

Salinas, Caldas

Ubicación

Municipio: Caldas

Barrio/Vereda: Salinas

Latitud: 6.048447

Longitud: -75.662834

Dirección/ruta de acceso: Tomando la vía Caldas - Amaga, km 6.5, tomando la vía de la vereda La Salina, desde la Institución Educativa Rural Salinas por 300 m, se encuentra el deslizamiento en cota superior a la vía vehicular.

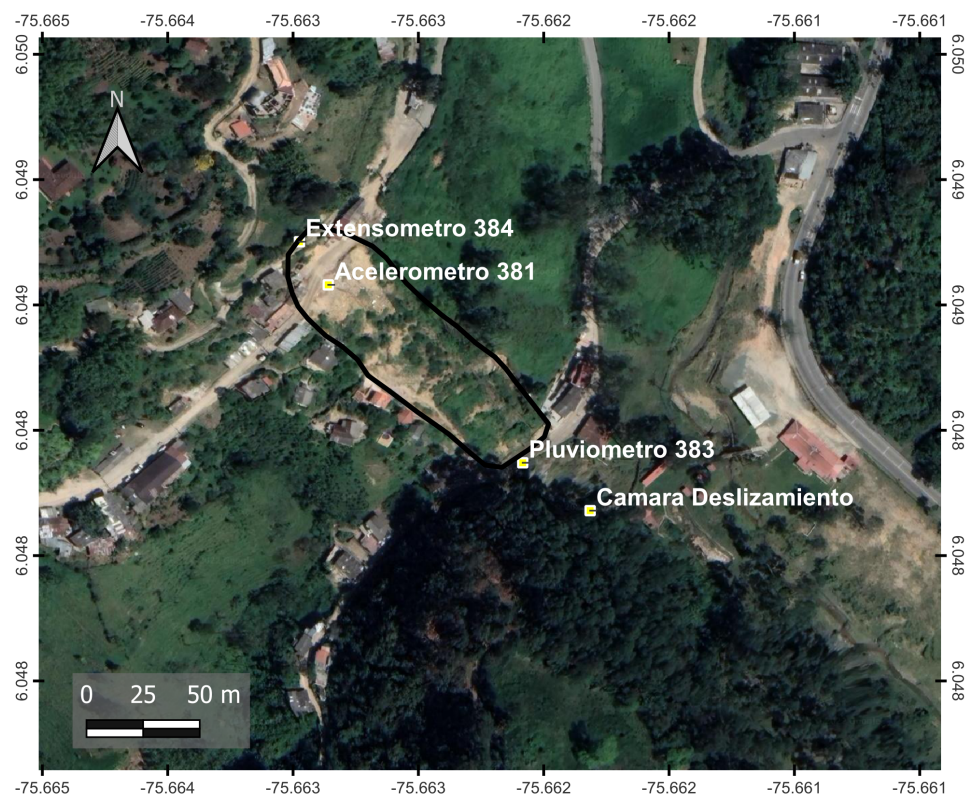


Figura 1: Ubicación del movimiento en masa Salinas y sensores instalados en el sitio.

Descripción del sitio

Características del movimiento en masa:

Se monitorea un movimiento en masa tipo deslizamiento en la vereda Salinas. Este deslizamiento se materializó en el año 2019 y afectó un asentamiento rural, paralelo a la antigua vía del ferrocarril, ubicada a la altura de la corona del deslizamiento. La atención de la emergencia fue apoyada por SIATA, mediante sobrevuelos con drones e instalación de sensores en el sitio. El deslizamiento afectó un área de 5500 m² aproximadamente, con afectaciones totales o parciales en edificaciones residenciales en la corona y flanco occidental del deslizamiento; además, se presentaron afectaciones en una edificación en construcción con fines productivos localizada en el pie del deslizamiento.

Las posibles causas del deslizamiento fueron los procesos de construcción de la edificación mencionada, la cual inició en el año 2015 e implicó excavaciones de tierras en la parte media y baja de la sección del deslizamiento (ver Figura 2). Otra causa posible fue la ocupación residencial de la ladera y la filtración de flujos superficiales al terreno, sumado a la presencia de un lleno antrópico que servía de cimientos a la vía férrea, la cual no tenía funcionamiento. No se conocen obras de estabilización en la ladera, además, existe un llenó antrópico con el cual se recuperó la movilidad de la vía vehicular. Es posible que se presenten nuevos eventos de movimiento en masa asociados a la evolución del deslizamiento o a un deslizamiento cerca del flanco oriental del deslizamiento monitoreado, donde se observan flujos de aguas residuales sobre un escarpe principal (ver Figura 3).

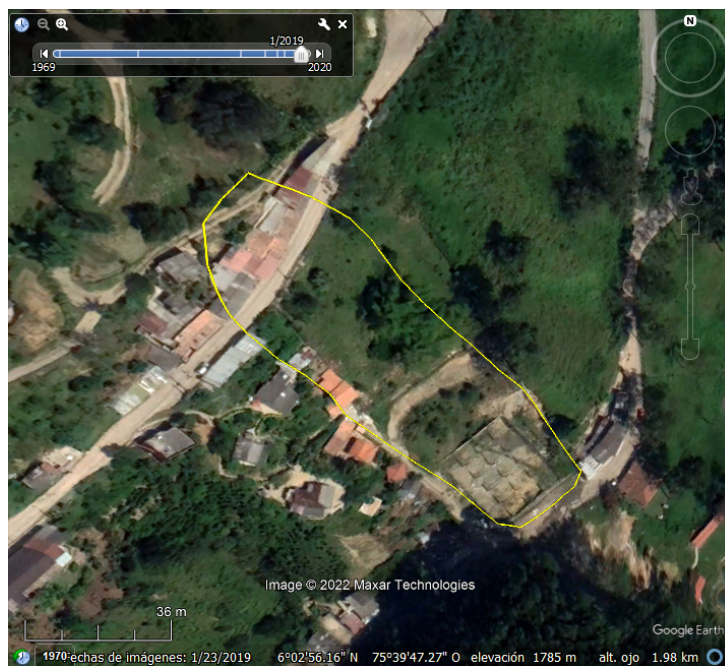


Figura 2: Imagen satelital obtenida de la plataforma Google Earth registrada en enero de 2019.



Figura 3: Deslizamiento Salinas en el mes de septiembre de 2022. El escarpe de deslizamiento ubicado a la derecha de la imagen no corresponde al evento de junio de 2019; sin embargo, se considera un posible escenario de riesgo debido a sus características y a la presencia de flujos de aguas residuales.

Elementos expuestos y afectaciones:

El sector se encuentra en zona rural del municipio de Caldas. A continuación, se listan los elementos expuestos al movimiento en masa, algunos de los cuales han presentado afectaciones totales o parciales.

- **Edificaciones residenciales y productivas:** Al menos 14 edificaciones residenciales resultaron afectadas producto del deslizamiento ocurrido en junio de 2019. Estas edificaciones se encuentran en la corona y flanco occidental del deslizamiento. En la parte baja del deslizamiento, se encontraba un inicio de obra suspendido, sobre el cual se depositó material movilizado. En la parte baja de la ladera se encuentran edificaciones residenciales, las cuales podrían resultar afectadas ante la evolución del proceso morfodinámico.
- **Vía vehicular - antigua vía férrea:** A la altura de la corona del deslizamiento se encuentra en una vía vehicular sin pavimentar, la cual fue acondicionada a partir de una vía férrea que no tiene funcionamiento ni mantenimiento. La vía vehicular fue recuperada con el depósito de materiales de lleno.
- **Personas:** Las personas que viven y transitan por la vía vehicular.

Características geológicas-geomorfológicas:

Según la microzonificación sísmica del AMVA (2016), las unidades geológicas superficiales presentes en la zona son rocas ígneas tipo granitoide asociado al Stock de Amaga y depósitos de deslizamientos en la parte baja de la ladera. La geomorfología según la microzonificación corresponde lomos. En campo se observa suelo residual producto de meteorización de roca ígnea, depósitos asociados a movimientos en masa y desechos antrópicos asociados a las dinámicas constructivas de la vía férrea y la recuperación de la

vía vehicular. La ladera tiene pendientes moderadas, se observan numerosas explanaciones y la cobertura vegetal del terreno inestable corresponde a pastos, en ocasiones se utiliza el predio para pastoreo de ganadería.

Historia del escenario:

A continuación se presenta el registro de acciones asociadas al movimiento en masa del sitio monitoreado.

- A través de imágenes satelitales obtenidas de la plataforma Google Earth, se observó el proceso de ocupación reciente del sitio. En imagen de marzo de 2007, se observan dos edificaciones en el cuerpo del deslizamiento, tres edificaciones cerca del flanco izquierdo y tres sobre la corona, paralelas a la vía férrea. En imágenes del 2012 al 2014, se observa el aumento en el número de edificaciones, especialmente sobre la antigua vía férrea.
- En imagen de enero de 2016, se observa el desmonte de las edificaciones ubicadas en el cuerpo del deslizamiento y el desarrollo de obras de construcción de una edificación productiva, en la cual se realizan excavaciones de tierras y explanaciones.
- En imagen de enero de 2019 (Figura 2), se observa un deslizamiento en la parte oriental de la construcción. Actualmente, este deslizamiento presenta un escarpe con salto de 3 m aproximadamente, sobre el cual se encuentran flujos de aguas residuales. Según técnicos de la Alcaldía de Caldas y el AMVA, este deslizamiento afectó la construcción de la edificación, la cual posteriormente fue abandonada.
- El 13 de junio de 2019 se presenta la emergencia por movimiento en masa, según videos registrados por la comunidad, el deslizamiento tuvo una velocidad moderada, permitiendo a las personas evacuar las edificaciones, por lo que no se perdieron vidas humanas. Durante los siguientes días se presentaron caídas de suelo y escombros.
- SIATA inicia el monitoreo con un sobrevuelo de reconocimiento el día 13 de junio de 2019. El 14 de junio de 2019 comenzó la instalación de los sensores de monitoreo en tiempo real.

Visitas realizadas:

Además de las visitas realizadas por mantenimiento y sobrevuelos con drones, se han realizado las siguientes visitas al sitio monitoreado.

- 13/06/2019. Visita al sitio con el fin de plantear el esquema de monitoreo al deslizamiento.
- 14/09/2022. Visita de monitoreo al deslizamiento.
- 13/03/2024. Visita de monitoreo al deslizamiento.
- 18/06/2024. Visita de monitoreo al deslizamiento.

Informes emitidos:

La Tabla 1 muestra el registro de informes que se han emitido del sitio monitoreado por parte del equipo de geotecnia.

Tabla 1: Informes emitidos por parte del equipo de geotecnia.

Fecha	Motivo	Receptor
16/09/2024	Informe técnico sobre el estado del deslizamiento Salinas, en el municipio de Caldas	AMVA, Alcaldía de Caldas

Esquema de monitoreo

La Tabla 2 muestra los instrumentos instalados que conforman el esquema de monitoreo del movimiento en masa.

Tabla 2: Instrumentos geotécnicos que conforman el esquema de monitoreo instalado en el sitio.

Sensores	Código	Longitud	Latitud	Instalación	Retiro
Acelerómetro 381	381	6.04908	-75.66336	14/06/2019	05/11/2019
Cámara Deslizamiento	100246	6.048179	-75.662315	18/06/2019	Activo
Extensómetro 384	384	6.049252	-75.663475	19/06/2019	17/10/2019
Pluviómetro 383	383	6.04837	-75.662584	14/06/2019	Activo

El extensómetro, ubicado sobre la corona del deslizamiento, registró desplazamientos superiores a los 40 cm durante el periodo monitoreado; sin embargo, se retiró ante las constantes perturbaciones provocadas por el tránsito de peatones, las cuales pudieron alterar las mediciones. El acelerómetro no registró variaciones significativas durante el periodo monitoreado.

La cámara de monitoreo del deslizamiento registró desprendimientos en la corona y desplazamientos en la parte media del deslizamiento en octubre de 2019. En junio de 2021, la cámara registró reactivación del deslizamiento en el flanco oriental del deslizamiento monitoreado. Durante el año 2022 no se registraron deformaciones en el relieve del terreno. Es posible que en el futuro se presenten deformaciones en la parte alta del deslizamiento, asociado a la conformación del lleno antrópico con el cual se recuperó la vía vehicular luego del evento de junio de 2019.

Monitoreo mediante sobrevuelos con drones

El monitoreo periódico con drones permite identificar los cambios superficiales del relieve y cambios en la ubicación relativa de los elementos en zonas inestables. La Tabla 3 muestra el registro de sobrevuelos realizados por parte del equipo de drones de SIATA. Las Figuras 4, 5, 6 y 7 corresponden a los ortomosaicos de los sobrevuelos realizados el 13 de junio de 2019, el 2 junio de 2020, el 16 de junio de 2023 y el 13 de marzo de 2024, respectivamente.

Tabla 3: Sobrevuelos realizados al sitio monitoreado.

Fecha	Sensor	Propósito
13/06/2019	RGB	Se efectúa sobrevuelo donde se realizan, vídeo y fotografía para orto imagen, ya que en este sector ocurrió movimiento en masa; la finalidad es poder determinar puntos de instalación para sensores de monitoreo.
18/08/2019	RGB	Se realiza sobrevuelo en zona del deslizamiento
11/12/2019	RGB	Se realizan sobrevuelos para monitoreo de deslizamientos y zona afectada, se realiza ortofoto, fotografía 360° y se toman vídeos con cámara visible de la zona afectada para su posterior estudio.
02/04/2020	Multiespectral	Se realiza sobrevuelo con la finalidad de realizar ortofotografía multiespectral en zona de deslizamiento.
02/04/2020	RGB	Se realiza sobrevuelo con la finalidad de realizar ortofotografía en zona de deslizamiento.
02/06/2020	RGB	Se realiza sobrevuelo con la finalidad de realizar ortofoto y vídeo a zona de deslizamiento.
17/01/2023	RGB	Sobrevuelo de monitoreo, se realiza mosaico de la zona afectada
16/06/2023	RGB	Sobrevuelo de monitoreo, se realiza mosaico en la zona afectada
13/03/2024	RGB	Sobrevuelo de monitoreo, se realiza mosaico en la zona afectada

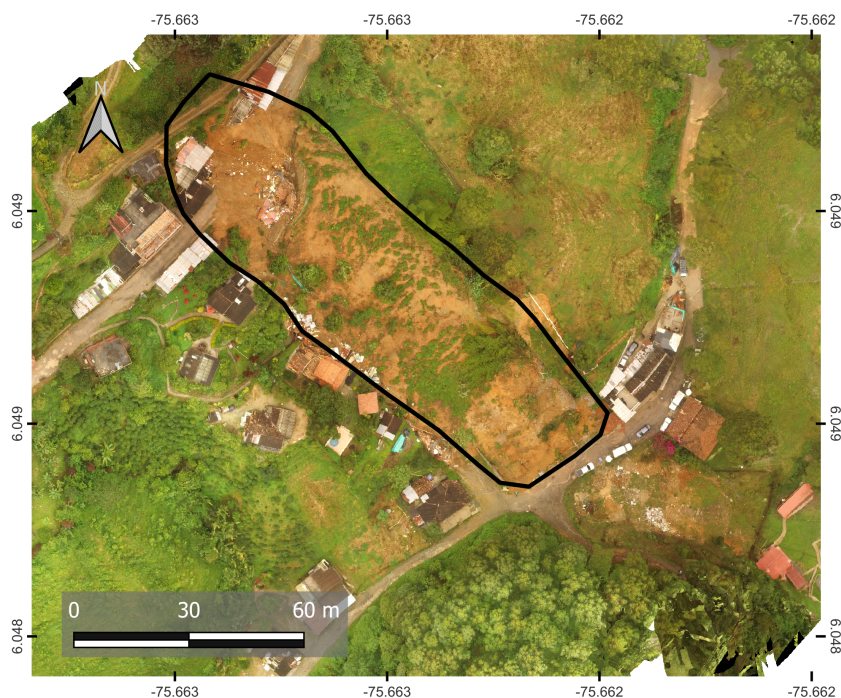


Figura 4: Ortomosaico de sobrevuelo realizado en junio 13 de 2019 sobre el deslizamiento Salinas, poco después de presentarse la emergencia. Se observan escarpes secundarios y terrazas en el cuerpo del movimiento en masa.

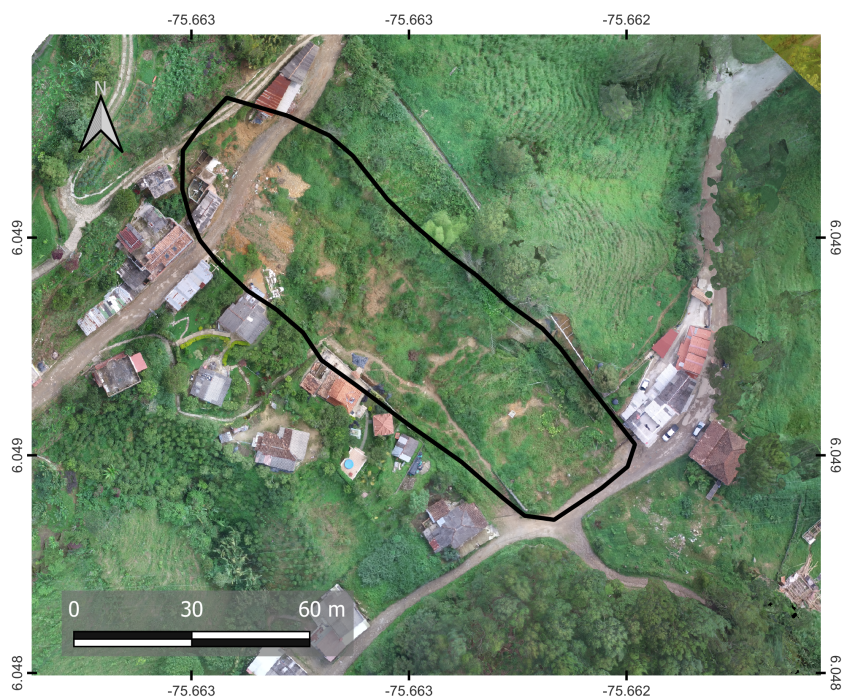


Figura 5: Ortomosaico de sobrevuelo de monitoreo realizado en junio 2 de 2020 sobre el deslizamiento Salinas. Nótese la vía vehicular recuperada mediante depósito de lleno antrópico.



Figura 6: Ortomosaico de sobrevuelo de monitoreo realizado el 16 de junio de 2023 sobre el deslizamiento Salinas. se observa la recuperación de cobertura vegetal y la implementación de canales hidráulicos para redirigir el agua de escorrentía sobre el flanco oriental en la zona baja del deslizamiento y sobre la zona alta en el sector norte.



Figura 7: Ortomosaico de sobrevuelo de monitoreo realizado el 13 de marzo de 2024 sobre el deslizamiento Salinas. No se evidencian nuevos agrietamientos sobre la vía. Se observa colmatación por falta de mantenimiento en los canales hidráulicos y la construcción de una estructura en el costado suroccidental del deslizamiento.

Registro fotográfico

A continuación se muestran fotografías del sitio monitoreado.



Figura 8: Fotografías de la cámara de monitoreo del deslizamiento. Fotografía superior registrada en enero de 2020 y la fotografía inferior registrada en octubre de 2020. En la imagen superior se observa el depósito de material de lleno, con el fin de recuperar la vía vehicular. En la imagen inferior se observa la recuperación de la cobertura vegetal en el cuerpo del deslizamiento.



Figura 9: Fotografías de la cámara de monitoreo del deslizamiento. Fotografía superior registrada en octubre de 2021 y la fotografía inferior registrada en diciembre de 2022. No se observan deformaciones del relieve en la ladera; sin embargo, se observa caídas de árboles en la parte media de la ladera.



Figura 10: Fotografía de la cámara de monitoreo registrada el 10 de mayo de 2023. Se realizó una intervención al cuerpo del deslizamiento la última semana de abril; aparentemente, excavaciones asociadas a obras de drenaje.



Figura 11: Fotografías registradas el 18 de junio de 2024. Se observa recuperación de la cobertura vegetal de pastos bajos. En la fotografía de la derecha se observa proceso erosivo formado un carcavamiento en uno de los flancos del deslizamiento.



Figura 12: Fotografía de la cámara de monitoreo registrada el 8 de agosto de 2024. Se evidencia una intervención antrópica(movimiento de tierra) en la parte baja del deslizamiento en la zona de depósito.

Última revisión:

David Ortiz Bermúdez, Ingeniero Geólogo

Fecha: 17 de septiembre de 2024