

Medellín, 26 de enero de 2024

Asunto: Informe técnico sobre estado de sensores y obras de contención en Manga Arriba, Girardota

Contexto del reporte

El propósito de este reporte es brindar información acerca del estado actual de los sensores de monitoreo geotécnico ubicados en el sector de Manga Arriba, en el municipio de Girardota, además de evaluar la continuidad y pertinencia del proceso de monitoreo en la zona. Se ha realizado una revisión de los sensores en funcionamiento debido a la detección de registros anómalos recientes. Además, se pretende ampliar el contexto sobre el estado de las obras de mitigación y contención que se realizaron en el sector por parte del municipio.

Descripción del punto crítico y esquema de monitoreo

El monitoreo del movimiento en masa en la vereda Manga Arriba, municipio de Girardota, ha sido llevado a cabo por SIATA desde el 27 de junio de 2019 utilizando sensores remotos. Inicialmente, se instalaron estaciones de pluviometría, cámaras, acelerómetros, extensómetros, sensores de humedad y sensor TDR. Dado el progreso del deslizamiento desde 2018 y sus impactos en estructuras, viviendas y vías de acceso en la zona, se iniciaron obras de mitigación y contención en el año 2020. Sin embargo, la ejecución de estas obras, así como el tránsito de personas y maquinaria, afectaron la calidad de los datos transmitidos por los sensores remotos. Por consiguiente, entre 2020 y 2023, se llevaron a cabo desinstalaciones de algunos de estos sensores.

En la actualidad, el monitoreo en la zona se limita a dos sensores activos: el pluviómetro (389) y el extensómetro (387), cuyas ubicaciones se muestran en la Figura 1.

Con respecto a las intervenciones y construcciones, se validó la finalización y el funcionamiento de las obras durante un recorrido de campo realizado pasado el 14 de diciembre. Esta visita tenía como objetivo verificar el estado de las obras y confirmar la veracidad de algunos datos registrados por el extensómetro. Durante el recorrido se evaluó cuidadosamente la estabilidad de la zona, a continuación se precisan los detalles.



Figura 1: Localización de la Vereda Manga Arriba.

Aspectos relevantes del monitoreo y hallazgos de campo

El extensómetro identificado con el código 387 tiene la función específica de monitorear la parte alta del área afectada por el movimiento en masa de Manga Arriba (ver Figura 1). Es crucial resaltar que, en el registro histórico de los últimos 6 meses, no se detectaron cambios ni signos de reactivación en esta zona.

A finales del mes de octubre se observó un desplazamiento acumulado de 430 mm, tal como se muestra en la Figura 2 - Gráfica superior. A raíz de este hallazgo, se decidió dar seguimiento al sensor para verificar la existencia real de un desplazamiento en el terreno. En noviembre, no se evidenciaron cambios significativos. Sin embargo, el 14 de diciembre de 2023, se realizó una visita al sector con el propósito de inspeccionar el estado de las obras y los sensores.

Durante la visita, no se detectaron grietas ni desprendimientos de material. No obstante, se observó actividad de pastoreo en el área donde se encuentra ubicado el extensómetro, lo cual podría haber afectado la adquisición de datos debido al tránsito de animales y personas en esta zona.

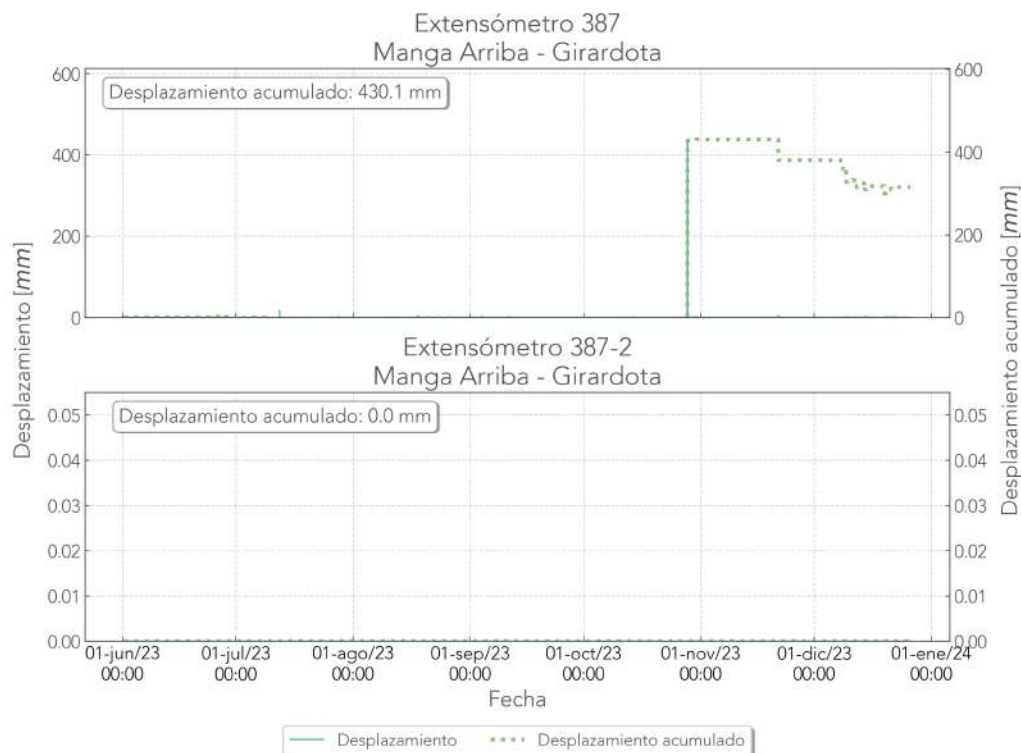


Figura 2: Registro histórico de los últimos 6 meses del año 2023 del extensómetro 387 del deslizamiento de Manga Arriba-Girardota.

Durante el mes de enero, los registros del extensómetro 387 indican pequeños desplazamientos entre el 7 y el 15 del mismo mes en el sector. No obstante, tras nuevas validaciones de campo, no se han identificado cambios en el relieve. En consecuencia, nuevamente se atribuyen estos datos a la dinámica de pastoreo en la zona (ver Figura 3 - Gráfica superior).

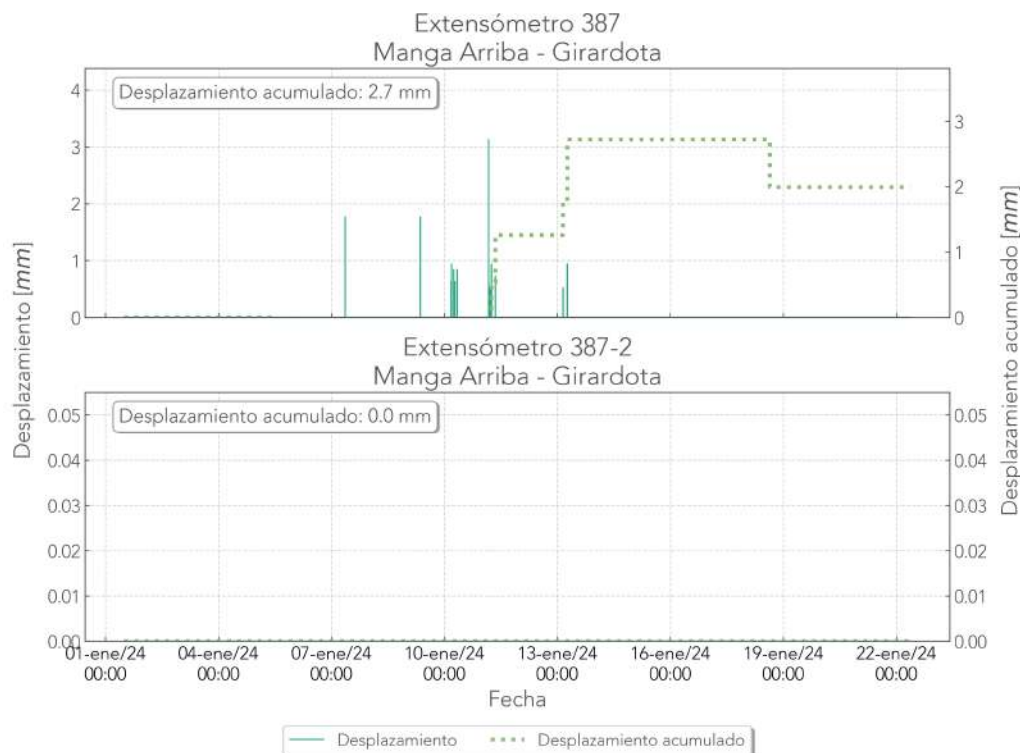


Figura 3: Registro en el mes de enero de extensómetro 387, Manga Arriba, Girardota.

Además del monitoreo mediante sensores terrestres en tiempo real, se ha implementado un seguimiento adicional para la zona a través de sobrevuelos periódicos con el fin de evaluar el estado del movimiento y las obras. Hasta la fecha, se han realizado un total de 8 sobrevuelos en las fechas que se detallan a continuación:

- 06 de junio de 2019.
- 12 de diciembre de 2019.
- 03 de abril de 2020.
- 04 de junio de 2020.
- 27 de agosto de 2021.
- 24 de noviembre de 2021.
- 20 de septiembre de 2022.
- 11 de abril de 2023.

En las Figuras 4 y 5, se presenta un ejemplo ilustrativo de la información recuperada durante las campañas de sobrevuelos. Estas imágenes brindan una visión detallada de los cambios registrados en la zona, que abarcan variaciones en la vegetación y en la disposición de materiales, así como expansiones en las vías de acceso y la remoción de estructuras entre el año 2021 y el año 2023.

Sin embargo, tras las visitas realizadas al sector, se ha constatado que la mayoría de estos cambios están vinculados al uso de maquinaria y actividades humanas para la ejecución de obras de mitigación y contención en la zona, y no se relacionan con procesos de reactivación del terreno.

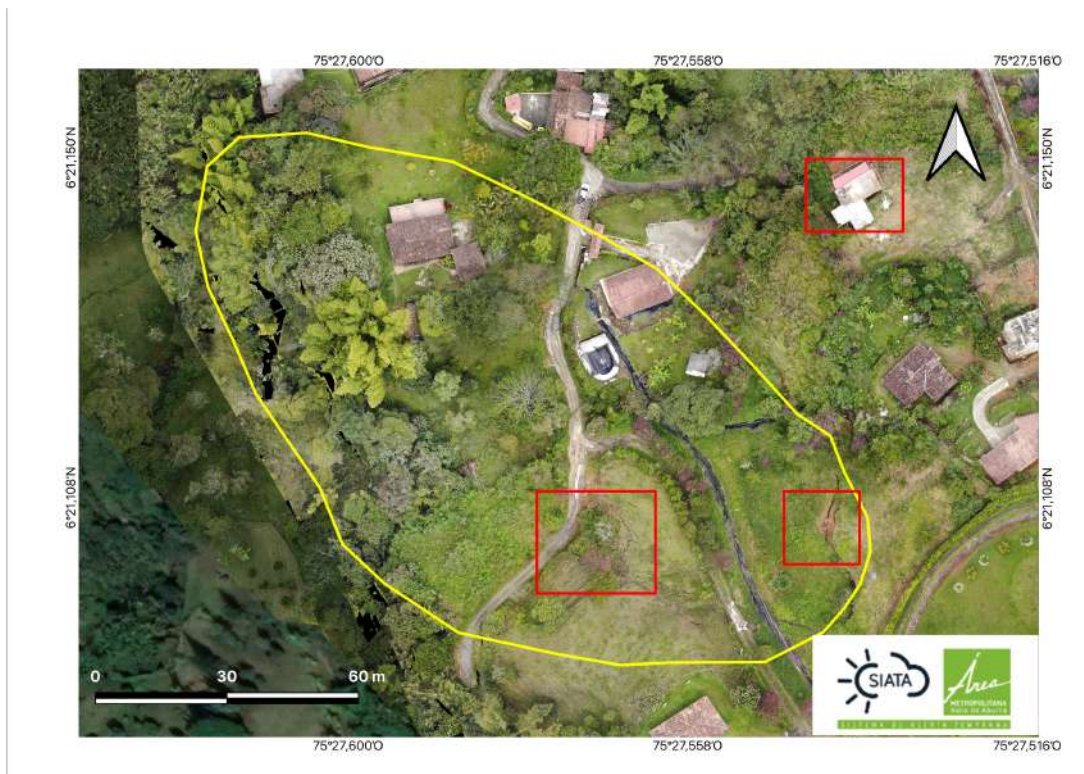


Figura 4: Sobrevuelo realizado el 24 de noviembre de 2021 en el deslizamiento de Manga Arriba.



Figura 5: Sobrevuelo realizado el 11 de abril de 2023 en el deslizamiento de Manga Arriba.

Específicamente, durante la visita efectuada el 14 de diciembre de 2023, cuyo propósito era inspeccionar el estado de las obras, verificar el funcionamiento de los sensores y confirmar las anomalías identificadas en los datos, se constató que la zona no exhibe señales de reactivación ni manifestaciones de inestabilidad.

La Figura 6 muestra el estado actual del deslizamiento en la parte alta. Se observó que esta área del deslizamiento está siendo utilizada para pastoreo, lo que se presume como la causa de las anomalías registradas por el extensómetro.

La Figura 7 muestra el cauce natural formado por la escorrentía. Se implementó una intervención en este cauce utilizando geotextiles para impermeabilizar el suelo, con el objetivo de reducir la infiltración de agua en el terreno y lograr una mayor estabilidad en la zona. Al rededor de esta zona no se perciben signos de inestabilidad.

En la Figura 8, se visualiza en la parte más baja del sector un canal y equipado con disipadores de energía. Esta estructura tiene la función de dirigir y brindar un mayor control sobre la escorrentía procedente de la zona superior, lo que ha disminuido los procesos de erosión en las laderas aledañas.



Figura 6: Estado actual de la parte alta del deslizamiento, donde se encuentran ubicados el extensómetro y pluviómetro activos.



Figura 7: Cauce con geotextiles.



Figura 8: Canal con disipadores.

Conclusiones y recomendaciones

Tras analizar la información recopilada de los sensores, los sobrevuelos y las visitas realizadas, el proyecto SIATA presenta las siguientes conclusiones y recomendaciones respecto a la continuidad del monitoreo:

- Se confirma la finalización de las obras y su correcto funcionamiento. Además, se concluye que no hay evidencia de inestabilidades, como grietas, fisuras o pérdida de vegetación en la zona.
- El terreno ha sido completamente revegetalizado y las condiciones de flujo de agua superficial y subsuperficial, previamente asociadas con la activación de inestabilidades, están controladas hasta la fecha.
- Actividades humanas, como el pastoreo, influyen en la continuidad y precisión de los datos de los sensores activos, especialmente del extensómetro.
- Se sugiere desinstalar el extensómetro y continuar el monitoreo mediante sobrevuelos con dron durante un periodo de 6 meses para validar la estabilidad de las obras.
- Una vez concluido el registro del periodo sugerido y con evidencia favorable de la estabilidad de la ladera, se recomienda proceder con el cese del monitoreo en la zona.
- A pesar de que el monitoreo mediante imágenes de dron puede evidenciar activaciones o cambios en el terreno u obras, este método tiene limitaciones y no detecta cambios pequeños ni grietas no visibles desde el dron. Se recomienda que la entidad encargada realice visitas de inspección periódicas para detectar cualquier anomalía, incluso si los registros son favorables.

Este informe fue elaborado por el equipo de Movimientos en Masa del proyecto SIATA. Cualquier inquietud será resuelta con gusto.

Juliana Álvarez Z.

Juliana Álvarez
jalvarezz@eafit.edu.co
Líder equipo de Movimientos en Masa
Proyecto SIATA - Área Metropolitana del Valle de Aburrá