

1. Unidades geológicas superficiales (UGS)

Las unidades geológicas superficiales son el resultado de un conjunto de procesos tanto endógenos como exógenos que ayudan con el modelamiento de la superficie terrestre, haciendo así, que el terreno sea más o menos susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa. Además, la caracterización de las unidades geológicas de superficie es de los parámetros condicionantes cruciales en la inestabilidad de laderas; es por esto que, a partir de la escala de trabajo en este proyecto, la elaboración de un mapa de Unidades Geológicas Superficiales (UGS) contribuye con datos útiles como factor condicionante para el análisis y zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa ([Servicio Geológico Colombiano \(SGC\), 2017](#)).

1.1. Descripción de unidades geológicas superficiales (UGS)

A continuación, se detallan los diversos tipos de macizos rocosos y suelos encontrados en la zona de estudio, en conjunto con una descripción y caracterización de las unidades geológicas superficiales según lo indicado en la Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa ([SGC\), 2017](#)).

En la zona de estudio se identificaron un total de 32 unidades geológicas superficiales ([Tabla 1](#)) en las que 1 corresponde a roca de buena calidad, 6 unidades de roca de intermedia calidad, 7 son roca de mala calidad, 7 pertenecen a rocas de muy mala calidad, 6 son de suelo residual y 5 corresponden suelo transportado distribuidos en la zona de estudio como se muestra en la [Figura 1](#).

Tabla 1*Listado Unidades Geológicas Superficiales cartografiadas en campo*

UGS	Código UGS	Área [Km ²]	[%]
Roca de buena calidad riolita y dacitas del Batolito de Mogotes	Rbcrdbm	0,049925	0,04%
Roca de intermedia calidad cuarcitas y filitas de los Esquistos del Chicamocha	Riccfec	6,168878	5,89%
Roca de intermedia calidad leucogranito del Batolito de Mogotes	Riclbn	4,880604	4,66%
Roca de intermedia calidad metalodolitas de la Formación Floresta	Ricmf	4,866023	4,65%
Roca de intermedia calidad monzogranito del Batolito de Mogotes	Ricmbm	4,942623	4,72%
Roca de intermedia calidad riolitas y dacitas del Batolito de Mogotes	Ricrdbm	1,698639	1,62%
Roca de intermedia calidad metacalizas de la Formación Bocas	Ricmb	0,145376	0,13%
Roca de mala calidad cuarcitas y filitas de los Esquistos del Chicamocha	Rmccfec	3,948976	3,77%
Roca de mala calidad esquistos de los Esquistos del Chicamocha	Rmceec	2,901524	2,77%
Roca de mala calidad leucogranito del Batolito de Mogotes	Rmclbn	16,070583	15,36%
Roca de mala calidad metalodolitas de la Formación Floresta	Rmcmf	9,628154	9,20%
Roca de mala calidad monzogranito del Batolito de Mogotes	Rmcmbm	4,329845	4,13%
Roca de mala calidad riolita y dacitas del Batolito de Mogotes	Rmcrdbm	1,055072	1,00%
Roca de mala calidad metacalizas de la Formación Bocas	Rmcmb	0,924852	0,88%
Roca de muy mala calidad cuarcitas y filitas de los Esquistos del Chicamocha	Rmmccfec	3,119247	2,98%
Roca de muy mala calidad esquistos de los Esquistos del Chicamocha	Rmmceec	1,41896	1,35%
Roca de muy mala calidad leucogranito del Batolito de Mogotes	Rmmclbn	11,341946	10,84%

Roca de muy mala calidad metalodolitas de la Formación Floresta	Rmmcmf	3,423335	3,72%
Roca de muy mala calidad monzogranito del Batolito de Mogotes	Rmmcmbm	0,521127	0,49%
Roca de muy mala calidad riolita y dacitas del Batolito de Mogotes	Rmmcrdbm	2,333556	2,23%
Roca de muy mala calidad metacalizas de la Formación Bocas	Rmmcmb	0,154877	0,14%
Suelo Residual	Código	Área [Km²]	[%]
Suelo residual cuarcitas y filitas de los Esquistos del Chicamocha	Srccfec	0,31927	0,30%
Suelo residual esquistos de los Esquistos del Chicamocha	Sreec	0,081049	0,07%
Suelo residual leucogranito del Batolito de Mogotes	Srlbm	1,389426	1,32%
Suelo residual metalodolitas de la Formación Floresta	Srmf	0,360978	0,34%
Suelo residual monzogranito del Batolito de Mogotes	Srmbm	0,201601	0,19%
Suelo residual riolita y dacitas del Batolito de Mogotes	Srrdbm	0,049228	0,04%
Suelo residual de metacalizas de la Formación Bocas	Srmb	0,024645	0,02%
Suelo transportado aluvial	Sta	2,873722	2,74%
Suelo transportado de abanico aluvial	Staa	15,402123	14,72%

Mapa de Unidades Geológicas Superficiales en la zona de estudio.



1.1.1.1. *Roca de buena calidad riolita y dacitas del Batolito de Mogotes (Rbcrdbm)*

Para esta unidad se determinó un índice geológico de resistencia GIS=60-80 por lo que se clasifica como un macizo de calidad buena (Tipo II-III). Esta unidad está representada

por diques de riolitas y dacitas compuestas por feldespato, cuarzo, plagioclasa, con una fábrica masiva y tamaño de grano muy fino. La roca se encuentra débilmente meteorizada, dando así un perfil de meteorización II de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 50-100 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca dura. Presenta una falla con azimuth de buzamiento $162/83^{\circ}$, con un ancho de apertura muy estrecho de menos de 2 mm sin flujo de agua (Figura 2). Esta unidad cuenta con un área aproximada de $0,063135 \text{ Km}^2$ y se encuentra ubicado en el la vía que comunica los municipios de Mogotes y San Joaquín.

Figura 2

Fotografía roca de buena calidad riolita y dacitas del Batolito de Mogotes

(Rbcrdbm)



1.1.1.2. Roca de intermedia calidad cuarcitas y filitas de los Esquistos del Chicamocha (Rmccfec)

Para esta unidad se roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=40-60 por lo que se clasifica como un macizo de calidad regular (Tipo IV-V). La unidad se encuentra representada por cuarcitas y filitas donde, las cuarcitas se encuentran compuestas composicionalmente por cuarzo, plagioclasa y moscovita, con una fábrica masiva, un tamaño de grano medio a fino; las filitas presentan una mineralogía compuesta por moscovita y minerales accesorios como magnetita, presenta una estructura esquistosa y un tamaño de grado de fino a muy fino. La roca se encuentra moderadamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización III de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 25-50 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca moderadamente dura. La roca se encuentra afectada por una falla con azimuth de rumbo de 240/51° con persistencia baja, con un ancho de apertura muy estrecho y un espaciamiento amplio (60-200 mm) (Figura 3). Esta unidad cuenta con un área aproximada de 5,940288 Km² y se encuentra ubicado en el Alto de los Cacaos en la vía que comunica los municipios de Mogotes y San Joaquín.

Figura 3

Fotografías roca de intermedia calidad cuarcitas y filitas de los Esquistos del Chicamocha (Rmccfec)



1.1.1.3. Roca de intermedia calidad leucogranito del Batolito de Mogotes (Rmclbm)

Para esta unidad se roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=40-60 por lo que se clasifica como un macizo de calidad regular (Tipo IV-V). La unidad se encuentra representada por leucogranito compuesto mineralógicamente por cuarzo, plagioclasa y feldespato, una fábrica consolidada masiva, un tamaño de grano de medio a fino. La roca se encuentra moderadamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización III de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 25-50 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca moderadamente dura. Se evidencian dos familias de diaclasas con datos 313/77° y 214/15° en azimut de rumbo, ambas presentan una persistencia media, con anchos de apertura que varían entre estrecha (2-6 mm) y moderadamente estrecha (6-20 mm), con una superficie rugosa y planar con espaciamiento de cerrado (6-20 cm) a amplio (60-200 mm) (Figura 4). Esta unidad cuenta

con un área aproximada de 4,643212 Km² y se encuentra ubicado en la vía que comunica los municipios de Mogotes y San Joaquín.

Figura 4

*Fotografías roca de intermedia calidad leucogranito del Batolito de Mogotes
(Rmclbm)*



1.1.1.4. Roca de intermedia calidad metalodolitas de la Formación Floresta (Ricmf)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=40-60 por lo que se clasifica como un macizo de calidad regular (Tipo IV-V). Esta unidad no se pudo observar a detalle en campo por lo que se interpretó a partir de imágenes satelitales, iniciada con las observaciones en campo y complementando con los datos reportados por García-Ramírez et al., (2024). Además, se utilizó la geomorfología y las pendientes (extremadamente abruptas a muy abruptas) de la zona y los polígonos circundantes. Litológicamente está compuesto por metalodolitas principalmente cuarzosas y con contenido de materia orgánica (Mantilla-Figueroa & García-Ramírez, 2018). La roca se encuentra

moderadamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización III de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra aproximadamente entre 25-50 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca moderadamente dura. Esta unidad cuenta con un área aproximada de 4,654565 Km² y se encuentra ubicado en la vereda Santa Bárbara.

1.1.1.5. Roca de intermedia calidad monzogranito del Batolito de Mogotes (Rmcmbm)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=40-60 por lo que se clasifica como un macizo de calidad regular (Tipo IV-V). La unidad se encuentra representada por monzogranito con una composición mineral de feldespato, plagioclasa, biotita y cuarzo, además, presenta alteración tipo argílica supergena y alteración cuarzo-sericitica; presenta una textura porfirítica fanerítica con tamaño de grano grueso. La roca se encuentra moderadamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización III de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 25-50 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca moderadamente dura. Se presenta diaclasamiento con dirección 008/81°, 176/32° y 039/61° en azimuth de rumbo, con persistencia alta, media y baja respectivamente; su ancho de apertura es muy estrecha (> 0-2 mm) a moderadamente amplio (20-60 mm), cuenta una superficie rugosa planar sin evidencia de flujo de agua y un espaciamiento cerrado (6-20mm) (Figura 5). Esta unidad cuenta con un área aproximada de 4,933045 Km² y se encuentra ubicado en la vía que comunica los municipios de Mogotes y San Joaquín.

Figura 5

Fotografías roca de intermedia calidad monzogranito del Batolito de Mogotes

(Rmcmbm)



1.1.1.6. Roca de intermedia calidad riolitas y dacitas del Batolito de Mogotes

(Rmcldb)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=40-60 por lo que se clasifica como un macizo de calidad regular (Tipo IV-V). La unidad se encuentra representada por diques de riolitas y dacitas mineralógicamente compuestas por feldespato, cuarzo, plagioclasa, con una fábrica masiva y tamaño de grano muy fino. La roca se encuentra moderadamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización III de

acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 25-50 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca moderadamente dura. En esta unidad se observa una brecha con datos de 215/87° en azimuth de rumbo con persistencia media (3-10 m) y un ancho de apertura muy amplio (>200 mm) presenta relleno y tiene una superficie rugosa planar sin evidencia de flujos de agua; además, se observa una zona de falla con dirección 095/73° con una persistencia media y un ancho de apertura estrecha (2-6 mm) con una superficie rugosa y ondulada sin evidencia de flujo de agua. Esta unidad cuenta con un área aproximada de 1,634017 Km² y se encuentra ubicado en el Alto de los Cacaos en la vía que comunica los municipios de Mogotes y San Joaquín.

1.1.1.7. Roca de intermedia calidad rocas metacalizas de la Formación Bocas (Ricmb)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=40-60 por lo que se clasifica como un macizo de calidad regular (Tipo IV-V Esta unidad no se pudo observar a detalle en campo por lo que se interpretó a partir de imágenes satelitales, iniciada con las observaciones en campo y complementando con los datos reportados por [García-Ramírez et al., \(2024\)](#). Además, se utilizó la geomorfología y las pendientes (extremadamente abruptas a muy abruptas) de la zona y los polígonos circundantes. Litológicamente está compuesto por metacalizas. La roca se encuentra moderadamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización III de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra aproximadamente entre 25-50 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca moderadamente dura. Esta unidad cuenta con un área aproximada de 0,137766 Km² y se encuentra ubicado en la vereda Santa Bárbara.

*1.1.1.8. Roca de mala calidad cuarcitas y filitas de los Esquistos del Chicamocha
(Rmccfec)*

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=20-40 por lo que se clasifica como un macizo de calidad mala (Tipo VI-VII). La unidad se encuentra representada por cuarcitas y filitas donde, las cuarcitas se encuentran compuestas composicionalmente por cuarzo y moscovita, con una fábrica masiva y un tamaño de grano medio a fino; las filitas presentan una mineralogía compuesta por moscovita, cuarzo y minerales accesorios como magnetita, presenta una estructura esquistosa y un tamaño de grano fino. La roca se encuentra completamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 5-25 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca blanda. Se evidencia datos de foliación de 148/39° en azimuth de rumbo, su persistencia es media (3-10 m), también, se encuentra tres familias de diaclasas con datos 176/32, 139/61° y 11/71°, todas con persistencia baja (1-3 m), la superficie es pulida y planar y no hay evidencia de flujo de agua ([Figura 6](#)). Esta unidad cuenta con un área aproximada de 3,951694 Km² y se encuentra ubicado en la vía que comunica el municipio de San Joaquín con Mogotes.

Figura 6

Fotografía roca de mala calidad cuarcitas y filitas de los Esquistos del Chicamocha (Rmccfec)



1.1.1.9. Roca de mala calidad esquistos de los Esquistos del Chicamocha (Rmceec)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=20-40 por lo que se clasifica como un macizo de calidad mala (Tipo VI-VII). La unidad se encuentra representada por esquistos micáceos con una mineralogía de moscovita, biotita, cuarzo y granate, presentan estructura esquistosa con un tamaño de grano muy fino. La roca se encuentra completamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 5-25 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca blanda. Presenta dato de foliación de 179/70° en azimuth de rumbo con persistencia media con un ancho apertura cerrada (0 mm) con una superficie suave y ondulada (Figura 7). Esta unidad cuenta con un área aproximada de 2,858957 Km² y se encuentra ubicado en la vía que comunica los municipios de Mogotes y San Joaquín.

Figura 7

Fotografías roca de mala calidad esquistos de los Esquistos del Chicamocha

(Rmceec)



1.1.1.10. Roca de mala calidad leucogranito del Batolito de Mogotes (Rmclbm)

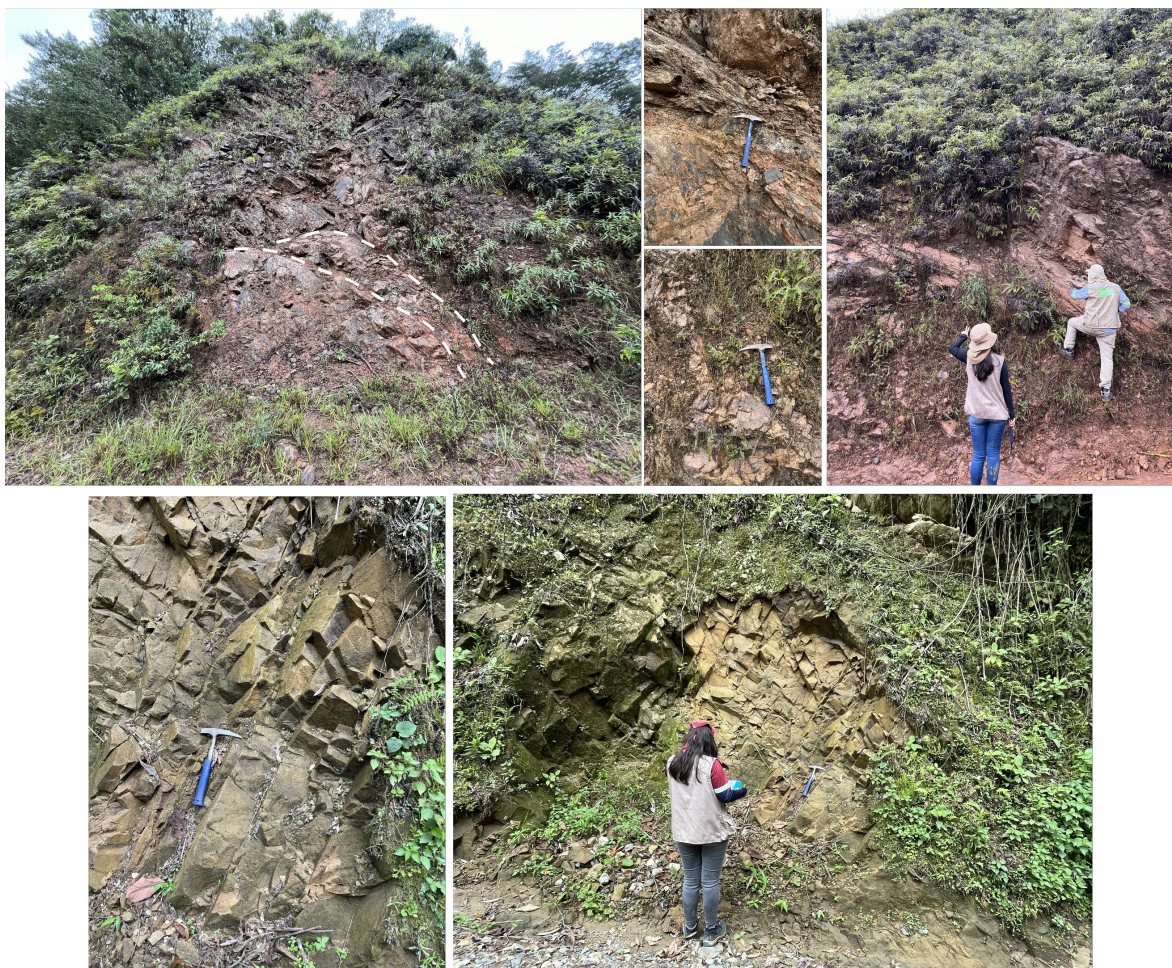
Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=20-40 por lo que se clasifica como un macizo de calidad mala (Tipo VI-VII). La unidad se encuentra representada por leucogranito compuesto mineralógicamente por cuarzo, plagioclasa y feldespato, una fábrica masiva, un tamaño de grano de medio. La roca se encuentra completamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 5-25 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca blanda. Esta unidad cuenta con un área aproximada de 14,983319 Km² y se encuentra ubicado en la vía que comunica los municipios de San Joaquín y Mogotes.

1.1.1.11. Roca de mala calidad metalodolitas de la Formación Floresta (Rmcmf)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=20-40 por lo que se clasifica como un macizo de calidad mala (Tipo VI-VII). La unidad se encuentra representada por metalodolitas de color rojizo, presenta un tamaño de grano muy fino, debido a esto no es posible describir su composición mineralógica, solo logrando reconocer moscovita y cuarzo, su fábrica es cristalina foliada, con una permeabilidad media. La roca se encuentra completamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 5-25 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca blanda. Se encuentra afectada por tres familias de diaclasas en dirección 242/45°, 010/32° y 213/89° en azimuth de rumbo, tiene una persistencia baja (1-3 m) y un espaciamiento moderado (20-60 cm), cuenta con una superficie rugosa y ondulada/planar, no presenta evidencia de flujo de agua; además, presenta datos de zona de falla 038/44° con una persistencia baja (1-3 m), en la superficie se encuentra estrías de falla y escalones, y no hay evidencia de flujo de agua ([Figura 8](#)). Esta unidad cuenta con un área aproximada de 9,414249 Km² y se encuentra ubicado en la vía que comunica los municipios de San Joaquín y Mogotes.

Figura 8

Fotografía roca de mala calidad metalodolitas de la Formación Floresta (Rmcmf)



1.1.1.12. Roca de mala calidad monzogranito del Batolito de Mogotes (Rmcmbm)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=20-40 por lo que se clasifica como un macizo de calidad mala (Tipo VI-VII). La unidad se encuentra representada por monzogranito con una composición mineral de feldespato, plagioclasa, biotita y cuarzo, además, presenta alteración tipo argílica supergena y alteración cuarzo-sericitica; presenta una textura porfirítica fanerítica con tamaño de grano grueso. La roca se encuentra completamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo

con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 5-25 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca blanda. Se encuentran tres familias de diaclasas con dirección $139/71^\circ$, $011/74^\circ$ y $104/51^\circ$, todas presentan una persistencia muy alta (>20 m), con apertura muy estrecha ($> 0-2$ mm), la superficie es suave y planar, son evidencia de flujo de agua y un espaciamiento cerrado (6-20 mm) (Figura 9). Esta unidad cuenta con un área aproximada de $3,601894 \text{ Km}^2$ y se encuentra ubicado en la vía que comunica los municipios de San Joaquín y Mogotes.

Figura 9

Fotografías roca de mala calidad monzogranito del Batolito de Mogotes (Rmcmbm)



1.1.1.13. Roca de mala calidad riolita y dacitas del Batolito de Mogotes (Rmcrdbm)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=20-40 por lo que se clasifica como un macizo de calidad mala (Tipo VI-VII). Esta unidad no se pudo observar a detalle en campo por lo que se interpretó a partir de imágenes satelitales, iniciada con las observaciones en campo y complementando con los datos reportados por García-Ramírez et al., (2024). Además, se utilizó la geomorfología y las pendientes (extremadamente abruptas a moderadamente abruptas) de la zona y los polígonos circundantes. La litología corresponde a riolitas y dacitas compuestas por feldespatos, cuarzo, plagioclasa. La roca se encuentra completamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 5-25 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca blanda. Esta unidad cuenta con un área aproximada de 1,046144 Km² y se encuentra ubicada en la vía que comunica los municipios de San Joaquín y Mogotes.

1.1.1.14. Roca de mala calidad rocas metacalizas de la Formación Bocas (Rmcmb)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=20-40 por lo que se clasifica como un macizo de calidad mala (Tipo VI-VII). Esta unidad no se pudo observar a detalle en campo por lo que se interpretó a partir de imágenes satelitales, iniciada con las observaciones en campo y complementando con los datos reportados por García-Ramírez et al., (2024). Además, se utilizó la geomorfología y las pendientes (extremadamente abruptas) de la zona y los polígonos circundantes. La litología corresponde a metacalizas. La roca se encuentra completamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la

compresión se encuentra entre 5-25 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca blanda (Figura 10). Esta unidad cuenta con un área aproximada de 0,940556 Km².

Figura 10

*Fotografías roca de mala calidad rocas metacalizas de la Formación Bocas
(Rmcmb)*



1.1.1.15. Roca de muy mala calidad cuarcitas y filitas de los Esquistos del Chicamocha (Rmmccfec)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=0-20 por lo que se clasifica como un macizo de calidad muy mala (Tipo VIII-IX). Esta unidad no se pudo observar a detalle en campo por lo que se interpretó a partir de imágenes satelitales, iniciada con las observaciones en campo y complementando con los datos reportados por García-Ramírez et al., (2024). Además, se utilizó la geomorfología y las pendientes (moderadamente abruptas a abruptas) de la zona y los polígonos circundantes. La litología corresponde a cuarcitas y filitas compuestas composicionalmente por cuarzo y moscovita. La

roca se encuentra altamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 1-5 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca muy blanda. Esta unidad cuenta con un área aproximada de 2,858297 Km².

1.1.1.16. Roca de muy mala calidad esquistos de los Esquistos del Chicamocha (Rmmceec)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=0-20 por lo que se clasifica como un macizo de calidad muy mala (Tipo VIII-IX). Esta unidad no se pudo observar a detalle en campo por lo que se interpretó a partir de imágenes satelitales, iniciada con las observaciones en campo y complementando con los datos reportados por García-Ramírez et al., (2024). Además, se utilizó la geomorfología y las pendientes (extremadamente abruptas a moderadamente abruptas) de la zona y los polígonos circundantes. La litología corresponde a esquistos con mineralogía de moscovita, biotita, cuarzo y granate. La roca se encuentra altamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 1-5 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca muy blanda. Esta unidad cuenta con un área aproximada de 1,430541 Km².

1.1.1.17. Roca de muy mala calidad leucogranito del Batolito de Mogotes (Rmmclbm)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=0-20 por lo que se clasifica como un macizo de calidad muy mala (Tipo VIII-IX). Esta unidad no se pudo observar a detalle en campo por lo que se interpretó a partir de imágenes satelitales, iniciada con las observaciones en campo y complementando con los datos reportados por García-Ramírez et al., (2024). Además, se utilizó la geomorfología y las pendientes (abruptas

a inclinadas) de la zona y los polígonos circundantes. La litológicamente corresponde a leucogranito compuesto mineralógicamente por cuarzo, plagioclasa y feldespato. La roca se encuentra altamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 1-5 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca muy blanda. Esta unidad cuenta con un área aproximada de 10,352545 Km².

1.1.1.18. Roca de muy mala calidad metalodolitas de la Formación Floresta (Rmmcmf)

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=0-20 por lo que se clasifica como un macizo de calidad muy mala (Tipo VIII-IX). Esta unidad no se pudo observar a detalle en campo por lo que se interpretó a partir de imágenes satelitales, iniciada con las observaciones en campo y complementando con los datos reportados por García-Ramírez et al., (2024). Además, se utilizó la geomorfología y las pendientes (moderadamente abruptas a suavemente inclinado) de la zona y los polígonos circundantes. La litológicamente corresponde a metalodolitas principalmente cuarzosas y con contenido de materia orgánica (Mantilla-Figueroa & García-Ramírez, 2018). La roca se encuentra altamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 1-5 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca muy blanda. Esta unidad cuenta con un área aproximada de 3,384368 Km².

1.1.1.19. Roca de muy mala calidad monzogranito del Batolito de Mogotes (Rmmcmbm)

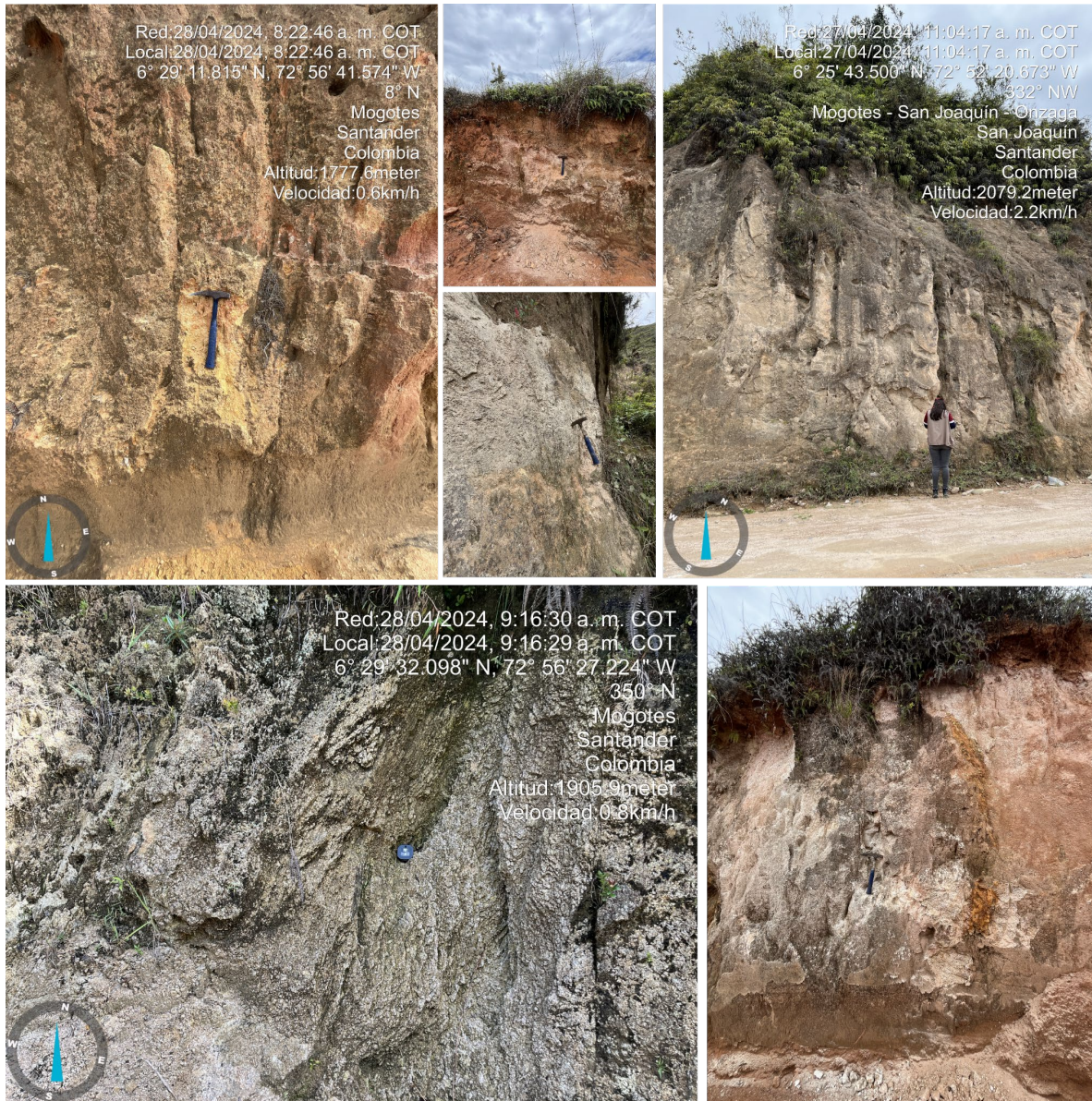
Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=0-20 por lo que se clasifica como un macizo de calidad muy mala (Tipo VIII-IX). La unidad se

encuentra representada por monzogranito con una composición mineral de feldespato, plagioclasa, biotita y cuarzo, además, presenta alteración tipo argílica supergena y alteración cuarzo-sericitica; presenta una textura porfirítica fanerítica con tamaño de grano medio a fino. La roca se encuentra altamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 1-5 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca muy blanda. Se presentan dos familias de diaclasas con dirección de buzamiento de $350/59^{\circ}$ y $021/55^{\circ}$ ambas familias presentan una persistencia baja, ancho de apertura muy estrecha ($> 0-2$ mm) con superficie rugosa y ondulada/planar sin evidencias de flujo de agua ([Figura 11](#)). Esta unidad cuenta con un área aproximada de $0,530949 \text{ Km}^2$ y se encuentra ubicado en la vía que Mogotes con la vereda Santa Bárbara.

Figura 11

Fotografías roca de muy mala calidad monzogranito del Batolito de Mogotes

(Rmmcmbm)



*1.1.1.20. Roca de muy mala calidad riolita y dacitas del Batolito de Mogotes
(Rmmcrdbm)*

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=0-20 por lo que se clasifica como un macizo de calidad muy mala (Tipo VIII-IX). Esta unidad no se pudo observar a detalle en campo por lo que se interpretó a partir de imágenes satelitales, iniciada con las observaciones en campo y complementando con los datos reportados por García-Ramírez et al., (2024). Además, se utilizó la geomorfología y las pendientes (moderadamente abruptas a abruptas) de la zona y los polígonos circundantes. La litología corresponde a riolitas y dacitas compuestas por feldespato, cuarzo, plagioclasa. La roca se encuentra altamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 1-5 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca muy blanda. Esta unidad cuenta con un área aproximada de 2,005288 Km².

*1.1.1.21. Roca de muy mala calidad rocas metacalizas de la Formación Bocas
(Rmmcmb)*

Para esta unidad de roca se determinó un índice geológico de resistencia GIS=0-20 por lo que se clasifica como un macizo de calidad muy mala (Tipo VIII-IX). Esta unidad no se pudo observar a detalle en campo por lo que se interpretó a partir de imágenes satelitales, iniciada con las observaciones en campo y complementando con los datos reportados por García-Ramírez et al., (2024). Además, se utilizó la geomorfología y las pendientes (extremadamente abruptas a moderadamente abruptas) de la zona y los polígonos circundantes. La litología corresponde a metacaliza. La roca se encuentra altamente meteorizada, dando así un perfil de meteorización IV de acuerdo con la clasificación de

Dearman (1974). La resistencia a la compresión se encuentra entre 1-5 Mpa correspondiente a la clasificación de una roca muy blanda. Esta unidad cuenta con un área aproximada de 0,154347 Km².

1.1.2. Unidad de suelo

Para la caracterización de los tipos de suelo, se hace a partir de la identificación y descripción de las secuencias de materiales que conforman el suelo, incluyendo a su vez, características específicas para suelos gruesos y finos (SGC), 2017).

1.1.2.1. Suelo residual limo-arenoso cuarcitas y filitas de los Esquistos del Chicamocha (Srcfec)

Esta unidad hace parte de un corte superficial en el que se encuentra un suelo residual con horizonte VI (5 m) originado a partir de la descomposición química producto de la acción vegetal y escorrentía superficial junto con la de la acción mecánica antrópica. Presenta una estructura intermedia (matriz=50%, clastos=50%), los clastos que lo componen presentan formas prismáticas, de subredondeadas a subangulares, mostrando una meteorización descompuesta/desintegrada con tamaño de arena fina (0,075-0,425 mm) sin gradación, se encuentra humedo y tiene baja permeabilidad; presenta un color anaranjado (2.5 YR 6/8 según la tabla de Munsell). Esta unidad se encuentra entre la vía que comunica San Joaquín con Mogotes con un área de 0,115446 Km².

1.1.2.2. Suelo residual arcillo-arenoso esquistos de los Esquistos del Chicamocha (Sreec)

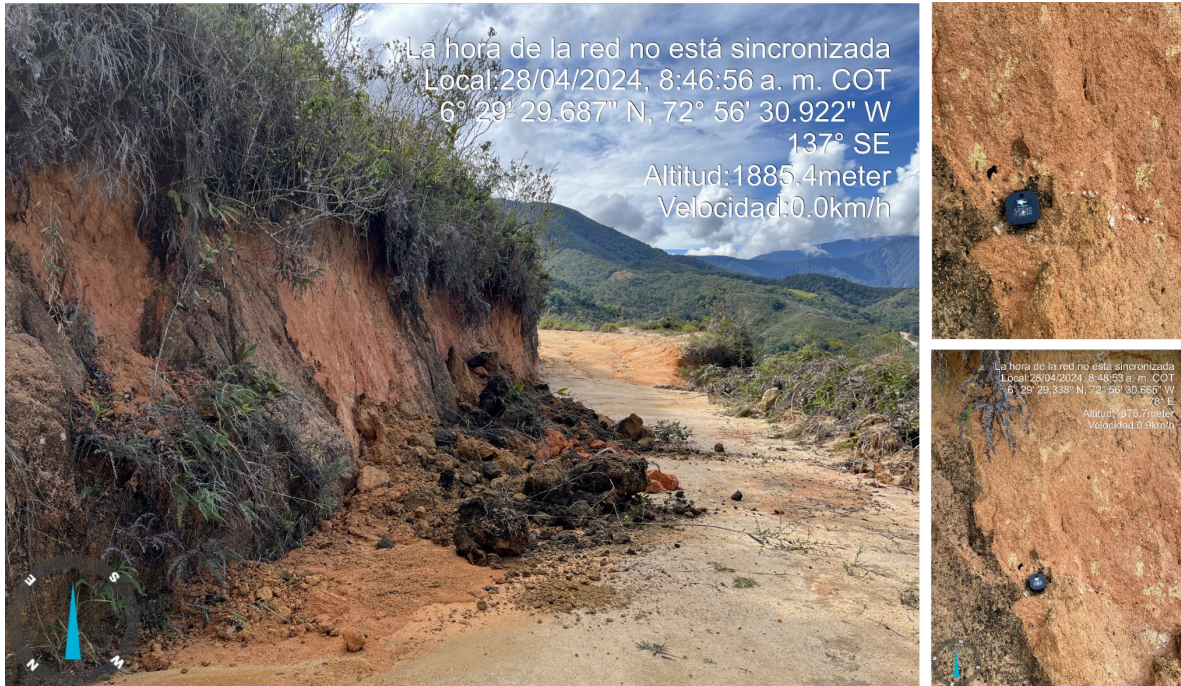
Esta unidad hace parte de un corte superficial en el que se encuentra un suelo residual con horizonte VI (5 m) originado a partir de la descomposición química producto de la acción vegetal y escorrentía superficial junto con la de la acción mecánica antrópica. Presenta una estructura intermedia (matriz=50%, clastos=50%), los clastos que lo componen presentan formas prismáticas, de subredondeadas a subangulares, mostrando una meteorización descompuesta/desintegrada con tamaño de arena fina (0,075-0,425 mm) sin gradación, cuenta con humedad natural y tiene baja permeabilidad; presenta un color rojizo anaranjado (7.5 YR 7/8 según la tabla de Munsell). Esta unidad se encuentra entre la vía que comunica San Joaquín con Mogotes con un área de 0,059505 Km².

1.1.2.3. Suelo residual areno-arcilloso leucogranito del Batolito de Mogotes (Srlbm)

Esta unidad hace parte de un corte superficial en el que se encuentra un suelo residual con horizontes VI (2 m) y V (1 m) de carácter areno arcilloso originado a partir de la descomposición química producto de la acción vegetal y escorrentía superficial junto con la de la acción mecánica antrópica. Su estructura es matriz-soportado (matriz=70%, clastos=30%) moderadamente seleccionado, los clastos que lo componen presentan formas discoidales, de subredondeadas a subangulares con tamaños de arcillas (< 0,002 mm) y arena fina (0,075-0,425 mm) sin gradación, cuenta con humedad natural y tiene baja permeabilidad; presenta un color rojizo anaranjado (5 YR 6/8 según la tabla de Munsell) (Figura 12). Esta unidad se encuentra en la vereda Flores con un área de 1,329265 Km².

Figura 12

Fotografías suelo residual areno-arcilloso leucogranito del Batolito de Mogotes (Srlbm)



1.1.2.4. Suelo residual arcillo-arenoso metalodolitas de la Formación Floresta (Srmf)

Esta unidad hace parte de un corte superficial en el que se encuentra un suelo residual con horizontes IV (7 m) de carácter arenoso originado a partir de la descomposición química producto de la acción vegetal y escorrentía superficial junto con la de la acción mecánica antrópica. Su estructura es matriz-soportado (matriz=95%, clastos=5%) bien seleccionado, con tamaños de arena fina (0,075-0,425 mm) sin gradación y la matriz es plástica, presenta humedad natural y tiene permeabilidad media, también, vetilleos antiguos rellenos; presenta un color beige anaranjado (7.5 YR 8/3 según la tabla de Munsell) (Figura 13). Esta unidad se encuentra en la vía que conecta San Joaquín con Mogotes con un área de 0,394019 Km².

Figura 13

*Fotografía suelo residual areno-limoso metalodolitas de la Formación Floresta
(Srmf)*



1.1.2.5. Suelo residual limo-arenoso del monzogranito del Batolito de Mogotes (Srmbm)

Esta unidad hace parte de un corte superficial en el que se encuentra un suelo residual con horizontes VI (1 m) y V (4 m) de carácter areno limoso originado a partir de la descomposición química producto de la acción vegetal y escorrentía superficial junto con la de la acción mecánica antrópica. Su estructura es matriz-soportado (matriz=85%,

clastos=15%) bien seleccionado, con tamaños de limo (0,002-0,075 mm) y arena fina (0,075-0,425 mm) sin gradación, es seco y tiene baja permeabilidad; presenta un color amarillo anaranjado (7.5 YR 8/4 según la tabla de Munsell) (Figura 14). Esta unidad se encuentra en la vía que conecta San Joaquín con Mogotes con un área de 0,158855 Km².

Figura 14

Fotografías suelo residual limo-arenoso monzogranito del Batolito de Mogotes (Srmbm)



1.1.2.6. Suelo residual arcilloso riolita y dacitas del Batolito de Mogotes (Srrdbm)

Esta unidad no se pudo observar a detalle en campo por lo que se interpretó a partir de fragmentos de roca y sectores muy locales de material e imágenes satelitales, donde se

determinó como cima que a partir de la descomposición química producto de la acción vegetal y escorrentía superficial desarrolló una descomposición de la roca. Esta unidad se encuentra en la vía que conecta San Joaquín con Mogotes con un área de 0,056885 Km².

1.1.2.7. Suelo residual areno-limoso metacalizas de la Formación Bocas (Srmb)

Esta unidad no se pudo observar a detalle en campo por lo que se interpretó a partir de fragmentos de roca y sectores muy locales de material e imágenes satelitales, donde se determinó como cima que a partir de la descomposición química producto de la acción vegetal y escorrentía superficial desarrolló una descomposición de la roca. Esta unidad se encuentra en la vía que conecta San Joaquín con Mogotes con un área de 0,041846 Km².

1.1.2.8. Suelo transportado aluvial (Stal)

Esta unidad tiene relación directa con el material transportado por la Quebrada El León, Quebrada San Ignacio, Quebrada Potrerito, Río Blanco de San José y Río San Joaquín. Sus fuentes de aporte se relacionan con las unidades geológicas como Esquistos del Chicamocha, Leucogranito del Batolito de Mogotes, Monzogranito del Batolito de Mogotes, Cuarcitas y Filitas de los Esquistos del Chicamocha. Estos depósitos se encuentran localizados en las planicies de inundación en el lecho con variedad de espesores que varían desde 1 metro a 6 metros. Su estructura varía entre clasto-soportada y matriz-soportada. Los clastos que lo componen presentan una forma subredondeada a subangular, con tamaños de arena media (0,425-2,0 mm), cantos (75-300 mm) y bloques (<300 mm) y presentan colores entre naranjas amarillentos (10 YR 8/6 según la tabla de Munsell) y rojizo anaranjado (2.5 YR 5/6 según la tabla de Munsell) (Figura 15). Presenta un área total de 4,095532 Km².

Figura 15

Fotografías suelo transportado aluvial (Stal)



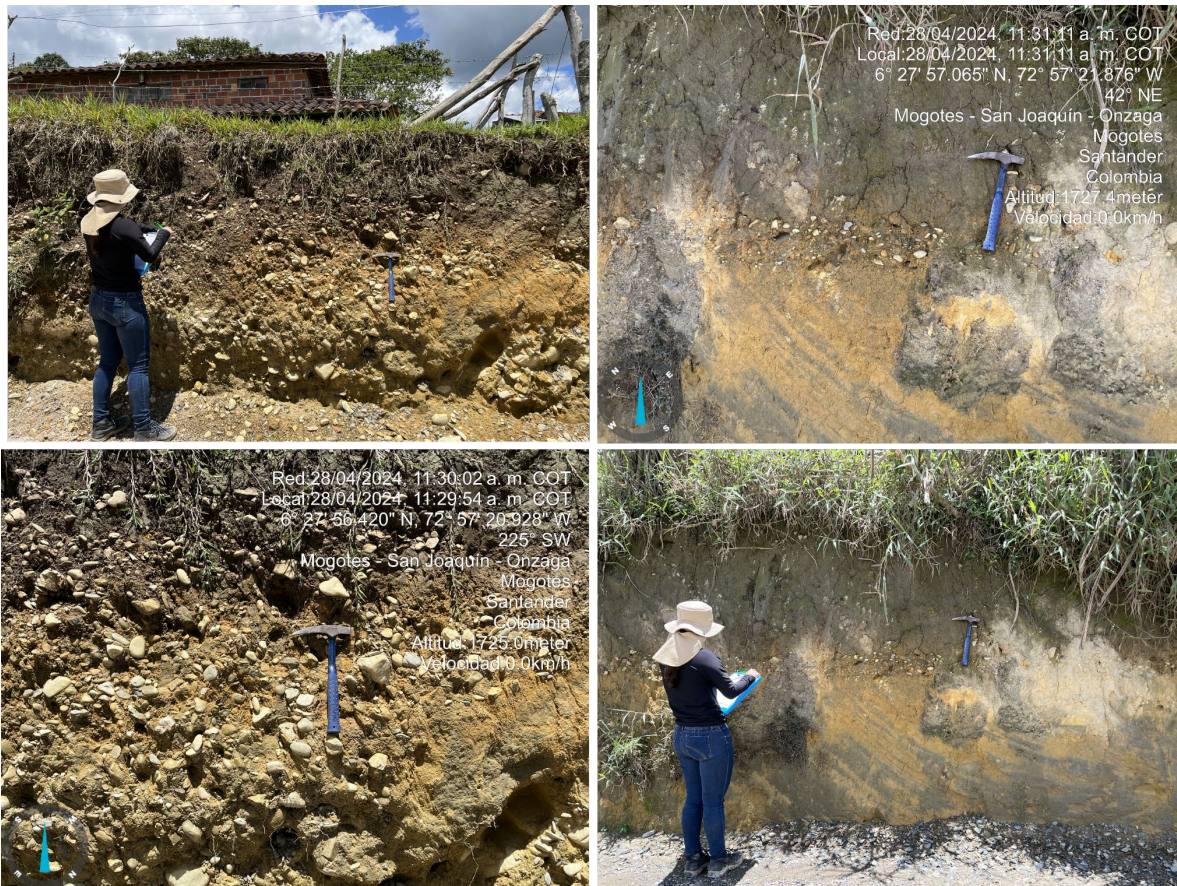
1.1.2.9. Suelo transportado de abanico aluvial (Staa)

Esta unidad hace parte de un corte superficial en el que se encuentra un suelo aluvial transportado (1,70 m de espesor) de carácter limoarenoso proveniente del abanico de Mogotes. Sus fuentes de aporte se relacionan con las unidades geológicas como Esquistos del Chicamocha y Leucogranito del Batolito de Mogotes principalmente. Su estructura en unos sectores es matriz soportada (matriz=60%, clastos=40%) moderadamente seleccionado, los clastos que lo componen presentan formas esféricas y discoidales, de redondeados a subredondeados con tamaños de limo (0,002-0,075 mm) y gravas (4,75-75,0 mm) sin gradación, presenta un color naranja (7.5 YR 6/6 según la tabla de Munsell), por otra parte, otras secciones exhiben una estructura es matriz-soportado (matriz=85%, clastos=15%) bien seleccionado, los clastos que lo componen presentan formas esféricas, de redondeados a

subredondeados con tamaños de limo (0,002-0,075 mm) y arena fina (0,075-0,425 mm) con imbricación en sus clastos presenta un color naranja (10 YR 5/2 según la tabla de Munsell) (Figura 16). Esta unidad se encuentra en la vereda Flores con un área de 19,295117 Km².

Figura 16

Fotografías suelo transportado de abanico aluvial (Staa)



Referencias bibliográficas

- García-Ramírez, C. A., Ariza-Ardila, V., Mantilla-Figueroa, L. C., & Cabanzo-Hernández, R. (2024). Estructura termal en la sucesión de rocas metamórficas aflorantes en el sector Mogotes-San Joaquín, suroeste del Macizo de Santander, Colombia. *Boletín de Geología*, 46(1), 33-45. <https://doi.org/https://doi.org/10.18273/revbol.v46n1-2024002>
- Mantilla-Figueroa, L. C., & García-Ramírez, C. A. (2018). Geología y geocronología de las litologías aflorantes en el tramo Mogotes-San Joaquín (sector SW del Macizo de Santander). *Boletín de Geología*, 40(1), 123-144. <https://doi.org/10.18273/revbol.v40n1-2018008>.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2017). *GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA ESCALA 1: 25.000*.