

REPORTE DEL MONITOREO DE DEFORMACION DEL DESLIZAMIENTO DE LARI PERIODO 2015



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Por:
Edu Taipe Maquerhua
Rafael Miranda Cruz
Gael Araujo Huamán
Jonathan Diaz Apaza

1. INTRODUCCION

Los deslizamientos son fenómenos geológicos que continuamente han afectado grandes extensiones de áreas (importantes para la agricultura, poblaciones, infraestructura) y ha dado como resultado cuantiosas pérdidas económicas, a su vez, dicho fenómeno forma parte de la cultura de Lari, la cual ha afectado mayormente la zona norte incluido el distrito de Lari durante los últimos 30 años.

Debido a que es un fenómeno activo que representa un peligro para la población, es que se cuenta con reportes desde el año 1983. Actualmente INGEMMET viene realizando esfuerzos por conocer la naturaleza y evolución del fenómeno natural, el cual es considerado como un deslizamiento antiguo de tipo rotacional que afecta directamente la parte norte del distrito situado en la margen derecha del rio colca (aguas abajo) y la principal infraestructura vial de mayor tránsito hacia los distritos de Madrigal e Ichupampa.

2. OBJETIVOS

Los objetivos principales para el monitoreo de deformación del deslizamiento de Lari durante el 2015 fueron:

- Establecer la línea base para levantamientos GPS de la principal escarpa y su evolución en el tiempo.
- Diseñar e implementar hitos para el monitoreo del deslizamiento con escáner LIDAR.
- Establecer los límites de la probable área de deslizamiento y la zona más susceptible a la ocurrencia de este fenómeno.

3. ANTECEDENTES

En forma de reseña histórica, según relatos y estudios recientes, ocurrieron grandes deslizamientos en la zona alta de Lari así tenemos:

- En marzo de 1963, ocurrió un deslizamiento en las faldas del cerro Quehuisa a 10 km de Madrigal, provocando un aluvión que causo la destrucción de importantes hectáreas de terreno agrícola y cultivo, asociado a una excesiva precipitación en el sector (García, W. 1963).
- En 1979, Lari fue afectado por un deslizamiento que se caracterizó por presentar una escarpa semilunar bastante pronunciada (Yanqui, 1983)
- En los relatos de Yanqui 1983, ocurrió un deslizamiento de gran masa de suelo de forma lenta que afectó extensas zonas de cultivo, originando una zona de escarpa de este a oeste desplazándose en vertical hasta 7 m de altura y en horizontal se desplazó 2 m.
- En un reconocimiento de campo en abril de 1987, en el poblado de Madrigal y alrededores, se identificó un deslizamiento antiguo del cual se describe en la zona de arranque o corona del deslizamiento, constituidos de suelos deleznable donde se produjo grietas de contorno y derrumbes. Comparándose fotografías aéreas de 1955 y 1987 se observó una disminución en el número de lagunas (Dávila, 1987).

4. EL DESLIZAMIENTO DE LARI

Los movimientos en masa son fenómenos geológicos recurrentes identificados a lo largo del Valle del Colca que más interés ha generado en la población, autoridades y profesionales, con la finalidad de realizar investigación y monitoreo para conocer su evolución en el tiempo. El INGEMMET mediante la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico realiza este trabajo desde el año 2010 y específicamente en Lari desde el 2015. Para el sector de Lari durante este periodo se ha realizado la implementación, instalación y establecimiento de la línea base, con la finalidad de elaborar estudios de la evolución mediante el método de GPS (Global Position Systems, por sus siglas en inglés), y a través de modelos digitales de elevación (DEM) obtenidos por un scanner LiDAR y así de esta manera, determinar los factores detonantes que contribuyen a la generación y avance del deslizamiento, la geología y dinámica del deslizamiento. En tal sentido y como parte de la línea base, se ha instalado una serie de estaciones para la vigilancia de dicho fenómeno, como se observa en la Figura 1.

Este deslizamiento es considerado activo y se presume, como en la mayoría de deslizamientos a lo largo del valle del Colca, que se mueve por tres razones principales:

- a) Lluvias estacionales que se infiltran y saturan el suelo poroso, alterando sus propiedades físico-químicas.
- b) Continua irrigación mediante el sistema de riego por gravedad de suelos agrícolas.
- c) Los sismos locales y regionales que continuamente se generan por las fallas activas entre el volcán Sabancaya y la zona de Maca-Lari.



Figura 1. Vista general de la zona de estudio del deslizamiento de Lari, la línea roja indica el área en estudio, el triángulo color rojo es la estación para monitoreo mediante scanner 3D Lidar, los puntos color azul son estaciones de monitoreo con GPS.

5. INSTRUMENTOS EMPLEADOS EN EL MONITOREO DE DESLIZAMIENTO

Durante el año 2015 se inició el monitoreo del deslizamiento de Lari, para lo cual se emplearon equipos de última generación. El scanner 3D LiDAR tiene un alcance de tres kilómetros (Figura 2), permitiendo así obtener un modelo del deslizamiento base; la ventaja sobre otras técnicas, es que se puede observar grandes áreas en un determinado tiempo con alta resolución y precisión. Así mismo, el GPS, otro equipo de alta precisión, útil para monitorear el deslizamiento desde un punto fijo, permite conocer y cuantificar la tasa de desplazamiento en un determinado periodo (Figura 3). Los detalles de los equipos empleados durante la campaña del 2015 son:

EQUIPO	MARCA	MODELO	ALCANCE	PRECISION
SCANNER LIDAR	OPTECH	ILRIS LR	3000 m	4 mm @ 100 m
GPS DIFERENCIAL*	TRIMBLE	R10	15000 m	Horizontal: 8 mm + 1 ppm Vertical: 15 mm + 1 ppm

*El GPS diferencial consta de dos equipos, uno se emplea en modo base y otro en modo móvil.



Figura 2. Instante de la obtención de la nube de puntos con scanner 3D LiDAR del deslizamiento de Lari, equipo ubicado frente al deslizamiento (extremo izquierdo del río Colca).



Figura 3. Vista general del monitoreo con GPS diferencial, a) Instante del levantamiento mediante el método cinemático continuo de la principal escarpa de Lari, b) Base de la estación GPS Diferencial ubicado en el extremo norte de la escarpa.

6. PRIMEROS DATOS DE MONITOREO

Durante el año 2015 se realizó una campaña de mediciones y monitoreo en el deslizamiento de Lari, utilizando equipos de última generación como es el GPS Diferencial y un Scanner 3D LiDAR de alta precisión. Es así que se realiza las primeras mediciones de deformación con el LiDAR, los resultados obtenidos por este instrumento permitieron determinar movimientos menores a 4 cm a escala global, además se identificaron zonas o áreas con mayor desplazamiento, dichas mediciones se realizaron desde la base MDL1 ubicado frente al deslizamiento, las primeros DEM se pueden apreciar en la Figura 4, obtenidos a una muestra de 3 cm de resolución, este modelo servirá como base para las futuras campañas de campo y estudios de deformación, a través de escaneos reiterados desde el mismo punto. Así mismo, se ha obtenido el perfil de la escarpa actual a través de las mediciones GPS, estas mediciones corresponden a un equipo GPS modelo R10 de Trimble tal como se observa en la Figura 5, el primer resultado corresponde a una toma de datos por el método cinemático continuo que detalla las características de la escarpa (15 de noviembre, fecha del primer perfil).

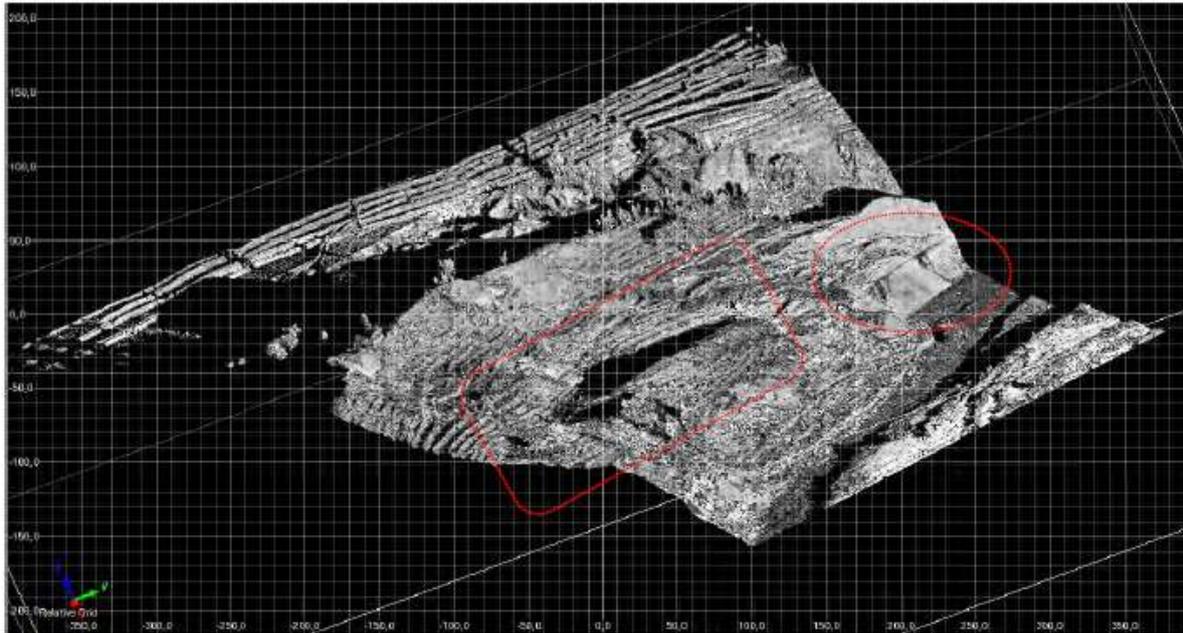


Figura 4. Vista superior, se observa el modelo digital de elevación obtenido con LiDAR de la zona norte del deslizamiento principal de Lari y vista inferior, la fotografía del área escaneada, la resolución de la imagen permite capturar cualquier cambio

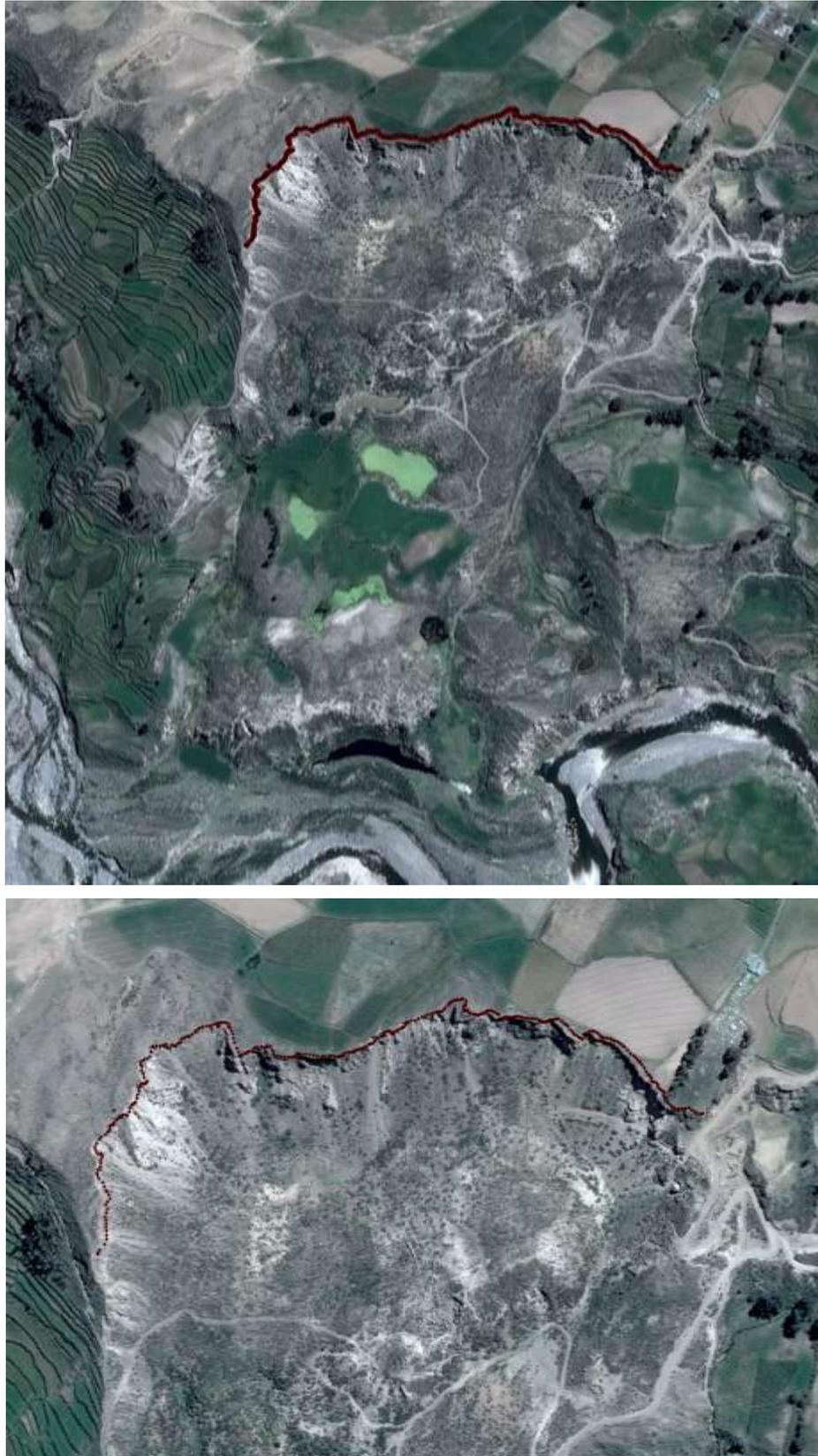


Figura 5. Vista general de la escarpa del deslizamiento de Lari, a) Escarpa principal del deslizamiento de Lari y b) Monitoreo del deslizamiento, los puntos de color rojo corresponden a la campaña de registro de datos GPS en modo cinemático en tiempo real.

Los resultados preliminares del escaneo permiten identificar algunos movimientos en masas antiguos posteriormente estabilizados mediante andenerías por el avance de la agricultura que ocupa las áreas menos propensas a deslizamientos, así como también existen zonas con andenería que están siendo afectadas por el avance de los movimientos en masa (debido al sistema de riego empleado en la zona), fenómenos climáticos y procesos tectónicos. Dichos resultados podrán ser corroborados con escaneos y monitoreo mediante GPS y Scanner LiDAR en próximas campañas de campo.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se tiene reportes de la ocurrencia de deslizamientos en el sector de Lari desde principios de los años 1983 con información detallada de ocurrencias de asentamientos y derrumbes en 1879, 1983, 1987 y 2009.
- El río Colca también juega un papel muy importante en la evolución del deslizamiento de Lari, provocando la erosión lateral en la base del deslizamiento y la subsecuente desestabilización de la parte superior.
- Con los primeros resultados se tiene establecida la línea base para futuros estudios del deslizamiento de Lari mediante los métodos de scanner LiDAR y GPS diferencial.
- Se recomienda continuar con el proyecto de monitoreo del deslizamiento de Lari con periodos recurrentes de campo, con el fin de obtener, comparar y cuantificar resultados.
- Se recomienda por lo menos en un año obtener dos mediciones mediante ambos métodos: LiDAR y GPS Diferencial.

8. BIBLIOGRAFIA

- García, W. (1966). Deslizamiento en el cerro Quehuisa en los distritos de Lari y Madrigal. Boletín 13, Comisión Carta Geológica Nacional, Compilación de Estudios Geológicos. p. 88-93.
- Yanqui, C. (1983). Geotecnia del deslizamiento de Lari. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, 72, p. 287-299.
- Dávila, S. (1987). Inspección de la seguridad Física de Madrigal, Informe Técnico, INGEMMET, Dirección de Geotecnia, 16p
- Fidel, L. & Zavala, B. (1995). Estudio geodinámico de la cuenca del río Camaná–Majes (Colca). Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 14, 206 p.
- Zavala, B. & Vilchez, M. & Rosado, M. Aspectos Geodinámicas en los distritos de Lari, Madrigal y Maca (Provincia Caylloma, Región Arequipa), Informe Técnico, INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.