

Montañita, San Antonio de Prado, Medellín

Ubicación

Municipio: San Antonio de Prado, Medellín

Barrio/Vereda: Montañita

Latitud: 6.192184

Longitud: -75.666080

Dirección/ruta de acceso: Vía San Antonio de Prado - Heliconia km 2. A la parte superior del deslizamiento se accede desde la esquina de la carrera 89A con calle 34 B sur.

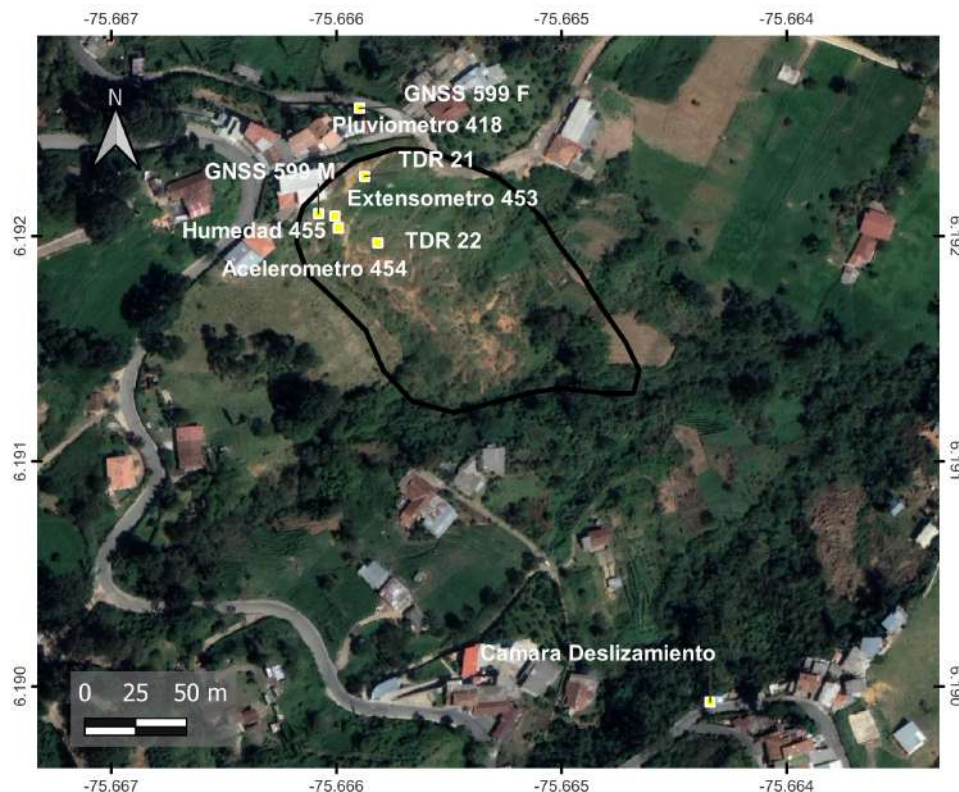


Figura 1: Ubicación del deslizamiento Montañita y sensores instalados

Descripción del sitio

Características del movimiento en masa:

A partir del monitoreo realizado por SIATA, se caracteriza el movimiento en masa como un deslizamiento rotacional progresivo, es decir, su cinemática es lenta, con periodos de reactivación donde aumenta la velocidad de desplazamiento. La principal superficie de falla se encuentra entre 6 m y 8 m de profundidad, registrados por el cable TDR 1 y 2 respectivamente. Se ha registrado el avance progresivo de la corona del deslizamiento, flujos de lodos asociados deslizamiento, procesos erosivos hídricos (surcos). En el terreno se observa el escarpe principal con un salto de aproximadamente 3 m, grietas de hasta 50 cm de abertura, con deformaciones en un área aproximada de 14000 m².

Elementos expuestos y afectaciones:

El movimiento en masa se encuentra en zona rural, con numerosas edificaciones residenciales, comerciales y productivas. A continuación, se listan los elementos expuestos al movimiento en masa, algunos de los cuales han registrado afectaciones totales o parciales.

- **Edificaciones residenciales, comerciales y productivas:** Se ha observado afectaciones a la edificación residencial-comercial ubicada en la parte alta del deslizamiento. Dentro de las afectaciones reportadas se ha evidenciado la pérdida de suelo de soporte, ya que la edificación se encuentra sobre la corona del deslizamiento donde se encuentra el escarpe principal, esto provocó el colapso de un muro de soporte perimetral, el cual puede constituir un elemento estructural de la edificación. Sobre esta estructura se encontraban instrumentos de monitoreo en tiempo real de SIATA. No se descarta el colapso parcial o total de esta edificación o de las edificaciones vecinas. Durante el 2022 se inició la construcción de una edificación en la parte central del movimiento en masa.
- **Vía:** La calle 34B sur se encuentra en la parte alta del deslizamiento, se observa pérdida de suelo de soporte, no se descarta afectaciones en este tramo de dicha vía e incluso afectaciones a la vía San Antonio de Prado-Heliconia.
- **Redes de servicio doméstico:** Redes de acueducto y líneas de energía (postes y cableado) ubicados en la carrera 89A y vía San Antonio de Prado-Heliconia.
- **Cultivos agrícolas:** El área deformada por el desplazamiento ha sido usada en cultivos agrícolas y pastoreo de ganadería, actualmente, el terreno no se encuentra disponible para estas actividades productivas.
- **Terreno:** El movimiento en masa generó deformaciones en el relieve, tales como grietas y escarpes con separaciones de hasta 50 cm. También se presenta pérdida de suelo asociado al material movilizado o a los procesos erosivos.
- **Personas:** En el sitio transitan, residen y laboran personas, no se descarta posibles afectaciones a la integridad de estas personas ante posibles colapsos de elementos ubicados en la parte alta del deslizamiento (edificaciones, muros, árboles, postes, etc).

Características geológicas-geomorfológicas:

Según la microzonificación sísmica del AMVA (2016), la geología superficial del área se compone de depósitos deflujos de lodos y/o escombros. Geomorfológicamente, se describe como superficies suaves de depósitos altamente incisados. En el sitio se encuentra suelo asociado a depósitos de flujos de lodos con mayor contenido de matriz conformada por arcillas y otros sedimentos finos que soportan una menor fracción de sedimentos de hasta 10 cm de diámetro. El relieve se caracteriza por laderas de pendientes

altas y moderadas, específicamente, la ladera afectada por el movimiento en masa, presenta mayores pendientes en la parte baja del deslizamiento. La ladera ha sido intervenida y se observan excavaciones, explanaciones y conformación de llenos antrópicos que ocupan pequeñas áreas de la ladera.

Historia del escenario:

A continuación se muestra un registro histórico del movimiento en masa monitoreado.

- En aerofotografías históricas disponibles en Google Earth y el Banco de Imágenes de la Alcaldía de Medellín, se observaron posibles evidencias de eventos de movimientos en masa. En fotografías registradas en junio de 2006 se observaron pequeños deslizamientos superficiales en la parte baja del actual deslizamiento. Durante el 2012 y 2013 se realizaron actividades agrícolas en el área del actual deslizamiento. Desde julio de 2014 se observan grietas asociadas al actual del deslizamiento. En fotografía registrada noviembre de 2016 se observa un deslizamiento en la parte baja del deslizamiento y grietas en la parte media y alta del actual deslizamiento, luego de este deslizamiento inicia el monitoreo por parte de SIATA.
- Producto del deslizamiento materializado en octubre de 2016 SIATA inicia el monitoreo del deslizamiento con la instalación de la cámara el 17 de octubre de 2016.
- En 2017 el movimiento en masa tuvo un periodo de gran actividad, con deformaciones en la parte media, baja y alta de la ladera, el cual provoco la perdida de la cobertura vegetal y cambios en el relieve de esta.
- Producto de la constante actividad del deslizamiento, se fortaleció el esquema de monitoreo con la instalación de los cables TDR 1 y 2 en noviembre de 2019, pluviómetro en diciembre de 2019, acelerómetro y extensómetro en julio de 2020.
- Entre el 23 de marzo y el 4 de abril de 2022 se registraron deformaciones y afectaciones a la infraestructura del esquema del monitoreo, presentándose el 4 de abril el colapso del muro de soporte perimetral de la edificación donde se encontraba la estación de monitoreo SIATA. Por tal motivo se retiraron los sensores extensómetro, acelerómetro, humedad y TDR, además se trasladó el pluviómetro 30 m al norte y se instaló posteriormente instrumentos de geoposicionamiento GNSS.
- Actualmente se monitorea el deslizamiento mediante cámaras y GNSS con apoyo de información pluviométrica.

Visitas realizadas:

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

- 06/01/2022. Inspección de monitoreo al deslizamiento.
- 14/09/2022. Inspección de monitoreo al deslizamiento.
- 13/03/2023. Inspección de monitoreo al deslizamiento.
- 18/06/2024. Inspección 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
17/11/2020	Reporte de monitoreo geotécnico asociado al evento de reactivación de la semana del 13 al 16 de noviembre de 2020	DAGRD, AMVA
14/02/2022	Reporte de monitoreo geotécnico del 2022 a la fecha	DAGRD, AMVA
22/04/2022	Reporte de monitoreo geotécnico febrero-abril, retiro de sensores por afectación a la estructura residencial	DAGRD
09/03/2023	Solicitud de información por parte de la comunidad expuesta	Contacto SIATA

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	Estado
Pluviómetro 418	418	6.192568	-75.665898	26/12/2019	Activo	Activo
Extensómetro 453	453	6.192036	-75.665992	27/07/2020	4/04/2022	Inactivo
Acelerómetro 454	454	6.192036	-75.665992	27/07/2020	4/04/2022	Inactivo
Humedad 455	455	6.192088	-75.666007	16/12/2020	4/04/2022	Inactivo
GNSS 599 F	599	6.192568	-75.665898	28/04/2022	Activo	Activo
GNSS 599 M	599	6.1921	-75.66608	29/04/2022	Activo	Activo
Cámara Deslizamiento	100040	6.18993	-75.66434	17/10/2016	Activo	Activo
TDR 21	100305	6.192265	-75.665875	20/11/2019	4/04/2022	Inactivo
TDR 22	100305	6.19197	-75.665817	20/11/2019	4/04/2022	Inactivo

Los cables TDR 1 y 2 registraron deformaciones a 6 m y 8 m de profundidad, el desarrollo de estas superficies de falla o deslizamiento se registra desde noviembre de 2020 hasta abril de 2022 al momento en el que se retira el sensor.

El extensómetro 453 registró desplazamientos de hasta 64 mm; con importantes desplazamientos entre agosto y noviembre de 2020, marzo de 2021, entre agosto y diciembre de 2021 y entre febrero y marzo de 2022.

El acelerómetro 454 registró variaciones constantes cercanas a 2° y 3° en el balanceo y cabeceo respectivamente desde su instalación hasta el 29 de marzo de 2022, en esta fecha se registró el colapso del terreno, registrando variaciones cercanas a 80° para el cabeceo y 40° para el balanceo.

Los sensores de humedad instalados a 0.5 m y 1 m su periodo de actividad registraron múltiples variaciones en el contenido de humedad del suelo entre aproximadamente 30 % y 60 % asociadas a eventos de precipitación de alta intensidad.

El GNSS no registra información concluyente, muestra amplias y exageradas variaciones, además de no registrar una tendencia de desplazamiento consistente con la cinemática del movimiento registrada por los otros sensores.

A través de la cámara instalada se ha obtenido un registro evolutivo del deslizamiento; Desde el inicio del monitoreo ya se observaban grietas en la parte media y baja del deslizamiento. El avance de este movimiento durante el periodo de monitoreo ha sido continuo con intervalos de inactividad de 1 a 4 meses. Sin embargo, cabe resaltar que los mayores eventos de deformación en este sector se dan entre los meses de marzo-mayo para el 2017, mayo para el 2018, marzo-mayo para el 2019, abril y octubre en el 2020, marzo-septiembre para 2021 y marzo-septiembre en el 2022.

Monitoreo mediante sobrevuelos con drones

El monitoreo periódico con drones permite identificar los cambios superficiales del relieve, 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 2, 3, 4 y 5 corresponden a ortofotos resultantes de sobrevuelos realizados al movimiento en masa.

Tabla 3: Sobrevuelos realizados al sitio monitoreado.

Fecha	Sensor	Propósito
13/12/2016	RGB	Se realiza sobrevuelo a deslizamiento en Santa Rita corregimiento de San Antonio de Prado
24/08/2018	RGB	Sobrevuelo con la finalidad de obtener material visual en zona de deslizamiento
28/01/2019	RGB	Sobrevuelo con la finalidad de realizar ortofotografía en zona de deslizamiento
09/07/2019	RGB	Se realiza sobrevuelo en el deslizamiento que ocurrió en la vereda Montañita de San Antonio de Prado
11/12/2019	RGB	Monitoreo de deslizamientos y zona afectada, se realiza Ortofoto, fotografía 360° y se toman vídeos con cámara visible de la zona afectada
01/04/2020	RGB	Sobrevuelo con la finalidad de realizar ortofotografía en zona de deslizamiento
02/04/2020	Multiespectral	Se realiza sobrevuelo con la finalidad de realizar ortofotografía multispectral en zona de deslizamiento
02/06/2020	RGB	Se realiza sobrevuelo en el movimiento en masa activo de Montañita en San Antonio de Prado
22/07/2020	RGB	Se realiza sobrevuelo en el movimiento en masa activo de Montañita en San Antonio de Prado
22/07/2020	LiDAR	Se utiliza Drone Matrice 600pro con sensor LiDAR y RTK con la finalidad de realizar Ortofoto a zona de deslizamiento
22/09/2020	RGB	Se realiza sobrevuelo en el movimiento en masa activo de Montañita en San Antonio de Prado
17/11/2020	RGB	Realizar Ortofoto para monitoreo de movimiento en masa que presenta en este lugar
Continúa en la siguiente página		

Tabla 3 – continuación de la página anterior

Fecha	Sensor	Propósito
09/11/2021	RGB	Se realiza mosaico para monitoreo periódico del deslizamiento en el sector La Montañita (San Antonio de Prado), a una altura máxima de 60 metros
20/04/2022	RGB	Se realiza mosaico de la zona afectada. Se evidencia movimiento en masa y afectación a viviendas
04/01/2023	RGB	Se realiza sobrevuelo de monitoreo
04/01/2023	LiDAR	Se realiza sobrevuelo de monitoreo
13/03/2024	RGB	Se realiza sobrevuelo de monitoreo



Figura 2: Ortofoto resultante del sobrevuelo realizado el 13 de diciembre de 2016.



Figura 3: Ortofoto resultante del sobrevuelo realizado el 24 de abril de 2018.



Figura 4: Ortofoto resultante del sobrevuelo realizado el 20 de abril de 2022.



Figura 5: Ortofoto resultante del sobrevuelo realizado el 13 de marzo de 2024.

Registro fotográfico

A continuación se muestran fotografías del estado antecedente y actual del sitio monitoreado. Nótese los eventos de reactivación y periodos con menor deformación del relieve donde se favorece el crecimiento de la cobertura vegetal.



Figura 6: Fotografías de la cámara de monitoreo instalada en el sitio: Fotografía superior izquierda registrada el 28 de diciembre de 2016, donde se observa el movimiento en masa rotacional con varios escarpes secundarios afectando la ladera. Fotografía superior derecha registrada el 24 de mayo de 2017, donde se observa el avance en el desplazamiento del material y el aumento de las dimensiones del escarpe principal. Fotografía inferior izquierda registrada el 26 de marzo de 2021, donde se observa la recuperación de la cobertura vegetal en el escarpe principal del movimiento en masa. Fotografía inferior derecha registrada el 15 de noviembre de 2022, se observa la construcción de una vivienda en la zona media del movimiento en masa en el flanco oriental. El movimiento en masa tuvo procesos de reactivación y pérdida de cobertura vegetal.



Figura 7: Fotografía registrada el 15 de mayo de 2023. Se observa la recuperación de la cobertura vegetal en toda la superficie del movimiento en masa, sin desprendimientos de material significativos. Las edificaciones sobre el escarpe principal y la recientemente construida en el flanco oriental no presentan variaciones.



Figura 8: Fotografías de visita de monitoreo en sitio registradas el 18 de junio de 2024. Se observa recuperación de la cobertura vegetal en el escarpe principal, no hay presencia de empozamientos o nuevos agrietamientos en la zona media del movimiento en masa, se evidencia depósitos de material de escombros sobre el flanco oriental adyacente a la vivienda construida en este sector.



Figura 9: Fotografías de visita de monitoreo en sitio registradas el 18 de junio de 2024. Se observa vivienda de solo un nivel aparentemente habitada en unos de los flancos del movimiento en masa.



Figura 10: Fotografías de la cámara de monitoreo registrada el 7 de julio de 2024. No se observan nuevos desprendimientos de material asociados al movimiento en masa. Por otro lado, se evidencia la generación de un pequeño canal en la zona baja del deslizamiento sobre uno de los escarpes secundarios que conduce la aguas desde la parte media de la ladera hacia el canal natural.

Última revisión:

David Ortiz Bermúdez, Ingeniero Geólogo

Fecha: 20 de agosto de 2024