

Medellín, 26 de febrero de 2024

Asunto: Actualización sobre Estado del Terreno en Deslizamiento de Andalucía, Municipio de Caldas

El propósito de este informe técnico es ofrecer una actualización de la información presentada en el informe emitido el 25 de enero de 2024, sobre el estado actual del terreno en la parte alta y baja del deslizamiento de Andalucía, ubicado en el municipio de Caldas. Esta actualización se basa en los hallazgos e información recopilada durante la visita realizada el 26 de enero de 2024 por los equipos de Geociencias y Teledetección con drones del proyecto SIATA. Dicha visita fue motivada por los desprendimientos de tierra observados en la parte alta del deslizamiento, detectados a través de la cámara de monitoreo instalada en la zona.

Descripción del punto crítico y esquema de monitoreo

El punto crítico de Andalucía, ubicado en el municipio de Caldas, ha estado bajo monitoreo por parte del proyecto SIATA desde el 28 de noviembre de 2017. En su fase inicial, se instaló un sensor de nivel, al que posteriormente se agregaron un pluviómetro y una cámara con transmisión de imágenes en tiempo real, instalada el 10 de octubre de 2019. La disposición precisa de la cámara se detalla en la Figura 1, donde también se delimita la zona de monitoreo originalmente definida.

Durante el período del 17 al 22 de enero de 2024, la cámara, identificada con el código 100274, capturó imágenes de desprendimientos de material en la parte alta del deslizamiento. En respuesta a estos eventos, el equipo de Geociencias del proyecto SIATA, en colaboración con el equipo de Teledetección con drones, llevó a cabo una inspección técnica en el sitio el 26 de enero de 2024, con el fin de evaluar el estado actual del movimiento en el punto crítico de Andalucía. Las descripciones presentadas a continuación se basan en los hallazgos recopilados durante la visita de campo, los resultados del sobrevuelo realizado y la información de monitoreo antecedente.

Es importante tener en cuenta que todos los elementos de monitoreo se complementan para proporcionar una evaluación completa de la situación. Sin embargo, ciertos sectores de la zona de Andalucía presentan limitaciones para el monitoreo remoto mediante imágenes debido a la densa vegetación. Además, acceder a las zonas más bajas siguiendo el cauce de la quebrada, presenta desafíos considerables y representa un riesgo para los profesionales del proyecto.

Actualmente, la zona de monitoreo inicial y delimitada en la Figura 1 como la zona Z-MA, no cubre completamente los procesos de inestabilidad en el sector debido a los nuevos movimientos en masa que se producen en las partes laterales de la quebrada La Corrala. Por esta razón, se ha realizado un monitoreo adicional a través de visitas de campo y sobrevuelos periódicos en la zona de interés. Hasta la fecha, se han llevado a cabo un total de 18 sobrevuelos en este sector, que abarcan desde el año 2018 hasta 2024.

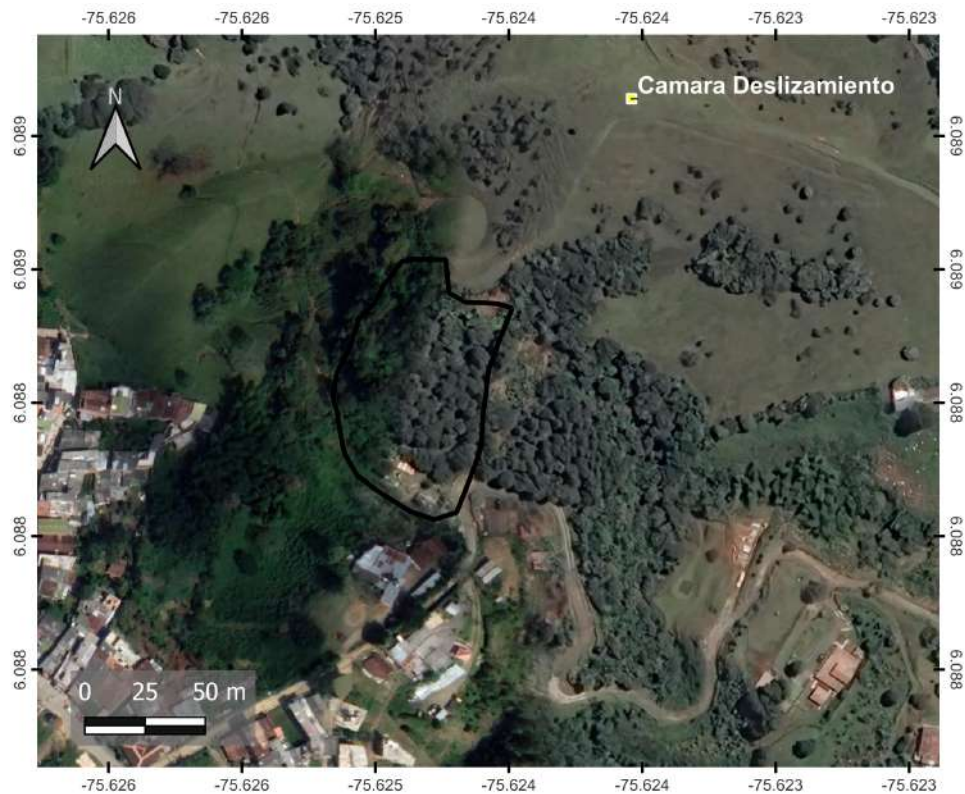


Figura 1: Ubicación del deslizamiento y cámara en el sector de Andalucía.

Observaciones de campo

El 26 de enero de 2024, se llevó a cabo una visita al sector de Andalucía, ubicado en el municipio de Caldas, en compañía del equipo de teledetección con drones. Durante el recorrido y los sobrevuelos realizados, se identificaron desprendimientos de tierra en la zona activa (Z-MA), la cual corresponde a la zona definida desde el inicio del monitoreo, y en tres zonas adicionales, designadas como Z-1, Z-2 y Z-3, ubicadas aguas abajo de la quebrada La Corrala. La localización de estas zonas se muestra en la Figura 2.

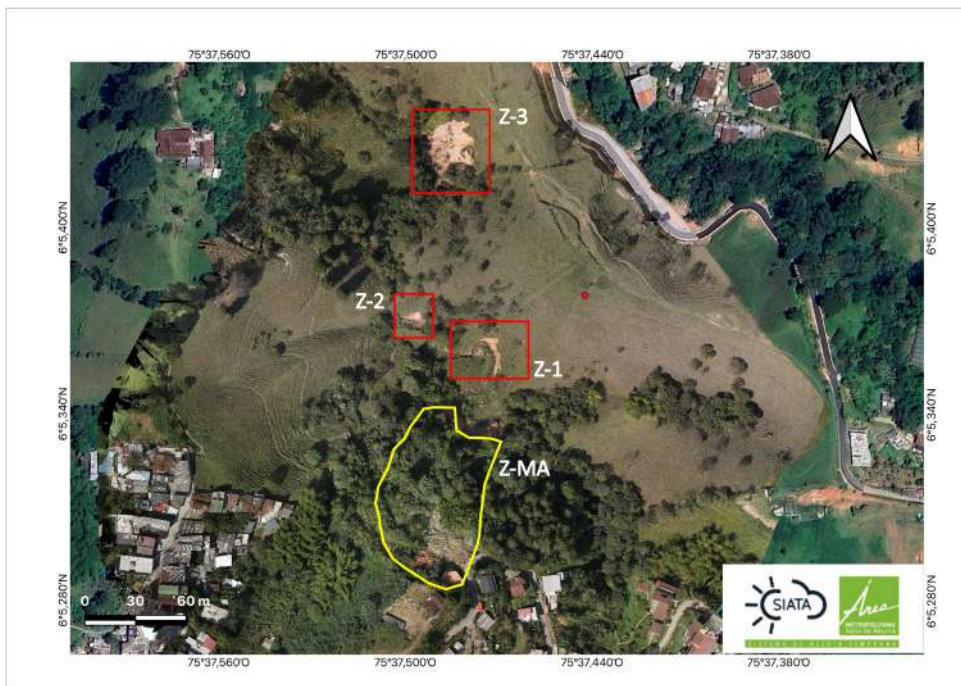


Figura 2: Sobrevuelo realizado el 24 de enero de 2024 en el sector de Andalucía, municipio de Caldas

A continuación, se presentan algunos análisis relacionados con la información de campo para cada una de las zonas identificadas.

Zona Z-MA: Zona de monitoreo histórico

La zona de monitoreo histórico en Andalucía, o para la cual inicialmente fue definido el esquema de monitoreo (ver polígono amarillo en la Figura 2), se puede dividir en la parte alta y baja del movimiento en masa.

En la parte alta, se observan diferencias en la cobertura vegetal del suelo, cambios en el relieve del suelo por la construcción de zanjas de desagüe y cambios en la coloración, como se ilustra en la Figura 3. También se observaron cambios en el relieve del suelo y de la vegetación lo que se corrobora con mayor claridad a partir del 6 de febrero, con la cámara de monitoreo, donde además se evidencia el uso de maquinaria pesada, como se muestra en la Figura 4.



Figura 3: Sobrevuelo realizado el 24 de enero de 2024 en el sector de Andalusia, municipio de Caldas. Parte alta del deslizamiento



Figura 4: Estado actual del sector andalusia en la parte alta del sector.

En la parte baja, a nivel de la quebrada La Corrala, se observa un movimiento en masa, como se muestra en la Figura 5. Durante la inspección, se notó un suelo húmedo y con abundante cobertura vegetal en la parte superior de la corona. El suelo en este sector es matriz-soportado, con presencia de clastos y bloques de roca que eventualmente terminan siendo depositados en el cauce de la quebrada, cuando hay desprendimientos. Estos elementos depositados en la quebrada podrían obstruir el flujo de agua y desencadenar otro tipo de fenómenos. Es importante mencionar que entre las fechas del 29 de enero y 5 de febrero de 2024, se produjeron pequeños desprendimientos de material sobre la quebrada.



Figura 5: Recorrido realizado el 24 de enero de 2024 en el sector de Andalucía, municipio de Caldas. Parte baja del deslizamiento

Zona Z-1

Siguiendo el cauce de la quebrada, aguas abajo, se identifica el movimiento en masa de la Zona Z-1 en la Figura 2. El desarrollo de este deslizamiento puede estar asociado a la erosión hídrica en la parte baja debido a la quebrada. En la Figura 6 se aprecian las características del proceso.



Figura 6: Parte baja del deslizamiento de Andalucía. Visual hecha en campo

Zonas Z-2 y Z-3:

Los movimientos en masa que se desarrollan en las zonas Z-2 y Z-3 de la Figura 2, se encuentran más alejados de la zona de monitoreo actual. Para estas zonas se desconocen las características de los movimientos, ya que sólo han sido percibidos a través de la información obtenida de los sobrevuelos periódicos. En la Figura 7 se presenta un mosaico comparativo de sobrevuelos realizados en el sector de Andalucía, donde se percibe la evolución de las zonas Z-2 y Z-3.

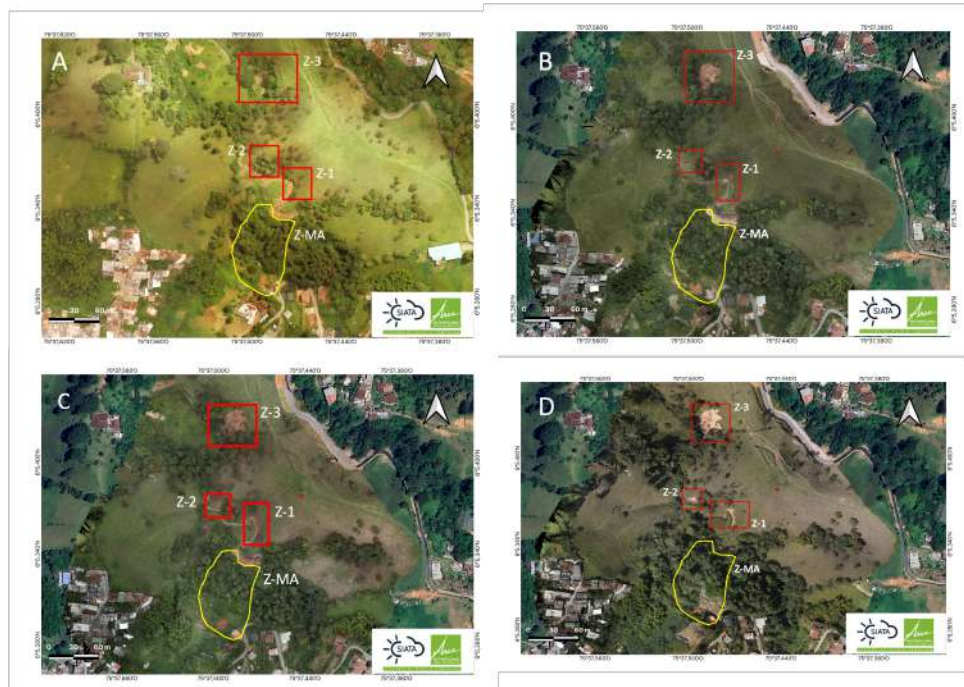


Figura 7: Sobrevuelo con dron realizados en el municipio de Caldas, deslizamiento Andalucía. A. sobrevuelo realizado el 24 de julio de 2019. B. Sobrevuelo realizado el 21 de junio de 2023. C. Sobrevuelo realizado el 21 de noviembre de 2023. D. Sobrevuelo realizado el 24 de enero de 2024.

La comparación de las zonas Z-1, Z-2 y Z-3 en la Figura 7, permite observar el cambio en la cobertura vegetal a través del tiempo. También se aprecia que en las zonas Z-2 y Z-3 que el área de desarrollo de los movimientos en masa ha aumentado drásticamente desde el año 2019. Los cambios en estas zonas podrían estar relacionadas principalmente con eventos de precipitación.

Análisis de eventos de lluvia potencialmente detonantes

Durante los días 14 y 15 de noviembre de 2023, se registraron dos eventos significativos de precipitación sobre gran parte del sur del Valle de Aburrá. Los eventos se movilaron desde del suroriente y oriente del departamento, cubriendo gran parte del municipio de Caldas con lluvias de intensidades moderadas a altas. En la mañana del 15 de noviembre, específicamente entre las 7:20 y 7:30 a.m., se registró mediante la cámara instalada en la Zona Z-MA el desplazamiento y caída de suelo y vegetación en una sección de la ladera monitoreada, como se observa señalado con un círculo rojo en la Figura 8.

El material desprendido obstruyó parcialmente el cauce de la quebrada La Corrala, generando represamiento como se observa en la imagen obtenida por medio de sobrevuelo con dron, Figura 9.



Figura 8: Desplazamiento y caída de suelo y vegetación registrado entre las 7:20 y 7:30 el día 15 de noviembre.



Figura 9: Acercamiento de la Zona Z-MA de la imagen del sobrevuelo realizado el 21 de noviembre de 2023, donde se observa el represamiento parcial de la quebrada La Corrala.

En la Figura 10 se presenta la serie de tiempo de lluvia registrado por la estación pluviométrica instalada

en el sitio, pudiendo evidenciar los dos eventos de lluvia. El primer evento inició aproximadamente a las 12:30 p.m. del día 14 de noviembre, se caracterizó por lluvias de alta intensidad. Este evento registró dos picos máximos de precipitación, el primero cerca de las 13:00 y el segundo alrededor de las 16:00 horas, con un acumulado de 60 mm en un periodo aproximado de 4 horas. El segundo evento de lluvia comenzó cerca de la 1:40 a.m. del 15 de noviembre, extendiéndose hasta las 9:00 a.m., con lluvias que variaron de moderadas a altas intensidades. Este evento registró un acumulado de 79 mm de lluvia durante 8 horas. En conjunto, ambos eventos sumaron un total acumulado de 139 mm.

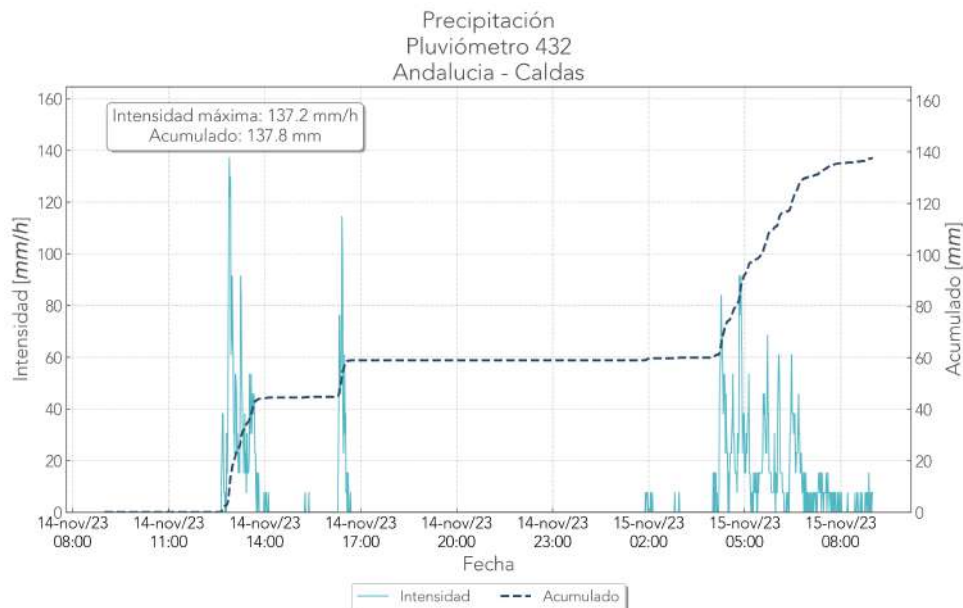


Figura 10: Serie de tiempo de lluvia registrado en el pluviómetro instalado en la zona.

Además, otras áreas de la cuenca experimentaron efectos derivados de estos eventos de lluvia. La zona denominada Z-1 sufrió nuevos desprendimientos de suelo y vegetación, lo que amplió la erosión lateral y la socavación del cauce de la quebrada La Corrala. De manera similar, la zona denominada Z-3 también presentó nuevos desprendimientos de suelo ampliando el área de las coronas de los deslizamientos (Ver Figura 11). Aproximadamente 90 metros aguas abajo de Z-3, se produjeron dos deslizamientos superficiales adicionales, los cuales, con el material desplazado, comprometieron parte del cauce de la quebrada, como se indica con círculos rojos en la Figura 11.



Figura 11: Detalle de la Zona Z-3 capturado durante el sobrevuelo del 21 de noviembre de 2023, mostrando el represamiento parcial de la quebrada La Corrala.

Conclusiones y recomendaciones

Tras analizar la información recopilada de la zona, el proyecto SIATA presenta las siguientes conclusiones y recomendaciones, y además dispone las siguientes acciones:

- El equipo de monitoreo remoto de SIATA en esta zona ha sido efectivo para abordar la necesidad inicial de informar sobre los cambios en el área de interés desde el inicio del monitoreo. Sin embargo, con la evolución de los movimientos en masa aguas abajo en las partes laterales de la quebrada La Corrala, se hace evidente la necesidad de mejorar y fortalecer la vigilancia en este sector. Por ende, se continuará vigilando la zona mediante la cámara identificada con el código 100274, enfocándose en las áreas visibles para la misma. Además, se contempla la planificación de sobrevuelos periódicos para realizar un seguimiento de los deslizamientos en desarrollo en las partes laterales de la quebrada La Corrala, de acuerdo con la disponibilidad y planificación del equipo de Teledetección con Drones del proyecto SIATA. Estas acciones permitirán ampliar el análisis e identificar los factores o variables que podrían estar contribuyendo a la activación de estos movimientos en masa.
- Los eventos de precipitación registrados entre los días 14 y 15 de noviembre de 2023, presentaron un acumulado total de 139 mm con intensidades de moderadas a altas. Estos eventos provocaron desprendimientos de suelo y vegetación, represamiento parcial de la quebrada La Corrala y erosión lateral significativa en distintas zonas, particularmente en la Zona Z-MA y Z-3. Estos eventos registraron señalan la alta susceptibilidad de la cuenca ante movimientos en masa detonados por eventos de lluvia, por lo tanto, se recomiendan tener especial atención y monitoreo de los eventos de lluvia sobre la zona.
- Se destaca la significativa presencia de bloques de roca, clastos y material vegetal cayendo sobre el cauce de la quebrada, lo cual podría ocasionar una obstrucción y potencialmente generar flujos en el área. A pesar de ello, hasta el momento no se han registrado alteraciones significativas en los

niveles de la quebrada. No obstante, es importante destacar que persiste un riesgo latente de que tales afectaciones ocurran en el futuro.

- **Se recomienda nuevamente la visita al sector por parte de la entidad gestora del riesgo del municipio de Caldas**, con el objetivo de visualizar y caracterizar la zona para la posterior toma de medidas y decisiones. Para la realización de esta visita se considera oportuno además el acompañamiento de personal del equipo de Geociencias del proyecto SIATA, por lo que quedamos a disposición para la realización de la visita.

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

Juliana Alvarez Z.

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