

Caracterización Geológica y Geotécnica a Partir de Sondeos Realizados por Consorcio

Diseños Viales en los Sectores de el Palmar, el Tuno y el Tanque, Sobre la Vía

Bucaramanga – Alto del Escorial, Santander.

Nicolás Flórez Orjuela

Trabajo de Grado Presentado como Requisito para Optar al Título de Geólogo

Director:

Guillermo Vargas Pieschacón

Geólogo Especialista En Geotecnia Ambiental

Codirector:

Jairo Clavijo Torres

Ing. Geólogo, Msc.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Químicas

Escuela de Geología

Bucaramanga

2019

Agradecimientos

A mi madre, por esforzarse más que yo en que este libro fuera posible.

A Carolina, por su apoyo, su colaboración y su paciencia.

A Nelson Anaya, César Suárez, Daniela Lagos, Alejandra Barajas, Daniela Jaimes, Felet Mora, Junior Ospino y Nelson Fernando, quienes colaboraron directamente en este proceso.

A Johan Acevedo, por su ayuda y compañía en campo.

A los profesores Guillermo Vargas y Jairo Clavijo, por sus consejos y su mano guía.

Contenido

	Pág.
Introducción	13
1. Preliminares	14
1.1 Objetivos	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2 Justificación	15
1.3 Metodología	15
1.3.1 Recopilación Bibliográfica.	15
1.3.2 Preliminares a campo.	16
1.3.3 Campo.	16
1.3.4 Laboratorio.....	16
1.3.5 Análisis descriptivo e interpretación de resultados.....	17
1.3.6 Informe final.	17
1.4 Antecedentes	17
2. Marco Teórico.....	19
2.1 Generalidades.....	19
2.1.1 Localización.	19
2.1.2 Geomorfología.	20

2.1.3 Hidrología.	22
2.2 Susceptibilidad de Deslizamientos	23
2.2.1 Remoción en masa.	24
2.2.2 Erosionabilidad.	26
2.3 Geología Estructural	26
2.3.1 Falla Sutará	27
2.3.2 Falla Matanza.	28
2.4 Marco Geológico Regional	29
2.5 Marco Geológico Local	30
2.5.1 Neis de Bucaramanga.	30
2.5.2 Formación Silgará.	31
2.5.3 Granito.	32
2.5.4 Formación Bocas.	32
2.5.5 Formación Jordán.	33
2.5.6 Depósitos Cuaternarios.	33
3. Resultados	35
3.1 Carácter Geológico	35
3.1.1 Trabajo de campo.	35
3.1.2 Petrografía.	46
3.2 Carácter Geotécnico.	61
3.2.1 Reinterpretación de sondeos.	61
3.2.2 Ensayos de compresión simple.	73

3.2.3 Procedencia de clastos de sondeos.....	78
4. Discusión.....	80
5. Conclusiones	81
6. Recomendaciones	82
Referencias Bibliográficas	83

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Localización de la zona de estudio.....	19
Figura 2. Mapa de Microcuencas.....	23
Figura 3. Panorámica de fallas.....	27
Figura 4. Cuadrángulo H12.....	34
Figura 5. Fotografías de campo Formación Jordán.	36
Figura 6. Fotografías de campo Granito y Esquisto.	38
Figura 7. Fotografías de campo Geología Estructural.	39
Figura 8. Mapa de lineamientos estructurales y diagrama de rosetas.....	41
Figura 9. Fotografías de Campo de Depósitos Cuaternarios.	42
Figura 10. Panorámica de depósitos cuaternarios.....	43
Figura 11. Mapa de Estaciones y puntos de control de campo.....	44
Figura 12. Mapa geológico del área de estudio.	45
Figura 13. Perfil Geológico.....	46
Figura 14. Microfotografías de muestra MP36i1-1.	48
Figura 15. Microfotografías de muestra MP34d1-2.	50
Figura 16. Microfotografías de muestra MC1-3.	52
Figura 17. Microfotografías de muestra MC2-4.	54
Figura 18. Microfotografías de muestra MC4-5.	56
Figura 19. Diagrama de clasificación Q-A-P.....	58

Figura 20. Microfotografías de muestra MC4-6.	59
Figura 21. Núcleo Puente las Palmas P34-d.	61
Figura 22. Núcleo Puente las Palmas P35-i.	64
Figura 23. Núcleo Puente El Tunio P35-d.	67
Figura 24. Núcleo Puente El Tunio P36-i.	70
Figura 25. Fotografías de muestras de compresión.	73
Figura 26. Fotografía de fallamiento de la muestra ME-1.	74
Figura 27. Valores del ensayo de ME-1.	75
Figura 28. Fotografía de fallamiento de la muestra ME-2.	76
Figura 29. Valores del ensayo ME-2.	76
Figura 30. Informe de Resultados de Laboratorio de Estructuras y Materiales, UIS.	79

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Datos Estructurales.	40
Tabla 2. Muestras para sección delgada.	47
Tabla 3. Registro de sondeo Puente las Palmas P34-d. -	62
Tabla 4. Descripción a escala detallada de sondeo Puente las Palmas P34-d.....	63
Tabla 5. Registro de sondeo Puente las Palmas P35-i. - Ficha técnica del sondeo P35-i realizado por la empresa Consorcio Diseños Viales.	65
Tabla 6. Descripción a escala detallada de sondeo Puente las Palmas P35-i.	66
Tabla 7. Registro de sondeo puente El Tunio P35-d.....	68
Tabla 8. Descripción a escala detallada de sondeo Puente las Palmas P35-d.....	69
Tabla 9. Registro de sondeo puente El Tunio P36-i.	70
Tabla 10. Descripción a escala detallada de sondeo Puente las Palmas P36-i.	72
Tabla 11. Índice de resistencia de roca en campo (ISRM, 1981).	77

Resumen

Título: Caracterización Geológica y Geotécnica a Partir de Sondeos Realizados por Consorcio Diseños Viales en los Sectores de el Palmar, el Tuno y el Tanque, Sobre la Vía Bucaramanga - Alto del Escorial, Santander*

Autores: Nicolás Flórez Orjuela**

Palabras Clave: Compresión simple, Alto del Escorial, puente Las Palmas, caracterización geotécnica, puente El Tuno, sondeos, muestras de núcleos.

Descripción

Para el proyecto de estudios y diseños a nivel de fase III de la carretera Bucaramanga – Cúcuta por el Alto del Escorial, fueron perforados núcleos a lo largo del trazo imaginario de la nueva vía, por la empresa Consorcio Diseños Viales. En este proyecto de investigación se cartografió la zona en donde se perforaron los sondeos Puente Las Palmas, Puente el Tuno y el sector de El Tanque mediante control de campo, lo cual dio como resultado un mapa a escala 1:10000 de un área delimitada de 4 km², con litologías Esquistos de Silgará, Formación Jordán, Batolito de Río Negro y Depósitos Cuaternarios; y se representaron estructuras como el trazo de la Falla de Suratá, advirtiendo leves diferencias con la plancha geológica 109-Rionegro del Ingeominas.

Se inspeccionaron los núcleos y se realizó una nueva descripción más detallada y un análisis comparativo con los registros anteriores, posteriormente se eligieron muestras representativas tanto de afloramientos en campo como extraídas de los núcleos para realizar ensayos de compresión simple y secciones delgadas con el fin de determinar la resistencia mecánica de las muestras más cercanas al corredor vial y de obtener mediante petrografía una geológica detallada en el área circunscrita.

Se realizó una reclasificación de los depósitos cuaternarios ya que hay mucha presencia de material coluvial y aluvial por ser zona de montaña y se logró desarrollar una hipótesis de procedencia de los líticos de depósitos cuaternarios de ciertos núcleos.

Se sugieren análisis geotécnicos más detallados para precisar un diagnóstico certero de la estabilidad de la zona, y estudios de levantamiento de secciones estratigráficas de la Formación Jordán en la zona por ser la unidad aflorante a lo largo del corredor vial en esta área.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Químicas. Escuela de Geología. Director: Guillermo Vargas Pieschacón, Geólogo Especialista En Geotecnia Ambiental

Abstract

Title: Geological And Geotechnical Characterization from Cores Performed by Consorcio Diseños Viales in the Sectors of el Palmar, el Tuno and el Tanque, on the Road Bucaramanga - Alto del Escorial, Santander*

Authors: Nicolás Flórez Orjuela **

Keywords: Compresión simple, Alto del Escorial, puente Las Palmas, caracterización geotécnica, puente El Tuno, sondeos, muestras de núcleos.

Description

For the project of studies and designs at phase III of the Bucaramanga - Cúcuta highway along the Alto del Escorial, cores were drilled along the imaginary line of the new road, by the Consorcio Diseños Viales company. This research project mapped the area where the Puente Las Palmas, Puente el Tuno and El Tanque boreholes were drilled by field control, which resulted in a 1: 10000 scale map of a delimited area of 4 km², with lithologies as Esquistos de Silgará, Formación Jordán, Batolito de Rio Negro and Quaternary Deposits; and structures were represented as the trace of the Falla de Surata, noting slight differences with the Plancha Geológica 109-Rionegro of the Ingeominas.

The cores were inspected and a new more detailed description and a comparative analysis with the previous registers were made, later representative samples were chosen from both outcrops in the field and extracted from the cores to perform simple compression tests and thin sections in order to determine the mechanical resistance of the samples closest to the road corridor and obtaining a detailed geological survey in the circumscribed area by means of petrography.

A reclassification of the Quaternary deposits was carried out since there is a great presence of colluvial and alluvial material as it is a mountain area and it was possible to develop a hypothesis of the origin of the lithics of quaternary deposits of certain boreholes.

More detailed geotechnical analyzes are suggested to precise an accurate diagnosis of the stability of the zone, and surveys of stratigraphic sections of the Formación Jordán in the area, since the unit is outcropping along the road corridor in this area.

* Bachelor Thesis

** Faculty of Chemical Physics Engineering. School of Geology. Director: Guillermo Vargas Pieschacón, Geologist Specialist in Environmental Geotechnics

Introducción

Bajo tutela de la Universidad Industrial de Santander, en la litoteca de geología, se encuentran muestras de núcleos perforados por Consorcio diseños viales, que han sido previamente analizados para el desarrollo del proyecto de estudios y diseños a nivel de fase III de la carretera Bucaramanga – Cúcuta por el Alto del Escorial.

En este proyecto de investigación se realiza una nueva descripción a escala detallada de los núcleos perforados en el sector de Puente las Palmas y Puente el Tunó, entre los municipios de Matanza y Charta, además de la actualización cartográfica de un área de 4 km² a escala 1:10000 del sector mediante control de campo y petrografía de muestras extraídas en campo y muestras representativas del material lítico de los sondeos.

Además de esto, el análisis geotécnico está basado principalmente en ensayos de compresión simple de muestras representativas de las perforaciones y de afloramientos sobre la vía existente, con el fin de determinar la resistencia mecánica de las rocas que controlan la geología principal del trazo correspondiente al proyecto de la vía Bucaramanga-Cúcuta por el Alto del Escorial. En el área se identificaron afloramientos rocosos referentes a areniscas de la Formación Jordán a lo largo del valle del Río Surata junto con depósitos cuaternarios aluviales y coluviales; hacia el flanco de la ladera Oriental se encuentran también encima de la Formación Jordán, cuerpos ígneos plutónicos de granito y esquistos de metamorfismo de grado medio afectados por la acción del trazo principal de la falla Surata (N-E), evidenciado por el estado de las rocas las cuales se encuentran altamente fracturadas.

1. Preliminares

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General. Realizar una caracterización geológica y geotécnica de la zona de influencia comprendida entre el Puente las Palmas y puente El Tuno por la vía Bucaramanga-Alto del Escorial a partir de la descripción petrográfica del material de los núcleos perforados por el Consorcio Diseños Viales, ensayos de compresión simple y mediante control de campo del área seleccionada.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis petrográfico de las muestras recuperadas en los sondeos de acuerdo al formato de descripción de núcleos diligenciado y mediante secciones delgadas de las muestras más representativas.
- Examinar los materiales líticos que pertenecen a los depósitos cuaternarios en el sector para generar una hipótesis de procedencia y una hipótesis del estado de estabilidad geotécnico basado en la geología estructural de la zona.
- Realizar una interpretación geotécnica de las muestras de roca mediante los resultados de los ensayos de compresión simple.
- Actualizar la cartografía geológica a escala 1:10000 del área entre las coordenadas: 1°29.770'N; 1°12.050'E y 1°29.054'N; 1°13.550'E; en la cual están contenidos los sondeos, mediante la interpretación de los datos petrológicos y estructurales tomados en campo.

1.2 Justificación

La geotecnia tiene como fin práctico la interpretación de los datos que se obtienen al realizar estudios de las propiedades mecánicas y geológicas de una zona en específica. Esta interpretación permitirá caracterizar geotécnicamente un área en función de los objetivos y características del proyecto en cuestión.

El desarrollo de esta tesis está fundamentado en los datos que brindan los núcleos perforados por consorcio diseños viales del proyecto Actualización de Estudios y Diseños a Nivel de Fase III Bucaramanga – Alto del Escorial, por lo cual se pretende corroborar la información preexistente de análisis anteriores hechos a las muestras realizando descripciones petrográficas, análisis de compresión simple y estudiando la geología de la zona mediante trabajo de campo. Esta caracterización geotécnica resultante aportará información referente a la estabilidad del área aledaña al tramo de vía, así como una actualización de la base de datos de la litoteca UIS y también información valiosa de la geología local mediante el mapeo correspondiente.

1.3 Metodología

La metodología del proyecto se centró en seis etapas principales intentando ajustarse a al orden estipulado en el calendario.

1.3.1 Recopilación Bibliográfica. Esta etapa corresponde a la recolección de datos tales como coordenadas donde se realizaron los sondeos, las áreas delimitadas por otros proyectos de grado

ya finalizados o vigentes, cartografía general de la zona, distancia del tramo de vía, reconocimiento mediante imagen satelital del área de proyecto circunscrito y recopilación de información acerca de la geología y la estabilidad geotécnica de la zona a través de revistas científicas, artículos y tesis.

1.3.2 Preliminares a campo. En este periodo se delimita el área de geometría rectangular del proyecto correspondiente, posteriormente se analizan los núcleos perforados. Después de que las muestras se hayan descrito y registrado en el respectivo formato de descripción macroscópica propuesto, se procederá a escoger las más representativas para realizar secciones delgadas.

1.3.3 Campo. En esta etapa se realiza control de campo recorriendo el tramo de vía y caminos aledaños del área del proyecto y se recolecta información cerca a los lugares donde se realizaron las perforaciones. Esto con el fin de hacer un reconocimiento de la geología general del área a escala 1:10000 y de establecer dos parámetros importantes, la procedencia del material de las muestras de núcleos y la estabilidad geotécnica cerca de la carretera.

1.3.4 Laboratorio. En esta etapa se seleccionan las muestras (de núcleos y muestras de afloramientos de campo), para realizar secciones delgadas y proceder a realizar una descripción detallada basada en manuales de mineralogía óptica. También se seleccionan las muestras adecuadas para realizar los ensayos de compresión y de corte directo mediante el esfuerzo aplicado por una carga axial a la probeta de la muestra con el fin de determinar la resistencia mecánica del terreno.

1.3.5 Análisis descriptivo e interpretación de resultados. En esta parte del desarrollo del proyecto se logra dar desenlace a las hipótesis primeramente planteadas mediante el análisis e interpretación de los datos obtenidos en la etapa anterior relacionando la cartografía de la zona. También se realizará una correlación entre las descripciones anteriores de los sondeos y las obtenidas.

1.3.6 Informe final. Se reúne la información habiendo cumplido con los objetivos del proyecto y se elabora el informe final para ser entregado a la Universidad Industrial de Santander.

1.4 Antecedentes

Estudios anteriores sobre la información de los núcleos de perforación que Consorcio Diseños Viales realizó se llevaron a cabo en el año 2017 y 2018.

En su estudio en el tramo del sector Puente Bolarquí-Viaducto los Olivos, vía Bucaramanga-Matanza, Niño, M. (2018), realizó la caracterización petrográfica de unidades tales como Neis de Bucaramanga, Esquistos de Silgará, Tonalita y Depósitos Cuaternarios, y llevó a cabo estudios de compresión simple de muestras representativas del área enmarcada entre las coordenadas $X=1'108.856N$, $X=1'109.719$ y $Y=1'283.696$, $Y=1'286.015$. La Falla Surata en esta zona presenta rumbo NW e interviene al Neis de Bucaramanga (PCab) y a Tonalita (TRt) con evidencias de milonitización. Los resultados de compresión a muestras de Tonalita Anfibólica, Neis Cuarzo-feldespático, Granito y Neis Muscovítico arrojaron que las rocas son moderadamente duras a muy duras.

Gonzalez, W. y Patiño, A. (2017), en su estudio del K10+271 hasta K12+996 en la vía Bucaramanga-Matanza caracterizaron los materiales pétreos de los sondeos de Puente Buenos Aires, El Muerto, Palmichal y Truchas. Según lo planteado por las autoras, en la zona afloran la Unidad Neis de Bucaramanga, Esquistos de Silgará, Batolito de Rio Negro y Depósitos Cuaternarios, intervenidas estructuralmente por la Falla Suratá y la Falla Truchas, evidenciadas por afloramientos altamente diaclasados y plegamientos. Los resultados de compresión a muestras extraídas de los núcleos de esta zona arrojaron que todas las rocas entran en el campo de Rocas Muy Duras.

Díaz, A. y Suárez, C., (2016), en su estudio petrográfico de la Formación Jordán en su localidad tipo, realizaron la caracterización petrográfica de las litologías constituyentes de esta formación sobre el escarpe sur de la Mesa de los Santos, Santander, en las cuales se describieron capas violáceas de ambiente fluvial-lacustre con aporte siliciclástico, miembro volcanoclástico de Jéridas, ocasionado en un ambiente de arco volcanico con tobas de flujo e ignimbritas.

Rueda, L. y Villamizar, D., (2014), realizaron un estudio petrográfico de los Esquistos de Silgará en la Franja Matanza-Cachirí-Turbay, Santander; en el cual determinaron que las rocas de esta zona se componen de rocas pelíticas como cuarzós-moscovíticos y rocas semipelíticas asociadas a esquistos muscovítico-cuarzosos y metawacas. El metamorfismo predominante es regional con un metamorfismo dinámico sobreimpuesto, asociado a fallas de carácter regional como la Falla Suratá.

2. Marco Teórico

2.1 Generalidades

2.1.1 Localización. El área de estudio se encuentra en el municipio de Matanza, provincia de Santander, aproximadamente a 15 km al noreste de Bucaramanga en la intersección que lleva a Matanza (al norte) y que lleva a Charta (al este). El río Suratá atraviesa la mitad de la zona delimitada que abarca 4km² aproximadamente. Cartográficamente está comprendida por la plancha 109-Rionegro del cuadrángulo H-12 entre las coordenadas: 1°296.770N; 1°112.050E y 1°294.054N; 1°113.550E.

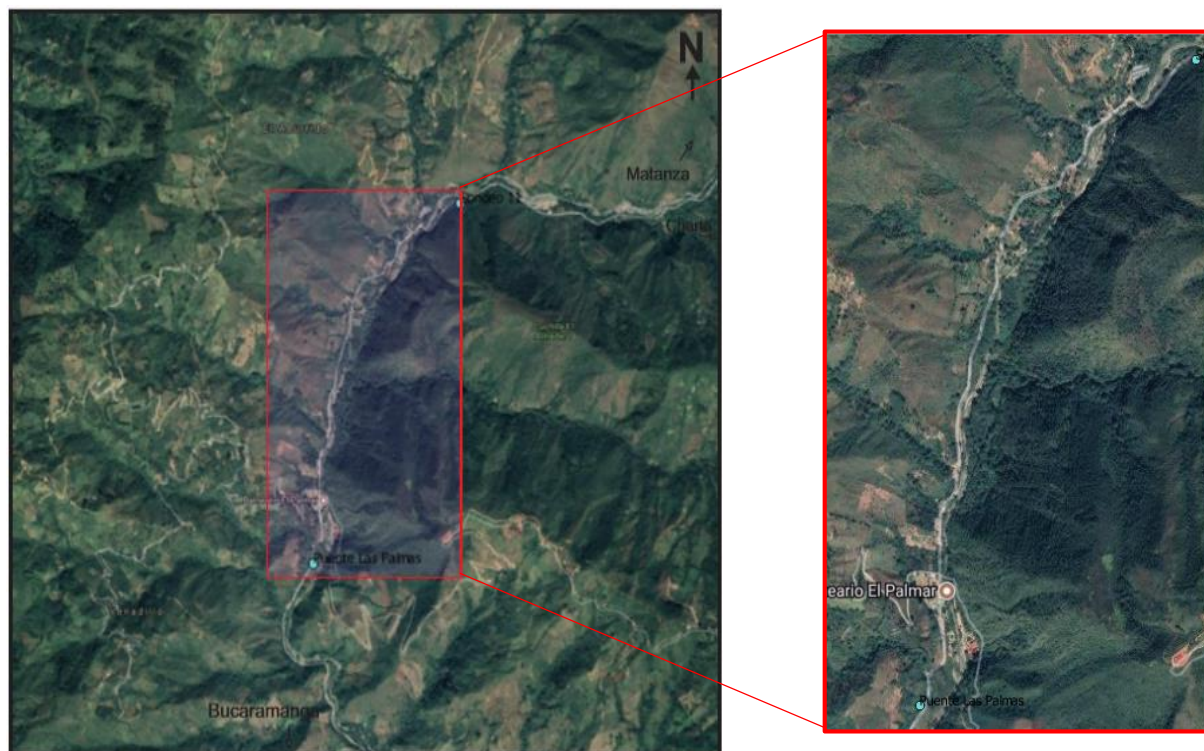


Figura 1. Localización de la zona de estudio.

Se muestra sobre la vía Bucaramanga-Alto del Escorial. Se observa los puntos donde se realizaron las perforaciones. Extraído de Qgis 2.18.17 Software. Escala 1:35000. Imagen derecha ampliada a escala 1:18000

2.1.2 Geomorfología. La geomorfología de la zona responde a un ambiente continental fluvial principalmente, con montañas entre 850 y 1400 msnm y un valle en v generado por la acción denudacional del río Suratá.

A lo largo del cauce se pueden encontrar varios tipos de depósitos de unidades aluviales, por ejemplo, depósitos de lecho y planicies generadas por inundaciones temporales (Tomado de EOT Matanza). Las siguientes geoformas fueron identificadas en la zona con ayuda de imágenes satelitales y estudio de campo; y están basadas en la descripción del Glosario de Unidades y Subunidades Geomorfológicas del servicio Geológico Colombiano del 2014:

Abanicos fluviotorrenciales: Superficie en forma de cono con laderas cóncavas a convexas de morfología plana, aterrada. Su origen es relacionado a la acumulación torrencial, donde una corriente desemboca en una zona plana. Esto se observa generalmente en la zona veredal de El Tuno y un poco más adelante, justo donde el área de estudio finaliza.

Lomos denudados moderados: Sistemas de conjuntos de lomos o filos ubicados a unos 250 a 1000 m, generalmente tienen forma alargada en dirección al drenaje principal. Estas geoformas se observan en casi toda el área en cuestión siguiendo la dirección del cauce.

Conos flujo de detritos: Conos con laderas convexas de longitudes cortas a largas y pendientes que varían entre inclinadas a abruptas. Sus depósitos tienen rasgos característicos como albardones o diques longitudinales, canales en forma de u, trenes de bloques rocosos y sectores con bloques individuales de gran dimensión. Su origen es relacionado al transporte torrencial de sedimentos clasto-soportados. Estas geoformas se logran observar también en conjunto con grandes escarpes en los cuales aflora la formación Jordán con su tono rojizo característico.

Colinas residuales disectadas: Elevación de terreno entre 200 y 399 metros sobre el nivel base local, que presenta una cima redondeada y amplia limitada por laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa a recta y pendientes abruptas escarpadas, con un índice de relieve bajo a moderado. Su origen es relacionado a procesos tectónicos y a la acción conjunta de periodos de denudación y meteorización asociados a factores litológicos locales.

Escarpes de línea de falla: Plano vertical a subvertical corto, cóncavo a convexo de pendiente abrupta. Su origen se relaciona a las superficies definidas por el truncamiento de estructuras topográficas y geológicas afectadas por procesos de erosión acentuada.

Facetas triangulares: Planos verticales a subverticales abruptos, rectos con una geometría plana en triangular a trapezoidal (base amplio y techo angosto). Su origen se relaciona al truncamiento y desplazamiento y posterior erosión diferencial. Estas geoformas de carácter estructural se encuentran relacionadas a la Falla de Suratá.

2.1.3 Hidrología. La hidrología está controlada principalmente por el río Suratá el cual pasa por la mitad de la zona estudiada.

La subcuenca río Suratá forma parte de la Cuenca superior del río Lebrija. Posee una extensión total de 372.759 hectáreas. (Tomado de POMCA, subcuenca Rio Suratá)

Esta subcuenca está dividida por microcuencas, el área de esta investigación se encuentra en la microcuenca del Suratá Bajo; esta microcuenca abarca desde el sector de El Tanque, siguiendo hacia el sur hasta el norte de Bucaramanga.

Algunas quebradas continuas y otras intermitentes son tributarios del cauce principal; ejemplos de estas quebradas que alimentan al río Suratá son: quebrada Pirita, ubicada al este de la vía Bucaramanga-Matanza (Municipio de Charta); quebrada El Tuno, al oeste de la vía (Municipio de Matanza); quebrada Casa Ahogada ó La Laguna (municipio de Matanza); quebrada Sipera (Municipio de Matanza); quebrada Cuñeros (Municipio de Matanza), etc.

La microcuenca cuenta con varias quebradas, pero la mayoría permanecen secas durante la mayor parte del año, pues el agua es tomada para regadío de cultivos en la parte media y alta de la microcuenca, solo en épocas de invierno intenso presentan excedentes para aportarle al río Suratá; el área encontrada fue de 3.470 Has. (Tomado EOT Matanza).

Dentro del municipio de Matanza, solo cuenta con la vertiente occidental pues la opuesta pertenece al vecino municipio de Charta. Al río Suratá también le aporta el municipio una cantidad

importante de agua, pese a las condiciones ambientales desfavorables de la subcuenca, con escasas áreas boscosas y además la pendiente del terreno permiten que su drenaje sea rápido, generando aumento repentino de su caudal con presencia de gran cantidad de material rocoso de diferentes tamaños, siendo utilizado el más fino como materia prima para la industria de la construcción, además ocasiona el volcamiento de sus orillas, afectando notoriamente la vía Bucaramanga-Matanza, por estar paralela y junto a su margen (Tomado de EOT Matanza).

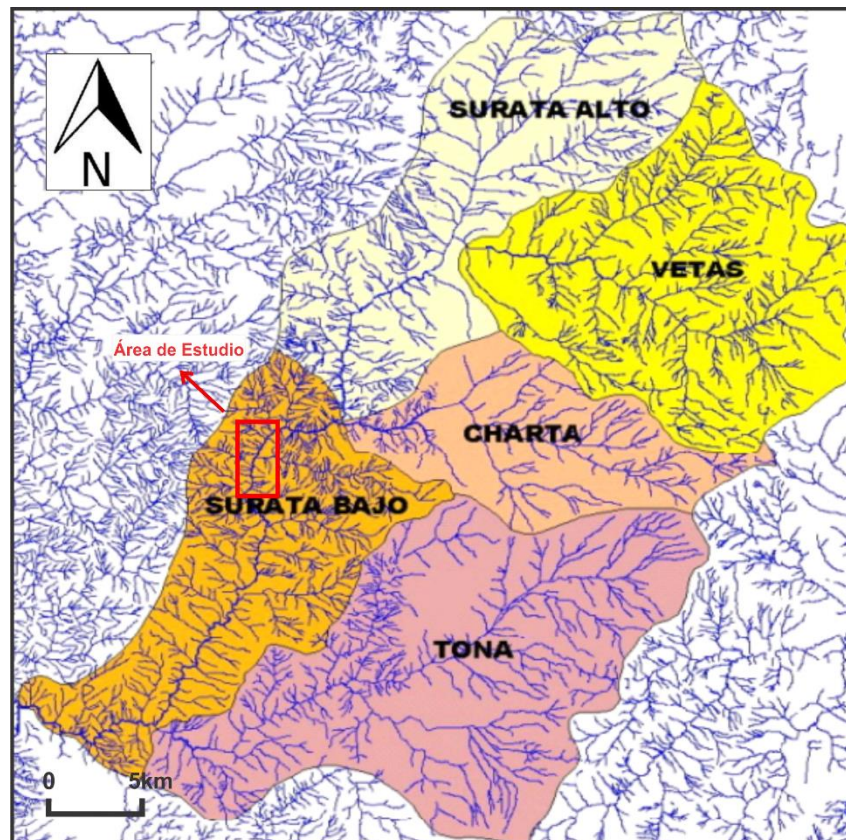


Figura 2. Mapa de Microcuencas. Adaptado de: SIA, CDMB.

2.2 Susceptibilidad de Deslizamientos

La susceptibilidad puede entenderse como una propiedad del terreno que indica qué tan favorables o desfavorables son las condiciones de éste, para que puedan ocurrir deslizamientos (Suárez, J.,

2009). El área de estudio de esta tesis responde a un relieve montañoso con un nivel de erosión fluvial fuerte, además de deslizamientos por gravedad (Depósitos Coluviales), presentes muy cerca de la carretera.

2.2.1 Remoción en masa. Sobre el territorio de la Subcuenca se observan procesos de remoción en masa y deslizamientos.

En la parte baja de la subcuenca sobre el territorio de la microcuenca Suratá Bajo, los suelos están asociados a relieves quebrados, poca profundidad, fertilidad muy baja, donde se debe dejar la regeneración vegetal espontánea. (Tomado de POMCA, Subcuenca Rio Suratá).

Una zona con Susceptibilidad Alta tendrá, generalmente, laderas con zonas de falla, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran (Sarkar y Kanungo, 2004).

En el tramo comprendido entre las coordenadas 1°293.880N, 1°112.269E y 1°293.990N, 1°112.347E, aproximadamente de 0.5 km, se identifican escarpes de falla de la Formación Jordán sobre la carretera, estos afloramientos rocosos de aproximadamente 15 m de altura, sobre el margen izquierdo de la vía Bucaramanga-Matanza, se encuentran altamente diaclasados. Hay algunos abanicos pequeños (coluviones) con cantos de tamaños variados, algunos alcanzan el metro de diámetro.

Una familia de diaclasas en particular está generando zonas de debilidad con fracturamientos a favor de la pendiente, por esto y demás, se puede inferir que este sector del tramo de vía es de susceptibilidad Alta.

Entre los puntos de coordenadas 1'295.179N, 1'112.776E hasta 1'295.452N, 1'112.609E, aflora nuevamente las rocas de Jordán, la roca no está muy meteorizada, sin embargo, se encuentra altamente fracturada sobre la vía. En este tramo los abanicos son de mayor tamaño y se expanden activamente. La cobertura vegetal es escasa en la mayor parte del tramo. Nuevamente se evidencia planos de diaclasas buzando a favor de la pendiente. En algunas partes de este tramo el afloramiento escarpado tiene una altura aproximadamente de 20 m, por lo que se podría que este tramo de vía, de 0.38 km, es de susceptibilidad alta.

A diferencia de estos dos tramos donde afloran escarpes fallados, el resto del área cercana a la vía al oeste del río Suratá, comprendida en la jurisdicción de Matanza, hay Depósitos Cuaternarios, con pendientes más suaves y presencia de vegetación, por lo cual la susceptibilidad de remoción en masa para estos tramos se puede determinar como Moderada (Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados, donde no han ocurrido deslizamientos, pero no existe completa seguridad de que no ocurran. (Sarkar y Kanungo, 2004).

En el extremo Oriental, jurisdicción del municipio de Charta, las pendientes son inclinadas y la cobertura vegetal abundante generalmente, sin embargo, en algunos lugares se expone la Formación Jordán con fracturamiento.

2.2.2 Erosionabilidad. Se ha demostrado que el contenido de Materia Orgánica influye en otras variables tales como la agregación de partículas de suelo y estabilidad de estos agregados, lo cual favorece además la resistencia del suelo a la erosión (Ramirez, Hincapie, Sadeghian, 2009).

Los suelos en la zona de estudio (parte alta de la microcuenca del Río Suratá), son limitados por tener erosión ligera a moderada, alta susceptibilidad a la misma a causa de las pendientes, poca profundidad radicular por afloramiento de rocas y fertilidad natural baja. Comprende unidades de montaña, con relieve fuertemente quebrado y escarpado. (Tomado de POMCA, Subcuenca Río Suratá)

Además, el factor estructural tiene influencia considerable sobre el área de estudio, pues los afloramientos evidencian fuerte diaclasamiento, lo que favorece a desprendimientos por gravedad de sedimentos de tamaño de grano variados. Las quebradas a la margen izquierda en la jurisdicción de Matanza no generan socavación lateral ni socavación de lecho muy fuertes.

2.3 Geología Estructural

Clavijo et al. (1993) divide a Santander en tres provincias tectónicas (Macizo de Santander, Valle medio del Magdalena y la de la Cordillera Oriental).

La provincia del Macizo se encuentra conformada por los bloques Floresta Cucutilla, Pamplona y Ocaña, en esta última, se encuentra localizada el área de este proyecto.

El Boque Ocaña se caracteriza tectónicamente por presentar un estilo estructural de fallamiento en bloques menores, separados por fallas inversas de dirección predominantemente SW-NE. Este bloque está limitado al occidente por la Falla Bucaramanga-Santa Marta y al suroriente por la Falla de Baraya. (Royero y Clavijo, 2001)

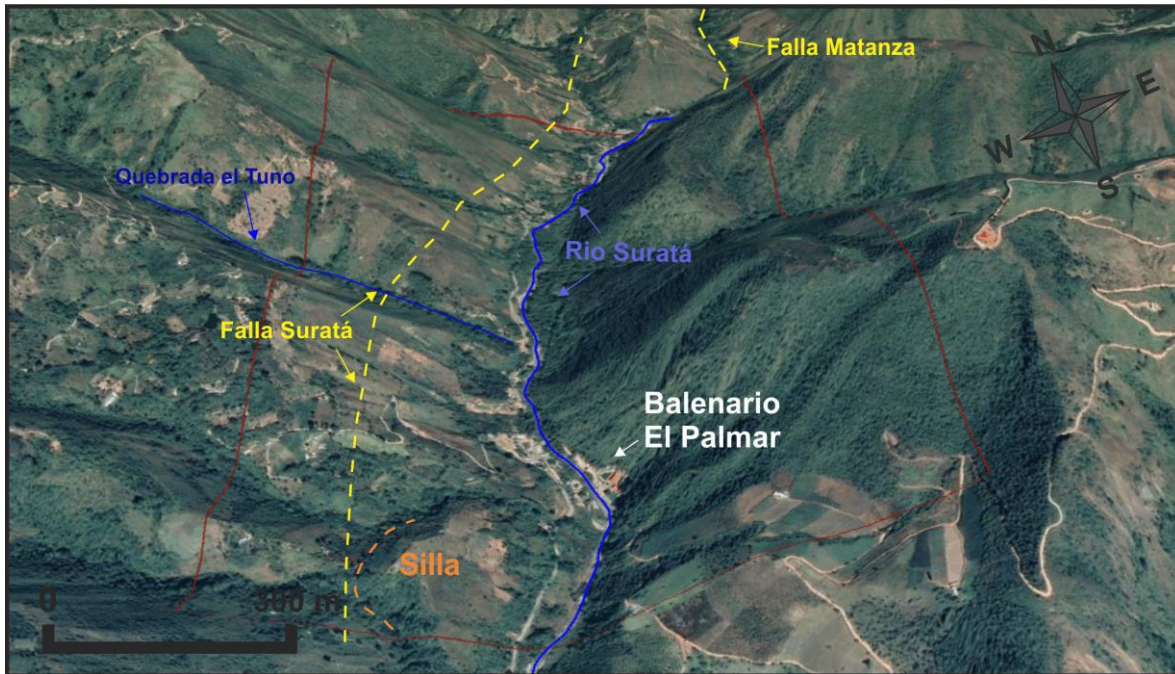


Figura 3. Panorámica de fallas. Adaptado de: Google Earth.

Panorámica de la zona (Polígono Rojo) mostrando el trazo de las fallas principales y la Quebrada el tuno, dominada por fallamiento.

2.3.1 Falla Sutará. El rasgo estructural de mayor incidencia en la zona de estudio está dado por la Falla Suratá la cual se encuentra asociada a una serie de fallas locales paralelas entre sí que interfieren el corredor vial y controlan localmente el cauce del Río Suratá. (Alcaldía de Bucaramanga 2017).

Es una falla inversa de ángulo alto y su plano de falla buza al noroccidente. Sin embargo, no siempre fue así, presenta movimientos relativos pre-cretácicos de distensión en donde el bloque occidental se hunde (jurisdicción del Municipio de Matanza) y post-cretácicos de tipo compresivo relacionado con la orogénesis terciaria, según Julivert, M., & Téllez, N. (1963), quienes presentaron evidencia de que la Falla Suratá tuvo una dinámica opuesta a la que ha tenido desde el cretáceo.

2.3.2 Falla Matanza. Casi paralela a la Falla Suratá está la Falla de Matanza, un poco más al Este, bordea tangente la zona de estudio, sin embargo, es importante tenerla en cuenta por la influencia tectónica en esta parte del polígono.

La falla Matanza pertenece al flanco W del Macizo de Santander, en el Valle del Río Suratá, tiene una dirección entre N-S y N15E-S15W y sigue el curso del río entre Matanza y el ramal a Charta (Julivert y Téllez, 1963).

La falla está cubierta en cercanías a la zona estudiada y pone en contacto el cretácico, al E, con la Formación Jordán al W, quien según Julivert, M., & Téllez, N. (1963), era el Grupo Girón, lo que posteriormente se determinó como Formación Jordán, gracias a investigaciones de Cediél.

Evidencias de la Falla Matanza se observan afuera del polígono estudiado, siguiendo la carretera justo después del Puente el Tanque. Un poco más delante de este punto la Formación Jordán se adelgaza repentinamente por la falla Matanza.

2.4 Marco Geológico Regional

El Nor-Oriente colombiano es un territorio geológicamente complejo, y tectónicamente dinámico cuya conformación está dada por la interacción de las placas tectónicas de Nazca, Caribe y Suramericana (Casadiegos, 2017).

En esta región del país, se encuentra la Cordillera Oriental de Colombia (COOr), en la cual se reconocen cuatro macizos, donde afloran rocas del basamento cristalino del Pre-Devónico y rocas ígneas del pre-Cretácico (Mantilla-Figueroa, García-Ramírez y Valencia, 2016).

La evolución geológica de la Cordillera Oriental inicia con la extensión rifting back-arc Triásica-Jurásica (Amiruddin, A. 2011). y con la tectónica dextral de la Falla Bucaramanga-Santa Marta durante el Jurásico temprano Medio, provocando una traslación hacia el norte de los terrenos ubicados al W de la misma (Ayala-Calvo y Bayona, 2005). La conjugación de estos eventos tectónicos dio lugar a la generación de cuencas graben asimétricas, en las que se depositaron potentes secuencias detríticas en ambientes de rift continental. Posteriormente, se amplía la cuenca por la extensión del Cretácico Temprano (Berrasio-Hauteriviano) y la acumulación es dividida por los Altos Santander y Floresta. En el Aptiano-Albiano la cuenca se extiende y profundiza, depositando facies marinas poco profundas en el Valle Superior del Magdalena, evento que se suspende a finales del Cretácico por la acreción de terrenos al W de la cuenca (Sarmiento-Rojas, Van Wess y Cloetingh, 2006). Después del Mioceno medio (Cooper *et al.*, 1995) mediante la reactivación e inversión tectónica de fallas normales de antiguas cuencas extensionales del

Jurásico superior y Cretácico inferior (Colletta *et al.*, 1990; Cooper *et al.*, 1995; Mora *et al.*, 2006) se genera la fase principal de levantamiento de la Cordillera Oriental de Colombia.

Estructuralmente el Macizo de Santander se define como un bloque levantado limitado por la falla de Bucaramanga – Santa Marta al oeste y por el sistema de fallas Pamplona – Cubogón – Mercedes hacia el oeste (García, Rios y Castellanos 2005), en él afloran litologías de basamento cristalino como lo son: Esquistos del Silgará, Ortogneis, Metasedimentitas de Guaca, Metasedimentitas de la Quebrada La Virgen, Floresta Metamórfoseada (Ward *et al.*, 1973; Clavijo, 1994; Restrepo-Pace, 1995; Royero y Clavijo, 2001; Moreno- Sánchez *et al.*, 2005, entre otros), respecto a rocas ígneas, acomodadas en stocks y plutones, hay principalmente granitoides. Y por último rocas sedimentarias de edades cretácicas y pre-cretácicas, algunas de materiales volcanoclásticos y volcanosedimentarios. (Mantilla-Figueroa *et al.*, 2016).

2.5 Marco Geológico Local

La zona de este proyecto se encuentra sobre el flanco occidental del Macizo de Santander sobre el Noreste del cuadrángulo H12, en donde afloran las siguientes litologías:

2.5.1 Neis de Bucaramanga. Aflora fuera del polígono de estudio, hacia la margen occidental de este. Existen ciertas diferencias entre el Neis de Bucaramanga y los Esquistos de Silgará, ya que estos últimos tienden a ser más cuarcíticos y de estratificación delgada a laminada, con abundantes filitas limosas ricas en cuarzo, mientras que el Neis de Bucaramanga es de

estratificación más gruesa y rocas con abundantes contenidos de biotita y hornblenda (Gutierrez, J. M., & Clavijo, J., 2001).

El Neis de Bucaramanga en la faja de Bucaramanga está bien expuesto a lo largo de la carretera Bucaramanga-Suratá y consiste en meta-pelitas, semipelitas y meta-areniscas con capas delgadas locales de rocas calcosilicatadas y mármol. El Neis hornbléndico y la anfibolita están subordinados y restringidos a zonas cercanas a los horizontes calcosilicatados. Afloran también capas de anfibolita y roca calcosilicatada a lo largo de las pendientes sobre el oeste del Río Surata y se observó mármol con epidota y anfíbol en un sitio cercano a Jaboncillo (Ward, 1973)

2.5.2 Formación Silgará. Hacia la zona centro occidental del macizo, en la franja Matanza-Cachirí-Turbay, inicialmente Ward et al. (1973) definieron la sección tipo de la Formación Silgará en la quebrada del mismo nombre como una secuencia de rocas clásticas metamorfoseadas, típicamente delgada y cíclicamente estratificadas que consta de pizarras, filitas, metalimonitas, metareniscas impuras, metawacas y metawacas guijarrosas con menos cantidades de pizarras y filitas calcáreas, reconociendo estas rocas se encuentra en las facies esquistos verdes alta – anfibolita baja. (Casadiegos, 2017)

La base de la Formación Silgará no fue precisada, sin embargo (Ward *et al.*, 1973; Mantilla-Figueroa, 2016) presume esta formación suprayace a la Unidad Gneis de Bucaramanga.

En este sector, hacia el sur de franja Matanza-Cachirí, las facies correspondían a esquistos verdes, parte baja de la zona del granate, siendo las rocas pelíticas y semipelíticas de los Esquistos

de Silgará afectado por un metamorfismo regional de bajo grado, posiblemente en una etapa retrógrada y en algunas partes se evidenció un metamorfismo dinámico sobreimpuesto por la acción de la Falla Suratá (Rueda y Villamizar, 2014).

También se observa, gracias al sistema de Fallas de Suratá y Bucaramanga, un clivaje de crenulación en litologías más pelíticas, que afectó la foliación S1, generándose una foliación S2.

2.5.3 Granito. Intrusiones pequeñas de cuarzomonzonita, granito, pórfido cuarzoso y escasas intrusiones de granodiorita, de colores gris rosado a gris claro y claro, están distribuidos en la Formación Silgará y en el Neis de Bucaramanga en la parte norte de los cuadrángulos H-12 y H-13. Muchas de éstas se hallan al este del Batolito de Rionegro; otras intrusiones y masas como silos, ocurren al norte y noreste del cuerpo principal de la cuarzomonzonita de La Corcova. Pequeños stocks están localizados en el área de la gran curva del río Suratá, al sur-suroeste de Matanza contienen roca porfirítica (Gutierrez y Clavijo, 2001).

El Batolito de Rio Negro corresponde a granitoides compuestos mineralógicamente por cuarzo, plagioclasa, feldespato alcalino, biotita y moscovita principalmente, e intruyen a rocas de la Formación Esquistos de Silgará (Hernández, López y Zuluaga, sf).

2.5.4 Formación Bocas. La Formación Bocas (del triásico) en contacto hacia la base con la formación Tiburón, se encuentra como limolitas gris verdosas con cemento silíceo, subiendo estratigráficamente Bocas presenta litarenitas feldespáticas y algunos conglomerados, niveles de shale y calizas (D. Lagos, comunicación personal, Enero 2019).

La limolita oscura, el shale y la arcillolita del Bocas no son muy resistentes a la meteorización y erosión; por consiguiente, la topografía resultante, está bien disectada pero no ofrece gran relieve. Los suelos son de color amarillento a marrón anaranjado y son característicos en algunas áreas. A unos 15 km al noreste de Bucaramanga, en un bloque de rocas sedimentarias que está tectónicamente hundido contra rocas del pre-Devónico en el noroeste, la Formación Bocas cubre estos metasedimentarios del pre-Devónico de la Formación Silgará (Royero y Clavijo, 2001).

2.5.5 Formación Jordán. La formación Jordán litológicamente se constituye de la intercalación de rocas volcanosedimentarias, sedimentarias y volcánicas depositadas en un ambiente continental lacustre. Su sección tipo se encuentra sobre la pendiente occidental de la mesa de los santos en la Quebrada de El Roto donde aflora sin la base, y al techo el contacto es discordante con la formación Los Santos. En general, la Formación Jordán suprayace concordantemente a la Formación Bocas. (Royero y Clavijo, 2001).

En la zona este del polígono estudiado, inicialmente Julivert, M., & Téllez, N., (1963), determinaron a la Formación Jordán erróneamente como Formación Girón, la cual describieron como un afloramiento de espesor notable caracterizado por lutitas rojizas muy compactas y más ocasionalmente por capas de arenitas o incluso algún conglomerado. Posteriormente, Cediell (1968), menciona que cerca a la zona sur de matanza, al NE de Bucaramanga, afloran los “red beds” de la Formación Jordán, cubriendo posiblemente el basamento.

2.5.6 Depósitos Cuaternarios. Los depósitos cuaternarios se encuentran distribuidos principalmente a los flancos de valles. La unidad que predomina es Qal, la cual está conformada

por depósitos no consolidados de aluvión, coluvión, derrubios, glaciares, fluvioglaciares, considerados del Holoceno. En las áreas montañosas, los depósitos aluviales son escasos. Algunos de estos cartografiados como aluviones en el páramo alto, posiblemente son en parte o enteramente correlativos, con los depósitos de terraza y de cono y pertenecen posiblemente al Pleistoceno (Royer y Clavijo, 2001).

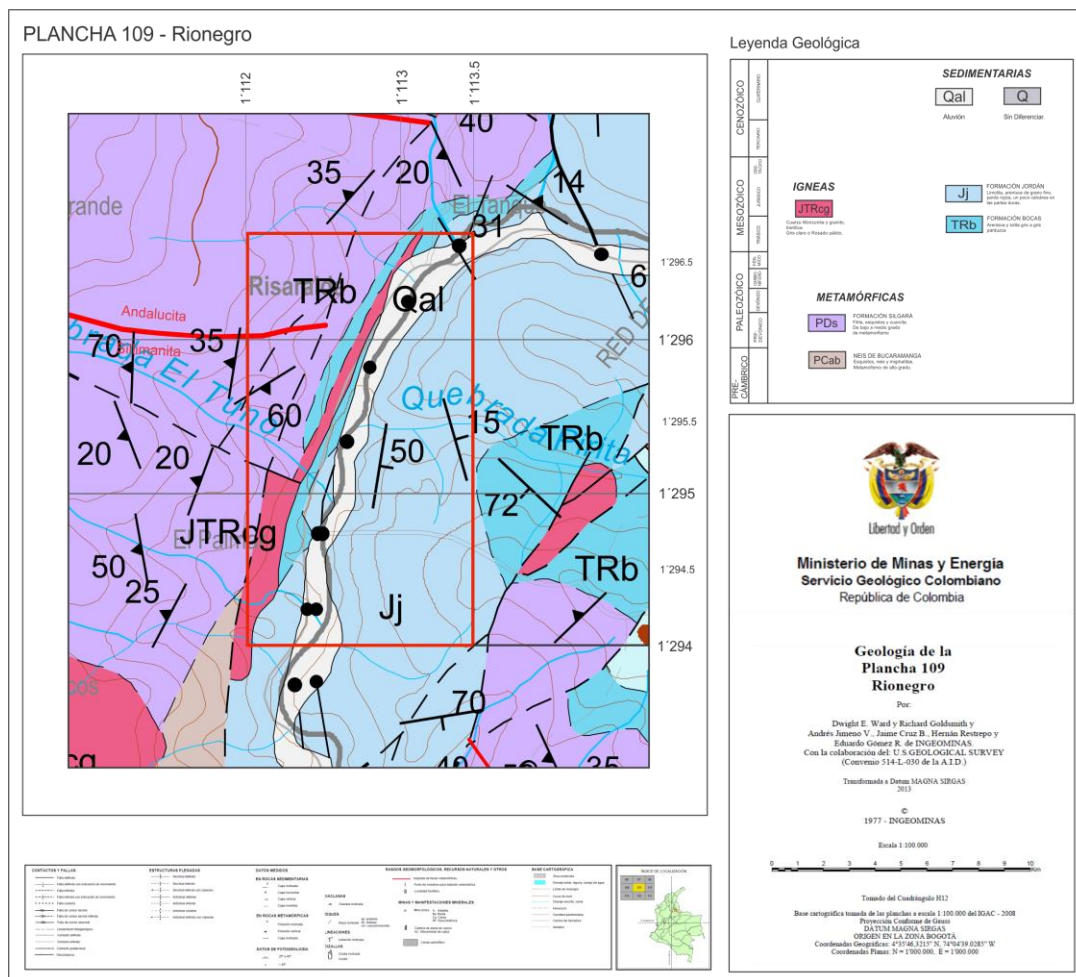


Figura 1. Cuadrángulo H12. Adaptado de: Servicio Geológico Colombiano.

Plancha 109 del cuadrángulo H12 del INGEOMINAS a escala 1:100000 mostrando el polígono de estudio. (En rojo).

3. Resultados

3.1 Carácter Geológico

3.1.1 Trabajo de campo. Las areniscas rojizas se presentan como potentes estratos en el sur-occidente del polígono de estudio, al margen derecho del río Suratá, correspondiente a la jurisdicción de Matanza y afloran un par de veces más sobre la carretera presentados como estratos más delgados hacia en nor-occidente, en contacto con litologías ígneas y cuaternarias.

En la jurisdicción de Charta, en la margen izquierda del río, las areniscas de Jordán se presentan en afloramientos espesos y con estratificación más definida, también se logran observar desde la carretera conos de derrubios pequeños de sedimentos rojos.

Las areniscas son de grano muy fino, aunque en algunas partes muy localizadas se encuentran niveles conglomeráticos en contactos fallados y en contactos transicionales.

Estos niveles se caracterizaron como Arenisca lodosa conglomerática según la clasificación textural mediante diagrama triangular de tamaño de grano (relación Lodo-Arena-Grava) de rocas terrígenas según (Folk, 1974). (Ver Figura 5, C y D).

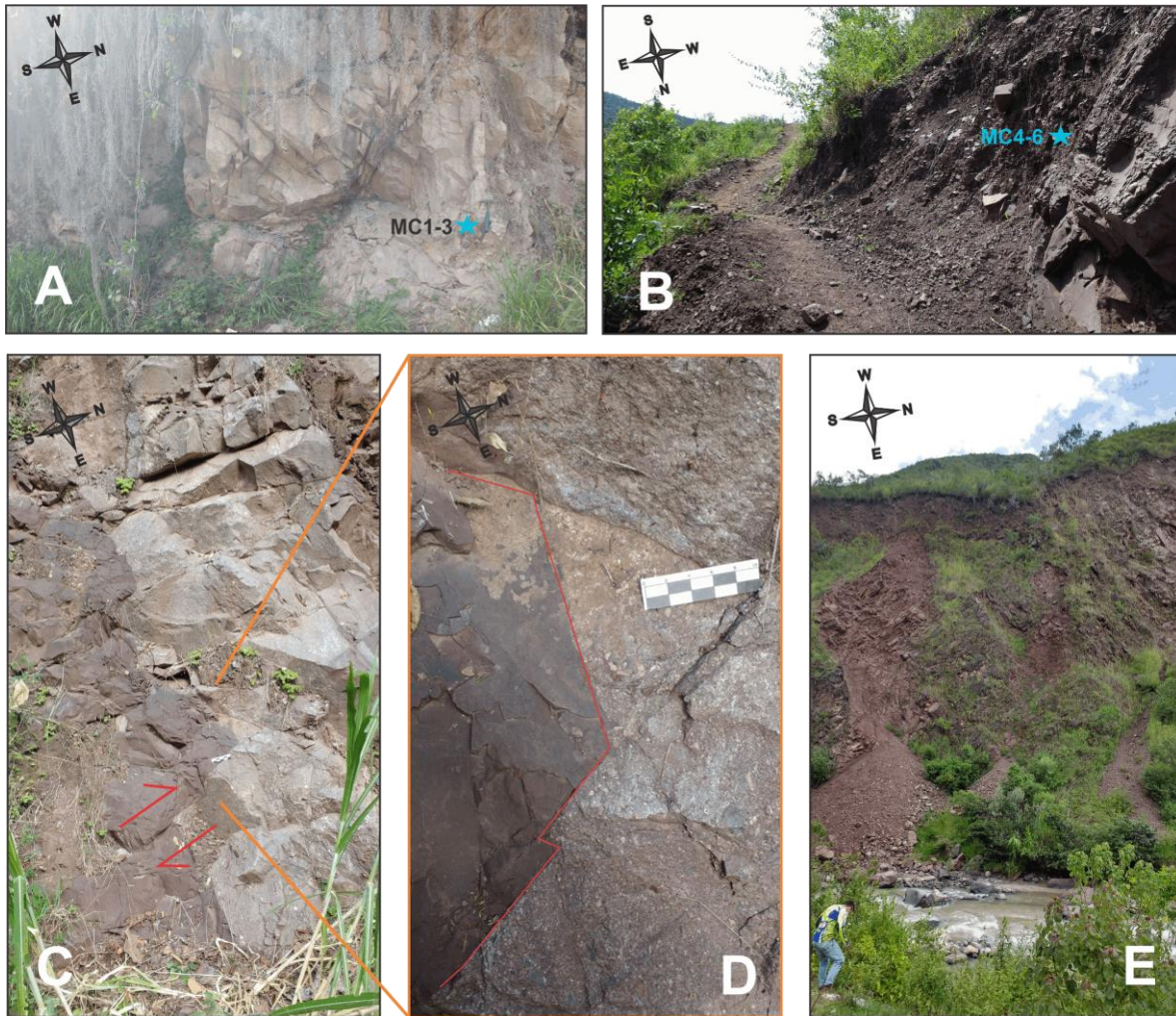


Figura 2. Fotografías de campo Formación Jordán.

A: Localización de donde se extrajo la muestra MC1-3 para sección delgada, B: Afloramiento de donde se extrajo la muestra MC4-6 para sección delgada, C y D: Nivel gravoso de la Formación Jordán en contacto fallado, E: Conos de derrubio entremezclando material con el río Suratá.

Los esquistos se presentan de una tonalidad gris verdosa y pocos afloramientos manifiestan una foliación esquistosa característica. Hacia la parte occidental del área de estudio afloran esquistos

en contacto con niveles delgados de cuarcita. El único mineral indicador de grado de metamorfismo observado bajo lupa es la biotita, de grano muy fino.

Los afloramientos de litología ígnea se presentan tres veces en la zona como cuerpos de granito muy fracturados, y con algunas variaciones texturales como la disminución de tamaño de grano en un sector y menos cantidad de ortoclasa.

Algunos son de color amarillo claro y otros de color gris, contrastando fuertemente con las tonalidades rojizas de las rocas sedimentarias.

Se encuentran en contacto con la Formación Jordán hacia el Oriente y con los esquistos de Silgará hacia el Occidente y se cartografiaron como una lente que instruye a ambas formaciones siguiendo el patrón de fallamiento local.

Estas rocas plutónicas fueron denominadas por Ward et al. (1973) como grupo Plutónico de Santander y este granito en particular puede estar asociado al Batolito de Rio Negro a unos cuantos kilómetros al Oeste.

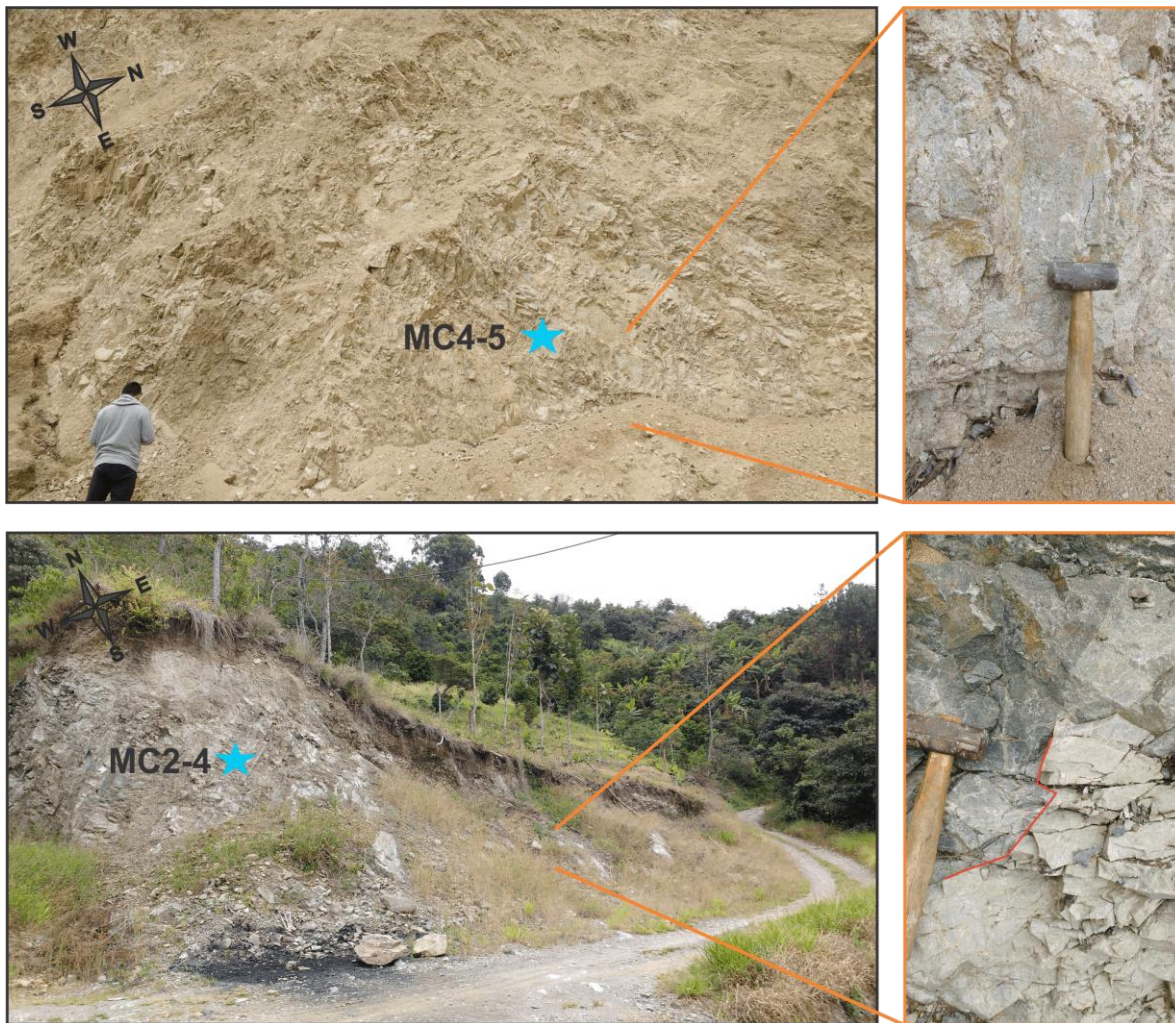


Figura 3. Fotografías de campo Granito y Esquisto.

En la imagen superior se presenta afloramiento de roca ígnea de donde se extrajo la muestra para sección delgada MC4-5, En la imagen inferior se presenta afloramiento de esquistos de donde se extrajo la muestra MC2-4 en la vereda San Isidro.

La geología estructural de la zona está dominada por la Falla Suratá, y fallas pequeñas paralelas a esta. En campo se observan afloramientos con brechamiento, de dos a tres familias de diaclasas y algunos planos con estrías.

La Falla Suratá de rumbo sur-este y de dinámica inversa pone en contacto rocas antiguas del paleozoico como los Esquistos de Silgará, encima de litologías más jóvenes como la Formación Jordán del Mesozoico (Julivert y Téllez, 1963). Esto se evidencia según los datos tomados en campo y análisis de teledetección según patrones de lineamientos realizados en base a un DEM. La Falla Suratá responde a una dinámica inversa de cabalgamientos de bloques occidentales sobre los orientales, poniendo en contacto a rocas de Jordán, (lo que antiguamente se creía Girón en esta zona); con el basamento ígneo-metamórfico representado por los Esquistos de Silgará y Granito.

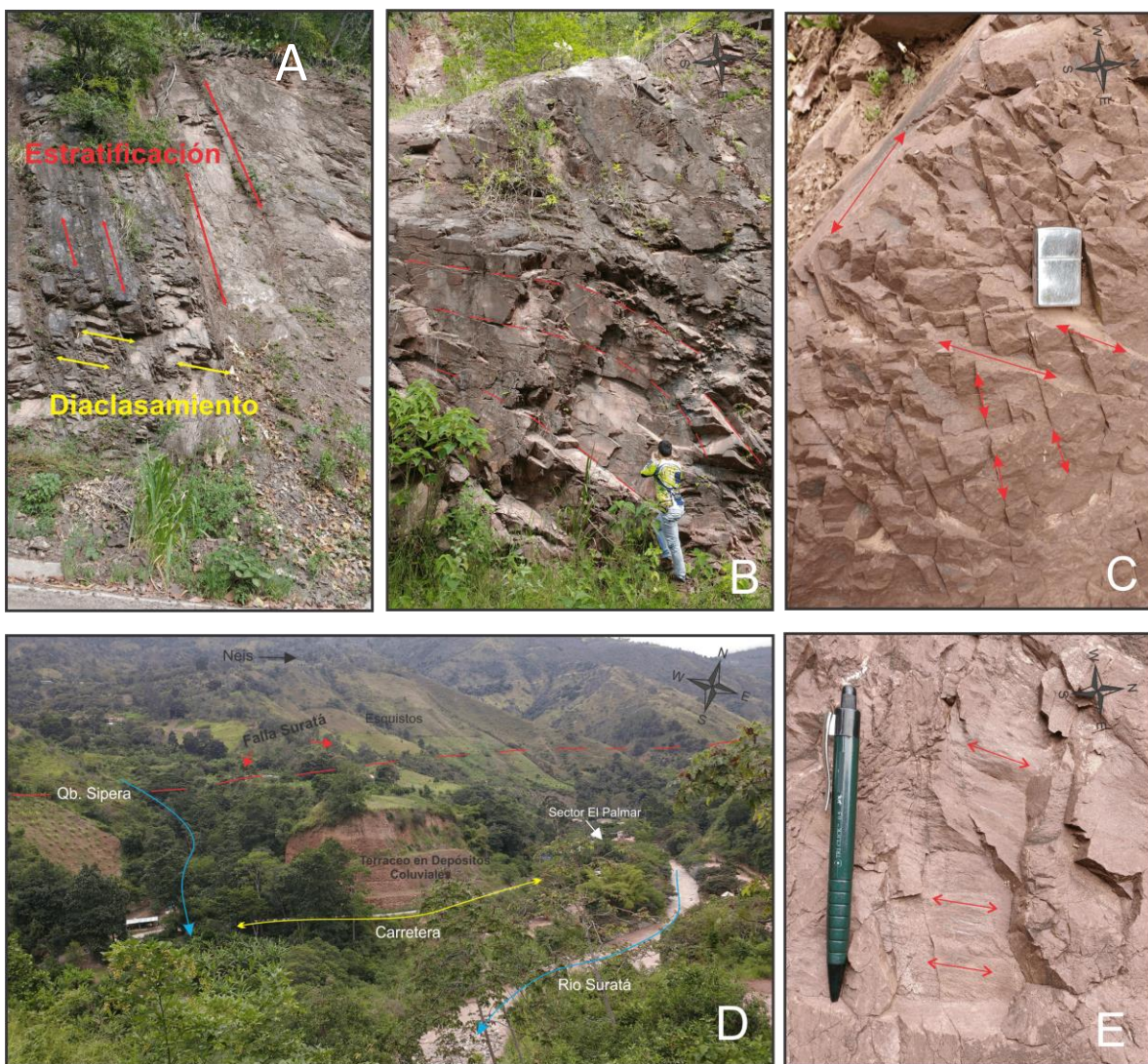


Figura 4. Fotografías de campo Geología Estructural.

A y B: Afloramiento de la Formación Jordán mostrando Estratificación y Diaclasamiento, C: Direcciones de familias principales de Diaclasas, D: Panorámica de la zona de estudio mostrando el trazo de la falla Suratá, E: Detalle de plano de estrías.

A continuación, se presentan datos estructurales medidos en campo y un mapa de sombras generado mediante el procesamiento de un DEM de la zona, mostrando los rasgos estructurales principales mediante lineamientos y diagramas de rosetas sobre las localizaciones con mayor densidad de datos tomados.

Tabla 1.

Datos Estructurales.

FORMACIÓN JORDÁN						
Coordenadas		N: 1293880		E:1112269		
ESTRATIFICACIÓN	DIACLASAS		PLANO DE FALLA			
	Familia 1	Familia 2				
340/58	234/78	145/45	54/58			
340/61	238/80	154/38	65/60			
335/63	237/78	150/39	52/61			
332/64	232/76	151/39	66/66			
337/61	239/79	148/43	74/82			
335/59	200/76	92/31	80/75			
342/60	196/80	73/41	70/65			
350/52	210/77	88/40	71/90			
344/62	216/78	94/42	76/65			
341/64	215/80	90/41	70/68			
339/54	199/74					
344/60						

Coordenadas		N: 1295172		E:1112524		
ESTRATIFICACIÓN	DIACLASAS		PLANO DE FALLA			
	Familia 1	Familia 2				
130/65	124/70	25/75				
128/77		38/80				
125/85		27/76				

Coordenadas		N: 1295465		E:1112612		
ESTRATIFICACIÓN	DIACLASAS		PLANO DE FALLA			
	Familia 1	Familia 2				
89/45	305/13					
100/55	309/15					

Coordenadas		N: 1296671		E:1113539		
ESTRATIFICACIÓN	DIACLASAS		PLANO DE FALLA			
	Familia 1	Familia 2				
100/35	186/75					
80/32	190/70					

Coordenadas			N: 1294206		E:1112634	
ESTRATIFICACIÓN	DIACLASAS		PLANO DE FALLA			
	Familia 1	Familia 2				
40/49	100/89	200/67				
16/26	110/91	202/73				
20/28						
357/24						

Coordenadas			N: 1295107		E:1112565	
ESTRATIFICACIÓN	DIACLASAS		PLANO DE FALLA			
	Familia 1	Familia 2				
135/90	230/54	29/65				
132/81	220/46	30/65				
125/86		31/68				

Coordenada N:1296418 E:1112899		Coordenada N:1295907 E:1112605	
260/90	275/12		
254/91	280/12		
255/89	278/16		
	279/13		

Nota: *Datos estructurales tomados en campo de la Formación Jordán Y Esquistos de Silgará.

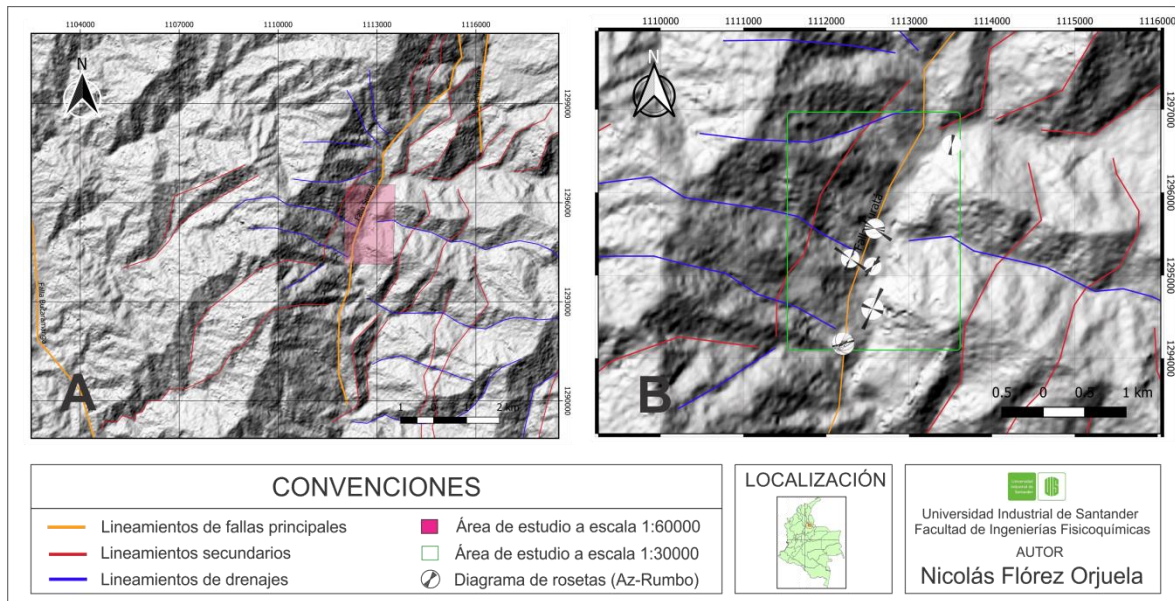


Figura 5. Mapa de lineamientos estructurales y diagrama de rosetas.

Lineamientos estructurales de la zona a escala 1:50000 (Imagen Izquierda). Lineamientos estructurales de polígono de estudio y localización de diagrama de Rosetas de datos medidos en campo a escala 1:20000 (Imagen Derecha).

Los depósitos se pueden evidenciar principalmente hacia la parte occidental del área de estudio (margen derecha del río). Se logran determinar tres tipos; Depósitos Coluviales Fluvio-torrenciales o de Derrubios de Vertiente; Depósitos Aluviales de Terraza y Depósitos de Llanura Aluvial, cada uno representado en el mapa como Qfv; Qtz; Qll; respectivamente.

La geometría de los depósitos fluvio-torrenciales o derrubios (Qfv), mediante imágenes satelitales, se presentan como taludes de vertiente asociados a la Falla Suratá, la cual genera fracturamiento en la roca y posteriormente por saturación y acción de la gravedad se generan caídas súbitas de material, sin embargo, no se descarta que también estén geoméricamente dispuestos

como conos por la cantidad de quebradas tributarias al río Suratá en el polígono de estudio. En los tramos donde afloran, exhiben guijarros y bloques metamórficos sub-angulares principalmente, embebidos en una matriz areno-lodosa; algunos se encuentran sub-redondeados, posiblemente por una dinámica de flujo hiperconcentrado con aporte de clastos de quebradas adyacentes que ya han depositado con anterioridad material aluvial, o por lavado del río Suratá la cual entremezcla partículas que han tenido mucho transporte y presentan esta forma en los granos.

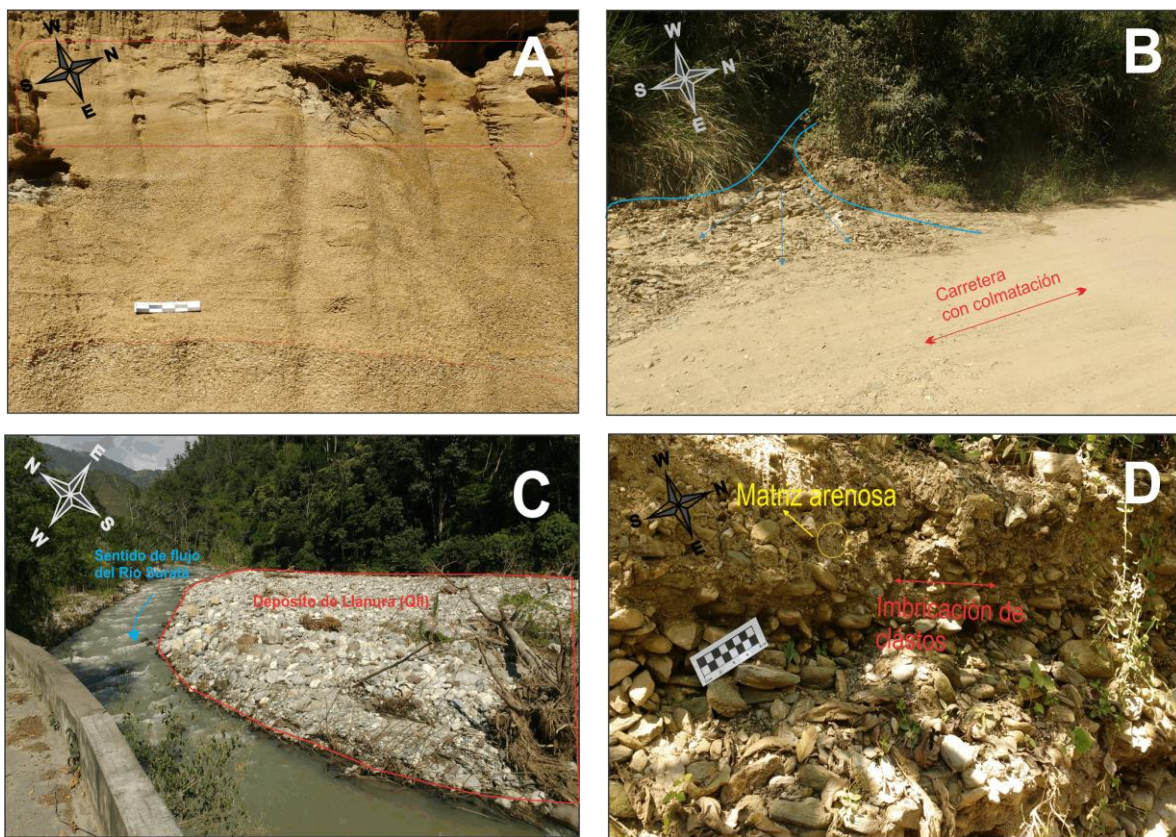


Figura 6. Fotografías de Campo de Depósitos Cuaternarios.

Los Depósitos de Terraza (Qtz) se encuentran cerca de las zonas donde corren quebradas o caños, algunos afloramientos tienen espesores de hasta 4 m de altura, exhiben gravas y en algunos casos bloques; la matriz de los depósitos es arenosa y la mayoría de clastos presentan una leve

imbricación. Hay afloramientos en los que se evidencian cantos muy bien redondeados, imbricados y bien distribuidos en matriz de arena fina, además se extienden a lo largo del corredor vial hasta 60 m, evidenciando una posible participación del río Suratá en la depositación.

Los Depósitos de Llanura Aluvial (QII), se caracterizan por su geometría amplia y plana, son los más jóvenes de los tres depósitos encontrados en la zona y están dominados por la dinámica del río Suratá, sobre estos depósitos se encuentran asentamientos antrópicos como balnearios, escuelas, viviendas, etc.

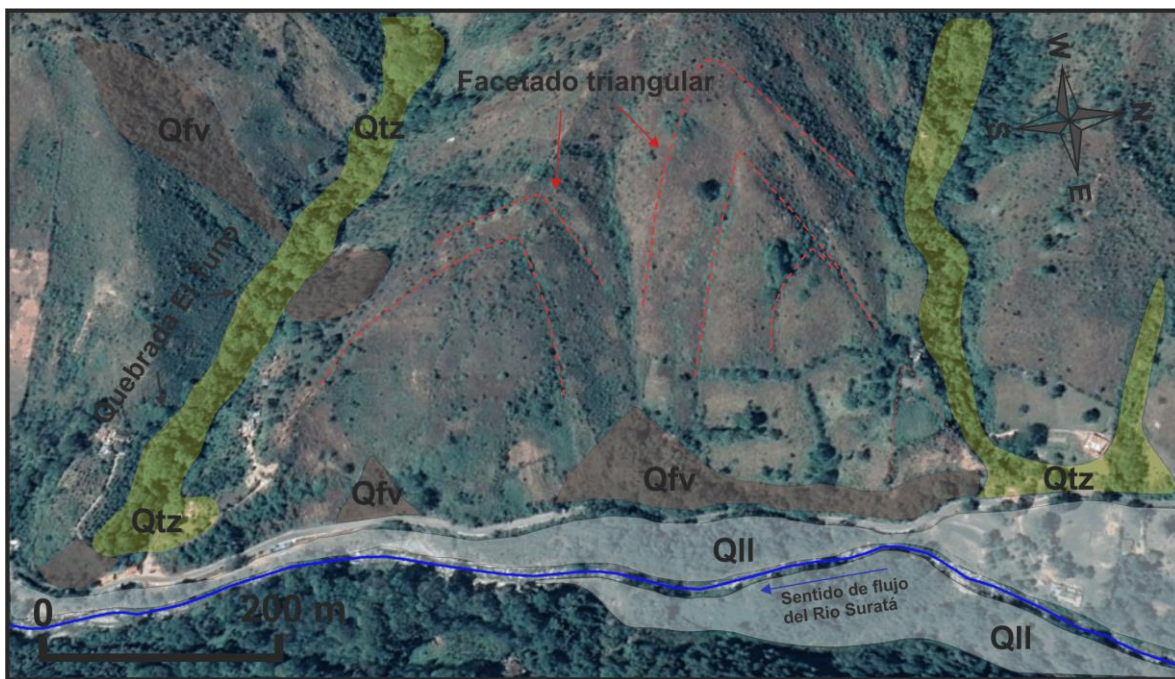


Figura 7. Panorámica de depósitos cuaternarios. Adaptado de: Google Earth

Panorámica de la zona donde se perforaron los sondeos Puente el Tuno mostrando geometrías de los depósitos cuaternarios.

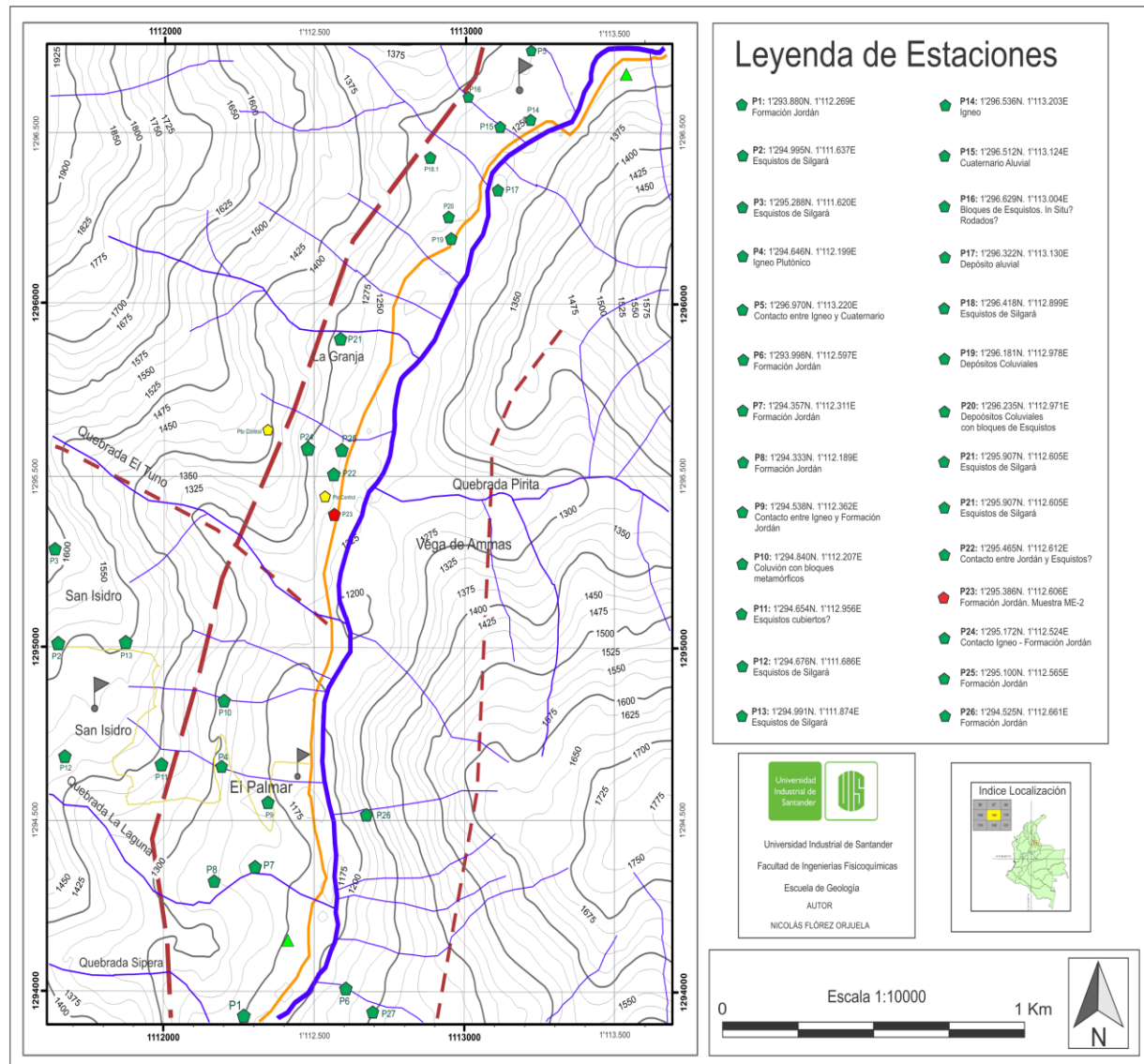


Figura 8. Mapa de Estaciones y puntos de control de campo.

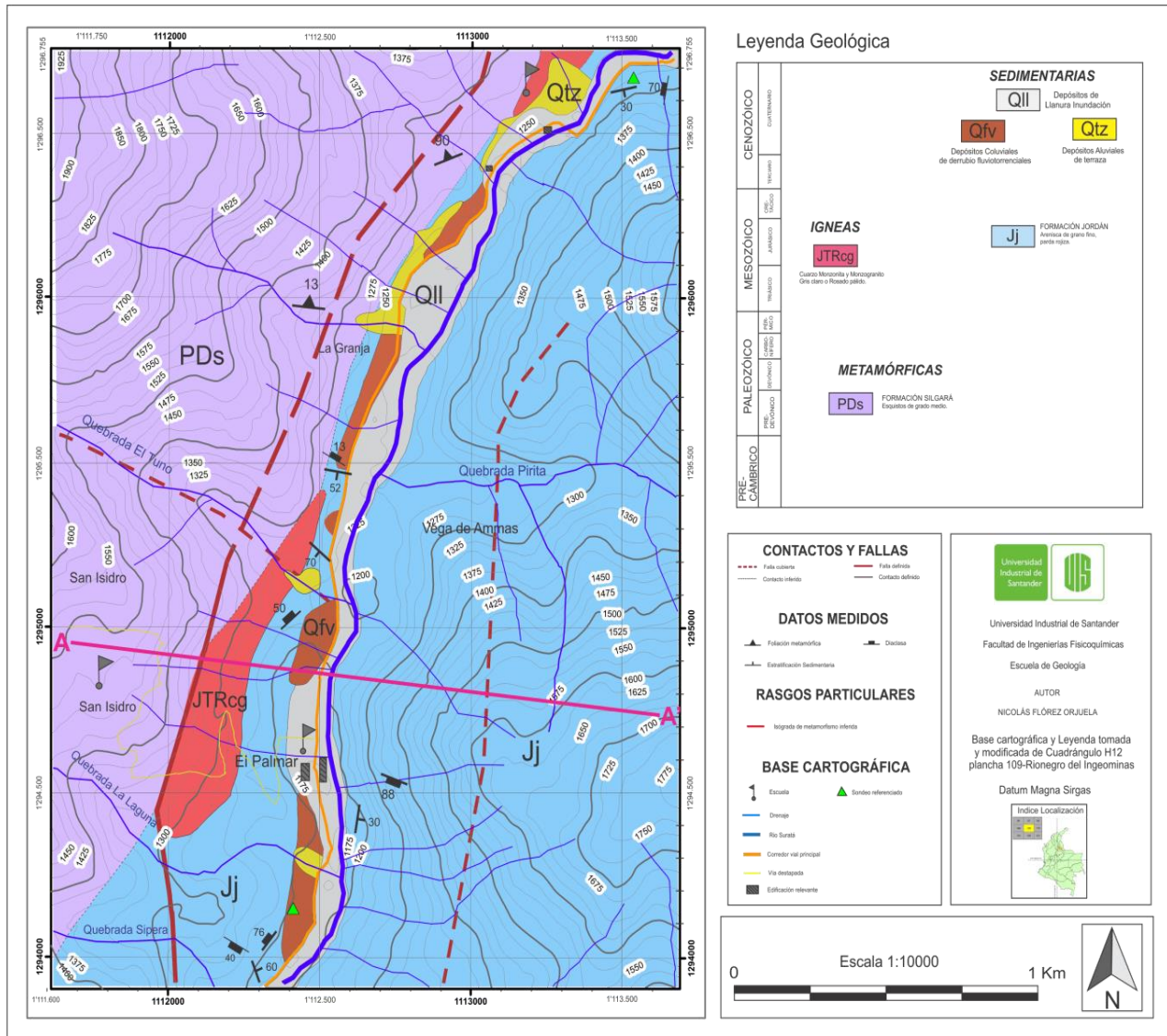


Figura 9. Mapa geológico del área de estudio.

Cartografía del área circunscrita del proyecto a escala 1:10000, realizado mediante trabajo de campo.

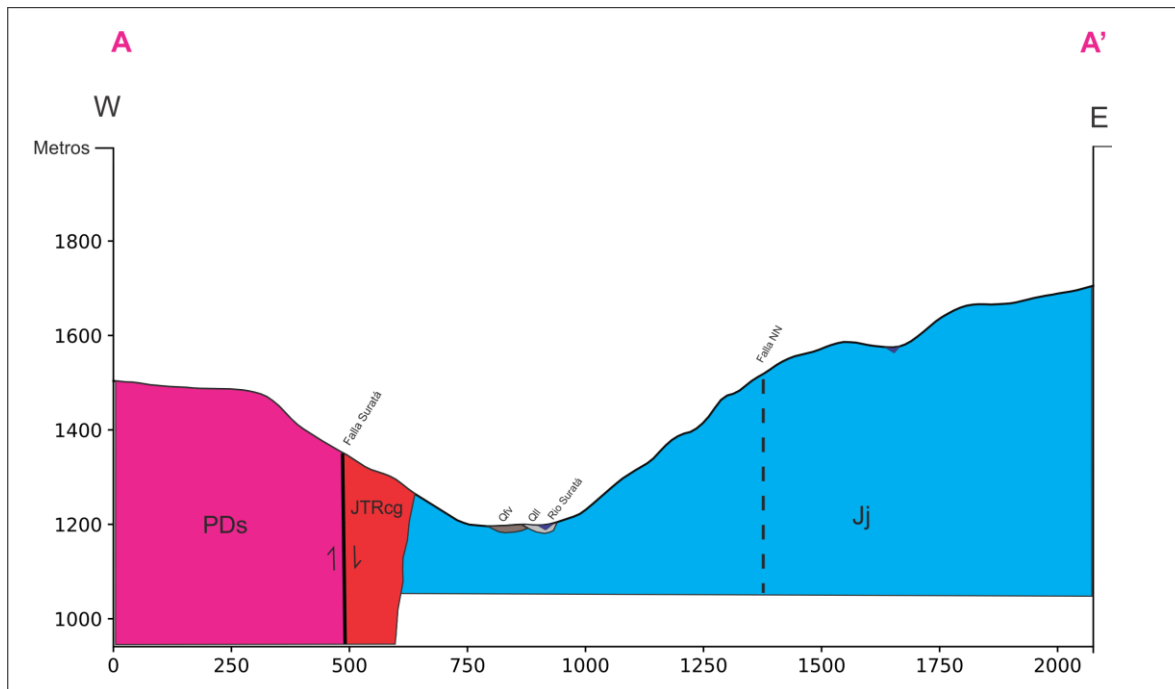


Figura 10. Perfil Geológico.

Detalle de perfil geológico mostrando el plano de la falla Surata y las litologías de la zona.

3.1.2 Petrografía. Los núcleos que están comprendidos en el área de estudio dan evidencia del material pétreo que caracteriza a la zona, sin embargo, por tratarse de perforaciones cercanas a la vía, no son fiables para realizar un análisis riguroso petrográfico.

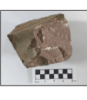
Por esto, se realizó un trabajo de campo y se extrajeron muestras de mano de lugares estratégicos y representativos de cada una de las diferentes litologías que intervienen el polígono, con el fin de analizar y comparar tanto a escala mesoscópica como microscópica, las muestras frescas de campo, con las muestras de los núcleos perforados por Consorcio Diseños Viales. Los núcleos Puente Las Palmas P34-i, Puente Las Palmas P34-d y Puente El Tuno P35-d, varían de litología según aumentan de profundidad, por lo que el basamento de la perforación después de

pasar el horizonte del suelo no se determina, clasificándose el sondeo como Depósito Fluviotorrencial. Sin embargo, el material que se repite con más frecuencia en estos tres núcleos es esquisto, compacto, de color verdoso cerceta, de grano muy fino. Por este motivo se escogió la muestra de núcleo P34d1-2 (ver tabla 2), para sección delgada y análisis un poco más detallado de su petrografía y posible procedencia.

El núcleo Puente El Tuno P36-i, presenta un espesor considerable de litología sedimentaria rojiza, referente a la Formación Jordán y se extrajo una muestra para su respectivo análisis en sección delgada, la muestra MP36i1-1. Las otras secciones delgadas pertenecen a cuatro muestras de mano, extraídas en campo en locación Oeste del polígono (ver tabla 2).

Tabla 2.

Muestras para sección delgada.

MUESTRA	FOTO	LUGAR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN MESOSCÓPICA
MP36i1-1		Núcleo Puente El Tuno MP36-i A 8m de profundidad	Formación Jordán	Arenisca marrón castaño a marrón pardo, de matriz lodosa, tamaño de grano muy fino, bien calibrada, poco porosa.
MP34d1-2		Núcleo Puente Las Palmas P34-d A 5m de profundidad.	Esquistos de Silgará	Esquisito de color verde azulado cerceta, compacta, se aprecian de foliación en las bases de la probeta y brillo micáceo.
MC1-3		Muestra de campo. Coordenadas: 7°15'53.4"N 73°03'30.7"W	Formación Jordán	Arenisca marrón castaño a marrón pardo, de matriz lodosa, tamaño de grano muy fino, bien calibrada, poco porosa, compacta, con venillas de cuarzo.
MC2-4		Muestra de campo. Coordenadas: 7°15'45.8"N 73°03'59.7"W	Esquistos de Silgará	Esquisito de color verde azulado cerceta, foliación espaciada de 1mm a 0,8mm. La muestra en algunas caras presenta brillo micáceo y se observa esquistocidad; por el contrario en otras se presenta masiva y con poca presencia de micas.
MC4-5		Muestra de campo. Coordenadas: 7°15'34.15"N 73°03'41.68"W	Granito	De color intermedio-félsico, fanerítica, de granos gruesos, equigranular y holocristalina. Por composición modal de campo, según diagrama Q-A-P, de Streckeisen, la roca está en el campo de Granito.
MC4-6		Muestra de campo. Coordenadas: 7°15'24.74"N 73°03'38.03"W	Formación Jordán	Arenisca media ligeramente gravosa, medianamente calibrada, de matriz lodosa y porosidad primaria mayor a 5%. De color rojizo pardo.

Muestra MP36i1-1:

Arcosa Lítica de grano muy fino, bien calibrada de granos subangulares a angulares, composicionalmente madura, granos con contacto tangencial y flotante, de cemento ferruginoso y con escasa porosidad.

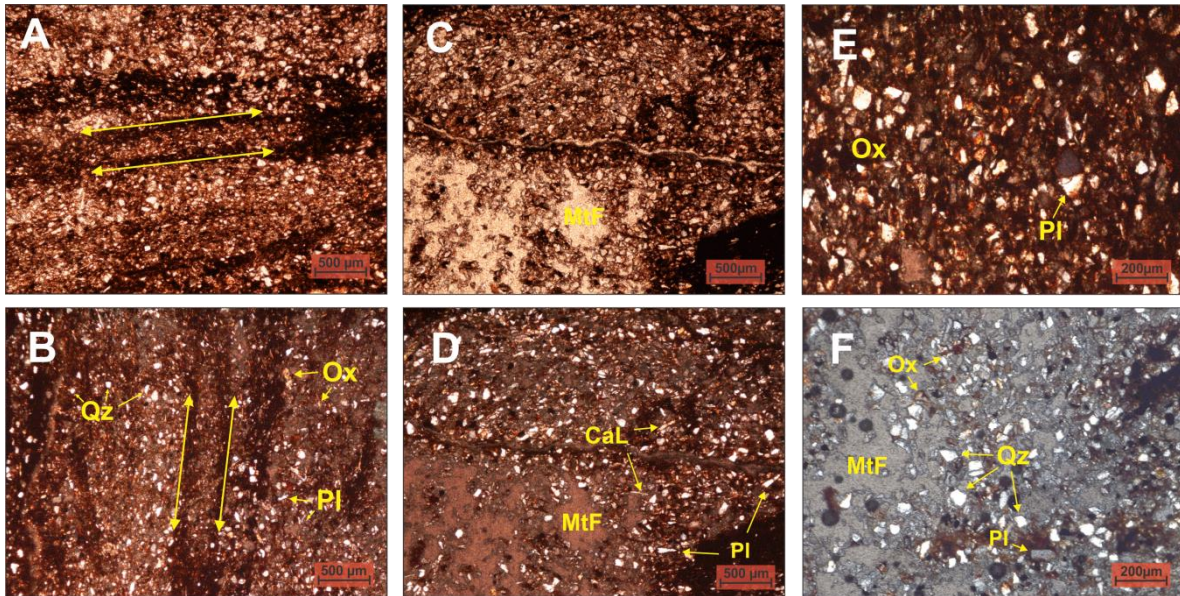


Figura 11. Microfotografías de muestra MP36i1-1.

A y B: Detalle de bandas ferruginosas opacas mostrando laminación plana no paralela; **C y D:** Matriz ferruginosa lodosa (MtF). Venilla isotrópica atravesando la foto de este a oeste; **E y F:** Detalle ampliado de la sección mostrando el calibrado de la muestra, plagioclasas macladas, óxidos (Ox) y cuarzoes angulares volcánicos. Arcosa lítica. Recuadros A-C en nicoles paralelos, recuadros B-D-E-F en nicoles cruzados.

Cristales de forma angular y sub esférica, algunos tabulares, en su mayoría incoloros en NPLA. La sección se encuentra de moderada a bien calibrada.

El armazón de la roca es granosoportada debido a la densidad de minerales de tamaño promedio de 1.4 mm, el contacto entre partículas es flotante, en algunos sectores hay contacto longitudinal y la matriz se presenta lodosa.

La sección no se encuentra homogénea en su mayoría, ver (fig11, F). Presenta laminación plana no paralela, en unos sectores se aprecia fuertemente con bandas de color rojizo (minerales ferruginosos y óxidos de hierro). La distribución textural-composicional según el manual de Cruz y Caballero (2007) y diagramas modificados de Folk (1974), fue obtenida mediante comparación de diagramas de Schole (1979), para estimación de porcentajes de minerales:

Armazón (52%): Distribuidos en Cuarzo (27%), Feldespato (17%), Fragmentos de Roca (8%) y Matriz (40%, entre Cuarzo (27%) y Feldespato (13%)).

Cemento (8%): Distribuido en Ferruginoso (7%) y Silíceo (1%).

Posteriormente se recalculó obviando Matriz y Cemento, la porosidad se obvió desde el inicio de los porcentajes texturales. Se obtuvo: Cuarzo: 51.9%. Feldespato: 32.7% y Fragmentos de Rocas (Líticos): 15.38%.

Muestra MP34d1-2: Esquisto micáceo-cuarzoso, de facies esquistos verdes.

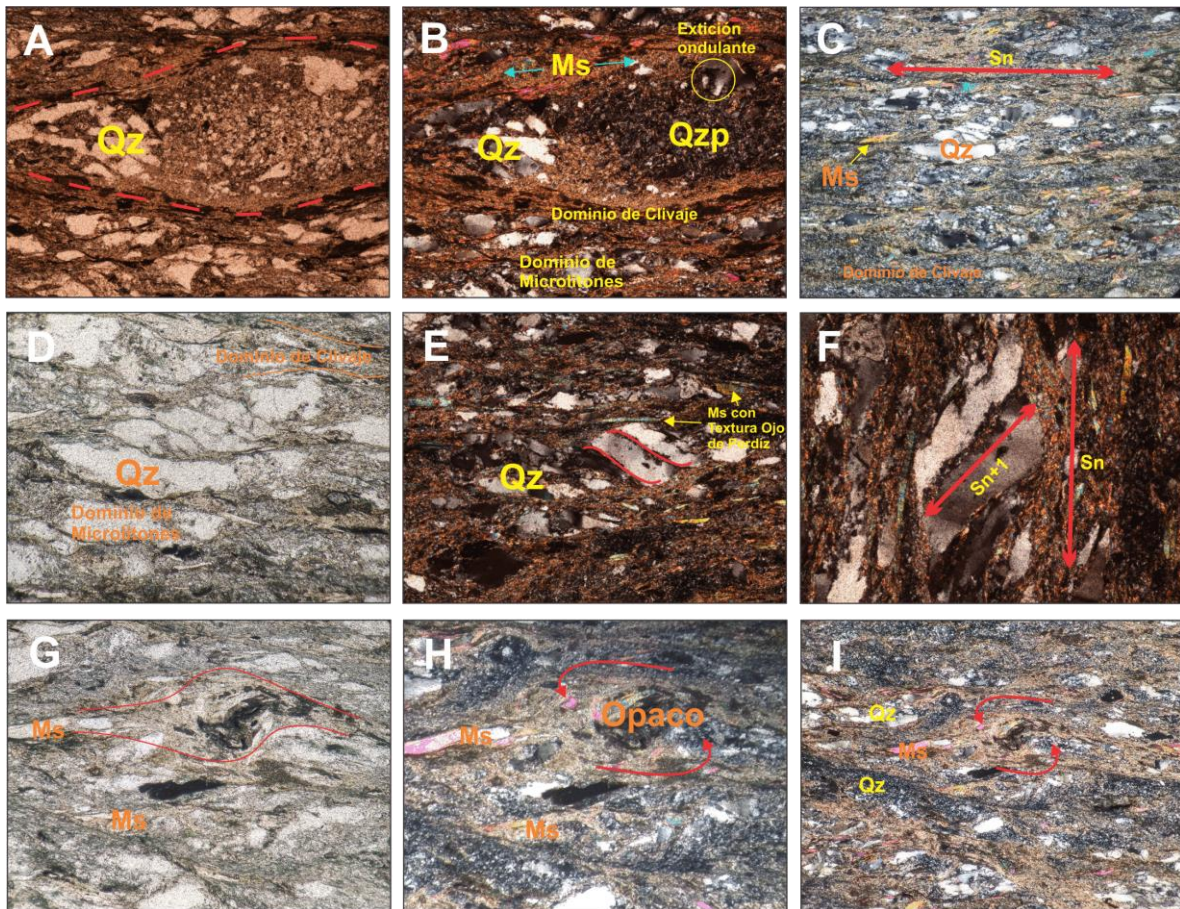


Figura 12. Microfotografías de muestra MP34d1-2.

A y B: Detalle del dominio de microlitones y dominio de clivaje bordeando a un porfidoblásto de cuarzo policristalino (Qzp); **C:** Detalle de foliación (cristales alargados de cuarzo y muscovita en la dirección de esfuerzo); **D, E y F:** Cuarzo con extinción ondulante fracturado de forma “mineral fish” mostrando posible desarrollo de foliación S_{n+1} ; **G, H e I:** Porfidoblásto opaco en proceso de reemplazamiento. Aunque no es posible determinar con seguridad el sentido del cizallamiento (dextral o sinistral), se estima que el porfidoblásto es sintectónico por la relación con la foliación externa. Esquisto micáceo-cuarzoso. Recuadros A-D-G en nicoles paralelos, recuadros B-C-E-F-H-I en nicoles cruzados.

La foliación es espaciada con dominio de microlitones definido principalmente por cuarzo, y dominios de clivaje definido por micas. Está caracterizada por un clivaje espaciado—clivaje disyuntivo o de fractura y no se observa crenulación en el dominio de microlitones. La forma de dominio de clivaje es suave, posee un 75% de volumen (dominio zonal) y la relación espacial es anastomosada. La transición entre los dominios es gradacional.

Texturalmente la sección se presenta granolepidoblástica, en los dominios de microlitones de cuarzo con extinción ondulante, los cristales son heteroblásticos.

El análisis paragenético se obtuvo mediante el contacto entre los minerales Cuarzo (Qz), Muscovita (Ms) y Clorita (Chl), formando así la paragénesis: **Qz + Ms + Chl**.

De esta manera, se determina como un Esquisto Pelítico (Micáceo-cuarzoso), de facies esquistos verdes, zona de la clorita.

Muestra MC1-3: Arcosa Lítica Feldespática de grano fino, bien calibrada de granos subesféricos-subangulares. Composicionalmente madura, granos con contacto flotante, de cemento ferruginoso y porosidad escasa.

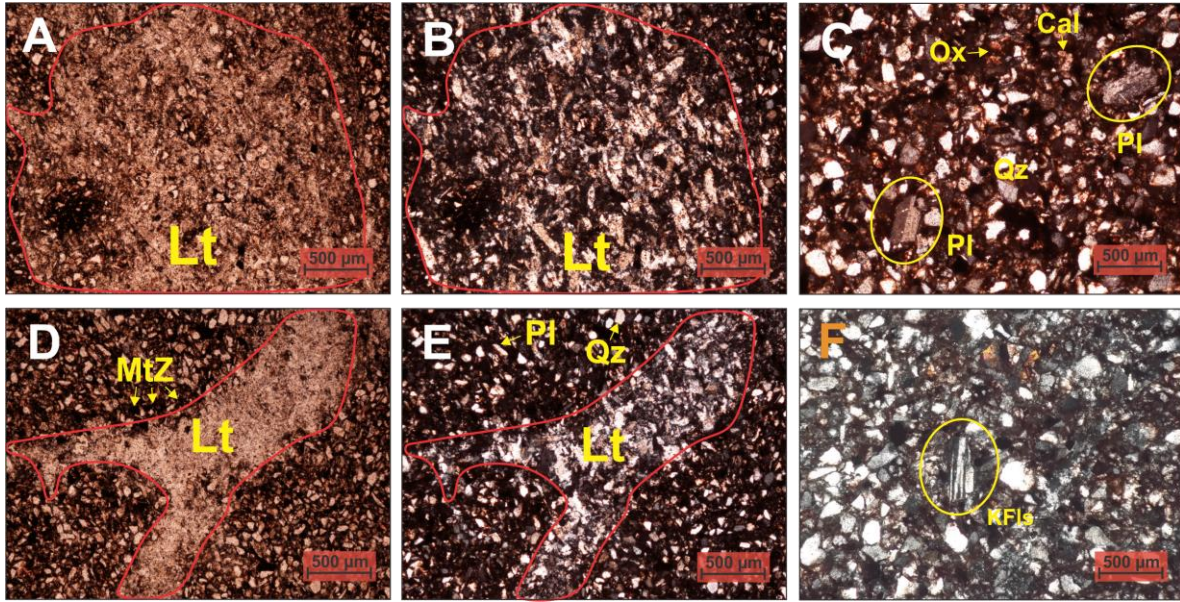


Figura 13. Microfotografías de muestra MC1-3.

A y B: Lítico policristalino de feldespato alterando a sericita; **D Y E:** Matriz ferruginosa lodosa opaca (MtF), detalle de lítico policristalino feldespático; **C:** Detalle de la sección mostrando el calibrado de la muestra, plagioclasas macladas (algunas con sericitación), cristales de calcita, óxidos (Ox) y cuarzos angulares volcánicos; **F:** Cristal de feldespato potásico maclado, cuarzos en la parte inferior izquierda con extinción ondulante.

Arcosa lítica feldespática. Recuadros A-D en nicoles paralelos, recuadros B-C-E-F en nicoles cruzados.

Cristales subesféricos, angulares a sub-angulares. La mayoría incoloros en NPLA, esta sección se encuentra bien calibrada.

El armazón de la roca es granosoportada, los minerales que conforman el armazón tienen un tamaño de grano entre 1.4 a 1.5 micras. El contacto entre partículas es flotante en la mayoría de la muestra, algunos feldespatos presentan contacto longitudinal y la matriz se presenta lodosa.

La sección es homogénea, con cuarzos muy angulares y feldespatos tabulares, característicos de ambientes volcánicos, no presenta laminación y en NPLA hay coloración rojiza en los intersticios de los granos que soportan el armazón.

La distribución textural-composicional según manual de Cruz y Caballero (2007) y diagramas modificados de Folk (1974), fue obtenida mediante comparación de diagramas de Schole (1979) para estimación de porcentajes de minerales:

Armazón (60%): Distribuidos en Cuarzo (26%), Feldespato (22%), Fragmentos de Roca (12%) y Matriz (32%, entre Cuarzo (20%) y Feldespato (15%)).

Cemento (8%): Distribuido en Ferruginoso (7%) y Silíceo (1%).

Posteriormente se recalculó obviando Matriz y Cemento, la porosidad se obvió desde el inicio de los porcentajes texturales. Se obtuvo: Cuarzo: 43.3%. Feldespato: 36.6% y Fragmentos de Rocas (Líticos): 20%.

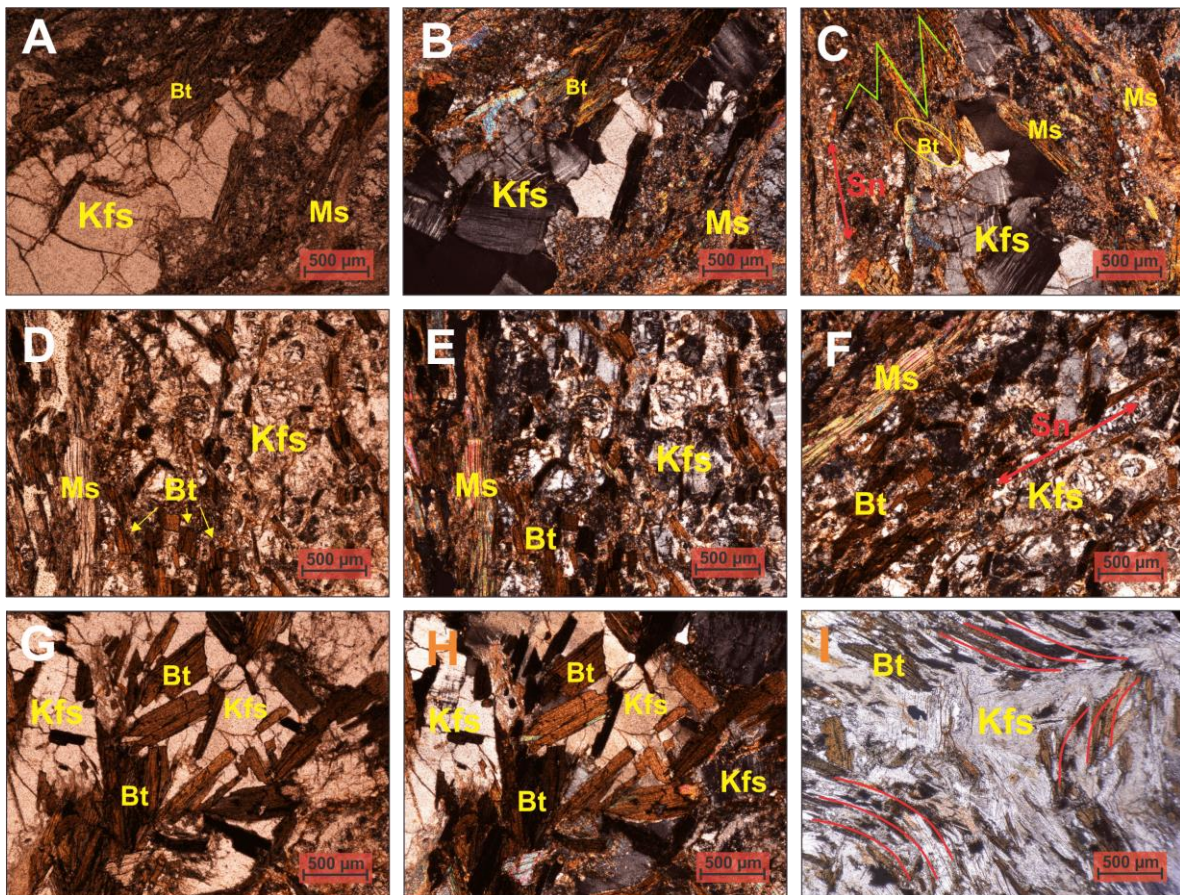
Muestra MC2-4: Esquisto cuarzo-feldespático de facies anfibolita.

Figura 14. Microfotografías de muestra MC2-4.

A y B: Porfidoblastos de feldespato potásico en matriz lepidoblástica; **C:** Detalle de foliación dada por micas (muscovita y biotita), pliegues tipo kink en la parte superior izquierda de muscovita; **D, E y F:** Detalle de muscovitas y biotitas alineadas en la dirección de foliación, feldespatos dispuestos como porfidoblástos con alteración; **G y H:** Biotitas alterando a clorita dispuestas sin dirección preferencial de foliación y feldespato potásico alterando a sericita; **I:** Detalle de porfidoblasto de feldespato potásico posiblemente pre-tectónico por la deflexión externa de la

biotita. Esquisto cuarzo-feldespático. Recuadros A-D-G en nicoles paralelos, recuadros B-C-E-F-H-I en nicoles cruzados.

La foliación es continua en la mayoría de la sección, está caracterizada por ser de grano grueso en algunas partes y en otras una esquistosidad continua.

Composicionalmente la muestra presenta abundante biotita (Bt, entre 15 a 20%), en algunos lugares se observa alterada a clorita, también se identifica feldespato potásico (Kfs, 20%), muscovita (Ms, 15%) y cuarzos de grano fino ondulantes (Qz, 35%).

Texturalmente la sección se presenta lepidoblástica. El análisis paragenético se obtuvo mediante el contacto entre los minerales Cuarzo (Qz), Biotita (Bt), Muscovita (Ms), Feldespato potásico (Kfs), formando así la paragénesis: **Qz + Ms + Bt + Kfs**.

De esta manera, se determina como un Esquisto Cuarzo-feldespático, de facies anfibolita, zona andalucita-almandino.

Esta sección puede ser correlacionable con las secciones caracterizadas por Rueda y Villamizar (2014) DL2-5; DL8-1; DL-18-1, las cuales fueron definidas por las autoras como Esquistos Muscovíticos Cuarzosos Semipelíticos, en la localidad tipo de La Formación Silgará, al norte del área de estudio de este proyecto, ya que presentan algunas similitudes en la composición (Cuarzo entre 30 y 40 %; Muscovita entre 17 y 20%; Biotita 6-17%; Feldespato 7-10%) y características texturales.

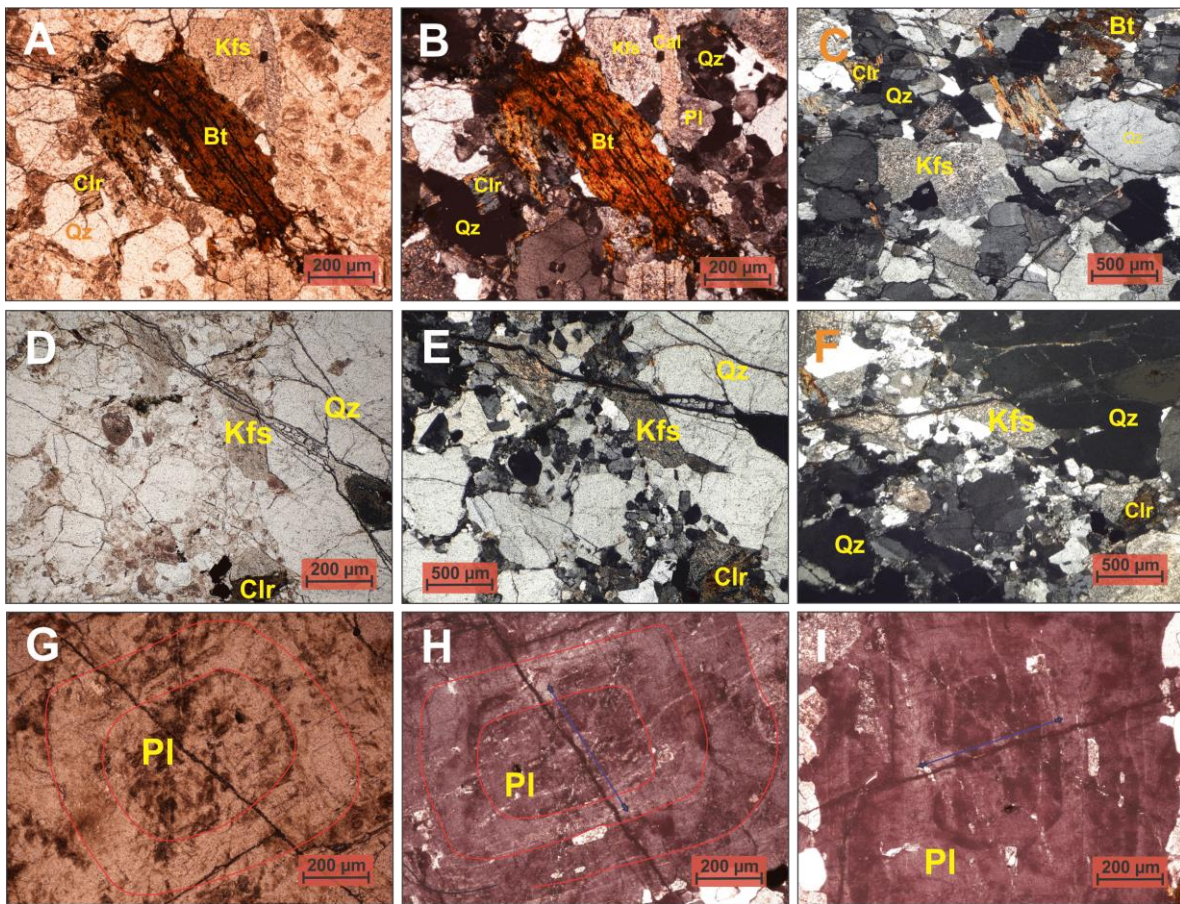
Muestra MC4-5: Monzogranito.

Figura 15. Microfotografías de muestra MC4-5.

A y B: Cristal de biotita en el centro, feldespatos alterando a sericita y cristal de calcita con lamelas dispuestas de este a oeste en la fotografía; **C, D, E Y F:** Detalle de la relación del tamaño de grano de los cristales evidenciando la textura fanerítica, biotita alterada a clorita en la parte inferior derecha; **G, H e I:** Plagioclasa zonada. Monzogranito. Recuadros A-D-G en nicoles paralelos, recuadros B-C-E-F-H-I en nicoles cruzados.

Roca plutónica granitoide con abundante biotita y feldespatos, de textura fanerítica, algunos cristales de cuarzo presentan textura mirmequítica.

La sección tiene distribución homogénea de los cristales que caracterizan esta muestra composicionalmente, los cuales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclase, biotita y zircones como accesorios.

Los feldespatos se presentan muy alterados a sericita, lo cual hace difícil su identificación entre alcalinos y sódico-cálcicos, sin embargo, en muestra de mano, se logra apreciar mejor la relación de plagioclasas con el feldespato potásico. La biotita se presenta en algunos casos alterando a clorita, y muy pleocróica.

Se realizó un conteo de puntos con la platina del microscopio fija y con el objetivo de 5X. Los minerales se discriminaron en: Feldespato: 140 puntos (55.5%); biotita: 30 puntos (11.9%) y cuarzo: 82 puntos (32.54%); para un total de 252 puntos (100%). Posteriormente, bajo criterio de selección mesoscópica, se separaron los feldespatos en plagioclase (25%) y feldespato potásico (30.5%).

Luego se recalcularon los valores omitiendo el contenido de Biotita (máficos) y se obtuvo: Plagioclase (28.4%); feldespato potásico (34.64%) y cuarzo (36.96%), para un total de 100%.

Con estos valores, se procedió (según el diagrama de clasificación de rocas graníticas modificado de Streckeisen, (1976)) de la Guía de laboratorio de petrología ígnea, de Luis Carlos Mantilla; a clasificar la muestra.

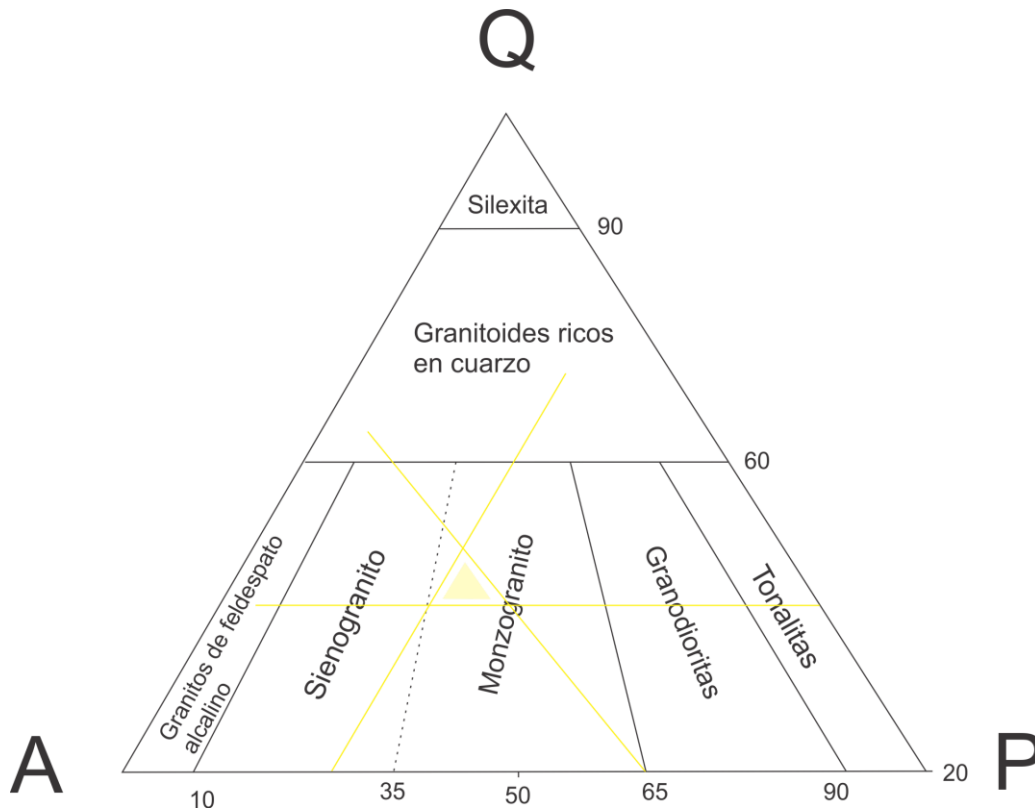


Figura 16. Diagrama de clasificación Q-A-P.

Diagrama de clasificación de rocas graníticas, graníticas ricas en cuarzo y silexitas. Q: cuarzo; A: feldespato alcalino y P: plagioclase. (Mantilla (2003), fig. 28).

La roca entra en el campo de Monzogranito, sin embargo, cabe aclarar que la cantidad de ortosa es considerable.

Muestra MC4-6: Litarenita feldespática, mal calibrada y de grano grueso subangulares a subredondeados. Composicionalmente inmadura, de cemento ferruginoso.

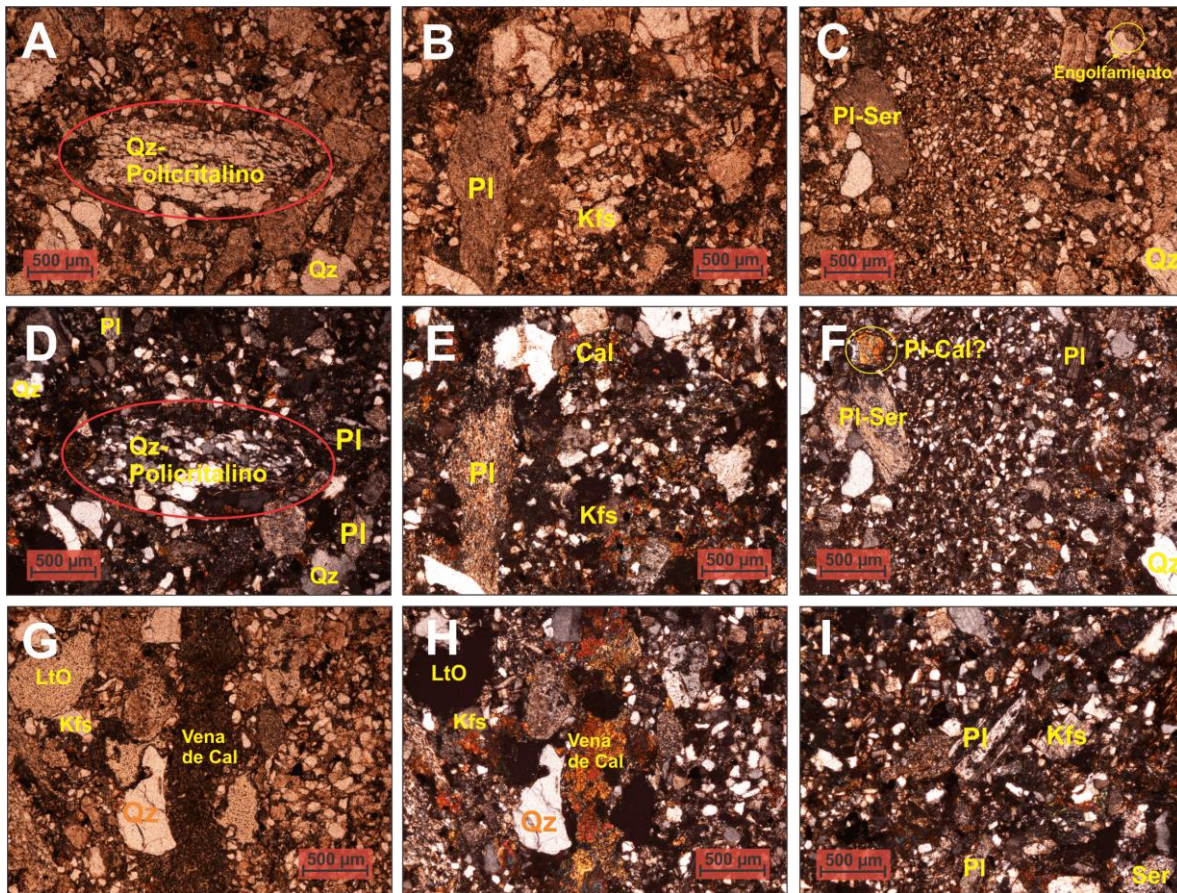


Figura 17. Microfotografías de muestra MC4-6.

A y D: Lítico policristalino de cuarzo; **B y E:** Plagioclasa alterando a sericita (izquierda), calcita y feldespato potásico; **C y F:** Plagioclasa alterada a sericita y plagioclasa en reemplazamiento por lo que probablemente sea calcita (esquina superior derecha de la fotografía), cristal de cuarzo con engolfamiento indicando origen volcánico, detalle de la matriz policristalina (centro de la fotografía); **G y H:** Lítico opaco y vena de calcita atravesando la fotografía de norte a sur; **I:** Detalle de plagioclasa maclada en matriz lodosa y microcristalina de cuarzo. Litarenita feldespática conglomerática. Recuadros A-B-C-G en nicols paralelos, recuadros D-E-F-H-I en nicols cruzados.

Granos no esféricos angulares sub-angulares. La sección se encuentra mal calibrada. El armazón de la roca es granosoportada, los minerales que conforman el armazón tienen un tamaño de grano promedio desde 0.3 mm hasta 1.2 mm. Los tamaños de grano más grande (gránulos > a 1.2mm) son escasos en la roca. Los minerales de tamaño de grano menores a 0.3mm también son escasos y para esta clasificación son considerados como parte de la matriz. Las partículas presentan diferentes tipos de contacto por el mal calibrado, tanto puntual, tangencial y flotante.

La matriz en la sección se presenta lodosa y bien distribuida. La sección es medianamente heterogénea (a pesar del calibrado), con cuarzos de formas angulares a subangulares y feldespatos tabulares y sericitizados, abundantes líticos poliminerales y volcánicos, con colores de interferencia altos.

La distribución textural-composicional según Manual de Cruz Guevara, L. E., Caballero, V. M (2007), y diagramas modificados de Folk (1974), fue obtenida mediante comparación de diagramas de Scholle (1979), para estimación de porcentajes de minerales:

Armazón (44%): Distribuidos en Cuarzo (16%), Feldespato (14%), Fragmentos de Roca (14%) y Matriz (48%, entre Cuarzo (27%) y Feldespato (21%)). Cemento (8%): Distribuido en Ferruginoso (7%) y Silíceo (1%).

Posteriormente se recalculó obviando Matriz y Cemento, la porosidad se obvió desde el inicio de los porcentajes texturales. Se obtuvo: Cuarzo: 36.3%. Feldespato: 31.8% y Fragmentos de Rocas (Líticos): 31.8%.

De esta manera se clasifica como una Litarenita Feldespática a pesar de que también entra en el campo de arcosa lítica, por la relación entre la cantidad de líticos presentes.

Esta sección es correlacionable con la muestra CALT-05 del estudio petrográfico realizado por Díaz y Suárez (2016), de la Formación Jordán en la localidad tipo definida por Cediell (1968), ya que presentan características similares en textura y en líticos. Sin embargo, la clasificación dada por los autores difiere, nombrada como Arenita lodosa lítica de tamaño fino, y feldespatos medio a grueso, con baja selección, formas de subangulares a subredondeadas en cuarzos monocristalinos (Díaz y Suarez, 2016).

3.2 Carácter Geotécnico

3.2.1 Reinterpretación de sondeos. Sondeo Puente Las Palmas P34-d:



Figura 18. Núcleo Puente las Palmas P34-d.

Fotografía de caja porta núcleos con la roca perforada pertenecientes a litoteca UIS.

Tabla 3.

Registro de sondeo *Puente las Palmas P34-d.* -

CONSORCIO DISEÑOS VIALES				REGISTRO DE SONDEO EN SUELOS							
				PROYECTO: Actualización de Estudios y Diseños a Nivel de Fase III Bucarmanga - Alto del Escorial							
Sondeo No: P34-d				Localización: Puente Las Palmas							
Fecha: 05/06/2013				Profundidad (m): 12.00				Hoja: 1 de 1			
Prof. (m)	Longitud tramo(m)	Nivel freático	Columna	Descripción	Muestra	No. Golpes S.P.T	Límites de Atterberg		Humedad (%)	Clasif U.S.C.S	
							LL (%)	IP (%)			
0,00	0,00			Suelo aluvial reciente. Arena limosa negra orgánica.	1	9 2-2-7					
0,25	0,50										
0,50	0,50										
0,75	0,50				2	12 5-6-6					
1,00	1,00	0,50									
1,25	1,50	0,50		Suelo aluvial reciente. Arena limosa café claro con gravas.	3	50 14-15-35					
1,50	1,50										
1,75											
2,00		1,20			4						
2,25											
2,50	2,70			Depositos fluvioaluviales (Qtz), conformados por cantos subangulares a subredondeados, de rocas ígneas, sedimentarias, y metamórficas, en una matriz arenosa a limosa.							
2,75											
3,00											
3,25											
3,50		1,40			5						
3,75											
4,00	4,10										
4,25											
4,50											
4,75		1,20			6						
5,00											
5,25	5,30										
5,50											
5,75		1,00			7						
6,00											
6,25	6,30										
6,50		0,40			8						
6,75	6,70										
7,00											
7,25		1,10			9						
7,50											
7,75	7,80										
8,00											
8,25		1,00			10						
8,50											
8,75	8,80										
9,00		0,60			11						
9,25	9,40										
9,50											
9,75		0,90			12						
10,00											
10,25	10,30										
10,50		0,30			13						
10,75	10,60										
11,00											
11,25		1,40			14						
11,50											
11,75											
12,00	12,00										

CONVENCIONES

Suelo
Aluvial
Conglomerado
Roca

OBSERVACIONES:

MI: Muestra Inalterada MNC: Muestra no conseguida
MA: Muestra Alterada TP: Testigo parafinado
SPT: Ensayo de penetración estándar N.F.: Nivel Freático

Nota: *Ficha técnica del sondeo P34-d realizado por la empresa Consorcio Diseños Viales.

Tabla 4.

Descripción a escala detallada de sondeo Puente las Palmas P34-d.

SONDEO P 34 d			LOCALIZACIÓN: PUENTE LAS PALMAS K18+886							ESCALA: 1:10.000					
DESCRITO POR: NICOLÁS FLÓREZ ORJUELA										FECHA:					
PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD	DESCRIPCION METRICA DE CLASTOS (RODADOS)	COLUMNA LITOLOGIA	TAMAÑO DE GRANO						ESTRUCTURAS / TEXTURAS	COLOR	AMBIENTE	MUESTRAS	CÓDIGO DE FOTO	OBSERVACIONES
				LODO		ARENA									
				A	L	M	F	M	G						
1.0 m	Cuaternalio Aluvial-Coluvial	Suelo aluvial reciente		Clastos que varían desde Arena muy fina hasta Gravas							Café	Sedimentario continental. Aluvial-Coluvial	1	2	Fragmentos metamórficos con minerales de Bt, Ms, Qtz.
													2		
													3		
2.0 m		Esquisto		Gravas distribuidas en Guijos y guijarros.							Gris plateado	Depósito Coluvial. Fragmentos de Metamorfismo regional	4		
3.0 m															
4.0 m		Fragmentos Esquistos-Neises		Gravas distribuidas en Guijos y guijarros.							Grises Verdosos y Amarillentos	Depósito sedimentario Coluvial. Fragmentos de Metamorfismo regional	5		Poco contenido de Muscovita. Bandeamiento pobre. Venillas de cuarzo.
5.0 m													6		
6.0 m	Cuaternario. Depósitos Fluvio-torrenciales	Cuarzo									Blanco	Fragmentos de Metamorfismo regional e hidrotermal	7		
		Esquistoneis??									Gris oscuro	Fragmentos de Metamorfismo regional			
		Fragmentos de Fm. Jordán		Guijos							Rojizo -Morado	Continental. Volcanosedimentario	8		
8.0 m		Fragmentos metamórficos. Esquistos Anfibólicos?, Biotíticos?, Neises		Gravas distribuidas en Guijos y guijarros.							Gris amarillento Verde olivo	Sedimentario Continental. Fragmentos de Metamorfismo regional	9		Foliación poco marcada. Minerales máficos abundantes.
9.0 m													10		
		Cuarzo-Cuarcita?									Blanco	Metamorfismo regional e hidrotermal	11		Fragmento félsico cristalino.
10.0 m		Fragmentos metamórficos Esquistos anfibólicos?, Biotíticos?, Neises.		Gravas distribuidas en Guijos y guijarros.							Grises	Coluvial. Fragmentos de Metamorfismo regional.	12		
		Suelo aluvial reciente		Arena media-gruesa							Amarillo verdoso	Sedimentario continental. Coluvial.	13		
11.0 m		Cuarzo									Blanco	Metamorfismo regional e hidrotermal.	14		
12.0 m		Esquisto		Gránulos y Guijos							Café grisáceo	Sedimentario Coluvial. Fragmentos de Metamorfismo regional.			Foliación en ciertos planos. Presencia de Muscovita.

En este sondeo después de 1.5 m de perforación se encuentran fragmentos mayoritariamente de esquistos. Sin embargo, hay variaciones bruscas que coinciden con la clasificación de Depósito Coluvial de vertientes de agua intermitentes en ambientes montañosos (flujos de detritos fluviotorrenciales) desde 1.5 m hasta los 12 m. La tabla realizada (ver tabla 4) muestra a escala más detallada la composición de los cantos que soportan estos depósitos, sin embargo, aunque no hay información certera acerca de la matriz, se puede deducir de este núcleo (gracias al material encontrado entre los clastos), que en estos depósitos es arenosa y que contiene alto contenido de muscovita, diferente a la clasificación de la ficha del sondeo de Consorcio Diseños Viales la cual

establece una matriz areno-lodosa, seguramente apoyada en descripción de campo al momento de realizar la perforación.

Sondeo puente las palmas P35-i:



Figura 19. Núcleo Puente las Palmas P35-i.

Fotografía de caja porta núcleos con la roca perforada pertenecientes a litoteca UIS.

Tabla 5.

Registro de sondeo Puente las Palmas P35-i. - Ficha técnica del sondeo P35-i realizado por la empresa Consorcio Diseños Viales.

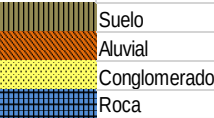
CONSORCIO DISEÑOS VIALES				REGISTRO DE SONDEO EN SUELOS							
				PROYECTO: Actualización de Estudios y Diseños a Nivel de Fase III Bucarmanga - Alto del Escorial							
Sondeo No: P35-i				Localización: Puente Las Palmas							
Fecha: 20/05/2013				Profundidad (m): 7.00			Hoja:		1	de	1
	Prof. (m)	Longitud tramo(m)	Nivel freático	Columna	Descripción	Muestra	No. Golpes S.P.T	Límites de Atterberg		Humedad (%)	Clasif U.S.C.S
								LL (%)	IP (%)		
0,00	0,00				Selo aluvial reciente, Arenas finas con gravas.	1	9 5-3-6				
0,25		0,50									
0,50	0,50										
0,75		0,50									
1,00	1,00										
1,25											
1,50		0,80									
1,75	1,80										
2,00					Depósitos fluviotorrencales (Qft), conformados por cantos subangulares a subredondeados, de rocas ígneas, sedimentarias, y metamórficas, en una matriz arenosa a limosa. y tamaño heterogeneos.	4					
2,25		0,80									
2,50	2,60										
2,75											
3,00	3,00	0,40									
3,25											
3,50		0,90									
3,75	3,90										
4,00											
4,25		1,20						30-R			
4,50											
4,75											
5,00	5,10										
5,25	5,22	0,12									
5,50		0,48									
5,75	5,70										
6,00		0,50						39			
6,25	6,20							11-19-20			
6,50											
6,75		0,80									
7,00	7,00										
OBSERVACIONES:											
MI: Muestra Inalterada											
MA: Muestra Alterada											
SPT: Ensayo de penetración estándar											
MNC: Muestra no conseguida											
TP: Testigo parafinado											
N.F.: Nivel Freático											
CONVENCIONES											
											

Tabla 6.

Descripción a escala detallada de sondeo Puente las Palmas P35-i.

SONDEO P 35 i			LOCALIZACIÓN: PUENTE LAS PALMAS K18+906					ESCALA: 1:10.000							
DESCRITO POR: NICOLÁS FLÓREZ ORJUELA								FECHA: 24-October-2018							
PROFUN- DIDAD (m)	UNIDAD	DESCRIPCIÓN MÉTRICA DE CLASTOS (RODADOS)	COLUMNA LITOLOGÍA	TAMAÑO DE GRANO						ESTRUCTURAS / TEXTURAS	COLOR	AMBIENTE	MUESTRAS	CÓDIGO DE FOTO	OBSERVACIONES
				LODO			ARENA								
				A	L	M	F	M	G						
1.0 m	Cuaternario Aluvial- Coluvial	Suelo aluvial reciente		Clastos que varían desde Arena muy fina hasta Gravas							Café Oscuro y amarillento	Sedimentario continental. Aluvial-Coluvial	1		Algunos clastos son de origen metamórfico con presencia de micas y biotita. Los sedimentos arenosos de grano fino presentan abundante Ms.
2.0 m	Cuaternario. Depósitos Fluvio- torrenciales	Fragmentos de esquistos con alto contenido de biotita y muscovita		Guijos y Guijarros							Gris verdoso	Sedimentario Continental. fragmentos de Metamorfismo regional de grado medio- bajo	2		Algunos fragmentos presentan biotitas orientadas con la foliación. También se observan bandas félsicas y máficas en algunos recesbos.
3.0 m													3		
4.0 m													4		
5.0 m													5		
6.0 m													6		
7.0 m		Matriz arenosa con muscovita		Clastos que varían desde Arena muy fina hasta Gravas							Café claro	Sedimentario continental. Coluvial.	7		Sedimentos arenosos con fragmentos de grano Guijarro de material metamórfico. El suelo presenta Muscovita.

En este sondeo se evidenció depósitos de grano fino en el tope de la perforación por lo que ambas descripciones de las tablas coinciden. Posteriormente a una profundidad de 2 m, se empiezan a encontrar fragmentos de diferentes tamaños y diferentes tipos de esquistos. El último metro de la perforación presenta material muy fino y con brillo micáceo, perteneciente posiblemente a un nivel de matriz del depósito fluviotorrencial.

Sondeo puente El Tuno P35-d:

Figura 20. Núcleo Puente El Tuno P35-d.

Fotografía de caja portanúcleos con la roca perforada pertenecientes a litoteca UIS.

Tabla 7.

Registro de sondeo puente El Tuno P35-d.

CONSORCIO DISEÑOS VIALES				REGISTRO DE SONDEO EN SUELOS							
				PROYECTO: Actualización de Estudios y Diseños a Nivel de Fase III Bucarmanga - Alto del Escorial							
Sondeo No: P35-d Bis				Localización: Puente El Tuno							
Fecha: 14/05/2013				Profundidad (m): 20.00				Hoja: 1 de 1			
Prof. (m)	Longitud tramo(m)	Nivel freático	Columna	Descripción	Muestra	No. Golpes S.P.T	Límites de Atterberg		Humedad (%)	Clasif U.S.C.S	
							LL (%)	IP (%)			
0.00	0.00			Suelo aluvial reciente. Arena limosa amarillenta y suelo organico	1	63 10-11-52					
0.25		0.50									
0.50	0.50										
0.75											
1.00											
1.25											
1.50											
1.75											
2.00											
2.25											
2.50				Depositos fluviotorrencales (Qt), conformados por cantos angulares de rocas de composicion y tamaño heterogeneos, en una matriz arenosa a limosa, presenta oxidacion y alteracion de minerales. Los fragmentos presentan un color verde claro a gris.	2						
2.75											
3.00											
3.25											
3.50											
3.75											
4.00											
4.25											
4.50											
4.75											
5.00				Depositos fluviotorrencales (Qt), conformados por cantos angulares de rocas de composicion y tamaño heterogeneos, en una matriz arenosa a limosa, presenta oxidacion y alteracion de minerales. Entre los 10 a 12 m se encuentra una capa con matriz arcillosa de color rojizo.	3						
5.25											
5.50											
5.75											
6.00											
6.25											
6.50											
6.75											
7.00											
7.25											
7.50				Depositos fluviotorrencales (Qt), conformados por cantos angulares de rocas de composicion y tamaño heterogeneos, en una matriz arenosa a limosa, presenta oxidacion y alteracion de minerales. Entre los 10 a 12 m se encuentra una capa con matriz arcillosa de color rojizo.	4						
7.75											
8.00											
8.25											
8.50											
8.75											
9.00											
9.25											
9.50											
9.75											
10.00				Depositos fluviotorrencales (Qt), conformados por cantos angulares de rocas de composicion y tamaño heterogeneos, en una matriz arenosa a limosa, presenta oxidacion y alteracion de minerales. Entre los 10 a 12 m se encuentra una capa con matriz arcillosa de color rojizo.	5						
10.25											
10.50											
10.75											
11.00											
11.25											
11.50											
11.75											
12.00											
12.25											
12.50				Depositos fluviotorrencales (Qt), conformados por cantos angulares de rocas de composicion y tamaño heterogeneos, en una matriz arenosa a limosa, presenta oxidacion y alteracion de minerales.	6	Barrena					
12.75											
13.00											
13.25											
13.50											
13.75											
14.00											
14.25											
14.50											
14.75											
15.00				Depositos fluviotorrencales (Qt), conformados por cantos angulares de rocas de composicion y tamaño heterogeneos, en una matriz arenosa a limosa, presenta oxidacion y alteracion de minerales.	7	Barrena					
15.25											
15.50											
15.75											
16.00											
16.25											
16.50											
16.75											
17.00											
17.25											
17.50				Depositos fluviotorrencales (Qt), conformados por cantos angulares de rocas de composicion y tamaño heterogeneos, en una matriz arenosa a limosa, presenta oxidacion y alteracion de minerales.	8	Barrena					
17.75											
18.00											
18.25											
18.50											
18.75											
19.00											
19.25											
19.50											
19.75											
20.00	20.00										

CONVENCIONES

	Suelo
	Aluvial
	Conglomerado
	Roca

OBSERVACIONES:

M: Muestra Inalterada MNC: Muestra no conseguida

MA: Muestra Alterada TP: Testigo parafinado

SPT: Ensayo de penetración estándar N.F.: Nivel Freático

Nota: *Ficha técnica del sondeo P35-d realizado por la empresa Consorcio Diseños Viales.

Tabla 8.

Descripción a escala detallada de sondeo Puente las Palmas P35-d.

SONDEO P 35 d				LOCALIZACIÓN: PUENTE EL TUNO KM19						ESCALA: 1:10.000									
DESCRITO POR: NICOLÁS FLÓREZ ORJUELA										FECHA: 3-Noviembre-2018									
PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD	DESCRIPCION DE CLASTOS (RODADOS)	COLUMNA LITOLOGÍA	TAMAÑO DE GRANO								ESTRUCTURAS / TEXTURAS	COLOR	AMBIENTE	MUESTRAS	CÓDIGO DE FOTO	OBSERVACIONES		
				LODO				ARENA											
				A	L	M	F	F	M	G	M								
	Cuaternario Aluvial-Coluvial	Suelo aluvial reciente		Clastos que varían desde Arena muy fina hasta Guijarros									Café Oscuro y amarillento	Sedimentario continental. Aluvial-Coluvial.					
1.0 m	Cuaternario. Depósitos Fluvio-torrenciales	Esquisto Biotítico? Anfibólico?											Gris verdoso	Sedimentario continental. Coluvial. Los fragmentos son de ambiente Metamórfico regional de grado medio-bajo.	1	Cantos angulares a subangulares. Algunos clastos son de origen metamórfico con presencia de micas y biotita. Se observan cristales alargados tabulares, posibles anfíboles de tamaño muy pequeño. Los sedimentos arenosos de grano fino presentan abundante Ms.			
2.0 m													Gris oscuro						
3.0 m																			
4.0 m															2				
5.0 m																			
6.0 m		Sedimento fino. Matriz con algunos clastos.											Gravas distribuidas entre Guijos y Guijarros	Lodo	Gris verdoso. Gris oscuro. Verde oliva.		Marrón	Sedimentario continental. Coluvial.	3
7.0 m																			
8.0 m																			
9.0 m																			4
10.0 m																			
11.0 m																			
12.0 m		Sedimento fino. Matriz con algunos clastos.											Arena media a gruesa	Café ocre. Amarillento	Sedimentario continental. Coluvial.		5		
13.0 m																			
14.0 m																			
15.0 m																	6		
16.0 m																			
17.0 m		7																	
18.0 m													Gris verdoso. Verde oliva.	Sedimentario continental. Coluvial.					

El sondeo presenta desde 10 m de profundidad hasta 16 m un nivel de tamaño de grano más fino en comparación a los cantos encontrados en el resto de la perforación, este nivel deja en evidencia a una matriz areno-lodosa con poca presencia de muscovita, comparado con la ficha de Consorcio Diseños Viales, la descripción concuerda a excepción del color.

A photograph of a long, narrow metal tray containing various archaeological artifacts. The artifacts are organized into four horizontal compartments. The top compartment contains several light-colored, irregularly shaped fragments, possibly bone or pottery. The second compartment from the top is filled with numerous reddish-brown, irregular fragments, likely pottery. The third compartment also contains reddish-brown fragments, some of which are larger and more distinct. The bottom compartment contains a long, thin, light-colored object, possibly a bone or a piece of pottery, with some smaller fragments scattered around it. A yellow measuring tape is placed horizontally above the tray, indicating the length of the artifacts. A small white label with handwritten text is attached to the top left of the tray.

P36-L
SITE EL KUNO
Q1 + Q1
F. 11/04/202

Fotografía de caja portanúcleos con la roca perforada pertenecientes a litoteca UIS.

Registro de sondeo puente El Tuno P36-i.

CONSORCIO DISEÑOS VIALES					REGISTRO DE SONDEO EN SUELOS						
					PROYECTO: Actualización de Estudios y Diseños a Nivel de Fase III Bucaramanga - Alto del Escorial						
Sondeo No: P36 i Bis					Localización: Puente El Tuno						
Fecha: 15/05/2013					Profundidad (m): 15.00		Hoja: 1		de 2		
Prof. (m)	Longitud tramo(m)	Nivel freático	Columna	Descripción	Muestra	No. Golpes S.P.T	Límites de Atterberg		Humedad (%)	Clasif U.S.C.S	
							LL (%)	IP (%)			
0,00	0,00			Suelo aluvial reciente. Arena limosa con algo de gravas, color amarilla	1	17					
0,25		0,50				5-6-11					
0,50	0,50				2	79					
0,75		0,50				20-32-47					
1,00	1,00			Depositos fluvio-torrenciales (Qft), conformados por cantos subangulares a subredondeados de rocas de composicion de hasta 15 cm de diámetro, en una matriz arenosa a arenolimosa.	3	Barrena					
1,25											
1,50											
1,75											
2,00											
2,25											
2,50											
2,75											
3,00											
3,25											
3,50	3,50										
3,75											
4,00		1,00			4						
4,25											
4,50	4,50										
Continúa ...											
OBSERVACIONES:											
ME: Muestra Inalterada					MNC: Muestra no conseguida						
MA: Muestra Alterada					TP: Testigo parafinado						
SPT: Ensayo de penetración estándar					N.F.: Nivel Freático						

Nota: *Ficha técnica del sondeo P35-i realizado por la empresa Consorcio Diseños Viales.

Tabla 10.

Descripción a escala detallada de sondeo Puente las Palmas P36-i.

SONDEO P 36 i			LOCALIZACIÓN: PUENTE EL TUNO KM19					ESCALA: 1:10.000											
DESCRITO POR: NICOLÁS FLÓREZ ORJUELA										FECHA: 1-Noviembre-2018									
PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD	DESCRIPCION DE CLASTOS (RODADOS)	COLUMNA LITOLOGÍA	TAMAÑO DE GRANO								ESTRUCTURAS / TEXTURAS	COLOR	AMBIENTE	MUESTRAS	CÓDIGO DE FOTO	OBSERVACIONES		
				LODO		ARENA													
				A	L	M	F	M	G	H	S								
1.0 m	Cuaternario Aluvial-Coluvial	Suelo aluvial reciente		Clastos que varían desde Arena muy fina hasta Guijas									Café amarillento	Sedimentario continental. Aluvial-Coluvial	1				
2.0 m	Cuaternario. Depósitos Fluvio-torrenciales	Esquisto Biotítico? Anfibólico?		Guijarros									Gris verdoso	Sedimentario continental coluvial. Fragmentos de metamorfismo regional	3		Bandeamiento o foliación ausente. Muy poca cantidad de muscovita. Presencia de máficos (Bt?, Hbl?).		
3.0 m		Neis?											Tonos de grises						
4.0 m		Esquisto Biotítico?		Guijarros	Café pardo														
5.0 m		Fm. Jordán		Granos de tamaño muy fino, no se observan estructuras en los fragmentos. En lupa estetoscópica se logran observar cuarzos de grano muy fino.		Limolita-Arena fina													Rojo guinda
6.0 m	5																		
7.0 m	6																		
8.0 m																			
9.0 m																			
10.0 m																			
11.0 m	7																		
12.0 m																			
13.0 m																			
14.0 m																			

Este sondeo presenta 10 m de roca perteneciente a la Formación Jordán, la cual se encuentra fracturada en probetas cilíndricas de algunos centímetros y algunos fragmentos angulares; a pesar de estar meteorizada, es apreciable el color característico indicativo de ambientes terrígenos precretácicos. Hacia el tope del sondeo (los primeros 4 m), se evidencian fragmentos de grano grueso (gravas) de diferentes litologías y sedimento muy fino perteneciente a suelo aluvial, por lo cual se estima que en este sector la Formación Jordán aflora de manera más potente y se puede estimar como la base competente de la perforación.

3.2.2 Ensayos de compresión simple. Este análisis se hizo para determinar la resistencia mecánica de las rocas que se encuentran en la zona de estudio. Para esta finalidad se tomaron dos muestras, una probeta cilíndrica del sondeo P36-i Puente El tuno, a una profundidad de 12 m (muestra ME-1), y otra muestra extraída de un afloramiento al margen izquierdo del corredor vial Bucaramanga-Matanza con coordenadas N 1295386; E 1112606 (muestra ME-2). Ambas muestras pertenecen a la Formación Jordán, ya que en el sondeo se evidencia debajo de un nivel de depósitos cuaternarios coluviales (fluviotorrenciales), lo que muestra que esta formación es el nivel rocoso (bedrock) alcanzando una profundidad de 14 m, además de aflorar a lo largo de las márgenes del río Suratá (junto con cuaternarios), en todo el polígono de estudio.

Se hizo el ensayo según la norma INVIAS E-410-07, la cual establece que se deberá aplicar una carga axial de compresión a cilindros moldeados, a una velocidad constante, hasta que se presente la falla. El quipo usado fue una prensa hidráulica CS112298 con capacidad de 1500 kN de clase 1, con punto de carga concéntrica, a temperatura de 23°C, a humedad de 60% y con una velocidad de ensayo de 0.1 mm/s (ver figura 22, A y B).

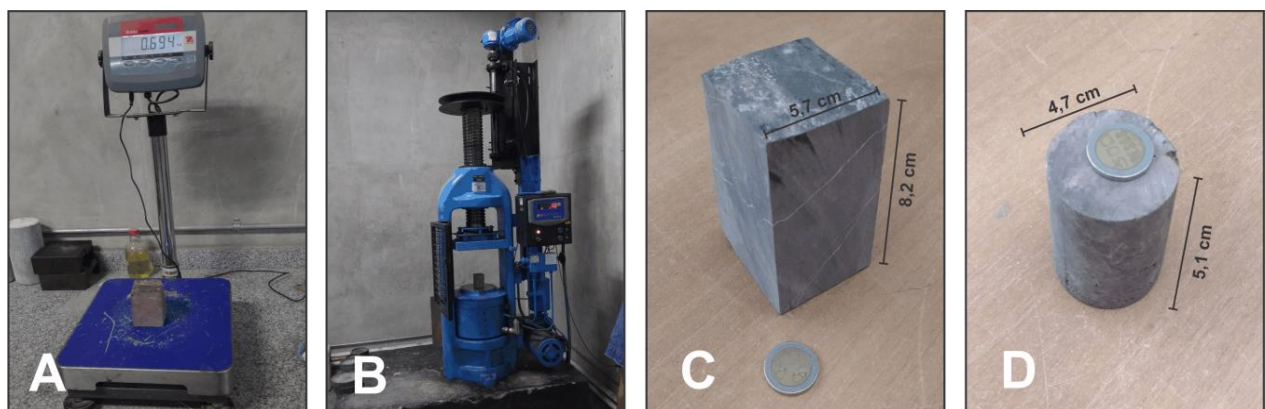


Figura 22. Fotografías de muestras de compresión.

A: Balanza en la que se pesaron las muestras previo al ensayo; **B:** prensa hidráulica CS112298 para ensayo de compresión simple; **C:** muestra ME-2 de campo; **D:** muestra ME-1 extraída de sondeo.

Muestra ME-1: Esta muestra fue seleccionada a 12 m de profundidad de perforación aproximadamente, con un porcentaje de recuperación de la sección perforada del 10%, se pulieron las bases para tener la muestra de forma cilíndrica y se sometió a compresión hasta que la prensa hidráulica se detuvo y arrojó un dato de 32,6 kN.



Figura 23. Fotografía de fallamiento de la muestra ME-1.

Muestra ME-1; fallada posterior al ensayo. Se evidencian fallas tipo 1. Fotografía vista desde varios ángulos.

Para determinar la dureza mecánica de la muestra, se realizó la conversión del esfuerzo en PSI a Megapascal (MPa) según la equivalencia $1\text{MPa} = 145,038\text{ PSI}$.

Los valores de muestra ME-1 se observan en el siguiente cuadro:

Diámetro	Altura	Peso	Área de las bases	Dato de ruptura (carga máxima)	Cálculo de esfuerzo
cm	cm	g	cm ²	kN	PSI
4,7	5,1	230	17,4	32,6	2730
$X = 2730 \text{ psi} * \frac{1 \text{ Mpa}}{145,038 \text{ psi}}$ $X = 18,8 \text{ MPa}$					

Figura 24. Valores del ensayo de ME-1.

Medidas de la muestra ME-1 y conversión del esfuerzo a MPa, mediante el método de factor unitario. El valor que se obtuvo fue de 18,82 MPa, dando como resultado Roca Blanda según la clasificación de la Tabla 13.

Muestra ME-2: Esta muestra, la cual fue extraída del mismo afloramiento de la sección delgada **MC1-3**, se cortó para obtener la forma ortoédrica y se sometió a compresión hasta que la prensa hidráulica se detuvo y arrojó un dato de 131,1 kN.

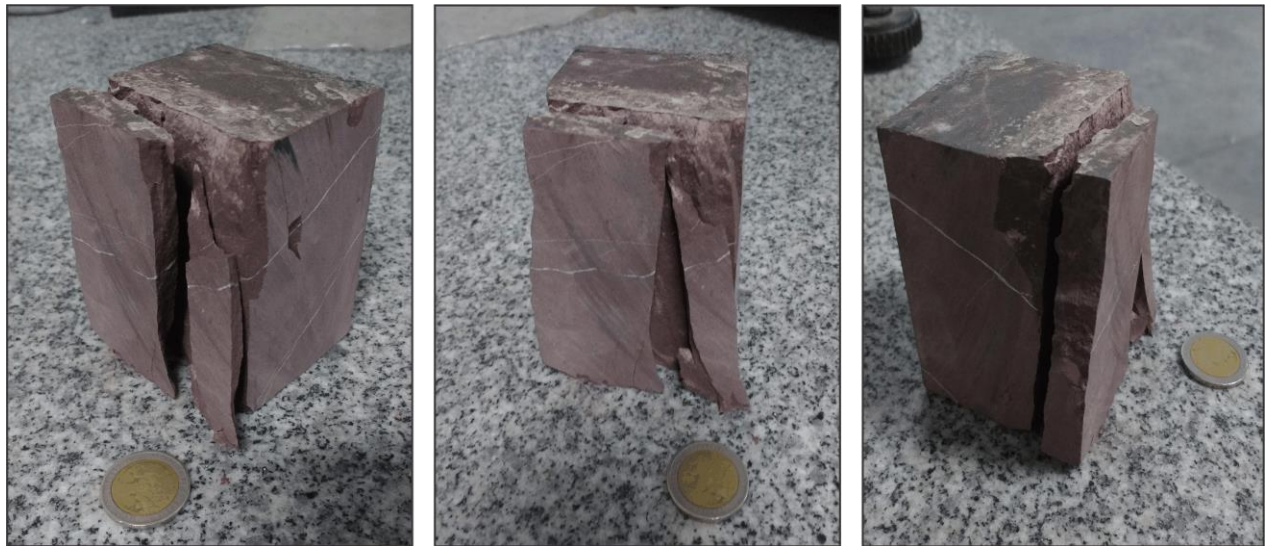


Figura 25. Fotografía de fallamiento de la muestra ME-2.

Muestra ME-2 fallada posterior al ensayo. Se evidencian fallas tipo 3. Fotografía vista desde varios ángulos. Los valores de la muestra ME-2 se observan en el siguiente cuadro:

Diámetro	Altura	Peso	Área de las bases	Dato de ruptura (carga máxima)	Cálculo de esfuerzo
cm	cm	g	cm ²	kN	PSI
5,7	8,2	694	32,5	131,1	5878
$X = 5878 \text{ psi} * \frac{1 \text{ Mpa}}{145,038 \text{ psi}}$ $X = 40,5 \text{ MPa}$					

Figura 26. Valores del ensayo ME-2.

Valores del ensayo ME-2 y conversión del esfuerzo a MPa, mediante el método de factor unitario. El valor obtenido de la dureza mecánica para la muestra ME-2 es de 40,527 MPa, dando como resultado Roca Moderadamente Dura según la clasificación de la Tabla 11.

Tabla 11.

Índice de resistencia de roca en campo (ISRM, 1981).

Clase	Descripción	Identificación del campo	Valor aproximado de la resistencia a compresión simple	
			Mpa	Kg/cm ²
S ₁	Arcilla muy blanda	El puño penetra fácilmente varios cm.	< 0.025	< 0.25
S ₂	Arcilla débil	El dedo penetra fácilmente varios cm.	0.025 -0.05	0.25 – 0.5
S ₃	Arcilla firme	Se necesita una pequeña presión para penetrar el dedo	0.05 – 0.1	0.5 - 1
S ₄	Arcilla rígida	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo	0.1 – 0.25	1 – 2.5
S ₅	Arcilla muy rígida	Con cierta presión puede marcarse con la uña	0.25 – 0.5	2.5 – 5.0
S ₆	Arcilla dura	Se marca con dificultad al marcar con la uña	> 0.5	> 5.0
R₀	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña	0.25 – 1.0	2.5 - 10
R₁	Roca muy blanda	Deleznable bajo golpes del martillo de geólogo, puede rayarse con una navaja. Se talla fácilmente con una navaja	1.0-5.0	10-50
R₂	Roca blanda	Puede rayarse con dificultad con la navaja, se pueden hacer marcas poco profundas golpeando fuertemente con la punta del martillo	5.0-25	50-250
R₃	Roca moderadamente dura	No se puede rayar con una navaja la muestra en mano, se puede romper con un golpe firme del martillo de geólogo, al impacto la punta del martillo indenta hasta 5 mm.	25-50	250-500
R₄	Roca dura	Se necesita más de un golpe con el martillo de geólogo para romper la muestra, especímenes sostenidos en la mano se rompe con un simple golpe de martillo	50-100	500-1000
R₅	Roca muy dura	Se necesita muchos golpes con el martillo de geólogo para romper la muestra.	100-250	1000-2500
R₆	Roca extremadamente dura	El martillo produce solamente descarrillado de la muestra, sonido metálico de golpe. Solo saltan esquirlas de roca.	> 250	> 2500

Nota: *Extraído de Estudio Definitivo de la Carretera: Camaná–Desvío. Ministerio de transporte y comunicaciones del Perú.

3.2.3 Procedencia de clastos de sondeos. El material pétreo que componen los primeros sondeos, son fragmentos particularmente dispuestos sin sentido aparente por su repentino cambio en la secuencia de perforación. Por esto se infiere que son depósitos cuaternarios y no formaciones rocosas o cuerpos intrusivos. Por consiguiente, se busca realizar una hipótesis de procedencia que permita dar una aproximación del origen de estos fragmentos líticos.

En los sondeos examinados se repiten clastos de esquistos de color gris-verdoso de grano muy fino; esta litología representada con la sección delgada MP34d-1 de Puente Las Palmas definida como Esquisto Micáceo Cuarzoso difiere un poco de la muestra de campo MC-4, la cual fue extraída aproximadamente 700 m al Nor-occidente y 200 m más arriba donde se perforaron los núcleos, la cual fue caracterizada como Esquisto Cuarzo-feldespático de facies Anfibolita, con más contenido de Biotita. Sin embargo, se encuentran también cantos de esquistos con contenido de biotita y poco contenido de muscovita en los sondeos P34-d Puente Las Palmas (ver tabla 4) y P36-i Puente el Tunio (ver tabla 10).

Estas diferencias entre las dos secciones delgadas sólo es un indicativo de variaciones en las sub-facies y facies de los esquistos representadas cartográficamente por las isógradas en el cuadrángulo H12, indicando claramente que el aporte de material metamórfico de estos depósitos proviene de toda la parte occidental de la zona, gracias en gran parte a la acción de drenajes tributarios al río Suratá.

Los fragmentos de Neis en algunos núcleos (ver tabla 4) pueden provenir de la parte Sur-occidental, siendo transportados por acción de la gravedad y de drenajes aledaños como la

quebrada La Laguna, ya que, según la plancha 109-Rionegro, en esta zona aflora la Unidad Neis de Bucaramanga (PCab), la cual no fue cartografiada en este proyecto por encontrarse fuera del alcance del área circunscrita (ver figura 4). Algunos fragmentos monominerales, como cantos de cuarzo lechoso (ver figura 4) pueden tener explicación por la actividad de cuerpos intrusivos en la zona que aprovechan el fracturamiento y precipitan.

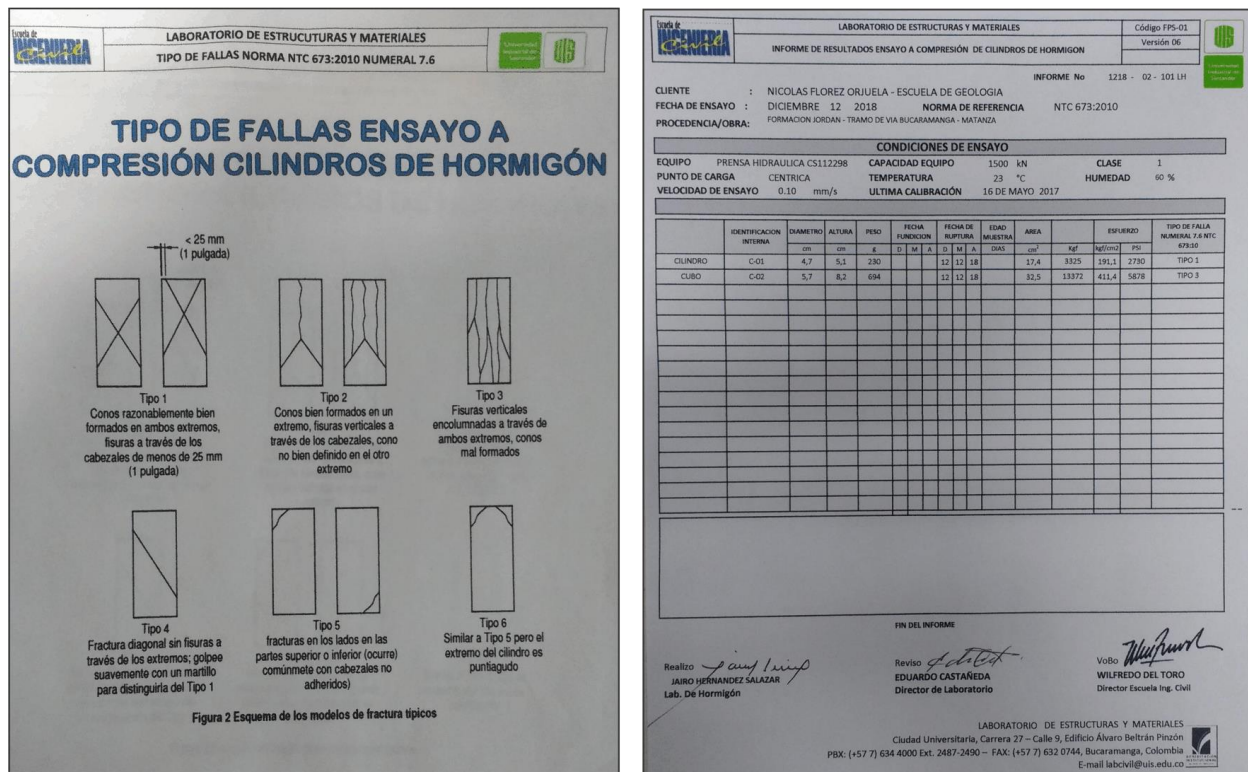


Figura 27. Informe de Resultados de Laboratorio de Estructuras y Materiales, UIS.

4. Discusión

Según el cuadrángulo H12, la Formación Bocas (TRb) se encuentra enmarcada en el área de este proyecto, pero no hubo evidencia de que aflorara en el sector, ni afuera del área circunscrita, así como tampoco se encontraron fragmentos de esta formación en los núcleos perforados por Consorcio Diseños Viales. Los Esquistos de Silgará que afloran en el sector de composición pelítica y la Formación Jordán no presentan un contacto visible, a pesar de esto, se puede trazar un contacto inferido por el cambio de litologías mientras se asciende estratigráficamente sobre vías terciarias y caminos, a diferencia del cuerpo granítico el cual se presenta en contacto con la Formación Jordán repetidas veces sin evidencia de aureolas de contacto.

Los diagramas de rosetas fueron interpolados con el mapa de lineamientos estructurales con el fin de comparar los rumbos medidos en campo respecto a las direcciones de los lineamientos. La cinemática de la falla Suratá (que en este sector es casi vertical) se representa en el corte geológico transversal (E-W) del área de estudio. A diferencia de los registros de los sondeos representados en las fichas técnicas de Consorcio Diseños Viales, los cuales describen de manera superficial el material pétreo de la zona, en este proyecto se contempló una caracterización de mayor detalle de los sondeos, esto permitió basar una hipótesis de procedencia y precisar el estado geológico del área para posteriormente tener información geotécnica según resistencia mecánica de las litologías, específicamente la Formación Jordán, por ser esta la litología bedrock (debajo de los depósitos cuaternarios) de área circunscrita.

5. Conclusiones

El cambio más significativo de la cartografía de la zona, realizada a escala 1:10000 mediante control de campo, en comparación con la plancha geológica a escala 1:100000 del INGEOMINAS, es la ausencia de la Formación Bocas (TRb); la cual pudo haber sido cartografiada a gran escala por confusión con los niveles gravosos de Jordán presentes en la zona, o por dar continuidad estratigráfica al modelo de levantamiento del basamento sobre las formaciones más jóvenes por acción de la Falla Suratá.

Se enfatizó en la necesidad de cartografiar los depósitos cuaternarios discriminándolos de menos reciente a más reciente según su temporalidad de depositación, aclarando que pudo haber, y hay actualmente, entremezcla entre éstos. Según características texturales se determina que la Formación Jordán es suficiente madura y según los ensayos de compresión simple, lo suficientemente compacta para ser intervenida por obras civiles. Sin embargo, en el área aledaña del corredor vial se encuentra la Falla Suratá, lo que complica un diagnóstico geotécnico ya que a pesar de que la esta formación presenta buenas características por las muestras, en los afloramientos se presenta muy fracturada evidenciándose hasta cuatro familias de diaclasas.

Los fragmentos líticos de los núcleos provienen de la Unidad Neis de Bucaramanga y Esquistos de Silgará principalmente; siendo esta última la de mayor aporte a los cuaternarios al ser la Unidad más proximal al valle del río Suratá, lo que explica la cantidad de fragmentos de esquistos que se repiten en los sondeos.

6. Recomendaciones

Se recomienda que en la próxima actualización de la plancha 109-Rionegro se realice un control de campo más detallado para justificar la cartografía de la Formación Bocas en este sector, ya que es el contraste más significativo que se generó respecto al trabajo cartográfico en este proyecto.

Se recomienda para estudios posteriores sobre el proyecto vía Alto del Escorial, un estudio geotécnico detallado referente a estabilización de taludes y levantamiento de topografía con monitoreo mediante mojones georreferenciados para medir la acción de la falla Suratá en la zona.

Se recomienda el levantamiento de la sección estratigráfica de la formación Jordán a una escala detallada a fin de tener información geológica más certera de la zona.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía Municipal de Matanza Santander, (2003). Esquema de Ordenamiento Territorial Matanza Santander (B. Documentos Municipales), Matanza, Colombia.
- Amiruddin, A. (2011). TECTONIC RIFTING OF UPPER PALEOZOIC–MESOZOIC INTRACRATONIC BASINS IN THE SOUTHEASTERN GONDWANALAND AND ITS ECONOMIC ASPECTS: with refference to the Geology of North Sumatra and West Australia. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 21(5), 249-255.
- Ayala-Calvo, R. C., Veloza, G., Bayona, G. E. R. M. Á. N., Gomez-Casallas, M. A. Y. E. L. I., Rapalini, A. E., Costanzo-Alvarez, V. I. N. C. E. N. Z. O., & Aldana, M. I. L. A. G. R. O. S. A. (2005). Paleomagnetismo y mineralogia magnetica en las unidades del Mesozoico de Bucaramanga y el macizo de Floresta. *Geologia Colombiana*, 30, 49-66.
- Bieniawski, Z. T., & Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering*. John Wiley & Sons.
- Bucaramanga, D., Rural, C., & de Soporte, D. T. (2014). Plan de Ordenamiento Territorial.
- Casadiegos, L. (2017) *Metamorfismo de la unidad esquistos de silgara del macizo de santander en el sector de silos (Tesis de Pregrado)*. UIS. Bucaramanga.
- Cediel, F. (1968). El Grupo Girón, una molasa mesozoica de la Cordillera Oriental. *Boletín Servicio Geológico Nacional*, 16(1–3), 5-96.
- Clavijo, J. 1994. Mapa geológico generalizado del departamento de Norte de Santander, Memoria explicativa. Informe interno INGEOMINAS.

- Colombiano, S. G. (2012). Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1: 100.000. *Subdirección de Amenazas Geológicas y Entorno Ambiental*, 88p. *Servicio Geológico Colombiano. Bogotá-Colombia.*
- Cooper, MA, Addison, FT, Alvarez, R., Coral, M., Graham, R., Hayward, AB, ... y Pulham, AJ (1995). Desarrollo de cuencas e historia tectónica de la cuenca de los Llanos, Cordillera Oriental y el valle medio del Magdalena, Colombia. *Boletín AAPG* , 79(10), 1421-1442.
- Cruz-Guevara, L. E., Caballero, V. M., (2008). Manual de laboratorio de petrología sedimentaria., Universidad Industrial de Santander.
- Díaz, A., Suárez, C. (2016) Estudio petrográfico y estratigráfico de la formación Jordán en su localidad tipo sobre el escarpe sur de la mesa de los santos y cañón del río Chicamocha, Santander. (*Tesis de Pregrado*). UIS. Bucaramanga
- Folk, R. L. (1974). Petrology of sedimentary rocks: Austin, Texas.
- García, C., Ríos, C., y Castellanos, O. 2005. Medium-pressure metamorphism of the Silgará Formation in the central Santander Massif, eastern cordillera, Colombian Andes: constraints for a collision model. *Boletín de Geología*, 27(2): 43-68.
- García-Ramírez, C. A. (2007) Manual de Prácticas de petrografía Metamórfica, Universidad Industrial de Santander.
- Gonzalez, W., Patiño, A. (2017) Caracterización geológica y geotécnica de los materiales recuperados en los sondeos realizados para la vía Bucaramanga-Matanza (K10+966) por la empresa consorcio diseños viales. (*Tesis de Pregrado*). UIS. Bucaramanga
- Hernández, S., López, J., & Zuluaga, C. Petrografía y geoquímica del Batolito de Rionegro al sur del municipio de Cáchira, Macizo de Santander, Colombia.

- Julivert, M., & Téllez, N. (1963). Sobre la Presencia de Fallas de edad Precretácica y Post-Girón (Jura-triásico) en el Flanco W del Macizo de Santander (Cordillera Oriental, Colombia). *Boletín de Geología*, (12).
- Mantilla-Figueroa, L. C. (2003). Guía de laboratorios de petrología ígnea, Universidad Industrial de Santander.
- Mantilla-Figueroa, L. C., García-Ramírez, C. A., & Valencia, V. A. (2016). Propuesta de escisión de la denominada 'Formación Silgará' (Macizo de Santander, Colombia), a partir de edades U-Pb en circones detríticos. *Boletín de Geología*, 38(1).
- Niño, M. (2018) Caracterización geológica y geotécnica de núcleos de roca de los sondeos realizados en el tramo del sector puente Bolarquí-Viaducto Los Olivos, Vía Bucaramanga-Matanza. (*Tesis de Pregrado*). UIS. Bucaramanga
- Plan de ordenamiento y manejo ambiental subcuenca del Rio Surata, CDMB
- Ramirez, F. A., Hincapie, E., & Sadeghian, S. (2009). Erodabilidad de los suelos de la zona central cafetera del departamento de caldas.
- Rueda, L., Villamizar, D. (2014) *Petrografía de los esquistos del Silgará en la franja Matanza-Cachirí-Turbay, Santander, Colombia. (Tesis de Pregrado)*. UIS. Bucaramanga
- Sarkar, S., & Kanungo, D. P. (2004). An integrated approach for landslide susceptibility mapping using remote sensing and GIS. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 70(5), 617-625.
- Sarmiento-Rojas, L. F., Van Wess, J. D., & Cloetingh, S. (2006). Mesozoic transtensional basin history of the Eastern Cordillera, Colombian Andes: Inferences from tectonic models. *Journal of South American Earth Sciences*, 21(4), 383-411.
- Streckeisen, A., (1976). To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*. 12. pp.

1-33

- Streckeisen, A., (1979). Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprohyres, carbonatites and melilitic rocks: recommendations and suggestions of the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. *Geology*, 7. Pp. 331-335.
- Suárez, J. (2009). Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico.
- Urueña, C; Zuluaga, C. 2011. Petrografía del neis de Bucaramanga en cercanías a Cepitá, Berlín y vetas – Santander.
- Ward, D. (1973). Geología de los cuadrángulos H-12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. *Boletín Geológico Ingeominas*.
- Ward, D. E., Goldsmith, R., Cruz, J. y Restrepo, H. (1973). Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. U.S. Geological Survey y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. *Boletín Geológico*, 21(1-3).