en algunas partes en la parte baja, hacia el norte no se nota. El hundimiento vertical o «cicatriz» en la parte alta alcanza los 4 m, en la parte baja sólo 1 m y gran parte no es visible.
- **Movimiento:** El movimiento es lento, sólo es perceptible en la parte baja donde hay mayor pendiente; la dirección del movimiento es hacia el este. Este deslizamiento no representa peligro en la actualidad.
- **Probables consecuencias del deslizamiento:** Si hubieran lluvias excepcionales o mal manejo en el riego no habría mayor desastre, pues el deslizamiento de suelos se depositaría en las quebradas que circundan el área y la parte baja del cerro Mesapata Grande, además en el área no hay viviendas, pero sí cultivos de tara que podrían ser destruidos.

5.1.3. Deslizamientos de suelos de Mesapata Bajo

Este pequeño deslizamiento tiene origen antrópico (hecho por el hombre), pues se observa un pequeño deslizamiento de suelos en los terrenos cedidos al Sr. Eleuterio Martel Trujillo, debido al exceso de agua de regadío, esto ocurrió en mayo de 2002. Se entrevistó al Sr. Martel y afirmó que regó con abundante agua durante dos días continuos por canales hasta que el terreno cedió. Manifestó que ha sido una experiencia que no volverá a repetir. Los terrenos deslizados se han estabilizado y vegetado (Véase Foto N.º 6).



Foto N.º 6. En Mesapata Bajo se observan dos pequeños deslizamientos en los terrenos asignados al Sr. Eleuterio Martel, quien regó en exceso, originándose el deslizamiento de origen netamente antrópico. Actualmente el área es estable y está siendo cultivada. Asimismo, el comunero ha aprendido la lección: «regar de manera racional».

- **Dimensiones:** Una de ellas mide aproximadamente 27 x 20 m y tiene un área de 554 m², siendo su hundimiento mayor de 4.50 m, pero en promedio es de 1.80; el otro presenta menores dimensiones.
- **Movimiento:** El movimiento es hacia el Norte; pero, actualmente se mantiene estable, pues el señor Eleuterio Martel ha comprendido que no puede abusar del riego.
- **Probables consecuencias del deslizamiento:** No hay peligro en el deslizamiento, pues es local y pequeño. Como se podrá apreciar la situación más crítica de este fenómeno es el agua, por lo que es necesario el uso racional de ésta, a través de tubería microporosa y mediante un régimen medido y controlado por los usuarios, porque podrían ocurrir otros deslizamientos en áreas donde hay abuso en el uso de agua.

5.1.4. Erosión de riberas

Se debe al desgaste y remoción de los terrenos ribereños por la acción directa de las aguas a lo largo de los márgenes del cauce.

Ocurre cuando el flujo de fuertes corrientes de agua incide sobre los terrenos ribereños y vence la resistencia de la fuerza de fijación de los materiales fluviales de las márgenes; estos materiales son generalmente incoherentes y muy vulnerables a la acción del agua y se hacen más peligrosos en los cauces sinuosos o cuando el río alcanza poca gradiente.

El fenómeno de erosión de riberas ocurre asociado a la socavación o acción de zapa al pie de los taludes, que propicia desplomes y derrumbes de taludes ribereños por pérdida de estabilidad, lo que finalmente da lugar al retroceso de riberas y ensanchamiento de cauce y llanura de inundación.

Los efectos de la erosión de riberas se traducen en la pérdida de terrenos agrícolas, como también de viviendas y obras de infraestructura emplazadas sobre dichos terrenos.

En la misma ciudad de Huánuco se ha tenido que hacer defensa ribereña con rocas, debido a la activa erosión del río Huallaga, y así en muchos ríos interandinos, ocurre la pérdida de tierras agrícolas y el deterioro o la pérdida de obras civiles.

5.1.5. Erosión de cárcavas

Dentro del desarrollo geomorfológico de la zona es de importancia la erosión de cárcavas, ya que ésta es bastante activa, y con el correr de los años éstas tienden a agrandarse.

Se desarrolla en laderas, sobre todo, en terrenos inclinados que tienen limitada cobertura vegetal y en las regiones donde las lluvias son intensas.

Las cárcavas son zanjas o surcos que se forman en las laderas por acción de las aguas superficiales que al desplazarse ladera abajo sobresaturan de agua al suelo y después comienzan a formarse pequeñas corrientes de agua con suficiente capacidad de erosionar los materiales finos de la superficie a lo largo de su recorrido de forma retrocedente y se hace más intenso a medida que se incrementa el volumen de agua que se desplaza por el cauce o cauces; esta erosión es la etapa transitoria para la aparición de torrentes de flujo de barro, llamados también huaycos.

En el área del Proyecto Tara hay 6 cárcavas mayores y 6 cárcavas entre bifurcaciones de las principales y cárcavas menores, por lo que este fenómeno geodinámico es el más abundante y extendido en todo el área y también a nivel regional.

5.1.6. Actividad antrópica y su influencia en la geodinámica

La actividad antrópica sobre el área se da en dos aspectos principales:

a) Obras de regadío. Con las obras el hombre rompe el ciclo natural del agua que se encontraba en el área, el regadío por microtubos es el más aparente; sin embargo, el problema es que los campesinos no comprenden que el abuso del agua crea inestabilidad en el área, como, por ejemplo, el deslizamiento de suelos, que ocurrió en el terreno del Sr. Martel, quien regó dos días continuos por canales hasta que los suelos se deslizaron.

b) Cultivo de tara y asociados. La tara es una planta resistente a la sequía, pero necesita agua en cantidades menores para su crecimiento, muy diferente a algunos productos asociados que necesitan más agua; por lo tanto, el campesino tendrá que regar con más agua, pudiendo desequilibrar la estabilidad de los suelos.

VI. CONCLUSIONES

- Los estudios geológicos previos son necesarios para toda actividad humana, especialmente, donde se utilicen los suelos, el agua, etc.
- El Perú por tener una gran diversidad de geoformas, como valles, cadenas montañosas, cañones, etc., y tener una gran variedad de climas y pisos ecológicos, tiene también una serie de problemas geodinámicos, como inundaciones, terremotos, huaycos, aluviones, deslizamientos de suelos, rocas y otros. Por lo que es necesario la investigación de estos fenómenos naturales para realizar proyectos seguros y con una política de previsión.
- En el área de estudio, la geoforma de laderas y cárcavas son las que tienen mayores transformaciones y problemas geodinámicos como la erosión y los deslizamientos.
- Los deslizamientos de suelos se produjeron por una combinación del mal uso del agua y las lluvias en el caso de Argama. En Mesapata Bajo sólo tuvo un origen netamente antrópico.
- Dentro de la geodinámica, los deslizamientos de suelos son fenómenos geológicos que afectan a ciertas áreas del Proyecto Tara, siendo la más peligrosa la de Argama ya que continúa movilizandolos suelos. En nuestro país no existen estudios profundos y sistemáticos de los deslizamientos de suelos, a pesar de ser comunes.
- El mal manejo y abuso en la utilización del agua de regadío produce deslizamientos de origen netamente antrópico.

VII. RECOMENDACIONES

- Para estabilizar el deslizamiento de suelos de Argama, es necesario hacer un estudio geofísico detallado para realizar perforaciones subhorizontales, drenar el agua de la napa freática, tapar todas las fisuras, drenar [1] el agua de escorrentía en épocas de lluvia, llevándola por tubería fuera del área de deslizamiento, y proceder a una reforestación total con especies oriundas del lugar.
- Cerrar el suministro de agua para toda el área de deslizamiento, y a los afectados darles otro terreno.
- Realizar una señalización con estacas visibles para el monitoreo del movimiento del deslizamiento de suelos de Huacar.

- Usar el agua de regadío racionalmente, para evitar deslizamientos futuros.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Botu Nicolae. «Estabilización de deslizamientos mediante el uso de drenes-Sifón». Conferencia Sociedad Geológica del Perú. Julio 2004.
2. Carreño Raúl. «Inventario de deslizamientos en los Valles del Cusco, Sagrado de los Inkas y Limatambo». X Congreso Peruano de Geología. Julio 2000.
3. Cobbing Jhon. «Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores». Boletín INGEMMET 77, Lima, 1996.
4. Medina R., Juvenal. «Fenómenos geodinámicos- estudio y medidas de tratamiento». *Tecnología Intermedia*. 1991.
5. Suárez de Macedo, Eduardo. «Plan Preventivo de Defensa Civil en Brasil». *Hábitat en riego- Experiencias Latinoamericanas*. CYTED, 2003.