

Autopista Norte, Copacabana

Ubicación

Municipio: Copacabana

Barrio/Vereda: Autopista Norte, sector El Vivero Copacabana - Haceb - I.E. Escuela Normal Superior María Auxiliadora.

Latitud: 6.353145

Longitud: -75.502827

Dirección/ruta de acceso: Talud en cota superior a de la Autopista Norte, sentido Girardota - Copacabana, 1.2 km luego de pasar el retorno Ranchertio Copacabana. En la cabeza del talud se encuentra la vía vehicular Calle 48, acceso de la I.E. Escuela Normal Superior María Auxiliadora.



Figura 1: Ubicación del movimiento en masa Autopista Norte, sector El Vivero Copacabana y sensores instalados en el sitio.

Descripción del sitio

Características del movimiento en masa:

Se monitorea un movimiento en masa tipo deslizamiento, en cota superior de la doble calzada Autopista Norte, principal vía a la costa atlántica. El deslizamiento se materializó el día 11 de octubre de 2021, obstruyendo totalmente ambas calzadas de la Autopista Norte y con colapso parcial de la vía vehicular Calle 48, ubicada sobre la cabeza del talud y representa el único acceso de la I.E. Escuela Normal Superior María Auxiliadora. SIATA apoyo la atención de la emergencia con el monitoreo constante mediante el georadar Hydra-G, durante las labores de recuperación del tránsito parcial de la vía, además de la instalación de una cámara de monitoreo.

El talud afectado tiene una longitud horizontal de 240 m aproximadamente y altura media de 15 m con alta pendiente. Este talud cuenta con tres escalones cubiertos con concreto lanzado, además, parcialmente en la zona del deslizamiento, cuenta con un muro de contención con anclajes de 3 m de altura. El movimiento en masa se presentó en una longitud horizontal de 60 m y una altura de aproximadamente 15 m de altura (Figura 2), con un desplazamiento rápido; sin embargo, en los días siguientes a la emergencia, se presentaron caídas de masas de suelo, bloques de concreto y un poste en la parte alta del talud. Las causas probables del deslizamiento fueron saturación del suelo ante las altas precipitaciones, mal manejo de escorrentía superficial en la parte alta del talud y la vía Calle 48, deterioro de la cubierta de concreto y sistemas de drenajes de este, crecimiento de vegetación en la parte alta del talud.

Las únicas obras de estabilización realizadas en la zona afectada del talud, son cubiertas de lona sintética en algunos periodos, terraceo de la masa movilizada y trincheras de madera, aparentemente instaladas con el fin de disminuir la acción erosiva de la lluvia, la cual ha formado surcos en la sección del deslizamiento. Ante las características del talud, las condiciones de las obras de protección de este y los procesos de erosión activos, se considera posible que se presente un nuevo evento de movimiento en masa que pueda obstruir la vía vehicular en la sección del deslizamiento u otra sección del talud.



Figura 2: Fotografía panorámica del deslizamiento registrada el 12 de octubre de 2021 durante sobrevuelo del equipo de drones SIATA.

Elementos expuestos y afectaciones:

El deslizamiento afecta un tramo de la doble calzada Autopista Norte entre los municipios de Copacabana y Girardota. A continuación, se listan los elementos expuestos al movimiento en masa, algunos de los cuales han presentado afectaciones totales o parciales.

- **Vías vehiculares** El deslizamiento resultó en la obstrucción total de la Autopista Norte en ambas calzadas, adicionalmente, el muro divisorio de las calzadas fue destruido por el material movilizado. La vía vehicular Calle 48, única vía de acceso al colegio I.E. Escuela Normal Superior María Auxiliadora, colapsó parcialmente, provocando la pérdida total de tránsito al colegio. Durante el segundo semestre del año 2022, se iniciaron las obras de recuperación de la vía vehicular. Es posible que estas vías vehiculares presenten afectaciones en futuros eventos asociados a la evolución de los procesos morfodinámicos y las condiciones actuales del talud.
- **Edificaciones residenciales y productivas:** A orilla de la calzada Copacabana - Girardota se encuentra un caserío, donde además de edificaciones residenciales, se encuentran establecimientos productivos y comerciales. El evento presentado en octubre de 2021, resultó en la obstrucción del acceso a estas. Es posible que un evento de igual o mayor magnitud, en la parte occidental del talud, resulte afectaciones a las estructuras de estas edificaciones.
- **Personas:** Las personas que viven en las edificaciones expuestas y las que transitan por las vías vehiculares mencionadas.
- **Colegio:** La I.E. Escuela Normal Superior María Auxiliadora perdió el único acceso, la vía vehicular Calle 48, por esta razón, su funcionamiento estuvo suspendido por varios meses.

Características geológicas-geomorfológicas:

Según la microzonificación sísmica del AMVA (2016), las unidades geológicas superficiales presentes en la zona son depósitos de flujos de lodos y/o escombros. La geomorfología según la microzonificación corresponde superficies suaves en depósitos moderadamente incisados. En campo se observa depósitos de flujos de lodos compuestos predominantemente por sedimentos finos y arcillas, es probable que los sedimentos de mayor tamaño se hayan meteorizado totalmente. Para construir la vía vehicular, la ladera tuvo que ser excavada, resultando en la calzada Girardota - Copacabana en cota superior a la calzada contraria. El talud afectado, de tipo escalonado, ubicado en cota superior a la calzada Girardota - Copacabana, fue elaborado con altas pendientes (mayores a 60°) y una altura media de 15 m aproximadamente.

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 construcción de la vía vehicular. En imagen de septiembre de 2005, se observa la autopista norte con una sola calzada y procesos de excavación en la parte occidental del talud, posteriormente, en imagen de julio de 2006, se observa el avance de las excavaciones, construcción de la calzada Girardota - Copacabana e impermeabilización del talud mediante concreto lanzado.
- En imagen de febrero de 2008 se observa la doble calzada en funcionamiento, el talud se observa completamente cubierto por concreto lanzado, sin embargo, en el límite occidental se encuentra una zona verde con vegetación arbustiva y pastos. En imagen de septiembre de 2011 se observa vegetación incinerada por incendio en la parte oriental del talud.

- En imágenes registradas entre 2011 y 2021, los únicos cambios que se observan en el talud ocurren en la parte occidental del talud, en donde la vegetación se vuelve boscosa con el crecimiento de árboles de mayor tamaño.
- El 11 de octubre de 2021 se materializa el deslizamiento, provocando la obstrucción de la doble calzada. La doble calzada fue habilitada parcialmente el 12 de octubre, mientras que la calzada en sentido contrario, fue habilitada el día 15 de octubre.
- SIATA apoyó la emergencia desde el 11 de octubre de 2021 con el monitoreo de la estabilidad de la ladera, mediante campaña de georadar HYDRA-G, de manera continua hasta octubre 13 de 2021. El 12 de octubre de 2021, SIATA realizó sobrevuelo de monitoreo e instaló la cámara de monitoreo.
- Durante el mes de octubre se presentaron caídas de suelo, un poste ubicado en la parte alta del deslizamiento y bloques de concreto de la calzada de la vía sobre la cabeza del talud y de la cubierta en concreto de este.
- Durante los siguientes meses se realizaron de manera esporádica, labores de remoción del material en la vía vehicular y se realiza un terraceo en el talud. Continúan los procesos de erosión pluvial del talud, lo cual resulta en el aporte constante de sedimentos a la calzada de la autopista.
- En el segundo semestre del año 2022, se iniciaron operaciones de recuperación de la vía Calle 48, ubicada sobre el talud y que da acceso al colegio.
- Durante el mes de mayo de 2023 se solicitó por parte del AMVA, y dada la finalización de las obras en la zona planear un esquema de registros para dar cierre al monitoreo en la zona.

Visitas realizadas:

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

- 11/10/2022. Visita técnica al sitio con el fin de plantear el esquema de monitoreo al deslizamiento.
- 11/10/2022 - 13/10/2022. Campañas de monitoreo con radar HYDRA-G.
- 12/09/2022. Visita de monitoreo al deslizamiento.
- 11/06/2024. 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
12/10/2021	Informe de acompañamiento técnico y acciones de apoyo del proyecto SIATA a la atención de la emergencia. Reporte de información meteorológica previa al deslizamiento. Propuesta de monitoreo geotécnico.	AMVA, Alcaldía de Copacabana
17/11/2021	Reporte de monitoreo del deslizamiento	AMVA, Alcaldía de Caldas
06/01/2022	Reporte de monitoreo del deslizamiento	AMVA, Alcaldía de Caldas
02/04/2022	Reporte de monitoreo del deslizamiento	AMVA, Alcaldía de Caldas
05/05/2023	Reporte de monitoreo del deslizamiento: Plan de acción sugerido para el cierre el monitoreo en el sitio	AMVA
09/09/2024	Propuesta de nuevo punto de estudio y monitoreo con sensores en zona de inestabilidad en la vía de acceso a la I.E. Escuela Normal Superior María Auxiliadora, Copacabana	AMVA

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
Cámara Deslizamiento	100589	6.352795	-75.502803	12/10/2022	Activo
Pluviómetro 32	32	6.353971	-75.498851	06/01/2010	Activo

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 3, 4 y 5 corresponden a los ortomosaicos de los sobrevuelos realizados el 12 de octubre de 2021, el 19 de septiembre de 2023 y el 22 de enero del 2024, respectivamente.

Tabla 3: Sobrevuelos realizados al sitio monitoreado.

Fecha	Sensor	Propósito
12/10/2021	RGB	Monitoreo de vía afectada por movimiento en masa, se realiza mosaico, fotografía 360, panorámica y video
Continúa en la siguiente página		

Tabla 3 – continuación de la página anterior

Fecha	Sensor	Propósito
22/10/2021	RGB	Monitoreo de vía afectada por movimiento en masa, se realiza mosaico, fotografía 360, panorámica y video
20/01/2023	RGB	Sobrevuelo de monitoreo
15/06/2023	RGB	Sobrevuelo de monitoreo, se realiza mosaico de la zona afectada
19/09/2023	RGB	Sobrevuelo de monitoreo, se realiza mosaico de la zona afectada
22/01/2024	RGB	Sobrevuelo de monitoreo, se realiza mosaico de la zona afectada



Figura 3: Ortomosaico de sobrevuelo realizado en octubre 12 de 2021 sobre el deslizamiento Autopista Norte, poco después de presentarse la emergencia.



Figura 4: Ortomosaico de sobrevuelo realizado el 19 de septiembre de 2023 sobre el deslizamiento en la Autopista Norte. Se evidencia talud estabilizado.



Figura 5: Ortomosaico de sobrevuelo realizado el 22 de enero de 2024 sobre el deslizamiento estabilizado en la Autopista Norte.

Registro fotográfico

A continuación se muestran fotografías del sitio monitoreado.



Figura 6: Fotografía panorámica del deslizamiento, registrada el 12 de octubre de 2021, durante el sobrevuelo de drones.



Figura 7: Fotografías de la cámara de monitoreo del deslizamiento. Fotografía superior registrada en octubre 12 de 2021 y la fotografía inferior registrada en octubre 30 de 2021. En la imagen superior se observa el material movilizando obstruyendo la calzada Girardota-Copacabana. En la imagen inferior se observa habilitación de calzada, terraseo del material movilizado, colapso de sección de la vía en la parte alta del talud y otros elementos de concreto.



Figura 8: Fotografías de la cámara de monitoreo del deslizamiento. Fotografía superior registrada en junio de 2022 y la fotografía inferior registrada el 4 de enero de 2023. En la imagen superior se observan surcos producto de erosión pluvial en el material movilizado y caída de suelo desde la parte alta del talud. En la imagen inferior se observan intervenciones asociadas con la recuperación de la vía ubicada sobre el talud, continúan los procesos de erosión pluvial sobre el material depositado.



Figura 9: Fotografías de la cámara de monitoreo del deslizamiento. Fotografía registrada el 10 de mayo de 2023. Se observa talud estabilizado.

Cámara de monitoreo
Autopista Norte Vivero
2024-05-05 12:00:01



Figura 10: Fotografías de la cámara de monitoreo del deslizamiento. Fotografía registrada el 5 de mayo de 2024. No se evidencian nuevos desprendimientos de material ni variaciones en la estructura de la obra de mitigación, con respecto al año anterior en donde se construyó.

Última revisión:

David Ortiz Bermúdez, Ingeniero Geólogo

Fecha: 9 de septiembre de 2024