

**ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO DE LA QUEBRADA
SURATOQUE, SECTOR BARRIO SAN CRISTOBAL URBANIZACIÓN BARRIO
PORTAL DEL TALAO, MUNICIPIO DE PIEDECUESTA-SANTANDER**

JORGE ERIC RUEDA FONSECA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2016

**ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO DE LA QUEBRADA
SURATOQUE, SECTOR BARRIO SAN CRISTOBAL URBANIZACIÓN BARRIO
PORTAL DEL TALAO, MUNICIPIO DE PIEDECUESTA- SANTANDER**

JORGE ERIC RUEDA FONSECA

Trabajo de Grado para optar al título de Geólogo.

Director:

LUIS CARLOS MANTILLA FIGUEROA

Geólogo PhD

Tutor:

MIGUEL ROBERTO SILVA MONSALVE

Magister en Geotecnia

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2016

DEDICATORIA

A mi madre María Goretti Fonseca Osorio, amor lindo gracias por creer en mí sin perder las esperanzas, tu esfuerzo y dedicación han sido mi norte en cada momento de mi vida.

A mi padre Jorge Enrique Rueda Parada, viejo gracias por dejarme andar de la mano contigo, por ser el mejor ejemplo de hombre que se puede tener y permitirme ser lo que soy.

A mi familia por estar siempre presente brindándome su apoyo.

A todos los profesores participes en mi formación académica, gracias por todas esas lecciones, saberes brindados y experiencias vividas.

A todos mis amigos por ser una parte importante de mi vida, por todas esas experiencias memorables que hemos compartido.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco en primera instancia a Dios por darme la oportunidad de aprender en cada momento de mi vida, por la fortaleza y bendiciones recibidas.

A mis padres por ser mi guía, compañía y durante toda mi vida.

A la Universidad Industrial de Santander y la escuela de Geología por todas las enseñanzas y experiencias brindadas, en conjunto con mis amigos y compañeros han sido participes de mi formación personal y académica.

A la empresa Construsuelos de Colombia SAS y su grandioso equipo de trabajo, por darme la oportunidad vincularme a la empresa y desarrollar este proyecto brindándome todo lo necesario para ello, gracias por todas esas experiencias compartidas.

A todos muchas gracias.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	24
1. LOCALIZACION	26
2. OBJETIVOS	28
2.1 OBJETIVO GENERAL	28
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO	28
3. MÉTODO DE ESTUDIO	30
3.1 FASE DE REVISIÓN DE INFORMACIÓN	30
3.2 FASE DE CAMPO	31
3.3 FASE DE LABORATORIO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	31
3.4 FASE DE RESULTADOS Y ELABORACIÓN DE INFORMES	31
4. MARCO TEORICO	33
4.1 GENERALIDADES Y CRITERIOS PARA LA EXPLORACIÓN	33
4.1.1 Exploración del subsuelo mediante sondeos geomecánicos (SPT)	34
4.1.1.1 Muestreador Doble barril	34
4.1.1.2 Muestreador del ensayo de penetración estándar (SPT) de 2pulg de diámetro exterior	35
4.1.2 Exploración del subsuelo mediante excavaciones manuales o trincheras	35
4.1.3 Exploración mediante ensayos geofísicos	36
4.1.3.1 Líneas de Refracción Sísmica	36

4.1.3.2 Refracción Microtremor Remi	36
4.2 MARCO GEOLOGICO	37
4.2.1 Descripción de unidades litoestratigráficas	39
4.2.1.1 Formación Jordán (Jj)	39
4.2.1.2 Flujo de Escombros (Qfe)	40
4.2.1.3 Depósitos Coluviales de Ladera (Ql)	41
4.2.1.4 Depósitos Aluviales (Qal)	42
4.2.1.5 Depósito de Terrazas Bajas (Qal1)	42
4.2.1.6 Lleno de Antrópicos (Qllm)	43
4.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	43
4.4 UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (UGS)	47
4.4.1 Unidades de suelo	48
4.4.2 Factores considerados para caracterizar las unidades geológicas superficiales (ugs)	49
4.4.3 Litología	49
4.4.4 Grado de Meteorización	50
4.4.5 Grado de fracturamiento o discontinuidades	50
4.5 GEOMORFOLOGÍA	52
5. RESULTADOS DE LA GEOLOGÍA LOCAL Y GEOMORFOLOGIA	54
5.1 UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES (UGS)	54
5.2 UNIDADES DE ROCA	55
5.2.1 Unidad de Roca Blanda de la Formación Jordán (Rbj).	55
5.2.2 Unidad de Roca Intermedia de la Formación Jordán (Rij).	56

5.3 UNIDADES DE SUELO	58
5.3.1 Suelos Residuales	59
5.3.2 Suelos Transportados	60
5.3.3 Suelos de origen antrópico	67
5.4 GEOMORFOLOGÍA	70
5.4.1 Geoformas De Origen Denudacional (D)	70
5.4.2 Geoformas de Origen Fluvial (F)	74
5.4.3 Geoformas De Origen Antrópico (A)	79
6. RESULTADOS DE LA EXPLORACION	84
6.1 EXPLORACIÓN MEDIANTE SONDEOS GEOMECANICOS	84
6.1.1 Localización de perforaciones	85
6.2 EXPLORACION MEDIANTE TRINCHERAS	90
6.2.1 Localización de trincheras	90
6.2.1.1 Trinchera 1	91
6.2.1.2 Trinchera 2	94
6.2.1.3 Trinchera 3	96
6.2.1.4 Trinchera 4	99
6.2.1.5 Trinchera 5	101
6.3 EXPLORACIÓN MEDIANTE ENSAYOS GEOFÍSICOS	105
6.3.1 Líneas de refracción sísmica	105
6.3.1.1 Equipo y software utilizados	106
6.3.1.2 Localización de líneas de refracción sísmica	108
6.3.1.3 Resultados obtenidos	109

6.3.1.4 Línea N° 1	109
6.3.1.4 Línea N°2	111
6.4 PERFILES GEOLÓGICOS	113
6.4.1 Definición de contactos litológicos	114
6.5 INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA	116
6.5.1 Reptación	117
6.5.2 Deslizamiento	117
6.5.3 Socavación	117
7. CONCLUSIONES	121
BIBLIOGRAFÍA	124
ANEXOS	127

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación del casco urbano del Municipio de Piedecuesta, en el Departamento de Santander.	27
Figura 2. Esquema representativo de método de estudio.	30
Figura 3. Muestreador doble barril	34
Figura 4. Mapa (esquema representativo) de unidades geológicas superficiales regional	39
Figura 5. Esquema tectónico del Departamento de Santander	45
Figura 6. Modelo tridimensional de la tectónica del Área Metropolitana de Bucaramanga, (línea punteada) Piedecuesta.	46
Figura 7. Mapa de unidades Geológicas Superficiales. (Ver Anexo A a escala 1:3000)	54
Figura 8. Mapa de Unidades Geomorfológicas. (Ver Anexo B a escala 1:3000)	70
Figura 9. Mapa de localización de sondeos, (puntos azules), Anexo C.	85
Figura 10. Mapa de localización de trincheras (puntos amarillos), anexo C.	91
Figura 11. Sismógrafo Geometrics GEODE.	105
Figura 12. Geófonos de 4.5 hz. y 14 Hz	105
Figura 13. Esquema representativo de Ensayo de sísmica de refracción.	107
Figura 14. Mapa de localización de líneas de refracción sísmica, Anexo C.	109
Figura 15. Ensayo de refracción sísmica No 1 (perfil con variación de ondas compresionales V_p).	110
Figura 16. Resultado de ensayo MASW No. 1, velocidad de onda de corte V_s .	110
Figura 17. Ensayo de refracción sísmica No.2 (perfil con variación de ondas compresionales V_p).	112
Figura 18. Resultado de ensayo MASW No.2, valores de velocidad de onda de corte V_s .	113

Figura 19. Mapa de ubicación de perfiles geológicos en la zona de estudio, Anexo E.	114
Figura 20. Esquema representativo de corte geológico, ubicado a la altura del Colegio Cvirrey sede C, que se encuentra en el barrio san Cristóbal. Anexo	115
Figura 21. Clasificación de movimientos en masa de Cruden y Varnes 1978.	116
Figura 22. Esquema de flujos canalizados y no canalizados.	117

LISTA DE FOTOGRAFÍA

	Pág.
Fotografía 1. Muestreador del ensayo de penetración estándar SPT.	35
Fotografía 2. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al NE, se aprecia afloramiento de Roca Blanda de la Fm. Jordán, compuesto por paquetes de lodolitas laminadas y limolitas de color rojo violáceo intercaladas con areniscas de grano fino de color gris rojizo, sobre las paredes del afloramiento también se observan tintes de color naranja y rojo cobrizo de oxidación. Esta secuencia presenta una meteorización moderada	56
Fotografía 3. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al N, detalle de discordancia angular (línea roja), en donde se observa contacto de la roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj) y depósito de terrazas bajas (Sttb).	57
Fotografía 4. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al NW, panorámica de afloramiento de rocas sedimentarias, que corresponde a una intercalación de areniscas de grano muy fino de color rojo violáceo, de fracturamiento ligero a moderado, con limolitas color pardo rojizo, de fracturamiento alto. La intercalación de roca presenta una meteorización ligera.	58
Fotografía 5. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SE, Zona de suelo residual, el cual produce en la zona una morfología suave, presencia de humedad alta	60
Fotografía 6. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al visto al SE, panorámica en la cual se aprecia zona de afectación de suelo transportado de coluvial activo (Stca). Evidencia de pastos naturales en superficie.	61
Fotografía 7. Margen izquierdo de la Quebrada. Visto al SW, Suelo transportado coluvial Activo, matriz soportado, compuesto principalmente por clastos de rocas sedimentarias (limolitas y areniscas de grano fino) de color rojizo, la geometría de los clastos presentes en el depósito varía de sub-angular a angular, estos se	

hallan en una matriz de tipo limosa a limo arcillosa, la cual presenta un grado de meteorización alto, de humedad alta y plasticidad moderada. 62

Fotografía 8. Quebrada Suratoque. Visto al NE. Punto ubicado al Suelo Transportado de Cauce Activo (StFca), compuesto por cantos y bloques de diferente composición litológica, areniscas, neis principalmente, algunos bloques de migmatitas se reconocieron para el sector de estudio, la geometría de los clastos observada es sub-redondeados a redondeados, (la flecha verde indica la corriente de agua). 63

Fotografía 9. Quebrada Suratoque. Visto al SW. Suelo Transportado de Cauce Activo (StFca), compuesto por cantos y bloques de diferente composición litológica, geometría de los clastos es sub-redondeados a redondeados, también se observa material de tipo antrópico (escombros y basuras), (la flecha roja indica la corriente de agua). 64

Fotografía 10. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SE, Terraza baja, matriz soportada conformada por cantos y bloques redondeados, infrayaciendo esta se observa afloramiento de roca sedimentaria, compuesto por limolitas y areniscas de grano fino de color marrón rojizo, pertenecientes a la Fm. Jordán. 65

Fotografía 11. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al NW, según (INGEOMINAS. Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2010), en vista panorámica se identifica terraza de tipo aluvial media, matriz soportada conformada por cantos y bloques redondeados. 66

Fotografía 12. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SW, zona de escarpe compuesta por material de tipo aluvial, se observan agrietamientos en las paredes del escarpe. Se clasifica como terraza alta según (INGEOMINAS. Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2010), y está compuesta por cantos y bloques redondeados de rocas metamórficas (Neis) principalmente embebidos en una matriz limo arenosa. 66

- Fotografía 13. Barrió San Cristóbal. Visto al NE, Panorámica de la zona de estudio en la cual se aprecia ladera y canalización de agua sobre suelo de llenos antrópicos (Stla). 68
- Fotografía 14. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al NE, desde el punto se observa estructura de tipo antrópico, la cual intenta controlar la erosión y socavación que se ha generado sobre el margen de la Quebrada en este sector del área de estudio. 68
- Fotografía 15. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SW, Suelos de Llenos antrópicos de basuras y escombros, localizados en un lote sobre la ladera derecha de Quebrada. 69
- Fotografía 16. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Depósitos de ladera de coluviales activos (Dca), que generan una morfología moderada a abrupta, originada a partir de movimientos en masa. 71
- Fotografía 17. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SE, Geomorfología de laderas suaves de origen denudacional (Dls) ubicadas sobre suelo residual de la Fm. Jordán (Srij). 72
- Fotografía 18. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SW, área donde se observan laderas moderadas de origen denudacional (Dlm), las cuales no presentan mayores problemas de estabilidad. 73
- Fotografía 19. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SE, laderas abruptas de origen denudacional (Dla). 74
- Fotografía 20 Vista al NE. Cauce Activo de la Quebrada Suratoque el cual se ubica a la altura del barrio San Cristobal. 75
- Fotografía 21. Margen izquierdo de la Quebrada. Visto al SE, terrazas bajas observadas en los alrededores del barrio Palermo. 76
- Fotografía 22. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al NW, según la (INGEOMINAS. Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2010), se denomina terrazas medias. 76
- Fotografía 23. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SW, terrazas altas observadas en los alrededores del barrio San Cristobal. 77

Fotografía 24. Margen derecho de la Quebrada. Visto al NW. Escarpe de terraza producto de la erosión de la Quebrada Suratoque, ubicada a la altura de la Urbanización portal del talado.	78
Fotografía 25. Quebrada Suratoque, barrió La Castellana. Visto al SW, cauce activo del cual extrae de material para agregados pétreos.	79
Fotografía 26 Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SW, Llenos de basura y escombros (Albe) regados sobre la ladera.	80
Fotografía 27. Vista al NW. Panorámica del Area de estudio ubicado sobre el puente que comunica con el Barrio La Argentina Antigua, en este se puede ver muro de contención en mal estado ubicado en el margen izquierdo del cauce y zona de tipo antrópico clasificada como ALE, compuesta por material heterogéneo (ladrillos y residuos de construcción).	81
Fotografía 28. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al NE-SE. Laderas explanadas (alex), también se observan al fondo de la imagen pequeña ladera explanada y rellena (Allex), ubicadas a la altura del barrio San Cristobal.	82
Fotografía 29. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Vista al SW. Laderas explanadas (Allex).	83
Fotografía 30. Perforación SM-001	86
Fotografía 31. Perforación SM-002	86
Fotografía 32. Perforación SM-003	87
Fotografía 33. Perforación SM-004	87
Fotografía 34. Perforación SM-005	88
Fotografía 35. Perforación SM-006	88
Fotografía 36. Perforación SM-007	89
Fotografía 37. Perforación SM-008	89
Fotografía 38. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SW. Panorámica de sector donde se midió la trinchera, compuesto por afloramiento de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), en vista también se reconocen laderas	

- moderadas de origen denudacional (DIm), las cuales no presentan mayores problemas de estabilidad. 92
- Fotografía 39. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SE, afloramiento de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), compuesta por paquetes de Areniscas de color marrón rojizo, limolitas y lodolitas laminadas de color rojo violáceo, estas tienen un grado de meteorización moderado, algunas presenta alto grado de fracturamiento. 93
- Fotografía 40. Detalle de afloramiento de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), se observan paquetes de areniscas de color marrón rojizo. 93
- Fotografía 41. Margen izquierda de la Quebrada Suratoque. Visto al SW, afloramiento de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), en donde se observan paquetes de Areniscas de color marrón rojizo, limolitas de color rojo violáceo, estas tiene un grado de meteorización moderado, algunas presenta alto grado de fracturamiento, estas se hallan en contacto (línea roja) con Deposito Cuaternario de tipo terraza aluvial, matriz soportado, compuesto por clastos de diferente composición litológica embebidos en una matriz de tipo limosa. 95
- Fotografía 42. Detalle de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), y vetillas de tipo calcáreo presentes en el afloramiento. 96
- Fotografía 43. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SW. Afloramiento de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), compuesta por paquetes de Areniscas de color marrón rojizo, limolitas de color rojizo, grado de meteorización moderado y fracturamiento moderado, estas se hallan en contacto (línea roja) con Deposito Cuaternario de tipo terraza aluvial, matriz soportado, compuesto por clastos de diferente composición litológica embebidos en una matriz de tipo limo arenosa. 98
- Fotografía 44. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SW. Zona de contacto (línea Roja) en donde se reconoce en la parte inferior roca blanda de la Fm. Jordán y depósito de tipo terraza compuesto por clastos de diferente composición litológica embebidos en una matriz limo-arenosa. 99

- Fotografía 45. Margen derecho de la Quebrada Suratoque, Visto al NW. Panorámica del sector donde se realizó la trinchera, se clasifica esta área como un Suelo Aluvial de tipo Terraza. 100
- Fotografía 46. Margen derecho de la Quebrada suratoque, visto al NW. Vista perfil de Suelo aluvial de tipo Terraza (StaT), matriz soportada, compuesta por clastos de diferente composición litológica embebidos en una matriz de tipo arena limosa. 101
- Fotografía 47. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al NW, afloramiento de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), compuesta por paquetes de Areniscas de color rojo grisáceo, limolitas y lodolitas laminadas de color rojo violáceo, estas tiene un grado de meteorización moderado, algunas presenta alto grado de fracturamiento, estas se hallan en contacto (línea roja) con Deposito Cuaternario de tipo terraza aluvial, matriz soportado, compuesto por clastos de diferente composición litológica embebidos en una matriz de tipo limo arenosa. 103
- Fotografía 48. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al NE. Detalle fotográfico en el cual se aprecia el contacto neto (línea roja), de roca blanda de la Fm. Jordán y Deposito Cuaternario de tipo Terraza Aluvial. 104
- Fotografía 49. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al NW, vista panorámica en donde se reconoce Suelo de Cauce Activo (StFca), compuesto por cantos y bloques de diferente composición litológica, areniscas, neis y algunos bloques de migmatitas se reconocieron para el sector de estudio, la geometría de los clastos se observa sub-redondeados, también se observa sobre la ladera vegetación reptante. 118
- Fotografía 50. Barrió San Cristóbal. Visto al SW, en vista panorámica se observa reptación de postes y algunos árboles, zona en la cual se tiene suelos de tipo antrópico. 118
- Fotografía 51. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Vista NE-SE, evidencia de socavación lateral y reptación producto de la erosión. 119
- Fotografía 52. Barrió la Castellana. Visto al SE. Panorámica en la cual se observa corona de deslizamiento (línea punteada) por encima de la cancha. 119

Fotografía 53. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SW. En vista se observa muro de contención sobre la margen izquierda de la quebrada el cual presenta agrietamientos y socavación en la base (flechas rojas), también se observa depósito de Cauce Activo (StFca), al fondo de la imagen se observa reptación (Caracolí). 120

Fotografía 54. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SE. Escarpe compuesto principalmente por material de tipo antrópico, el cual está siendo erosionado por el cauce de la Quebrada, zona de inestabilidad, también se reconoce depósito de cauce activo (StFca). 120

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Unidades Geológicas Superficiales (UGS) según su origen.	47
Tabla 2. Clasificación genética de las unidades de suelo.	48
Tabla 3. Condición de fracturamiento de las rocas.	50
Tabla 4. Comparación de Perfiles de Meteorización de un macizo rocoso.	51
Tabla 5. Clasificación de unidades Geomorfológicas según su origen.	52
Tabla 6. Tabla de localización de los sondeos realizados en el área de estudio.	85
Tabla 7. Coordenadas de localización de zonas de trincheras	90
Tabla 8. Relación de Datos estructurales.	92
Tabla 9. Relación de Datos Estructurales.	95
Tabla 10. Relación de Datos Estructurales.	97
Tabla 11. Coordenadas de localización de líneas sísmicas de refracción.	108

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. MAPA DE UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES	127
ANEXO B. MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	128
ANEXO C. PLANO UBICACIÓN DE EXPLORACION	129
ANEXO D. DESCRIPCION LITOLOGICA	130
ANEXO E. REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	132
ANEXO F. MAPA DE LOCALIZACION DE PERFILES GEOLOGICOS	134
ANEXO G. LIBRETA DE CAMPO	136
ANEXO H. ANALISIS MULTITEMPORAL	136

RESUMEN

TÍTULO: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO DE LA QUEBRADA SURATOQUE, SECTOR BARRIO SAN CRISTOBAL, URBANIZACIÓN BARRIO PORTAL DEL TALAO, MUNICIPIO DE PIEDECUESTA-SANTANDER*

AUTOR: JORGE ERIC RUEDA FONSECA**

PALABRAS CLAVE: Unidades Geológicas Superficiales (UGS); Geomorfología; Método de Trincheras; Remoción en Masa; Quebrada Suratoque-Piedecuesta; Taludes; Litología.

DESCRIPCIÓN:

Procesos morfo-dinámicos se presentaron en el año 2013, desde el sector Barrio San Cristóbal al Barrio Portal del Talao, los cuales forman parte del casco urbano del municipio de Piedecuesta-Santander. Este trabajo contiene los resultados de los estudios del sector, referidos a la geología y la geomorfología de la Quebrada Suratoque. Son incluidas las descripciones de campo y de sondeos, los mapas de las unidades geológicas superficiales y de la geomorfología del sector. Fueron construidos esquemas representativos de cortes geológicos de la zona. Los rasgos tectónicos fueron establecidos a partir del levantamiento de la geología estructural de la zona. Se determinaron los grados de inestabilidad del sector. Las geoformas a nivel detallado fueron también identificadas y descritas en un plano geomorfológico que contiene la identificación de los procesos. En la fase de exploración se utilizó el método de las trincheras para verificar y clasificar los diferentes materiales; de esta manera se localizaron las posibles zonas de contacto de las litologías, planos de estratificación y diaclasamiento presentes en la zona de estudio. Apoyados en la fase de exploración, que hace referencia a los diferentes ensayos geofísicos y los diferentes resultados de laboratorio de las muestras recolectadas mediante los sondeos, se generaron esquemas geológicos (perfiles), que se tomaron como base para los análisis del modelo geotécnico.

* Proyecto de Grado. Modalidad. Práctica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. Director: Luis Carlos Mantilla. Tutor: Miguel Roberto Silva Monsalve.

ABSTRACT

TITLE: GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL STUDY OF THE SURATOQUE STREAM “QUEBRADA SURATOQUE”, SECTOR SAN CRISTOBAL NEIGHBORHOOD, RESIDENTIAL NEIGHBORHOOD “PORTAL DEL TALAO”, PIEDECUESTA-SANTANDER.

AUTHOR: JORGE ERIC RUEDA FONSECA**

KEYWORDS: Surface geological units (SGU); Geomorphology; Trenches method; Landslides; Suratoque-Piedecuesta Stream; Slopes; Lithology.

DESCRIPTION:

Morphodynamic processes were presented in 2013; in the sector, Barrio San Cristobal to the neighborhood Portal Talao, which are part of the urban municipality of Piedecuesta-Santander. This work contains the results of studies of the sector, relating to the geology and geomorphology of the Suratoque Stream (Quebrada Suratoque). Descriptions of field surveys and maps of surface geological units and geomorphology of the sector were included. Schemes representing geological sections of the area were built. The tectonic features were established from the lifting of the structural geology of the area. The degree of instability in the sector was determined. Landforms at a detailed level were also identified and described in a geomorphological plane containing the identification process. In the exploration phase, the trench method was used to verify and classify the different materials; thus potential areas of contact between lithologies, bedding planes and jointing present in the study area were located. Supported by the exploration phase, which refers to the different geophysical tests and various lab results for samples collected through surveys, geological patterns (profiles) were generated, which were taken as a basis for the analysis of the geotechnical model. lab results for samples collected through surveys, geological patterns (profiles) were generated, which were taken as a basis for the analysis of the geotechnical model.

* Graduate Project. Mode: Industry practice.

** Faculty of physicochemical engineering. School of geology. Director: Luis Carlos Mantilla. Tutor: Miguel Roberto Silva Monsalve

INTRODUCCIÓN

La alta precipitación de lluvias que se presentó en el Municipio de Piedecuesta, en febrero de 2013, sobre el cauce de la quebrada Suratoque causó una emergencia que afectó de manera importante la población, razón por la cual fue declarada zona de alto riesgo por la entidad del Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB) y el Municipio de Piedecuesta, en las áreas donde se presentó el desbordamiento de la corriente superficial. La zona sufrió problemas de erosión, desbordamiento e inundación, que afectaron algunos predios y taludes, debido en buena parte, a obras que invaden la cota de inundación del afluente hídrico. Ante estos hechos, la empresa ConstruSuelos de Colombia S.A.S firmó un contrato con la administración del Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB), cuyo objeto del contrató consiste en presentar los diseños y el presupuesto necesario para la estabilización de los taludes y el control de inundación alrededor del cauce de la Quebrada Suratoque.

La Quebrada Suratoque, atraviesa el casco urbano del Municipio de Piedecuesta, y durante cada temporada invernal presenta problemas de desbordamiento y de erosión en algunos taludes, y socavación general y local en su cauce afectando la infraestructura urbana del municipio, viviendas y edificaciones circunvecinas. En consecuencia, se requiere realizar un estudio de hidrología, geología, geotecnia y en general de su dinámica con el propósito de diseñar obras de mitigación. Estos estudios serán la base para determinar las alternativas de control y recuperación de la banca y taludes adyacentes a los sitios con amenaza alta ante fenómenos por movimientos en masa e inundación en los sectores mencionados.

Este informe contiene los resultados de los estudios hechos en cuanto a la geología y geomorfología de la Quebrada Suratoque. Se determinaron las

inestabilidades, debidas a fenómenos de movimientos en masa entre el barrio San Cristóbal y la urbanización Barrio Portal del Talao, Municipio de Piedecuesta, Santander. Las Unidades Geológicas Superficiales y la descripción de la litología fueron determinadas. Las unidades geológicas de la zona de estudio fueron determinadas mediante el método de trincheras. Se construyeron esquemas representativos de cortes geológicos de la zona. Los rasgos tectónicos fueron determinados mediante el levantamiento de la geología estructural de la zona; ello permitió determinar los grados de inestabilidad del sector. Las geo-formas a nivel detallado fueron identificadas y descritas en un plano geomorfológico que contiene la identificación de los procesos.

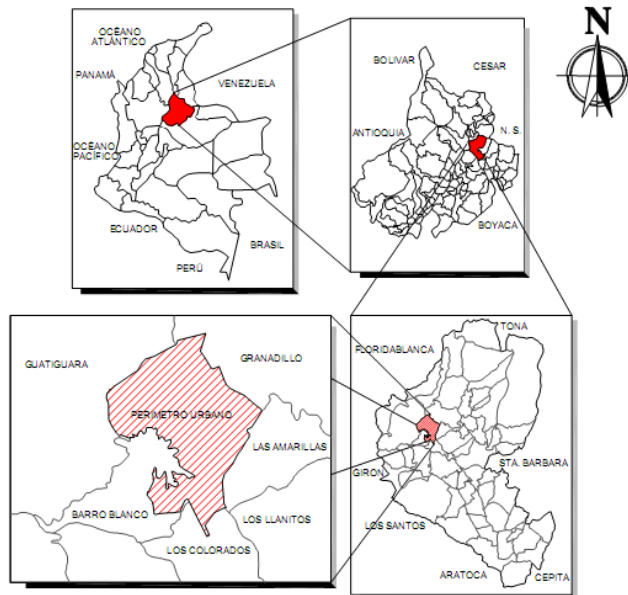
1. LOCALIZACION

Piedecuesta es un municipio del departamento de Santander, Colombia. Se encuentra a 17 km de Bucaramanga, formando parte de su área metropolitana. Su extensión territorial es de 344 kilómetros cuadrados; observamos una alterada geografía que nos ofrece un sin número de valles, mesetas, montañas y colinas, accidentes territoriales que nos presentan una variada climatología, pasando del radiante sol de pescadero a la neblina del páramo de Juan Rodríguez.

Límites geográficos

El municipio limita por el norte con Tona, Floridablanca y Bucaramanga. Por el sur con Guaca, Cepitá, Aratoca y Los Santos. Por el oriente Santa Bárbara. Por el occidente con Girón. Todo lo cual ha conllevado a que los habitantes se adapten a las condiciones socio-ambientales de vida propiciadas por los pisos térmicos andinos y las dinámicas sísmicas de la región.

Figura 1. Ubicación del casco urbano del Municipio de Piedecuesta, en el Departamento de Santander.



Fuente: (J.A.M Ingeniería y Medio Ambiente, 2011) y Modificado por el Autor.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la geología y geomorfología de la Quebrada para determinar inestabilidades, debidas a fenómenos de remoción en masa entre el barrio San Cristóbal y la urbanización Barrio Portal del Talao, Municipio de Piedecuesta, Santander.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO

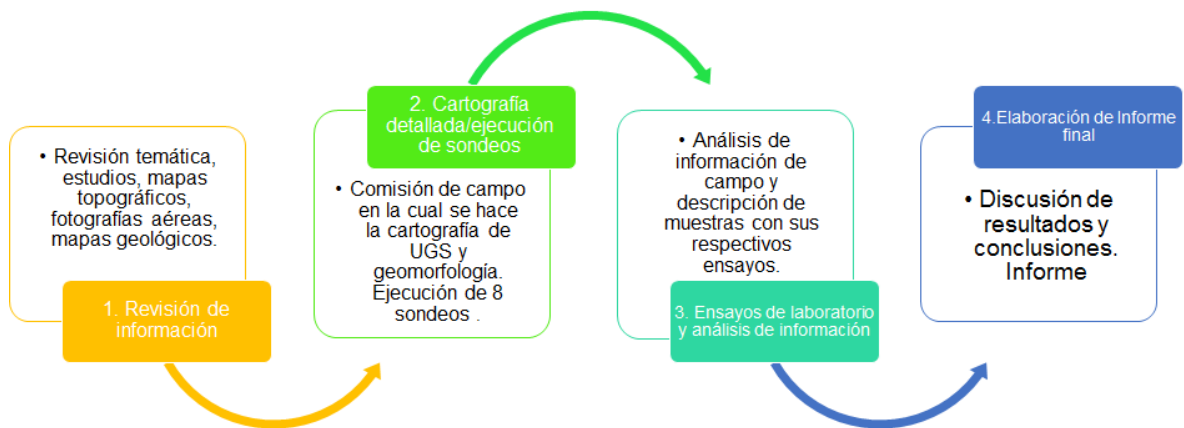
- Identificar las Unidades Geológicas Superficiales y describir la litología que se encuentran en la zona de estudio de la Quebrada Suratoque para establecer el estado de la misma con fines ingenieriles y presentarlas en un plano geológico (escala 1:1000).
- Identificar las unidades geológicas de la zona usando el método de trincheras para determinar las propiedades del subsuelo.
- Construir esquemas representativos de cortes geológicos de la zona de estudio para propósito ingenieril.
- Realizar el levantamiento de geología estructural de la zona de estudio para determinar rasgos tectónicos, con miras a establecer grados de inestabilidad del sector.

- Identificar las geoformas a nivel detallado, describirlas y presentarlas en un plano geomorfológico (escala 1:1000), que contenga la identificación de los procesos.

3. MÉTODO DE ESTUDIO

Con el fin de cumplir los objetivos propuestos en la sección anterior se estructuró una metodología de trabajo basada en (IV) fases, las cuales son:

Figura 2. Esquema representativo de método de estudio.



3.1 FASE DE REVISIÓN DE INFORMACIÓN

Esta fase incluye todas aquellas actividades de búsqueda, consulta y revisión de la información temática preexistente, relacionada a la zona de interés, tales como publicaciones, informes, estudios previos, tesis, información de internet, mapas topográficos, fotografías aéreas, entre otros. Posteriormente a esta pesquisa, la información obtenida será analizada y clasificada de acuerdo a la necesidad de la propuesta.

3.2 FASE DE CAMPO

En esta fase se incluye, el levantamiento de topografía, la realización de sondeos de perforación, y líneas sísmica de refracción realizadas por la empresa Construsuelos de Colombia S.A.S, que junto con la cartografía geológica y geomorfológica detallada del área de estudio, se obtiene la información necesaria para caracterizar y delimitar las diferentes unidades geológicas superficiales y unidades geomorfológicas, haciendo mayor énfasis en las zonas de inestabilidad que se determinaron durante la fase de revisión de campo, de las cuales se lleva un registro y así poder determinar la amenaza por movimientos en masa en los alrededores del área de estudio (Quebrada Suratoque), y representarlas en un plano a escala 1:1000.

3.3 FASE DE LABORATORIO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Esta fase se hará en las instalaciones de la empresa y consiste en realizar un análisis de la información obtenida en campo, en donde se elaboraran los mapas y se caracterizaran las propiedades físico-mecánicas de las unidades geológicas superficiales, con ensayos de laboratorio (Descripción litológica, humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico, corte directo y compresión), de los cuales se obtendrán los parámetros necesarios para generar un modelo geológico, que sirva para evaluar la estabilidad de taludes presentes en el área de estudio.

3.4 FASE DE RESULTADOS Y ELABORACIÓN DE INFORMES

En esta fase se entregan los resultados obtenidos, es decir los respectivos mapas, a escala 1:1000, con el informe final, el cual tiene como principal objetivo realizar la geología y geomorfología de la Quebrada para determinar inestabilidades,

debidas a fenómenos de movimientos en masa entre el barrio San Cristóbal y la urbanización Barrio Portal del Talao, Municipio de Piedecuesta, Santander.

4. MARCO TEORICO

4.1 GENERALIDADES Y CRITERIOS PARA LA EXPLORACIÓN

En el marco de la certificación de la empresa CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S. Los procesos para el desarrollo de los métodos de trabajo que se debe desarrollar en este tipo de proyectos, está definida como se muestra a continuación:

Generalidades:

La exploración para geología, consiste en observar a cierta distancia o recorrer la zona de estudio, con el fin de analizar elementos representativos de la zona, a partir de las cuales se realizará un levantamiento geológico, geomorfológico, uso de suelo e infraestructura, esta información se complementa con diferentes ensayos (perforaciones, sísmica, trincheras y ensayos de laboratorio). La exploración se hace primero con una observación general desde cierta proyección, donde pueda ser analizada en su totalidad; luego con un análisis detallado en campo, se enriquecen los datos obtenidos en la identificación general.

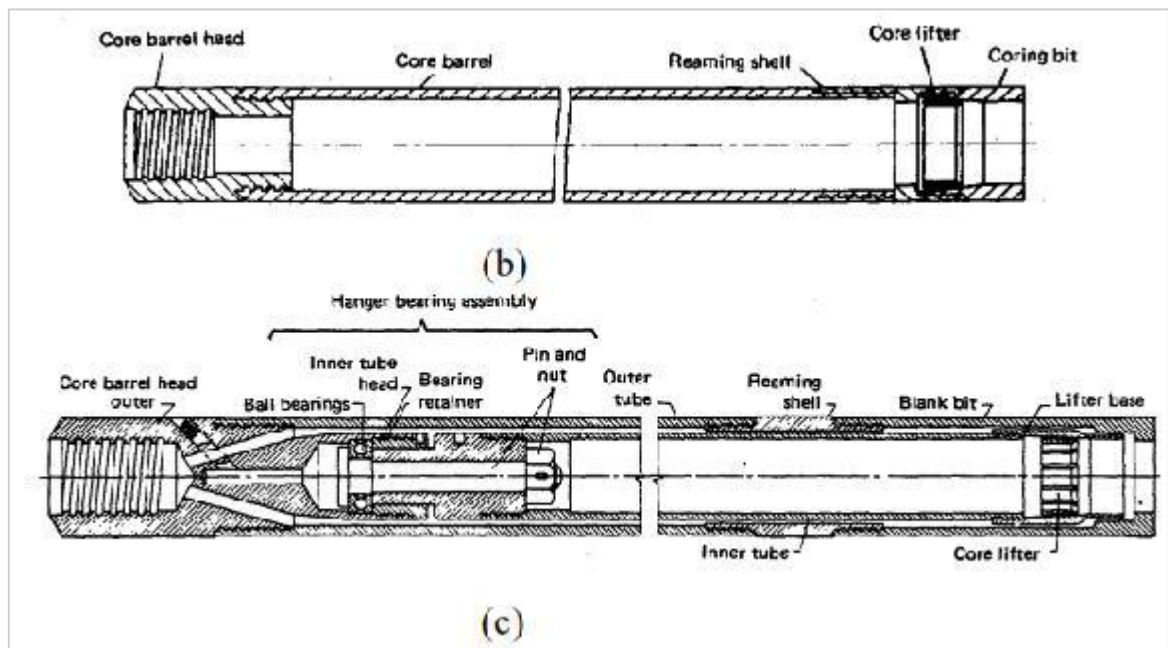
La exploración de campo (observación a distancia y recorrido) para geología es el proceso necesario para la recolección de datos estructurales, descripciones geológicas, geomorfológicas de suelos, datos de GPS, toma de fotos a detalle y panorámicas. Estos datos se ven reflejados en los productos entregados de cartografía de Unidades Geológicas Superficiales y Geomorfológicas; descritos en el presente informe, acompañado de la libreta de campo y registro fotográfico. Se enuncian las principales actividades para realizar los estudios geológicos y geomorfológicos a continuación:

4.1.1 Exploración del subsuelo mediante sondeos geomecánicos (SPT) La exploración del subsuelo se llevó a cabo mediante la ejecución de OCHO (8) perforaciones. En los sondeos se efectuaron ensayos corridos de penetración estándar (S.P.T.) con equipo de perforación a percusión, donde se sacaron muestras semi-alteradas para los respectivos ensayos de laboratorio.

Adicionalmente, se implementaron muestreadores de diámetro HQ, con el objetivo de obtener muestras representativas de roca y determinar la resistencia a la compresión uniaxial de la roca.

4.1.1.1 Muestreador Doble barril Este muestreador consta de dos tubos concéntricos. El exterior dispone de una zapata con diamantes impregnados que corta el material por rotación. El interior lleva una camisa donde la muestra queda retenida. Una trampa de hojas metálicas dificulta la salida de la muestra una vez que se ha introducido.

Figura 3. Muestreador doble barril



Fuente: Manual on Subsurface Investigations

4.1.1.2 Muestreador del ensayo de penetración estándar (SPT) de 2pulg de diámetro exterior. El muestreador del SPT fue introducido en el suelo con un martillo de seguridad 140 libras y una caída de 30 pulg (aproximadamente, se espera algún error del operador dado el uso del mecanismo cuerda y malacate). El muestreador fue introducido hasta 50 golpes en los primeros 15 cm o 100 golpes en los últimos 30cm (rechazo), cualesquiera que ocurran primero. El número de golpes fue registrado en golpes por pie para los sondeos actuales.

Fotografía 1. Muestreador del ensayo de penetración estándar SPT.



4.1.2 Exploración del subsuelo mediante excavaciones manuales o trincheras La exploración mediante trincheras es una exploración de campo usada para investigar y/o hacer una verificación de las propiedades del subsuelo, consiste en una excavación superficial de ancho y profundidad variables. Las trincheras permiten la identificación de unidades geológicas afectadas, planos de estratificación y planos de discontinuidades.

4.1.3 Exploración mediante ensayos geofísicos

4.1.3.1 Líneas de Refracción Sísmica Los diferentes métodos de refracción sísmica miden el tiempo de propagación de las ondas elásticas, transcurrido entre un sitio donde se generan ondas sísmicas y su llegada a diferentes puntos de observación. Para esto se dispone una serie de sensores en línea recta a distancias conocidas formando lo que se conoce como tendido sísmico o línea de refracción o reflexión sísmica. A una distancia conocida del extremo del tendido, en el punto de disparo, se generan ondas sísmicas (con la ayuda de un martillo o por la detonación de explosivos), las cuales inducen vibraciones en el terreno que son detectadas por cada uno de los sensores en el tendido.

4.1.3.2 Refracción Microtremor Remi Si se generan ondas de superficie en un rango amplio de frecuencias, se puede inferir un perfil con la variación de velocidades de ondas Rayleigh (VR) en profundidad. Como la velocidad de las ondas Rayleigh es ligeramente menor (alrededor de 7%) que la de corte (V_s), para fines prácticos se considera equivalentes. La técnica de refracción de microtremores (ReMi) (Louie, 2001) utiliza un tendido y equipo para registro similar al de la prueba de refracción sísmica, pero se analizan las ondas con una técnica que permite separar las ondas Rayleigh de otras ondas elásticas y finalmente determinar la variación de velocidad de onda de corte (V_s) en profundidad. Para la realización de la prueba ReMi se instala un tendido lineal con 12 o más geófonos, el registro de la vibración se realiza con un sismógrafo digital, y se registra tanto vibración ambiental (microtremores) como vibración superficial inducida (impactos, vehículos en circulación, etc.).

4.2 MARCO GEOLOGICO

De acuerdo con el mapa geológico de la Zonificación Sismo geotécnica indicativa del Área metropolitana de Bucaramanga (INGEOMINAS, 2001) y el Mapa de unidades Geológicas Superficiales (UGS) del estudio de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa del Municipio de Piedecuesta (J.A.M Ingeniería y Medio Ambiente, 2011), se describen algunas características de las Formaciones geológicas que afloran en el área Urbana y Sub-urbana del municipio de Piedecuesta desde el punto de vista lito estratigráfico, así como aspectos estructurales que han deformado y fracturado las rocas.

La unidad lito estratigráfica más antigua, es de origen metamórfico, ha sido agrupada dentro del Neis de Bucaramanga (P€b) de edad Precámbrico, la cual consiste principalmente de neis cuarzo feldespático, intruido por pequeños cuerpos de granodiorita, granito y diorita. Esta unidad aflora en el bloque montañoso ubicado al oriente del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, conformando un gran volumen rocoso conocido con el nombre de Macizo de Santander.

El cerro de La Cantera está conformado por rocas sedimentarias clásticas, de edad Jurásico, dentro de las que se destaca la **Formación Jordán (Jj)** ubicada al sur del cerro y alrededores del casco urbano de Piedecuesta, constituyendo en su mayor parte, el basamento que subyace los depósitos aluviales sobre los cuales está construida la ciudad de Piedecuesta.

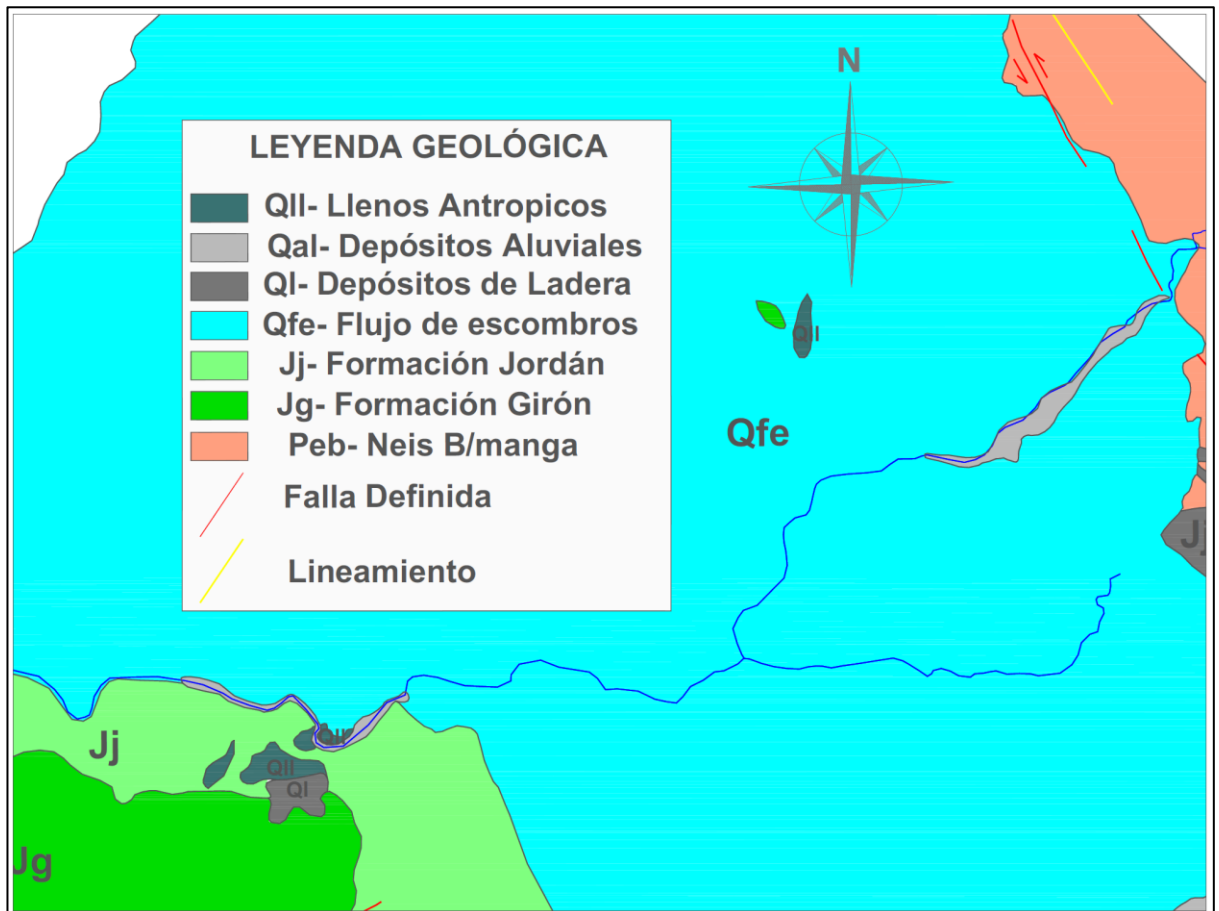
Suprayaciendo las rocas anteriores se presentan **depósitos de flujos de escombros (Qfe)** de edad Cuaternaria, siendo los materiales geológicos más importantes en el área de Piedecuesta. Estos depósitos están conformados por bloques, cantos, gravas, arenas, limos y arcillas, mezclados en proporciones variables, provenientes en su mayor parte de la acción Denudativa sobre las rocas

del Macizo de Santander. Entre estos materiales se destacan abanicos recientes y antiguos producto de flujos torrenciales y fluviales que bajaron a lo largo de los valles de algunos ríos y quebradas.

Existen también **depósitos aluviales** asociado a cauces activos y diferentes niveles de terraza distribuidos en los valles de las principales quebradas. Localmente se presentan **depósitos coluviales de ladera (Ql)**, la mayoría de pequeña extensión, provenientes en gran parte de movimientos de remoción en masa o por efectos de la gravedad, los cuales se acumulan en las partes bajas de laderas, en algunos casos se incluye zonas cubiertas de llenos mecánicos (Qllm).

A continuación se describen las unidades que afloran y hacen parte del área de estudio, que corresponde al cauce de la Quebrada Suratoque y sus alrededores. Esta descripción regional se basa en información geológica que se presenta en los estudios del (INGEOMINAS, 2001), Figura 4.

Figura 4. Mapa (esquema representativo) de unidades geológicas superficiales regional



Fuente: Tomado y Modificado del Mapa de unidades Geológicas Superficiales (UGS) del estudio de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa del Municipio de Piedecuesta (J.A.M Ingeniería y Medio Ambiente, 2011).

4.2.1 Descripción de unidades litoestratigráficas

4.2.1.1 Formación Jordán (Jj) *“Fue inicialmente reconocida por Cediel (1968), en su estudio sobre la formación Girón del área de Bucaramanga. Según Cediel (1968), la formación Jordán incluye dos facies:*

Facies Superior (200m), compuesto por Limolitas de color marrón rojizo y arenisca de grano muy fino, bien estratificada, en capas de 30 a 80 cm de espesor.

Facies Inferior (Aprox.100m) Compuesto principalmente por arenisca de grano grueso, gris verdosa, en capas hasta de 1 m de espesor y algunas capas de shale gris verdoso, hasta de 2 m de espesor, algunas capas gruesas con estratificación cruzada contienen niveles conglomeráticas con guijos hasta de 2 cm de diámetro.

En el área estudiada la unidad subyace de manera concordante la Formación Girón, esto se observa en la parte alta del cerro la cantera en donde se aprecia una transición entre rocas lodosas de color pardo rojizo del Jordán a rocas arenosas y conglomeráticas del Girón en la parte superior y la totalidad de afloramientos definen un área de extensión relativamente pequeña, constituye gran parte del basamento que subyace depósitos aluviales sobre los cuales se construyó la ciudad de Piedecuesta. Con base en relaciones estratigráficas se le asigna una edad Jurásico inferior (WARD & et al, 1973)”. Tomado de (J.A.M Ingeniería y Medio Ambiente, 2011)

4.2.1.2 Flujo de Escombros (Qfe) Son depósitos de piedemonte de origen fluvio-torrencial y aluvio-gravitacional (lavado de laderas), provenientes principalmente de la denudación de materiales alterados que componen el Macizo de Santander, los cuales son transportados a lo largo de los cauces de corrientes de agua que nacen en éste. De acuerdo con las características granulométricas, geométricas y composicionales, estos depósitos provienen de flujos torrenciales de detritos y en parte, de flujos de escombros.

Se presentan sobre el piedemonte oriental del macizo de Santander, desde Floridablanca hasta Piedecuesta, donde se reconocen materiales cuyo depósito, al pie de la ladera montañosa, forma abanicos y conos de deyección coalescentes

con pendiente de 2° a 4° y superficie suavemente ondulada, con drenaje paralelo a sub-paralelo.

Se destacan depósitos fluvio-torrenciales recientes de consistencia alta, que cubren desde el piedemonte hasta el borde del cerro La Cantera, y depósitos fluvio-torrenciales antiguos, que conforman una topografía alomada en el pie del macizo y se extienden hasta la autopista Floridablanca – Piedecuesta.

Constituidos esencialmente por fragmentos de rocas ígneas y metamórficas del macizo, tamaño grava y bloque, principalmente neises y granodiorita, esporádicamente anfibolitas, dioritas y esquistos, en matriz areno-limosa. Estos depósitos sedimentarios se han venido acumulando mediante repetidos episodios de descargas torrenciales, probablemente violentas, por lo que los espesores y sus proporciones granulométricas y volumétricas son muy variados.

Se pueden encontrar eventos clasto-soportados, con predominio de bloques y gravas, como también matriz soportados, con predominio de arena; el tamaño máximo de estos bloques puede sobrepasar 1 m de diámetro.

Estos depósitos descansan principalmente sobre rocas de las formaciones Girón, Jordán y Silgará, su espesor medio se estima entre 10 y 15 m, (INGEOMINAS, 2001).

4.2.1.3 Depósitos Coluviales de Ladera (QI) Son depósitos acumulados, por lo general, en la base de escarpes y provienen del desprendimiento de materiales de laderas adyacentes, por la acción de la fuerza de gravedad y las precipitaciones. La mayoría se originan por movimientos en masa de tipo caída de rocas, deslizamientos y volcamientos. Son de común ocurrencia en escarpes de roca muy fracturada, saprolitos y en los suelos de la formación Bucaramanga.

La mayor parte de estos depósitos ocurren en las laderas que bordean el Cerro La Cantera y están asociados con rocas meteorizadas y fracturadas de la formación Jordán. Igualmente se presentan en las laderas que llegan a la zona plana desde el macizo de Santander y se asocian a rocas muy fracturadas y brechificadas del Neis de Bucaramanga, en los alrededores de la traza de la Falla de Bucaramanga - Santamarta.

En general estos depósitos son de color amarillo claro y rojizo, en el que los cantos y bloques son principalmente de limolitas, areniscas de grano muy fino, conglomerados y areniscas cuarzo-feldespáticas rojizas, así como neis, cuarcitas y rocas ígneas (granito, cuarzodiorita, granodiorita, diorita). La matriz es arcillosa para los depósitos del cerro La Cantera y arenosa a areno arcillosa para los del macizo de Santander. El tamaño y espesor de los coluviones es variable, pudiendo llegar a tener hasta 10 m, como en el caso del deslizamiento de San Francisco, (J.A.M Ingeniería y Medio Ambiente, 2011).

4.2.1.4 Depósitos Aluviales (Qal) Corresponden a material depositado por los ríos y quebradas en sus márgenes y fondo de sus cauces, los cuales se distribuyen de acuerdo a la altura y posición en los valles. En el área de Piedecuesta se cartografiaron Terrazas Bajas (Qal1) así como Depósitos Aluviales de Cauce activo y Llanuras de Inundación (Qal), (J.A.M Ingeniería y Medio Ambiente, 2011).

4.2.1.5 Depósito de Terrazas Bajas (Qal1) Como su nombre lo indica, son depósitos de origen aluvial, de superficie más o menos plana y horizontal, poco disectados, ubicados hacia las márgenes de las corrientes de agua principales. Su composición granulométrica es muy similar a la de los conos de deyección descritos en los flujos de escombros, incluso el tamaño máximo de los bloques es también superior a 1 m de diámetro.

Compuesto de fragmentos redondeados a sub-redondeados, de diámetro variable, clasto soportados a matriz soportados, provenientes del macizo de Santander que incluyen neis cuarzo feldespático, cuarcitas, rocas ígneas y areniscas, moderada a ligeramente meteorizados, así como algunas areniscas violáceas y fragmentos de cuarzo lechoso. La matriz es de arena cuarzo feldespática, de consistencia suelta y con humedad baja a moderada, siendo fácilmente disgregables o erosionables en sus bordes. Estos depósitos presentan espesores inferiores a 6 metros que corresponden a los niveles de crecientes máximas extraordinarias del río, por lo cual pueden ser eventualmente afectados por inundaciones, (J.A.M Ingeniería y Medio Ambiente, 2011).

4.2.1.6 Lleno de Antrópicos (Qllm) Son todos aquellos materiales que han sido arrojados sobre las laderas naturales después de realizar cortes para vías, terracedos, o para rellenar depresiones en el terreno con fines constructivos. En ocasiones se utilizan después de canalizar quebradas para uniformizar el terreno, (J.A.M Ingeniería y Medio Ambiente, 2011).

4.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Se tomó como referencia la información estructural que presenta la memoria explicativa del mapa geológico de Santander (INGEOMINAS, 2001). El Departamento de Santander se encuentra localizado en una región tectónica compleja y dinámica, que representa a una zona de influencia entre los límites de las placas tectónicas del Caribe y la Suramericana, conocida como bloque Andes del Norte o bloque Norandino en los trabajos de Kellogg (1984); Case, et al. (1984); Kellogg, et al. (1985); James (1985) y Boinet (1985), entre otros. En el Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia (ETAYO, et al., 1983), el Departamento de Santander se encuentra conformado por el “supra-terreno cretácico de la Cordillera Oriental” y los terrenos de Santander, Floresta y del Valle

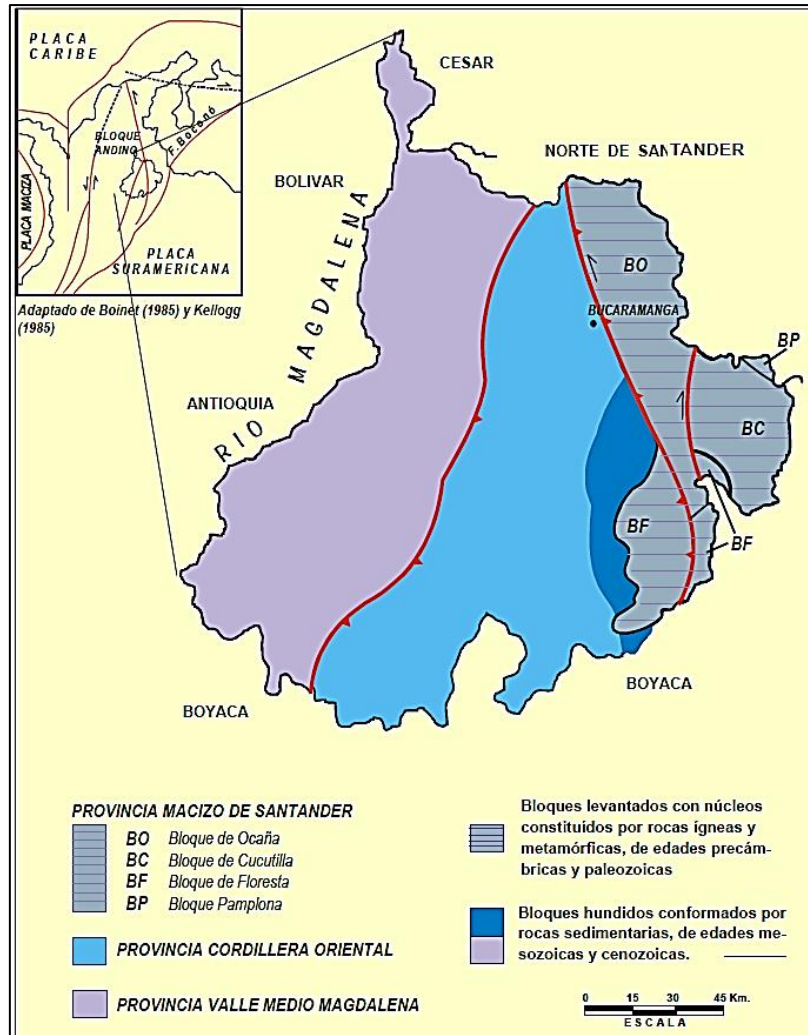
Medio del Magdalena”; sin embargo, en esta memoria se ha utilizado de manera preferencial, el término de provincias para sustituir el de “terrenos estratigráfico-tectónicos” y así obviar grandes confusiones en la aplicación e interpretación del mismo.

Para la caracterización tectónica del territorio de Santander se ha subdividido en tres provincias tectónicas como son la del Macizo de Santander, que está conformada por los bloques de Floresta, Cucutilla, Pamplona y de Ocaña; la del Valle Medio del Magdalena, y la de la Cordillera Oriental, de conformidad con el esquema tectónico, presentado por Clavijo, et al. (1993). En la Figura 5 se muestra el esquema tectónico que ha sido considerado para el departamento de Santander.

Según el esquema mostrado en la Figura 5, el sector estudiado se localiza en la Provincia Cordillera Oriental.

La zona de Piedecuesta se enmarca a nivel regional dentro del territorio Colombiano, como una zona que es el resultado de esfuerzos convergentes de tres placas tectónicas mayores, que se conocen en la región como: Suramericana, de Nazca y del Caribe. Los movimientos relativos de estas placas dieron origen al levantamiento de las tres cordilleras, separadas por valles y depresiones intramontañosas, en las cuales se han venido dando cambios en los patrones de deformación y fallamiento, actividad volcánica en el centro y occidente del país, e intensa actividad sísmica en todo el territorio.

Figura 5. Esquema tectónico del Departamento de Santander

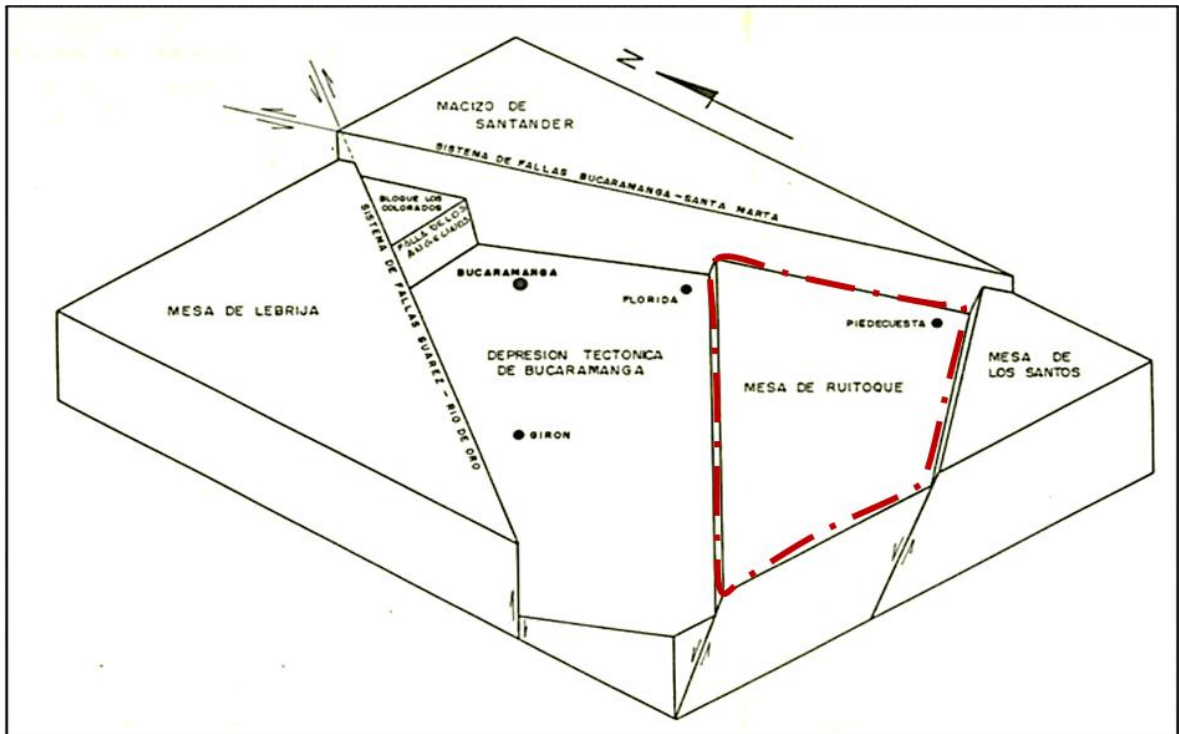


Fuente: Adaptado de Clavijo, et al. (1993) (Tomado de la memoria explicativa del mapa geológico generalizado del Departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001)).

El área de estudio a nivel local se enmarca dentro de dos estilos estructurales: Uno de plegamiento caracterizado por pliegues anticlinales y sinclinales amplios, limitados por fallas inversas y de cabalgamiento, de direcciones NE y NW, con inclinación predominante hacia el oriente, conocido como macizo de Santander.

El otro estilo está representado por fallamiento en bloques, el cual está limitado por las fallas de Bucaramanga – Santa Marta y del Suárez, ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Figura 6. Modelo tridimensional de la tectónica del Área Metropolitana de Bucaramanga, (línea punteada) Piedecuesta.



Fuente: Tomado de (Vargas y Niño, 1992) en (INGEOMINAS, 2001).

Dichos bloques corresponden a las mesas de Los Santos y Ruitoque, que han sido separadas por fallas normales, generando depresiones como el valle de Guatiguará y del río de Oro, quedando el cerro de La Cantera limitado por dichos valles. Adicionalmente se desarrolló una depresión estructural la cual fue llenada por sedimentos provenientes de lavado del macizo y por la incisión profunda de las corrientes fluviales. Sobre dicha depresión se haya construida la población de Piedecuesta.

4.4 UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (UGS)

Se caracterizaron y cartografiaron las Unidades Geológicas Superficiales a escala detallada, según las condiciones físico-mecánicas de los suelos en diferentes sitios, siguiendo la metodología y nomenclatura del (INGEOMINAS, 2007).

Tabla 1. Unidades Geológicas Superficiales (UGS) según su origen.

ORIGEN DE LA UGS	TIPO DE UGS
Derivadas de roca In situ	<ul style="list-style-type: none"> - Roca inalterada - Saprolito - Suelos Residuales
(INGEOMINAS, 2007) Depósitos aluviales	<ul style="list-style-type: none"> - Aluviones recientes o de lecho de río - Llanuras aluviales - Abanicos o conos aluviales - Terrazas aluviales - Depósitos torrenciales - Depósitos fluviotorrenciales.
Depósitos lacustres y paludales	<ul style="list-style-type: none"> - Depósitos lacustres
Depósitos de ladera, de vertiente o coluviales	<ul style="list-style-type: none"> - Coluviones - Talus - Flujos (de lodo, tierra y de escombros) - Derrubios de pendiente
Depósitos costeros	<ul style="list-style-type: none"> - Deltas, Barras, Playas, etc.
Depósitos volcánicos	<ul style="list-style-type: none"> - Tefras - Surges - Flujos Piroclásticos - Ignimbritas - Flujos de lodos Volcánicos - Lahares - Cenizas - Coladas de Lava.
Depósitos eólicos	<ul style="list-style-type: none"> - Dunas - Loess - Cenizas volcánicas

ORIGEN DE LA UGS	TIPO DE UGS
Depósitos glaciares	- Morrenas y Tillitas - Fluvioglaciares
Depósitos antrópicos	- Rellenos sanitarios o de basuras - Rellenos de excavaciones - Escombreras o botaderos

Fuente: Adaptada y modificada de Hermelin, 1985 y Salazar, 1995 en (INGEOMINAS, 2001).

Las Unidades Geológicas Superficiales corresponden a un conjunto de materiales que incluyen suelos y rocas, cuyas propiedades se conservan por debajo de la superficie hasta algunas decenas de metros. Las UGS se utilizan como herramienta para evaluar el comportamiento mecánico de los terrenos ante diferentes usos, como desarrollo de obras de infraestructura, desarrollos mineros y demás usos definidos en los planes de ordenamiento territorial.

Teniendo en cuenta la clasificación de la Tabla 1 se determina que las unidades geológicas superficiales de la zona de estudio, incluye rocas con diferentes grados de meteorización, ladera de vertiente o coluvial, aluviales y antrópicos.

4.4.1 Unidades de suelo Para la clasificación de estas unidades se tomó como base la clasificación genética utilizada por el (INGEOMINAS, 2007) (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación genética de las unidades de suelo.

Tipo	Origen	Nombre de los depósitos
Residual	In situ	Suelo Laterítico y Suelo Saprolítico
Transportado	De Ladera	De gravedad: depósitos coluviales y flujos de tierra
	Aluvial – Fluvio torrencial	Aluviones en el lecho o fuera de él (Llanura de Inundación, Barras, Terrazas, Abanicos, Deltas)
	Antrópico	Materiales diversos, naturales o no (Rellenos sanitarios, presas,

Tipo	Origen	Nombre de los depósitos
		escombreras y rellenos de disposición)

Fuente: Modificado de Montero (2001) en (INGEOMINAS, 2007).

4.4.2 Factores considerados para caracterizar las unidades geológicas superficiales (ugs) En la cartografía geológica para ingeniería, la clasificación de rocas y suelos está basada en las propiedades físicas de dichos materiales en su estado actual, dependiendo de la combinación de factores como el origen, la diagénesis, la historia tectónica, el metamorfismo y los procesos de meteorización, los cuales gobiernan el comportamiento mecánico de dichos materiales (resistencia, deformabilidad, durabilidad, y permeabilidad, entre otros). Para la descripción y caracterización de las unidades geológicas superficiales, se tienen en cuenta cinco parámetros fundamentales: Litología (composición y textura), dureza o resistencia, condición de las discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales. Estas características se obtienen mediante la descripción de perfiles de afloramientos rocosos, exploración del subsuelo, muestreo de suelos y rocas, ensayos in situ y análisis de laboratorio.

La International Association of Engineering Geology (IAEG) recomienda usar propiedades geológicas que de alguna manera indican las características geológicas de ingeniería, como las que se relacionan a continuación:

4.4.3 Litología

- ✓ Características de textura y estructura tales como la distribución del tamaño de las partículas, su correlación con el peso unitario y la porosidad.
- ✓ Contenido de humedad, humedad de saturación, consistencia, diaclasamiento, alteración y grado de meteorización.
- ✓ Composición mineralógica, la cual está estrechamente relacionada con el peso específico, los límites de Atterberg y el índice de plasticidad.

4.4.4 Grado de Meteorización Es uno de los aspectos que juega un papel importante en la caracterización de las unidades superficiales, se define como la descomposición física y química In situ de los materiales cercanos a la superficie de la tierra. Influye en la formación de los suelos residuales, estabilidad de las laderas y en la acción de los procesos erosivos, al igual que sobre las propiedades físico–mecánicas de las rocas tales como densidad, esfuerzo a la compresión confinada, esfuerzo a la tensión confinada, porosidad, permeabilidad, deformabilidad y consistencia. Para definir el grado de meteorización de las rocas se utilizaron los perfiles generalizados de Deere y Patton (1971) y Dearman (1974, 1991), (Tabla 4).

4.4.5 Grado de fracturamiento o discontinuidades Se definen como planos o fracturas de origen mecánico o sedimentario que independizan o separan bloques de roca. En la Tabla 3, se muestra una de las clasificaciones del grado de fracturamiento tenida en cuenta en el estudio de las discontinuidades.

Tabla 3. Condición de fracturamiento de las rocas.

INTERVALO DE SEPARACIÓN (Espaciamiento)	>2m (Mayor de 200 cm)	60-200 cm	20-60 cm	6-20 cm	<6 cm (Menor de 6 cm)
CLASIFICACIÓN (Grado de fracturamiento)	MASIVA	POCO FRACTURADA	FRACTURADA	MUY FRACTURADA	FRAGMENTADA O TRITURADA
CARACTERISTICAS	Discontinuidades bastantes espaciadas (mayor de 2m)	Fracturas regularmente espaciadas a ampliamente espaciadas	Fracturas próximas o moderadamente espaciadas	Fracturas muy próximas o estrechamente espaciadas. Las rocas se separan en bloques tabulares	La roca se presenta triturada, astillosa y se separan en lascas con facilidad

Fuente: Bieniawsky (1979), Dearmann (1991), y Medina (1991).

Tabla 4. Comparación de Perfiles de Meteorización de un macizo rocoso.

DEERE Y PATTON (1971) (Todas las rocas) ZONA		DEARMANN (1974, 1991) (Todas las rocas)			FORERO et al, (1999) (Todas las rocas)	DESCRIPCION CARACTERISTICAS DE CAMPO
		ZONA	GRADO	UNIDAD		
I SUELO RESIDUAL	IA HORIZONTE A (Capa vegetal)	SUELO RESIDUAL (Sr)	VI	SUELO	SUELO	<ul style="list-style-type: none"> Las capas superiores ricas en materia orgánica, contienen humus y restos de raíces de plantas; generalmente de color gris oscuro. Todo el material rocoso es convertido a suelo. La macrofábrica y la estructura original es destruida. Característicamente arcillo - limoso. Suelo sin estructuras heredadas.
	IB HORIZONTE B					
	IC HORIZONTE C (SAPROLITO) (Roca descompuesta)	ROCA COMPLETAMENTE METEORIZADA (Rcm)	V			
II ROCA METEORIZADA	IA TRANSICION DESDE SAPROLITO HASTA ROCA METEORIZADA	ROCA ALTAMENTE METEORIZADA (Ram)	IV	ROCA Y SUELO MATERIAL INTERMEDIO	SAPROLITO FINO SAPROLITO SUELO RESIDUAL TROPICAL (SUELO IN SITU) > 50 % Suelo	<ul style="list-style-type: none"> Roca decolorada y altamente alterada, el cual más del 50% del material rocoso está descompuesto o desinte grado a suelo. Fragmentos rocosos rompibles y desmenuzables sin ayuda del martillo. Las estructuras (planos de estratificación, foliación, diaclasas y con fallas); se mantienen, en general se presentan oxidadas, abiertas, con o sin relleno. Saprolito con fragmentos pequeños de roca. La meteorización esferoidal es común. Presencia de fragmentos de roca sin meteorizar entre 35% y 70%.
	IIIB ROCA PARCIALMENTE METEORIZADA	ROCA MODERADAMENTE METEORIZADA (Rmm)	III			
III ROCA NO METEORIZADA	III ROCA FRESCA	ROCA DÉBILMENTE METEORIZADA (Rdm)	II	ROCA	MACIZO ROCOSO METEORIZADO > 50 % ROCA	<ul style="list-style-type: none"> Macizo rocoso débilmente decolorado. La roca puede estar decolorada en las superficies de las discontinuidades, las cuales pueden estar abiertas y oxidadas; la roca es dura resistente excavable con ayuda de otras herramientas. Bloques de roca que no en traban.
		ROCA NO METEORIZADA (FRESCA) (R)	I			

Fuente: Deere y Patton (1971), Dearman (1974, 1991) y Forero et.al (1999)

4..5 GEOMORFOLOGÍA

Para la clasificación según el origen de las unidades geomorfológicas, se siguió el Sistema del Instituto de Levantamientos Aeroespaciales y Ciencias de la Tierra (ITC) de Holanda” (Verstappen et. al., 1975, Van Westen Kees y Van Zuidam et. al., 1979, 1993,1982) utilizado por el INGEOMINAS (Tabla 5).

Tabla 5. Clasificación de unidades Geomorfológicas según su origen.

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
FLUVIAL Erosión Fluvial y Sedimentación.	Geoformas de acumulación y complejas planicies aluviales, transicionales y erosionales.
LACUSTRE Erosión lagunar y sedimentación	Geoformas producto de niveles de agua alta (terrazas), fondos de lagos. (Evaporitas/playa, no evaporitas)
MARINO Erosión Marina y Sedimentación	Geoformas de ambientes de alta energía (materiales de grano grueso); de ambientes de baja energía (materiales de grano fino); y asociadas a complejos levantamientos.
VOLCÁNICO Actividad Volcánica	Geoformas de conos, cráteres, escarpes volcánicos, flujos de lava y labradas en materiales piroclásticos.
DENUDACIONAL Meteorización, desgaste de masa, erosión linear	Geoformas asociadas a desgastes, efectos litológicos no mayores. Geoformas influenciadas por la litología y erosión fluvial linear y asociadas con procesos denudativos específicos (desgaste de masas).
ESTRUCTURAL Fallamiento	Geoformas asociadas con las capas de roca estratificadas o estructuralmente controladas, relacionadas con plegamientos, fallamiento y levantamiento.
ESTRUCTURAL-DENUDACIONAL	Asociaciones denudacionales y estructurales.
KARSTICO Solución y redepositación	Geoformas positivas (colinas), negativas (depresiones), estructurales y otras (complejos).
EÓLICO Erosión por el viento y Sedimentación.	Geoformas de acumulación (Activas /No activas) y de deflación.

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
GLACIAL Erosión y Sedimentación.	Geoformas erosionales predominantemente de glaciación continental, glaciación de montañas y de acumulación (predominantemente morrenas, hielo y lomos).
ANTROPOGÉNICO	Aquellas formas del relieve que son el producto de modificaciones causadas por la intervención del hombre.

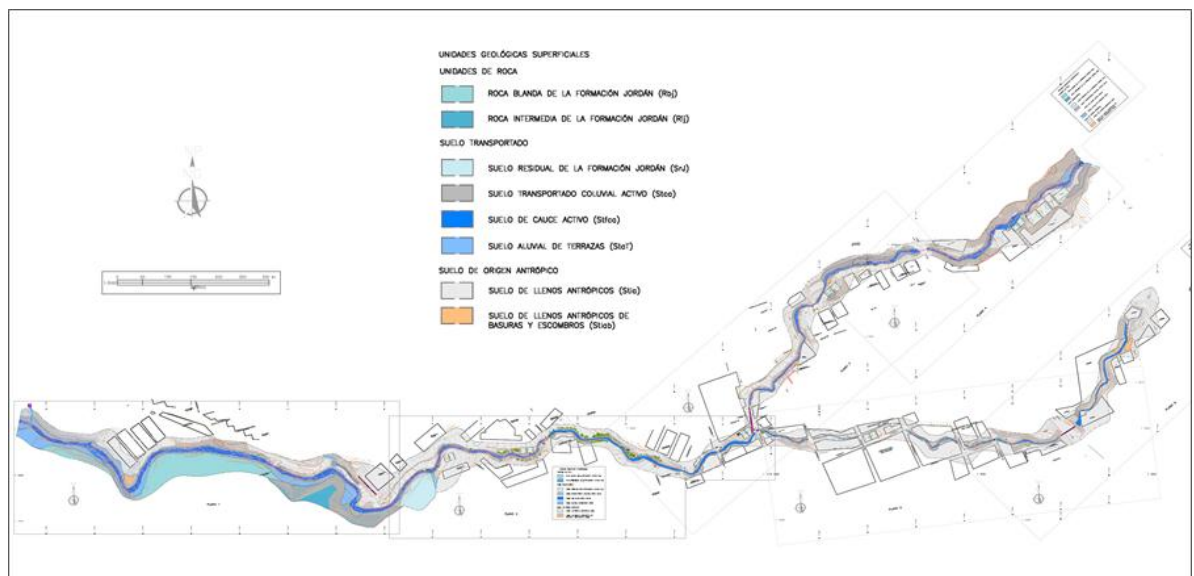
Fuente: (INGEOMINAS, 2001)

5. RESULTADOS DE LA GEOLOGÍA LOCAL Y GEOMORFOLOGIA

5.1 UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES (UGS)

Las Unidades Geológicas Superficiales se caracterizaron y cartografiaron a escala detallada según su origen, litología, grado de alteración o meteorización, dureza y rasgos, entre otros aspectos, siguiendo la metodología y nomenclatura del (INGEOMINAS, 2007), (ver Tabla 1).

Figura 7. Mapa de unidades Geológicas Superficiales. (Ver Anexo A a escala 1:3000)



En el sitio estudiado de acuerdo a lo anteriormente expuesto las UGS se dividieron en:

✓ **Unidades de Roca:**

Roca Blanda (Rb) y Roca Intermedia (Ri).

✓ **Unidades de Suelos:**

Residual (Sr) y Transportado (St).

5.2 UNIDADES DE ROCA

En la cartografía geológica para ingeniería, la clasificación de rocas y suelos está basada en las propiedades físicas de dichos materiales y en su estado actual dependiendo de la combinación de factores como el origen, la diagénesis, la historia tectónica, el metamorfismo y los procesos de meteorización, los cuales rigen el comportamiento mecánico de los materiales (resistencia, deformabilidad, durabilidad, y permeabilidad, entre otros).

De acuerdo con los factores considerados, se determinaron dos unidades de roca: Roca Blanda de la Formación Jordán (Rbj) y Roca Intermedia de la Formación Jordán (Rij).

5.2.1 Unidad de Roca Blanda de la Formación Jordán (Rbj). En la nomenclatura del mapa de unidades geológicas superficiales, las unidades de roca blanda se identifican con las letras Rb, las cuales corresponden a rocas de naturaleza blanda a muy blanda, es decir alta a completamente meteorizadas, con fracturamiento alto a muy alto, un índice geológico de resistencia pobre a muy pobre y en general con macizos rocosos afectados por tectonismo.

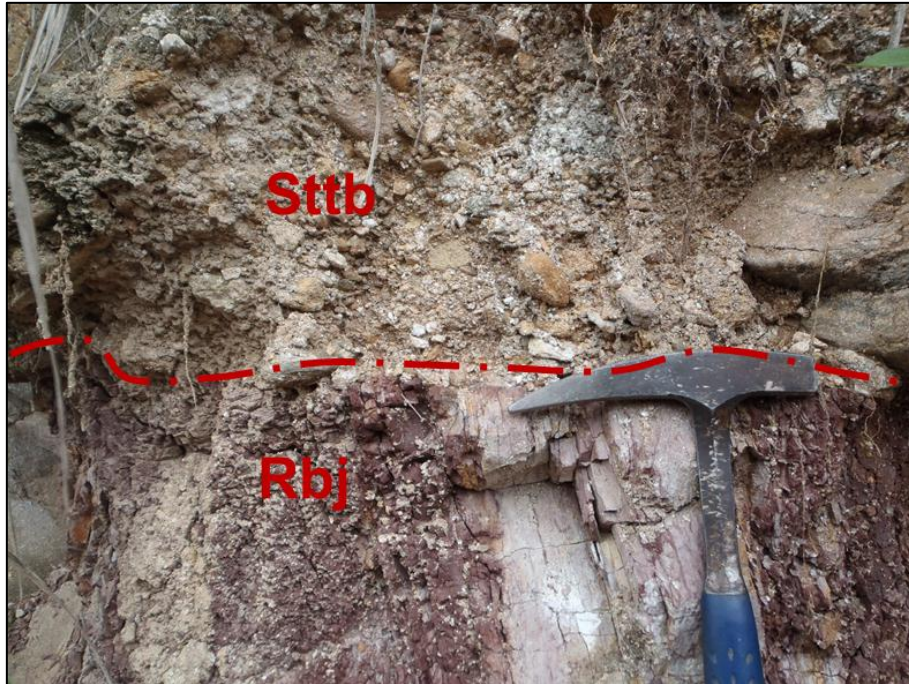
Esta unidad se caracteriza por presentar una morfología moderada a abrupta, esta aflora a nivel del cauce en el margen derecho de la Quebrada suratoque, Fotografía 2, esta unidad conformada principalmente por rocas sedimentarias inter-estratificadas de limolitas de color rojizo violáceo, lodolitas laminadas y areniscas de grano muy fino, Fotografía 3.

5.2.2 Unidad de Roca Intermedia de la Formación Jordán (Rij). En la nomenclatura del mapa de UGS, las unidades de roca intermedia se identifican con las letras Ri, comprendiendo rocas de dureza media a blanda, con estratificación delgada a media. En general son rocas fracturadas a moderadamente fracturadas (espaciamiento 20-60 cm), con un índice de fracturamiento moderado, un índice geológico de resistencia regular a bueno y un grado de meteorización moderado (grados III y IV). Se define como roca intermedia por el ligero a moderado nivel de meteorización y moderado grado de fracturamiento que presenta.

Fotografía 2. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al NE, se aprecia afloramiento de Roca Blanda de la Fm. Jordán, compuesto por paquetes de lodolitas laminadas y limolitas de color rojo violáceo intercaladas con areniscas de grano fino de color gris rojizo, sobre las paredes del afloramiento también se observan tintes de color naranja y rojo cobrizo de oxidación. Esta secuencia presenta una meteorización moderada



Fotografía 3. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al N, detalle de discordancia angular (línea roja), en donde se observa contacto de la roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj) y depósito de terrazas bajas (Sttb).



Esta unidad se caracteriza por presentar una morfología de moderada a escarpada. Compuesta por rocas sedimentarias inter-estratificadas de limolitas pardo rojizas, areniscas de grano muy fino de color rojo violáceo. Afloran en la base NW del cerro la cantera y sobre el margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Presentan estratificación bien definida en capas de 20 a 60 cm de espesor aproximados en las limolitas, en los niveles lodosos la estratificación es delgada (10 a 20 cm) y en algunas partes se presenta laminación muy fina. Fotografía 4.

Fotografía 4. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al NW, panorámica de afloramiento de rocas sedimentarias, que corresponde a una intercalación de areniscas de grano muy fino de color rojo violáceo, de fracturamiento ligero a moderado, con limolitas color pardo rojizo, de fracturamiento alto. La intercalación de roca presenta una meteorización ligera.



5.3 UNIDADES DE SUELO

De acuerdo a la Tabla 2, en el sector estudiado, se presentan según la clasificación del (INGEOMINAS, 2007), en la zona estudiada:

✓ **Suelo Residual:**

- ❖ **Derivados de Roca In situ:** Suelo Residual de la Fm. Jordán (Srij).

✓ **Suelo Transportado:**

- ❖ **De ladera:** Coluvial activo (Stca).
- ❖ **Aluvial-Fluvio torrencial:** Terrazas Bajas (Sttb), Cauce Activo (StFca).
- ❖ **Antrópicos:** llenos antrópicos (Stla) y llenos antrópicos de Basuras y Escombros (Stlab).

Los cuales se describen a continuación:

5.3.1 Suelos Residuales Los suelos residuales se originan cuando los productos de la meteorización no son transportados como sedimentos, sino que se acumulan en el sitio en que se van formando. Si la velocidad de descomposición de la roca supera a la de arrastre de los productos de la descomposición, se produce una acumulación de suelo residual. Entre los factores que influyen en la velocidad de alteración de las rocas están el clima (temperatura y lluvia), la naturaleza de la roca original, la humedad y la actividad bacteriana.

Teniendo en cuenta estas características se encontraron suelos residuales pertenecientes a la Fm. Jordán el cual se describe a continuación:

❖ **Suelo Residual de la Fm. Jordán (Srj):**

Suelo residual de origen sedimentario arcillo limoso, de color rojo, cubierto parcialmente en algunos sectores por suelos coluviales delgados, con espesores de 1 a 2 metros aproximadamente, se consideran matriz soportados (Fotografía 5), este tipo de material generalmente desarrolla laderas de pendientes muy suaves a planas, en ocasiones ligeramente onduladas. El suelo presenta consistencia firme y plasticidad buena.

Fotografía 5. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SE, Zona de suelo residual, el cual produce en la zona una morfología suave, presencia de humedad alta



5.3.2 Suelos Transportados Esta unidad corresponde a material que ha sufrido algún tipo de transporte, en este caso se refiere a materiales transportados por efectos de la gravedad, movimientos en masa, actividad antrópica y principalmente la lluvia, conocidos como depósitos coluviales, estos se hallan presente de forma puntual a lo largo del área de estudio, conformado por clastos de rocas sedimentarias (Limolitas y Areniscas de grano fino a grueso) de color pardo rojizo, pertenecientes a la Formación Jordán (Jj), embebidos en una matriz limosa a limo-arcillosa de color marrón rojizo y la cual presenta tintes de oxidación en superficie. Según lo anterior los suelos transportados se clasificaron de la siguiente manera:

✓ **De ladera:**

❖ **Suelo transportado coluvial activo (Stca):**

Son depósitos de coluviales acumulados por lo general, en la base de escarpes y provienen del desprendimiento de materiales de laderas adyacentes, por la acción

de la fuerza de gravedad y las precipitaciones. La mayoría se originan por movimientos en masa de tipo caída de rocas, deslizamientos y volcamientos. Los coluviones activos (Stca) en el sector de estudio se asocian en parte a desprendimiento o movimiento de material perteneciente a suelos de la Formación Jordán y depósitos fluvio torrenciales, esto se da por efecto de la gravedad, sobresaturación del suelo, entre otros.

Fotografía 6. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al visto al SE, panorámica en la cual se aprecia zona de afectación de suelo transportado de coluvial activo (Stca). Evidencia de pastos naturales en superficie.



En el sector de estudio, los suelos transportados de coluvial activos, ubicado sobre la Quebrada Suratoque, presentan una matriz Limo-arenosa a Limo-arcillosa, de consolidación baja, permeable, de color gris amarillento para los fluvio-torrenciales a marrón rojizo para los suelos de la Fm. Jordán, con humedad de baja a media, que contienen clastos que van de gránulos a bloques y con un grado de meteorización intermedio a bajo. Estos depósitos se caracterizan por mostrar

signos de inestabilidad latentes, ya que ha generado desprendimiento de material y presenta un avance retrogresivo (Fotografía 6y Fotografía 7).

Fotografía 7. Margen izquierdo de la Quebrada. Visto al SW, Suelo transportado coluvial Activo, matriz soportado, compuesto principalmente por clastos de rocas sedimentarias (limolitas y areniscas de grano fino) de color rojizo, la geometría de los clastos presentes en el depósito varía de sub-angular a angular, estos se hallan en una matriz de tipo limosa a limo arcillosa, la cual presenta un grado de meteorización alto, de humedad alta y plasticidad moderada.



✓ **Aluvial-Fluviotorrencial:**

❖ **Suelo de Cauce Activo (StFca):**

Son sedimentos recientes que han sido transportados y depositados por la Quebrada Suratoque, conformando cauces activos, abandonados y llanuras de inundación.

La composición de los depósitos de cauce activo depende del tipo del material cuya granulometría es heterogénea (bloques, cantos, gravas, arenas y finos), litológicamente compuestos por neis, cuarcitas, cuarzo, chert, areniscas, entre otros, la geometría de estos clastos es sub- redondeados a redondeados, generalmente son matriz soportados, no compacto, embebidos en una matriz areno-limosa. También se reconoció material de tipo antrópico (escombros y basuras) en el cauce de la quebrada, (Fotografía 8 y Fotografía 9).

Fotografía 8. Quebrada Suratoque. Visto al NE. Punto ubicado al Suelo Transportado de Cauce Activo (StFca), compuesto por cantos y bloques de diferente composición litológica, areniscas, neis principalmente, algunos bloques de migmatitas se reconocieron para el sector de estudio, la geometría de los clastos observada es sub-redondeados a redondeados, (la flecha verde indica la corriente de agua).



Fotografía 9. Quebrada Suratoque. Visto al SW. Suelo Transportado de Cauce Activo (StFca), compuesto por cantos y bloques de diferente composición litológica, geometría de los clastos es sub-redondeados a redondeados, también se observa material de tipo antrópico (escombros y basuras), (la flecha roja indica la corriente de agua).



❖ **Suelo Aluvial de Terrazas (StaT):**

Son sedimentos recientes que han sido transportados y depositados, conformando llanuras de inundación, las terrazas son geformas aplanadas a manera de escalón.

La composición de las terrazas depende del tipo de material que ha sido erodado por las corrientes superficiales, aguas arriba. En la terraza asociada a la Quebrada Suratoque es de tipo matriz soportada, compuesta por diferentes niveles, o capas, que varían composicionalmente, de color marrón, marrón grisáceo, gris y gris

oscuro, en cuanto al grado de compactación varia de moderado a alto, de humedad baja a media.

En algunos sectores de la Quebrada Suratoque se observaron terrazas y estas según su espesor se pueden clasificar como terrazas bajas entre 1 y 2m, medias entre 2 y 8m y altas de 8m en adelante, (INGEOMINAS, 2001), Fotografía 10, Fotografía 11 y Fotografía 12.

Fotografía 10. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SE, Terraza baja, matriz soportada conformada por cantos y bloques redondeados, infrayaciendo esta se observa afloramiento de roca sedimentaria, compuesto por limolitas y areniscas de grano fino de color marrón rojizo, pertenecientes a la Fm. Jordán.



Fotografía 11. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al NW, según (INGEOMINAS. Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2010), en vista panorámica se identifica terraza de tipo aluvial media, matriz soportada conformada por cantos y bloques redondeados.



Fotografía 12. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SW, zona de escarpe compuesta por material de tipo aluvial, se observan agrietamientos en las paredes del escarpe. Se clasifica como terraza alta según (INGEOMINAS. Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2010), y está compuesta por cantos y bloques redondeados de rocas metamórficas (Neis) principalmente embebidos en una matriz limo arenosa.



5.3.3 Suelos de origen antrópico Corresponden a materiales heterogéneos dispuestos por el hombre, generalmente caóticamente y sin ningún tratamiento o adecuación, con el objeto de cumplir los requerimientos de los diseños de obras de ingeniería o con la intención de aprovechar áreas de cauce de drenajes. Están compuestos principalmente por materiales tamaño arena, arcilla, grava y son producto de residuos de construcción, excavaciones para minería o para adecuación de terrenos, (INGEOMINAS, 2001).

❖ **Suelos de llenos antrópicos (Stla)**

Este material proviene de la acción de explanación de la ladera con el fin de adecuarla para la construcción, y tramos de adecuación de vías, en la zona se pueden confundir con coluviones inactivos (Stci), este material fue extraído de las zonas explanadas para la ubicación de diferentes tipos de obras a lo largo del Área de estudio, por lo tanto se puede apreciar que mucho del material excedente fue dispuesto en las laderas alrededor de la Quebrada Suratoque, el cual cambia la morfología en sectores, Fotografía 13 y Fotografía 14.

Fotografía 13. Barrió San Cristóbal. Visto al NE, Panorámica de la zona de estudio en la cual se aprecia ladera y canalización de agua sobre suelo de llenos antrópicos (Stla).



Fotografía 14. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al NE, desde el punto se observa estructura de tipo antrópico, la cual intenta controlar la erosión y socavación que se ha generado sobre el margen de la Quebrada en este sector del área de estudio.



❖ **Suelo Lleno de Antrópicos de Basuras y Escombros (Stlab):**

Corresponden a materiales heterogéneos, dispuestos por el hombre, generalmente de forma caótica y sin ningún tratamiento o adecuación, conformados por acumulaciones de material de desechos de construcción mezclados con desechos orgánicos y basuras que contienen caucho, papel, cartón, telas y plásticos, entre otros.

Están localizados puntualmente, en el área de estudio, sobre las laderas de la Quebrada. Estos materiales presentan poca compactación y ayudan a almacenar el agua de esorrentía, originando sobrepeso y saturación al terreno, Fotografía 15.

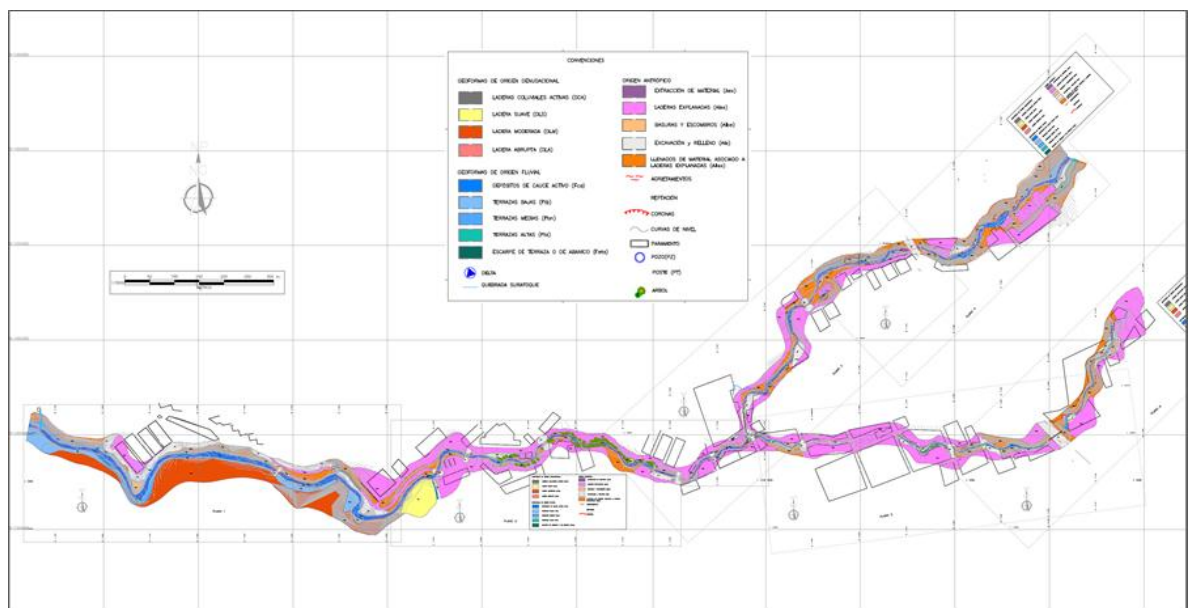
Fotografía 15. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SW, Suelos de Llenos antrópicos de basuras y escombros, localizados en un lote sobre la ladera derecha de Quebrada.



5.4 GEOMORFOLOGÍA

Según la Tabla 5, en el sector estudiado, se presentan geformas asociadas a la meteorización residual (Origen Denudacional), también asociado a modificaciones en el relieve producidas por la acción del agua (Origen Fluvial) y a la acción generada por el hombre en la adecuación del terreno para posible construcción de viviendas (Origen Antropogénico), las cuales se describen a continuación.

Figura 8. Mapa de Unidades Geomorfológicas. (Ver Anexo B a escala 1:3000)



5.4.1 Geformas De Origen Denudacional (D)

❖ Depósitos de Ladera de Coluviales activos (Dca)

Son geformas conformadas por masas de material debido a la erosión, desprendimiento y transporte de material (movimientos en masa recientes activos) a zonas topográficamente más bajas. La mayoría se localizan en zonas deprimidas y principalmente obedecen a movimientos de suelos residuales, roca intermedia, y roca blanda de la Formación Jordán, Fotografía 16.

Fotografía 16. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Depósitos de ladera de coluviales activos (Dca), que generan una morfología moderada a abrupta, originada a partir de movimientos en masa.



❖ **Laderas Suaves (Dls).**

Superficie natural suavemente inclinada del terreno producto de procesos denudacionales, caracterizada por presentar pendientes menores a 10° , Fotografía 17.

Fotografía 17. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SE, Geomorfología de laderas suaves de origen denudacional (DIs) ubicadas sobre suelo residual de la Fm. Jordán (Srj).



❖ **Laderas Moderadas (DIm).**

Superficie natural del terreno, producto de procesos denudacionales, caracterizada por presentar pendientes onduladas con inclinaciones entre 10° y 40° , en la zona no presentan mayores problemas de estabilidad, Fotografía 18.

Fotografía 18. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SW, área donde se observan laderas moderadas de origen denudacional (DIm), las cuales no presentan mayores problemas de estabilidad.



❖ **Laderas Abruptas (DIa).**

Superficie natural del terreno cuyas laderas son muy empinadas, producto de procesos denudacionales, caracterizada por presentar pendientes con inclinaciones entre 40° y 70° , las cuales se encuentran cubiertas por vegetación, Fotografía 19.

Fotografía 19. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SE, laderas abruptas de origen denudacional (Dla).



5.4.2 Geoformas de Origen Fluvial (F)

❖ Cauce Activo (Fca).

Corresponde a las áreas por donde frecuentemente circulan las corrientes permanentes de agua. Dependiendo de la época del año estas geoformas pueden presentar una pequeña variación a la escala cartografiada, debido a la divagación de las corrientes (INGEOMINAS. Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2010), para el caso de la zona de estudio esta geoforma se relaciona exclusivamente con el cauce actual de la Quebrada Suratoque, Fotografía 20.

Fotografía 20 Vista al NE. Cauze Activo de la Quebrada Suratoque el cual se ubica a la altura del barrio San Cristobal.



❖ **Terraza Baja (Ftb).**

Presentan una morfología plana a ligeramente inclinada limitada por un talud o escarpe adyacente a los cursos actuales de ríos y quebradas. En principio, su génesis se explica mediante una secuencia sencilla con dos etapas básicas: Durante la primera hay un ensanchamiento lateral del cauce (sea por excavación o excavación y aluvionamiento asociados), elaborando una llanura (erosiva o aluvial); en la segunda etapa, el río concentra su acción erosiva vertical y sobreexcava un nuevo cauce, dejando colgada la llanura primitiva (INGEOMINAS. Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2010), para el caso del Quebrada Suratoque, la morfología de las terrazas es plana de poca extensión en la mayoría de los casos, con cobertura vegetal compuesta por pastos, rastrojos y unas pequeñas áreas con árboles (Fotografía 21).

Fotografía 21. Margen izquierdo de la Quebrada. Visto al SE, terrazas bajas observadas en los alrededores del barrio Palermo.



Fotografía 22. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al NW, según la (INGEOMINAS. Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2010), se denomina terrazas medias.



❖ Terrazas medias (Ftm)

Niveles planos a ligeramente inclinados, adyacentes al curso actual de la corriente, con altura medio respecto al nivel del río de 2 a 8 m. Se cartografiaron hacia la parte baja de la cuenca, a partir del barrio Refugio, Fotografía 22.

❖ Terrazas altas (Fta)

Son niveles de terraza con características similares a las anteriores, que alcanzan elevaciones superiores a los 8 m. Evidencia de esta subunidad se limita a un pequeño sector ubicado sobre la margen derecha de la Quebrada Suratoque hacia el NW del Área de estudio, cerca del Barrio San Cristobal, Fotografía 23.

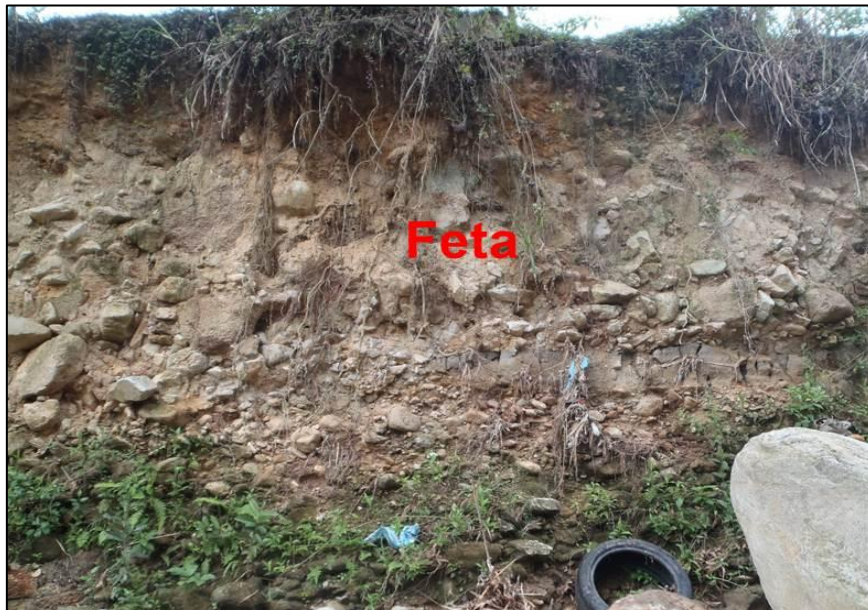
Fotografía 23. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SW, terrazas altas observadas en los alrededores del barrio San Cristobal.



❖ **Escarpe de terraza o de abanico (Feta)**

Cara frontal de las terrazas que presentan una inclinación hacia el cauce de las corrientes, aproximadamente vertical (entre 80° y 90°). Estas geoformas suelen presentarse por actividad erosiva de las corrientes (INGEOMINAS. Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2010), en la zona de estudio se puede observar en ambos márgenes de la Quebrada Suratoque Fotografía 24.

Fotografía 24. Margen derecho de la Quebrada. Visto al NW. Escarpe de terraza producto de la erosión de la Quebrada Suratoque, ubicada a la altura de la Urbanización portal del talado.



Fotografía 25. Quebrada Suratoque, barrió La Castellana. Visto al SW, cauce activo del cual extrae de material para agregados pétreos.



5.4.3 Geoformas De Origen Antrópico (A)

❖ Extracción de material (Aex).

Geoformas asociadas a la excavación y extracción de material, de depósitos aluviales, los cuales han sido transportados y depositados por la Quebrada Suratoque Fotografía 25.

❖ Lleno de Basuras y Escombros (Albe).

Son formas asociadas a botaderos de desechos de la construcción y basuras, dispuestos caóticamente, sin ningún tratamiento especial y se encuentra formando montículos aislados o simplemente regados a lo largo de las laderas, estos se hallan localizados puntualmente en diferentes sectores del área de estudio. Estas geoformas pueden presentar pendientes suaves a moderadas, Fotografía 26.

Fotografía 26 Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SW, Llenos de basura y escombros (Albe) regados sobre la ladera.



❖ **Excavación y Relleno (Ale).**

Son geoformas asociadas a la acumulación de material por excavación y o relleno para la adecuación del terreno, con el objetivo de ubicación de zona urbana, en algunos sectores se utiliza para adecuar obras de estabilización. Estas se diferencian, o son fáciles de determinar, debido al cambio de la morfología, Fotografía 27.

Fotografía 27. Vista al NW. Panorámica del Area de estudio ubicado sobre el puente que comunica con el Barrio La Argentina Antigua, en este se puede ver muro de contención en mal estado ubicado en el margen izquierdo del cauce y zona de tipo antrópico clasificada como ALE, compuesta por material heterogéneo (ladrillos y residuos de construcción).



❖ Ladera Explanada (Alex).

Estas geoformas se asocian aquellos terrenos en donde se han realizado corte en laderas, cuyo material de corte o escombros, han sido movidos para llenar zonas contiguas, y la zona de corte se adecua para obras de infraestructura. Evidencia de estos cortes son usados para la construcción de diferentes canchas y zona urbana localizada en diferentes puntos del área de estudio. Estas geoformas presentan una pendiente entre 0% y 12%, Fotografía 28.

Fotografía 28. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al NE-SE. Laderas explanadas (alex), también se observan al fondo de la imagen pequeña ladera explanada y rellenada (Alex), ubicadas a la altura del barrio San Cristobal.



❖ **Llenado de material asociados a laderas explanadas (Alex).**

Son formas asociadas a la acumulación de material de descapote para la adecuación del terreno, con el fin de desarrollar escalones o gradas sobre las cuales se construyeron las viviendas y desarrollar vías, andenes y zonas de acceso a las viviendas. Se pueden encontrar en diferentes puntos del Área de estudio, estas geoformas son alargadas y puede generar pendientes moderadas a abruptas, Fotografía 29.

Fotografía 29. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Vista al SW. Laderas explanadas (Alex).



6. RESULTADOS DE LA EXPLORACION

Para la caracterización geotécnica de la Quebrada Suratoque se realizan diferentes tipos de exploración en campo. Se realizaron sondeos de penetración estándar SPT, los cuales son necesarios para caracterizar las diferentes unidades litológicas a profundidad, específicamente en cuanto a los espesores y los contactos de las unidades litológicas. Se utilizó el método de trincheras para la recolección de muestras de suelo o roca alterada o inalterada. Adicionalmente se complementó con exploración geofísica a través de las líneas de refracción sísmica o LRS con arreglos que permitieron obtener las características de las unidades. La refracción sísmica se utilizó para encontrar la profundidad de la roca y para estimar el proceso de excavación de suelos y rocas.

6.1 EXPLORACIÓN MEDIANTE SONDEOS GEOMECANICOS

La exploración del subsuelo se llevó a cabo mediante la ejecución de OCHO (8) perforaciones. En los sondeos se efectuaron ensayos corridos de penetración estándar (S.P.T.) con equipo de perforación a percusión, donde se sacaron muestras semi-alteradas para los respectivos ensayos de laboratorio.

Adicionalmente, se implementaron muestreadores de diámetro HQ, con el objetivo de obtener muestras representativas de roca y determinar la resistencia a la compresión uniaxial de la roca.

Figura 9. Mapa de localización de sondeos, (puntos azules), Anexo C.



6.1.1 Localización de perforaciones

Tabla 6. Tabla de localización de los sondeos realizados en el área de estudio.

PERFORACION	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
SM-001	1.113.542	1.265.340
SM-002	1.113.887	1.265.444
SM-003	1.113.379	1.265.525
SM-004	1.114.142	1.265.184
SM-005	1.113.361	1.265.090
SM-006	1.113.295	1.264.969
SM-007	1.113.661	1.264.918
SM-008	1.112.780	1.264.963

A continuación se presenta el registro fotográfico de las perforaciones, formatos de perforación y formatos de descripción litológica SM-001, SM-002, SM-003, SM-004, SM-005, SM-006, SM-007, SM-008.

Fotografía 30. Perforación SM-001



Fotografía 31. Perforación SM-002



Fotografía 32. Perforación SM-003



Fotografía 33. Perforación SM-004



Fotografía 34. Perforación SM-005



Fotografía 35. Perforación SM-006



Fotografía 36. Perforación SM-007



Fotografía 37. Perforación SM-008



Con la realización de los sondeos en el área de estudio se realizan los debidos ensayos de laboratorio para obtener características de las rocas y suelos presentes en las zonas de estudio, estos resultados se presentan en los anexos.

6.2 EXPLORACION MEDIANTE TRINCHERAS

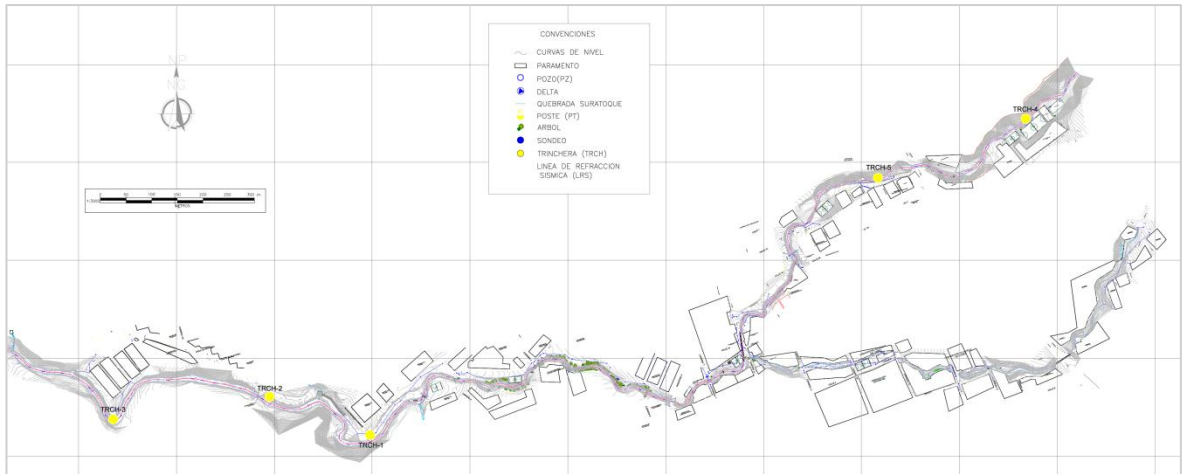
La exploración mediante trincheras es un método de campo usada para hacer la verificación de las propiedades del subsuelo, la cual consiste en una excavación superficial de anchos y profundidades variables. Las trincheras permiten la identificación de unidades geológicas afectadas, planos de estratificación y planos de diaclasamiento.

6.2.1 Localización de trincheras

Tabla 7. Coordenadas de localización de zonas de trincheras

LOCALIZACION DE TRINCHERAS		
TRINCHERA	ESTE	NORTE
1	1.112.592	1.264.846
2	1.112.496	1.264.907
3	1.112.058	1.264.878
4	1.113.938	1.265.490
5	1.113.633	1.265.375

Figura 10. Mapa de localización de trincheras (puntos amarillos), anexo C.



6.2.1.1 Trinchera 1

E 1.112.592	ERROR: +/- 3m
N 1.264.846	
993 msnm	

Está ubicada en el margen izquierdo de la Quebrada Suratoque en vista al S y a la misma altura del Barrio Palermo, se midieron 2.90m de trinchera en donde se identifica roca de tipo sedimentaria.

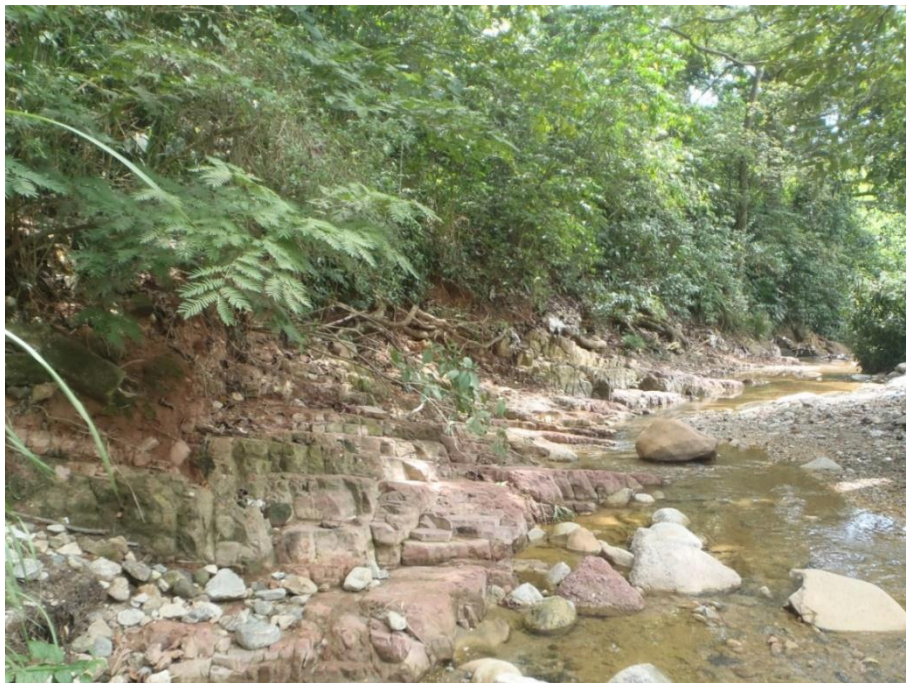
En el afloramiento encontrado se reconocen de derecha a izquierda, areniscas de grano fino a medio de color marrón rojizo, con un grado de fracturamiento moderado, en las paredes del afloramiento se observan algunos tintes de color rojizo los cuales corresponden a oxidación, las areniscas observadas se da en paquetes de 0.5 a 0.65m de espesor aproximadamente, también se considera que la roca presenta un grado de meteorización moderado. Intercalada con paquetes de limolitas y lodolitas laminadas de color rojo violáceo, las cuales presentan moderado grado de fracturamiento, con meteorización que varía de moderada a baja. En este sector se puede ver que la roca se halla en la base al mismo nivel

del cauce de la Quebrada. Por último, se considera que esta unidad corresponde a rocas blandas de la Formación Jordán (Rbj), Fotografía 38, Fotografía 39 y Fotografía 40. También se midieron datos estructurales los cuales están registrados en la Tabla 8.

Tabla 8. Relación de Datos estructurales.

ESTRATIFICACION	DIACLASAMIENTO
N5W/11SW	
N20W/10SW	
N26W/5SW	
N15W/11SW	

Fotografía 38. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SW. Panorámica de sector donde se midió la trinchera, compuesto por afloramiento de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), en vista también se reconocen laderas moderadas de origen denudacional (Dlm), las cuales no presentan mayores problemas de estabilidad.



Fotografía 39. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SE, afloramiento de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), compuesta por paquetes de Areniscas de color marrón rojizo, limolitas y lodolitas laminadas de color rojo violáceo, estas tienen un grado de meteorización moderado, algunas presenta alto grado de fracturamiento.



Fotografía 40. Detalle de afloramiento de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), se observan paquetes de areniscas de color marrón rojizo.



6.2.1.2 Trinchera 2

E 1.112.496	ERROR: +/- 3m
N 1.264.907	
983 msnm	

Está ubicada en el margen izquierdo de la Quebrada Suratoque en vista al SW, se midieron 3.50m de trinchera en donde se identifica roca de tipo sedimentaria, la cual tiene un espesor en vista de perfil de 1.50m aproximados, por encima de este se reconoce un depósito de tipo terraza aluvial y se midieron 2.0m de espesor.

En el afloramiento encontrado se reconocen, de derecha a izquierda, areniscas de grano fino a medio de color marrón rojizo, con un grado de fracturamiento moderado, en las paredes del afloramiento se observan algunos tintes de color rojizo que corresponden a oxidación en las paredes del afloramiento, las areniscas observadas se da en paquetes de 0.60m de espesor aproximadamente, también se considera que la roca presenta un grado de meteorización moderado. Intercalada con paquetes de limolitas de color rojo violáceo, las cuales presentan moderado grado de fracturamiento y meteorización moderada, también se observan vetillas de tipo calcáreo en afloramiento Fotografía 42. En este sector se puede ver la roca al mismo nivel del cauce de la Quebrada. Por último se considera que esta unidad corresponde a rocas blandas de la Formación Jordán (Rbj), Fotografía 41 y Fotografía 42. También se midieron datos estructurales los cuales están registrados en la Tabla 9.

Suprayacente al afloramiento de roca se tiene un depósito cuaternario de tipo terraza aluvial, matriz soportado, compuesto por clastos de diferente composición litológica entre los que se identificaron rocas metamórficas clasificadas como neis, pertenecientes a la Formación Neis de Bucaramanga (P€b), también se encontraron rocas sedimentarias (areniscas y limolitas) de color amarillo grisáceo,

de morfología abrupta a escarpada en este sector, los clastos presentan una geometría sub-redondeado a redondeados embebidos en una matriz limosa la cual presenta un grado de meteorización de moderado a alto, de color marrón parduzco.

Tabla 9. Relación de Datos Estructurales.

ESTRATIFICACION	DIACLASAMIENTO
N3W/20SW	
N16W/18SW	

Fotografía 41. Margen izquierda de la Quebrada Suratoque. Visto al SW, afloramiento de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), en donde se observan paquetes de Areniscas de color marrón rojizo, limolitas de color rojo violáceo, estas tiene un grado de meteorización moderado, algunas presenta alto grado de fracturamiento, estas se hallan en contacto (línea roja) con Deposito Cuaternario de tipo terraza aluvial, matriz soportado, compuesto por clastos de diferente composición litológica embebidos en una matriz de tipo limosa.



Fotografía 42. Detalle de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), y vetillas de tipo calcáreo presentes en el afloramiento.



6.2.1.3 Trinchera 3

E 1.112.058	ERROR: +/- 3m
N 1.264.878	
980 msnm	

Está ubicada en el margen izquierdo de la Quebrada Suratoque en vista al SW, y a la altura del barrio del Portal del Talao, se midieron 3.0m de trinchera en donde se identifica roca de tipo sedimentaria la cual tiene un espesor en vista de perfil de 1.10m aproximados, por encima de este se reconoce un depósito de tipo terraza aluvial y se midieron 1.90m de espesor.

En el afloramiento encontrado se reconocen de derecha a izquierda, areniscas de grano fino a medio de color marrón rojizo, con un grado de fracturamiento

moderado, en las paredes del afloramiento se observan algunos tintes de color naranja que corresponden a oxidación en las paredes del afloramiento, las areniscas observadas se da en paquetes de 0.40 a 0.50m de espesor aproximadamente, también se considera que la roca presenta un grado de meteorización moderado. Intercalada con paquetes de limolitas de color rojizo, las cuales presentan un moderado grado de fracturamiento y meteorización moderada, también se observan tintes marrón y naranja en sus paredes. Por último se considera que esta unidad corresponde a rocas blandas de la Formación Jordán (Rbj), Fotografía 43 y Fotografía 44. También se midieron datos estructurales los cuales se registraron en la Tabla 10. Suprayacente al afloramiento de roca se observa un depósito cuaternario de tipo terraza aluvial, matriz soportado, compuesto por clastos de diferente composición litológica entre los que se identificaron rocas metamórficas clasificadas como neis, pertenecientes a la Formación Neis de Bucaramanga (P€b), también se encontraron rocas sedimentarias (areniscas y limolitas) de color amarillo grisáceo y marrón rojizo, de morfología moderada a abrupta en este sector, los clastos presentan una geometría sub-redondeado a redondeados embebidos en una matriz limo-arenosa la cual presenta un grado de meteorización de moderado a alto, de color marrón parduzco.

Tabla 10. Relación de Datos Estructurales.

ESTRATIFICACION	DIACLASAMIENTO
N84W/31SW	

Fotografía 43. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SW. Afloramiento de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), compuesta por paquetes de Areniscas de color marrón rojizo, limolitas de color rojizo, grado de meteorización moderado y fracturamiento moderado, estas se hallan en contacto (línea roja) con Deposito Cuaternario de tipo terraza aluvial, matriz soportado, compuesto por clastos de diferente composición litológica embebidos en una matriz de tipo limo arenosa.



Fotografía 44. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al SW. Zona de contacto (línea Roja) en donde se reconoce en la parte inferior roca blanda de la Fm. Jordán y depósito de tipo terraza compuesto por clastos de diferente composición litológica embebidos en una matriz limo-arenosa.



6.2.1.4 Trinchera 4

E 1.113.938	ERROR: +/- 3m
N 1.265.490	
1061 msnm	

Está ubicada en el margen derecho de la Quebrada Suratoque y a la altura del barrio San Cristobal, en donde se identifica un suelo aluvial de tipo terraza (StaT), el cual se considera un depósito cuaternario matriz soportado y que presenta una morfología que varía de abrupta a escarpada, compuesta principalmente por clastos de rocas metamórficas, clasificadas como neis, pertenecientes a la Formación Neis de Bucaramanga P€b), también se encontraron rocas sedimentarias (areniscas y limolitas) de color amarillo grisáceo, los clastos presentan una geometría sub-redondeado a redondeados, los clastos presentan

un grado de meteorización alto, también se considera un porcentaje del 40% aproximadamente. Estos se hallan embebidos en una matriz areno-limosa de color marrón parduzco la cual presenta un grado de meteorización de moderado a alto, se observa que en la base del depósito tiene una humedad alta a media y baja plasticidad, Fotografía 45 y Fotografía 46.

Fotografía 45. Margen derecho de la Quebrada Suratoque, Visto al NW. Panorámica del sector donde se realizó la trinchera, se clasifica esta área como un Suelo Aluvial de tipo Terraza.



Fotografía 46. Margen derecho de la Quebrada suratoque, visto al NW. Vista perfil de Suelo aluvial de tipo Terraza (StaT), matriz soportada, compuesta por clastos de diferente composición litológica embebidos en una matriz de tipo areno limosa.



6.2.1.5 Trinchera 5

E 1.113.633	ERROR: +/- 3m
N 1.265.375	
1034 msnm	

Está ubicada en el margen derecho de la Quebrada Suratoque y al SE del estadio de villaconcha, se midieron 2.30m de trinchera, en donde se identifica en la base un nivel de roca sedimentaria el cual tiene un espesor en vista de perfil de 1.40m

aproximados, por encima de este se reconoce un depósito de tipo terraza aluvial en el cual se alcanzaron a medir 0.9m de espesor.

En el afloramiento encontrado se reconocen de derecha a izquierda, areniscas de grano medio a grueso de color rojo grisáceo, con un grado de fracturamiento moderado, en las paredes del afloramiento se observan algunos tintes de color rojo y naranja los cuales corresponden a oxidación de algunos de los minerales constituyentes, las areniscas se da en paquetes de 0.8 a 1.6m de espesor, también se considera que la roca presenta un grado de meteorización moderado. Intercalada con paquetes de limolitas y lodolitas laminadas de color rojo violáceo, las cuales presentan alto grado de fracturamiento y bajo porcentaje de meteorización, también se reconocieron pequeños paquetes de areniscas de grano muy fino a fino de color rojo violáceo de moderada meteorización, las cuales puede alcanzar espesores de hasta 0.6m. En este sector se puede ver que la roca se halla de forma vertical, esta unidad corresponde a rocas blandas de la Formación Jordán (Rbj).

Suprayacente al afloramiento de roca se tiene un depósito cuaternario de tipo terraza aluvial, matriz soportado, compuesto principalmente por clastos de rocas metamórficas clasificadas como neis, pertenecientes a la Formación Neis de Bucaramanga (P€b), también se encontraron rocas sedimentarias (areniscas y limolitas) de color amarillo grisáceo, de morfología abrupta, los clastos presentan una geometría sub-redondeado a redondeados embebidos en una matriz limo arenosa la cual presenta un grado de meteorización de moderado a alto, de color marrón parduzco, Fotografía 47 y Fotografía 48.

Fotografía 47. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al NW, afloramiento de roca blanda de la Fm. Jordán (Rbj), compuesta por paquetes de Areniscas de color rojo grisáceo, limolitas y lodolitas laminadas de color rojo violáceo, estas tiene un grado de meteorización moderado, algunas presenta alto grado de fracturamiento, estas se hallan en contacto (línea roja) con Deposito Cuaternario de tipo terraza aluvial, matriz soportado, compuesto por clastos de diferente composición litológica embebidos en una matriz de tipo limo arenosa.



Fotografía 48. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al NE. Detalle fotográfico en el cual se aprecia el contacto neto (línea roja), de roca blanda de la Fm. Jordán y Deposito Cuaternario de tipo Terraza Aluvial.



6.3 EXPLORACIÓN MEDIANTE ENSAYOS GEOFÍSICOS

6.3.1 Líneas de refracción sísmica

Figura 11. Sismógrafo Geometrics GEODE.



Fuente: GEOMETRICS [en línea] disponible <http://www.geometrics.com/>

Figura 12. Geófonos de 4.5 Hz. y 14 Hz



Fuente: GEOMETRICS [en línea] disponible <http://www.geometrics.com/>

6.3.1.1 Equipo y software utilizados

Sismógrafo Geometrics GEODE

Geófonos de 4.5 hz. y 14 Hz

Softwares: SeisImager-2D Refracción versión Profesional

Softwares: SeisImager-SW versión Profesional

Estos métodos miden el tiempo de propagación de las ondas elásticas, transcurrido entre un sitio donde se generan ondas sísmicas y su llegada a diferentes puntos de observación. Para esto se dispone una serie de sensores en línea recta a distancias conocidas formando lo que se conoce como tendido sísmico o línea de refracción o reflexión sísmica.

A una distancia conocida del extremo del tendido, en el punto de disparo, se generan ondas sísmicas, (con la ayuda de un martillo o por la detonación de explosivos), las cuales inducen vibraciones en el terreno que son detectadas por cada uno de los sensores en el tendido (Figura 1) Los registros de cada sensor tienen información de los movimientos del terreno en función del tiempo y son conocidos como sismogramas. Estos son analizados en la refracción sísmica para obtener el tiempo de llegada de las primeras ondas a cada sensor desde el punto de disparo.

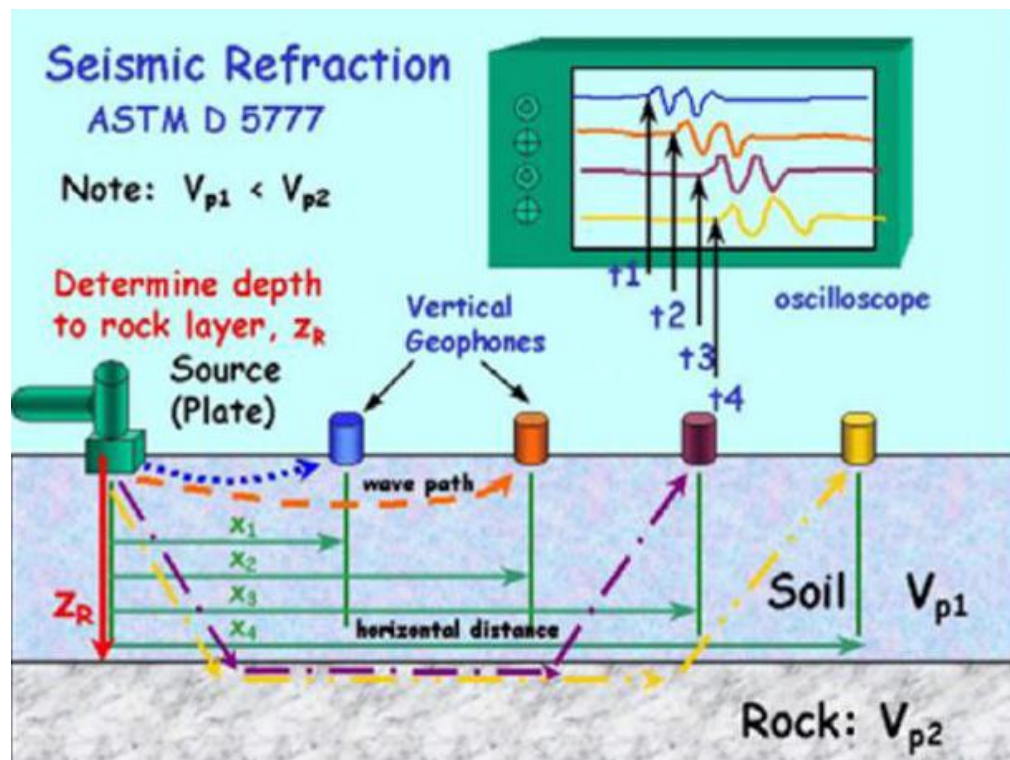
La refracción sísmica se utiliza generalmente para encontrar la profundidad de la roca y para estimar el proceso de excavación de suelos y rocas.

Entre las limitaciones de este método se destaca el contraste entre la facilidad para determina la velocidad de ondas primarias o de compresión (V_p) en relación con la dificultad para evaluar la velocidad de ondas secundarias o de corte (V_s).

Además, sólo es posible detectar con confiabilidad estratos con rigideces progresivamente mayores con la profundidad que tengan un contraste de velocidad bien definido.

Adicionalmente para el caso de investigaciones urbanas, el método está limitado por la disponibilidad de zonas descubiertas con suficiente extensión, y las limitaciones que producen vibraciones ambientales (ruido) para la adecuada identificación del tiempo de arribo de las señales. La longitud del tendido en superficie está directamente relacionada con el alcance de la exploración en profundidad.

Figura 13. Esquema representativo de Ensayo de sismica de refracción.

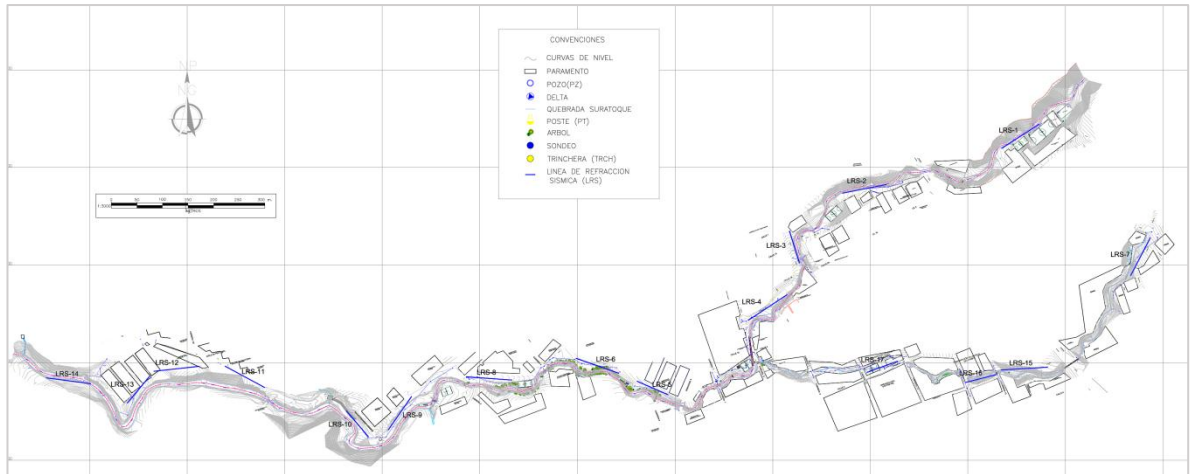


6.3.1.2 Localización de líneas de refracción sísmica

Tabla 11. Coordenadas de localización de líneas sísmicas de refracción.

LINEA DE REFRACCION SISMICA	COORDENADAS			
	ELECTRODO 1		ELECTRODO 2	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
LRS 1	1.113.867	1.265.442	1.113.945	1.265.492
LRS 2	1.113.543	1.265.345	1.113.634	1.265.363
LRS 3	1.113.455	1.265.204	1.113.437	1.265.271
LRS 4	1.113.350	1.265.087	1.113.428	1.265.142
LRS 5	1.113.186	1.264.934	1.113.122	1.264.962
LRS 6	1.112.994	1.265.006	1.113.086	1.264.981
LRS 7	1.114.136	1.265.177	1.114.172	1.265.257
LRS 8	1.112.866	1.264.963	1.112.772	1.264.975
LRS 9	1.112.669	1.264.927	1.112.612	1.264.862
LRS 10	1.112.570	1.264.847	1.112.526	1.264.901
LRS 11	1.112.359	1.264.949	1.112.278	1.264.993
LRS 12	1.112.132	1.264.979	1.112.225	1.264.988
LRS 13	1.112.123	1.264.972	1.112.077	1.264.917
LRS 14	1.112.001	1.264.951	1.111.911	1.264.969
LRS 15	1.113.964	1.264.989	1.113.868	1.264.985
LRS 16	1.113.860	1.264.976	1.113.794	1.264.966
LRS 17	1.113.656	1.265.004	1.113.593	1.264.980

Figura 14. Mapa de localización de líneas de refracción sísmica, Anexo C.



6.3.1.3 Resultados obtenidos A continuación se presentan algunos de los resultados de los ensayos de las líneas de refracción sísmica, que se utilizaron para determinar de forma indirecta los materiales que se hallan en la zona de estudio. Estos también sirvieron de soporte a la hora de realizar los diferentes perfiles geológicos, que se utilizaron para hacer los diferentes análisis de estabilidad presentes en el modelo geotécnico.

Simbología utilizada:

Vs: velocidad de onda de corte

Vp: velocidad de onda compresional

6.3.1.4 Línea N° 1 En los resultados de la línea de refracción sísmica, se observa un modelo bicapa. La primera capa está compuesta por un depósito con valores de ondas compresionales Vp de 353 m/s, el cual presenta un espesor variable entre 3.0 y 5.0m.

Subyaciendo este estrato, se detectó una capa con valores de velocidad de onda compresional Vp de 1951 m/s, que podría correlacionarse con un depósito de mayor rigidez. La desventaja con este tipo de ensayo, radica en que sólo es

posible detectar con confiabilidad estratos con rigideces progresivamente mayores con la profundidad que tengan un contraste de velocidad bien definido.

Figura 15. Ensayo de refracción sísmica No 1 (perfil con variación de ondas compresionales Vp).

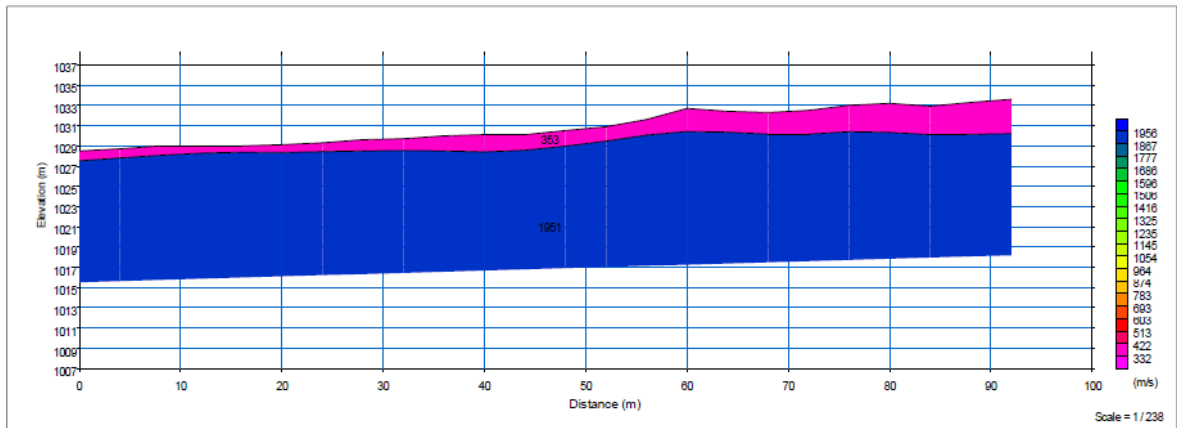
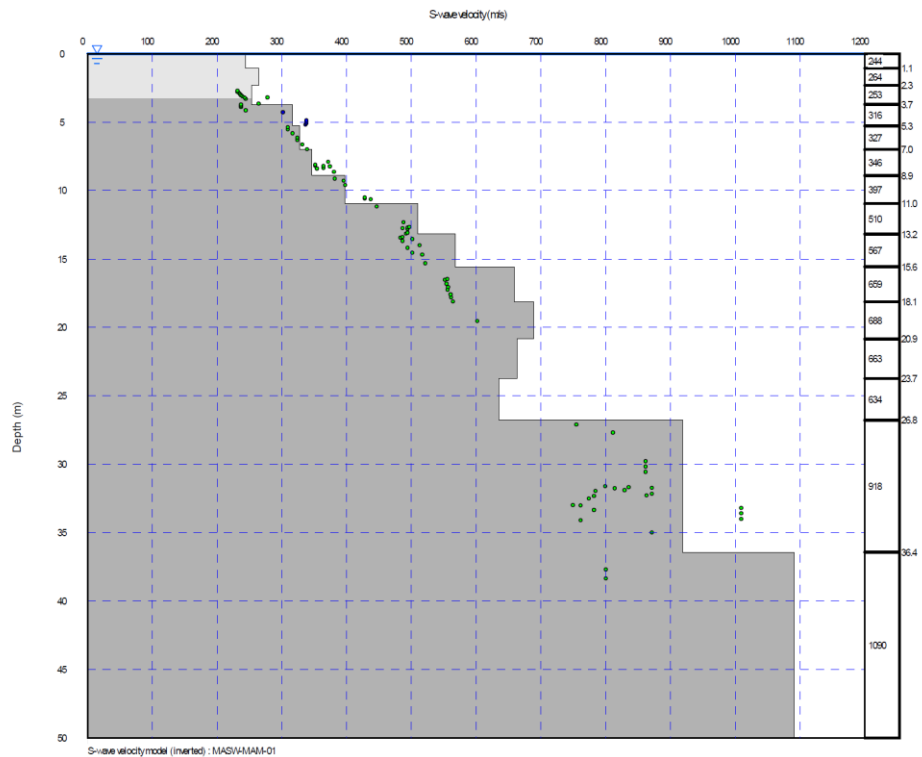


Figura 16. Resultado de ensayo MASW No. 1, velocidad de onda de corte Vs.



En los ensayos MASW se obtiene:

Una primera capa con valores de velocidad de onda de corte entre 244m/s y 264m/s hasta los 2.3m de profundidad.

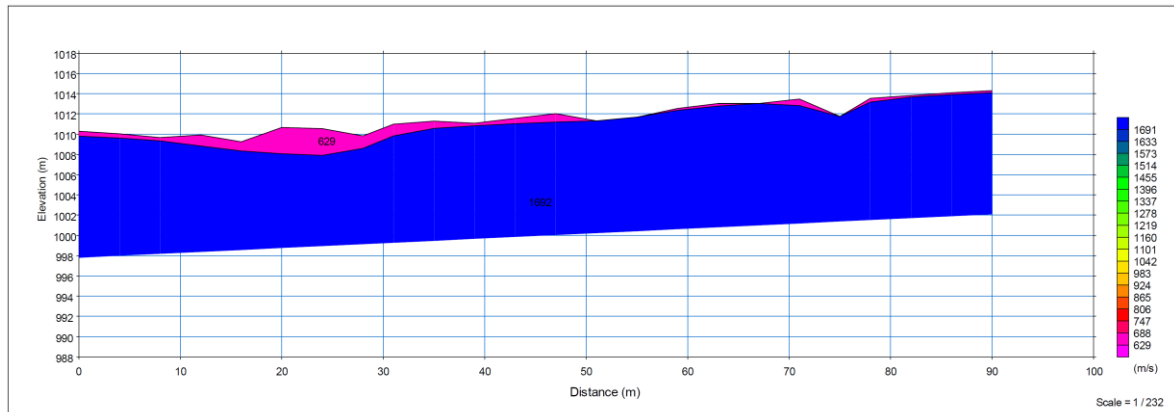
Subyaciendo esta capa se observan valores de velocidad de onda de corte V_s entre 253m/s y 918m/s hasta una profundidad de 26.8metros.

A profundidades superiores a los 26.8 m, se detectaron depósitos con valores de velocidad de onda de corte V_s de 1090 m/s.

6.3.1.4 Línea N°2 En los resultados de la línea de refracción sísmica, se observa un modelo bicapa. La primera capa está compuesta por un depósito con valores de ondas compresionales V_p de 629 m/s, el cual presenta un espesor variable entre 2.0 y 6.0m.

Subyaciendo este estrato, se detectó una capa con valores de velocidad de onda compresional V_p de 1692 m/s, que podría correlacionarse con un depósito de mayor rigidez. La desventaja con este tipo de ensayo, radica en que sólo es posible detectar con confiabilidad estratos con rigideces progresivamente mayores con la profundidad que tengan un contraste de velocidad bien definido.

Figura 17. Ensayo de refracción sísmica No.2 (perfil con variación de ondas compresionales Vp).



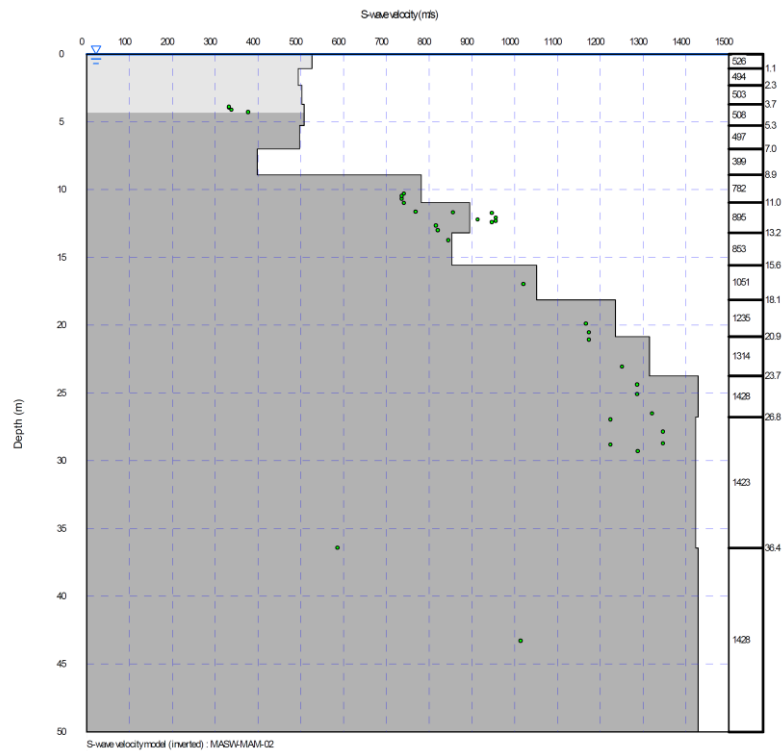
En los ensayos MASW se obtiene:

Una primera capa con valores de velocidad de onda de corte de 508m/s que va hasta los 3.7m de profundidad.

Subyaciendo esta capa se observan valores de velocidad de onda de corte Vs entre 782m/s y 1423m/s hasta una profundidad de 26.8metros.

A profundidades superiores a los 26.8 m, se detectaron valores de velocidad de onda de corte Vs de 1428m/s que llegan hasta los 36.4m de profundidad.

Figura 18. Resultado de ensayo MASW No.2, valores de velocidad de onda de corte Vs.



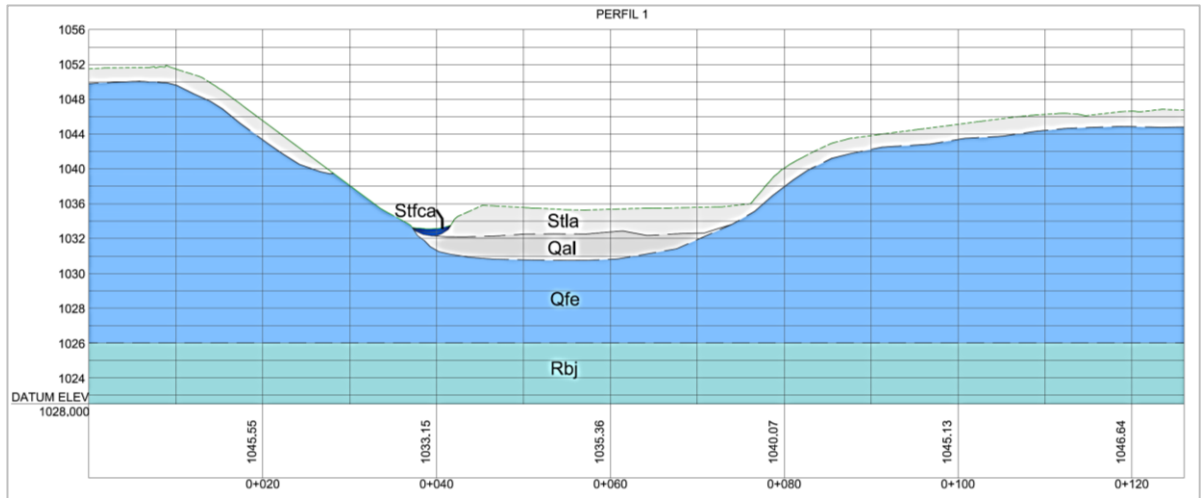
6.4 PERFILES GEOLÓGICOS

Inicialmente se realizó una revisión de las descripciones de las muestras recuperadas en las exploraciones de campo y se verifica nuevamente esta litología con las observaciones de campo y con los contactos definidos mediante la ejecución de las trincheras.

De acuerdo a las características geológicas, geomorfológicas y a las exploraciones de campo (directas e indirectas), se definieron diferentes contactos litológicos para cada una de las perforaciones.

Figura 20. Esquema representativo de corte geológico, ubicado a la altura del Colegio Cavarrey sede C, que se encuentra en el barrio san Cristóbal.

Anexo



En la Figura 20, se tiene el corte geológico, a partir del cual el ingeniero geotecnista los utiliza para hacer los análisis de estabilidad de taludes. En el diagrama se reconocen los contactos de las unidades presentes en el área que corresponde al colegio Cavarrey Sede C, y que se encuentra en el barrio San Cristóbal del municipio de Piedecuesta.

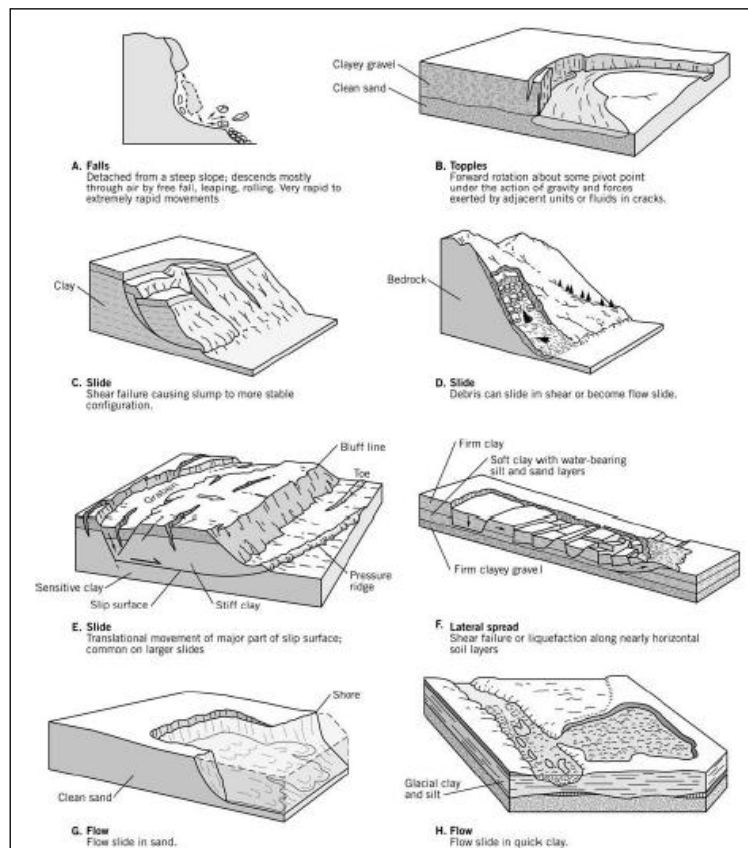
De base a techo, se delimitaron teniendo en cuenta los diferentes métodos aplicados en el área de estudio (Perforaciones, Líneas de refracción sísmica, Descripción de trincheras y muestras recuperadas de las perforaciones). En donde se reconocieron unidades de roca, unidad es de suelos transportados y suelos antrópicos.

6.5 INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA

Con el fin de realizar la calibración del mapa de amenaza de áreas homogéneas, en la visita de campo se realizó un recorrido en el cual se identificaron y clasificaron los diferentes procesos que afectan la estabilidad del sitio en estudio.

Para la clasificación de los deslizamientos se presenta el sistema propuesto por Varnes (1978), el cual tipifica los principales tipos de movimiento. En el presente estudio se presenta algunas adiciones a los procesos de movimiento identificados originalmente por Varnes, debido a que algunos deslizamientos están causados por procesos de deterioro.

Figura 21. Clasificación de movimientos en masa de Cruden y Varnes 1978.

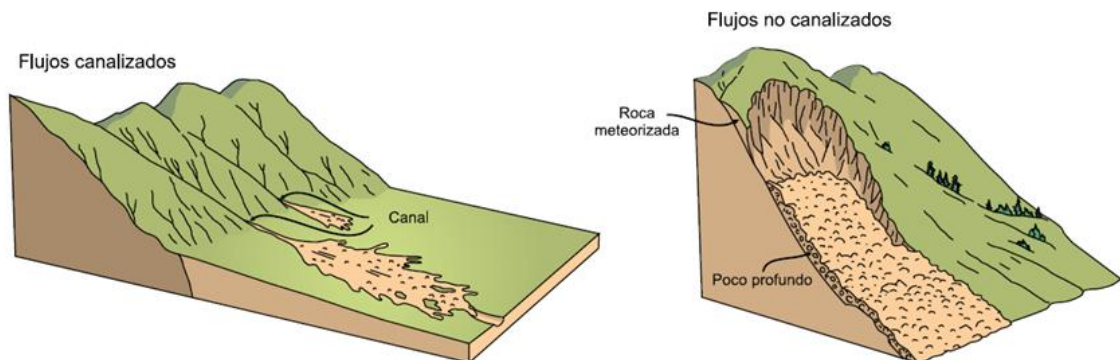


Fuente: Tomado y modificado de Cornforth D.H. 2005

6.5.1 Reptación La reptación es un movimiento lento del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. Este proceso puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo (Tomado de GEMMA, 2007).

6.5.2 Deslizamiento De acuerdo al estudio realizado por el Grupo de Estándares para los Movimientos en Masa (GEMMA) titulado Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas, los movimientos que se dan en el área corresponden pequeños avalancha de detritos.

Figura 22. Esquema de flujos canalizados y no canalizados.



Fuente: Tomado Cruden y Varnes (1996) en GEMMA (2007).

Este tipo de movimientos “avalanchas de detritos” son flujos no canalizados de detritos saturados o parcialmente saturados, poco profundos, muy rápidos a extremadamente rápidos. Estos movimientos comienzan como un deslizamiento superficial de una masa de detritos que al desplazarse sufre una considerable distorsión interna y toma la condición de flujo (Tomado de GEMMA, 2007).

6.5.3 Socavación A continuación tenemos algunos ejemplos de procesos morfo-dinámicos presentes en la zona de estudio, los cuales se identificaron y se deja registro en Anexo G.

Fotografía 49. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Visto al NW, vista panorámica en donde se reconoce Suelo de Cauce Activo (StFca), compuesto por cantos y bloques de diferente composición litológica, areniscas, neis y algunos bloques de migmatitas se reconocieron para el sector de estudio, la geometría de los clastos se observa sub-redondeados, también se observa sobre la ladera vegetación reptante.



Fotografía 50. Barrió San Cristóbal. Visto al SW, en vista panorámica se observa reptación de postes y algunos árboles, zona en la cual se tiene suelos de tipo antrópico.



Fotografía 51. Margen izquierdo de la Quebrada Suratoque. Vista NE-SE, evidencia de socavación lateral y reptación producto de la erosión.



Fotografía 52. Barrió la Castellana. Visto al SE. Panorámica en la cual se observa corona de deslizamiento (línea punteada) por encima de la cancha.



Fotografía 53. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SW. En vista se observa muro de contención sobre la margen izquierda de la quebrada el cual presenta agrietamientos y socavación en la base (flechas rojas), también se observa depósito de Cauze Activo (StFca), al fondo de la imagen se observa reptación (Caracolí).



Fotografía 54. Margen derecho de la Quebrada Suratoque. Visto al SE. Escarpe compuesto principalmente por material de tipo antrópico, el cual está siendo erosionado por el cauce de la Quebrada, zona de inestabilidad, también se reconoce depósito de cauce activo (StFca).



7. CONCLUSIONES

Este proyecto es una parte del macro proyecto firmado entre la empresa Construsuelos de Colombia S.A.S y la administración del Área metropolitana de Bucaramanga (AMB), el cual contempló los estudios HIDROLOGICO, HIDRAULICO, GEOTECNICO, GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO Y DE ESTABILIDAD DE TALUDES de la Quebrada Suratoque. En su totalidad los objetivos se cumplieron, y dejaron como entregables los diseños y el presupuesto para generar obras de estabilización de taludes y control sobre zonas de inundación alrededor del cauce de la Quebrada Suratoque.

En este informe se encuentra los resultados de los estudios de geología y geomorfología de la Quebrada Suratoque, donde se identifican las zonas de inestabilidad que son producto de fenómenos de remoción en masa e inundaciones.

En la zona de estudio se reconocieron diferentes tipos de material geológico, entre ellos, pudimos observar un depósito de piedemonte de origen fluvio-torrencial llamado Flujo de escombros (Qfe); este se da principalmente como un producto de materiales alterados que componen el macizo de Santander. También encontramos rocas de la Formación Jordán, compuestas por areniscas de grano muy fino y limolitas de color rojizo; estas componen la base de los diferentes tipos de materiales existentes.

A lo largo de la quebrada Suratoque se vio como la acción antrópica ha afectado el cauce natural, generando represamientos, los cuales han sido la causa principal de las inundaciones debido al arrastre de materiales; estos fueron cartografiados y dibujados a escala 1:1000.

Durante el recorrido en campo no se pudo observar evidencia de rasgos estructurales que estén afectando, de manera directa, los materiales de la zona de estudio, por tal motivo consideramos que los factores de inestabilidad que afectan a la zona de estudio no están relacionados con el comportamiento estructural de los materiales, razón por la cual no se hizo el modelo geológico estructural.

Se identificaron, clasificaron y cartografiaron a escala 1:1000 todas las geoformas presentes a lo largo de la quebrada Suratoque.

Durante la fase de exploración de campo se definieron a lo largo de la zona de estudio 8 puntos de recolección de muestras, por medio de sondeos geomecánicos, que permitieron obtener muestras del subsuelo compuesta por rocas de la Formación Jordán y suelos transportados que hacen parte del Cuaternario denominado Flujo de escombros (Qfe). Estas muestras fueron la base principal para generar el modelo geotécnico del comportamiento de los diferentes materiales a lo largo de la Quebrada Suratoque.

En la fase de exploración se utilizó el método de las trincheras para verificar y clasificar los diferentes materiales; de esta manera se localizaron las posibles zonas de contacto de las litologías, planos de estratificación y diaclasamiento presentes en la zona de estudio.

Apoyados en la fase de exploración, que hace referencia a los diferentes ensayos geofísicos y los diferentes resultados de laboratorio de las muestras recolectadas mediante los sondeos, se generaron esquemas geológicos (perfiles), que se tomaron como base para los análisis del modelo geotécnico.

Los resultados de este trabajo son la fase de revisión de la información de referentes de la zona y de la exploración de campo, donde se muestran en detalle las diferentes unidades geológicas de la Quebrada. De otra parte, los resultados

de este informe fueron utilizados para generar el modelo geotécnico, así también, sirvieron de apoyo para la fotointerpretación y generación de un análisis multitemporal de la quebrada Suratoque, que permitió determinar el comportamiento de la quebrada a lo largo de diferentes épocas, y de cómo la acción antrópica ha alterado su cauce natural.

De los resultados geológicos y geotécnicos del área de estudio, se hicieron recomendaciones especiales para 10 sitios y de los cuales hubo mayor énfasis en el sitio del Colegio Carlos Vicente Rey sede C – San Cristobal; estos son los puntos críticos de alto riesgo de posible afectación por acción de las crecientes que puedan provocar las fuertes precipitaciones en la zona, y que podrían dejar como resultado inundaciones por desbordamiento de la quebrada, con la consecuencia directa de daños estructurales y a su paso un posible alto impacto social sobre la población residente en la zona; por lo tanto, se dejaron recomendaciones tendientes a que se realice una intervención correctiva y oportuna, con obras de mitigación sobre los citados puntos críticos, máxime por tratarse de una zona ocupada por una población importante, quienes han hecho sus viviendas sobre las márgenes de la quebrada.

BIBLIOGRAFÍA

ALARCON, A., & ANAYA, F. Zonificación de amenaza por movimientos en masa de los municipios de Bucaramanga, Girón y Piedecuesta. . INGEOMINAS, Bucaramanga. 2001

CARVAJAL, H., CORTES, R., OLARTE, J., & CALDERÓN, Y. Proyecto compilación, levantamiento de la información Geo-Mecánica. Ingeominas. 2004

CHACON, J., IRIGARY, C., & FERNANDEZ, T. Engineering geology maps: landslides and geographical information systems. Bulletin of Engineering Geology and the Environment. 2006

CRUDEN, M., & VARNES, D. Landslides types and processes in Landslides: Investigation and Mitigation Special Report 286. Transportation research board. 1996

INGEOMINAS. Microzonificación sísmica del área metropolitana de Bucaramanga. Fase I. Convenio realizado entre la Gobernación de Santander e Ingeominas. Bucaramanga. 1997

INGEOMINAS. Zonificación sismo-geotécnica del área metropolitana de Bucaramanga. Mapas escala 1:25000. Bucaramanga. 2001

INGEOMINAS. Zonificación sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga. Fase 2. Capítulo de geomorfología. Geo-amenazas. Ingeominas. Bogotá. 2001

INGEOMINAS. Zonificación de amenazas por movimientos de remoción en masa de algunas laderas de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón. Capítulo de geomorfología. Geo-amenazas. Ingeominas. Bogotá. 2007

INGEOMINAS. Zonificación de amenazas por movimientos en masa de algunas laderas de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón. Mapas escalas 1:2000. Bucaramanga. 2007

INGEOMINAS. INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. Zonificación de amenaza por movimientos en masa tipo flujo en la cuenca del río Combeima-Ibague-Tolima; Proyecto Colombia-Suiza de prevención de desastres Glacio-Volcanicos e Hidro-Meteorologicos. INGEOMINAS. 2010

J.A.M INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE. Elaboración de los estudios de amenaza por fenómenos de remoción en masa del municipio de Piedecuesta. Contrato Consultoría CM-MP-SP-037-2010 ALCALDÍA MUNICIPAL DE PIEDECUESTA SANTANDER, Piedecuesta. 2011

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo-Resistentes, Ley 400 de 1997. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogotá D.C., Colombia. Marzo de 2010

NUÑEZ , T., CALVACHE, M., & RUIZ, G. Zonificación de amenaza por movimientos en masa de algunas laderas de los municipios de bucaramanga, floridablanca, giron y piedecuesta. CDMB, Ingeominas, Bucaramanga. 2005











SUAREZ DÍAZ, J. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Ediciones UIS. 1998

VAN ZUIDAM, R. Aerial Photo Interpretation in terrain analysis and geomorphical mapping. International Institute for aerospace survey and Earth Science. ITC. The Netherlands: Smits Publishers. 1986

WARD, D., & et al. Geología de los Cuadrangulos H-12 Bucaramanga y H-13 Pamplona, Departamento de Santander. Boletín Geológico N°. 21(1-3). INGEOMINAS, Bogotá. 1973

WARD, D., & et al. Mapa Geológico del Cuadrangulo H-12, Bucaramanga. Escala 1:100000. INGEOMINAS, Bogotá. 1973

ANEXO E. REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

 Construsuelos de Colombia S.A.S.		REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO											
PROYECTO: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOMORFOLÓGICOS, GEOLÓGICOS Y DE ESTABILIDAD DE TALUDES QUEBRADA SURATOOQUE													
CLIENTE: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA		LOCALIZACION: CANDELARIA, PIEDECUESTA		OPERADOR CARLOS CABRERA		SUPERVISOR ING. MIGUEL CAMARGO		Coordenadas X Y					
Tipo sondeo PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ		Inicio Ejecución 25-03-2014		Fin Ejecución 13-04-2014		SONDEO N° 1							
Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freatico	Humedad (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
0.0		Material de Relleno compuesto principalmente por arena gravosa color gris oliva claro, los fragmentos provienen de diferentes litologías y escombros de construcción.	0.45	2-3-3 de 0.00 a 0.45 m	Spt	1							
1.0		No recuperó.	0.90	9-9-10 de 0.45 a 0.90	Spt	2							
2.0		Material de Relleno compuesto principalmente por arena gravosa color gris oliva claro, los fragmentos provienen de diferentes litologías y escombros de construcción.	1.35	2-2-2 de 0.90 a 1.35 m	Spt	No recuperó							
3.0		Material de Relleno compuesto principalmente por arena gravosa color gris oliva claro, los fragmentos provienen de diferentes litologías y escombros de construcción.	1.80	3-2-4 de 1.35 a 1.80 m	Spt	3							
4.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por arena mal gradada ligeramente limosa color gris oliva claro.	2.25	4-6-6 de 1.80 a 2.25 m	Spt	4							
5.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por arena mal gradada ligeramente limosa color gris oliva claro.	2.70	6-10-25 R de 2.25 a 2.70 m	Spt	5							
6.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por arena mal gradada color gris oliva claro.	4.20	Barrena de 2.70 a 4.20 m	Barrena	6	SP-SM		18.16	-	-	-	6.26
7.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por arena limosa color gris oliva claro.	4.65	26-30-31 de 4.20 a 4.65 m	Spt	7							
8.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por arena limosa color gris oliva claro.	6.15	Barrena de 4.65 a 6.15 m	Barrena	8	SP		-	-	-	-	3.34
			6.60	36-37-48R de 6.15 a 6.60 m	Spt	9							
			8.10	Barrena de 6.60 a 8.10 m	Barrena	10	SP		12.34	-	-	-	4.24
				40R	Spt								

Pruebas SPT: PA- Punto abierto, PC- Punto Cerrada NOMENCLATURA: TIPO-SPT: Penetrómetro Estándar (Cuchara o Partida), Sh- Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad, Sondeo: ROTACION DOBLE BARRIL HQ NOMENCLATURA: L-Límite Líquido, L-P-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasaje del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Domní), NP- Material NO Plástico.



Construsuelos de Colombia S.A.S.

REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOMORFOLÓGICOS, GEOLÓGICOS Y DE ESTABILIDAD DE TALUDES QUEBRADA SURATOQUE

CLIENTE: ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA		LOCALIZACION: CANDELARIA, PIEDECUESTA		COORDENADAS X Y									
Tipo sondeo PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ	Inicio Ejecución 25-03-2014	Fin Ejecución 13-04-2014	SONDEO N° 1	OPERADOR CARLOS CABRERA	SUPERVISOR ING. MIGUEL CAMARGO								
Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freatico	Humedad (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
9.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por fragmentos de roca metamórfica tipo gneis e igneos graníticas, los tamaños varían entre grava gruesa a gujarros, color naranja muy pálido.	9.60	Barrena de 8.10 a 9.60 m 42R	Barrena Spt	11							
10.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por arena limosa color marrón rojizo oscuro, presencia de grava fina proveniente de roca sedimentaria lodolita.	11.10	Barrena de 9.60 a 11.10 m	Barrena	12	SM		-	-	-	-	15.61
11.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por arena limosa color marrón rojizo oscuro, presencia de grava fina proveniente de roca sedimentaria lodolita.	11.40	36-45R de 11.10 a 11.40 m	Spt	13							
12.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por arena limosa color marrón rojizo oscuro, presencia de grava fina proveniente de roca sedimentaria lodolita.	12.90	Barrena de 11.40 a 12.90 m	Barrena	14							
13.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por arena mal gradada ligeramente limosa color marrón rojizo oscuro, presencia de grava fina provenientes de roca sedimentaria lodolita rojiza.	12.90	40R	Spt	15	SP-SM		9.04	-	-	-	6.15
14.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por arena mal gradada ligeramente limosa color marrón rojizo oscuro, presencia de grava fina provenientes de roca sedimentaria lodolita rojiza.	14.40	Barrena de 12.90 a 14.40 m	Barrena	16							
15.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por material areno-gravoso color marrón rojizo oscuro.	15.90	Barrena de 14.40 a 15.90 m	Barrena	17							
16.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por material areno-gravoso color marrón rojizo oscuro.	17.40	44R	Spt	18							
17.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por material areno-gravoso color marrón rojizo oscuro.	17.40	Barrena de 15.90 a 17.40 m	Barrena	18							
18.0		Suelo aluvial compuesto principalmente por material areno-gravoso color marrón rojizo oscuro.	18.90	Barrena de 17.40 a 18.90 m	Barrena	18							

Pruebas SPT: P-Punta abierta, PC-Punta Cerrada NOMENCLATURA: TIPO-SPT: Penetrómetro Estándar (Cuchara Partido), Sh-Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad, Sonda: ROTACION DOBLE BARRIL HQ NOMENCLATURA: LL-Límite Líquido, LP-Límite Plástico, PASA 200-pasante de tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP-Material NO Plástico.

ANEXO G. LIBRETA DE CAMPO

(ver documento adjunto)

ANEXO H. ANALISIS MULTITEMPORAL

(ver documento adjunto)