

REPORTE DE MONITOREO DE DEFORMACIÓN DEL DESLIZAMIENTO DE SIGUAS CON SCANNER LIDAR Y GPS- RTK

PERIODO 2015 - 2016



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Por:

Gael Araujo Huamán
Patricio Valderrama Murillo
Edu Taipe Maquerhua
Jonathan Díaz Apaza
Christian Huarez Yarleque

1. INTRODUCCION

El monitoreo del deslizamiento de Sigwas por parte de INGEMMET se viene realizando desde el año 2015 en marco de la actividad ACT3: Monitoreo Geofísico y Geodésico de fallas activas y movimientos en masa de la dirección de Geología Ambiental y Riesgos. Para este trabajo se emplean modernos equipos topográficos de medición y seguimiento como son; 2 GSP diferenciales de doble frecuencia marca Trimble modelos R6 y R10, un escáner LIDAR marca Optéch y una estación total marca Trimble modelo S9HP. Con estos equipos se puede identificar las zonas de desplazamiento tanto horizontal como vertical en tres dimensiones. Se realizaron mediciones con GPS diferencial a lo largo de un perfil para determinar con exactitud los vectores de desplazamiento y el avance de la escarpa principal mediante levantamiento cinemático. Con el escáner LIDAR Se han generado DEMs de alta resolución para determinar las variaciones volumétricas e identificar las zonas de mayor desplazamiento. Por otro lado se han empleado imágenes satelitales ópticas, las cuales mediante correlación temporal pueden calcular la velocidad de desplazamiento y zonas de anomalías en un área mucho más amplia.

2. OBJETIVOS

Los objetivos principales para el monitoreo de deformación del deslizamiento de Sigwas 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

“El 19 de julio de 1999 se produce un deslizamiento de talud en la margen derecha del valle de Sigwas, enterrando viviendas, el canal principal de regadío y la carretera que conecta los poblados de Ramada y Cornejo. Los 4 años posteriores a este evento se tiene infiltraciones de 550 metros lienales, en el cuerpo del talud a una altura de 40 metros sobre el lecho del río...”. Toledo, H. T. Ticona, J. (2007) , Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, 106p.

“El 16 de junio del 2003 a las 4 de la madrugada se produce un deslizamiento del talud en la margen derecha de Pachaquí, con un deslize de 500 000 m³, originando un embalse del río Sigwas, pérdida de 20 hectáreas de terrenos de cultivo, inunda

ción de predios por el embalse e inutilización de la carretera ...". Toledo, H. T.Ticona, J.(2007) -, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa,106p.

"El 10 de Agosto del 2005 se inicia el deslizamiento del talud en la zona de El Zarzal, ubicado en la margen derecha del río Sigwas, el fenómeno se inicia con una imperceptible grieta en el hombro del talud, la misma que fue aumentando progresivamente hasta 1200 metros...". Toledo, H. T.Ticona, J.(2007) -, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa,106p

4. INSTRUMENTACIÓN

El equipo empleado para realizar el trabajo es un GPS-RTK y un scanner láser tipo LiDAR de la marca OPTECH modelo ILRIS-LR (Figura 1), este es un instrumento de gran versatilidad y excelente tecnología. Con este equipo se logra reducir enormemente los tiempos de escaneo ya que cuenta con su complemento denominado Pan & Tilt que permite cubrir un horizonte de 360 grados gracias a sus servomotores que permiten giros horizontales y verticales de gran precisión y autoreferenciados lo que permite hacer la fusión de las imágenes escaneadas de manera automática. Ello permite realizar los trabajos más confiables y de alta precisión aminorando cada vez más los errores humanos. Sin embargo, una de las características más importantes que la hace ideal para el monitoreo de deslizamientos es su gran alcance, al tener un láser de largo alcance puede realizar lecturas sobre superficies de 80 % de reflectividad hasta 3 Km de distancia.

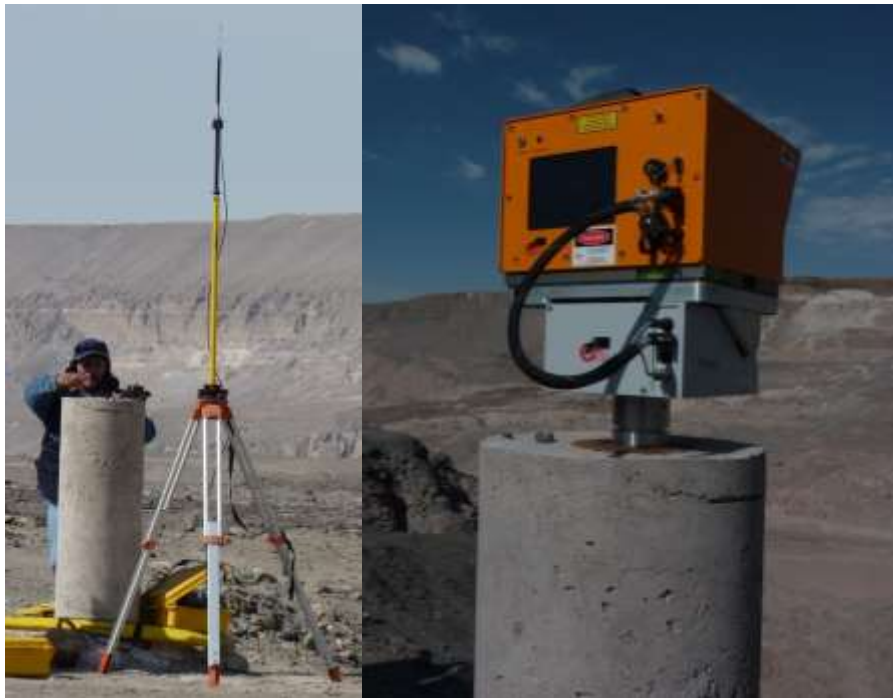


Figura 1: Los equipos que son utilizados para el monitoreo del deslizamiento de Sigwas son un GPS- RTK y el escáner LiDAR, los mismos que tienen como puntos base monumentos de 1.50 metros construidos en el 2015.

5. OBTENCIÓN DE INFORMACION A TIEMPO REAL

El equipo de posicionamiento espacial a tiempo real (GPS-RTK) es utilizado para el monitoreo del deslizamiento. En donde como punto de partida se optó por anclar hitos de control a lo largo de la escarpa del deslizamiento (figura 2, fotografía 1) y sobre la masa deslizada del cuerpo del deslizamiento (figura 3, fotografía 2), los que serán medidos constantemente para obtener las distancias exactas de desplazamiento y estimación de periodos de tiempo en los que su movimiento afectaría el cauce del río Sigüas.

El punto de control base para la medición de los hitos anclados se encuentra ubicado en el flanco izquierdo del Valle del río Sigüas.

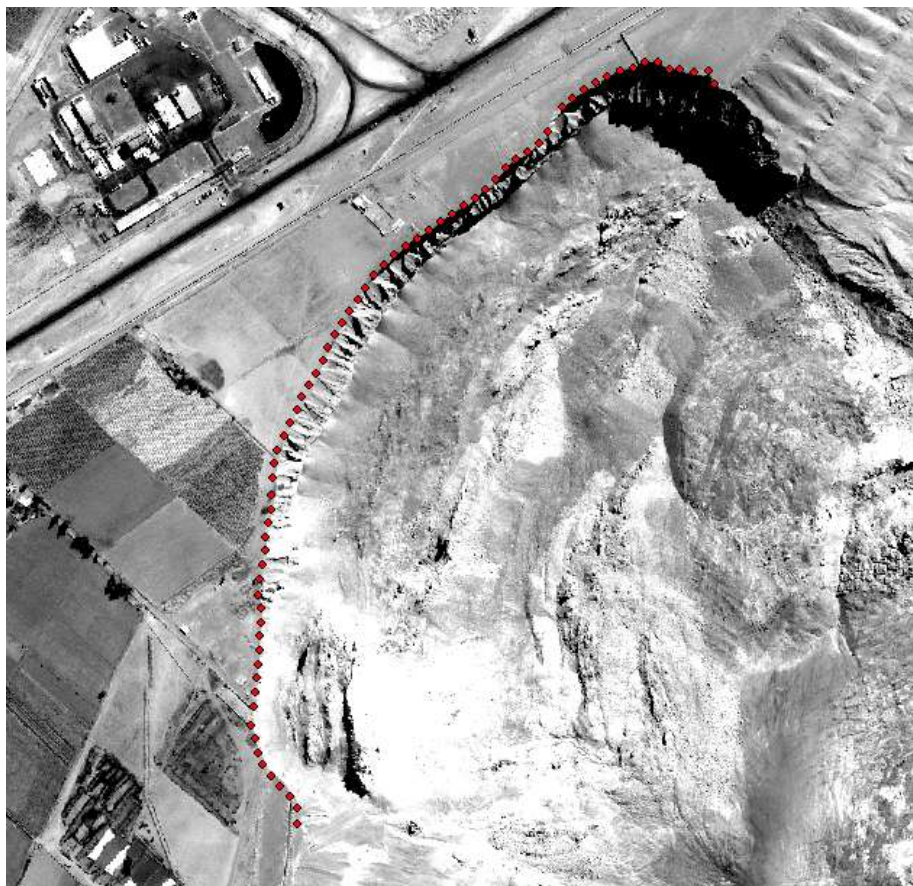


Figura 2: Hitos anclados en noviembre del 2015 sobre la escarpa del deslizamiento con el objetivo de conocer las zonas de mayor actividad.



Fotografía 1: Hitos anclados con una separación de 15 metros a lo largo de la escarpa del deslizamiento de Siguas.

Hitos de control monitoreados sobre depósito el deslizamiento con el uso del GPS-RTK, la medición de sus parámetros se realiza con el levantamiento preliminar de la estación base, la que transmite la información corregida a la estación Rover (dispositivo que capta las ondas del satélite para la medición de puntos fijos) para ser usada en tiempo real o después de su post procesamiento.

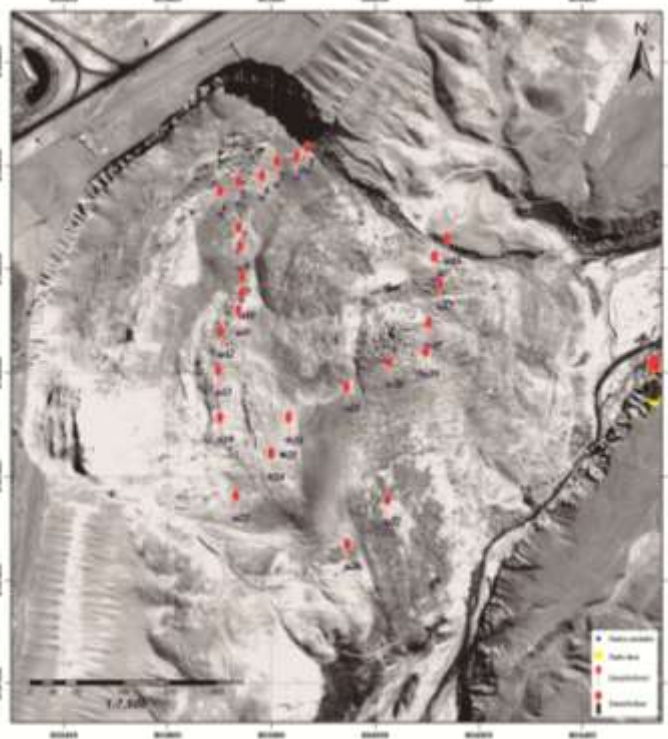


Figura 3: Hitos anclados sobre la masa deslizada del fenómeno geodinámico



Fotografía 2: Hito anclado sobre la masa deslizada del deslizamiento de Sigwas.

6. RESULTADOS.

Los primeros resultados del monitoreo LiDAR iniciado en octubre del 2015 muestran un rápido avance en este deslizamiento en donde la zona de mayor velocidad se desplaza a 45 m/año (Figura 2). Esta velocidad preliminar se complementara con el análisis de variación tanto temporal como espacial para modelar el avance de este deslizamiento.

Las series temporales de deformación son analizadas en dos puntos sobre la parte central y baja de la masa deslizada del deslizamiento de Sigwas (figura 3), la que muestra una magnitud de desplazamiento menor a la parte baja del mismo, siendo corroborado al mismo tiempo por los diagramas lineales de puntos que indican velocidades de mayor desplazamiento (Figura 4,5)

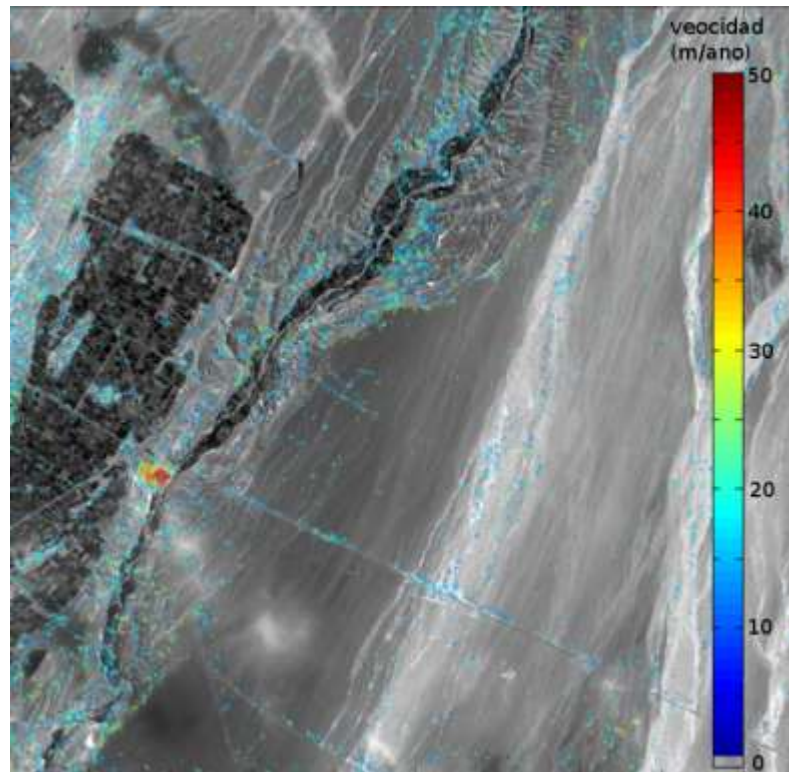


Figura 2: concentración de velocidades según el análisis de DEMs generados a partir del escáner LiDAR

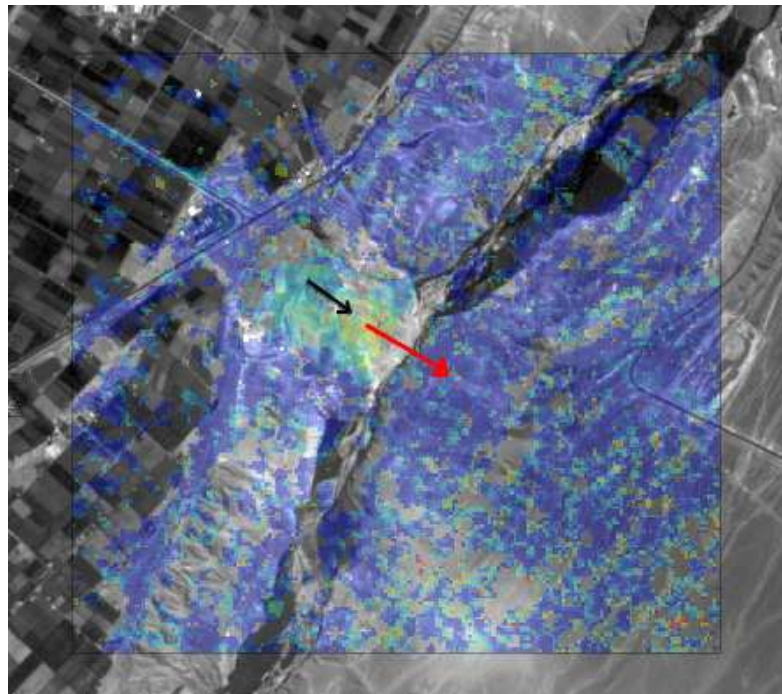


Figura 3: Representación de la magnitud de desplazamiento en la parte central (línea negra) y final (línea roja) de la masa deslizada, el gráfico muestra que la zona que presenta mayor desplazamiento es la parte baja representada por la línea roja.

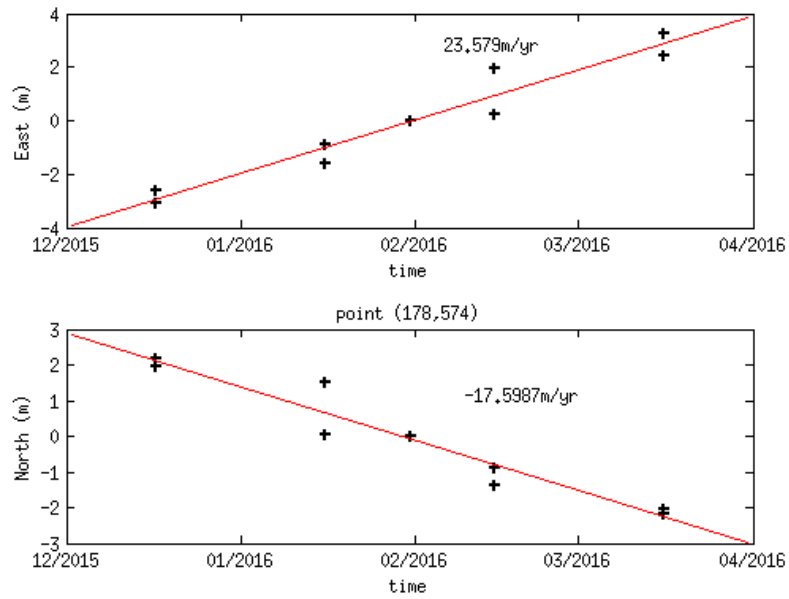


Figura 4: Representación lineal del desplazamiento vertical (East) y horizontal (North) de la parte media de la masa deslizada (línea negra).

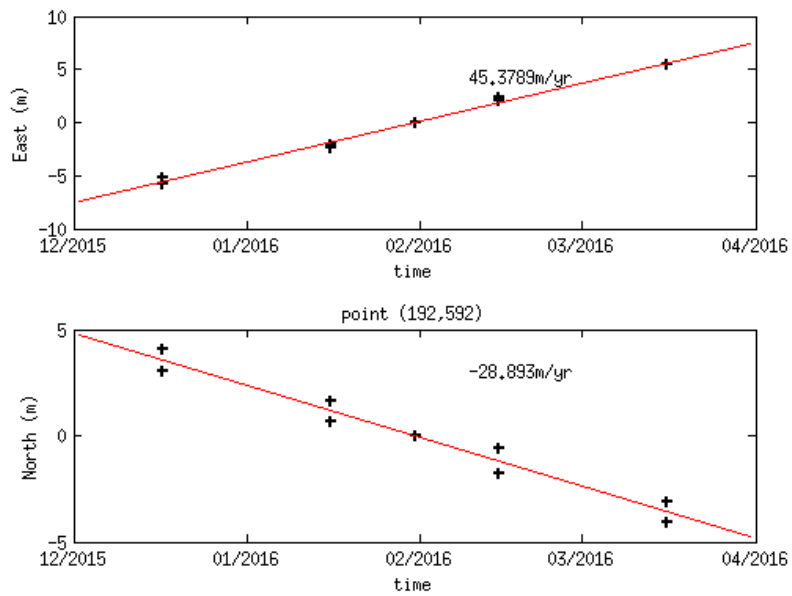


Figura 5: Representación lineal del desplazamiento vertical (East) y horizontal (North) de la parte baja de la masa deslizada (línea roja).

El monitoreo RTK de los hitos anclados sobre la masa deslizada del cuerpo del deslizamiento se empezó en noviembre del 2015, fecha desde la cual se realiza mediciones trimestrales (figura 7), da movimientos de desplazamiento máximos de 10 metros en un periodo de tres meses (cuadro 1).

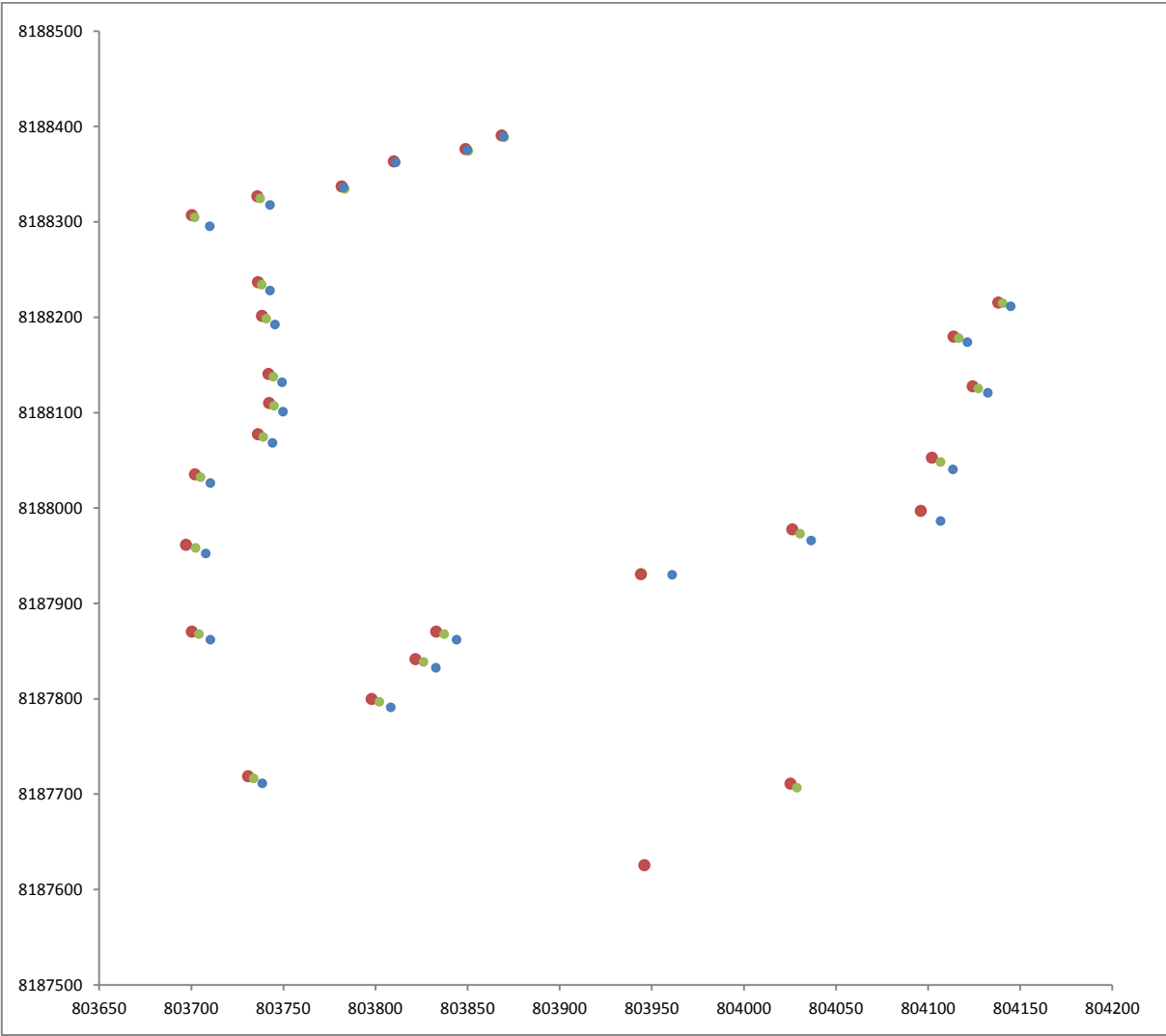


Figura 7: Desplazamiento de los hitos anclados en la masa del deslizamiento

	3 meses	3 meses
	Nov(2015)- Feb(2016)(m)	Feb(2016)- May(2016)(m)
PI1	2.314407267	1.020926051
PI2	2.487161434	1.165638452
PI3		
PI4	3.134520378	1.879405492
PI5	2.813777709	8.563016349
PI6	2.960356228	12.26841123
PI7	3.283618126	7.592400673
PI8	3.618566567	7.609899473
PI9	3.896608268	7.529955644
PI10	3.985405876	7.649947712
PI11	4.119651684	7.749744383
PI12	4.247824031	7.997728739
PI13	6.17684264	8.159595149
PI14	4.796173996	8.271277592
PI15	2.470135624	5.289437777
PI16	3.112249668	6.415358135
PI17	3.655514738	6.878824391
PI18	6.716847847	10.05229775
PI19		
PI20	6.054430774	9.236760525
PI21		
PI22	5.262736931	8.765512022
PI23	5.460045146	8.937837322
PI24	5.097935661	8.447444488
PI25	3.79549114	6.864057764
PI26		
PI27	5.472195629	

Cuadro 1: magnitudes del desplazamiento de los hitos anclado, se tiene desplazamientos máximos de 10 metros en un periodo de tres meses de Febrero a Mayo del 2016.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La escarpa del deslizamiento tiene un avance de 1 a 2 metros mensuales ocasionando preocupación al estar afectando a infraestructura civil y agrícola.
- La mayor velocidad de desplazamiento es de 45 m/año sobre la masa deslizada del cuerpo del deslizamiento.
- La zona de mayor deformación es la parte baja del material deslizado que afecta al mismo tiempo el Rio del valle Sigwas, habiendo ocasionado en varias oportunidades represamientos.
- Se recomienda continuar con un monitoreo del deslizamiento de Sigwas, y colocar posteriormente sismógrafos que registren a tiempo real el movimiento del deslizamiento.