

**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES
RECUPERADOS EN LOS SONDEOS REALIZADOS PARA LA VÍA
BUCARAMANGA-MATANZA (K10+271 – K12+966) POR LA EMPRESA
CONSORCIO DISEÑOS VIALES.**

**WENDY DANIELA GONZÁLEZ DÍAZ
ANGIE DANIELA PATIÑO MALDONADO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2017

**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES
RECUPERADOS EN LOS SONDEOS REALIZADOS PARA LA VÍA
BUCARAMANGA-MATANZA (K10+271 – K12+966) POR LA EMPRESA
CONSORCIO DISEÑOS VIALES.**

**WENDY DANIELA GONZÁLEZ DÍAZ
ANGIE DANIELA PATIÑO MALDONADO**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Geóloga**

**Director:
GUILLERMO VARGAS PIESCHACÓN
Geólogo**

**Codirector:
Luis Eduardo Moreno Torres
Ing. Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2017

DEDICADO A

A Dios por acompañarme, guiarme y hacerme fuerte en cada momento de mi vida.

A mis padres por su entrega, dedicación, amor, y sobre todo por ser mi mayor motivación día a día.

A mi hermano por ser mi mejor amigo, mi alegría, y mi apoyo incondicional.

A mis ángeles en el cielo por iluminarme y darme las ganas para triunfar y mejorar. (Sergio y Cristian)

A mi novio, Cristian Camilo, por estar presente siempre, por ser mi gran amor y por tanto apoyo.

A mi familia González Díaz por tratarme siempre con tanto cariño, por confiar en mí y tener una sonrisa siempre.

Wendy Daniela González Díaz

A mis padres, Jhon Patiño y Jenny Maldonado por todo el apoyo y amor que me han brindado en mi proceso universitario y mi vida.

A mis tías y abuela por su compañía, sus consejos y su ayuda incondicional en cada paso de mi vida.

A Andrés Sánchez por llenar mis días de amor y alegría.

Han sido mi motivación y ejemplo para superarme cada día y ser una mejor persona y profesional.

Angie Patiño Maldonado.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Guillermo Vargas Pieschacón por darnos la oportunidad de participar en éste proyecto y por su acompañamiento en el desarrollo del mismo.

A la Escuela de Ingeniería Civil por prestarnos sus instalaciones para el desarrollo del proyecto.

A todos los profesores de la Escuela de Geología que muy amablemente siempre estuvieron dispuestos a resolver cualquier duda.

A la Universidad Industrial de Santander por haber sido nuestro segundo hogar durante 5 años y vivir en ella los momentos más memorables.

A Fernando y Lucho por su paciencia, colaboración y disponibilidad en los momentos necesarios.

A todos muchas gracias.

CONTENIDO

pag

INTRODUCCIÓN	17
1. JUSTIFICACIÓN.....	18
2. OBJETIVOS.....	19
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. GENERALIDADES	21
3.1 LOCALIZACIÓN.....	21
3.2 GEOMORFOLOGÍA.....	23
3.3 DRENAJES.....	24
3.4 CLIMA Y VEGETACIÓN	24
4. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL	25
5. ESTADO DEL ARTE	28
5.1 NEIS DE BUCARAMANGA.....	28
5.2 ESQUISTOS DEL SILGARÁ.....	29
5.3 BATOLITO DE RIONEGRO.....	30

5.4	DEPOSITOS CUATERNARIOS.....	31
5.5	SISTEMA DE FALLAS DE SURATÁ.....	32
6.	METODOLOGÍA.....	34
6.1	ETAPA 1: RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA Y PRE- CAMPO.	34
6.2	ETAPA 2: CAMPO	36
6.3	ETAPA 3: LABORATORIO.....	36
6.4	ETAPA 4: INTERPRETACIÓN DE DATOS E INFORME FINAL	36
6.5	ETAPA 4: INTERPRETACIÓN DE DATOS E INFORME FINAL	37
7.	GEOLOGÍA LOCAL.....	38
7.1	NEIS DE BUCARAMANGA.....	43
7.1.1	Secciones delgadas	47
7.2	ESQUISTOS DEL SILGARÁ.....	52
7.2.1	Secciones delgadas	54
7.3	BATOLITO DE RIONEGRO.....	56
7.3.1	Secciones delgadas	57
7.4	DEPÓSITOS CUATERNARIOS.....	64
7.4.1	Depósitos De Terrazas Fluviales	65
7.4.2	Depósitos Coluviales.....	66
7.4.3	Depósitos Aluviales.....	68
7.4.4	Depósitos Coluvioaluviales.	68

8. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	70
8.1 FALLA SURATÁ.....	73
8.2 FALLA TRUCHAS	73
9. GEOTECNIA.....	75
9.1 REINTERPRETACIÓN DE SONDEOS.....	75
9.1.1 Puente Palmichal	75
9.1.2 Puente El Muerto.....	83
9.1.3 Puente Buenos Aires.....	89
9.1.4 Puente Truchas	93
9.2 CORTE GEOLÓGICO.....	98
9.3 ANÁLISIS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE	99
9.3.1 Resultados	101
9.3.2 Análisis de resultados	103
9.4 IMPLICACIONES GEOTÉCNICAS DE LOS CUERPOS FRACTURADOS	104
10. DISCUSIÓN.....	106
11. CONCLUSIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	110
ANEXO.....	114

LISTA DE FIGURAS

pag

Figura 1. Ubicación del área de estudio. Tomado de Google Earth.....	21
Figura 2. Localización del área de estudio en mapa topográfico.	22
Figura 3. Mapa geológico Plancha 109.....	27
Figura 4. Núcleos de perforación extraídos por Consorcio Diseños Viales.....	35
Figura 5. Afloramiento Neis de Bucaramanga al borde de la vía Bucaramanga - Matanza	39
Figura 6. Afloramiento Esquistos del Silgará al borde de la vía Bucaramanga - Matanza.	40
Figura 7. Tipos de cuaternarios presentes en la zona. Cuaternarios coluviales característicos por su angularidad y cuaternarios aluviales por su esfericidad.....	41
Figura 8. Mapa geológico de la zona de estudio.....	42
Figura 9. Contacto donde se encuentran las 3 unidades: Neis de Bucaramanga, Esquistos del Silgará y Batolito de Rionegro.	43
Figura 10. Neis de Bucaramanga con intrusión de pegmatita en muestra de mano.	44
Figura 11. A- Fragmentos de neis microplegado en los núcleos de perforación. B- Neis microplegado en el cuaternario.....	45
Figura 12. Sección delgada de neis feldespático correspondiente al Neis de Bucaramanga.....	47
Figura 13. Sección delgada de un neis correspondiente al Neis de Bucaramanga.	49
Figura 14. Sección delgada correspondiente a un neis de la unidad Neis de Bucaramanga.....	50
Figura 15. A- Estructura esquistosa B- Textura lepidoblástica de la unidad Esquistos del Silgará.....	53
Figura 16. Esquisto variedad de color marrón amarillento de la unidad Esquistos del	

Silgará.....	54
Figura 17. Sección delgada correspondiente a un esquisto bimicáceo de los Esquistos del Silgara.	54
Figura 18. Sección delgada correspondiente a un granito.....	57
Figura 19. Sección delgada correspondiente a un granito.....	61
Figura 20. Sección delgada correspondiente a un granito.....	63
Figura 21. Depósitos de terrazas fluviales.	66
Figura 22. Depósitos coluviales.	67
Figura 23. Contacto de Esquistos del Silgará con Cuaternario coluvial en el margen izquierdo del Río Suratá.....	67
Figura 24. Depósitos aluviales.	68
Figura 25. Depósitos coluvioaluviales.....	69
Figura 26. A- Plegamiento en diferentes rodados B- Plegamientos en roca fresca.	73
Figura 27. Corte superficial.....	98
Figura 28. Sondeo P21d / 1.9-2.5 m. Granitoide rico en cuarzo.	100
Figura 29. Sondeo P21d / 1.6-1.6 m. Neis.....	100
Figura 30. Sondeo P23d / 7.9-8.6 m. Neis feldespático.....	101
Figura 31. Sondeo P22i / 7.20-9.90 m. Esquisto micáceo.	101
Figura 32. Datos de carga máxima para las diferentes unidades de la zona.....	101
Figura 34. Debilidades asociadas a fracturas.	104

LISTA DE TABLAS

pag

Tabla 1. Datos estructurales tomados durante la etapa de campo.....	71
Tabla 2. Registro de sondeo P24i sector Palmichal realizado por la empresa Consortio Diseños Viales	75
Tabla 3. Descripción y reinterpretación del sondeo P24i sector Palmichal	77
Tabla 4. Registro de sondeo P23d sector Palmimchal realizado por la empresa Consortio Diseños Viales	79
Tabla 5. Registro de sondeo P23d sector Palmichal realizado por la empresa Consortio Diseños Viales	80
Tabla 6. Descripción y reinterpretación del sondeo P23d sector Palmichal.....	81
Tabla 7. Registro de sondeo P22i sector El Muerto realizado por la empresa..... Consortio Diseños Viales	83
Tabla 8. Descripción y reinterpretación del sondeo P22i	84
Tabla 9. Registro del sondeo P21d sector El Muerto realizado por el	86
Tabla 10. Descripción y reinterpretación del sondeo P21d sector El Muerto.....	87
Tabla 11. Registro de sondeo P20i sector Buenos Aires realizado por la empresa Consortio Diseños Viales	89
Tabla 12. Descripción y reinterpretación del sondeo P20i sector Buenos Aires	90
Tabla 13. Registro de sondeo P19d sector Buenos Aires realizado por la empresa Consortio Diseños Viales.	92
Tabla 14. Descripción y reinterpretación del sondeo ST8 sector Buenos Aires.....	92
Tabla 15. Registro de sondeo P24i sector Truchas realizado por la empresa Consortio Diseños Viales	93
Tabla 16. Descripción y reinterpretación del sondeo P24i sector Truchas.....	94
Tabla 17. Registro de sondeo P23d sector Truchas realizado por la empresa	

Consortio Diseños Viales	96
Tabla 18. Descripción y reinterpretación del sondeo P23d sector Truchas	97
Tabla 19. Propiedades mecánicas de los núcleos de perforación.	102
Tabla 20. Descripción de las rocas según su resistencia.....	103

LISTA DE ANEXOS

pag.

ANEXO A. Catálogo descripción de muestras.	114
--	-----

RESUMEN

Título: CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES RECUPERADOS EN LOS SONDEOS REALIZADOS PARA LA VÍA BUCARAMANGA-MATANZA POR LA EMPRESA CONSORCIO DISEÑOS VIALES*.

Autores: ANGIE DANIELA PATIÑO MALDONADO; WENDY DANIELA GONZÁLEZ DÍAZ**

Palabras clave: Caracterización geotécnica, núcleos de perforación, resistencia, compresión simple, Esquistos de Silgará, Neis de Bucaramanga, Batolito de Rionegro, Cuaternario.

Se estudiaron geológica y geotécnicamente las unidades aflorantes en el proyecto de la vía Bucaramanga Cúcuta sector Bucaramanga - Alto del Escorial correspondiente a los puentes sobre las quebradas: Buenos Aires, El Muerto, Palmichal, y Truchas entre los municipios de Bucaramanga y Matanza; en el segmento occidental del Macizo de Santander analizando los núcleos de las exploraciones realizadas por el Consorcio Diseños Viales en este proyecto, para la cimentación de los puentes sobre las quebradas, reinterpretando la descripción de las muestras recuperadas complementadas con control de campo del área a escala 1:10000.

En el Neis de Bucaramanga afloran 3 tipos de neis diferenciados por su composición mineralógica: Neis de color gris oscuro verdoso, máfico y feldespático. Los Esquistos del Silgará son predominantemente pelíticos; El Batolito de Rionegro aflora como un cuerpo rocoso predominantemente granítico en dirección noroeste. Los depósitos cuaternarios corresponden a: Terrazas, coluviones, aluviones y coluvialuviones compuestos de fragmentos de rocas ígneas y metamórficas.

Los ensayos de compresión simple según la norma INVIAS E – 410 – 07 muestran como las más resistentes las Rocas del Batolito de Rionegro y las más débiles las de los Esquistos del Silgará.

Se recomienda preservar los siguientes núcleos: De Puente Truchas Sondeo P23d y P24i Bis de 0.5 – 9.0 m, 2.5 – 5 m y 9 – 12m respectivamente; de Puente Buenos Aires P20i de 10 -12 m; de puente El Muerto P21d y P22i de 2 – 3 m y de 7 – 10 m para el primero y de 5 – 7 mt para el segundo; y de Puente Palmichal P24i de 1 – 12 m y P23d de 0.8 – 8 mm y de 8 – 10.2 en la litoteca de la escuela de Geología de la UIS e iniciar el catalogo geotécnico.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-químicas. Escuela de Geología. Director: Guillermo Vargas Pieschacón

ABSTRACT

Title: GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL CHARACTERIZATION OF THE MATERIALS RECOVERED IN THE POLLS CARRIED OUT FOR THE BUCARAMANGA-MATANZA ROAD BY THE CONSORTIUM ROAD DESIGNS*.

Authors: ANGIE DANIELA PATIÑO MALDONADO; WENDY DANIELA GONZÁLEZ DÍAZ**

Keywords: Geotechnical characterization, Drilling cores, Resistance, Simple compression, Silgará schist, Bucaramanga Neis, Rionegro batholith, Quaternary.

The geology and geotechnically studied the outcropping units in the corridor of the Project in the route of Bucaramanga, Alto del Escorial, corresponding to the bridges over the ravines: Buenos Aires, El muerto, Plamichal and Truchas between the municipalities of Bucaramanga and Matanza; in the western segment of the Santander massif analyzing the cores of the explorations carried out by Consorcio Diseños Viales in this Project, for the foundation of the bridges over the ravines, reinterpreting the description of the samples recovered in the diferente probes complemented with field control of the área scale 1:10000.

In the Neis de Bucaramanga three types of differentiated Neis emerge for its mineralogical composition: Neis dark greensih, mafic and feldespatic. The Esquistos de Silgara are predominantly pellitic: the Batolito de Rionegro emerges as a rocky body predominantly granite in the northeast direction, the quaternary deposits correspond to: terraces, colluviom, alluviom and colluvioaluvion composed of fragments of igneous and metamorphic Silgara. rocks.

The test of simple comprehension according to the norm INVIAS D-410-07, about rock scores, show as the most resistant rocks of Batolito de Rionegro and the weakest are those of Esquistos de Silgará.

Finally it is recommended to preserve the cores of the perforations as follows: probe P23d y P24i bis of the bridge of Truchas of 0.5-9.0 m, 2.5-5m and 9-12m respectively, bridge Buenos Aires P20i of 10-12 m. Fort he bridges El muerto, probes P21d and P22i of 2-3m and 7-10m for the first and 5-7 m for the second. The Palmichal bridge the probes P24i of 1-12 m and P23d of 0.8-8m and 8-12m in the Litoteca of the geology school of the UIS and start the geotechnical catalog of rocks.

* Bachelor Thesis.

** Facultad de Ingenierías Físico-químicas. Escuela de Geología. Director: Guillermo Vargas Pieschacón

INTRODUCCIÓN

Los estudios geológicos - geotécnicos realizados en el proyecto vía Bucaramanga – Cúcuta sector Bucaramanga Alto del Escorial, se iniciaron en la década de los 90 y los actuales corresponden a un mejoramiento de los mismos. En el área se pueden encontrar afloramientos de las unidades Neis de Bucaramanga, Esquistos del Silgara, cuerpos ígneos relacionados con el Batolito de Río Negro y una serie de depósitos cuaternarios.

El presente trabajo de investigación se centra en la caracterización geológica y geotecnia en el sector de los Puentes: Buenos Aires, El Muerto, Palmichal y Truchas mediante la reinterpretación de la descripción realizada de las muestras recuperadas en los sondeos realizados por ingenieros civiles de la empresa Consorcio Diseños Viales (2013) y control de campo del área a escala 1:10.000, con el fin de validar la información suministrada, mejorar el detalle de la cartografía y el modelo geológico propuesto.

En el área se encuentran rocas que representan eventos de alto y medio grado de metamorfismo, intruidas por cuerpos ígneos más recientes, afectadas por fallas del Sistema Surata de orientación NE que se evidencian por la presencia de diaclasas, pliegues, fracturas y variaciones en la orientación e inclinación de las foliaciones. Para la caracterización geotécnica de las unidades geológicas sé que incluyeron: además de la descripción petrográfica mediante análisis de secciones delgadas, descripciones macro y micro de muestras y ensayos de compresión simple.

Se cartografiaron los depósitos cuaternarios a escala 1:10000 y no se observó en ellos evidencia de actividad neotectónica.

1. JUSTIFICACIÓN

En la Escuela de geología existen numerosas muestras que tienen una primera descripción geotécnica realizada por ingenieros civiles y es necesario validar ésta información y terminar la caracterización geológica y geotécnica de los materiales para aportar a la Escuela de Geología muestras representativas de las unidades geológicas en el sector donde se han proyectado los puentes sobre las quebradas: Buenos Aires, El Muerto, Palmichal, y Truchas y, además, describir la composición de los materiales asociados a depósitos, como insumo para iniciar un banco de información geotécnica de las unidades geológicas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar geológica y geotécnicamente el sector de los Puentes: Buenos Aires, El Muerto, Palmichal y Truchas mediante análisis estratigráficos y petrográficos de los registros de sondeos y de las muestras recuperadas en las exploraciones realizadas por Consorcio Diseños Viales en la vía Bucaramanga-Cúcuta y control de campo del área a escala 1:10000 y seleccionar los núcleos de roca más representativos para conservarlos en la litoteca de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander e iniciar un catálogo geotécnico de rocas de la región, que sirva como insumo para ingenieros y geotecnistas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar la cartografía a escala 1:10000 en el área de influencia comprendida entre las coordenadas 1'286.500 a 1'289.600 N y 1'110.000 a 1'112.000 E.
- Realizar e interpretar los resultados de ensayos de compresión simple de las muestras representativas de las Formaciones Esquistos de Silgará, Neis de Bucaramanga de acuerdo a la norma INVIAS E – 410 – 07¹ como parámetro Geotécnico de la resistencia del material a un esfuerzo compresivo.
- Describir las muestras recuperadas en los sondeos de acuerdo a la Guía de laboratorio de sedimentología para geólogos (Cruz & Caballero, 2007), Guía

¹ INVIAS. NORMA I.N.V.E – 410 – 07. PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO. [En línea]. (Recuperado en 10 septiembre 2017.) Disponible en <ftp://ftp.ani.gov.co/Bogota%20Villavicencio%20Sector1/4%20HIDRAULICA/Auxiliar/ANX12%20Especificaciones%20Tecnicas%20Invias/normas%20Invias/Normas/Invias/Ensayos/Norma%20INV%20E-410-07.pdf>

de laboratorio de petrología ígnea (Mantilla, 2003) y Manual de prácticas de petrología metamórfica (García, 2007) para precisar a qué formación corresponde el material del sustrato, génesis y procesos a los que ha sido sometidos.

- Realizar una caracterización petrográfica de los núcleos respectivos mediante descripciones con secciones delgadas de las muestras más representativas.
- Iniciar un catálogo de datos para aportar información a la Universidad Industrial de Santander con muestras representativas y características.

3. GENERALIDADES

3.1 LOCALIZACIÓN

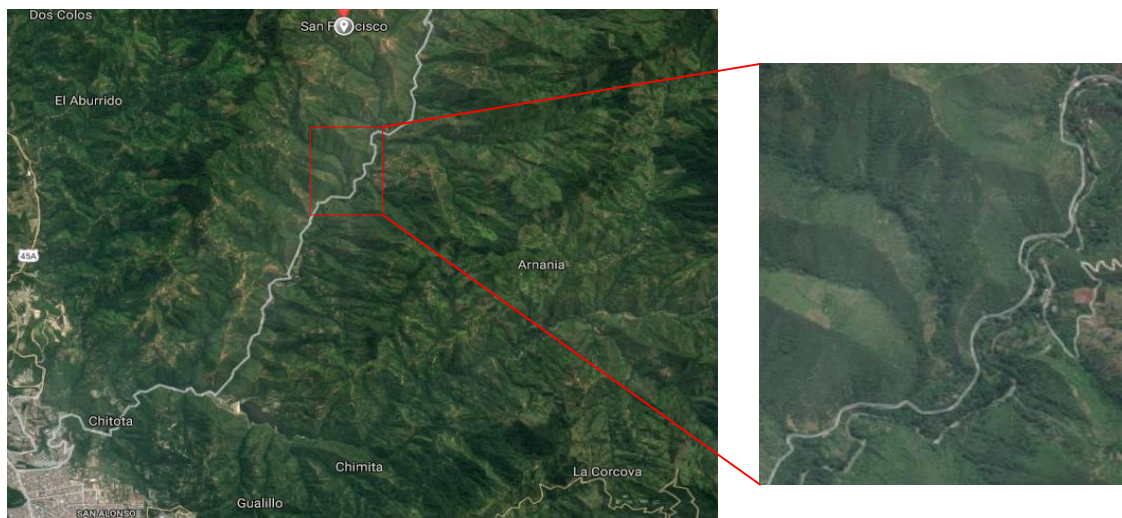
El área de estudio se encuentra en el noreste del departamento de Santander, entre los municipios de Bucaramanga y Matanza hacia la parte occidental del Macizo de Santander. Abarca un área de aproximadamente 5,25 km², el estudio cartográfico corresponde a la plancha H12 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y se localiza topográficamente dentro de las coordenadas (Figura 1 y 2).

$$X_1 = 1'110.570 \quad X_2 = 1'112.000$$

$$Y_1 = 1'286.500 \quad Y_2 = 1'290.000.$$

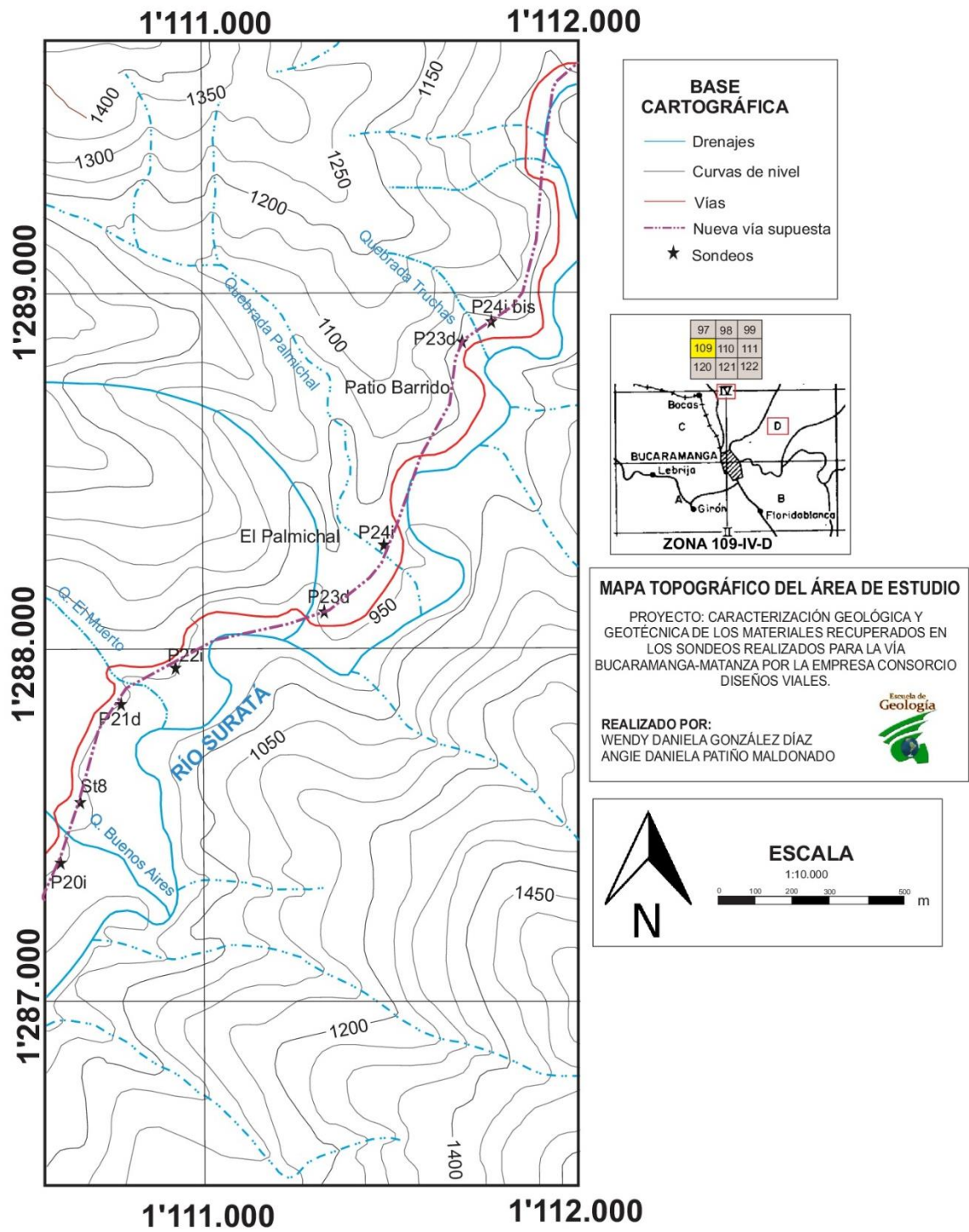
El acceso a la zona de estudio se realiza por la carretera del norte de Bucaramanga que lleva a Matanza por la vía principal iniciando 50 metros más adelante del sector Corral de Piedra y terminando en el territorio llamado Matajira.

Figura 1. Ubicación del área de estudio. Tomado de Google Earth.



Tomado y modificado de Google Earth.

Figura 2. Localización del área de estudio en mapa topográfico.



Tomado y modificado de IGAC.

3.2 GEOMORFOLOGÍA

El área de estudio se encuentra localizada en un sector de montaña entre 950 – 1400 msnm con pendientes moderadas a altas; las geoformas asociadas a la zona de estudio son principalmente de origen morfoestructural denudacional y fluvial, Según el Glosario de Unidades y Subunidades Geomorfológicas del Servicio Geológico Colombiano del 2014², se identificaron las siguiente geoformas:

- ✚ Cerros residuales de cimas redondeadas a planas, de laderas rectas a convexas, largas a muy largas, de pendientes escarpada asociadas a desarrollo de suelos residuales gruesos. Su origen se asocia a procesos de meteorización diferenciales intensos que han actuado en climas húmedos tropicales antiguos.
- ✚ Conos de talud que presentan forma de lóbulo, localizados en la base de los escarpes con formas angostas en el ápice y redondeadas hacia el extremo, cuyas pendientes varían entre inclinadas a abruptas, las laderas son de longitudes cortas a medias con formas convexas y cóncavas hacia la parte distal. Son producto de la acumulación mecánica de bloques y fragmentos angulares que se desprendieron por procesos de meteorización acentuada de las partes altas. Se incluyen en este tipo de geoforma los conos generados por actividad tectónica actual o subactual.
- ✚ Valles en U siguiendo el patrón de drenaje dominado por el Río Surata, de pendientes inclinadas a muy inclinadas. A lo largo de las laderas del valle se diferencian pendientes que representan distintos tipos de depósitos que se describirán a detalle capítulos más adelante.
- ✚ Terrazas Altas y Bajas que se encuentran paralelas al margen derecho de la corriente principal corresponden a plataformas sedimentarias de baja pendiente

² Servicio Geológico Colombiano. Glosario de unidades y subunidades geomorfológicas. 2014.

escalonadas.

3.3 DRENAJES

La zona de estudio se encuentra en la cuenca Baja del Río Suratá, donde confluyen corrientes intermitentes que conforman un drenaje subparalelo con un marcado control geológico. Son cauces en "V" profundos y un cauce en "U" con un ancho de hasta 50 metros del Río Suratá.

Entre las corrientes principales sobresalen las Quebradas: Corral de Piedra, Palmichal, Los Pericos, Buenos Aires, El Muerto y Truchas.

3.4 CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima en la zona de estudio está clasificado por el IDEAM como cálido seco, tiene una temperatura promedio de 23 C y una máxima promedio de 30,9°C. Se caracteriza por presentar una precipitación anual promedio de 1279 mm/año. El régimen de lluvias está distribuido en dos períodos secos y dos lluviosos. Los períodos secos comprenden los meses de diciembre a marzo, y de junio a agosto. los períodos lluviosos se distribuyen entre los meses de abril a mayo y de septiembre a noviembre.

En cuanto a la vegetación corresponde a una zona de vida transición entre el Bosque Seco Tropical (bs-T) y Bosque Húmedo Premontañoso (bmh-PM) o una transición entre el Bosque Subandino y Bosque Inferior Tropical. La vegetación está relacionada con pastos naturales, bosques naturales secundarios, pastos y cultivos de pancoger y frutales.

4. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La zona de estudio se encuentra en el Macizo de Santander ubicado en la cordillera oriental (Figura 3), cuya región montañosa ocupa la mayor parte del área del departamento en dirección suroccidente – nororiente. Sobre los flancos del Macizo de Santander y en sus depresiones tectónicas, afloran rocas sedimentarias de edades Paleozoicas, Mesozoicas, Terciarias y Cuaternarias (Ward et al., 1973; Evans, 1977; Mendoza et al., 1979; Royero y Clavijo, 2001)³.

Las rocas más antiguas del Macizo de Santander, están representadas por las formaciones metamórficas:

a) Neis de Bucaramanga, de edad Precámbrico, (Ward et al., 1973; Evans, 1977; Mendoza et al., 1979; Royero y Clavijo, 2001)⁴, la cual alcanzó condiciones metamórficas de la facies anfibolita durante la orogenia Grenvilliana.

b) Esquistos del Silgara, considerada de edad Precámbrica en cuanto a su protolito, pero de edad Ordovícica en cuanto al metamorfismo, el cual debió alcanzar condiciones de las facies esquistos verdes o facies anfibolita baja, según sectores concretos (Ward et al., 1973; Evans, 1977; Mendoza et al., 1979; Royero y Clavijo, 2001)⁵ ; asimismo, para esta unidad se reporta la presencia de algunas bandas de cizallamiento, con las cuales se relaciona una importante profusión de venas hidrotermales paralelas a la foliación regional y procesos de disolución tectónica de minerales del pico de metamorfismo.

³ Ward, et al. 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, 1973. p. 8

⁴ Ibíd, p. 12.

⁵ Ibíd, p. 15

c) Ortoneis, considerada de edad Devónico Inferior a Ordovícico, intruye a la Formación Silgará y tiene una composición granítica a tonalita y diorita (Ward et al., 1973; Restrepo, 1995; Royero y Clavijo, 2001)⁶.

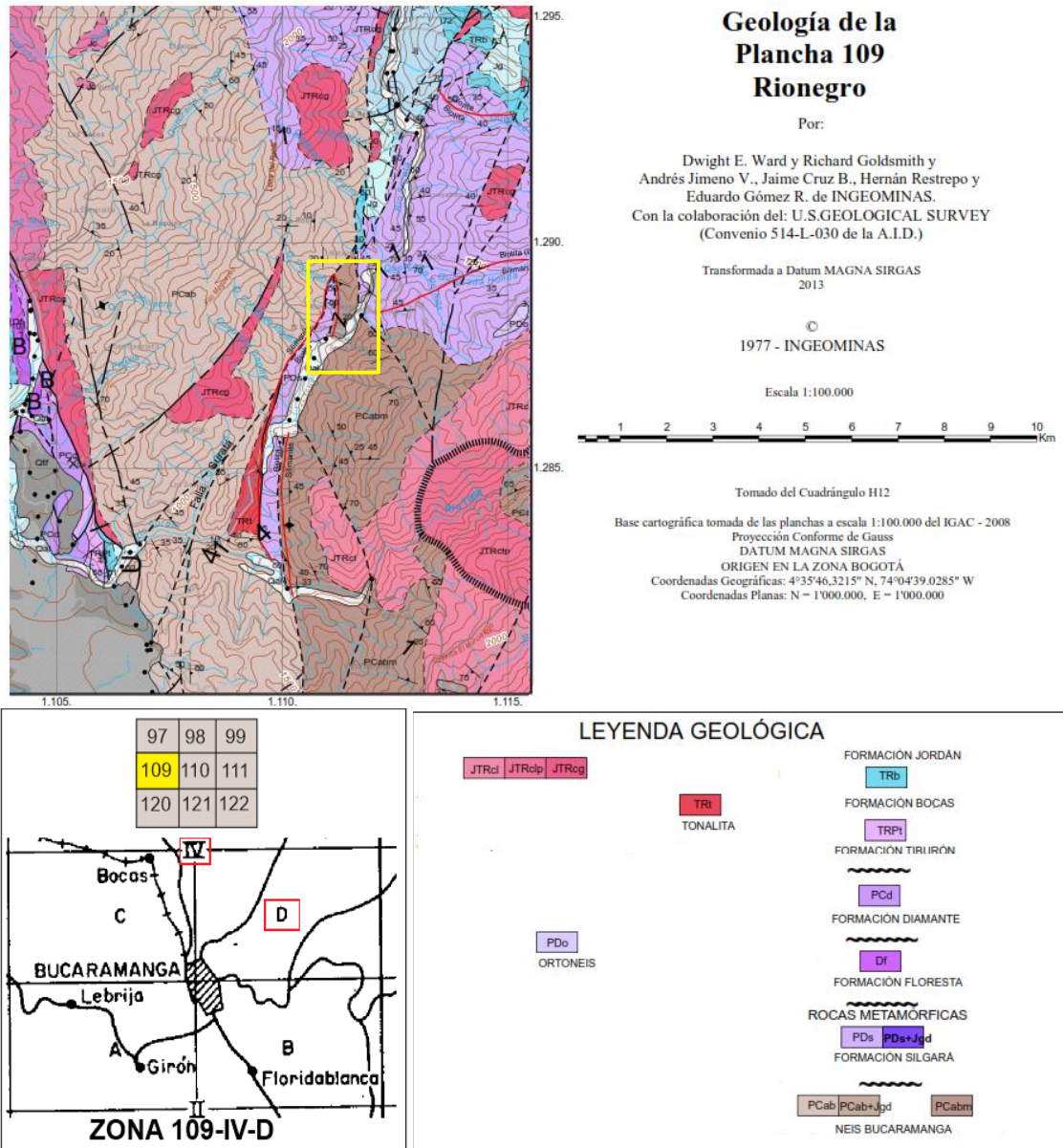
Entre las litologías sin metamorfismo reconocidas, se destacan aquellas de naturaleza ígnea, Las edades para los plutones y stocks individuales varían de 176 a 210 Ma. Estas rocas plutónicas fueron denominadas por Ward *et al.* (1973) como Grupo Plutónico de Santander.

En Ward *et al.* (1973)⁷ la mayoría de fallas encontradas tanto al este como al oeste de la falla de Bucaramanga tienen rumbo norte-noroeste paralelamente a la orientación de dicha falla, solo unas pocas cortan dicha dirección.

⁶ Ward, et al. 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, 1973. p. 21

⁷ *Ibíd*, p. 109.

Figura 3. Mapa geológico Plancha 109.



Tomado y modificado de Servicio Geológico Colombiano (1977).

5. ESTADO DEL ARTE

La zona de estudio ha contado con una serie de trabajos de los cuales se han presentado algunos, sin embargo, no contienen un enfoque profundizado ya que la escala y sus alcances no lo permiten. Por investigaciones sabemos que afloran predominantemente las unidades: Esquistos del Silgara, Neis de Bucaramanga y depósitos cuaternarios de diferentes génesis.

Las rocas metamórficas en la Cordillera Oriental de Colombia se han agrupado en diferentes unidades litológicas (p. ej. Gneis de Bucaramanga, Esquistos del Silgará, Ortogneis), de las cuales registran los principales eventos de metamorfismo regionales que han afectado a éste sector de los Andes septentrionales, y que están relacionados con las orogenias Grenvilliana y Famatiniana (localmente denominada Quetame-Caparonensis), principalmente (Van Der Lilej, 2013)⁸.

5.1 NEIS DE BUCARAMANGA

Esta unidad fue reconocida inicialmente por Julivert (1951) y Goldsmith et al. (1971) y luego definida por Ward et al. (1973).

Ward et al (1973)⁹ propone el nombre de Neis de Bucaramanga para una secuencia estratificada de rocas metasedimentarias de alto grado metamórfico que consisten principalmente de paraneis pelítico, semi-pelítico y arenáceo; esquistos y cantidades subordinadas de neis calcáreo, mármol, neis hornbléndico y anfibolita. El neis de Bucaramanga también incluye zonas de migmatita.

⁸ VAN DER LELIJ, Roelant, 2013. Reconstructing north-western Gondwana with implications for the evolution of the Iapetus and Rheic Oceans: a geochronological, thermochronological and geochemical study. Tesis de doctorado. Ginebra: Universidad de Ginebra. Facultad de Ciencias. 2013.

⁹ WARD, Dwight, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. En: Boletín Geológico. 1973, vol. 11, no. 1-3.

Posteriormente, Urueña-Suárez & Zuluaga (2011)¹⁰ presentan una descripción detallada de las variaciones litológicas encontradas en el Neis de Bucaramanga, que es considerado como una unidad migmatítica. Amaya (2012) define la relación entre las condiciones del metamorfismo y los procesos de migmatización en el Neis de Bucaramanga, a partir de las características geoquímicas de los fundidos de inyección (Urueña, 2014)¹¹.

5.2 ESQUISTOS DEL SILGARÁ

La Formación Silgará (Ward et al., 1973 en Matilla et al., 2016)¹², se presenta a manera de franjas en diferentes partes del Macizo de Santander (Cordillera Oriental de Colombia). La franja Matanza-Cachirí, en donde se localiza la sección tipo de la Formación Silgará, presenta circones detríticos con picos de edades U-Pb en torno a 940, 1.010 y 1.248 Ma, entre otros. Estos datos, permiten señalar que la máxima edad estratigráfica de esta formación (en la franja donde se localiza su sección tipo), es del Neoproterozoico (Toniano).

En términos generales, la Formación Silgará (terminología original utilizada durante la elaboración de la plancha H-12, según Ward et al., 1973)¹³, consta de una secuencia de litologías metamorfoseadas y cíclicamente estratificadas, de pizarras, filitas, metalimolita, metarenisca impura, metawaka y metawaka guijarrosa, con menos cantidades de pizarra y filita calcárea.

La relación cronológica entre las dos unidades ha sido establecida mediante

¹⁰ URUEÑA SUAREZ, Cindy Lizeth; ZULUAGA CASTRILLÓN, Carlos Augusto. PETROGRAFÍA DEL NEIS DE BUCARAMANGA EN CERCANÍAS A CEPITÁ, BERLÍN Y VETAS – SANTANDER. Bogotá: Geología Colombiana, 2011.

¹¹ URUEÑA SUAREZ, Cindy Lizeth. Metamorfismo, Exhumación y Termocronología del Neis de Bucaramanga. (Macizo de Santander, Colombia). Tesis de Magíster en Ciencias Geología. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, 2014.

¹² MANTILLA FIGUEROA, Luis Carlos; GARCÍARAMÍREZ, Carlos y VALENCIA, Victor. Propuesta de Escisión de la denominada “Formación Silgará” (Macizo de Santander, Colombia), a partir de edades U-Pb en circones detríticos. Boletín de Geología. En: Boletín de Geología. Diciembre, 2016, vol. 38 no. 1., p. 33-50.

¹³ WARD, Dwight, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. En: Boletín Geológico. 1973, vol. 11, no. 1-3.

relaciones de campo y algunas dataciones radiométricas; aunque este contacto no está bien definido, parece seguir la isograda de la silimanita (Restrepo-Pace et al. 1997). Para Arenas (2004) necesariamente el contacto entre las dos unidades debe estar definido claramente, ya que no pueden corresponder a un mismo evento metamórfico, debido a que las relaciones estratigráficas y evidencias geocronológicas e isotópicas permiten interpretar que el neis ya se encontraba “adosado” al borde noroccidental de Gondwana al final del Proterozoico (Ureña, 2014)¹⁴.

La Falla de Bucaramanga que se ha considerado como límite para el macizo; sin embargo, de acuerdo con la cartografía y las evidencias en campo se observa que los Esquistos de Silgará también afloran al W de la falla. Adicional a esto, los sectores donde la falla tiene un comportamiento inverso como ocurre al S del municipio de Cepitá, se encuentran bloques separados por cuerpos intrusivos en contactos fallados; que litológicamente corresponden a neises cuarzo feldespáticos con silimanita y biotita, que desarrollan texturas migmatíticas pero, que de acuerdo con el mapa geológico también son cartografiados como rocas de los Esquistos de Silgará. (Ureña, 2014)¹⁵.

5.3 BATOLITO DE RIONEGRO

En la plancha 109 del Servicio Geológico Colombiano, se refieren al batolito como una masa que hacia el extremo sur consiste de cuarzomonzonita, granito y granodiorita. El extremo sur es una cola delgada proyectada en una misma dirección, siguiendo la falla hacia el Río Suratá. El plutón tiene por lo menos 50 Km de largo y se extiende hacia el Norte por una distancia desconocida. Dentro del cuadrángulo tiene una anchura de 14.5 Km, más hacia el norte fuera del área del mapa, alcanza 20 km de ancho. Lo anterior da la duda de que este sea la

¹⁴URUEÑA SUAREZ, Cindy Lizeth. Metamorfismo, Exhumación y Termocronología del Neis de Bucaramanga. (Macizo de Santander, Colombia). Tesis de Magíster en Ciencias Geología. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, 2014.

¹⁵ Ibíd. p. 8

continuación del batolito de Ocaña en el área Ocaña-Abrego.

El batolito está compuesto de cuarzomonzonita y granito rosado pálido en su parte norte. Al norte del cuadrángulo a lo largo del río Cáchira, se encontró una fase gris al oeste de La Vega y otra rosada al este de la misma población. Cerca de Rio Negro y al sur de Santa Cruz, la granodiorita es gris a gris rosada. La cola sur de este batolito, está compuesta por granodiorita con cantidades apreciables de tonalita; ambas cortadas por cuarzomonzonita rosada a blanca, de grano medio que predomina hacia el río Suratá. Un cuerpo pequeño aislado de cuarzomonzonita rosada similar a la anterior intruída está expuesto en el área de los jardines y Pan de azúcar al este de Bucaramanga (Ward et al, 1973)¹⁶.

A partir de interpretación petrográfica y análisis químicos de roca total se determinó que el Batolito de Rionegro, de edad Jurásico Temprano. Estas rocas son ácidas, fuertemente peraluminosas, calcoalcalinas a calcoalcalinas altas en K, y asociadas probablemente con un ambiente extensional relacionado a un arco maduro (margen continental activo). El plutón se emplazó en un nivel de la corteza transicional entre la mesozona y la epizona, probablemente a una profundidad entre 6 y 10 Km, e intruye a las rocas pertenecientes a la Formación Silgara y Neis de Bucaramanga.

5.4 DEPOSITOS CUATERNARIOS

El material que constituye los depósitos coluviales debe haberse derivado de roca parental intensamente meteorizada; en algunos lugares, materiales de diferente color y textura están en fuerte contacto entre sí. Esta relación sugiere que los depósitos coluviales son compuestos y los depósitos individuales se derivaron de una gama amplia de roca parental. Los remanentes de terrazas, aparentemente continuos inicialmente con los depósitos fluviales de la terraza de Bucaramanga,

¹⁶ WARD, Dwight, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. En: Boletín Geológico. 1973, vol. 11, no. 1-3.

flanquean los lados del Río Suratá en las montañas al este de la ciudad (Ward et al. 1973)¹⁷.

Según la empresa Consorcio Diseños Viales (2013), en base a los análisis de los núcleos de perforación en la zona, estos materiales están constituidos por una serie de depósitos de origen coluvial, aluvial y fluviotorrencial. Se describen como depósitos aluviales recientes, con fragmentos redondeados de rocas ígneas en una matriz limoarenosa color café oscuro; depósitos coluviales limo arenosos con intercalaciones de gravas y cantos de metareniscas deleznable con humedad moderada y consistencia medio firme; y depósitos fluviotorrenciales, conformado por cantos redondeados de variada composición litológica, encontrando neis y fragmentos de rocas ígneas con matriz arenosa de grano medio.

5.5 SISTEMA DE FALLAS DE SURATÁ

La evolución tectónica de esta falla es compleja, con movimientos relativos pre-Cretácicos de distensión en donde el bloque occidental se hunde y post-Cretácicos de tipo compresivo relacionado con la orogénesis Terciaria (UIS, 2017)¹⁸.

La Falla de Suratá actualmente es inversa con el bloque noroccidental levantado y también tiene desplazamiento de rumbo lateral derecho, y afecta la Falla Bucaramanga-Santa Marta por lo menos en unos 750 m, al norte de Bucaramanga

La Falla de Suratá o Falla del río Suratá presenta un rumbo predominante N15°E, y su trazo sigue el curso del Río Suratá, prolongándose en el Departamento de Norte de Santander. Es una falla inversa de ángulo alto y su plano de falla buza al noroccidente (UIS, 2017).

¹⁷ WARD, Dwight, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. En: Boletín Geológico. 1973, vol. 11, no. 1-3.

¹⁸ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del sector Norte en Bucaramanga. Bucaramanga: 2017.

Castellanos y Cetina (2013) en su trabajo “Determinación de patrones de fracturamiento y análisis cinemático en inmediaciones del municipio de Charta, Macizo de Santander” reportan que, sobre la Formación Los Santos, la Cuarzomonzonita y el Granito se encuentran evidencias del componente de rumbo dextral de la Falla de Suratá (UIS, 2017)¹⁹.

¹⁹ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del sector Norte en Bucaramanga. 2017.

6. METODOLOGÍA

6.1 ETAPA 1: RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA Y PRE- CAMPO.

Para la recopilación de información se utilizaron revistas científicas, artículos y tesis de grado. Las consultas de información se hicieron en las bases de datos de la Biblioteca central de la Universidad Industrial de Santander (UIS), Universidad de Pamplona, Universidad Nacional de Colombia, Servicio Geológico Nacional (Colombia), Boletín de Geología, Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Revista Boletín Ciencias de la Tierra, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB).

Durante el pre-campo se hizo un reconocimiento de los núcleos tomados por la empresa Consorcio Diseños Viales localizados en la litoteca de la Escuela de Geología en la Universidad Industrial de Santander (Figura 4) con el fin de determinar los afloramientos de mayor interés en los cuales la descripción de la roca pueda ser más clara y general para la zona. Estas descripciones se hicieron con base en la Guía de laboratorio de sedimentología para geólogos (Cruz & Caballero, 2007), Guía de laboratorio de petrología ígnea (Mantilla, 2003) y Manual de prácticas de petrología metamórfica (García, 2007).

Figura 4. Núcleos de perforación extraídos por Consorcio Diseños Viales.



6.2 ETAPA 2: CAMPO

Se realizó la descripción litológica de los afloramientos, registro de datos estructurales y localización de los contactos identificados en el corte de carretera de la vía Bucaramanga – Matanza, lechos de quebrada, caminos aledaños, entre otros. Se tomaron las muestras para las litologías que necesitaron una descripción más completa de la información registrada en los núcleos de perforación. Con base en estos datos y en la recopilación bibliográfica se realizó la cartografía a escala 1:10.000 de la zona con ayuda de Sistemas de Información Geográfica.

6.3 ETAPA 3: LABORATORIO

En esta etapa se seleccionaron las secciones delgadas representativas de las unidades con 6 muestras de los núcleos de perforación y una muestra recolectada en campo para su posterior elaboración en el laboratorio de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander y descripción petrográfica con el fin de identificar aspectos geológicos que pudieran aportar nueva información relevante de la zona.

Se seleccionan las muestras adecuadas para los ensayos de presión simple en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil para la determinación de la resistencia de las rocas que afloran en el área de trabajo.

6.4 ETAPA 4: INTERPRETACIÓN DE DATOS E INFORME FINAL

Durante la cuarta fase del proyecto se analizaron los resultados obtenidos a lo largo de las etapas anteriores, buscando una interpretación correcta de los datos y los manuales anteriormente mencionados, teniendo presente cada uno de los objetivos planteados al inicio del estudio.

Por último, teniendo todos los análisis finalizados, las interpretaciones correctas y los estudios de datos realizados, se elaboró el presente informe final y se entrega a la Escuela de Geología de la UIS.

6.5 ETAPA 4: INTERPRETACIÓN DE DATOS E INFORME FINAL

Se tomó la información previa de las perforaciones hechas por Consorcio Diseños Viales y se hizo una reinterpretación a partir de los datos y análisis recolectados, lo cual ayudo a comprender finalmente el comportamiento geológico – geotécnico de la zona de estudio, y se observó que hay diferencias representativas en los análisis respectivos, sobretodo en el reconocimiento de las unidades rocosas y los depósitos cuaternarios.

Se analizaron los resultados obtenidos a lo largo de las etapas anteriores, buscando una interpretación correcta de los datos obtenidos según la norma INVIAS E – 410 – 07 y los manuales anteriormente mencionados, teniendo presente cada uno de los objetivos planteados al inicio del estudio. Se logró evidenciar las resistencias de cada una de las unidades geológicas, que se encuentran por debajo de los depósitos cuaternarios.

Por último, teniendo todos los análisis finalizados, las interpretaciones correctas y los estudios de datos realizados, se elaboró el presente informe final.

7. GEOLOGÍA LOCAL

En los núcleos obtenidos de las perforaciones realizadas en los afloramientos de la vía Bucaramanga – Matanza K10 a K12 se encuentran rocas metamórficas correspondientes al Neis de Bucaramanga (Figura 5) y Esquistos del Silgará (Figura 6), rocas ígneas pertenecientes al Batolito de Rionegro de variedades granito, tonalita y cuarzomonzonita; y depósitos cuaternarios de 3 tipos (Figura 7): Coluviales, aluviales y de terraza (sobre los cuales se hará un énfasis para determinar su génesis y procesos asociados). Estas rocas presentan edades que van desde el Pre-cámbrico hasta mediados del Triásico (Ward, 1973).

En la figura 8 se representa el mapa geológico realizado para la zona.

Figura 5. Afloramiento Neis de Bucaramanga al borde de la vía Bucaramanga - Matanza.

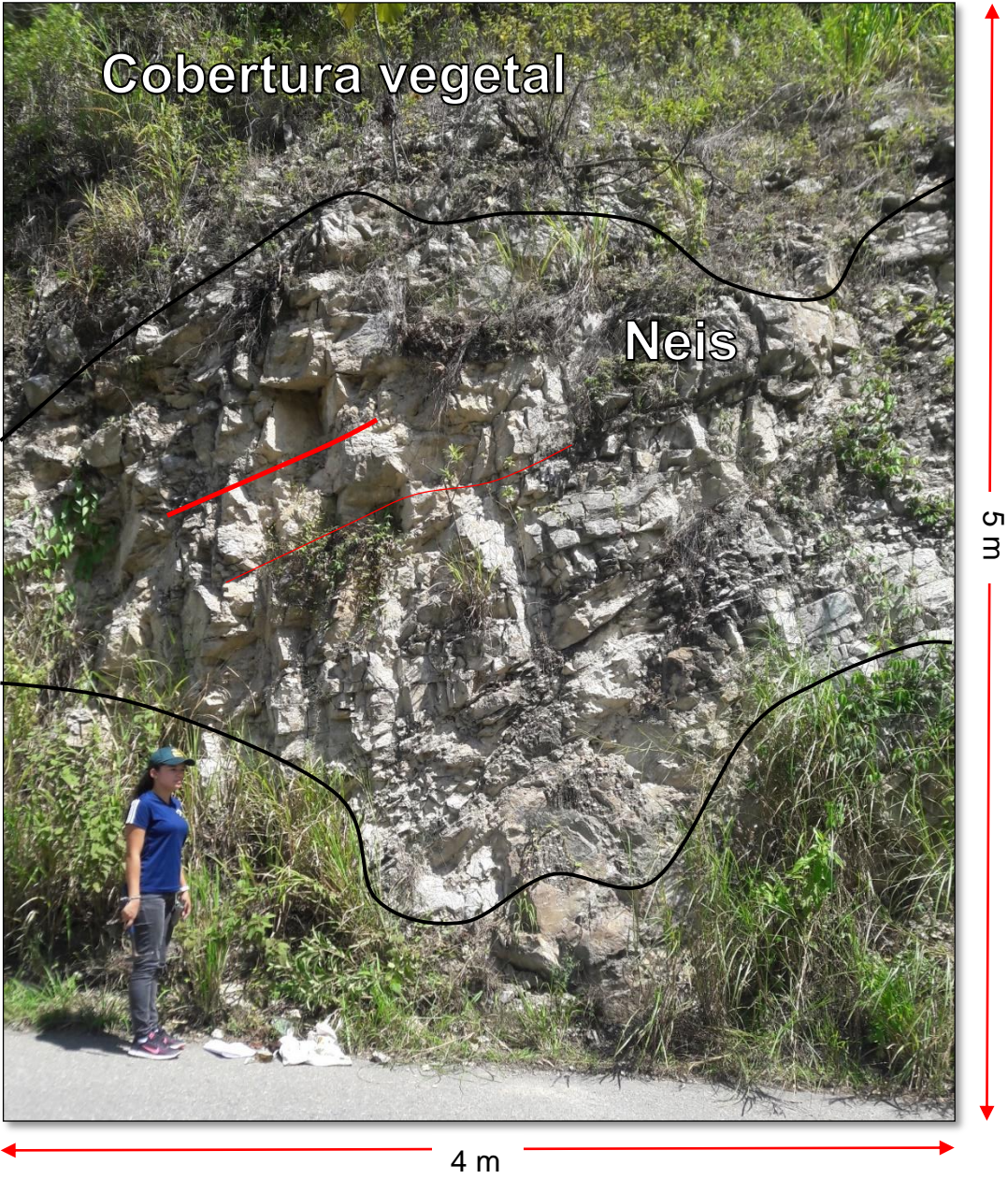


Figura 6. Afloramiento Esquistos del Silgará al borde de la vía Bucaramanga - Matanza.

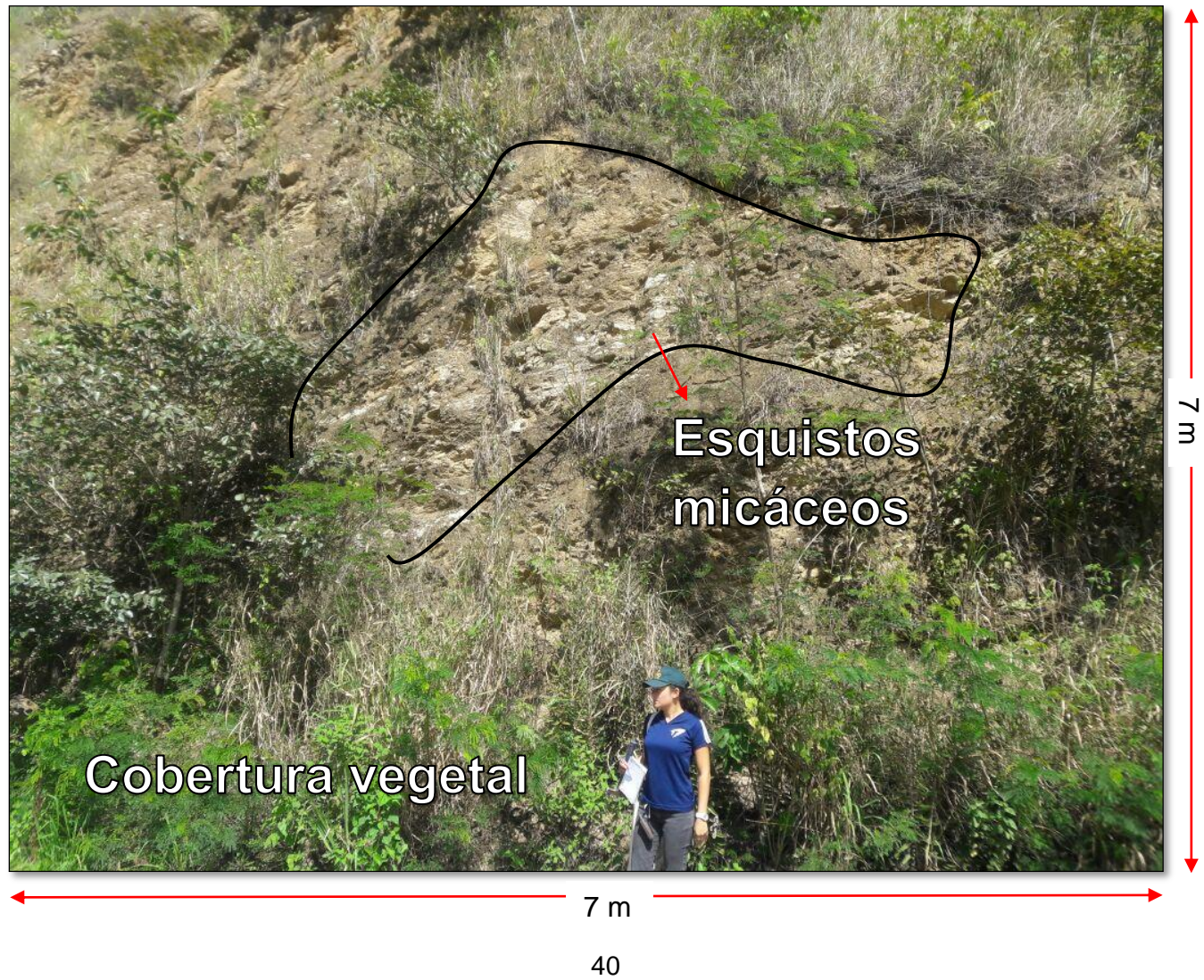


Figura 7. Tipos de cuaternarios presentes en la zona. Cuaternarios coluviales característicos por su angularidad y cuaternarios aluviales por su esfericidad.

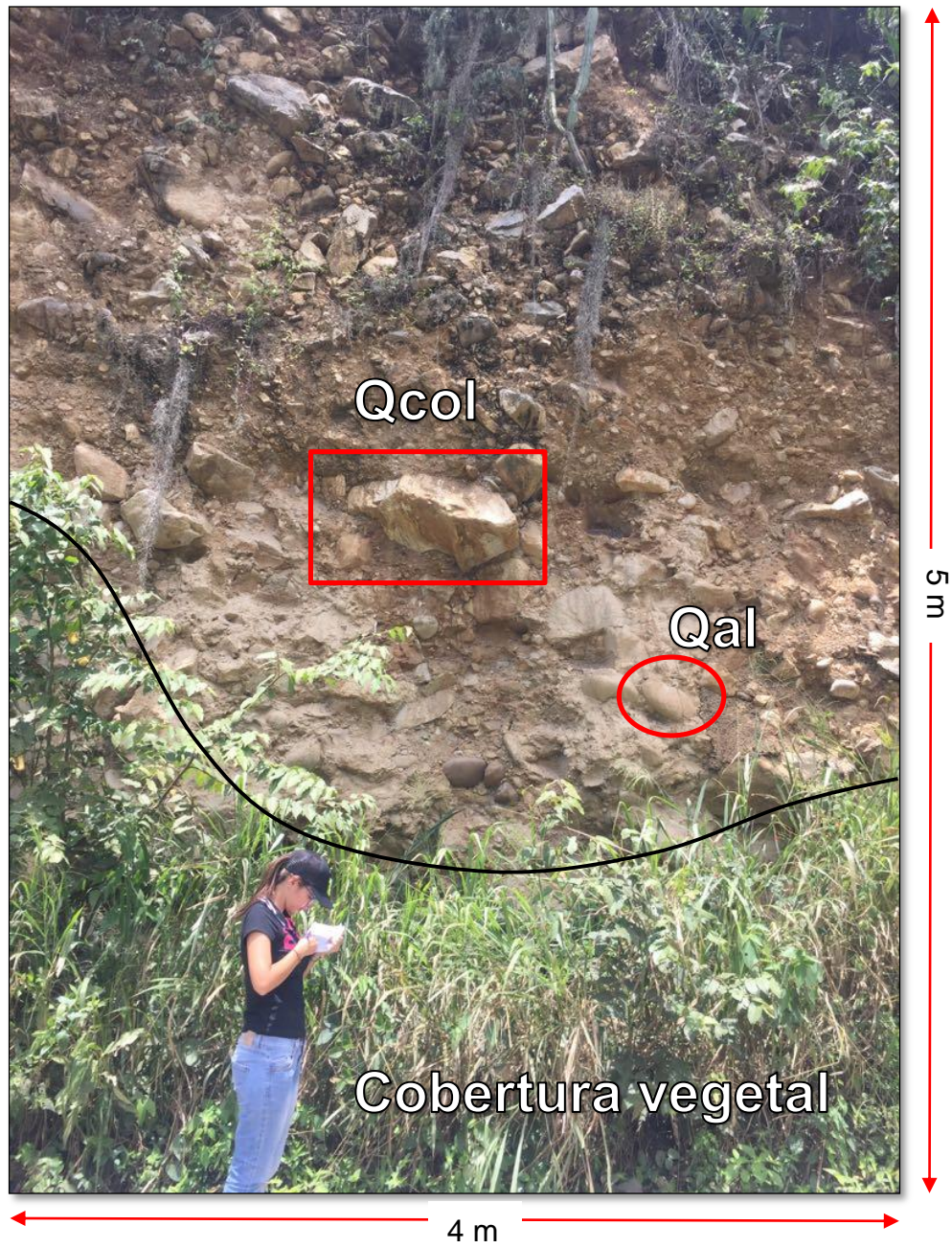
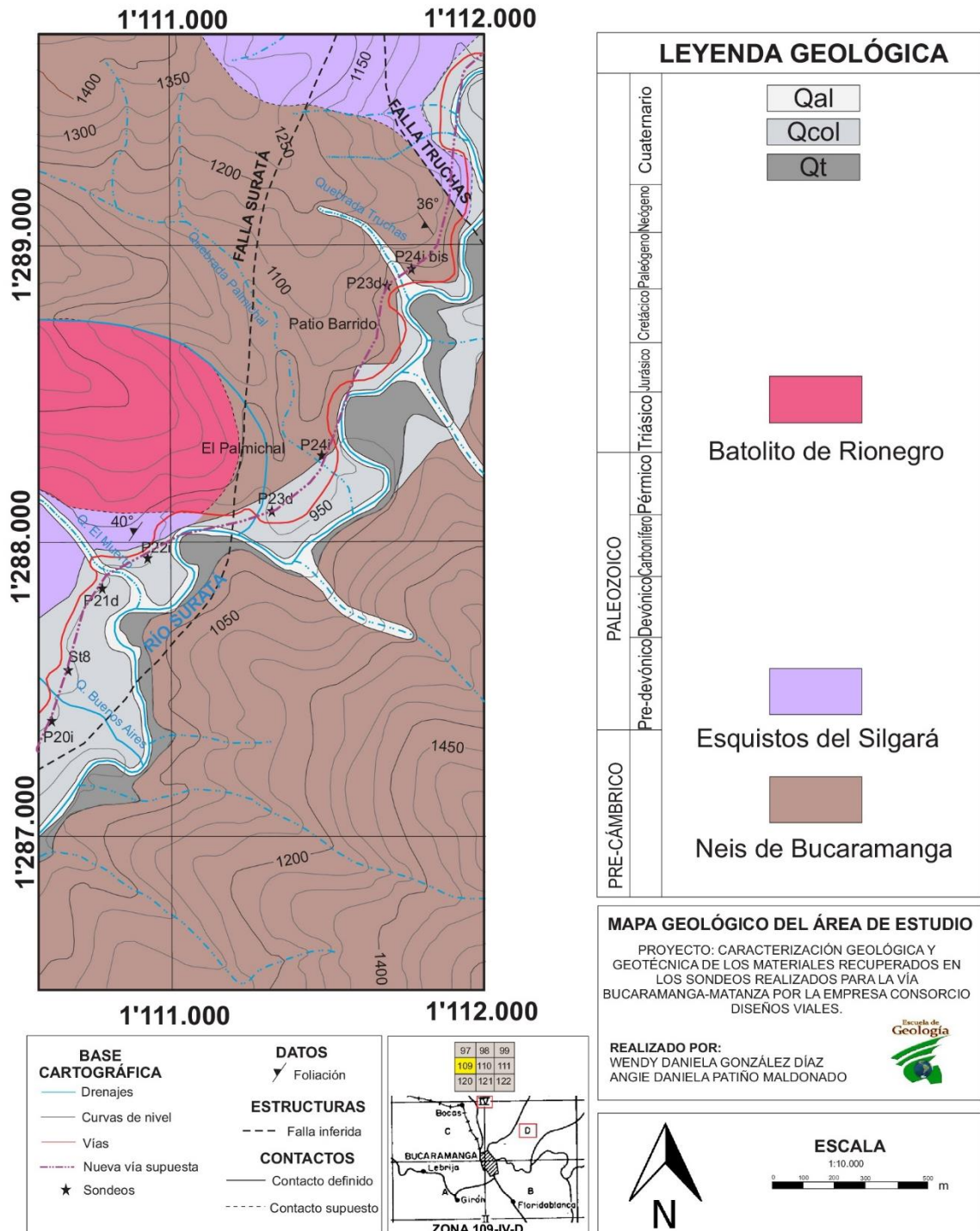


Figura 8. Mapa geológico de la zona de estudio.

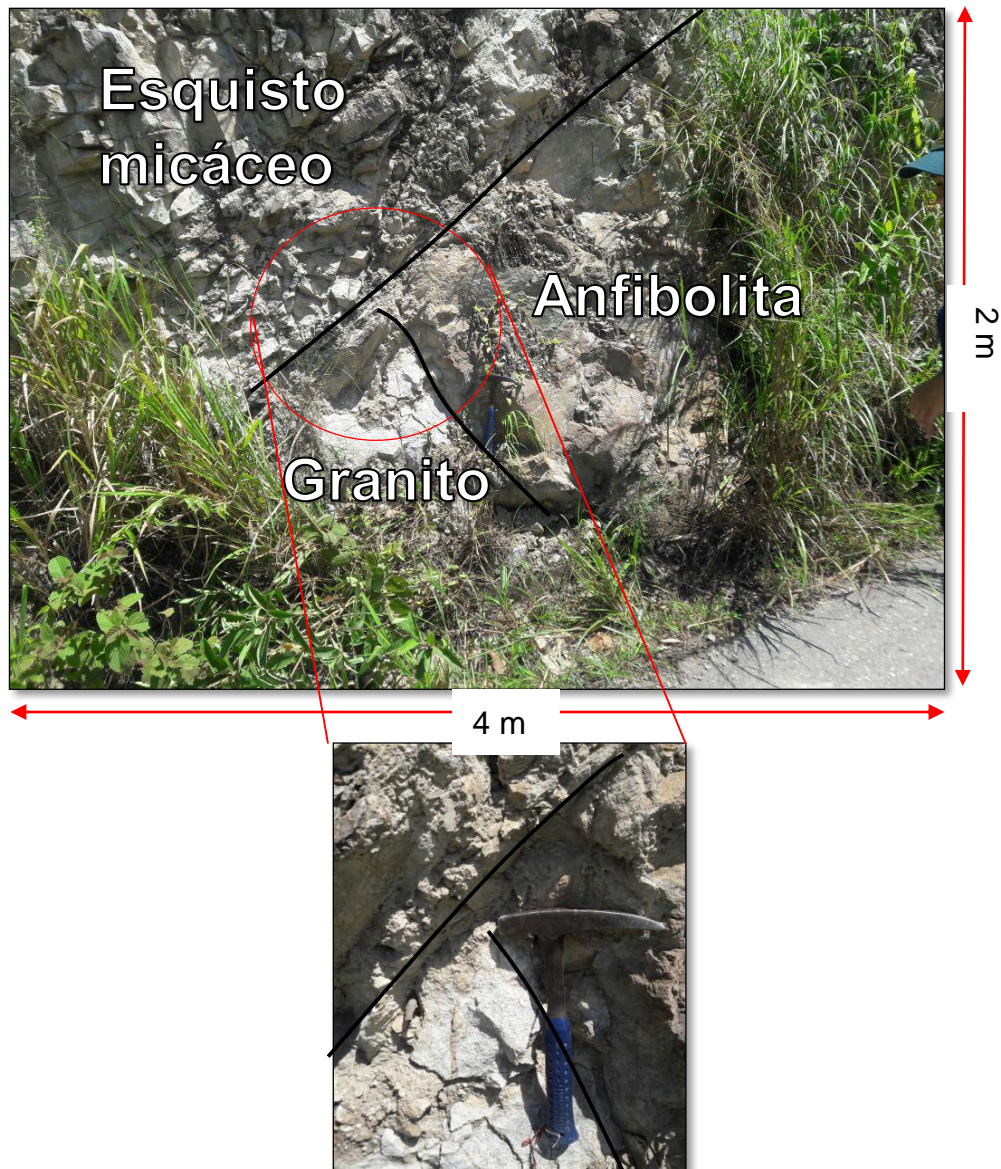


Tomado y modificado de IGAC.

7.1 NEIS DE BUCARAMANGA

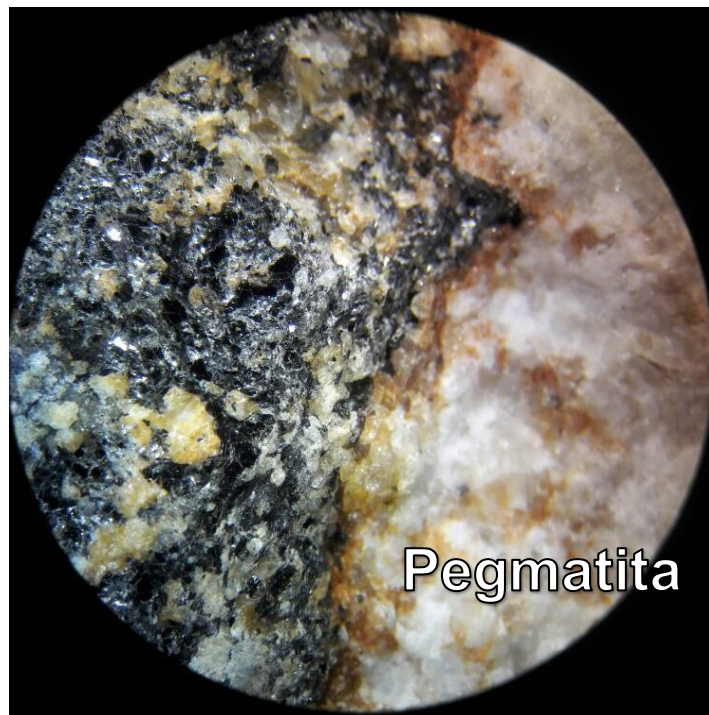
En el presente trabajo se observa una distribución en la zona sur-este como un amplio cuerpo de roca y en la zona nor-oeste como una franja en dirección NW-SE. Al oeste se encuentra en contacto intrusivo con rocas principalmente graníticas del Batolito de Rionegro y al este está limitado por los Esquistos del Silgará (Figura 9).

Figura 9. Contacto donde se encuentran las 3 unidades: Neis de Bucaramanga, Esquistos del Silgará y Batolito de Rionegro.



Afloran 3 tipos de neis diferenciados por su composición mineralógica: (1) Neis de color gris oscuro verdoso (10G 4/1), estructura neisica, textura granoblástica de tamaño de grano medio compuesto mineralógicamente por Biotita, Cuarzo, Moscovita y Plagioclasa. Está intruido por una pegmatita de color gris claro azulado (5G 7/1) compuesta por granito (con cristales de especularita producto de oxidación), holocristalina, de estructura masiva, textura fanerítica e hipidiomórfica (granos subhedrales) y tamaño de grano medio equigranular (Figura 10). (2) Neis máfico de color marrón grisáceo (10YR 5/2) de tamaño de grano de medio a fino con mejor desarrollo de la foliación y mineralógicamente con mayor abundancia de biotita. (3) Neis feldespático de tonalidad parda color blanco rosáceo (10R 8/2) de tamaño de grano de medio a grueso. Compuesta principalmente por cuarzo y feldespato potásico además de minerales ferromagnesianos y moscovita; con foliación acentuada por la alternancia de minerales félsicos y máficos.

Figura 10. Neis de Bucaramanga con intrusión de pegmatita en muestra de mano.



En la zona nor-oeste donde limita el Neis del Bucaramanga en contacto con el Batolito de Rionegro se encuentra una litología correspondiente a capas de anfibolita sobre las pendientes del margen oeste del Rio Suratá. Anfibolita de color gris verdoso (10G 5/1), estructura neisica, textura nematoblástica de tamaño de grano fino. Compuesta mineralógicamente por anfíbol, cuarzo, plagioclasa y moscovita.

Cabe mencionar que, en los núcleos de perforación se encontró neis de color gris (N 5/) con estructura microplegada de tamaño de grano de fino a medio compuesto mineralógicamente por Cuarzo, Biotita, Plagioclasa, Moscovita y Pirita. A su vez, se presentó en la etapa de campo como rodado en depósitos cuaternarios (Figura 11); esta roca se encuentra más deformada que la anterior descrita y contiene venas de cuarzo de tamaño variable (1.5 mm a 2.4 cm) lo que da los primeros indicios de alteración hidrotermal.

Figura 11. A- Fragmentos de neis microplegado en los núcleos de perforación. B- Neis microplegado en el cuaternario.





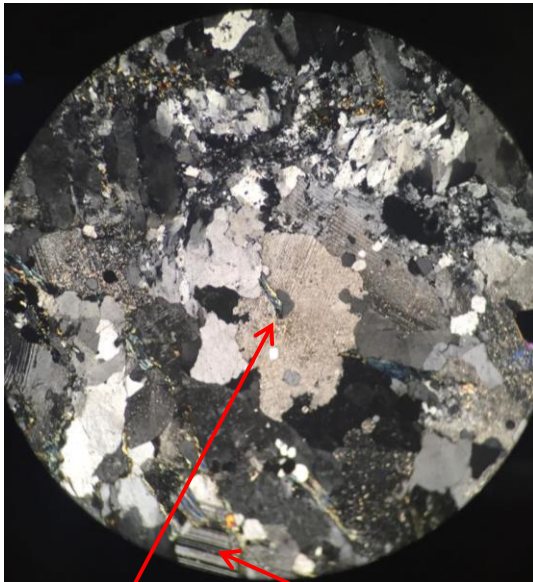
En el Neis de Bucaramanga únicamente se observa oxidación de micas y meteorización a lo largo de las diaclasas y foliaciones, mientras que el cuarzo y el feldespato potásico permanecen intactos; esta roca en general tiene una muy buena resistencia a la erosión y meteorización.

7.1.1 Secciones delgadas

➤ **Muestra P23d – 2**

Figura 12. Sección delgada de neis feldespático correspondiente al Neis de Bucaramanga.

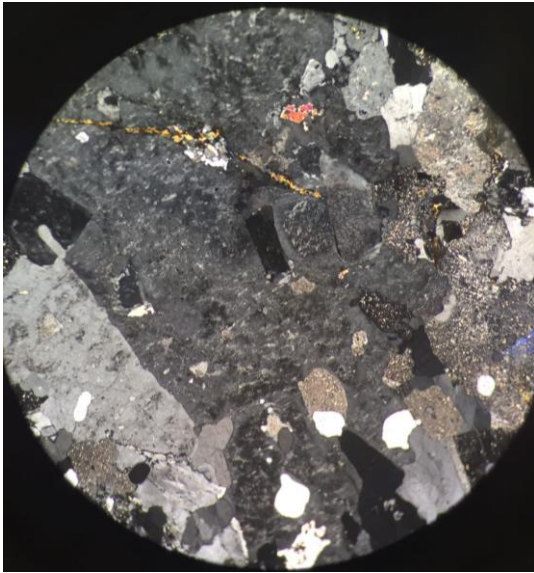
NICOLES CRUZADOS



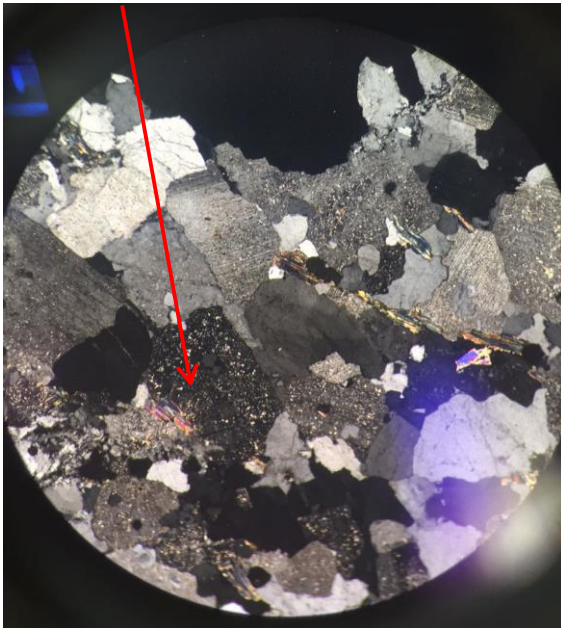
NICOLES PARALELOS



Reemplazamiento Plag



Src



Magnetita



Se trata de un neis feldespático, con bordes lobulados y reemplazamiento dinámico por migración de borde de granos. Presenta lamelas de deformación en los cuarzos, biotitas alterando a cloritas, minerales opacos posiblemente correspondientes a magnetitas.

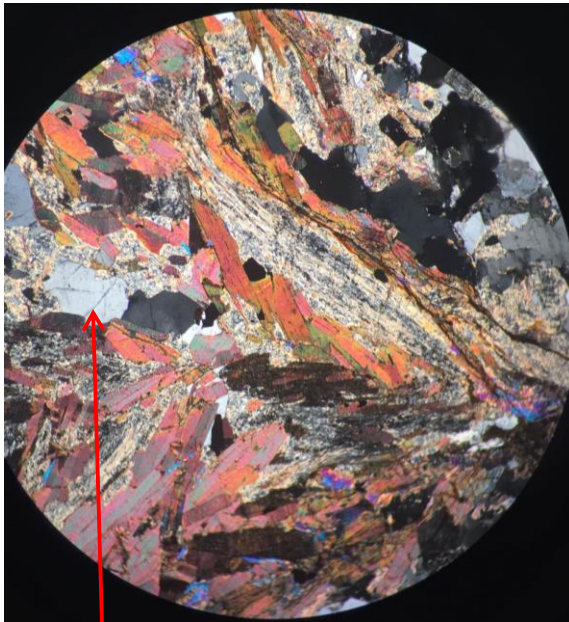
Se diferencian perytas con textura de exsolución, que indica la desmezcla entre un feldespato potásico dentro de otro de mayor grado de metamorfismo.

Las maclas desplazadas indican kinking, es decir, flexión de la red cristalina sin llegar a fracturarse. Es una muestra de una roca muy deformada rica en inclusiones de muscovita y sericita.

➤ **Muestra P23d – 1**

Figura 13. Sección delgada de un neis correspondiente al Neis de Bucaramanga.

NICOLES CRUZADOS

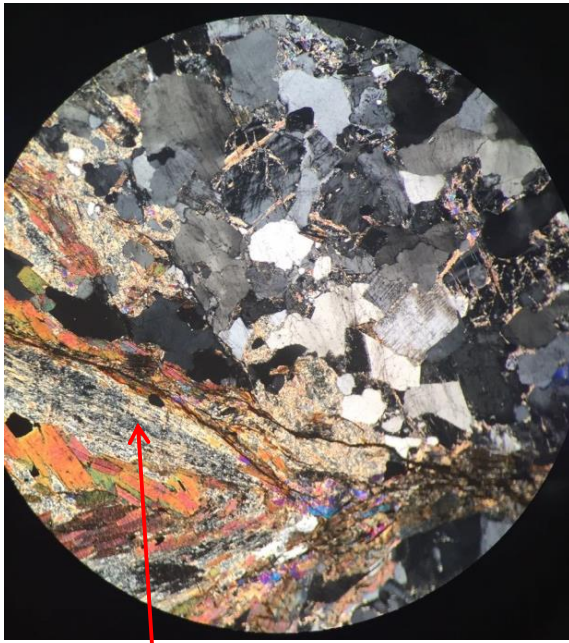


Qtz

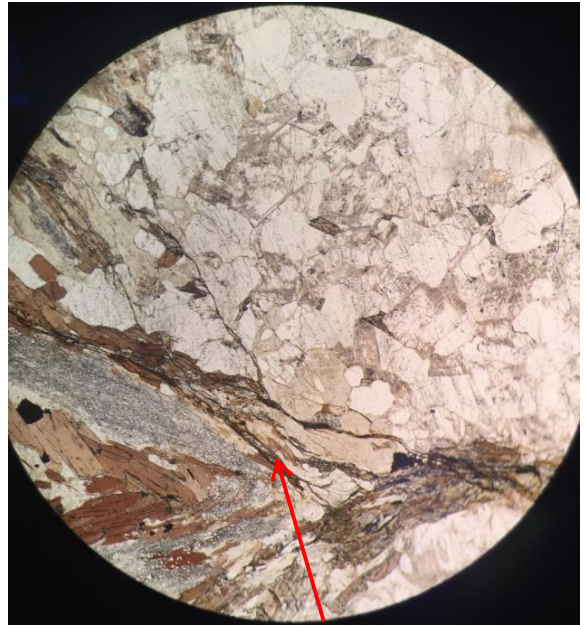
NICOLES PARALELOS



M. opacos



Src



Bt

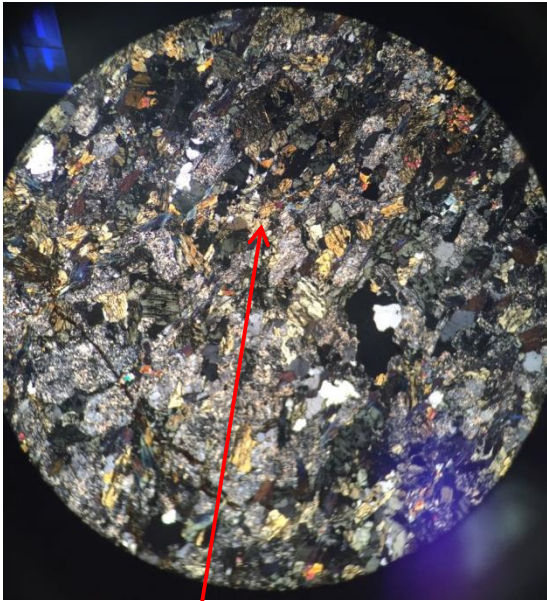
Se observan claramente características propias de un neis, con su respectiva diferenciación metamórfica, con bandas leucocráticas de minerales de cuarzo y plagioclasa, de textura granoblástica y contactos poligonales a interlobulados. Las plagioclasas están levemente alteradas a sericita en las bandas oscuras donde el clivaje es tangencial a los límites de contacto con los leucosomas, el mineral principal es la biotita y presenta alteración a minerales del grupo de la arcilla, su textura local es lepidoblástica, los contactos en las bandas melanocráticas son rectos poligonales. La estructura de la roca es gneisica con textura general lepidogranoblástica.

➤ **Muestra P21d – 1**

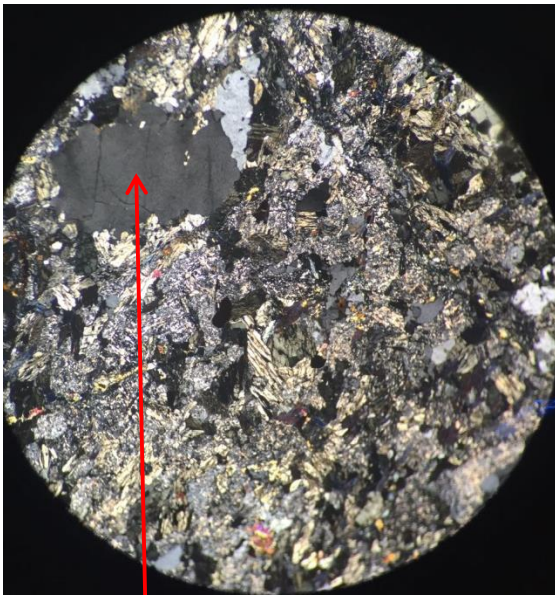
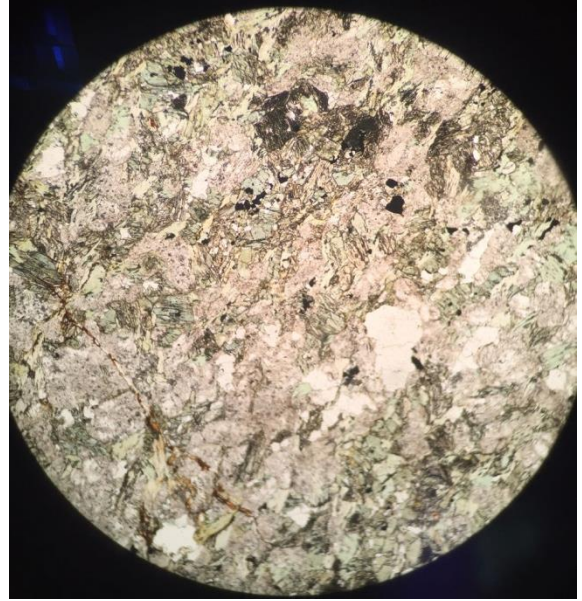
Figura 14. Sección delgada correspondiente a un neis de la unidad Neis de Bucaramanga.

NICOLES CRUZADOS

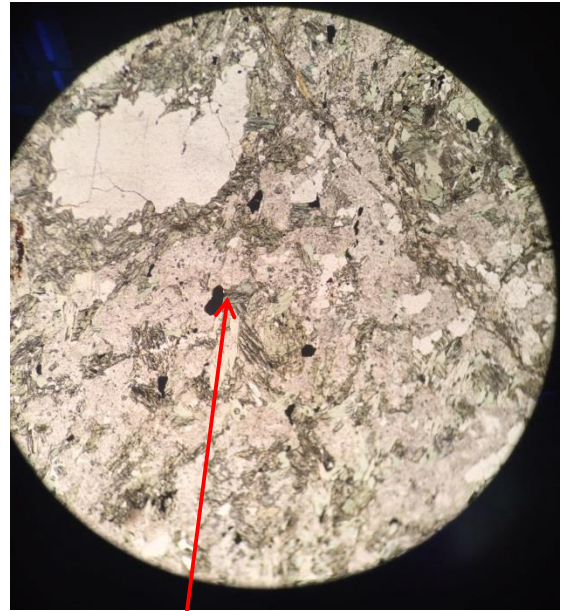
NICOLES PARALELOS



Muy plegada



Qtz



M. Opacos

Se observa una muestra muy deformada con un plegamiento de la red cristalina, kinking, las micas se doblan pero no se fracturan.

Se logra diferenciar goethita, microclina, minerales opacos alterando a hematita de color rojizo, indicando el grado de metamorfismo se encuentra sillimantia de variedad fibrolita, lo que sugiere que la roca es de la facies anfibolita alta, cuya muscovita no se encuentra en equilibrio.

7.2 ESQUISTOS DEL SILGARÁ

Se encuentra distribuido en 2 extremos de la zona ascendiendo por la vía Bucaramanga - Matanza. Al oeste en la zona central limitando con el Batolito de Rionegro presenta un tamaño de grano medio y al nor-este limitando con el Neis de Bucaramanga, el tamaño de grano disminuye de fino a medio, ambos llegando al margen oeste del Rio Suratá. De manera general, cabe mencionar que los Esquistos de Silgará son predominantemente pelíticos y presentan menor grado de metamorfismo con respecto al Neis de Bucaramanga.

Los núcleos analizados se determinaron como esquistos micáceos de color gris oscuro verdoso (5G 4/1), estructura esquistosa y textura lepidoblástica (Figura 15) de tamaño de grano de fino a medio compuestos mineralógicamente por Biotita, Moscovita, Cuarzo y Plagioclasa. También se presentó otra variedad de color marrón amarillento (10YR 5/6) de grano medio con venas de cuarzo de tamaño variable (1 mm a 3 cm) (Figura 16). En los análisis de campo se observan rocas muy laminadas de 1-2 mm de espesor, algunos microplegados y milonitizados por acción de falla que a su vez podrían explicar la disminución del tamaño de grano en sentido nor-este.

Figura 15. A- Estructura esquistosa B- Textura lepidoblástica de la unidad Esquistos del Silgará.

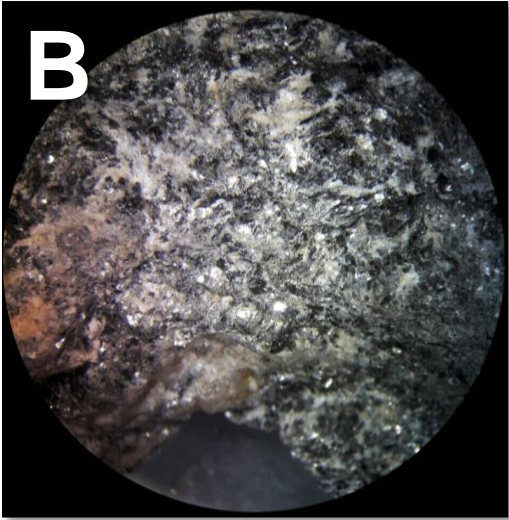


Figura 16. Esquisto variedad de color marrón amarillento de la unidad Esquistos del Silgará.



El material correspondiente a los Esquistos del Silgará se observa con su color original alterado por descomposición diferencial de minerales menos resistentes pasando de tonalidades muy oscuras a grises claras.

Según Ward et al. (1973) los Esquistos del Silgará son de edad Pre-Devónica media, siendo más jóvenes que el Neis de Bucaramanga de edad Pre – Cámbrica.

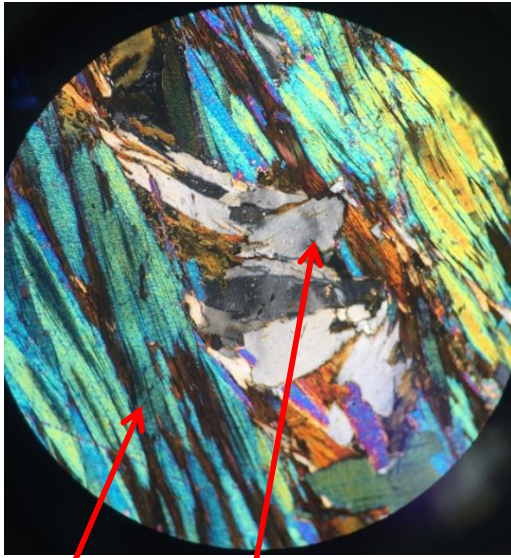
7.2.1 Secciones delgadas

➤ **Muestra P21d – 2**

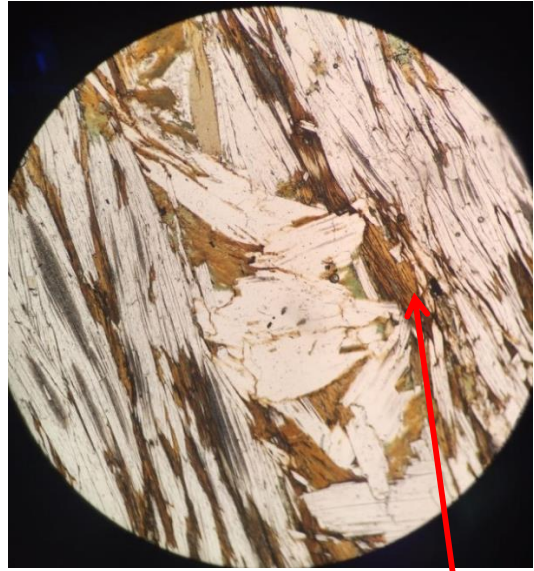
Figura 17. Sección delgada correspondiente a un esquisto bimicáceo de los Esquistos del Silgara.

NICOLES CRUZADOS

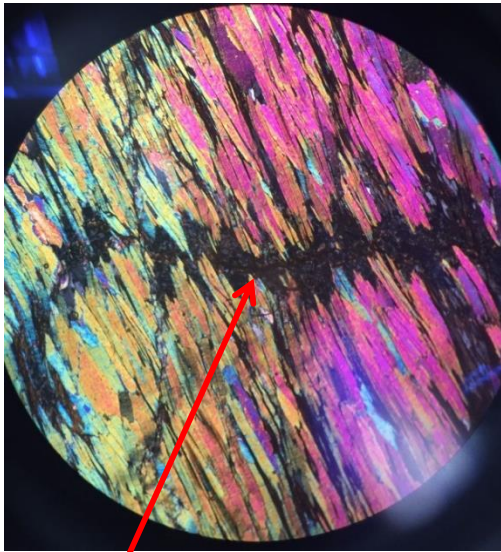
NICOLES PARALELOS



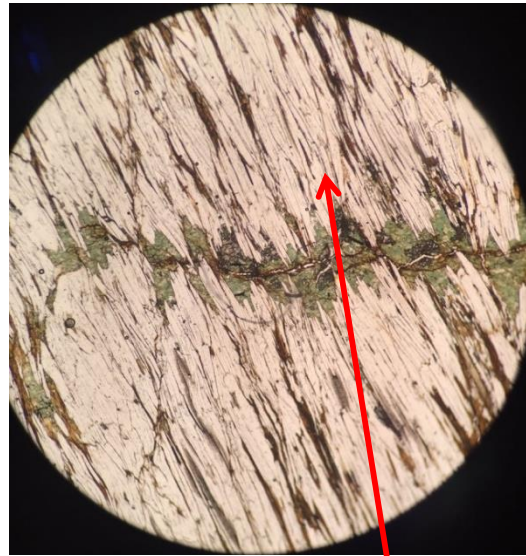
Msc **Microlitones de Qtz**



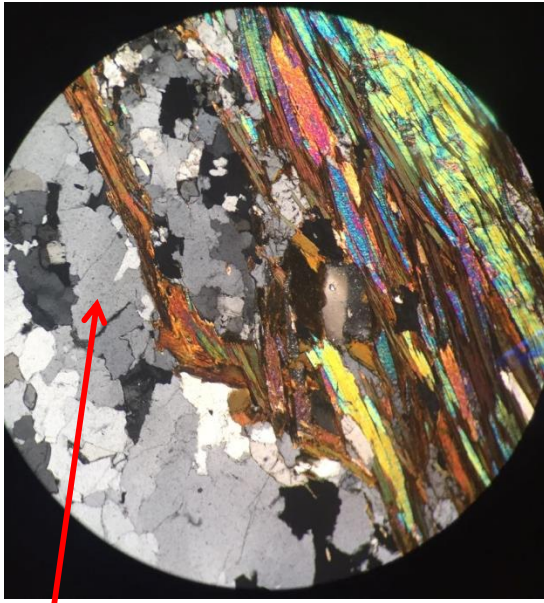
Bt



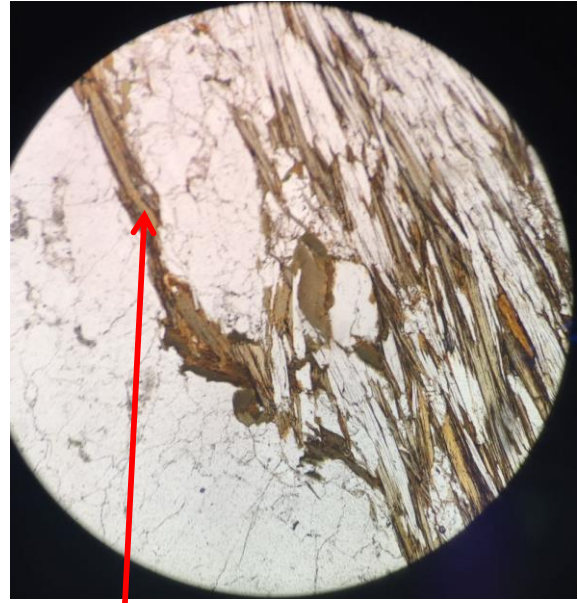
Sil



Msc



Qt



Bt

Se observa un esquistó bimicáceo, con presencia de muscovita y biotita, que definen el tipo de foliación $S_n + 1$. Presenta microlitones de cuarzo, por lo que se puede definir con textura lepidoblástica, localmente granolepidoblástica.

También se diferencia un mineral discordante a la foliación definida por las micas, con características laminares - fibrosas, de relieve alto, birrefringencia media, color marrón, colores de interferencia de primer orden y extinción recta, por lo que podría definirse como una sillimanita de variedad fibrolita post-tectónica.

Según la asociación mineral, la paragénesis de la muestra se ubica en la facies Anfibolita, subfacie Sillimanita de composición cuarzo – feldespática. Dicho esto, se infiere que la roca se formó durante un metamorfismo de medio a alto grado.

7.3 BATOLITO DE RIONEGRO

Se presenta como un cuerpo rocoso en dirección nor-oeste y variedad de intrusiones que afloran a lo largo de toda la zona de estudio aledaña al Río Suratá. Al este limita con las capas de anfibolita pertenecientes al Neis de Bucaramanga y

al oeste con los Esquistos del Silgará. La litología que predomina en esta zona es granito de color blanco (5YR 8/1), holocristalino con estructura masiva, textura fanerítica e hipidiomórfica (granos subhedrales) y con tamaño de grano fino equigranular. Su composición mineralógica presenta Cuarzo (56%), Plagioclasa (30%), Feldespato potásico (20%), Biotita (2%) y Moscovita (2%). Algunas de estas rocas presentan venas de cuarzo con 3 tipos de texturas (masiva y cuarzo coloforme) indicando 3 eventos hidrotermales diferentes.

Además, se encuentra otras variedades en menor proporción como: **(1)** Granitoide rico en cuarzo de color gris claro verdoso o azulado, holocristalino con estructura masiva, textura fanerítica e idiomórfica (granos euhedrales) y tamaño de grano medio equigranular. Su composición mineralógica presenta Cuarzo (50%), Plagioclasa (25%), Biotita (15%), Moscovita (5%) y Feldespato potásico (5%) **(2)** Tonalita de color gris claro (5YR 7/1), holocristalina, estructura masiva, textura fanerítica e hipidiomórfica (granos subhedrales) y tamaño de grano inequigranular. Su composición mineralógica presenta Plagioclasa (45%), Cuarzo (35%), Biotita (10%), Moscovita (7%) y Feldespato potásico (3%).

Los depósitos cuaternarios provenientes del Batolito de Rionegro presentaron un alto grado de meteorización con una coloración mucho más rojiza que la roca fresca.

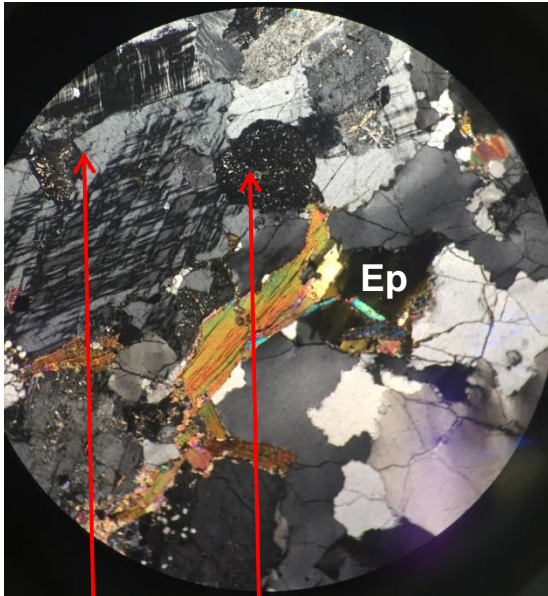
Según Hernandez (2016) el Batolito de Rionegro corresponde al Jurásico temprano, siendo la roca más joven de todas las unidades presentes en la zona de estudio.

7.3.1 Secciones delgadas

➤ Muestra P22i

Figura 18. Sección delgada correspondiente a un granito.

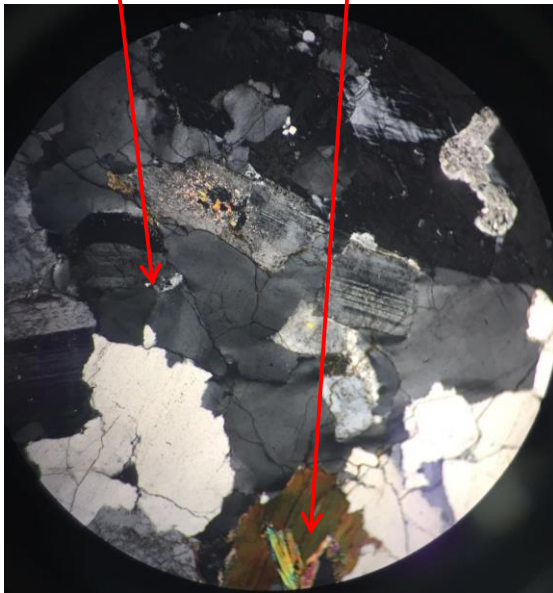
NICOLES CRUZADOS



Alb
Qt

Mcr

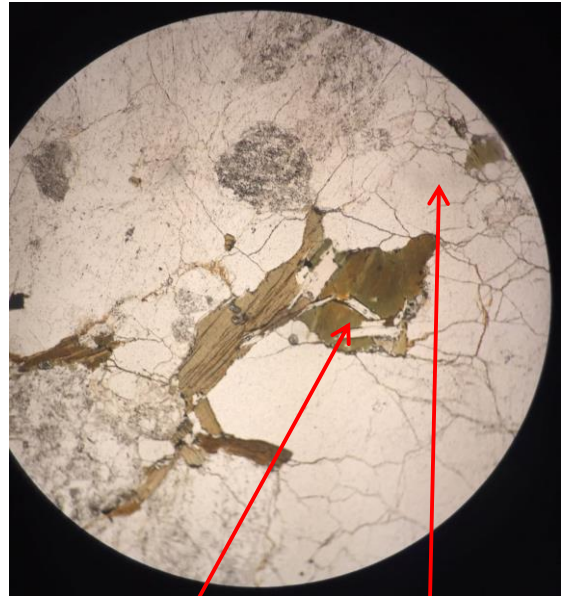
Bt



Qt

Bt

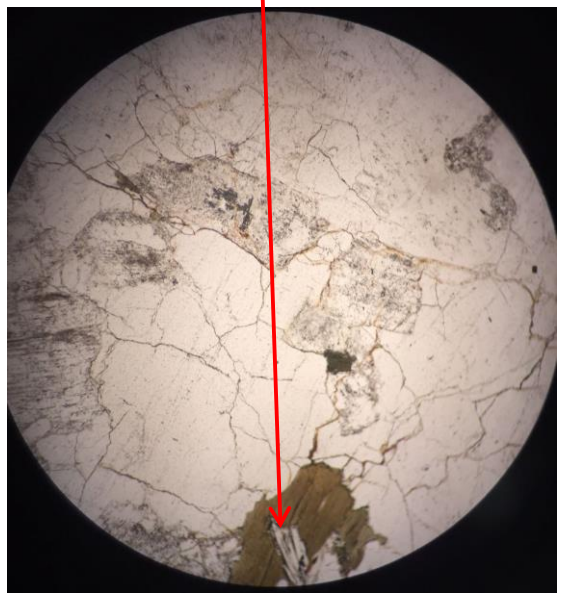
NICOLES PARALELOS



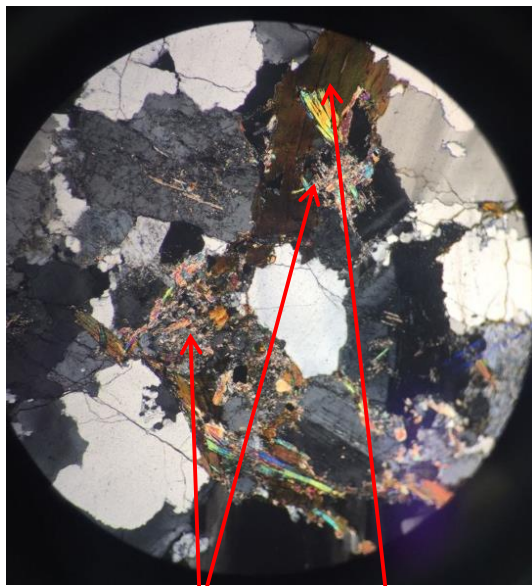
Bt

Qt

Ep

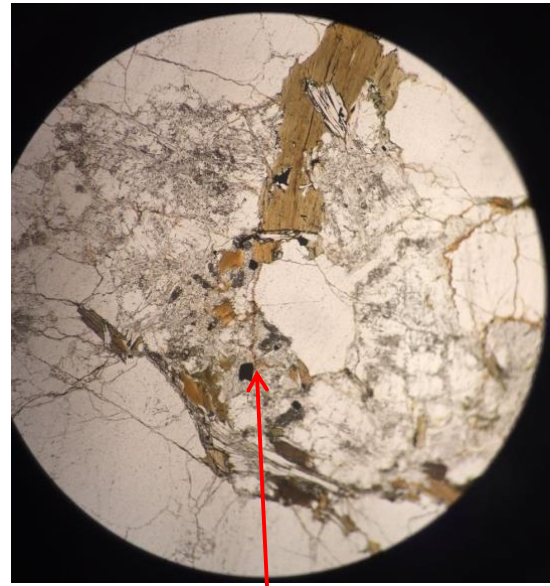


Ep



Src

Bt



Opacos

Se observan principalmente cristales de cuarzo (50%) y plagioclasas (20%) incoloros, anhedrales, en nicoles paralelos. Además, hay presencia de intrusivos correspondientes al Jurásico o más recientes, cada uno con características comunes: de composición félsica, intermedia o alcalina. Un aspecto relevante, es que los cuarzos tienen extinción ondulatoria, ya que al girar la platina no extinguen en posición fija si no que los tonos se desplazan como ondas.

En nicoles paralelos se ven cristales incoloros de relieve bajo, con resalto de fracturas no rellenas que presentan un relieve más notable, también hay cristales que presentan apariencia “sucia” que pueden ser diferenciados de los otros en nicoles cruzados, ya que tienen birrefringencia de primer orden, de tonalidades cremas a grises. La extinción ondulatoria y la presencia de fracturas, pueden ser indicadores de tectonismo en la zona de estudio, además de que los contactos entre los cristales de cuarzo son irregulares.

En cuanto a la biotita presente, se encuentra en dirección NE SW, dividiendo la sección delgada en dos partes específicas: hacia el SE, se acumulan cristales de

cuarzo y hacia el NW se diferencia otro predominio de minerales con moteado negro en nicoles paralelos, cristales con maclas de Tartán propias de la microclina, feldespatos alcalinos subhedrales orientados en dirección NE SW, con relieve bajo e impurezas en su interior, hacia el NE cristales con maclas polisintéticas propias de la albita.

También se tienen cristales de forma subhedral, sin maclas, de forma tabular, con birrefringencia baja, de color gris de primer orden, y otros de coloraciones cremas con birrefringencia alta y presencia de maclas asociadas a feldespatos potásicos de tipo ortoclasa con alteraciones a minerales arcillosos como sericita, presentes al interior de dichos cristales.

Se ve una sericitización en las albitas en agregados granulares hacia el centro de los cristales, pero no concentrados en una sola zona, presentan un relieve más alto. Se diferencian las biotitas como mineral accesorio, pleocróicas de coloración que varía de verde a marrón pardo y cabe mencionar la presencia de minerales opacos de forma prismática euahedral.

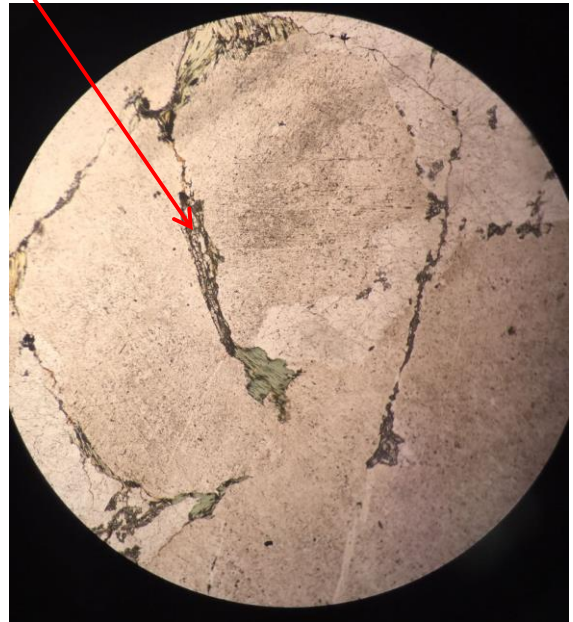
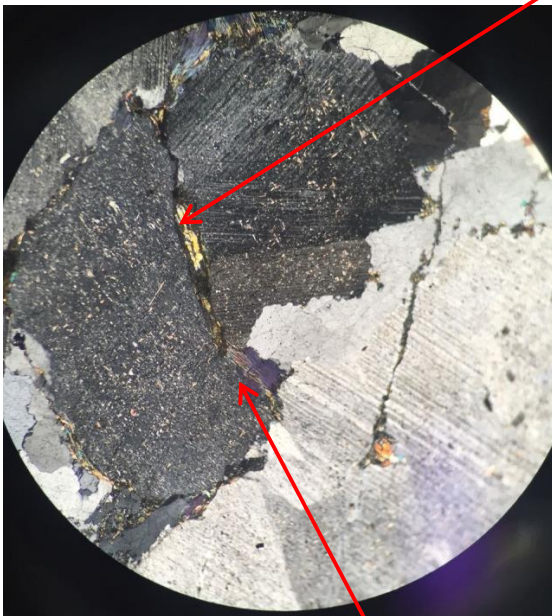
➤ **Muestra P23d – 3**

Figura 19. Sección delgada correspondiente a un granito.

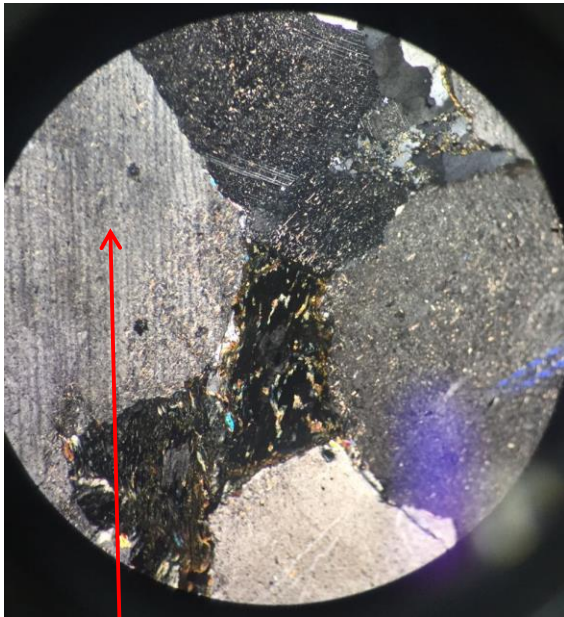
NICOLES CRUZADOS

NICOLES PARALELOS

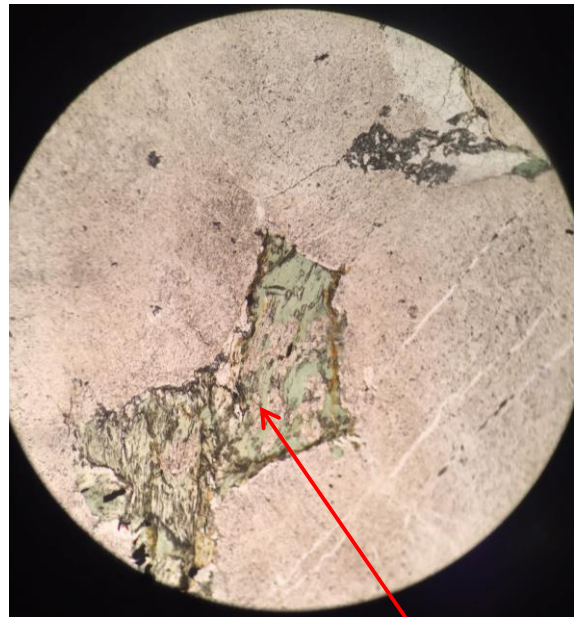
Ep en fracturas



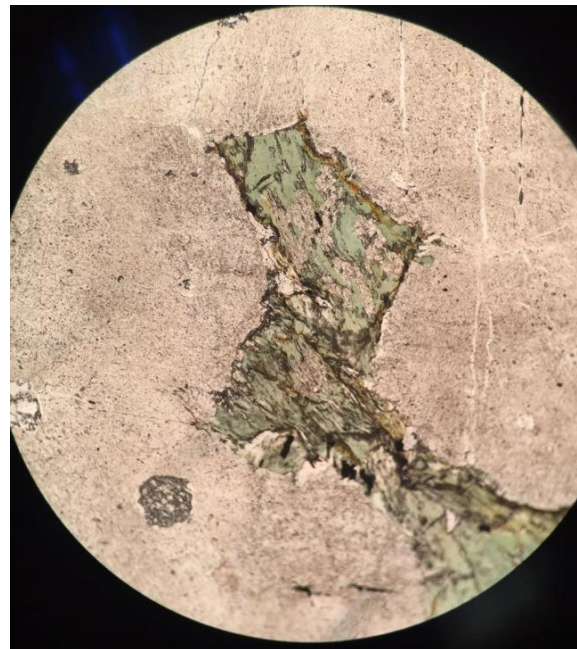
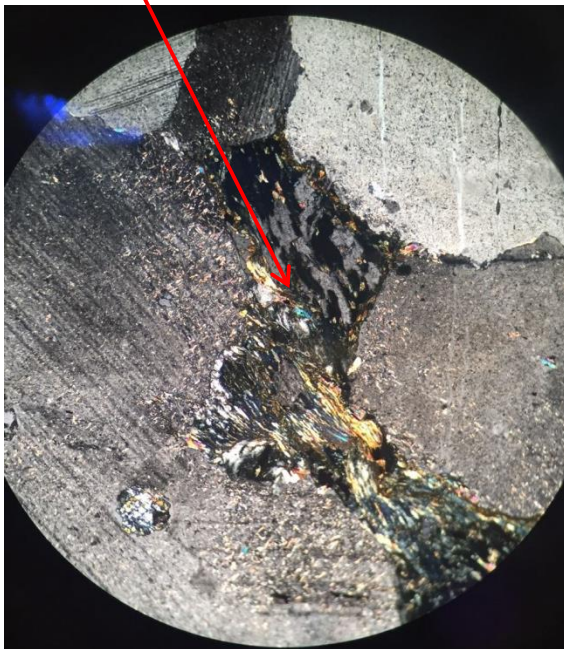
CI



Alb
Ep



Ep



A lo largo de esta sección se observan maclas polisintéticas propias de feldespatos como la albita, la cual se observa de forma incolora, sin pleocroísmo, de habito tabular, con colores de interferencia que varían de gris a blanco, relieve bajo y exfoliación perfecta, por otro lado se logran diferenciar fracturas rellenas por epidota

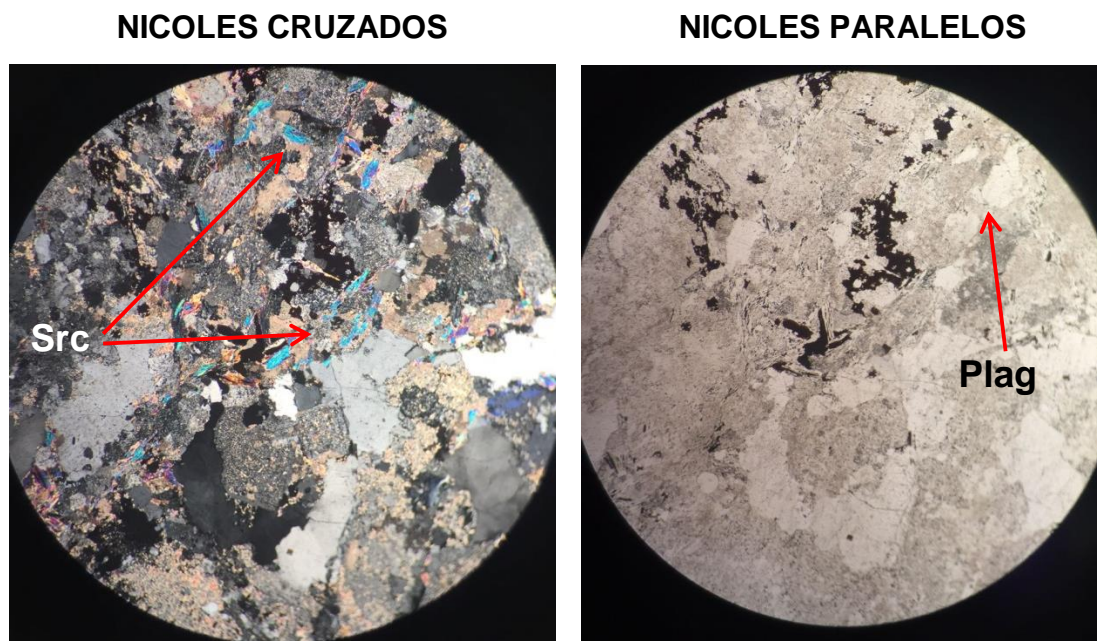
que presenta color amarillento verdoso, pleocroísmo poco marcado en las variedades coloreadas, exfoliación perfecta, birrefringencia de media a alta, colores de interferencia muy altos, asociada como producto de alteración hidrotermal debido a que se encuentra en cavidades.

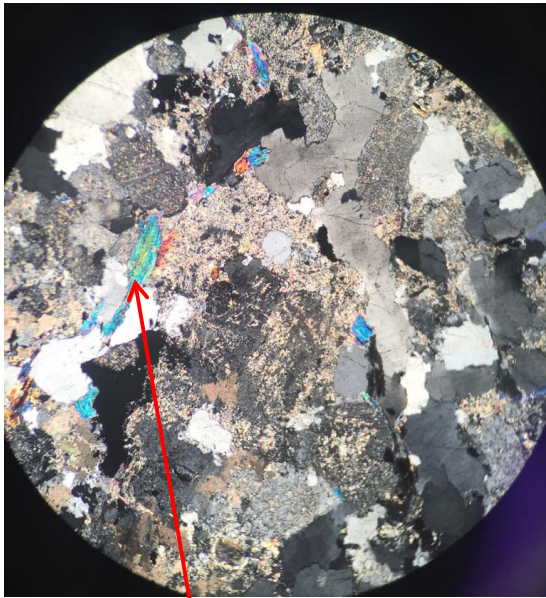
Por otro lado, es visible una alteración de la biotita a clorita de color purpura celeste, con colores de interferencia anómalos, en nicoles paralelos presenta fibras, relieve moderado a alto y pleocroísmo. También hay presencia de sericita alterando a grupos de minerales arcillosos en las plagioclasas debido a reacciones químicas.

Con respecto a la clorita, hacia los bordes se logra observar que presenta una coloración naranja, que puede explicarse como una oxidación producto de algún tipo de fluido.

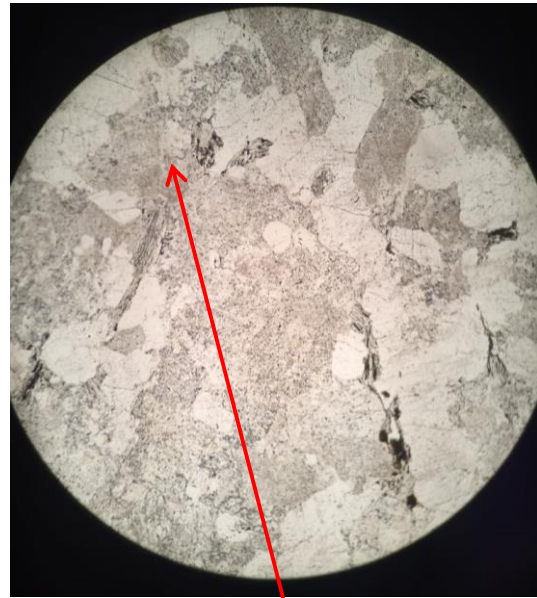
➤ **Muestra D1 – 02 – 03**

Figura 20. Sección delgada correspondiente a un granito.





Msc



Qt

Se observa grandes masas de cuarzos incoloros, sin pleocroísmo, con contornos irregulares, relieve bajo, birrefringencia muy baja y colores de interferencia de grises a blancos y plagioclasas cuya principal característica es la presencia de maclas.

Particularmente se ven zonas con “manchas” grandes de sericita producto de alteración hidrotermal en las plagioclasas (feldespatos) a minerales arcillosos, se observan de colores cremas y azul brillante, de alta birrefringencia, con exfoliación basal cuyo borde se pierde en Nicoles paralelos. Además, hay presencia de muscovita cuya principal característica es su bajo relieve y sus bordes aserrados.

7.4 DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Los depósitos cuaternarios encontrados en el área son alteraciones principalmente de las rocas ígneas y metamórficas producto de comportamiento débil de estas rocas frente a procesos de meteorización y erosión.

Las rocas de las que provienen los cuaternarios, con medio a alto grado de metamorfismo como los esquistos y neis presentan planos de foliación centimétricos

que favorecen la entrada de lluvia y otros factores climáticos lo que facilita su meteorización produciendo materiales de arenas arcillosas, arena fina, arenas limosas, arcilla y limo.

Por otro lado, el comportamiento erosivo de las rocas ígneas depende del grado de fracturación y alteración, que, a su vez está asociado con el enfriamiento del magma originario. La pérdida de esfuerzos y la cercanía con la zona de falla de la Falla de Bucaramanga, Suratá y Truchas han dado origen a suelos arenoarcillosos, arenolimosos y arcillosos. Además, el granito por su alto contenido de cuarzo y feldespato potásico es el más resistente a la erosión y muestra menor tendencia a la meteorización por lo que produce suelos de gravas arenosas y limosas.

El orden cronológico de los tres diferentes tipos de depósitos cuaternarios presentes en la zona es: Depósitos de terrazas, depósitos coluviales, depósitos aluviales y por último depósitos coluvioaluviales.

7.4.1 Depósitos De Terrazas Fluviales Constituyen pequeñas plataformas sedimentarias construidas en el valle del Río Suratá por sus propios sedimentos depositados en el margen derecho del cauce en lugares en donde la pendiente se hace menor por lo cual su capacidad de arrastre también disminuye (Figura 21). Se observó a manera de escalón como remanente del cauce antiguo de la corriente mediante la erosión de sus propios depósitos.

Figura 21. Depósitos de terrazas fluviales.



7.4.2 Depósitos Coluviales Estos depósitos de vertiente se encuentran ubicados en los alrededores de la Quebrada El Muerto donde afloran los Esquistos del Silgará por el oeste y el Batolito de Rionegro hacia el norte. Corresponden también, a gravas de guijas a guijarros con matriz arenarcillosa. Las rocas presentes son angulares, heterogéneas, presentan espesores de 5 metros aproximadamente y pertenecen principalmente a las rocas de la unidad Esquistos de Silgará y grandes intrusiones de cuarzo (Figura 22 y 23).

Figura 22. Depósitos coluviales.

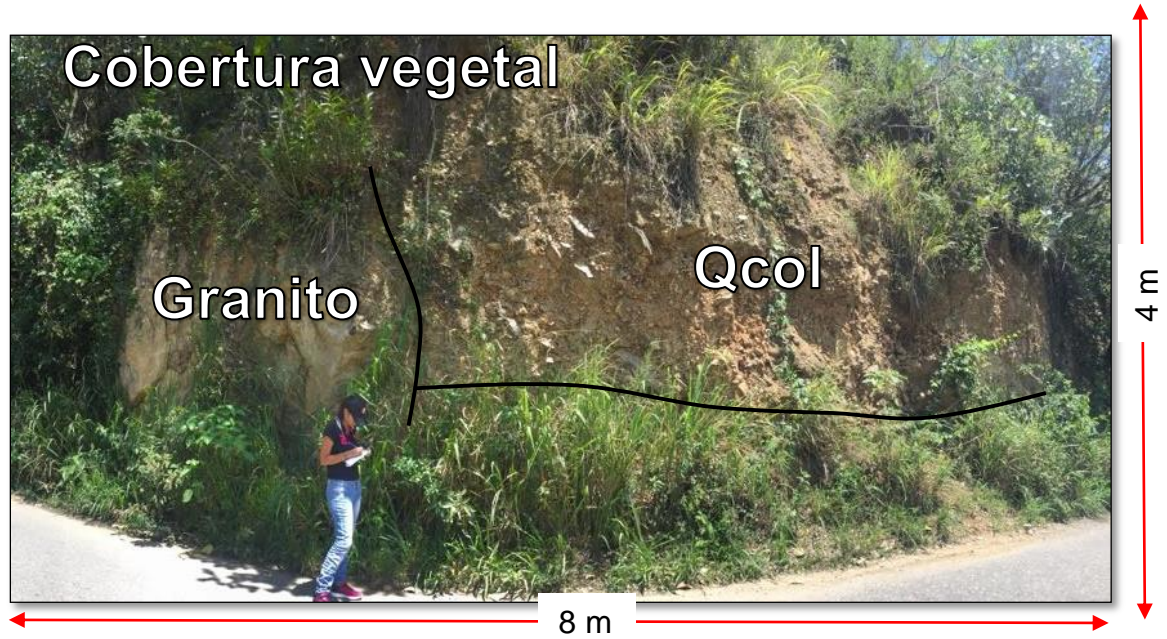
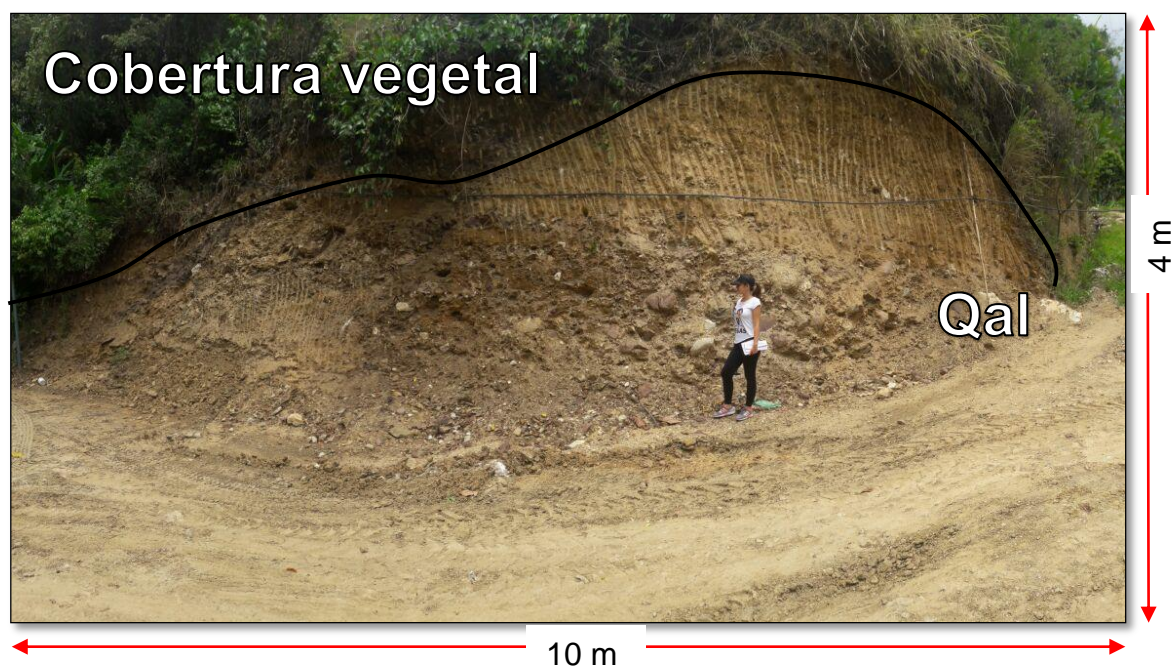


Figura 23. Contacto de Esquistos del Silgará con Cuaternario coluvial en el margen izquierdo del Río Suratá.



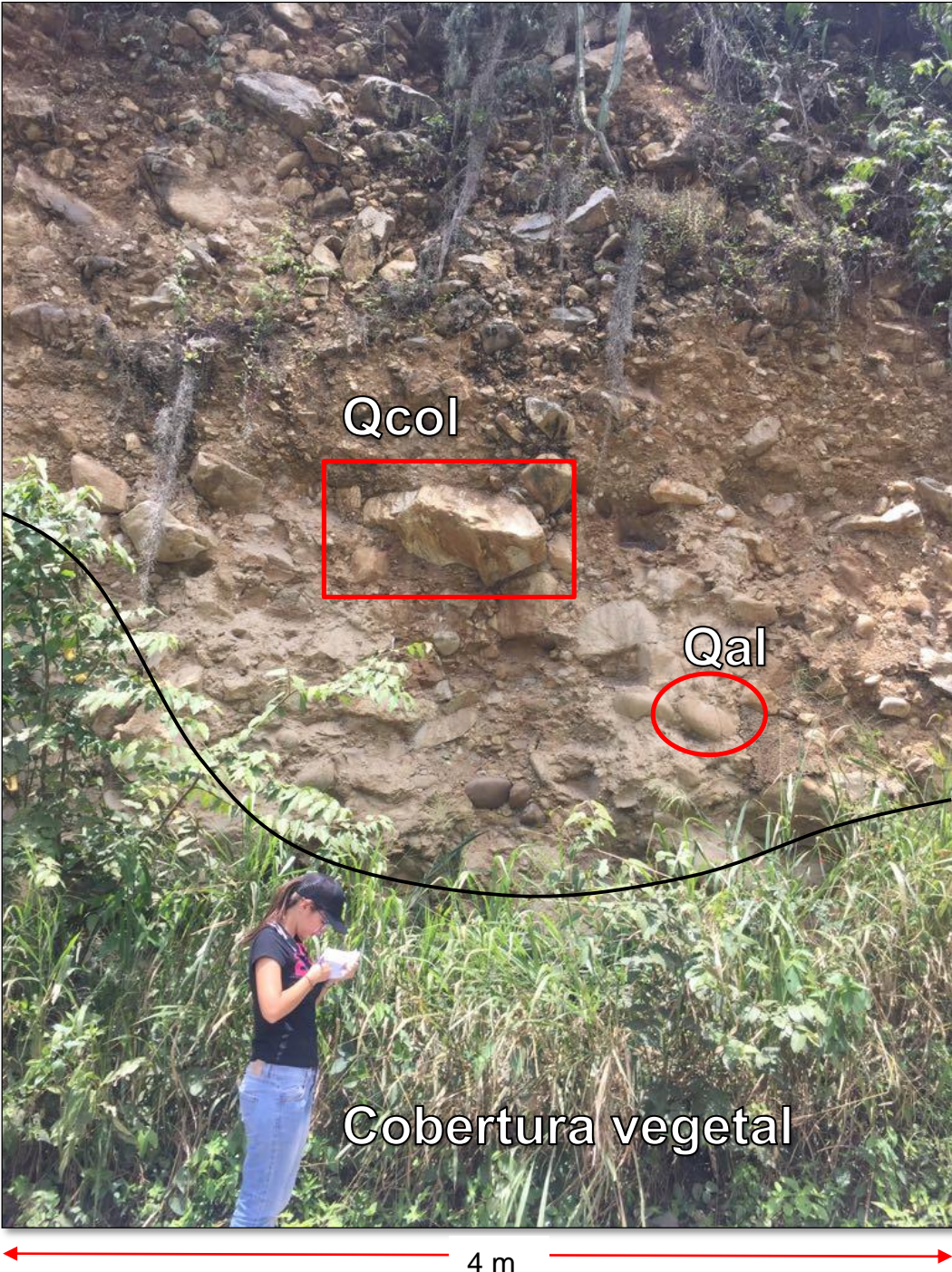
7.4.3 Depósitos Aluviales Bloques de guijarros redondeados en matriz arenosa a arenolimosa retrabajados y transportados por corrientes subordinadas al Río Suratá. Son materiales bastante heterogéneos con poco desarrollo de estructuras de estratificación, productos del transporte del material de la parte alta por las corrientes de drenaje y depositación en la parte baja al cambiar la pendiente. Proviene principalmente de corrientes que transportan material del Batolito de Rionegro y rocas sedimentarias rojizas de la Formación Bocas (Figura 24).

Figura 24. Depósitos aluviales.



7.4.4 Depósitos Coluvioaluviales En el área denominada como Palmichal existen depósitos de sedimentos gruesos y finos de origen coluvial y aluvial que representan flujos de escombros y depósitos aluviales, resultado de acumulaciones de los procesos de erosión de las rocas preexistentes. Los principales depósitos corresponden a gravas de guijas a guijarros con matriz de arenas finas y arcillosas. Se encuentra neis máfico y feldespático en ocasiones microplegado, esquistos micáceos y granitos provenientes de las 3 unidades presentes (Figura 25).

Figura 25. Depósitos coluvioaluviales.



8. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Las características estructurales del área de estudio corresponden a fallas, diaclasas, pliegues y foliaciones, que se presentan de forma variable a lo largo de la zona producto de la tectónica. Según Arenas (2015), el macizo de Santander se encuentra estrechamente controlado por el sistema de fallas Bucaramanga – Santa Marta.

En el polígono en el que se desarrolló el estudio, se reconocieron 2 fallas: (1) Falla Suratá y (2) Falla Truchas, se pueden encontrar los efectos locales de dichas estructuras, ya que las rocas presentan alto grado de diaclasamiento, plegamiento y foliación acentuada en las rocas de mayor cercanía a las zonas de falla. No se distinguen parámetros que indiquen neo-tectónica.

Durante el desarrollo de la etapa de campo, se tomaron una serie de datos estructurales que dieron indicios sobre el comportamiento tectónico de la zona.

Tabla 1. Datos estructurales tomados durante la etapa de campo.

DIACLASAS			FOLIACIÓN	
Neis de Bucaramanga	Esquistos del Silgará	Batolito de Rio Negro	Neis de Bucaramanga	Esquistos del Silgará
197/40	303/60	237/32	155/36	193/40
148/40	300/70	215/40	148/40	205/25
152/45	290/55	320/80	130/42	200/30
235/62	310/58	322/80	140/38	188/35
239/50	302/50	320/75	143/40	205/20
324/74	297/75	315/83	139/43	200/30
316/81	305/60	210/78	150/40	197/42
175/50	270/85	55/60	146/53	208/43
25/70	260/80	16/38	153/39	196/38
20/65	255/78	20/52	144/46	195/39
35/65	278/86	25/45	156/48	198/35
20/45	280/75	25/25	152/50	208/43
200/80	276/90	45/55	142/43	189/28
220/60	280/82	20/38	145/42	201/30
210/65	180/86	290/52	154/46	197/40
99/75	175/80	285/47	147/48	200/35
90/60	182/90	304/48		204/37

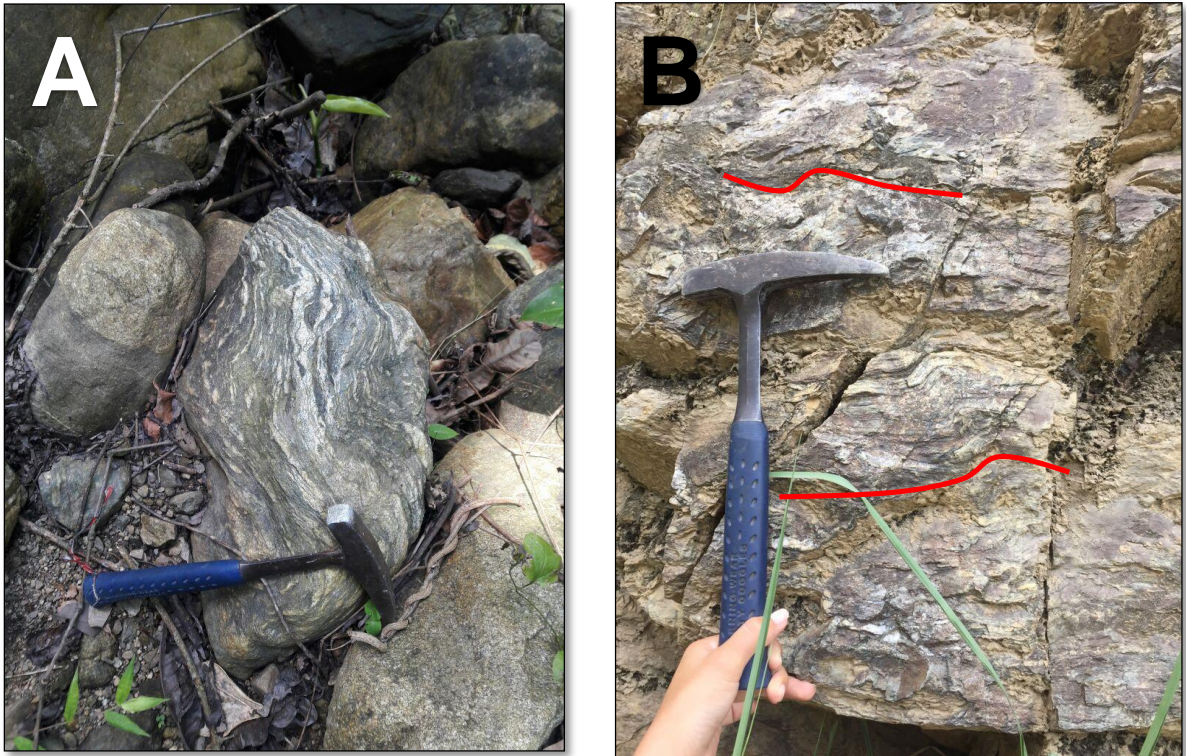
DIACLASAS			FOLIACIÓN	
Neis de Bucaramanga	Esquistos del Silgará	Batolito de Rio Negro	Neis de Bucaramanga	Esquistos del Silgará
105/60	170/68	270/48		199/41
188/75	192/79	265/50		196/35
165/90	201/85	268/55		
175/25	180/90	255/50		
180/35	175/80	240/50		
190/30	169/84	235/43		
185/25	183/72	230/40		
		238/35		

x:1.111.863
y:1288.880
z: 991 m

x:1.111.028
y:1288.090
z: 961 m

En cuanto a los pliegues vistos en campo, se encontraban en el Neis de Bucaramanga como rodado producto de un depósito cuaternario y en los Esquistos del Silgara en roca fresca de afloramiento (Figura 26).

Figura 26. A- Plegamiento en diferentes rodados B- Plegamientos en roca fresca.



8.1 FALLA SURATÁ

Hace referencia a una falla inversa de alto ángulo que sigue el recorrido del Río Suratá. Su actividad es evidenciada por el alto grado de millonitización y diaclasamiento en las unidades Esquistos del Silgara, Neis de Bucaramanga e intrusivos del Batolito de Río Negro. La foliación relacionada a esta falla se encuentra en el suroeste de la zona principalmente, cuenta con una dirección SW NE y no presenta indicios de actividad asociada a los cuaternarios.

8.2 FALLA TRUCHAS

Es una falla inversa perteneciente al sistema de fallas Suratá, marcada por la

presencia de pliegues en la unidad Esquistos del Silgara (Figura 19-B) y diaclasamiento en el Neis de Bucaramanga. Presenta una dirección NE SW y cabe mencionar que no ha sido anteriormente definida.

Las rocas relacionadas a la actividad tectónica de las 2 fallas principales de la zona, evidencian el comportamiento de las mismas, se puede inferir entonces, que son de edad post-jurásica ya que afectan también a la unidad rocosa más joven llamada Batolito de Rio Negro.







9. GEOTECNIA

9.1 REINTERPRETACIÓN DE SONDEOS

9.1.1 Puente Palmichal

SONDEO P24i

Tabla 2. Registro de sondeo P24i sector Palmichal 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: P24-i				Localización: Puente Palmichal						
Fecha: 01/06/2013				Profundidad (m): 12.00			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	0,50			Depósito aluvial reciente, con fragmentos redondeados de rocas ígneas en una matriz limoarenosa color café oscuro	1	5				
0,50						1-2-3				
1,00	0,50				2	4				
1,05	0,05				3	R				
	2,95				4					
4,00										
	2,50			Deposito Fluvio-torrencial (Qft), conformado por cantos redondeados de de variada composición litológica, encontrando neis y fragmentos de rocas ígneas con matriz arenosa de grano medio.	5					
6,50										
	1,50				6					
8,00										
	2,00				7					
10,00										


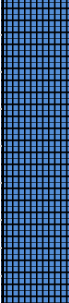
CONSORCIO DISEÑOS VIALES				REGISTRO DE SONDEO EN ROCA												
				PROYECTO: Actualización de Estudios y Diseños a Nivel de Fase III Bucaramanga - Alto del Escorial												
Sondeo No: P24 i				Localización: Puente Palmichal												
Fecha: 01/06/2013				Profundidad (m): 12.00					Hoja: 2 de 2							
Prof. (m)	Longitud tramo(m)	Nivel freático	Columna	Descripción del testigo	Muestra	Recuper (%)					R.Q.D. (%)					Discont
						20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	
10,00	2,00			Neis de Bucaramanga, neis cuarzofeldespático color blancuzco, roca tipo II-A altamente meteorizada y fracturada.		50					0					
12,00																

Tabla 3. Descripción y reinterpretación del sondeo P24i sector Palmichal

SONDEO: P24i		LOCALIZACIÓN: PUENTE PALMICHAL K11+191				ESCALA: 1:10.000							
DESCRITO POR: WENDY GONZÁLEZ DÍAZ; ANGIE PATIÑO MALDONADO							FECHA: 1 de Septiembre - 2017						
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGÍA	LODO ARENA				ESTRUCTURAS-TEXTURAS	FRACTURAS	COLOR	AMBIENTE	MUESTRAS	CÓDIGO DE FOTO	OBSERVACIONES
			A	L	M _F	M _G							
1.0 m 1.05 m	Cuaternario							Marrón oscuro	Coluvial aluvial				
2.0 m	Neis		Medio a fino		Neisica Granoblástica			Gris verdoso (10G 5/1) claro (N 7)	Metamorfismo regional e hidrotermal		N8	Compuesta por Qtz, Bt, Plag y Msc.	
3.0 m	Granitoide rico en cuarzo		Grosso - fino Inequigranular		Masiva, holocristalina fanerítica y alotromorfa			Gris verdoso (10G 5/1) claro (N 7)	Magmático			Compuesta por Qtz, Plag, Msc, Bt y Fps.	
4.0 m	Esquisto micaceo		Medio a fino		Esquistosa Lepidoblástica			Gris verdoso (10G 5/1) claro (N 7)	Metamorfismo regional. Grado medio		N1, N2, N3, N4	Compuesta por Bt, Msc, Qtz y Plag.	
4.5 m	Tonalita		Grosso - fino Inequigranular		Masiva, holocristalina fanerítica y hipidiomorfa			Gris claro (5YR 7/2)	Magmático				
5.0 m													
6.0 m	Neis		Medio a fino		Neisica Granoblástica			Gris verdoso (10Y 5/1)	Metamorfismo regional e hidrotermal			Compuesta por Qtz, Bt, Plag y Msc.	
7.0 m 7.2 m													
8.0 m	Esquisto Micaceo		Medio a fino		Esquistosa Lepidoblástica			Gris oscuro verdoso (5G 4/1)	Metamorfismo regional. Grado medio			Compuesta por Bt, Msc, Qtz y Plag.	
9.0 m													
9.9 m	Anfibolita		Fino		Neisica Nematoblástica			Gris verdoso (3GY 5/3)	Metamorfismo regional			Compuesta por Anf, Qtz, Plag y Msc.	
10.0 m 10.4 m													
11.0 m	Granito		Grosso Equigranular		Masiva, holocristalina fanerítica e idiomorfa			Gris rosáceo (7.5YR 7/2)	Magmático			Compuesta por Qtz, Fps, Plag y Bt.	
12.0 m													

Para el sondeo P24i, las diferencias entre las descripciones realizadas por Consorcio Diseños Viales y la reinterpretación hecha durante el presente trabajo son muy significativas si se observan las tablas respectivas, la empresa plantea que hasta los 12 m de profundidad se encuentra solo suelo, mientras que los análisis llevados a cabo en la etapa de laboratorio muestran que la capa de depósitos cuaternarios no sobrepasa los 1.05 m, además los ingenieros registran únicamente a la unidad Neis de Bucaramanga a una profundidad mayor a los 12 m, por otro lado los nuevos estudios indican que si bien, el Neis de Bucaramanga es la primera unidad en aparecer después de lo definido como suelo, se encuentra después del primer metro de perforación y por debajo de la misma hasta el máximo alcance del sondeo se logran encontrar unidades compuestas por granitos y granitoides ricos en cuarzo pertenecientes al Batolito de Rio Negro y Esquistos micáceos correspondientes a los Esquistos del Silgara.

 **SONDEO p23d**

Tabla 4. Registro de sondeo P23d sector Palmimchal 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 Bucaramanga - Alto del Escorial						
Sondeo No: P23 d				Localización: Puente Palmichal						
Fecha: 02/06/2013				Profundidad (m): 10.20			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	0,50			Depósitos fluvio-torrenciales (Qtz): Arena limosa grano fino color café claro con gravas finas		2				
0,50		1-1-1								
0,85		0,35				8-25-R				
	1,15			Deposito Fluvio-torrenciales (Qtz), bolos de neis gris en matriz areno-arcillosa la cual se pierde en el proceso de perforacion.		Barrena				
2,00										
	1,50					Barrena				
3,50										
	2,00			Suelo residual de de la Formación Neis de Bucaramanga. Núcleos grises muy meteorizados, matriz arenolimosa.		Barrena				
5,50										
	1,50					Barrena				
7,00										

Tabla 5. Registro de sondeo P23d sector Palmichal realizado por la empresa Consorcio Diseños Viales


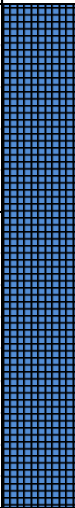
CONSORCIO DISEÑOS VIALES				REGISTRO DE SONDEO EN ROCA										
				PROYECTO: Actualización de Estudios y Diseños a Nivel de Fase III Bucaramanga - Alto del										
Sondeo No: P23 d				Localización: Puente Palmichal										
Fecha: 02/06/2013				Profundidad (m): 10.20					Hoja: 2					
Prof. (m)	Longitud tramo(m)	Nivel freático	Columna	Descripción del testigo	Muestra	Recuper (%)					R.Q.D. (%)			
						20	40	60	80	100	20	40	60	80
7,00	1,00			Formacion Neis de Bucaramanga (pEb): Roca muy fracturada, neis cuarzofeldespático de color crema, roca altamente meteorizada tipo IIA, con superficies oxidadas esta roca presenta una permeabilidad alta y una resistencia al corte de media a baja.		100					0			
8,00														
	2,20					95								
	10,20					80					30			

Tabla 6. Descripción y reinterpretación del sondeo P23d sector Palmichal

SONDEO: P23d		LOCALIZACIÓN: PUENTE PALMICHAL K11+161				ESCALA: 1:10.000							
DESCRITO POR: WENDY GONZÁLEZ DÍAZ; ANGIE PATIÑO MALDONADO							FECHA: 1 de Septiembre - 2017						
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGÍA	LODO		ARENA		ESTRUCTURAS-TEXTURAS	FRACTURAS	COLOR	AMBIENTE	MUESTRAS	CÓDIGO DE FOTO	OBSERVACIONES
			A	L	M _F	M _G							
0.8 m	Cuaternario								Marrón oscuro	Coluvial aluvial			
1.0 m	Neis		Medio		Neisica Granoblástica				Gris oscuro verdoso (10G 4/1)	Metamorfismo regional e hidrotermal		N6	Compuesta por Bt, Qtz, Msc y Plag. Se encuentra intruido por una pegmatita de estructura masiva, clasificada como un granito rico en Qtz.
2.0 m									2.4 m				
3.0 m	Anfibolita		Fino		Neisica Nematoblástica				Gris verdoso (10G 5/1)			N5	Compuesta por Anf, Qtz, Plag y Msc.
3.5 m	Granito		Medio		Masiva, holocristalina fanerítica e idiomorfa				Blanco rosáceo (10R 8/2)	Magmático			Compuesta por Qtz, Fps, Plag y Bt.
4.0 m			4.6 m	Equigranular									
5.0 m	Neis máfico		Medio a fino		Neisica Granoblástica				Marrón grisáceo (10YR 5/2)	Metamorfismo regional e hidrotermal			Compuesta por Plag, Qtz y Msc. Mejor desarrollo de foliación.
6.0 m			6.4 m										
7.0 m	Neis feldespático		Medio a grueso		Neisica Granoblástica				Blanco rosáceo (10R 8/2)	Metamorfismo regional e hidrotermal			Compuesta por Qtz, Fps, ferro-magnesianos y Msc. Foliación acentuada.
7.2 m	Neis máfico	Medio a fino						Marrón grisáceo (10YR 5/2)	Compuesta por Plag, Qtz y Msc. Mejor foliación.				
8.0 m		7.9 m	Medio a grueso								Blanco rosáceo (10R 8/2)		
8.6 m	Neis feldespático		Medio a fino		Masiva, holocristalina fanerítica e idiomorfa				Marrón grisáceo (10YR 5/2)	Magmático			Compuesta por Qtz, Fps, ferro-magnesianos y Msc.
9.0 m	Neis máfico	Medio a fino						Blanco rosáceo (10R 8/2)	Compuesta por Plag, Qtz y Msc. Buena foliación.				
10.0 m	Granito		Grueso		Masiva, holocristalina fanerítica e idiomorfa					Blanco rosáceo (10R 8/2)	Magmático		
10.2 m			10.0 m	Equigranular									


El sondeo P23d registrado por la empresa vial, muestra que los depósitos cuaternarios alcanzan una profundidad de 7 mts y que la única unidad rocosa que aparece es representada por el Neis de Bucaramanga, con un dato muy importante de un RQD de 30%, lo que indica una capa muy fracturada.

En cuanto a la reinterpretación desarrollada, se estipula que los depósitos cuaternarios alcanzan una profundidad máxima no mayor a los 0.8 m, por encima de una serie de capas rocosas, que por su composición se podría decir que es uno de los sectores más resistentes de todos los sondeos registrados, ya que se encuentran granitos y neises.

9.1.2 Puente El Muerto





SONDEO P22i

Tabla 7. Registro de sondeo P22i sector El Muerto realizado por la empresa

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: 22-i			Localización: Puente El Muerto							
Fecha: 02/06/2013			Profundidad (m): 14.60				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	0,40		[Hatched pattern]	Depósitos aluviales recientes (Qal) Arena arcillosa color habano con gravas pequeñas.		44 10-14-30				
0,40										
	2,10		[Hatched pattern]	Depósitos aluviales (Qal) gravas y arena de grano grueso, cantos medianos color habano vetas color café.						
2,50										
	2,50		[Hatched pattern]							
5,00										
	2,00		[Hatched pattern]							
7,00										
	2,00		[Hatched pattern]							
9,00										
	3,00		[Hatched pattern]	Depositos fluviotorrencales (Qft). Fragmentos angulares de rocas igneas y metamorficas, con variedad de tamaños, en una matriz arenosa.						
12,00										
	2,60		[Hatched pattern]							
14,60										

Consortio Diseños Viales.

Tabla 8. Descripción y reinterpretación del sondeo P22i

SONDEO: P22i		LOCALIZACIÓN: PUENTE EL MUERTO K10+806				ESCALA: 1:10.000							
DESCRITO POR: WENDY GONZÁLEZ DÍAZ; ANGIE PATIÑO MALDONADO							FECHA: 1 de Septiembre - 2017						
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGÍA	LODO ARENA				ESTRUCTURAS-TEXTURAS	FRACTURAS	COLOR	AMBIENTE	MUESTRAS	CÓDIGO DE FOTO	OBSERVACIONES
			A	L	M _F	M _G							
1.0 m	Cuaternario							Marrón oscuro	Coluvial aluvial				
2.0 m													
2.6 m													
3.0 m	Granito		Fino Equigranular				Masiva, holocristalina fanerítica y hipidiomorfa	X	Blanco (5YR 8/1)	Magmático	X		Compuesta por Qtz, Bt, Plag y Msc.
4.0 m													
5.0 m													
5.3 m	Neis		Medio				Neisica Granoblástica		Gris verdoso (50 4/1)	Metamorfismo regional e hidrotermal			Compuesta por Qtz, Bt, Plag y Msc.
6.0 m			Medio Equigranular				Masiva, holocristalina fanerítica y hipidiomorfa		Gris verdoso (10Y 5/1)	Magmático			Compuesta por Qtz, Plag, Msc, Bt y Fps.
7.0 m	Granitoide rico en cuarzo												

El sondeo P22i del puente El Muerto, descrito por el Consorcio indica que no hay presencia de rocas, si no que se encuentran 14 m de depósitos cuaternarios aluviales y fluviotorrenciales, de los cuales se necesitaron 44 golpes para lograr llegar a los 0.40 m de profundidad que marca el límite entre los 2 tipos de depósitos.

Mientras que las nuevas descripciones indican un sondeo de 7 m de profundidad que se distribuye en 2.6 m de suelo y un poco más de 4 m de rocas ígneas relacionadas con granitos y granitoides ricos en cuarzo del Batolito de Rio Negro y metamórficas como neises y anfibolitas del Neis de Bucaramanga, de muy buena resistencia según lo obtenido a partir de los ensayos de compresión simple caracterizados más adelante.

 **SONDEO P21d**

Tabla 9. Registro del sondeo P21d sector El Muerto realizado por el **Consortio 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: P21-d				Localización: Puente El Muerto								
Fecha: 04/06/2013				Profundidad (m): 10.60			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	0,50			Depósito aluvial reciente (Qal), Arena de grano medio y gravas medianas.	1	20 08-11-09						
0,50												
0,60	0,10			SPT Rechazo, sin recuperación.		R						
	1,90			Depósitos fluviotorrenciales (Qtf), gravas y caantos medianos ígneo metamórficos. Matriz gravo arcilloarenosa.	2	Barrena						
2,50												
	1,50				3							
4,00												
	2,00				4							
6,00												
	2,00		5									
8,00												
	2,60		6	Depósitos fluviotorrenciales (Qtf), gravas medianas y cantos ígneo metamórficos con matriz arenosa de grano medio algo gravillosa.								
10,60												

Tabla 10. Descripción y reinterpretación del sondeo P21d sector El Muerto

SONDEO: P21d		LOCALIZACIÓN: PUENTE EL MUERTO K10+776				ESCALA: 1:10.000						
DESCRITO POR: WENDY GONZÁLEZ DÍAZ; ANGIE PATIÑO MALDONADO							FECHA: 1 de Septiembre - 2017					
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGÍA	LODO		ARENA	ESTRUCTURAS-TEXTURAS	FRACTURAS	COLOR	AMBIENTE	MUESTRAS	CÓDIGO DE FOTO	OBSERVACIONES
			A	L								
1.0 m 1.2 m	Cuaternario							Marrón oscuro	Coluvial aluvial			
2.0 m 2.5 m 3.0 m	Granitoide rico en cuarzo				Fino Equigranular	Masiva, holocristalina fanerítica y hipidiomorfica		Gris claro azulado (10B 7/1)	Magmático			Compuesta por Qtz, Plag, Bt, Fps y Msc.
4.0 m 5.0 m	Neis				Medio	Neisica Granoblástica		Gris (N 5/)	Metamorfismo regional e hidrotermal			Compuesta por Qtz, Bt, Plag, Msc Y Pr.
6.0 m 7.0 m	Esquisto Micaceo				Medio	Esquistosa Lepidoblástica		Marrón amarillento (10YR 5/8)	Metamorfismo regional, Grado medio			Compuesta por Msc, Qtz, Bt.
8.0 m 9.0 m 10.0 m 10.6 m	Granito				Fino Equigranular	Masiva, holocristalina fanerítica y hipidiomorfica		Gris claro azulado (10B 7/1)	Magmático			Compuesta por Qtz, Plag, Bt, Fps y Msc.

El sondeo P21d del puente El Muerto, según las descripciones hechas por ingenieros civiles se refiere a 10.5 m de suelo distribuido en 0.5 m de depósitos aluviales y el resto correspondiente a depósitos fluvioaluviales, el límite entre estos dos es marcado por 20 golpes necesarios para llegar al supuesto final de los sedimentos aluviales y el rechazo al llegar al inicio del suelo fluvioaluvial, dicho rechazo pudo haber sido causado por la llegada a capas rocosas que fueron mal interpretadas o por la presencia de un bloque.

En cuanto a las descripciones realizadas durante la etapa de laboratorio, todo indica que los depósitos cuaternarios tienen una profundidad máxima alcanzada a los 1.02 m encontrándose por encima de una unidad rocosa muy resistente de granitoide rico en cuarzo de poco más de 2.5 m, además se encuentran unidades débiles de los Esquistos del Silgara entre los 6.0 y 7.0 m, cabe mencionar la presencia del Neis de Bucaramanga en algunos tramos del sondeo.

9.1.3 Puente Buenos Aires

SONDEO P20i

Tabla 11. Registro de sondeo P20i sector Buenos Aires 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: P20 i				Localización: Puente Buenos Aires						
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	0,50			Depósito coluvial (Qd), Arena de grano fino limosa color marrón oscuro con cantos de neis deleznable algunas pintas de	1	13 3-5-8				
0,50				Depósito coluvial (Qd), cantos de neis de grano grueso con gravas de neis deleznable y muy alterados		2	26 9-1-2-14			
1,00	0,50			Depósito coluvial (Qd), Arcilla con intercalaciones arenosas y fragmentos pequeños de gravas de neis y esquistos, consistencia dura	3	34 11-14-20				
1,50				Suelo residual de la Formación Silgará: Arena limosa de grano fino con fragmentos de metarenisca y esquistos deleznales, consistencia muy dura.		4	38 17-13-25			
2,00	0,50			Suelo residual de la Formación Silgará Arcilla arenosa con fragmentos pequeños de gravas de esquistos y filitas color habano oscuro, consistencia firme.	5	42 22-14-28				
2,50				Suelo residual, Arena de grano medio con fragmentos de metarenisca y esquistos deleznales, consistencia dura.		6	55 29-22-33			
3,00	0,50			Suelo residual, Arena de grano fino a medio, gris claro con pintas amarillas y pequeñas gravas de filitas y esquistos, consistencia firme, núcleos fracturados	7	71 35-27-44				
3,50				Suelo residual, Material conformado por gravas y núcleos de metarenisca y esquistos en matriz arenosa de grano grueso a medio, núcleos fracturados		8				
5,50	2,00			Suelo residual, Material conformado por arena de grano fino a grueso de color gris claro con betas blancas y rojizas y núcleos de metareniscas y esquistos.	9	Barrena				
7,50				Suelo residual, Material conformado por núcleos de metareniscas y esquistos de color gris claro de grano grueso, algo de cuarcitas.			10			
9,50	2,00			Suelo residual, Material compuesto por núcleos de metarenisca y esquistos con algunas vetas de oxidación y pintas blancas.	11	Barrena				
11,00				Suelo residual Arena de grano fino a grueso de color gris, material deleznable con gravas de metarenisca y esquistos.			12			
12,00	1,00									

Tabla 12. Descripción y reinterpretación del sondeo P20i sector Buenos Aires

SONDEO: P20i		LOCALIZACIÓN: PUENTE BUENOS AIRES K10+271				ESCALA: 1:10.000							
DESCRITO POR: WENDY GONZÁLEZ DÍAZ; ANGIE PATIÑO MALDONADO							FECHA: 1 de Septiembre - 2017						
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGÍA	LODO		ARENA		ESTRUCTURAS-TEXTURAS	FRACTURAS	COLOR	AMBIENTE	MUESTRAS	CÓDIGO DE FOTO	OBSERVACIONES
			A	L	M _F	M _G							
1.0 m	Cuaternario								Marrón oscuro	Coluvial aluvial			
2.0 m													
3.0 m													
4.0 m													
5.0 m													
6.0 m													
7.0 m													
7.5 m	Granitoide rico en cuarzo		Medio Equigranular		Masiva, holocristalina fanerítica y hipidiomorfica			Gris claro azulado (10B 7/1)	Magmático		Compuesta por Qtz, Plag, Bt, Fps y Msc.		
8.0 m													
9.0 m	Neis		Medio		Neisica Granoblástica			Gris verdoso (10Y 5/1)	Metamorfismo regional e hidrotermal		Compuesta por Qtz, Bt, Plag y Msc.		
10.0 m													
11.0 m													
12.0 m													

El sondeo P20i realizado en el puente Buenos Aires y según la descripción en base a la empresa, indica que en esta zona se encuentran 12.0 m de solo suelo, distribuido hasta los 1.50 m de depósitos coluviales con un SPT de 34 golpes para su base límite con los suelos residuales compuestos por fragmentos de diferentes unidades metamórficas y sedimentarias, dicha composición marca cambios en el SPT.





Según la nueva interpretación de los sondeos, se tienen 7.5 m de cuaternarios, la presencia del SPT en las descripciones de ingenieros podría explicar que a lo largo de los 7.5 m se encuentra un cuaternario coluvial que contiene bloques de gran tamaño de diferentes unidades donde predominan fragmentos ígneos y metamórficos. Además, se tienen 4.5 m de rocas muy resistentes como granitoide rico en cuarzo desde 7.5 – 10.0 m y neis de 10.0 – 12.0 m, con lo que se puede inferir que esta zona es muy estable de acuerdo a las rocas presentes. Hay que tener en cuenta, que a su vez es uno de los puentes con mayor espesor de depósitos cuaternarios.

 **SONDEO P19d**

Tabla 13. Registro de sondeo P19d sector Buenos Aires realizado por la empresa Consorcio Diseños Viales.

CONSORCIO DISEÑOS VIALES				REGISTRO DE SONDEO EN ROCA												
				PROYECTO: Actualización de Estudios y Diseños a Nivel de Fase III Bucaramanga - Alto del Escorial												
Sondeo No: P19 d				Localización: Puente Buenos Aires												
Fecha: 10/06/2013				Profundidad (m): 12.30							Hoja: 2 de 2					
Prof. (m)	Longitud tramo(m)	Nivel freático	Columna	Descripción del testigo	Muestra	Recuper (%)					R.Q.D. (%)					Discont
						20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	
12,00	0,30			Formación Silgará (pDs).	12	60					0					
12,30				Esquistos y metareniscas en matriz arenosa												

Tabla 14. Descripción y reinterpretación del sondeo ST8 sector Buenos Aires.

SONDEO: ST8		LOCALIZACIÓN: PUENTE BUENOS AIRES K10+430						ESCALA: 1:10.000					
DESCRITO POR: WENDY GONZÁLEZ DÍAZ; ANGIE PATIÑO MALDONADO										FECHA: 1 de Septiembre - 2017			
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGÍA	LODO		ARENA		ESTRUCTURAS-TEXTURAS	FRACTURAS	COLOR	AMBIENTE	MUESTRAS	CÓDIGO DE FOTO	OBSERVACIONES
			A	L	F	M							
13.0 m	Neis		Medio		Medio		Neisica Granoblástica		Gris verdoso (10Y 5/1)	Metamorfismo regional e hidrotermal			Compuesta por Qtz, Bt, Plag y Msc.
14.0 m	Esquisto Micaceo		Medio		Medio		Esquistosa Lepidoblástica		Gris verdoso (10Y 5/1)	Metamorfismo regional. Grado medio			Compuesta por Qtz, Plag, Bt y Msc.
15.0 m													

Éste sondeo de pocos metros, muestra que, para Consorcio Diseños Viales, se trata de 1.50 m de un único tipo de roca correspondiente a los Esquistos del Silgara, mientras que, en la reinterpretación de los núcleos, se evidencian poco más de 2.0 m de profundidad en los que se encuentran dos tipos de rocas correspondientes a Neis de Bucaramanga y Esquistos de Silgara muy bien diferenciados por su estructura y textura, pero que en muestra de mano comparten su composición mineralógica.

9.1.4 Puente Truchas

SONDEO P24i Bis

Tabla 15. Registro de sondeo P24i sector Truchas 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: P24-i Bis				Localización: Puente Truchas						
Fecha: 07/06/2013				Profundidad (m): 12.00			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	0,50			Suelo aluvial reciente. Limo arenoso con fragmentos rocosos color café oscuro con gravas.	1	31 7-17-14				
0,50										
1,00	0,50			Fragmentos deleznales con gravas de esquistos gris claro con oxidaciones.	2	22 12-12-10				
1,50	0,50			Fragmentos deleznales con gravas de esquistos gris claro con oxidaciones.	3	90 30-40-50				
	1,50			Depósito aluvial (Qal) compuesto por fragmentos de esquistos y gravas de cuarzo con pirita.	4	Barrena				
3,00										
	2,00									
5,00										
	2,70			Depositos coluviales de ladera (Qd). Fragmentos redondeados de variada composición, redondeados, matrizsoportado en arena a gravosportado.	6	Barrena				
7,00										
	2,70									
	2,30				7	Barrena				
9,70										
	2,30				8	Barrena				
12,00										

Tabla 16. Descripción y reinterpretación del sondeo P24i sector Truchas.

SONDEO: P24i bis		LOCALIZACIÓN: PUENTE LAS TRUCHAS K12+966				ESCALA: 1:10.000							
DESCRITO POR: WENDY GONZÁLEZ DÍAZ; ANGIE PATIÑO MALDONADO							FECHA: 1 de Septiembre - 2017						
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLÓGIA	LODO ARENA				ESTRUCTURAS-TEXTURAS	FRACTURAS	COLOR	AMBIENTE	MUESTRAS	CÓDIGO DE FOTO	OBSERVACIONES
			A	L	M _F	M _G							
1.0 m	Cuaternario							Marrón oscuro	Coluvial aluvial				
1.5 m													
2.0 m	Granitoide rico en cuarzo		Fino Inequigranular		Masiva, holocristalina fanerítica y hipidiomórfica			Gris claro azulado (10B 7/1)	Magmático			Compuesta por Qtz, Plag, Bt, Fps y Msc.	
3.0 m													
4.0 m													
5.0 m	Neis		Medio		Neisica Granoblástica			Gris verdoso (10Y 5/1)	Metamorfismo regional e hidrotermal			Compuesta por Qtz, Bt, Msc, y Anf.	
6.0 m													
7.0 m													
8.0 m													
9.0 m	Esquisto Micáceo		Fino		Esquistosa Lepidoblástica			Gris verdoso (10Y 5/1)	Metamorfismo regional. Grado medio			Compuesta por Qtz, Bt, Plag y Msc.	
10.0 m													
11.0 m													
12.0 m													

Para el presente sondeo las descripciones con bases de ingeniería se refieren a una capa de 12.0 m de profundidad compuesta de depósitos cuaternarios de tipo aluvial y coluvial.

Para éste proyecto de investigación, el sondeo cuenta con 1.5 m de depósito cuaternario, lo que se demuestra con el cambio del SPT a dicha profundidad, posteriormente hasta los 5.0 m se encuentran rocas ígneas definidas como granitoides ricos en cuarzo, seguida de neises hasta los 11.0 m y esquistos micáceos a los 12.0 m. Lo que muestra que de 1.5 – 11.0 m las rocas presentes son muy resistentes con respecto a las otras variedades.

Tabla 17. Registro de sondeo P23d sector Truchas 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: P23-d				Localización: Puente Truchas						
Fecha: 02/06/2013				Profundidad (m): 12.00			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	1,00			Suelo coluvial. Arena limosa con fragmentos de roca cuarcítica, café claro vetas de oxidación densas.	1	7 3-4-4				
1,00	4,00			Fragmentos de rocas ígneas y metamórficas, con variedad de tamaños y cantos redondeados a subredondeados, Depósitos coluviales de ladera (Qd) gravosoportados.	2	Barrena				
3,00					3					
5,00					4					
7,00	2,00			Fragmentos de roca esquistosa con lentes arenos arcillosos bastante fracturados gris verdoso tonos café.	4					
9,00	4,00			Fragmentos de rocas ígneas y metamórficas, con variedad de tamaños y cantos redondeados a subredondeados, Depósitos coluviales de ladera (Qd) gravosoportados.	5					
11,00					6					
12,00	1,00			No se recuperó muestra por pérdida de la barrena y continua el mismo material.	7					

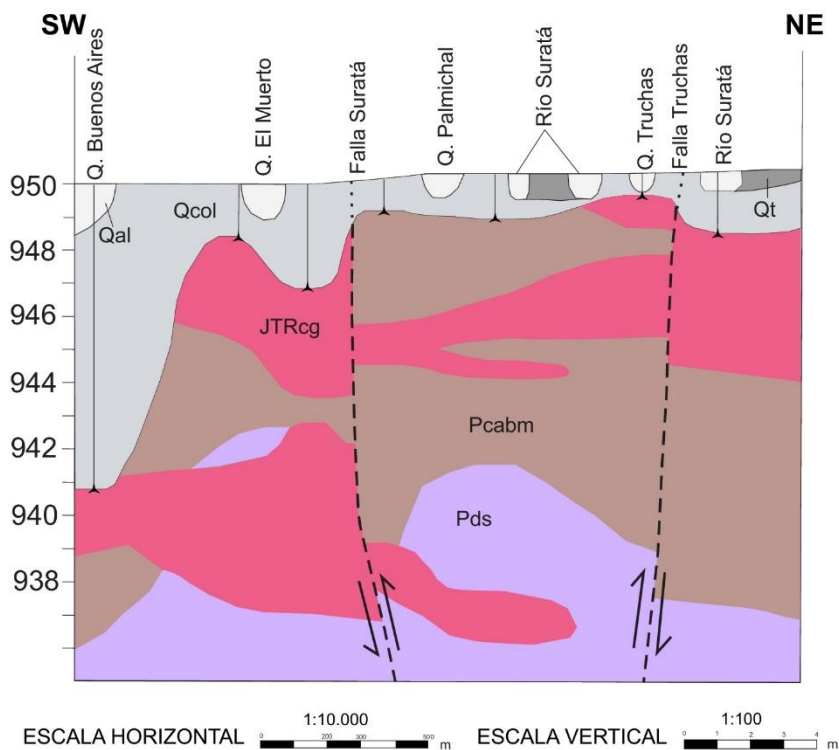
Tabla 18. Descripción y reinterpretación del sondeo P23d sector Truchas

SONDEO: P23d		LOCALIZACIÓN: PUENTE LAS TRUCHAS K12+946				ESCALA: 1:10.000							
DESCRITO POR: WENDY GONZÁLEZ DÍAZ; ANGIE PATIÑO MALDONADO							FECHA: 1 de Septiembre - 2017						
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGÍA	LODO		ARENA		ESTRUCTURAS-TEXTURAS	FRACTURAS	COLOR	AMBIENTE	MUESTRAS	CÓDIGO DE FOTO	OBSERVACIONES
			A	L	M _F	M _G							
0.5 m	Cuaternario								Marrón oscuro	Coluvial aluvial			
1.0 m	Granito								Blanco (10R 8/2)	Magmático			Compuesta por Qtz, Plag, Bt, Fps y Msc.
1.2 m	Neis								Gris (10Y 5/1)	Metamorfismo regional e hidrotermal			Compuesta por Qtz, Bt, Plag y Msc.
2.0 m													
3.0 m	Granito								Blanco rosacéo (10R 8/2)	Magmático			Compuesta por Qtz, Plag, Bt, Fps y Msc.
4.0 m													
5.0 m													
6.0 m													
7.0 m													
8.0 m	Neis								Gris verdoso (10Y 5/1)	Metamorfismo regional e hidrotermal			Compuesta por Qtz, Bt, Plag y Msc. Se ven 2 variaciones de orientación y un evento hidrotermal debido a la presencia de venas de Qtz coliforme de 0.5 cm de ancho
9.0 m													
10.0 m													
11.0 m													
12.0 m													

La primera descripción realizada señala una columna compuesta en su totalidad por cuaternarios de tipo coluvial que varían de acuerdo a la composición de sus bloques, a diferencia de la actual descripción geológica que plantea 0.5 m de cuaternario que se sustenta a partir de los cambios en el SPT para dicha profundidad, además por debajo de dicho depósito se encuentran 11.5 m de neises y granitos, por lo que se trata de un sector con una resistencia considerablemente alta y que tiene diferencias muy marcadas con respecto a lo planteado anteriormente.

9.2 CORTE GEOLÓGICO

Figura 27. Corte superficial



Los sondeos realizados en los márgenes de las quebradas de segundo orden tienen como finalidad determinar la profundidad a la cual se encuentra la roca dura que va a determinar la estabilidad de obras civiles realizadas en la zona.

En la Quebrada Buenos Aires se requiere una profundidad de 9 a 10 metros para llegar a la roca, que además corresponde a la roca más resistente del estudio (Granito).

En los márgenes de la Quebrada El Muerto la roca dura que se encuentra primero en profundidad es también el granito a 2 – 4 m, sin embargo, se debe tener en cuenta que las rocas se encuentran diaclasadas por la cercanía a la Falla Suratá.

Para el margen derecho e izquierdo de la Quebrada Palmichal, el contacto con la roca dura correspondiente a neis (segundo tipo de roca más resistente en el estudio), y se encuentra a poco menos de 2 metros de profundidad. Esta zona también presenta fracturas debidas a la Falla Suratá.

Finalmente, la Quebrada Truchas entra en contacto con un pequeño cuerpo de granito a 1 m de profundidad y con el neis a 2 m. Se presenta diaclasamiento debido a la Falla Truchas.

9.3 ANÁLISIS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE

Según la norma INVIAS E-410-07 los ensayos de compresión simple se refieren a la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tanto cilindros moldeados como núcleos extraídos. El ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a cilindros moldeados o a núcleos, a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. Los resultados de este ensayo se pueden usar como base para el control de calidad de las operaciones, para el cumplimiento de especificaciones y como control para evaluar la efectividad de aditivos en la geotecnia y otros usos similares.

Se tomaron 4 muestras de los núcleos de perforación de las unidades aflorantes en la zona de estudio que cumplieran con los requisitos de la norma anteriormente planteada (Figura 28, 29,30 y 31).

Figura 28. Sondeo P21d / 1.9-2.5 m. Granitoide rico en cuarzo.



Figura 29. Sondeo P21d / 1.6-1.6 m. Neis.



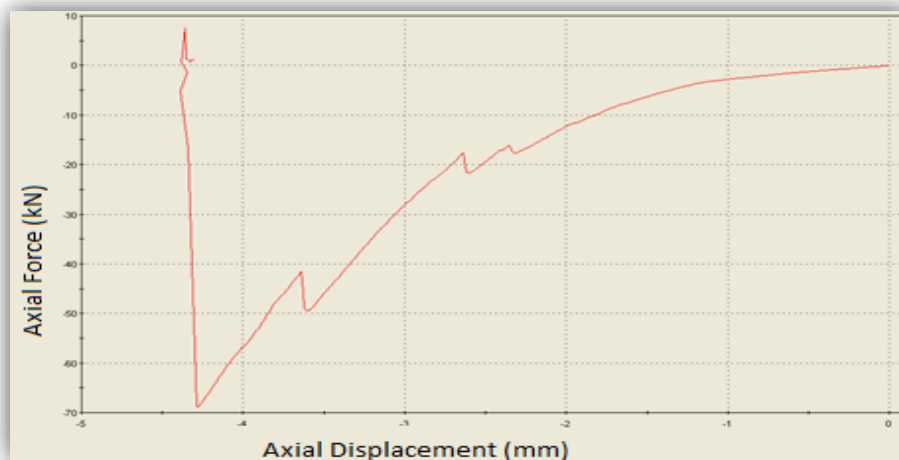
Figura 30. Sondeo P23d / 7.9-8.6 m. Neis feldespático.



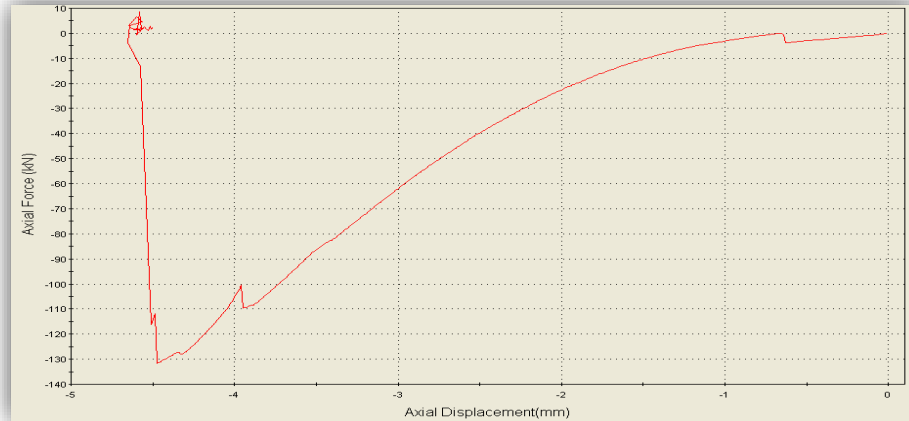
Figura 31. Sondeo P22i / 7.20-9.90 m. Esquisto micáceo.



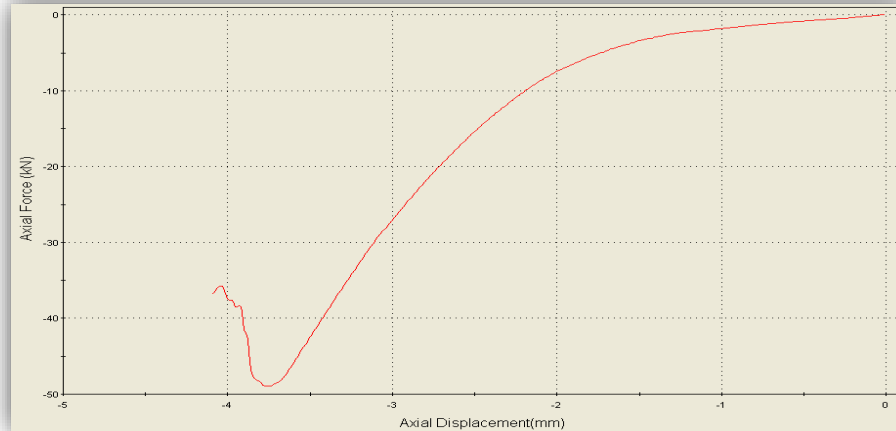
9.3.1 Resultados Datos de carga máxima arrojados por la máquina de ensayo:
Figura 32. Datos de carga máxima para las diferentes unidades de la zona.



P23d / 9-12m: Carga máxima 69 kN



P21d / 1.9-2.5m: Carga máxima 132 kN



P22i / 7.2-9.9m: Carga máxima 48 kN

De acuerdo a los ensayos realizados en estos materiales, presentan la siguiente resistencia calculada a partir de la carga máxima y el área:

Tabla 19. Propiedades mecánicas de los núcleos de perforación.

N° de identificación	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (cm ²)	Carga máxima (kN)	RESISTENCIA
P21d / 1.6-1.6 m	5	100	392.69	96	2.4 MPa
P21d / 1.9-2.5 m	5	130	486.94	132	2.71 MPa

P23d / 7.9-8.6 m	5	100	392.69	69	1.757 MPa
P22i / 7.20-9.90	5	80	329.86	48	1.45 MPa

9.3.2 Análisis de resultados Según CONANMA S.C.A se plantean los siguientes parámetros para describir la resistencia de las rocas a compresión simple.

Tabla 20. Descripción de las rocas según su resistencia.

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm ²)
Muy blanda	10-15
Blanda	50-250
Media	250-500
Moderadamente dura	500-1000
Dura	1000-2500
Muy dura	> 2500

Teniendo en cuenta esta clasificación, se determinó que todos núcleos seleccionados, desde el más resistente hasta el más débil, entra en el campo de rocas muy duras.

Al analizar los valores de la carga máxima que soportan se comprobó que la roca más resistente es la granodiorita rica en cuarzo perteneciente al Batolito de Rionegro. Así como las rocas ígneas son más resistentes a la meteorización como se mencionó en el análisis de los depósitos cuaternarios, el alto contenido de cuarzo y feldespato potásico las hace más resistentes a la deformación mecánica.

Las segundas rocas más resistentes son el neis y el neis feldespático respectivamente, y por último la roca más débil es el esquisto micáceo, lo que es de esperarse debido a que su foliación genera planos de debilidad por los cuales la roca puede fracturarse (Figura 33).

Figura 33. Fractura del núcleo P22i / 7.20-9.90 por debilidad asociada a foliación.



Por el contrario, la debilidad de las otras muestras está asociada con las fracturas naturales de las rocas sin seguir ningún plano u orientación preferencial (Figura 34).

Figura 34. Debilidades asociadas a fracturas.



9.4 IMPLICACIONES GEOTÉCNICAS DE LOS CUERPOS FRACTURADOS.

De acuerdo a la Tabla 1 de los datos estructurales recolectados en campo y el mapa geológico realizado a escala 1:10.000 (Figura 8), los cuerpos afectados por el

sistema de fallas Suratá donde hay mayor presencia de fracturas y las diaclasas marcan una tendencia agrupándose en diferentes familias tienen unas implicaciones geotécnicas relacionadas con los planos de debilidad de las rocas, por lo cual, en la realización de una obra civil se debe tener mayor precaución en las zonas denominadas en este estudio como *Palmichal* y *Truchas*, debido a la inestabilidad estructural producto de la acción de las fallas. Se debe evaluar la susceptibilidad a desprendimientos en caso de corte de rocas.

En la zona denominada Palmichal se observaron y midieron varios sistemas de diaclasas verticales con direcciones, aproximadas, de 152/45, 235/62 y 200/80. Estas diaclasas de compresión afectan los afloramientos cercanos a la falla. Para el sector Truchas, los sistemas de diaclasas tienen direcciones similares de 175/50, 20/65, 188/75 y 180/35.

10. DISCUSIÓN

1. Del análisis comparativo en las descripciones se dice que no se consideraron varios aspectos geológicos y geotécnicos, como la composición, textura y estructura de las rocas, las características en muestras de mano y en secciones delgadas, la geología estructural presente en la zona, los SPT y RQD tomados durante las perforaciones y sus interpretaciones, entre otros.
2. Con respecto a la información de los trabajos planteados anteriormente, la elaboración de una cartografía a escala más detallada permitió realizar una redistribución de las unidades expuestas, ya que se reconoció la presencia de un cuerpo granítico correspondiente al Batolito de Rionegro que no estaba cartografiado en la plancha 109. Además, se incluyó la diferenciación de los depósitos cuaternarios determinando su génesis.

11. CONCLUSIONES

En la zona de estudio cartografiada se encuentran rocas metamórficas correspondientes al Neis de Bucaramanga y Esquistos del Silgará, rocas ígneas pertenecientes al Batolito de Rionegro y depósitos cuaternarios Coluviales, aluviales y de terraza. Estas rocas presentan edades que van desde el Pre-cámbrico hasta mediados del Triásico.

Debido a que los espesores de las diferentes capas de rocas correspondientes a los sondeos no superan los 12 mt de profundidad y durante la etapa de campo se lograron observar afloramientos frescos donde era posible verificar la presencia de las unidades, no se considera necesario implementar métodos geofísicos para verificar la continuidad de los paquetes rocosos.

La reinterpretación de los sondeos fue útil a la hora de ir a campo, ya que se tenía una idea de las litologías que se iban a encontrar, pero económicamente este proceso no es viable. Lo correcto sería desarrollar primeramente la etapa de campo para verificar las zonas donde puede ser necesario hacer perforaciones para verificar la secuencia de las rocas.

Basados en los resultados de los ensayos de compresión simple bajo la norma INVIAS E – 410 – 07 y teniendo en cuenta la clasificación dada por CONANMA S.C.A para la resistencia de las rocas a la compresión simple se determinó que todos núcleos seleccionados, entran en el campo de rocas muy duras. Las rocas con mayor resistencia (2.71 MPa) corresponden a la unidad Batolito de Rionegro. Las segundas rocas más resistentes son los neises del Neis de Bucaramanga (entre 2.4 MPa y 1.757 MPa) y por último la roca más débil es el esquistos micáceo de la Unidad Esquistos del Silgará (1.45 MPa).

En cuanto a la reinterpretación de los registros suministrados por la empresa encargada de llevar a cabo los sondeos, Consorcio Diseños Viales, se planteó que hay grandes diferencias con las nuevas descripciones realizadas a lo largo del presente trabajo, ya que en los informes de la empresa no se reconocieron grandes paquetes rocosos, si no que se refirieron a estos, como suelos de diferentes tipos sin tener en cuenta ensayos que fueron ejecutados durante las perforaciones, mientras que los nuevos análisis evidencian que los depósitos cuaternarios presentes en la zona no cuentan con un espesor mayor a los 7 m de profundidad, las rocas son resistentes y tienen características muy bien definidas para ser clasificadas y ubicadas dentro de unidades ya mencionadas.

Los cuaternarios encontrados en el área son alteraciones principalmente de las rocas ígneas y metamórficas producto de comportamiento débil de estas rocas frente a procesos de meteorización y erosión dando como resultado depósitos de terrazas o conos, coluviales, aluviales y coluvioaluviales. La pérdida de esfuerzos y la cercanía con la zona de falla de la Falla de Bucaramanga, Suratá y Truchas han dado origen a suelos arenarcillosos, arenolimosos y arcillosos. Además, el granito por su alto contenido de cuarzo y feldespato potásico muestra menor tendencia a la meteorización por lo que produce suelos de gravas arenosas y limosas.

Se realizaron secciones delgadas de las muestras de mano más representativas de la zona de estudio, dentro de estas, encontramos granitos, esquistos y neises con características diferenciadas ya sea por su composición, textura, estructura o relaciones entre sus cristales. En cuanto a las rocas ígneas, se tiene que se trata de intrusiones con cristales muy definidos, orientados y fracturados que cuentan con alteraciones hidrotermales. En las rocas metamórficas predominan las micas, hay presencia de alteraciones y cristales muy deformados debido al alto grado de metamorfismo, presentan minerales que indican que las rocas se encuentran en la facies anfibolita alta.

El inventario de la Litoteca de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, bajo un concepto pedagógico e investigativo, debería conservar los núcleos de la siguiente manera: Sondeo P23d y P24i Bis del puente Truchas de 0.5 – 9.0 m, 2.5 – 5 m y 9 – 12m respectivamente, P20i, del puente Buenos Aires de 10 -12 m y ST8 y P19d se recomienda no preservar nada, en cuanto al puente El Muerto, sondeos p21d y p22i de 2 – 3 m y de 7 – 10 m para el primero y de 5 – 7 m para el segundo. Por otro lado, el puente Palmichal con los sondeos p24i de 1 – 12 m y p23d de 0.8 – 8 mm y de 8 – 10.2 (Anexo 1).

BIBLIOGRAFÍA

BOTERO RESTREPO, Gilberto. Reconocimiento geológico del área comprendida por los municipios de Belén, Cerinza, Corrales, Floresta, Nobsa y Santa Rosa de Viterbo, Boyacá. Bogotá: Floresta, Boy, 1950, p. 245-311.

BRADY, Jhon. Metasomatic zones in metamorphic rocks. En: Science Direct. Enero, 1977, vol. 41, no. 1, p. 113-125.

CAMPOS, N. Estudio Mineralógico y Petrográfico de las Metamorfitas al Occidente del Municipio de Mutiscua (Norte de Santander). Trabajo de grado para optar al título de Geólogo. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, 1999.

CASTELLANOS, Óscar; RÍOS, Carlos and TAKASU, A. A new approach on the tectonometamorphic mechanisms associated with PT paths of the Barrovian-type Silgará Formation at the Central Santander Massif, Colombian Andes. En: Earth Sciences Research Journal. 2008, vol. 12, no. 2, p. 125-155.

CONANMA, Control y Análisis de Suelo S.C.A. Geotecnia. [En línea]. Sevilla. (Recuperado en 10 de septiembre 2017). Disponible en http://www.conanma.com/descargas/cap_12_geotecnia.pdf

GARCÍA, Carlos; RÍOS, Carlos y CASTELLANOS, O. Medium-pressure metamorphism in the Central Santander Massif, Eastern Cordillera, Colombian Andes. En: Boletín de Geología. Agosto, 2010, vol. 27, no. 2.

KERRICK, D. The genesis of zoned skarns in the Sierra Nevada, California. En: Journal of petrology. 1977, vo. 18, no. 1, p. 144-181.

INVIAS. NORMA I.N.V.E – 410 – 07. PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO. [En línea]. (Recuperado en 10 septiembre 2017.) Disponible en <ftp://ftp.ani.gov.co/Bogota%20Villavicencio%20Sector1/4%20HIDRAULICA/Auxiliar/ANX12%20Especificaciones%20Tecnicas%20Invias/normas%20Invias/Normas/Invias/Ensayos/Norma%20INV%20E-410-07.pdf>

LÓPEZ SÁNCHEZ, Vicente; SOTO, Juan. Metamorphism of calc-silicate rocks from the Alboran Basement. En: Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results. 1999, vol. 161, p. 251-261.

MANTILLA FIGUEROA, Luis Carlos; GARCÍA RAMÍREZ, Carlos y VALENCIA, Victor. Nuevas evidencias que soportan la escisión de la formación Silgará y propuesta de un nuevo marco estratigráfico para el basamento metamórfico del Macizo de Santander (Cordillera Oriental de Colombia). En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 2016, vol.40, n.155, p.320-336.

MANTILLA FIGUEROA, Luis Carlos; GARCÍARAMÍREZ, Carlos y VALENCIA, Victor. Propuesta de Escisión de la denominada “Formación Silgará” (Macizo de Santander, Colombia), a partir de edades U-Pb en circones detríticos. Boletín de Geología. En: Boletín de Geología. Diciembre, 2016, vol. 38 no. 1., p. 33-50.

MCNAIR, Andrew. Devonian Bryozoa from Colombia. New York: Paleontological Research Institution, 1940.

RÍOS, C, *et al.* Petrogenesis of the metacarbonate and related rocks of the Silgará Formation, Central Santander Massif, Colombian Andes: an overview of a "reaction calcic exoscar". En: Earth Sciences Research Journal. Junio, 2008, Vol. 12, no. 1.,

p. 72-106.

ROYO; GÓMEZ, José. Fósiles Devónicos en Floresta (Departamento de Boyacá). 1942. Bogotá: Ministerio de Minas y Petróleos, 1941.

SALAZAR, Susana; GONZÁLEZ, Luis y ARIAS, Luis. Litoestratigrafía y pedoestratigrafía de los depósitos recientes en el altiplano de santa rosa de osos (asro). En: Revista boletín ciencias de la Tierra. Febrero, 2008, no. 23, p. 21-32.

THOMPSON, Alan. Calc-silicate diffusion zones between marble and pelitic schist. En: Journal of Petrology. 1 enero, 1975, Vol. 16, no. 1., p. 314–346.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del sector Norte en Bucaramanga. Bucaramanga: 2017.

URUEÑA SUAREZ, Cindy Lizeth. Metamorfismo, Exhumación y Termocronología del Neis de Bucaramanga. (Macizo de Santander, Colombia). Tesis de Magíster en Ciencias Geología. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, 2014.

URUEÑA SUAREZ, Cindy Lizeth; ZULUAGA CASTRILLÓN, Carlos Augusto. PETROGRAFÍA DEL NEIS DE BUCARAMANGA EN CERCANÍAS A CEPITÁ, BERLÍN Y VETAS – SANTANDER. Bogotá: Geología Colombiana, 2011.

VAN DER LELIJ, Roelant, 2013. Reconstructing north-western Gondwana with implications for the evolution of the Iapetus and Rheic Oceans: a geochronological, thermochronological and geochemical study. Tesis de doctorado. Ginebra: Universidad de Ginebra. Facultad de Ciencias. 2013.

WARD, Dwight, *et al.* Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. En: Boletín Geológico. 1973, vol. 11, no. 1-3.

XII Semana Técnica de Geología e Ingeniería Geológica. (9-14, AGOSTO, 2016: Medellín, Colombia). Memorias. Medellín: Universidad Industrial de Santander, 2016.

ANEXO

ANEXO A. Catálogo descripción de muestras.

NEIS DE BUCARAMANGA					
SONDE O	PROFUNDIDA D	TAMAÑO O GRANO	ESTRUCTUR A TEXTURA	COLO R	OBSERVACIONE S
Palmich al P24i	1.2 - 3 mt 5-7.2 mt	Medio a fino	Neisica- granoblástica	Gris verdoso (10Y 5/1)	Compuesto por Qtz, Bt y Plag.
Palmich al P23d	0.8-2.4 mt	Medio	Neisica- granoblástica	Gris oscuro verdoso (10Y 4/1)	Compuesto por Bt, Qtz, Msc y Plag. Se encuentra intruida por una pegmatita
Palmich al P23d	2.4-3.5 mt	Fino	Neisica- nematoblástica	Gris verdoso (10Y 5/1)	Anfibolita. Compuesta por Anf, Qtz, Plag y Msc.
Palmich al P23d	4.6-6.4 mt 7.2-7.9 mt 8.6-9 mt	Medio a fino	Neisica- granoblástica	Marrón grisáceo (10YR 5/2)	Neis Máfico compuesto por Plag, Qtz, Fps, Plag y Bt.
Palmich al P23d	6.4-7.2 mt 8-8.6 mt	Medio a grueso	Neisica- granoblástica	Blanco rosaceo (10R 8/2)	Neis feldespático compuesto por Qtz, Fps y Msc.
EI	5.2 - 6 mt	Medio a	Neisica-	Gris	Compuesto por

Muerto P22i		fino	granoblástica	verdoso (10Y 5/1)	Qtz, Bt y Plag.
El Muerto P21d	5-6 mt	Medio	Neisica-granoblástica	Gris (5N/)	Compuesto por Qtz, Bt, Plag, Msc y Pr.
Truchas P23d	1.2-2 mt 4-12 mt	Medio a grueso	Neisica-granoblástica	Gris verdoso (10Y 5/1)	Compuesto por Qtz, Bt y Plag.
Truchas P24i Bis	5 - 11 mt	Medio	Neisica-granoblástica	Gris verdoso (10Y 5/1)	Compuesto por Qtz, Bt y Plag.

BATOLITO DE RIONEGRO					
SONDEO	PROFUNDIDAD	TAMAÑO GRANO	ESTRUCTURA TEXTURA	COLO R	OBSERVACIONES
Palmichal P24i	3-4 mt	Grueso - fino Inequigranular	Masiva, holocristalina, fanerítica y alotromorfica	Gris claro (N7)	Granitoide rico en Qtz, compuesto por Qtz, Bt, Plag y Msc.
Palmichal P23d	3.5 - 4.6 mt 9 - 10.2 mt	Medio Equigranular	Masiva, holocristalina, fanerítica y alotromorfica	Blanco rosaceo (10R 8/2)	Granito compuesto por Qtz, Fps, Plag y Bt.

EI Muerto P22i	6-7 mt	Fino Equigranular	Masiva, holocristalina, fanerítica y alotromorfica	Gris verdoso (10Y 5/1)	Granitoide rico en Qtz, compuesto por Qtz, Bt, Plag y Msc.
EI Muerto P21d	1.2 - 3.7 mt 7-10 mt	Fino Equigranular	Masiva, holocristalina, fanerítica y alotromorfica	Gris claro azulos o (10B 7/1)	Granitoide rico en Qtz, compuesto por Qtz, Bt, Plag, Fps y Msc.
Truchas P24i Bis	1.5-5 mt	Fino Equigranular	Masiva, holocristalina, fanerítica y alotromorfica	Gris claro azulos o (10B 7/1)	Granitoide rico en Qtz, compuesto por Qtz, Bt, Plag, Fps y Msc.

ESQUISTOS DESILGARA					
SONDEO	PROFUNDIDAD	TAMAÑO GRANO	ESTRUCTURA TEXTURA	COLO R	OBSERVACIONES
Palmichal P24i	4 - 4.5 mt 7.2 - 9.9 mt	Medio - fino	Esquistosa Lepidoblástica	Gris oscuro verdoso (5G 4/1)	Esquisto micacéo, compuesto por Bt, Msc, Qtz y Plag.
Truchas P24i Bis	11 - 12 mt	Fino	Esquistosa Lepidoblástica	Gris oscuro verdoso (5G 4/1)	Esquisto micacéo, compuesto por Bt, Msc, Qtz y Plag.