

Deslizamiento del sector oeste del Volcán Irazú.

Con datos fotogramétricos y geodésicos al 20 de Mayo 2015

Cyril Muller, Enrique Hernández, Federico Chavarría Kopper, François Gervais, Javier Pacheco, Marino Protti, Floribeth Vega

Este informe presenta los resultados de un vuelo fotogramétrico, realizado el 24 de Febrero del 2015, y de las mediciones geodésicas en la parte oeste de la cumbre del Irazú. Se sugiere que el evento sísmico registrado el 17 de diciembre del 2014 (ver Figura 1) podría ser la firma sísmica de un colapso, de millones de metros cúbicos, al oeste de la cumbre del Irazú y la propagación hacia la superficie del deslizamiento de una falla en profundidad. La pérdida de este volumen, de las paredes del flanco noroeste del Irazú, contribuyó a la inestabilidad de ladera que se manifiesta como un deslizamiento en el sector donde se ubican las torres de telecomunicaciones.

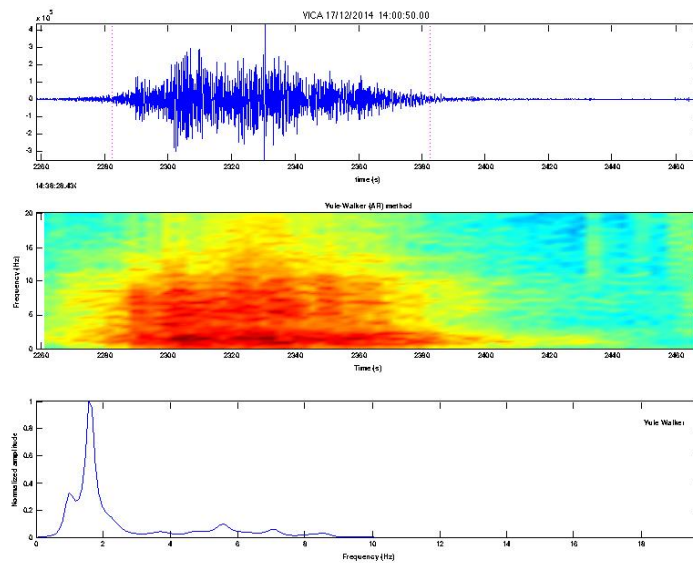


Figura 1. Registro sísmico del deslizamiento ocurrido el 17 de diciembre, 2014. Arriba se muestra el registro sísmico en la estación VICA, ubicada entre el cráter activo y el cráter de la HAYA. En el medio se muestra el espectrograma y abajo el espectro de frecuencias. Este evento fue registrado en casi toda la red sísmica del OVSICORI-UNA.

Resultados fotogramétricos

La fotogrametría es una técnica geodésica que permite, a partir de fotografías y de referencias geográficas, proveer un modelo numérico del terreno, o en este caso de la superficie (incluyendo árboles y edificios) y un ortho-mosaico. El primer producto permite conocer información diversa sobre la morfología del terreno (pendientes, volúmenes) mientras que el ortho-mosaico es un ensamble de las fotos, proyectadas sobre un modelo numérico del terreno. Esto permite obtener un mapa en fotografías, sobre el cual se pueden realizar mediciones. Los dos productos juntos alimentan bases de datos como por ejemplo la de Google Earth.

El 24 de Febrero de 2015, Federico Chavarría Kopper realizó un sobrevuelo sobre el volcán Irazú con el objetivo de proveer fotografías para realizar cálculos fotogramétricos. En total se adquirieron 900 fotografías. La empresa suiza Easy2Map especializada en servicios fotogramétricos con drones, se encargó de ajustar las imágenes entre ellas y de añadir la geo-referencia a partir de los sitios medidos por el OVSICORI con GPS. Resultó un modelo numérico de elevación con una resolución de 2 puntos por metro cuadrado y un ortho-mosaico con un pixel de 50 cm.

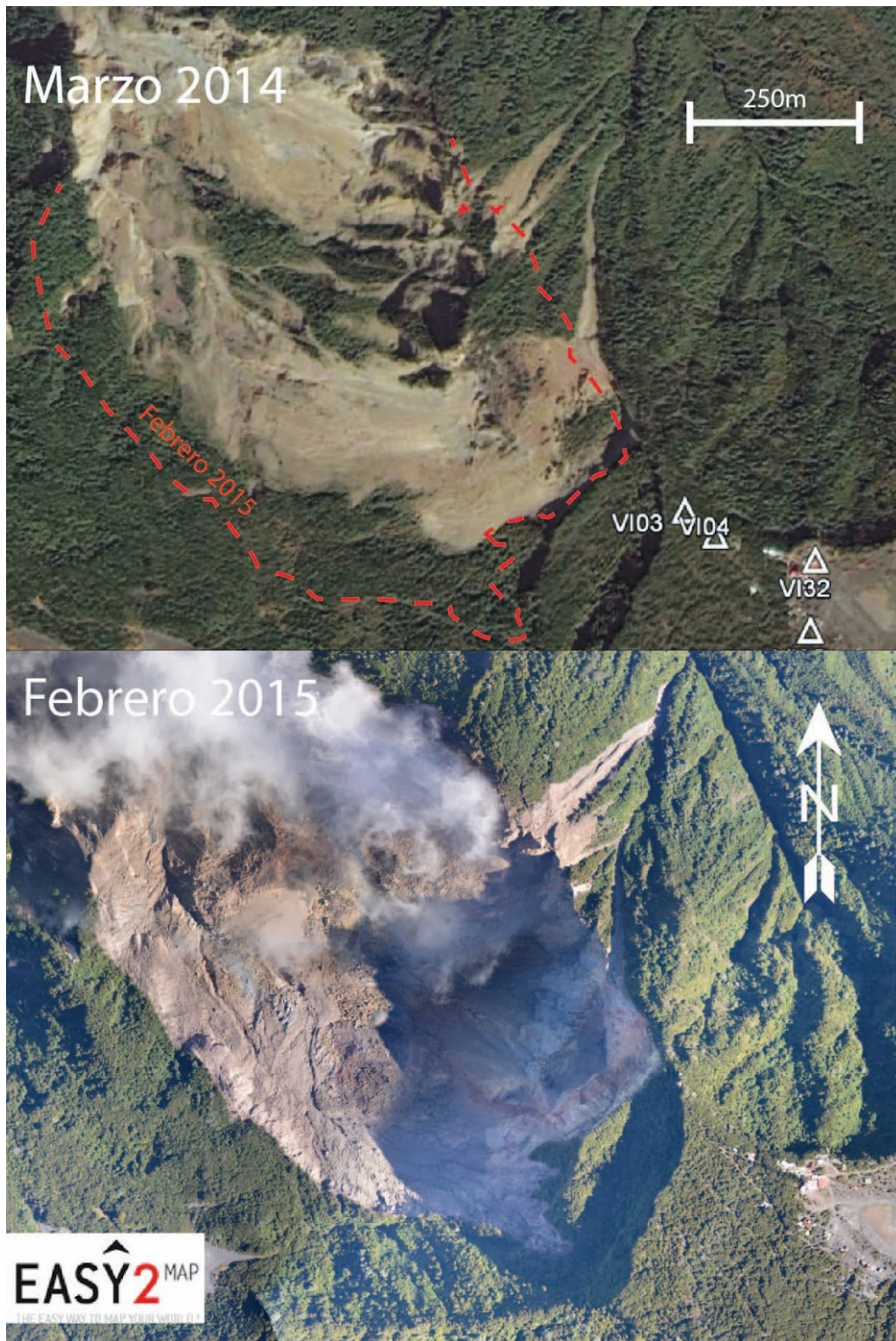


Figura 2: Diferencia entre Marzo 2014 y Febrero 2015. La imagen arriba es la imagen adquirida por Digital Globe, que aparece en Google Earth. La segunda imagen es la ortho mosaic adquirida por Federico Chavarria y procesado por Easy2Map, Switzerland. Courtesy Google earth© y Digital Globe ©

Se comparó el ortho-mosaico generado con las imágenes que se encuentran en Google Earth y que fueron adquiridas en marzo 2014, Fig 2. Las diferencias visibles entre las dos imágenes son los resultados de deslizamientos sucesivos ocurridos durante el 2014, entre junio y diciembre, pero muy probablemente el mayor volumen de colapso se produjo el 17 de diciembre 2014.

La superficie afectada es de unas 40 hectáreas (área similar al parque de la Sabana en San José) con dimensiones de 900 m por 600 m. El volumen que colapsó entre la adquisición del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission, modelo numérico de terreno con pixel de 90m) en 2004 y el nuevo modelo de terreno calculado sobre la bases del sobrevuelo del 24 de Febrero se estima en 15 +/- 5 millones de metros cúbicos. Esto representa, aproximadamente, unas 100 veces el volumen del edificio del Banco Nacional en San José y el espesor máximo del deslizamiento es comparable a la altura de este mismo edificio, Fig. 3.

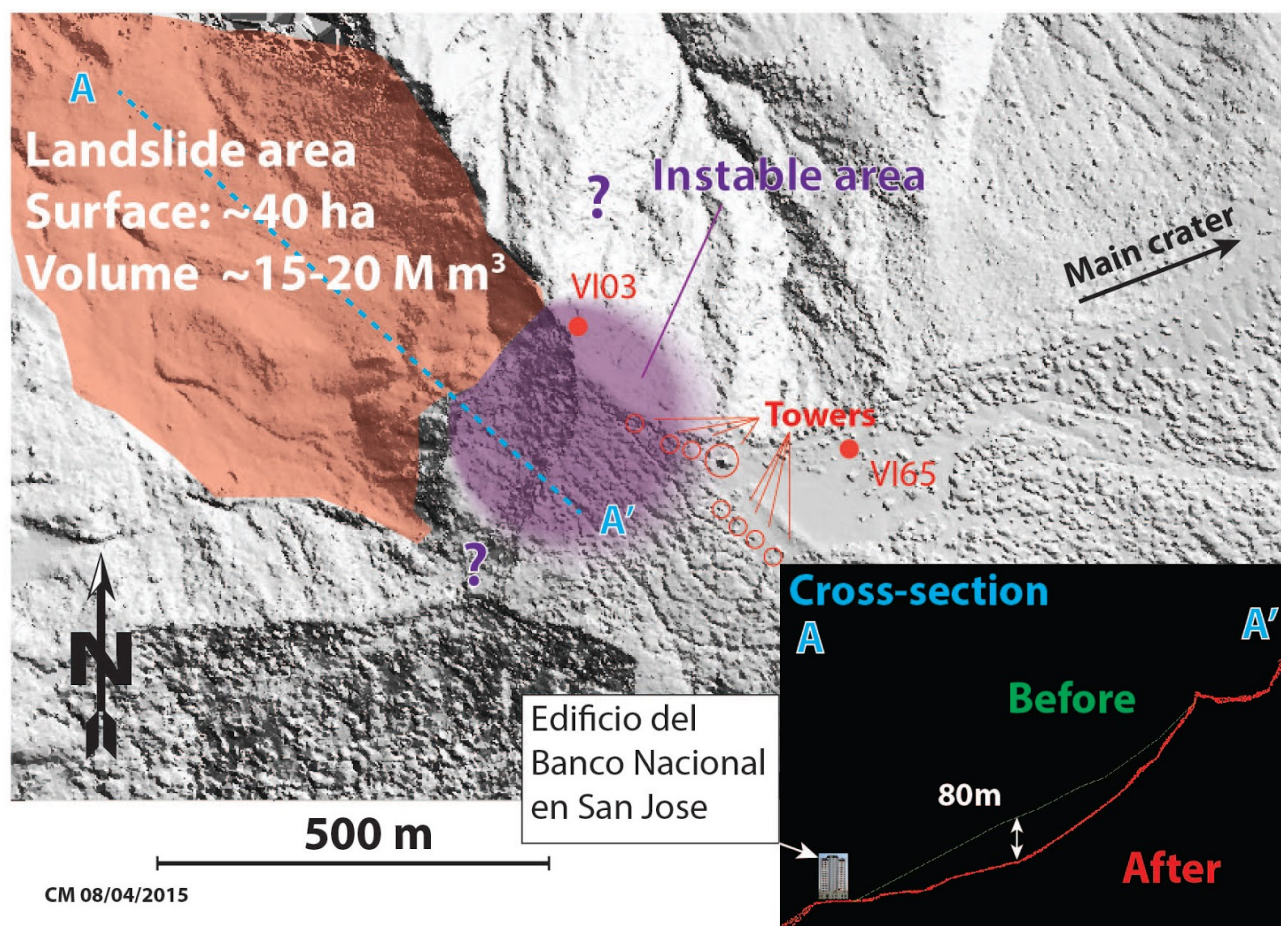


Figura 3: Modelo numérico del terreno y cómputo de volumen y superficie. Los puntos rojos son los sitios de mediciones GPS. La figura con fondo negro representa un perfil a lo largo del deslizamiento; en verde es el perfil del terreno en el 2004 y en rojo es el perfil del terreno en febrero 2015. La diferencia de altura entre estas dos fechas alcanzó 80 metros, lo que corresponde a la altura del edificio del Banco Nacional en San José.

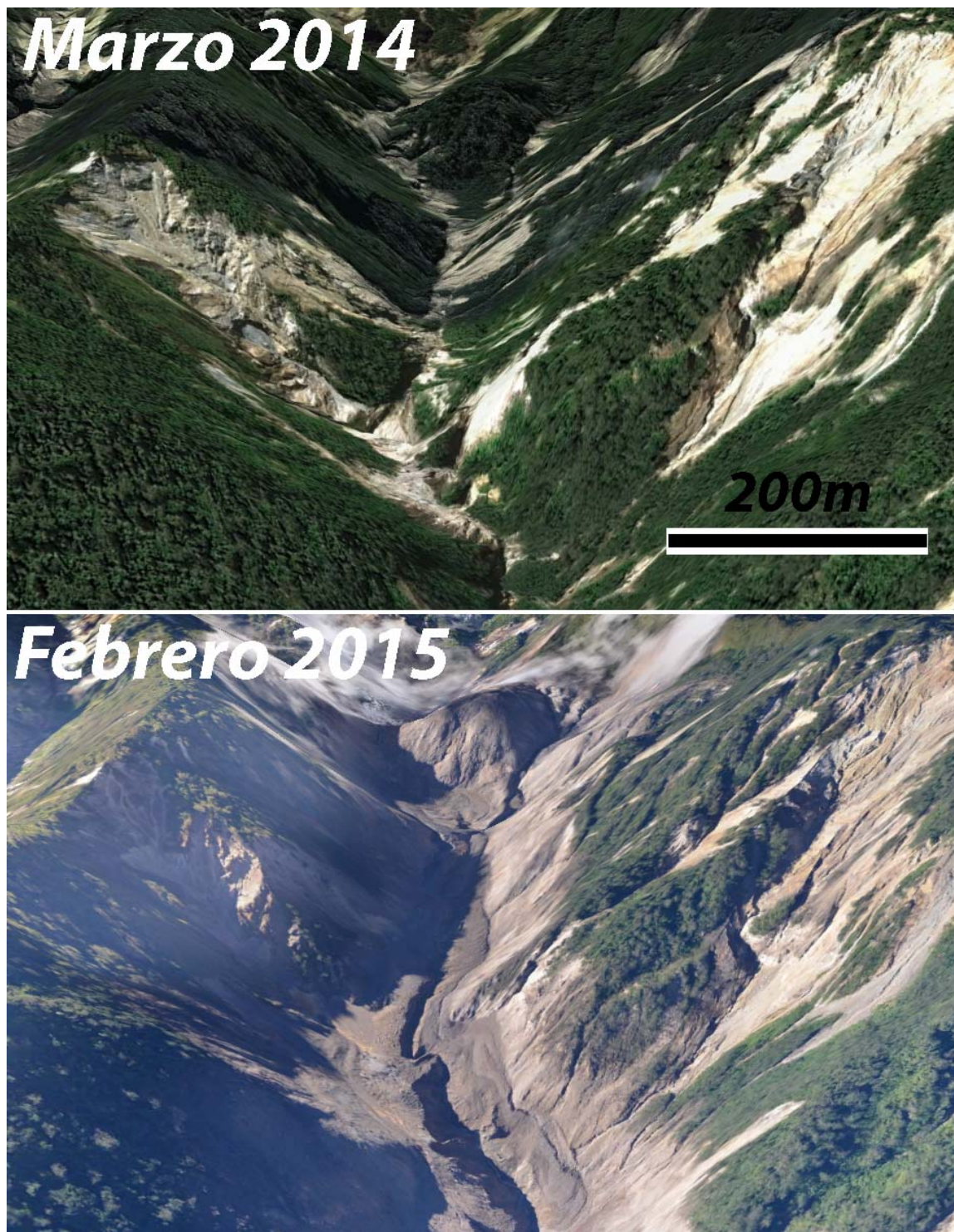


Figura 4: Diferencia entre Marzo 2014 y Febrero 2015. La imagen arriba es la imagen adquirida por Digital Globe, que aparece en Google Earth. La segunda imagen es el ortho mosaico adquirida por Federico Chavarria y procesado por Easy2Map, Switzerland. Courtesy Google earth© y Digital Globe ©

Actividad sísmica.

Minutos después del deslizamiento del 17 de diciembre del 2014 se empezaron a registrar enjambres sísmicos de eventos volcano-tectónicos hacia el oeste del cráter activo del volcán Irazú. Los enjambres más importantes se registraron el mismo 17 de diciembre y el 11 de febrero. La Figura 5 muestra la localización de los sismos registrados entre los volcanes Irazú y Turrialba durante el mes de febrero del 2015. Nótese que la sismicidad muestra una distribución a lo largo de una falla con orientación de norte noroeste a sur sureste, y buzamiento casi vertical hacia el este. La falla delineada es muy superficial, con sismicidad localizada entre 5 km de profundidad y la superficie.

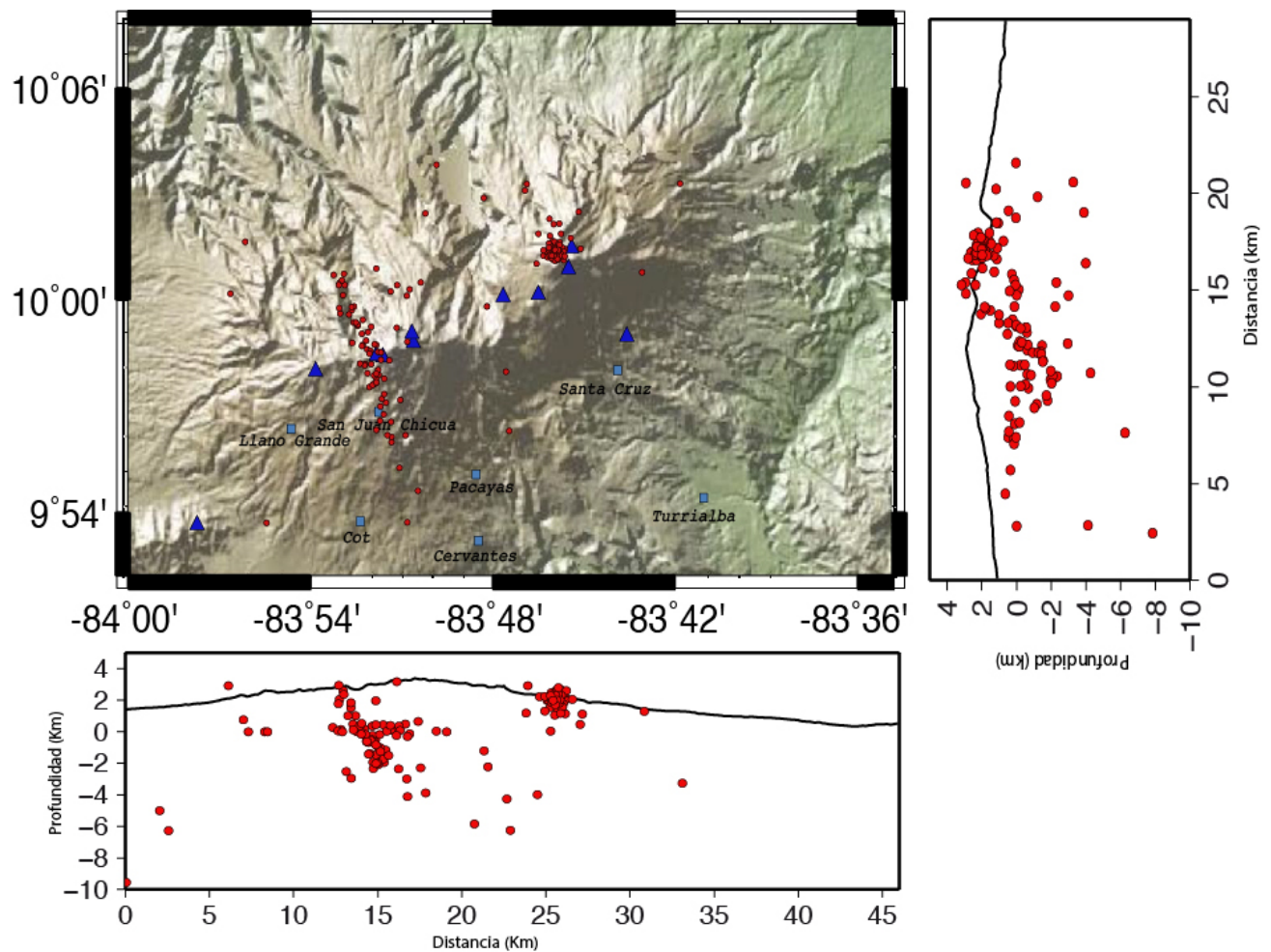


Figura 5. Mapa de los volcanes Irazú y Turrialba con los sismos (círculos rojos) localizados durante el mes de febrero. Los triángulos azules muestran las estaciones sísmicas más cercanas utilizadas para realizar la localización y los cuadros celestes muestran los poblados mayores de la zona.

Es probable que el deslizamiento y posterior inestabilidad de ladera que se produjo en el 2014 hayan sido disparados por movimiento lento y asísmico en esta falla, que en superficie coincide aproximadamente con la corona de deslizamiento que se ha venido observando.

Datos de GPS

Desde el 6 de febrero, el OVSICORI ha venido midiendo, con la técnica GPS, los sitios VI03, VI65, VI32 y el Bunker al lado del cráter activo (ver Fig. 2 . Estaciones VI03 y VI32; VI65 se encuentra unos cientos de metros hacia el oeste de VI32). El procesamiento de los datos se realizó con el software GAMIT/GLOBK, y revela que el sitio VI03 ha tenido una subsidencia de unos 7 cm por mes desde el 6 de febrero 2015, esta subsidencia parece continuar con la misma tendencia hasta el presente, Fig 6. El GPS del Bunker (VIBU) muestra un movimiento hacia el norte-este con un levantamiento ligero constante sobre el mismo periodo. VI65 muestra la misma tendencia aunque con una precisión menor. El deslizamiento actual afecta los últimos 250 m de la plataforma oeste de la cumbre y no parece afectar de momento los otros sitios GPS. VI32 fue abandonado porque la antenas de telecomunicaciones estaba generando interferencia en la señal de GPS.

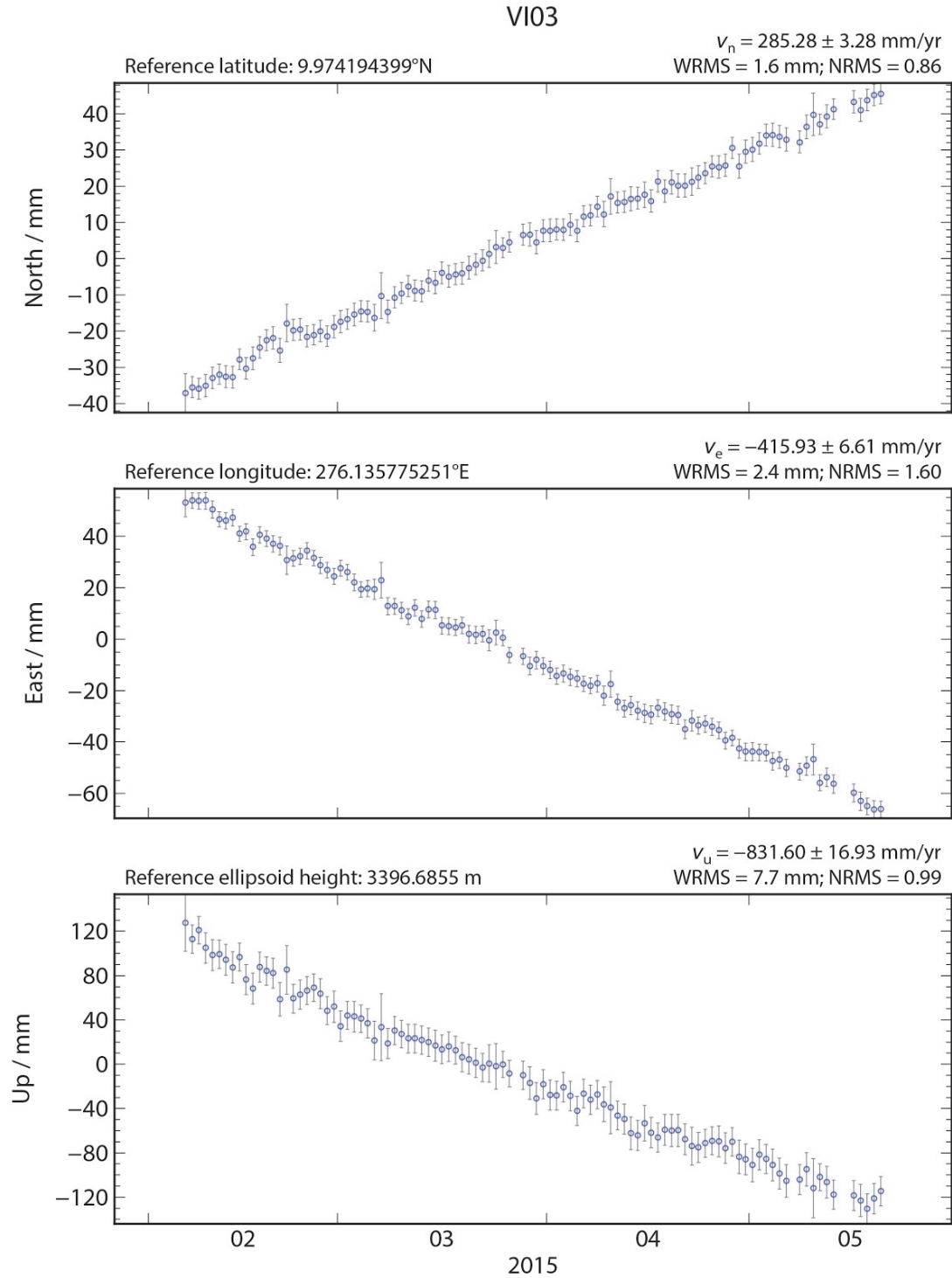


Figura 6: Serie temporal este, norte y altura del sitio VI03 en la parte más activa del deslizamiento. El eje X es el tiempo en meses. El eje vertical muestra la deformación en mm. Los puntos azules muestran las mediciones diarias. Las líneas verticales de color azul muestran la precisión de cada medición.

Conclusión

En conclusión, los últimos 250 metros de la cima hacia el oeste del cráter del Irazú se desplaza en Abril a la misma velocidad que durante los meses de febrero y Marzo. El volumen que se deslizó en el 2014 es superior a varios millones de metros cúbicos. Comparado con otros deslizamientos a nivel mundial, este volumen se considera importante.

La comparación de las imágenes aéreas de marzo 2014 y febrero 2015 indican que la mayor parte se deslizó durante el año 2014. Los registros continuos de la actividad sísmica indican que la mayor parte de este volumen podría haber colapsado el 17 de diciembre del 2014. La movilización de este material hacia el fondo del valle podría haber provocado una inestabilidad más arriba donde las torres de comunicaciones están instaladas. Esto explicaría la apertura de grietas alrededor de las torres al final del mes de diciembre y la subsidencia en el sitio VI03.

El OVSICORI-UNA continuará con la vigilancia geodésica y sísmica.