

**PRÁCTICA EMPRESARIAL PARA LA ASISTENCIA TECNICA EN EL ÁREA DE
GEOLOGIA Y GEOTECNIA EN LOS PROYECTOS QUE ADELANTA LA
EMPRESA CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S.**

ALEXANDER SANTAMARIA MOGOLLON



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.
NIT. 804.015.242-8

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERAS FISICO QUIMICAS
ESCUELA DE GEOLOGIA
BUCARAMANGA**

2014

**PRÁCTICA EMPRESARIAL PARA LA ASISTENCIA TÉCNICA EN EL ÁREA DE
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA EN LOS PROYECTOS QUE ADELANTA LA
EMPRESA CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S.**

ALEXANDER SANTAMARIA MOGOLLON

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE GEÓLOGO

DIRECTOR:

GUILLERMO VARGAS PIESCHACON

Especialista en Geotecnia Ambiental

TUTOR:

MIGUEL ROBERTO SILVA MONSALVE

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO QUIMICAS

ESCUELA DE GEOLOGIA

BUCARAMANGA

2014

DEDICATORIA

A mis padres por su esfuerzo y dedicación, por todos esos notables y majestuosos hechos que han sido mi norte en cada momento de la vida, por sus valiosos consejos y enseñanzas, a mi hermana por estar siempre presente brindándome su apoyo.

A mi nona Fausta por su inmenso apoyo durante toda mi vida, por ser ese pilar espiritual y de sabiduría.

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 y compañía 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 partícipes de mi formación personal y académica.

A mi director de tesis Guillermo Vargas por su valioso apoyo, 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.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	17
1.1 Objetivo General.....	17
1.2 Objetivos Específicos	17
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. LOCALIZACIÓN	19
4. METODOLOGÍA.....	20
5. MARCO TEÓRICO.....	22
5.1 GEOLOGÍA REGIONAL	22
5.2 SUELOS DE LA FORMACIÓN BUCARAMANGA.....	24
5.2.1 Suelos del Miembro Limos Rojos (Sfl2):.....	25
5.2.2 Suelos del Miembro Gravoso (Sft2):.....	25
5.2.3 Suelos Gravosos del Miembro Órganos (Sft3):	26
5.2.4 Suelos aluviales de Terrazas Bajas (Sat1):	27
5.2.5 Suelos coluviales activos (Ql):.....	27
5.2.6 Rellenos (R):.....	28
5.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	28
5.4 UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES	31
5.4.1 Unidades de Suelos.....	33
5.5 UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	34
5.6 REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10.....	37
5.6.1 Unidad de Construcción.	37
5.6.1.1 Clasificación De Las Unidades De Construcción Por Categorías:	38
5.6.2 Investigación del subsuelo para estudios definitivos	39
5.6.2.1 Información Previa:	39
5.6.2.2 Exploración De Campo:	39

5.6.2.3	Número Mínimo De Sondeos:	40
5.6.2.4	Características Y Distribución De Los Sondeos	40
5.6.2.6	Número Mínimo De Sondeos:	43
5.6.3	Ensayos De Laboratorio	44
5.6.3.1	Selección De Muestras:	44
5.6.3.2	Tipo Y Número De Ensayos:	44
5.6.3.3	Propiedades Básicas:	44
5.6.3.3.1	Propiedades básicas de los suelos:	45
5.6.3.3.2	Propiedades básicas de las rocas	45
5.6.3.4	Caracterización Geomecánica Detallada	45
5.6.3.5	Ejecución De Ensayos De Campo	46
6.	RESULTADOS	47
6.1	GEOLOGIA LOCAL	47
6.2	UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES	48
6.2.1	Unidades de Suelo Transportados	49
6.2.1.1	Suelos fluvio-torrenciales	50
6.2.1.1.1	Suelos del Miembro Gravoso (Stg):	50
6.2.1.1.2	Suelos del Miembro Órganos (Sto)	51
6.2.1.2	Suelos Aluviales	52
6.2.1.2.1	Suelos aluviales de cauce activo (Stca1)	52
6.2.1.2.2	Suelos aluviales de terraza baja (Sttb)	53
6.2.1.3	Suelos de ladera	54
6.2.1.3.1	Suelos Coluviales Activos (Stca)	54
6.2.1.3.2	Suelos coluviales inactivos (Stci)	56
6.2.1.4	Suelos Antrópicos	57
6.2.1.4.1	Suelos de llenos antrópicos (Stla)	57
6.3	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	59
6.3.1	Geoformas de origen fluvial (F).	60
6.3.1.1	Nivel de terraza baja (Ftb)	60
6.3.2	Geoformas de origen denudacional (D)	61

6.3.2.1	Depositos de ladera de coluviales activos (Dca).....	61
6.3.2.2	Depositos de ladera de coluviales inactivos (Dci)	62
6.3.2.3	Ladera escarpada (Dle)	63
6.3.2.4	Ladera abrupta (Dla)	65
6.3.2.5	Ladera Moderada (Dlm)	66
6.3.2.6	Ladera Suave (Dls)	66
6.3.3	Geoformas de origen antropogénico (A).....	67
6.3.3.1	Cauce o lecho actual del rio (Fca):.....	67
6.3.3.2	Ladera explanada (Alex)	67
6.3.3.3	Lleno de escombros (Ale)	68
6.4	DESCRIPCION DE MUESTRAS RECUPERADAS EN LOS SONDEOS DE PERFORACIÓN Y CARACTERIZACION GEOTECNICA.....	69
6.4.1	Caracterización geotécnica	71
7.	CONCLUSIONES	74
	BIBLIOGRAFIA	76
	ANEXOS	78

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica y ubicación del área de estudio (línea roja), se mencionan los barrios aledaños a la zona de estudio.	19
Figura 2. Mapa de Unidades Geológicas regional de la zona estudiada (cuadro en rojo). Tomado de INGEOMINAS (2001). Cada Unidad Geológica tiene su UGS equivalente (siglas en paréntesis).....	23
Figura 3. Mapa de sombras generado a partir del modelo digital de terreno, donde se aprecia la expresión morfoestructural de los sistemas de Falla Bucaramanga - Santa Marta y Suárez - Río de Oro.....	30
Figura 4. Plano de unidades geológicas superficiales (UGS), presentes en la zona de estudio.	49
Figura 5. Se observa la erosión tipo bad-lands típica del Miembro Órganos. Tomada hacia el Sur, en cercanías a las canchas del barrio Nueva Granada.	52
Figura 6. Se muestra el cauce actual de la quebrada el cual esta canalizado por muros de concreto, tomada hacia el NE.	53
Figura 7. Morfología típica de la terraza baja, se presentan bloques subangulares de variada composición en la superficie del suelo.	54
Figura 8. Suelo de coluvión activo, cubierto parcialmente por vegetación, en la parte alta se observa la corona, tomada hacia el suroeste.	56
Figura 9. Se presenta coluvión inactivo hacia el sureste de la zona de estudio, cubierto por pastos naturales y de suave morfología, tomada hacia WSW	57
Figura 10. Suelo de Relleno antrópico (Stla) localizado hacia el suroccidente de la zona de estudio, asociado a proyectos de construcción de vivienda.....	58
Figura 11. Plano de unidades geomorfológicas presentes en la zona de estudio.	59
Figura 12. Bloques de arenisca y plutonita sobre la superficie de terraza baja, tomada hacia el NNE.	60

Figura 13. Coluvión activo (Dca) localizado en la ladera norte del valle, deposito matriz soportado con presencia de gravas y cantos subredondeados y subangulares, tomada hacia el norte.	62
Figura 14. Coluvión inactivo de pequeñas dimensiones cubierto por pastos y pequeños arbustos, tomada hacia el SW.	63
Figura 15. Ladera escarpada (Dle) exponiendo materiales el Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga, fácilmente erodable, tomada hacia el sur.....	64
Figura 16. Ladera escarpada del Miembro Órganos, localizada hacia el sur de las canchas del barrio Nueva Granada, tomada hacia el oriente.	64
Figura 17. Morfología de ladera abrupta (Dla) en contacto con nivel de terraza bajo (Ftb).	65
Figura 18. Zona de ladera suave (Dls) en la parte de la superficie del abanico de Bucaramanga, tomada hacia el WSW.	66
Figura 19. Unidades antropogénicas en la entrada al lote por la carrera 20, ladera explanada (Alex) a la izquierda y depósito de lleno de escombros asociado a la explanación a la derecha (Ale), tomada hacia el occidente.	67
Figura 20. Área explanada (Alex) localizada al suroccidente de la zona de estudio, al fondo se observa la edificación y el relleno de escombros (Ale) asociado, tomada hacia el Suroriente.	68
Figura 21. Relleno antropogénico (Ale) asociado a explanación, depositado sobre un coluvión. Se localiza en la entrada al lote por la carrera 20, tomada hacia el NW.....	69
Figura 22. Localización de los dieciséis (16) sondeos realizados, en el área de estudio.	70
Figura 23. Perfil geotécnico.....	72

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cronograma de actividades.....	21
Tabla 2. Unidades Geológicas Superficiales (UGS) según su origen (Adaptada y modificada de Hermelin, 1985 y Salazar, 1995).	31
Tabla 3. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001).	34
Tabla 4 Estas unidades se clasifican según el origen de las unidades geomorfológicas, según el Sistema del ITC de Holanda (Verstappen et. al., 1975, Van Westen Kees y Van Zuidam et. al., 1979, 1993,1982) utilizado por el Servicio Geologico Colombiano.....	35
Tabla 5. Clasificación de las unidades de construcción por categorías.....	38
Tabla 6. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Categoría de la unidad de construcción.....	40
Tabla 7. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y la densidad relativa de suelos granulares.	71
Tabla 8. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y la consistencia de suelos cohesivos.....	71

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. MAPA DE UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES.....	79
Anexo B. MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.....	80
Anexo C PLANO DE UBICACIÓN DE SONDEOS Y LINEAS DE REFRACCION SISMICA	81
Anexo D. DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS DE SUELO RECUPERADAS EN LOS SONDEOS DE PERFORACIÓN.....	82
Anexo E. PLANO CON LA UBICACIÓN DE LOS PERFILES GEOLOGICOS....	114
Anexo F. PERFILES GEOLOGICOS Y SU RELACION CON LOS SONDEOS..	115
Anexo G. MAPA DE PENDIENTES	118
Anexo H. CARACTERIZACIONES GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES.....	119

RESUMEN

TITULO: PRACTICA EMPRESARIAL PARA LA ASISTENCIA TÉCNICA EN EL ÁREA DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA EN LOS PROYECTOS QUE ADELANTA LA EMPRESA CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA SAS.*

AUTOR: ALEXANDER SANTAMARÍA MOGOLLÓN**

PALABRAS CLAVE: Geotecnia, Formación Bucaramanga, cartografía unidades geológicas.

Este libro contiene la descripción de la práctica empresarial desarrollada en la empresa Construsuelos de Colombia SAS, en la ciudad de Bucaramanga, Santander, específicamente en el proyecto titulado “Estudio detallado de amenaza y/o riesgos por fenómenos de remoción en masa predio no. 300-239-085 barrio Diamante II”.

La zona de estudio se localiza en el valle de La Quebrada La Iglesia en inmediaciones a los barrios Diamante II y Nueva Granada, en donde se expone materiales del abanico de Bucaramanga, los cuales corresponden a depósitos fluvio-torrenciales y fluvio-lacustres de edad cuaternaria denominados Formación Bucaramanga, en la parte alta de la zona de estudio se encuentran suelos del Miembro Gravoso subyacente por suelos gravosos del Miembro Órganos hacia la parte media-baja, sobre éstos se encuentran depósitos puntuales cuaternarios de suelos coluviales activos e inactivos. Hacia la parte baja y central de la zona de estudio se presentan suelos aluviales de terrazas bajas depositados por la quebrada la Iglesia la cual presenta una dirección general NE. Adicionalmente se realizaron dieciséis perforaciones de tipo rotación percusión con el objeto de caracterizar y establecer el modelo geológico del subsuelo y realizar los ensayos geotécnicos respectivos para las muestras de suelo y roca recuperadas en durante la ejecución de estos sondeos.

Para la evaluación geotécnica de los materiales geológicos y cumpliendo las consideraciones del Anexo H de la NSR 10 se realizaron dieciséis perforaciones hasta de treinta metros por rotación percusión con el objeto de caracterizar los materiales, recuperar las muestras de suelo y roca necesarias para realizar los ensayos geotécnicos y mejorar el modelo geológico geotécnico necesarios para el diseño de la cimentación y para los análisis de estabilidad de taludes.

* Proyecto de Grado. Modalidad. Práctica Empresarial.

** Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Geología. Director: Guillermo Vargas Pieschacon. Tutor: Miguel Roberto Silva Monsalve.

ABSTRACT

TITLE: INDUSTRY PRACTICE FOR TECHNICAL ASSISTANCE IN THE AREA OF GEOLOGY AND GEOTECHNICS IN THE PROJECTS LED BY CONSTRUSUELOS COMPANY OF COLOMBIA SAS.*

AUTHOR: ALEXANDER SANTAMARIA MOGOLLON**

KEYWORDS: Geotechnics, Bucaramanga Formation, cartography of geological units.

This book contains the description of industry practice developed in the company Construsuelos of Colombia SAS, in the city of Bucaramanga, Santander, specifically in the project entitled "Detailed Study of threat and / or risks of landslide phenomena in the property no. 300-239-085 Diamante II neighborhood".

The study area is located in the valley of the creek la Iglesia near to Nueva Granada and Diamante II neighborhoods, where are exposed materials of Bucaramanga fan, which correspond to fluvial-torrential and fluvial-lacustrine deposits of Quaternary called Bucaramanga Formation, in the upper part of the study area outcrop soils of Gravoso Member underlain by gravelly soils of Organos Member to the lower-middle part, upon these there are punctual deposits of active and inactive quaternary colluvial soil. Towards the lower and central part of the study area, alluvial soils of low terraces deposited by the creek which La iglesia has a general NE direction. Additionally sixteen drilling percussion/rotation were performed in order to characterize and establish the geological model and perform the respective geotechnical testing for soil and rock samples recovered during the execution of these drilling.

For geotechnical evaluation of geological materials and compliance the considerations of Annex H of the NSR 10 were performed sixteen drilling until thirty meters in order to characterize the materials, retrieve soil and rock samples needed for geotechnical testing and improve the geotechnical geological model required for the design of the foundation and for slope stability analysis .

* Graduate Project. Mode: Industry practice.

** Faculty of physicochemical engineering. School of geology. Director: Guillermo Vargas Pieschacon. Tutor: Miguel Roberto Silva Monsalve.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo y ejecución de cualquier tipo de obra civil requiere de estudios geológicos y geotécnicos previos, que, además de proporcionar las condiciones y características de los materiales geológicos también contribuyan con base en correctas interpretaciones a reducir el riesgo de cualquier tipo de catástrofe que pudiese presentarse durante la construcción de la obra o posterior a ésta .

El presente trabajo expone los estudios geológicos y geotécnicos realizados a través del convenio Universidad Industrial de Santander-Construsuelos de Colombia SAS y el autor, en el cual se hicieron estudios siguiendo la norma sismoresistente NSR-10 para la edificación de obras de vivienda multifamiliar en la zona del valle de la Quebrada la Iglesia, entre los barrios Diamante II y Nueva Granada del municipio de Bucaramanga.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

- Asistir en los estudios geológicos y geotécnicos que lleve a cabo la empresa Construsuelos de Colombia S.A.S. como auxiliar de geología.

1.2 Objetivos Específicos

- Realizar la cartografía de unidades geológicas superficiales y unidades geomorfológicas a escala 1:1500 del proyecto “Estudio detallado de amenaza y/o riesgos por fenómenos de remoción en masa predio no. 300-239-085 barrio Diamante II”.
- Realizar la descripción de las muestras de suelo y roca recuperadas en los sondeos de perforación, según la norma INV E-102-07 del Instituto Nacional de Vías.
- Asistir en los estudios geotécnicos llevados a cabo por la empresa.
- Adquirir compromiso con la institución, ser fuente de ideas modernas y apoyar en el laboratorio de suelos.

2. JUSTIFICACIÓN

El estudiante a través de la práctica empresarial aplica sus conocimientos adquiridos durante el desarrollo del plan de estudios del programa académico de Geología de la UIS, en problemas cotidianos de las empresas y proyectos de investigación que le ayudan a desarrollar sus habilidades profesionales en diversos tópicos de la Geología y Geotecnia.

La geotecnia se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra. Esta comprende todas las actividades de investigación del subsuelo, los análisis geotécnicos, y los diseños necesarios para la construcción de obras civiles. De allí la necesidad de estudiar las características geológicas y geotécnicas del terreno como base para los cálculos y diseños de las cimentaciones y las obras geotécnicas que garanticen la estabilidad del terreno como lo establece la Norma sismoresistente NSR-10 y que son de obligatorio cumplimiento para el desarrollo de urbanísticos.

La empresa Construsuelos de Colombia S.A.S. es una empresa con recurso humano altamente calificado, cuenta con equipos y servicios necesarios para el análisis básico de suelos, estudios geotécnicos y geológicos de obras civiles. Comprometida con la comunidad busca la interrelación con la escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander brindando espacio para el desarrollo de prácticas empresariales en el área de la geotecnia.

3. LOCALIZACIÓN

La zona de estudio se ubica sobre el abanico aluvial de Bucaramanga, precisamente en el valle de la Quebrada La Iglesia, limitado al norte por la vía que conduce a San Juan de Girón y el barrio Diamante II hacia el sur.

Figura 1. Localización geográfica y ubicación del área de estudio (línea roja), se mencionan los barrios aledaños a la zona de estudio.



Fuente: Tomada de Google earth 2011

4. METODOLOGÍA

La metodología seguida para la realización de este proyecto se dividió en 4 fases:

Fase 1 Revisión de Información

Esta consiste en la consulta, búsqueda y revisión de la información temática 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.

Esta fase se realizará a lo largo de todo el desarrollo del proyecto, con énfasis en el inicio del trabajo. También contempla la búsqueda de mapas geológicos y topográficos de la zona de estudio, útiles para el trabajo de campo.

Fase 2 Cartografía Detallada ejecución de sondeos

Durante esta fase se realizara la cartografía geológica y geomorfológica, esta se hará en una sola comisión de campo, en la que se recorre de forma sistemática la zona de estudio, a fin de obtener los datos y la información necesaria para la caracterización y delimitación de las diferentes unidades geológicas superficiales y unidades geomorfológicas, estableciendo especial énfasis en zonas de inestabilidad y amenaza por fenómenos de remoción en masa y zonas de humedad, además de la toma de muestras representativas. Esta fase incluye también la realización de 16 (dieciséis) sondeos por parte del equipo técnico de perforación de Construsuelos de Colombia SAS, en la que se obtendrán muestras de suelo de los materiales geológicos que componen la zona.

Fase 3 Ensayos de laboratorio y Análisis de información

Esta fase consiste en realizar un análisis de la información obtenida en campo para la elaboración de los planos de UGS (Unidades Geológicas Superficiales) y unidades geomorfológicas, además se ejecutara la descripción macroscópica de las muestras de suelos recuperadas en los sondeos de perforación, ésta descripción se hará en el laboratorio de la empresa, con objeto de establecer un modelo geológico preliminar.

Fase 4 Elaboración de Informe final

En esta etapa se realizará la discusión de los resultados y conclusiones, la preparación redacción del informe final.

Tabla 1. Cronograma de actividades

Fase \ Semana	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase 1																								
Fase 2																								
Fase 3																								
Fase 4																								
Tiempo extra																								

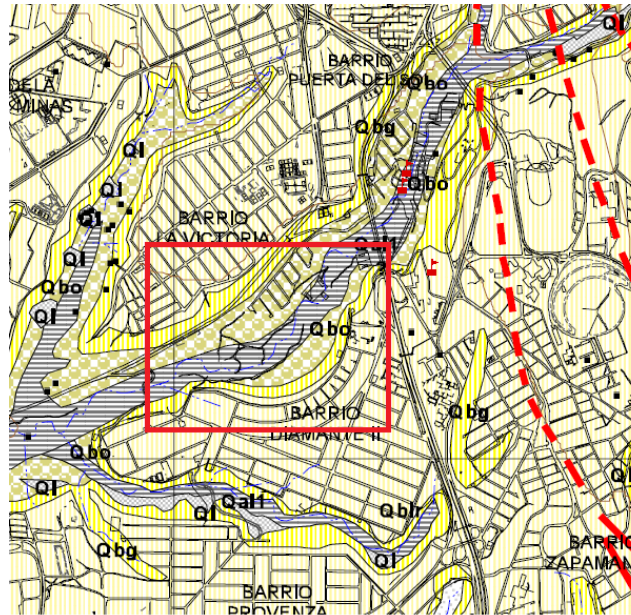
5. MARCO TEÓRICO

5.1 GEOLOGÍA REGIONAL

De acuerdo con el mapa geológico de la Zonificación Sismogeotécnica indicativa del Área metropolitana de Bucaramanga (INGEOMINAS, Escala 1:25000 del año 2001) y el Mapa de Unidades Geológicas Superficiales (UGS) del estudio de Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de algunas laderas de los municipios de Bucaramanga, Girón y Floridablanca (INGEOMINAS, Escala 1:10000 del año 2009), la zona de estudio se localiza en el valle de la Quebrada La Iglesia, sobre depósitos cuaternarios de la Formación Bucaramanga. A continuación se hace una descripción de las unidades utilizando las siglas del estudio de la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de algunas laderas de los municipios de Bucaramanga, Girón y Floridablanca (INGEOMINAS, 2009) y las siglas correspondientes de la geología realizada en la Zonificación Sismogeotécnica indicativa del Área metropolitana de Bucaramanga (INGEOMINAS, 2001). La parte alta de la zona de estudio se conforma de suelos del Miembro Gravoso (Formación Bucaramanga) (Sft2-Qbg) subyacido por suelos gravosos del Miembro Órganos (Sft3-Qbo) hacia la parte media-baja, sobre éstos se encuentran depósitos puntuales cuaternarios de suelos coluviales activos e inactivos (Sco1-Sco2-Qc). Hacia la parte baja y central de la zona de estudio se presentan suelos aluviales de terrazas bajas (Sat1-Qal) depositados por la quebrada la Iglesia la cual presenta una dirección general NE.

Se describen a continuación únicamente los suelos que afloran en la zona de estudio conformada por el valle de la quebrada la Iglesia, alrededores y los encontrados en las perforaciones. Esta descripción regional se basa en la información geológica que se presenta en los estudios del INGEOMINAS (2001 y 2009).

Figura 2. Mapa de Unidades Geológicas regional de la zona estudiada (cuadro en rojo). Cada Unidad Geológica tiene su UGS equivalente (siglas en paréntesis).



LEYENDA

Qbo (Sft3)	Formación Bucaramanga- Miembro órganos (Suelos gravosos del miembro Órganos)
Qbg (Sft2)	Formación Bucaramanga- Miembro Gravoso (Suelos del miembro Gravoso)
Qblr (Sfl2)	Formación Bucaramanga- Miembro Limos rojos (Suelos del Miembro Limos Rojos)
Qal 1 (Sat1)	Depósitos de terrazas baja (Suelos aluviales de Terrazas Bajas)
Qc (Sco1)	Depósitos de coluvión (Suelos coluviales activos)
	Fallas inferidas por fotointerpretación.

Fuente: Tomada de de INGEOMINAS (2001).

5.2 SUELOS DE LA FORMACIÓN BUCARAMANGA.

El nombre de la Formación Bucaramanga fue inicialmente propuesto por Hubach (1952), se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria, que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico, sobre el cual se ubica el casco urbano de la ciudad de Bucaramanga. El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más espesos, valores promedios cercanos a los 250 metros.

De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombros, canal y lagunar.

Teniendo en cuenta las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño y Vargas (1992), INGEOMINAS (2001) propuso dividir la Formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: Órganos (Qbo), Finos (Qbf), Gravoso (Qbg) y Limos Rojos (Qblr).

De acuerdo con las dataciones paleomagnéticas publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la parte más antigua de la Formación Bucaramanga tiene unos 730.000 años ubicándola dentro del Pleistoceno medio-superior (INGEOMINAS, 2001).

5.2.1 Suelos del Miembro Limos Rojos (Sfl2):

Nivel definido por Julivert (1963). Regionalmente este miembro se localiza hacia la parte alta del sector urbanizado de Bucaramanga y Floridablanca, aunque no en forma uniforme. Está constituido por arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Tiene presencia esporádica de bloques angulares de arenisca asociados superficialmente a este miembro; estos cantos pueden estar embebidos dentro de limos rojos y se caracterizan por estar meteorizados. En estado seco presentan buena consistencia, pero en presencia de agua ésta disminuye notablemente facilitando la erosión.

5.2.2 Suelos del Miembro Gravoso (Sft2):

Definido por Niño y Vargas (1992), ubicado sobre la escarpa occidental y norte de Bucaramanga, también conforma los escarpes superiores de la parte alta del nacimiento de la quebrada La Iglesia, en los alrededores de los barrios Lagos del Cacique, Diamante II y San Luis. Otras secciones importantes se localizan en los barrios La cumbre, La Feria, Polvorines, Don Bosco y la vía a Café Madrid. La morfología que presenta el miembro Gravoso es similar a la del Órganos en los sectores de los valles de las quebradas, pero hacia la parte sur de la quebrada la Iglesia la morfología corresponde a colinas suaves onduladas, con un drenaje dendrítico.

Su espesor varía entre 8 y 30 metros, presenta niveles gravosos, gravo arenosos y gravo lodosos. Los cantos son en su mayor parte tamaño grava, de diámetro promedio 15 centímetros y bloques de roca, en menor cantidad, hasta de 0,8 metros de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno arcillo limosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido; en general el depósito es matriz soportado, aunque localmente se presenta clasto soportado.

El contacto inferior con el Miembro Finos es neto, continuo y suavemente ondulado, y el contacto superior con el Miembro Limos Rojos es gradacional (Niño y Vargas, 1992). Macroscópicamente se estima que la matriz representa alrededor de un 60% del volumen total, con aproximadamente unas 2/3 partes de arena, tamaño medio a grueso y 1/3 de finos. Los cantos están compuestos en su mayor parte por rocas metamórficas-ígneas del Macizo de Santander y areniscas cuarzosas, areniscas limosas y limolitas moradas de las formaciones Girón y Jordán. La matriz, por su parte, es de composición cuarzo-feldespática micácea (cuarzo, plagioclasa, láminas de muscovita), de consistencia media y de baja cohesión.

Los depósitos que conforman el Miembro Gravoso presentan un grado de meteorización medio a alto. Los bajos porcentajes de humedad natural ($W < 15\%$), el predominio granular y el grado de meteorización, sugiere que al menos la parte superficial de este miembro, tiene poca compactación y buena permeabilidad. El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de escombros.

5.2.3 Suelos Gravosos del Miembro Órganos (Sft3):

Depósito matriz soportado, conformado por bloques y cantos redondeados, de arenisca cuarzosa, de grano fino, micácea, con grado de alteración moderada, friables. Se observan fragmentos de limolitas rojas alteradas, bloques de esquistos, cantos de cuarzo, conglomerados y cuarcitas frescas; este material está dispuesto caóticamente, la matriz es limo arcillosa, de color gris claro, con tintes marrones y rojizos de alteración, altamente erodable.

Dentro de estos depósitos se presentan lentes con espesores variables entre 1 y 3 m de espesor, con extensiones laterales que alcanzan varias decenas de metros. Estos lentes se componen de arcillas limoarenosas que lateralmente varían a

arenas gravosas, con líticos, plagioclasa, micas esporádicas y restos de materia orgánica; de consistencia dura y afectados por surcos.

Esta unidad se observa a lo largo de la escarpa occidental del abanico de Bucaramanga y se extiende hacia el sur de Girón y Bucaramanga. Asociados a estos suelos se presentan enjambres de flujos de detritos y escombros que han afectado a los municipios de Girón y Bucaramanga.

La unidad presenta consistencia muy firme a extremadamente firme en estado seco, pero al absorber agua pierde totalmente la consistencia y se desintegra la matriz. Tiene alta permeabilidad, es fácilmente erodable, lo que facilita el desprendimiento de bloques y cantos en las épocas de fuertes precipitaciones originando surcos, cárcavas y tierras malas, que generan estoraques los cuales alcanzan en algunos sitios alrededor de 15 m de altura.

5.2.4 Suelos aluviales de Terrazas Bajas (Sat1):

Corresponden a depósitos aluviales, acumulados en forma de escalones en las márgenes de los ríos y arroyos, con tamaño de grano arena, grava, cantos y bloques, redondeados a subredondeados, con alta esfericidad, cuya composición varía según la litología de las zonas atravesadas por las corrientes. La matriz es principalmente arenoarcillosa, de consistencia baja a media, generalmente son matriz soportados, sueltos y permeables, con humedad baja, siendo fácilmente disgregables o erosionables. En la zona de estudio se encuentran asociados a depósitos de la quebrada la Iglesia.

5.2.5 Suelos coluviales activos (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.

5.2.6 Rellenos (R):

Corresponden a los materiales localizados entre el canal y las antiguas márgenes de la quebrada La Iglesia en general de similar composición a los materiales de Terrazas Baja

5.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La zona de Bucaramanga corresponde al estilo estructural conocido o asociado a fallas rumbo–deslizantes que generan una cuenca de tracción “pull apart basin” de forma ortorrómbica, producto de un cizallamiento puro, que es común en regiones de acortamientos de la corteza terrestre; tales como, los cinturones de plegamiento según León (1991, en Bueno y Solarte, 1994).

El área de estudio se encuentra en la zona de influencia de los sistemas de fallas más importantes del área como son los de la Falla de Bucaramanga al Este y La Falla del Suárez, al Oeste.

Regionalmente la Falla de Bucaramanga es una falla de rumbo, con dirección constante NW, que en la actualidad presenta hundimientos del bloque Oeste y elevación del bloque Este. En algunos lugares han sido reconocidos movimientos verticales de hasta 20 m de altura y desplazamiento horizontal de 120 km. de longitud. Catalogada como una falla activa debido a los rasgos neotectónicos

asociados a ella, con una tasa de actividad de 0,1 a 10 mm/año (INGEOMINAS, 1997).

Esta falla presenta cambios en su dirección y una serie de fallas satélites, paralelas a subparalelas que se distribuyen en una franja de 1.0 a 1.5 km. de ancho. Principalmente son fallas sinextrales de alto ángulo, con el levantamiento de los bloques localizados al este, afecta el Macizo de Santander.

Cruza por el borde oriental del Casco urbano de Bucaramanga poniendo en contacto rocas del complejo ígneo - metamórfico del Macizo de Santander, de edad Precámbrica con los depósitos sedimentarios Cuaternarios sobre los que está situada la ciudad.

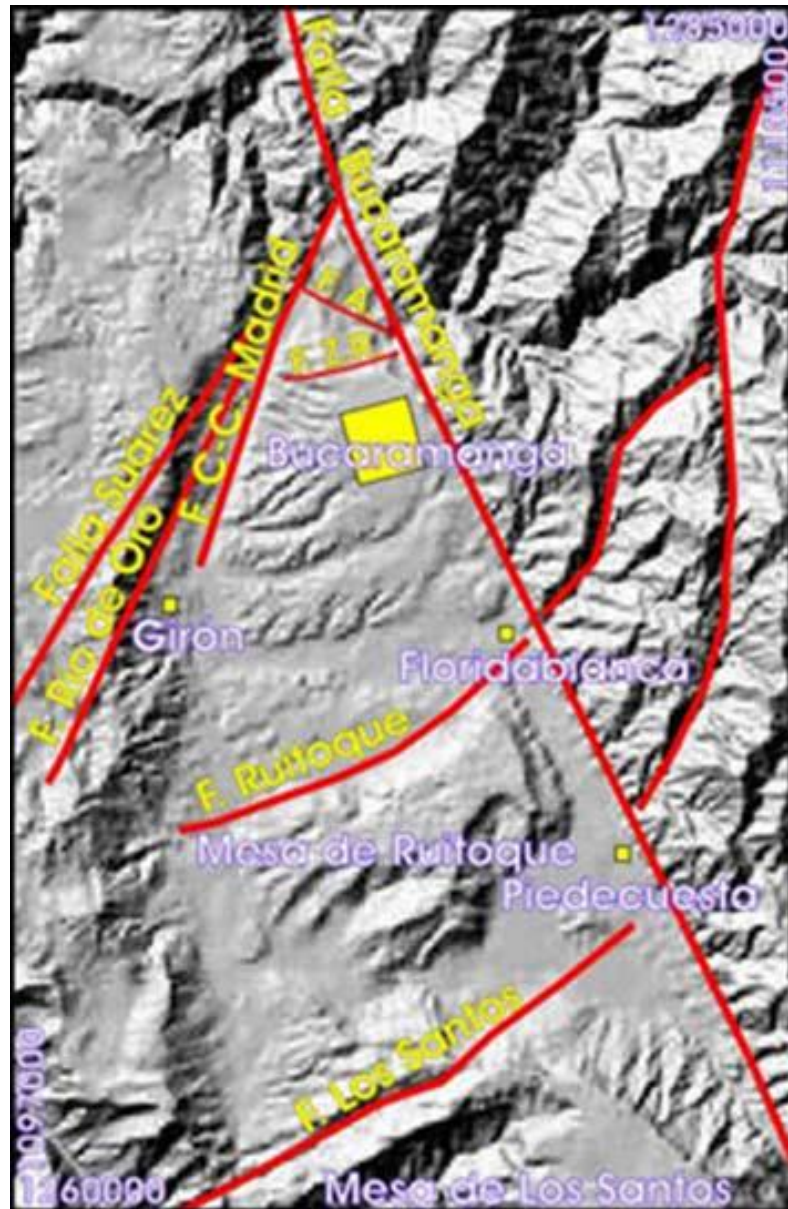
Hacia el oeste se presenta la falla del Suarez, ésta tiene aproximadamente 120 km. de longitud, movimiento principal inverso y leve componente sinextral. Su trayectoria es irregular, preferencialmente N20°E, plano de falla de alto ángulo buzando hacia el Noroeste, y termina al Norte contra la Falla de Bucaramanga delimitando, junto con esta, la depresión tectónica que alberga los depósitos Cuaternarios del Abanico de Bucaramanga, siendo las generadoras de la gran mayoría de lineamientos y pequeñas fallas presentes en la zona de influencia del presente estudio. Localmente presenta fallas satélites subparalelas, de corta longitud como la falla del Río de Oro.

La falla Chimita - café Madrid se presenta asociada al sistema de fallas del Suarez tiene dirección preferencial NNE, estructuralmente esta es una falla de tipo normal generando un escarpe con facetas triangulares. Tiene convergencia con el sistema de fallas del Suárez, generando un graben estrecho con la falla del Río de Oro.

De acuerdo a las evidencias neotectónicas obtenidas, en el sector Norte de la Falla del Suárez se cataloga como activa, con una tasa de movimiento baja de

0,01 – 0,1 mm/año y de Girón hacia el Sur potencialmente activa (INGEOMINAS, 1997).

Figura 3. Mapa de sombras generado a partir del modelo digital de terreno, donde se aprecia la expresión morfoestructural de los sistemas de Falla Bucaramanga - Santa Marta y Suárez - Río de Oro..



Fuente: Tomado de Ingeominas 2009

5.4 UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES

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.

Estas formaciones superficiales incluyen rocas con diferentes grados de meteorización, suelos y depósitos inconsolidados según su origen (**Tabla 2**).

Tabla 2. Unidades Geológicas Superficiales (UGS) según su origen .

ORIGEN DE LA UGS	TIPO DE UGS
Derivadas de roca In situ	- Roca inalterada - Saprolito - Suelos Residuales
Depósitos aluviales	- Aluviones recientes o de lecho de río - Llanuras aluviales - Abanicos o conos aluviales - Terrazas aluviales - Depósitos torrenciales

	- Depósitos fluviotorrenciales.
Depósitos lacustres y paludales	- Depósitos lacustres
Depósitos de ladera, de vertiente o coluviales	- Coluviones - Talus - Flujos (de lodo, tierra y de escombros) - Derrubios de pendiente
Depósitos costeros	- Deltas, Barras, Playas, etc.
Depósitos volcánicos	- Tefras - Surges - Flujos Piroclásticos - Ignimbritas - Flujos de lodos Volcánicos - Lahares - Cenizas - Coladas de Lava.
Depósitos eólicos	- Dunas - Loess - Cenizas volcánicas

Depósitos glaciares	- Morrenas y Tillitas - Fluvioglaciares
Depósitos antrópicos	- Rellenos sanitarios o de basuras - Rellenos de excavaciones - Escombreras o botaderos

Fuente: Tomada y modificada de Hermelin, 1985 y Salazar, 1995

5.4.1 Unidades de Suelos

El suelo se define como un material que consiste de una amplia gama de partículas relativamente pequeñas derivadas de una roca madre a través de procesos de meteorización mecánica que incluyen aire y / o abrasión del agua, ciclos de congelación-descongelación, los cambios de temperatura, la actividad vegetal y animal y por procesos de meteorización química que incluyen la oxidación y carbonatación. La masa de suelo puede contener aire, el agua, y / o materiales orgánicos derivados de la descomposición de la vegetación, etc. La densidad o la consistencia de la masa del suelo pueden variar desde muy denso o duro a bajo o muy suave. (Zhou Y., 2006)

Se clasifican según su génesis ya sean materiales insitu denominados suelos residuales o materiales transportados denominados suelos transportados; los suelos residuales se producen por efectos de, la meteorización, facilitada principalmente por el fracturamiento de la roca (fallamiento) y el alto nivel de humedad de la zona, por otro lado, los suelos transportados 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, la actividad antrópica y la lluvia principalmente

Tabla 3. 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, escombreras y rellenos de disposición)

Fuente: Tomada y modificado de Montero (2001)

5.5 UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

La geomorfología consiste en el estudio del origen y evolución de las características topográficas debido a la acción de procesos físicos y químicos en la superficie de la tierra y sus inmediaciones. Su nombre se deriva de los términos griegos 'geo' que significa tierra, 'morfo' es forma y 'logia' es tratado o estudio. (Easterbrook D., 1999).

Pudiera decirse también que la geomorfología es una rama de la geología o de las ciencias de la tierra. Al igual que la mayoría de las ciencias, la geomorfología

describe los fenómenos que estudia; por ejemplo, destaca los rasgos de un relieve determinado, si es alto o bajo, si es ondulado o quebrado, qué proporción de rocosidad o de suelo recubre la superficie, qué procesos erosivos presenta la superficie, etc. Ordenar sistemáticamente significa clasificar o agrupar; de manera que se pueden reunir conjuntos particulares de formas de relieve, tomando en cuenta meramente su aspecto exterior o, en su defecto, el origen que explica su existencia. En efecto, se tiene que esta ciencia puede desglosarse en diversos campos como, por ejemplo, las morfologías glacial, eólica, fluvial, costera, etc. El desarrollo de las formas de relieve se refiere al proceso evolutivo a que es sometida la superficie terrestre, gracias a la acción combinada de procesos internos, propios de la dinámica de la corteza, y de procesos externos, los cuales dependen de la acción del clima.

Tabla 4 Estas unidades se clasifican según el origen de las unidades geomorfológicas, según el Sistema del ITC de Holanda utilizado por el Servicio Geológico Colombiano.

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.
GLACIAL Erosión y Sedimentación.	Geoformas erosionales predominantemente de glaciación continentales, 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: Tomada de Ingeominas 2001

5.6 REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10

De acuerdo a la legislación del estado Colombiano, se ha establecido el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), al cual debe someterse el diseño y construcción de cualquier tipo de edificación que se realice en el territorio Colombiano, con el objetivo primordial de reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas. Dentro del temario de éste reglamento se resalta el título H referente a los estudios geotécnicos el cual establece que debe realizarse una exploración del subsuelo en el lugar en que se va a construir la edificación, complementada con una consideración de sus alrededores para detectar, de ser el caso, movimientos de suelo. Es indispensable presentar un resumen del reconocimiento de campo, de la investigación adelantada en el sitio específico de la obra, la morfología del terreno, el origen geológico, las características físicomecánicas y la descripción de los niveles freáticos o aguas subterráneas con una interpretación de su significado para el comportamiento del proyecto estudiado. Además de la indentificación de cada unidad geológica o de suelo, su espesor, su distribución y los parámetros obtenidos en las pruebas y ensayos de campo y en los de laboratorio, siguiendo los lineamientos del Capítulo H.3 del mismo reglamento.

5.6.1 Unidad de Construcción.

Se define como unidad de construcción:

- (a) Una edificación en altura
- (b) Grupo de construcciones adosadas, cuya longitud máxima en planta no exceda los 40 m,

- (c) Cada zona separada por juntas de construcción,
- (d) Construcciones adosadas de categoría baja, hasta una longitud máxima en planta de 80 m
- (e) Cada fracción del proyecto con alturas, cargas o niveles de excavación diferentes.

Para los casos donde el proyecto exceda las longitudes anotadas, se deberá fragmentar en varias unidades de construcción, por longitudes o fracción de las longitudes.

5.6.1.1 Clasificación De Las Unidades De Construcción Por Categorías:

Las unidades de construcción se clasifican en Baja, Media, Alta y Especial, según el número total de niveles y las cargas máximas de servicio. Para las cargas máximas se aplicará la combinación de carga muerta más carga viva debida al uso y ocupación de la edificación y para la definición del número de niveles se incluirán todos los pisos del proyecto, sótanos, terrazas y pisos técnicos. Para la clasificación de edificaciones se asignará la categoría más desfavorable que resulte en la tabla 5.

Tabla 5. Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4001 y 8000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8000 kN

Fuente: Tomada de NSR-10

5.6.2 Investigación del subsuelo para estudios definitivos

5.6.2.1 Información Previa:

El ingeniero geotecnista responsable del proyecto debe recopilar y evaluar los datos disponibles sobre las características del sitio, tales como la geología, sismicidad, clima, vegetación, existencia de edificaciones e infraestructura vecinas y estudios anteriores. El ingeniero geotecnista responsable del proyecto debe dar fe de que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del estudio.

Por su parte el ordenante del estudio, debe suministrar al ingeniero geotecnista la información del proyecto necesaria para la ejecución del estudio, como el levantamiento topográfico del terreno, escenario urbanístico dentro del cual se desarrolla, desarrollo del proyecto por etapas, tipo de edificación, sistema estructural, niveles de excavación, secciones arquitectónicas amarradas a los niveles del terreno existente, sótanos, niveles de construcción, cargas, redes de servicio, información sobre edificaciones vecinas y los otros aspectos adicionales que el ingeniero geotecnista considere necesarios.

5.6.2.2 Exploración De Campo:

Consiste en la ejecución de apiques, trincheras, perforación o sondeo con muestreo o sondeos estáticos o dinámicos, u otros procedimientos exploratorios reconocidos en la práctica, con el fin de conocer y caracterizar el perfil del subsuelo afectado por el proyecto, ejecutar pruebas directas o indirectas sobre los materiales encontrados y obtener muestras para la ejecución de ensayos de laboratorio. La exploración debe ser amplia y suficiente para buscar un adecuado conocimiento del subsuelo hasta la profundidad afectada por la construcción, teniendo en cuenta la categoría del proyecto, el criterio del ingeniero geotecnista y lo dispuesto en las tablas 5 y 6. En el caso de macizos rocosos se debe hacer la

clasificación de éstos por uno de los métodos usuales (RMR, Q, GSI) y realizar levantamiento de discontinuidades en los afloramientos, apiques o muestras.

El cumplimiento de estas normas mínimas no exime al ingeniero geotecnista de realizar los sondeos exploratorios necesarios adicionales, para obtener un conocimiento adecuado del subsuelo, de acuerdo con su criterio profesional. En caso de no realizar estos sondeos, deberá consignar esta recomendación en su informe geotécnico.

5.6.2.3 Número Mínimo De Sondeos:

El número mínimo de sondeos de exploración que deberán efectuarse en el terreno donde se desarrollará el proyecto se definen en la tabla

Tabla 6. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad mínima de sondeos: 6 m.	Profundidad mínima de sondeos: 15 m.	Profundidad mínima de sondeos: 25 m.	Profundidad mínima de sondeos: 30 m.
Numero mínimo de sondeos: 3	Numero mínimo de sondeos: 4	Numero mínimo de sondeos: 4	Numero mínimo de sondeos: 5

Fuente: Tomada de NSR-10

5.6.2.4 Características Y Distribución De Los Sondeos:

Las características y distribución de los sondeos deben cumplir las siguientes disposiciones además de las ya enunciadas anteriormente.

- (a) Los sondeos con recuperación de muestras deben constituir como mínimo el 50% de los sondeos practicados en el estudio definitivo.
- (b) En los sondeos con muestreo se deben tomar muestras cada metro en los primeros 5 m de profundidad y apartir de esta profundidad, en cada cambio de material o cada 1.5 m de longitud del sondeo.
- (c) Al menos el 50% de los sondeos deben quedar ubicados dentro de la proyección sobre el terreno de las construcciones.
- (d) Los sondeos practicados dentro del desarrollo del Estudio Preliminar pueden incluirse como parte del estudio definitivo - de acuerdo con esta normativa - siempre y cuando hayan sido ejecutados con la misma calidad y siguiendo las especificaciones dadas en el presente título del Reglamento.
- (e) El número de sondeos finalmente ejecutados para cada proyecto, debe cubrir completamente el área que ocuparán la unidad o unidades de construcción contempladas en cada caso, así como las áreas que no quedando ocupadas directamente por las estructuras o edificaciones, serán afectadas por taludes de cortes u otros tipos de intervención que deban ser considerados para evaluar el comportamiento geotécnico de la estructura y su entorno.
- (f) En registros de perforaciones en ríos o en el mar, es necesario tener en cuenta el efecto de las mareas y los cambios de niveles de las aguas, por lo que se debe reportar la elevación (y no la profundidad solamente) del estrato, debidamente referenciada a un datum preestablecido.

5.6.2.5 Profundidad De Los Sondeos:

Por lo menos el 50% de todos los sondeos debe alcanzar la profundidad dada en la tabla 6, afectada a su vez por los siguientes criterios, los cuales deben ser justificados por el ingeniero geotecnista. La profundidad indicativa se considerará

a partir del nivel inferior de excavación para sótanos o cortes de explanación. Cuando se construyan rellenos, dicha profundidad se considerará a partir del nivel original del terreno:

(a) Profundidad en la que el incremento de esfuerzo vertical causado por la edificación, o conjunto de edificaciones, sobre el terreno sea el 10% del esfuerzo vertical en la interfaz suelo-cimentación.

(b) 1.5 veces el ancho de la losa corrida de cimentación.

(c) 2.5 veces el ancho de la zapata de mayor dimensión.

(d) Longitud total del pilote más largo, mas 4 veces el diámetro del pilote o 2 veces el ancho del grupo de pilotes.

(e) 2.5 veces el ancho del cabezal de mayor dimensión para grupos de pilotes.

(f) En el caso de excavaciones, la profundidad de los sondeos debe ser como mínimo 1.5 veces la profundidad de excavación pero debe llegar a 2.0 veces la profundidad de excavación en suelos designados como E y F en el Título A.

(g) En los casos donde se encuentre roca firme, o aglomerados rocosos o capas de suelos firmes asimilables a rocas, a profundidades inferiores a las establecidas, el 50% de los sondeos deberán alcanzar las siguientes penetraciones en material firme, de acuerdo con la categoría de la unidad de construcción:

- Categoría Baja: los sondeos pueden suspenderse al llegar a estos materiales;
- Categoría Media, penetrar un mínimo de 2 metros en dichos materiales, o dos veces el diámetro de los pilotes en éstos apoyados;
- Categoría Alta y Especial, penetrar un mínimo de 4 metros o 2.5 veces el diámetro de pilotes respectivos, siempre y cuando se verifique la continuidad de la capa o la consistencia adecuada de los materiales y su consistencia con el marco geológico local.

(h) La profundidad de referencia de los sondeos se considerará a partir del nivel inferior de excavación para sótanos o cortes de explanación. Cuando se construyan rellenos, dicha profundidad se considerará a partir del nivel original del terreno.

(i) Es posible que alguna de las consideraciones precedentes conduzca a sondeos de una profundidad mayor que la dada en la tabla 6. En tal caso, el 20% de las perforaciones debe cumplir con la mayor de las profundidades así establecidas.

(j) En todo caso primará el concepto del ingeniero geotecnista, quien definirá la exploración necesaria siguiendo los lineamientos ya señalados, y en todos los casos, el 50% de las perforaciones, deberán alcanzar una profundidad por debajo del nivel de apoyo de la cimentación. En algunos casos, a juicio del Ingeniero Geotecnista responsable del estudio, se podrán reemplazar algunos sondeos por apiques ó trincheras

5.6.2.6 Número Mínimo De Sondeos:

Para definir el número de sondeos en un proyecto, se definirán Inicialmente las unidades de construcción de acuerdo con las normas dadas en el numeral 5.6.1.1. En todos los casos el número mínimo de sondeos para un estudio será de tres (3) y para definir el número se debe aplicar el mayor número de sondeos resultante y el número de unidades de construcción.

Los sondeos realizados en la frontera entre unidades adyacentes de construcción de un mismo proyecto, se pueden considerar válidos para las dos unidades siempre y cuando domine la mayor profundidad aplicable. Efecto por repetición, Para proyectos con varias unidades similares, el número total de sondeos se calculará a partir de la segunda unidad de construcción y siguientes como la mitad (50%) del encontrado para la primera unidad, aumentando al número entero siguiente al aplicar la reducción.

5.6.3 Ensayos De Laboratorio

5.6.3.1 Selección De Muestras:

Las muestras obtenidas de la exploración de campo deberán ser objeto de los manejos y cuidados que garanticen su representatividad y conservación. Las muestras para la ejecución de ensayos de laboratorio deberán ser seleccionadas por el ingeniero geotecnista y deberán corresponder a los diferentes materiales afectados por el proyecto.

5.6.3.2 Tipo Y Número De Ensayos:

El tipo y número de ensayos depende de las características propias de los suelos o materiales rocosos por investigar, del alcance del proyecto y del criterio del ingeniero geotecnista. El ingeniero geotecnista ordenará los ensayos de laboratorio que permitan conocer con claridad la clasificación, peso unitario y permeabilidad de las muestras escogidas. Igualmente los ensayos de laboratorio que ordene el ingeniero geotecnista deben permitir establecer con claridad las propiedades geomecánicas de compresibilidad y expansión de las muestras escogidas, así como las de esfuerzo-deformación y resistencia al corte ante cargas monotónicas. Los análisis de respuesta de sitio deben realizarse con resultados de ensayos de laboratorio que establezcan con claridad las propiedades esfuerzo deformación ante cargas cíclicas de los materiales de las muestras escogidas.

5.6.3.3 Propiedades Básicas:

Las propiedades básicas para la caracterización de suelos y rocas son como mínimo las siguientes:

5.6.3.3.1 Propiedades básicas de los suelos: Las propiedades básicas mínimas de los suelos a determinar con los ensayos de laboratorio son: peso unitario, humedad y clasificación completa para cada uno de los estratos o unidades estratigráficas y sus distintos niveles de meteorización. Igualmente debe determinarse como mínimo las propiedades de resistencia en cada uno de los materiales típicos encontrados en el sitio mediante compresión simple ó corte directo en suelos cohesivos, y corte directo o SPT en suelos granulares.

5.6.3.3.2 Propiedades básicas de las rocas: Las propiedades básicas mínimas de las rocas a determinar con los ensayos de laboratorio son: peso unitario, compresión simple (o carga puntual) y eventualmente la alterabilidad de este material mediante ensayos tipo desleimiento-durabilidad o similares.

5.6.3.4 Caracterización Geomecánica Detallada :

Las propiedades mecánicas e hidráulicas del subsuelo tales como: resistencia al cortante, propiedades esfuerzo-deformación, compresibilidad, expansión, permeabilidad y otras que resulten pertinentes de acuerdo con la naturaleza geológica del área, se determinarán en cada caso mediante procedimientos aceptados de campo o laboratorio, debiendo el informe respectivo justificar su número y representatividad de manera precisa y coherente con el modelo geológico y geotécnico del sitio. Cuando por el análisis de las condiciones ambientales y físicas del sitio así se establezca, los procedimientos de ensayo deben precisarse y seleccionarse de tal modo que permitan determinar la influencia de la saturación, condiciones de drenaje y confinamiento, cargas cíclicas y en general factores que se consideren significativos sobre el comportamiento mecánico de los materiales investigados.

Las propiedades dinámicas del suelo, y en particular el módulo de rigidez al cortante, G , y el porcentaje de amortiguamiento con respecto al crítico, E'' , a diferentes niveles de deformación, se determinarán en el laboratorio mediante ensayos de columna resonante, ensayo triaxial cíclico, corte simple cíclico u otro similar y técnicamente reconocido. Los resultados de estos ensayos se interpretarán siguiendo métodos y criterios reconocidos, de acuerdo con el principio de operación de cada uno de los aparatos. En todos los casos, se deberá tener presente que los valores de G y γ obtenidos están asociados a los niveles de deformación impuestos en cada aparato y pueden diferir de los prevalecientes en el campo.

5.6.3.5 Ejecución De Ensayos De Campo:

El ingeniero responsable del estudio podrá llevar a cabo pruebas de campo para la determinación de propiedades geomecánicas, en cuyo caso deberá realizarlos con equipos y metodologías de reconocida aceptación técnica, patronados y calibrados siempre y cuando, sus resultados e interpretaciones se respalden mediante correlaciones confiables y aceptadas con los ensayos convencionales, sustentadas en experiencias publicadas y se establezcan sus intervalos más probables de confiabilidad.

6. RESULTADOS

6.1 GEOLOGIA LOCAL

El valle de la Quebrada La Iglesia, específicamente en las inmediaciones a los barrios Diamante II y Nueva Granada, se caracteriza por presentar materiales de la Formación Bucaramanga los cuales han sido expuestos por efectos de erosión de la quebrada y sus vertientes, además se presentan materiales asociados a esta quebrada, como lo son los depósitos de Cauce activo y Terrazas bajas, debido a la morfología y condiciones de los suelos se encuentran también depósitos de laderas.

Hacia las partes altas de la zona de estudio se encuentran depósitos del Miembro Gravoso de la Formación Bucaramanga (Qbg), compuesto por gravas y bloques de formas subangulares a redondeados de composición ígneo metamórfica, areniscas y en menor proporción clastos de lodolitas de colores rojizos y violáceos embebidos en una matriz areno-limosa de color amarillo naranja a naranjizo de consolidación media.

Las partes medias exponen materiales del Miembro Órganos (Qbo) de la Formación Bucaramanga, constituido por bloques y cantos redondeados a subredondeados de esfericidad baja a media, de areniscas cuarzosas y líticos de plutonitas y neises micáceo de color amarillo a rosado, embebidos en una matriz arcillosa de color principalmente pardo amarillenta, de poca compactación.

Se presentan Depósitos Aluviales (Qal) asociados a la Quebrada la Iglesia localizados en la parte baja y central del área de estudio, correspondientes a la zona de cauce activo la cual esta canalizada y una zona de terraza baja de dirección NE, compuesta por materiales heterogéneos e inconsolidados, de gravas

y bloques subredondeados de diferente composición los cuales han sido arrastrados por las corrientes desde la zona de macizo y laderas adyacentes.

Los Depósitos de Coluvión (Qc) se presentan en las laderas abruptas del valle, sobre materiales del miembro órganos y gravoso de la Formación Bucaramanga, éstos son formados por la acción erosiva combinada con la meteorización, son principalmente matriz soportada, conformada por bloques y gravas angulares a subredondeados de variada composición, en matriz de baja consistencia. Por último tenemos depósitos antrópicos relacionados con llenos de escombros y explanaciones del terreno para obras ingenieriles.

6.2 UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES

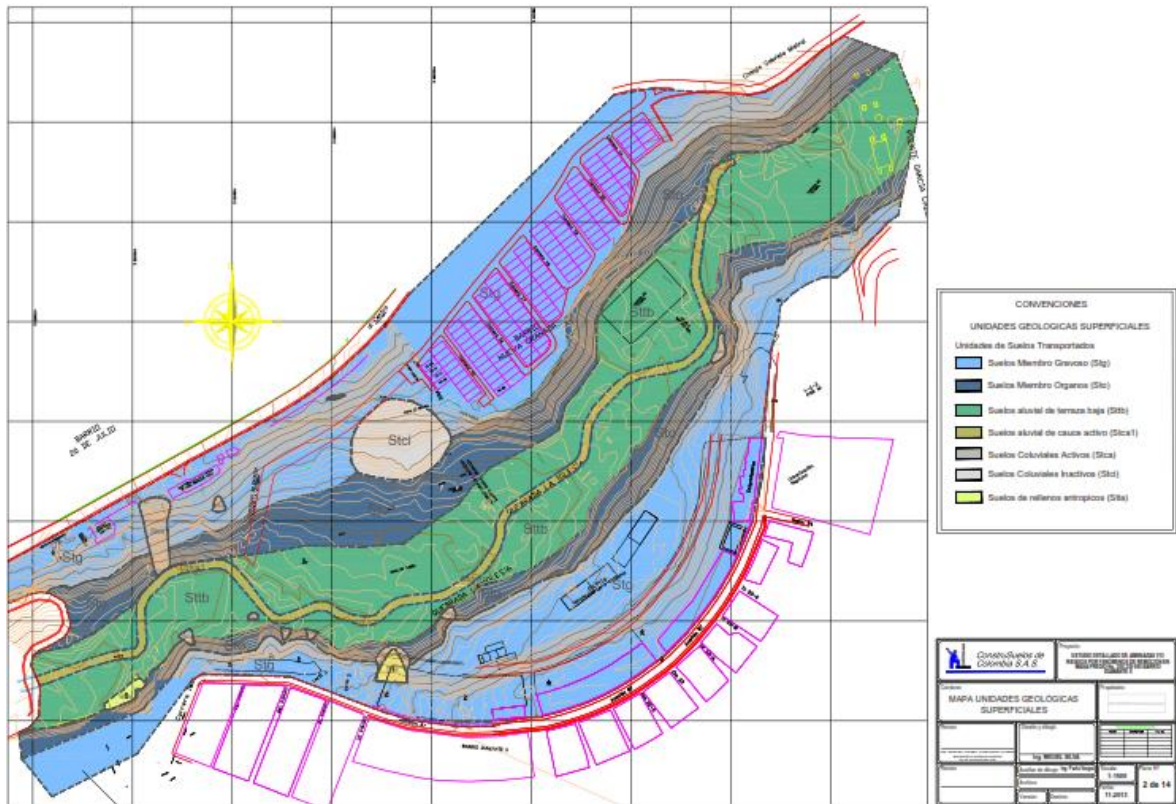
Se caracterizaron y cartografiaron las Unidades Geológicas Superficiales a escala detallada, según las condiciones físico mecánicas de los suelos en diferentes sitios, siguiendo la metodología y nomenclatura del INGEOMINAS (2007).

Factores considerados para caracterizar las Unidades de Suelo:

En la cartografía geológica para ingeniería se consideran como suelos los materiales granulares cementados o no cementados (arena, limo, grava y bloques) y arcillas plásticas cohesivas y la combinación de estos dos tipos. Los principales factores geológicos que se analizan y sirven para caracterizar y evaluar los materiales del suelo son: Composición litológica y mineralógica, color, tamaño y forma de los granos (textura), dureza de los granos, consistencia, densidad relativa, estructuras, humedad y compacidad (suelos gruesos).

En el presente estudio solo se encontraron suelos de origen transportado, éstos son depósitos que se originan por la acumulación de material arrastrado por la acción del viento, agua, hielo, erupciones volcánicas o por efecto de la gravedad.

Figura 4. Plano de unidades geológicas superficiales (UGS), presentes en la zona de estudio. (Ver anexo A)



6.2.1 Unidades de Suelo Transportados

Se presentan en toda la zona de estudio, sus espesores son prácticamente constantes presentando sutiles variaciones laterales, sus colores varían entre gris amarillento a rojizo según el área de aporte de los sedimentos, además de presentarse algunos depósitos por movimientos en masa. A continuación se mencionan los suelos encontrados en la zona de estudio, clasificados según su origen en:

Unidades de suelo transportado (St):

Suelos fluvio-torrenciales:

- Suelos Miembro Gravoso (Stg)
- Suelo gravoso Miembro Órganos (Sto)

Suelos aluviales:

- Suelos aluviales de Cauce Activo (Stca1)
- Suelos aluviales Terrazas Bajas (Sttb)

Suelos de ladera:

- Suelos Coluviales Activos (Stca)
- Suelos Coluviales Inactivos (Stci)

Suelos Antrópicos:

- Suelos llenos Antrópicos (Sla)

6.2.1.1 Suelos fluvio-torrenciales

6.2.1.1.1 Suelos del Miembro Gravoso (Stg): Se presenta una secuencia de materiales conglomeraticos de consolidación media, compuesto principalmente por gravas y bloques de formas subangulares a redondeados de composición ígneo metamórfica, areniscas y en menor proporción clastos de lodolitas de colores rojizos y violáceos afines a las formaciones Giron y Jordán, con diámetros

hasta de 1 metro, los cuales están embebidos en una matriz areno-limosa de color amarillo naranja a naranjizo, pobremente seleccionada, fácilmente disgregable de consistencia media y baja cohesión. En general estos suelos son matriz soportados, con una relación variable de 60% a 75% de matriz y 40% a 25% de clastos respectivamente.

Se presentan hacia las partes medias- altas de las laderas, caracterizadas por una morfología suave y meteorización moderada a alta.

6.2.1.1.2 Suelos del Miembro Órganos (Sto): Corresponde a depósitos heterogéneos, conformado por bloques y cantos redondeados a subredondeados de esfericidad baja a media, de areniscas cuarzosas de grano medio y fino, bien cementadas y en menor proporción de fragmentos plutonitas, neis micáceo de color amarillo a rosado, areniscas lodosas rojizas de grano fino, los cuales están embebidos en una matriz arcillosa de color pardo amarillenta, con algunas variaciones a gris amarillento dependiendo del grado de meteorización.

Se presenta en las partes bajas de las laderas, caracterizada por una morfología relativamente abrupta, generando hacia la parte sur de las canchas del barrio nueva granada escarpes con desarrollo de bad-lands, asociados a desprendimiento de bloques y talus. Fácilmente erodable en surcos y cárcavas, los depósitos se encuentran medianamente meteorizados, presentando poca compactación

Figura 5. Se observa la erosión tipo bad-lands típica del Miembro Órganos. Tomada hacia el Sur, en cercanías a las canchas del barrio Nueva Granada.



6.2.1.2 Suelos Aluviales

6.2.1.2.1 Suelos Aluviales de Cauce Activo (Stca1): Sedimentos recientes que han sido transportados y depositados por los ríos y quebradas, conformando los cauces activos, abandonados y llanuras de inundación. Están conformados por bloques, cantos, grava, arena y finos, compuestos por cuarzo, chert, cuarcitas y líticos de composición variada, con forma subredondeada a redondeada, por lo general clasto soportados, con tamaños y granulometría heterogénea, en condición suelta, embebidos en matriz areno limosa. Con espesor promedio entre

0.5 y 1.0 m. El área de estudio presenta este tipo de suelos sobre el cauce actual de la quebrada La Iglesia, la cual se encuentra canalizada.

Figura 6. Se muestra el cauce actual de la quebrada el cual esta canalizado por muros de concreto, tomada hacia el NE.



6.2.1.2.2 Suelos aluviales de Terraza Baja (Sttb): Estos son depósitos aluviales recientes, acumulados en forma de escalones en las márgenes de los ríos y arroyos, con tamaño de grano arena, grava, cantos y bloques, redondeados a subredondeados, con alta esfericidad, cuya composición varía según la zona atravesada por las corrientes.

Se presentan en la zona central de estudio en las márgenes de la quebrada la Iglesia, constituido por material areno arcilloso, de consistencia baja a media, con presencia de bloques de arenisca cuarzosa y micácea sobre la superficie de la

misma; generalmente son matriz soportados, sueltos y permeables, con humedad baja, siendo fácilmente disgregables o erosionables. Presenta una morfología muy suave en pendientes casi horizontales, muy meteorizados.

Figura 7. Morfología típica de la terraza baja, se presentan bloques subangulares de variada composición en la superficie del suelo.



6.2.1.3 Suelos de ladera

6.2.1.3.1 Suelos Coluviales Activos (Stca): Los coluviones son masas incoherentes de materiales sueltos y heterogéneos, de suelos y/o fragmentos de

roca angulares a subangulares, depositados por la gravedad, lavado de la lluvia o movimientos en masa. Se caracterizan por ser materiales clasto-soportados o matriz-soportados según el origen de los sedimentos, su tamaño de grano varía desde grava hasta bloques de 1,5 m de diámetro, con consistencia muy baja a baja en coluviones recientes y media a alta en coluviones antiguos y meteorización intermedia a alta.

Los coluviones recientes se asocian a depósitos de ladera, a movimientos en masa que presentan actividad o han tenido movimiento en épocas recientes. Son inconsolidados, permeables, con fragmentos poco alterados, susceptibles a ser erosionados.

En el área de estudio se presentan asociados a los miembros conglomeráticos de la formación Bucaramanga (Miembro Órganos y Miembro gravoso), distribuidos principalmente hacia las zonas bajas y medias de las laderas, ocasionando que el pie de éstos coluviones se deposite en la zona de terraza baja en donde la morfología del terreno tiene una expresión más suave. Estos coluviones relativamente no presentan grandes dimensiones, se componen de gravas y bloques de areniscas cuarzosas y rocas ígneo-metamórficas de tamaños entre 0.2 metros y 1 metro de diámetro, embebidos en matriz arcillosa arenosa de colores amarillento, naranjizos y parduzcos, de consistencia baja; en su mayoría son matriz soportados y muy heterogéneos.

Figura 8. Suelo de coluvión activo, cubierto parcialmente por vegetación, en la parte alta se observa la corona, tomada hacia el suroeste



6.2.1.3.2 Suelos Coluviales Inactivos (Stci): Los suelos coluviales inactivos no han presentado movimientos recientes y se caracterizan por su consistencia moderada. Al igual que los suelos coluviales recientes son masas incoherentes de materiales sueltos y heterogéneos, de suelos y/o fragmentos de roca angulares a subangulares, depositados por la gravedad, lavado de la lluvia o movimientos en masa.

En la zona de estudio se identificó un coluvión inactivo hacia la parte norte en inmediaciones del barrio nueva granada. Presenta características geológicas similares a los coluviones recientes descritos anteriormente, se encuentra cubierto por pastos naturales y algunos rastrojos bajos, presentando una morfología suave

y constante; los fragmentos están bastante alterados en una matriz de compactación media.

Figura 9. Se presenta coluvión inactivo hacia el sureste de la zona de estudio, cubierto por pastos naturales y de suave morfología, tomada hacia WSW



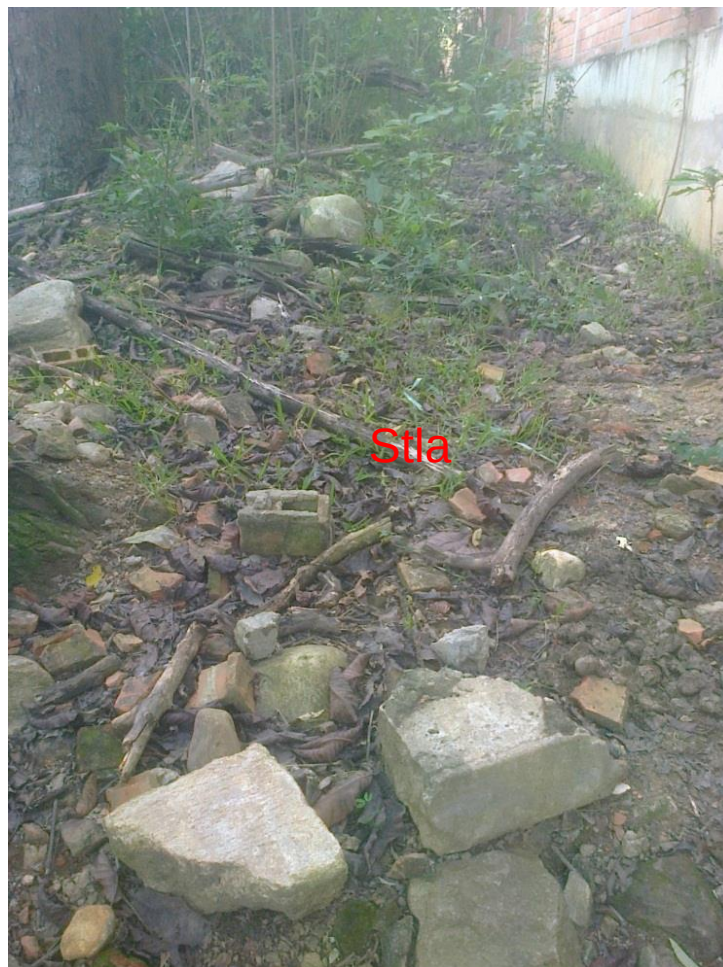
6.2.1.4 Suelos Antrópicos

6.2.1.4.1 Suelos de Llenos Antrópicos (Stla): Estos depósitos están dispuestos caóticamente y se encuentran conformados por material de descapote, consistente en cantos y bloques redondeados a subredondeados de arenisca, cuarzo y en menor proporción rocas metamórficas, además de fragmentos de concreto y ladrillos, palos entre otros los cuales se disponen en una matriz areno

arcillosa. El aporte de los cantos y bloques, viene de la remoción y corte de los suelos del Miembro Órganos y Miembro Gravoso de la Formación Bucaramanga.

Se presentan dos depósitos de este tipo, uno hacia la parte sur del área de estudio, producto de terraceo para obras ingenieriles y depositado sobre la ladera de un coluvión activo y hacia la parte suroccidental en donde su espesor no supera 1.6 metros. En general presentan un bajo grado de compactación y consolidación.

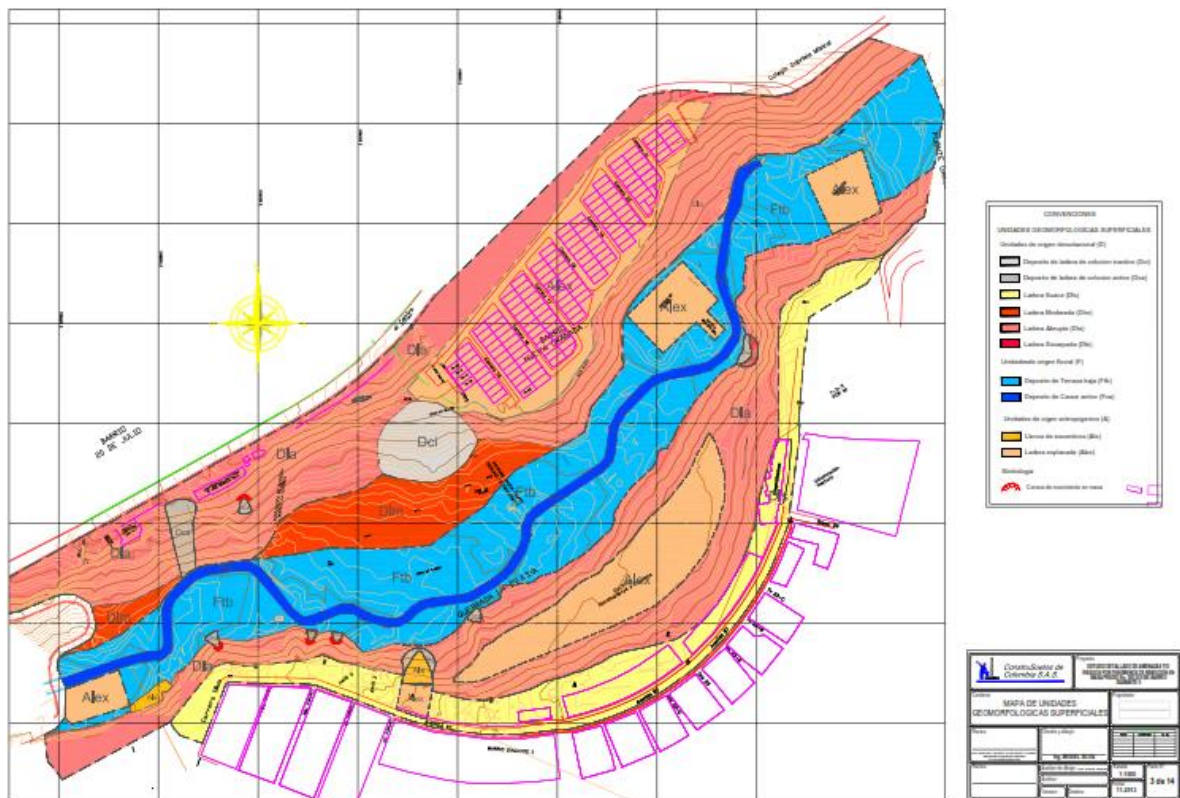
Figura 10. Suelo de Relleno antrópico (Stla) localizado hacia el suroccidente de la zona de estudio, asociado a proyectos de construcción de vivienda.



6.3 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Se cartografiaron las diferentes unidades geomorfológicas presentes en la zona de acuerdo a sus características genéticas, se clasificaron en geoformas de origen fluvial, denudacional y antropogénicas.

Figura 11. Plano de unidades geomorfológicas presentes en la zona de estudio. (Ver anexo B)



6.3.1 Geoformas de origen fluvial (F).

6.3.1.1 Nivel de Terraza Baja (Ftb): Presenta una morfología plana a ligeramente inclinada, limitada por las laderas del miembro órganos de la formación Bucaramanga. Esta geoforma se desarrolla por la acumulación de material heterogéneo, proveniente del macizo de Santander y de las zonas más altas de la terraza de Bucaramanga, depositado mediante procesos fluviales o fluvio-torrenciales; en las épocas de fuerte invierno constituye la zona de inundación y descarga de las aguas de la quebrada. En el área de estudio se localiza en la parte central siguiendo un patrón similar a la quebrada de dirección NE con inclinaciones suaves y muy suaves.

Figura 12. Bloques de arenisca y plutonita sobre la superficie de terraza baja, tomada hacia el NNE.



6.3.2 Geoformas de origen denudacional (D).

6.3.2.1 Depósitos de ladera de Coluviales Activos (Dca): Son geoformas conformadas por masas de material debido a la erosión, desprendimiento y transporte de material (movimientos en masa recientes activos) a zonas topográficamente más bajas.

Se constituyen principalmente de materiales heterogéneos afines a los Miembros Gravoso y Órganos de la Formación Bucaramanga, cantos, bloques y gravas de formas subangulares a subredondeados de areniscas, plutonitas y metamorfitas, embebidos en matriz generalmente lodosa o lodo-arenosa de consistencia débil y baja compactación.

Se presentan en todo el área de estudio asociados principalmente a laderas abruptas, depositándose sobre los materiales de la formación Bucaramanga, en las zonas bajas de las laderas los pies de estos coluviones alcanzan a estar en contacto con materiales aluviales de terraza baja, en general tienen pendientes abruptas y evidencian en su mayoría coronas de deslizamiento y ocasionalmente reptación.

Figura 13. Coluvión activo (Dca) localizado en la ladera norte del valle, deposito matriz soportado con presencia de gravas y cantos subredondeados y subangulares, tomada hacia el norte.



6.3.2.2 Depositos de ladera de Coluviales Inactivos (Dci): Son geoformas conformadas por masas de material debido a la erosión, desprendimiento y transporte de material (movimientos en masa antiguos) a zonas topográficamente más bajas.

Hacia la zona suroccidental del barrio Nueva Granada se presenta una masa considerable de este tipo de depósito, el cual en su mayoría está cubierto por pastos naturales y pequeños rastros bajos en menor proporción, presenta una morfología moderada a suave.

Figura 14. Coluvión inactivo de pequeñas dimensiones cubierto por pastos y pequeños arbustos, tomada hacia el SW.



6.3.2.3 Ladera Escarpada (Dle): Superficie natural del terreno cuyas laderas son muy empinadas, producto de procesos denudacionales, caracterizada por presentar pendientes con inclinaciones mayores de 70° , las cuales exponen materiales del Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga. Se encuentra en la zona sur de las canchas del barrio Nueva Granada, presenta caída de bloques y erosión tipo bad-lands típico de este miembro.

Figura 15. Ladera escarpada (Dle) exponiendo materiales el Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga, fácilmente erodable, tomada hacia el sur.



Figura 16. Ladera escarpada del Miembro Órganos, localizada hacia el sur de las canchas del barrio Nueva Granada, tomada hacia el oriente.



6.3.2.4 Ladera abrupta (Dla): 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.

Conforman la mayor parte de la zona estudiada, asociada a los Miembros Gravoso y Organos de la Formación Bucaramanga.

Figura 17. Morfología de ladera abrupta (Dla) en contacto con nivel de terraza bajo (Ftb).



6.3.2.5 Ladera Moderada (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.

Esta unidad predomina en la zona sobre la cual está construido el barrio Nueva Granada y en algunas partes bajas de las laderas en contacto con la zona de terraza baja.

6.3.2.6 Ladera Suave (DIs): Superficie natural suavemente inclinada del terreno producto de procesos denudacionales, caracterizada por presentar pendientes menores a 10° .

En la zona de estudio se presenta hacia las partes altas de la zona sur, asociada a la superficie del abanico de Bucaramanga, sobre la cual está construido el barrio Diamante II.

Figura 18. Zona de ladera suave (DIs) en la parte de la superficie del abanico de Bucaramanga, tomada hacia el WSW.



6.3.3 Geoformas de origen antropogénico (A).

6.3.3.1 Cauce o lecho actual del río (Fca): Corresponde a la zona en donde actualmente fluyen las aguas de la quebrada la Iglesia, incluye también su zona de divagación. Se presenta en la parte central de la zona de estudio, delimitada por muros de concreto contruidos para la canalización de la quebrada.

6.3.3.2 Ladera explanada (Alex): A 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. Uno de estos cortes se encuentra en una de las entradas al predio por la carrera 20, el otro se localiza hacia el suroccidente muy cerca de la vía que de San Luis conduce a Girón. Estas geoformas presentan una pendiente entre 0% y 12%.

Figura 19. Unidades antropogénicas en la entrada al lote por la carrera 20, ladera explanada (Alex) a la izquierda y depósito de lleno de escombros asociado a la explanación a la derecha (Ale), tomada hacia el occidente.



Figura 20. Área explanada (Alex) localizada al suroccidente de la zona de estudio, al fondo se observa la edificación y el relleno de escombros (Ale) asociado, tomada hacia el Suroriente.



6.3.3.3 Lleno de escombros (Ale): Son formas asociadas a la acumulación de material de descapote para la adecuación del terreno, con el fin de adecuar el terreno bien sea para obras ingenieriles o para extraer material de relleno. Se identificaron dos, uno en la entrada al lote por la carrera 20 asociada a explanación y depositado sobre la ladera de un coluvión, el otro en la zona suroccidental asociado a la construcción de un proyecto de vivienda. Estas geoformas presentan una pendiente determinada por el terreno sobre el cual se depositaron.

Figura 21. Relleno antropogénico (Ale) asociado a explanación, depositado sobre un coluvión. Se localiza en la entrada al lote por la carrera 20, tomada hacia el NW.



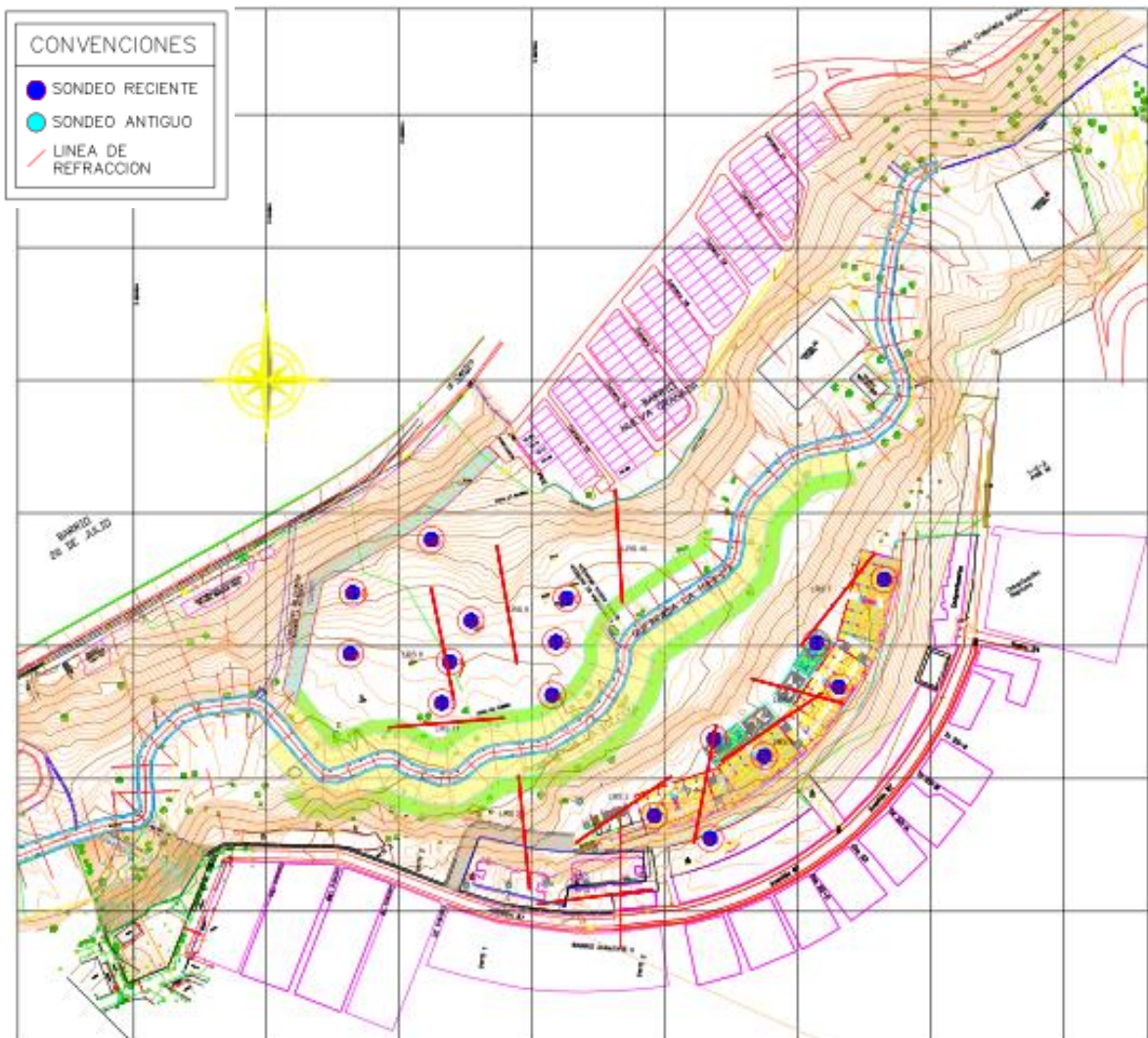
6.4 DESCRIPCION DE MUESTRAS RECUPERADAS EN LOS SONDEOS DE PERFORACIÓN Y CARACTERIZACION GEOTECNICA

Con el propósito de reconocer e identificar los materiales geológicos constituyentes del subsuelo se planteó la ejecución de dieciséis (16) perforaciones a diferentes profundidades. 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 22. Localización de los dieciséis (16) sondeos realizados, en el área de estudio.



Estas descripciones macroscópicas fueron hechas siguiendo los parámetros de la norma INV E-102-07 del instituto nacional de vías (Invias), la cual establece los reglamentos y procedimientos para la descripción de cada una de éstas muestras de suelo recuperadas en los sondeos de perforación. (Ver anexo D).

6.4.1 Caracterización geotécnica

Para la caracterización geotécnica de los materiales se utilizaron ciertos criterios que se encuentran directamente relacionados con el ensayo corrido de penetración estándar SPT.

Tabla 7. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y la densidad relativa de suelos granulares.

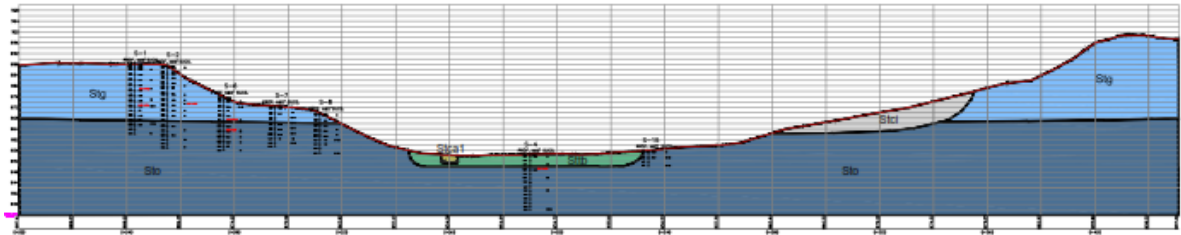
Valor N	Densidad Relativa
0-4	Muy suelto
5-10	Suelto
11-24	Medio denso
25-50	Denso
>50	Muy denso

Tabla 8. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y la consistencia de suelos cohesivos.

Valor N	Consistencia
0-1	Muy blando
2-4	Blando
5-8	Medio Firme
9-15	Firme
16-30	Muy firme

31-60	Rígido
>60	Muy rígido

Figura 23. Perfil geotécnico.



El Miembro Gravoso se caracteriza por ser un deposito matriz soportado, constituido por gravas de arenisca principalmente embebidos en matriz arenosa-lodosa, en la zona presenta un espesor de 18 metros, su índice de plasticidad varía entre 8% y 12%, contenido de finos entre 10% y 30%, las muestras presentan humedad natural de 20% en promedio, y una densidad relativa medio densa a densa según la tabla 7, se hizo ensayo de corte directo a las muestras de tomadas a 12.5 metros, 6 metros y 15 metros de profundidad de los sondeos 1, 2 y 16 , dando como resultado un ángulo de fricción entre 28° y 40° y una cohesión de 30 a 40 Kpa , el mecanismo de falla se daría en la matriz. (Ver anexo H).

El Miembro Órganos constituye la base de la secuencia estratigráfica de la zona, se caracteriza por presentar índice de plasticidad entre 16% y 18%, limite liquido de 30% en promedio, el contenido de finos varía de acuerdo a la profundidad presentándose valores hasta de 58% en contenido, densidad relativa densa según la tabla 7, se hizo ensayo de corte directo a las muestras tomadas a 9.5 metros de profundidad de los sondeos 9 y 10, dando como resultado un ángulo de fricción de 32° a 38° y una cohesión de 20 Kpa , de este modo el mecanismo de falla estaría

controlado por la matriz de textura lodosa-arenosa, puesto que allí es donde los materiales presenta menor resistencia.(Ver anexo H).

Los depósitos de Terrazas Bajas localizados en la parte central de la zona de estudio, presenta un espesor de hasta 6 metros de profundidad, conformados por materiales aluviales recientes, estos materiales presentan un índice de plasticidad entre 8% y 12%, contenido de finos en promedio de 50%, de acuerdo a la tabla 7 presenta una consistencia de blanda a firme, según el ensayo de corte directo presenta un ángulo de fricción de 38° y cohesión de 40 Kpa, en cuyo caso de darse la rotura se daría en la matriz de este depósito. (Ver anexo H).

Los depósitos de Coluvión Inactivos, corresponden a masas heterogéneas y caóticas de tipo matriz soportado, presentan un espesor en promedio de 9 metros de profundidad, estos materiales se caracterizan por presentar un índice de plasticidad de 8% en promedio, el contenido de finas varía dependiendo de la profundidad, así hacia el tope presenta hasta 40% a la base disminuye hasta ser nulo, conforme a la tabla 7 la densidad relativa de estos materiales es medio denso, de acuerdo al ensayo de corte directo el ángulo de fricción se presenta a 40° y una cohesión de 0 Kpa. (Ver anexo H).

7. CONCLUSIONES

En la zona de estudio se pudo reconocer diferentes materiales geológicos, pertenecientes a la Formación Bucaramanga, los cuales pertenecen a un ambiente sedimentario de abanicos superpuestos, han sido expuestos debido a la acción de las aguas de la Quebrada la Iglesia y de sus vertientes.

Hacia la parte alta de la zona estudiada afloran materiales del Miembro Gravoso, los cuales presentan un espesor promedio de 18 metros, se caracterizan por ser un depósito de materiales conglomeráticos de tipo matriz soportado, consistencia media y baja cohesión, generalmente presentan morfología suave.

En la parte media se localizan materiales del Miembro Órganos, constituidos por bloques y cantos redondeados a subredondeados de arenisca cuarzosa, plutonitas y limolitas rojizas a violáceas, embebidos en matriz arcillosa, fácilmente erodable en surcos, cárcavas, y desarrollo de zonas de bad-lands localizadas al sur de la cancha del barrio Nueva Granada.

En la parte baja se encuentran depósitos de Terraza Baja con un espesor de hasta 6 metros, constituidos por materiales de gravas y bloques de alta esfericidad; en la parte central se presentan materiales de cauce activo correspondientes a los sedimentos que actualmente son conducidos por la acción de las aguas de la quebrada.

Adicionalmente se encuentran depósitos de coluvión de hasta 9 metros, caracterizados por presentar una estructura muy heterogénea y caótica, de tipo matriz soportado principalmente, se han generado por acción de las lluvias, la gravedad y la pendiente ya que éstos generalmente se localizan en zonas de ladera abrupta a escarpada, se asocian principalmente a los miembros órganos y gravoso.

Geomorfológicamente las unidades más representativas de la zona por su extensión corresponden a unidades de origen denudacional, las cuales se localizan hacia las periferias del sector estudiado.

Los materiales que presentan movimientos en masa, es decir, para los Miembros Órganos y Gravoso, se determinó según los ensayos de corte directo que el ángulo de fricción varían entre 28° y 41° , manifestándose de este modo que el mecanismo de falla se daría en la matriz de estos materiales puesto que es allí en donde las condiciones son de menor resistencia.

De acuerdo a los análisis de amenaza se pudo determinar un nivel de amenaza bajo en la zona donde será ejecutada la obra en condiciones estáticas, sin embargo en condiciones seudo – estáticas la amenaza pasa a ser alta, por lo que para mitigar esto, se recomienda la implementación de drenes de penetración en la parte baja de la ladera para abatir los niveles freáticos y aumentar los esfuerzos efectivos sobre la masa de suelo inestable.

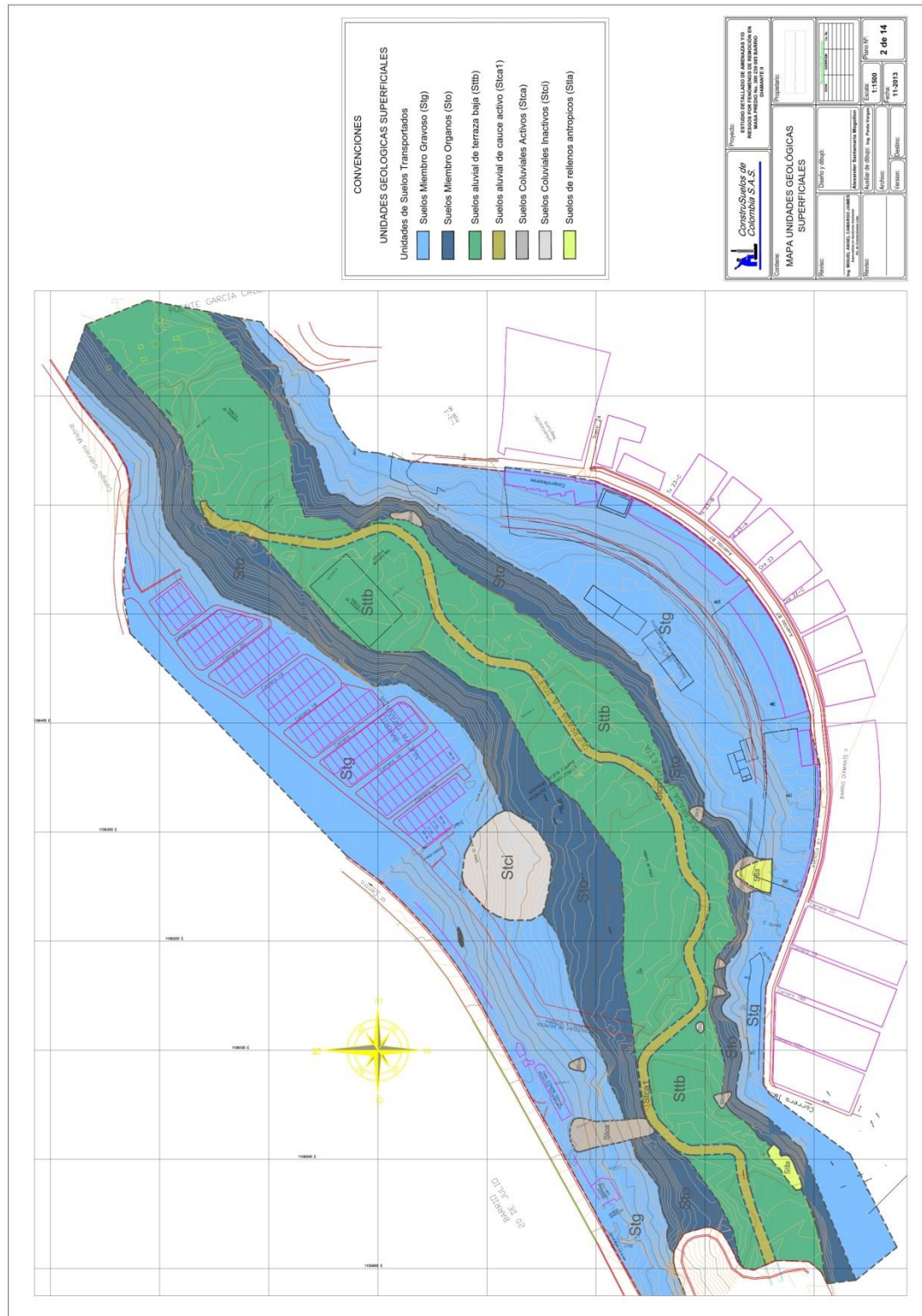
BIBLIOGRAFIA

- Alarcon A., Anaya F. 2001. Zonificación De Amenaza Por Movimientos En Masa De Algunas Laderas De Los Municipios De Bucaramanga, Floridablanca, Girón Y Piedecuesta. CDMB, INGEOMINAS.
- Carvajal H., Cortes R., Romero B., Olarte J., Calderon Y., 2004. Proyecto Compilacion levantamiento de la información Geomecánica, INGEOMINAS.
- CDMB. 2005. Normas técnicas para el control de erosión y para la realización de estudios geológicos, geotécnicos e hidrológicos.
- Chacon J, Irigary C, Fernandez T, El Hamundi. 2006. Engineering geology maps: landslides and geographical information systems. Bulletin of Engineering Geology and the Environment.
- Clavijo J., Royero J., 2001, Mapa geológico Generalizado de Santander: Memoria Explicativa, INGEOMINAS.
- Comision Asesora Permanente Para El Regimen De Construcciones Sismo Resistentes. 2010. Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistente NSR-10.

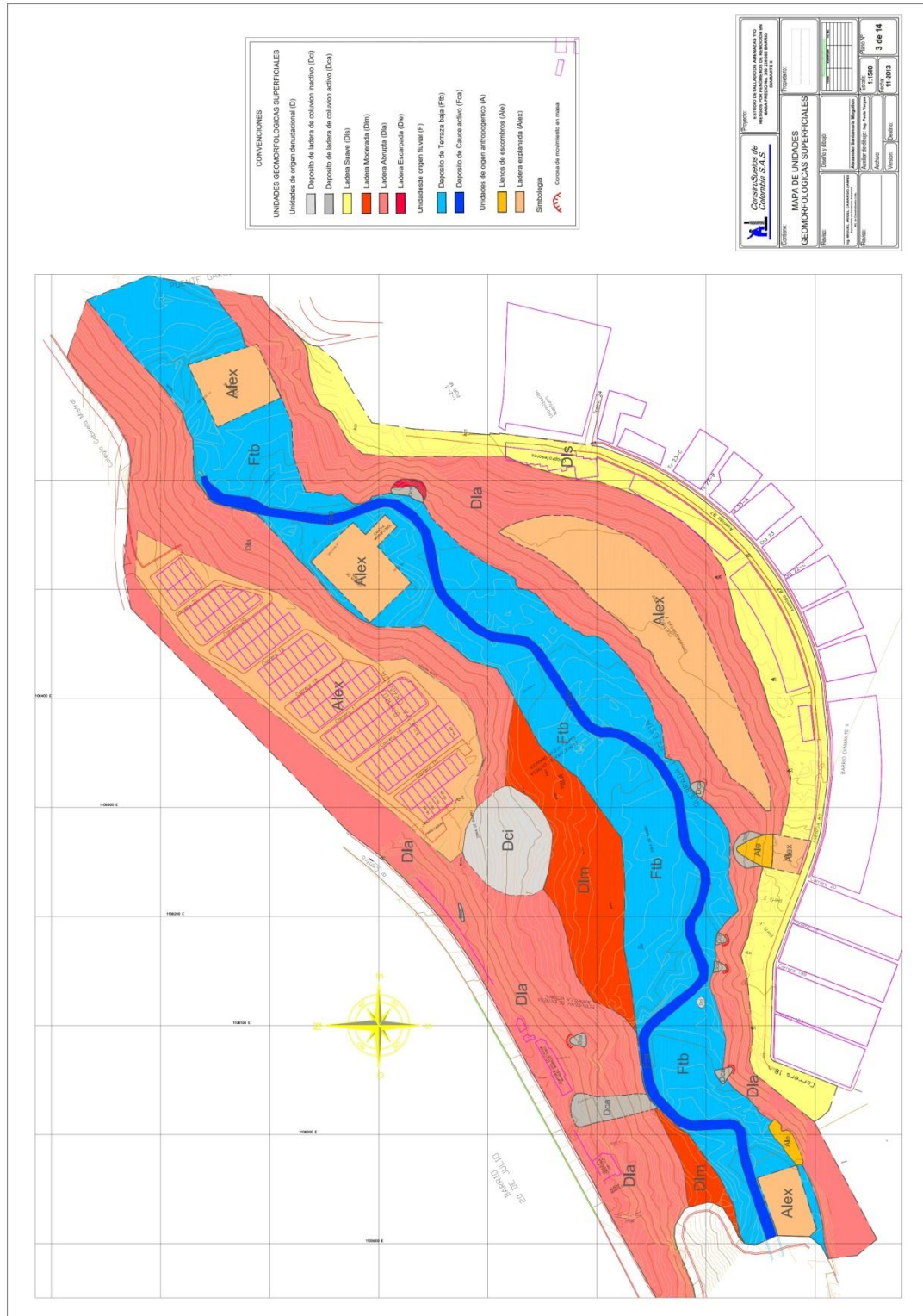
- Cruden M., Varnes D., 1996. Landslides types and processes In Landslides: Investigation and Mitigation. Special Report 286. Transportation research board.
- Nuñez T., Calvache M., Ruiz G. 2005 . Zonificación De Amenaza Por Movimientos En Masa De Algunas Laderas De Los Municipios De Bucaramanga, Floridablanca, Girón Y Piedecuesta. CDMB, INGEOMINAS.
- Suarez Dias Jaime. 1998. Deslizamientos y estabilidades de taludes en zonas tropicales. Ediciones UIS, Bucaramanga.
- Van Zuidam R., 1986. Aerial Photo Interpretation in terrain analysis and geomorphical mapping. International Institute for aerospace Survey and Earth Science. ITC. Smits Publishers. The Hague. The Netherlands.
- Ward, D.E., Goldsmith, R., Jimeno, A., Cruz, J., Restrepo, H. & Gómez, E. 1973. Mapa geológico del Cuadrángulo H-12 Bucaramanga. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.

ANEXOS

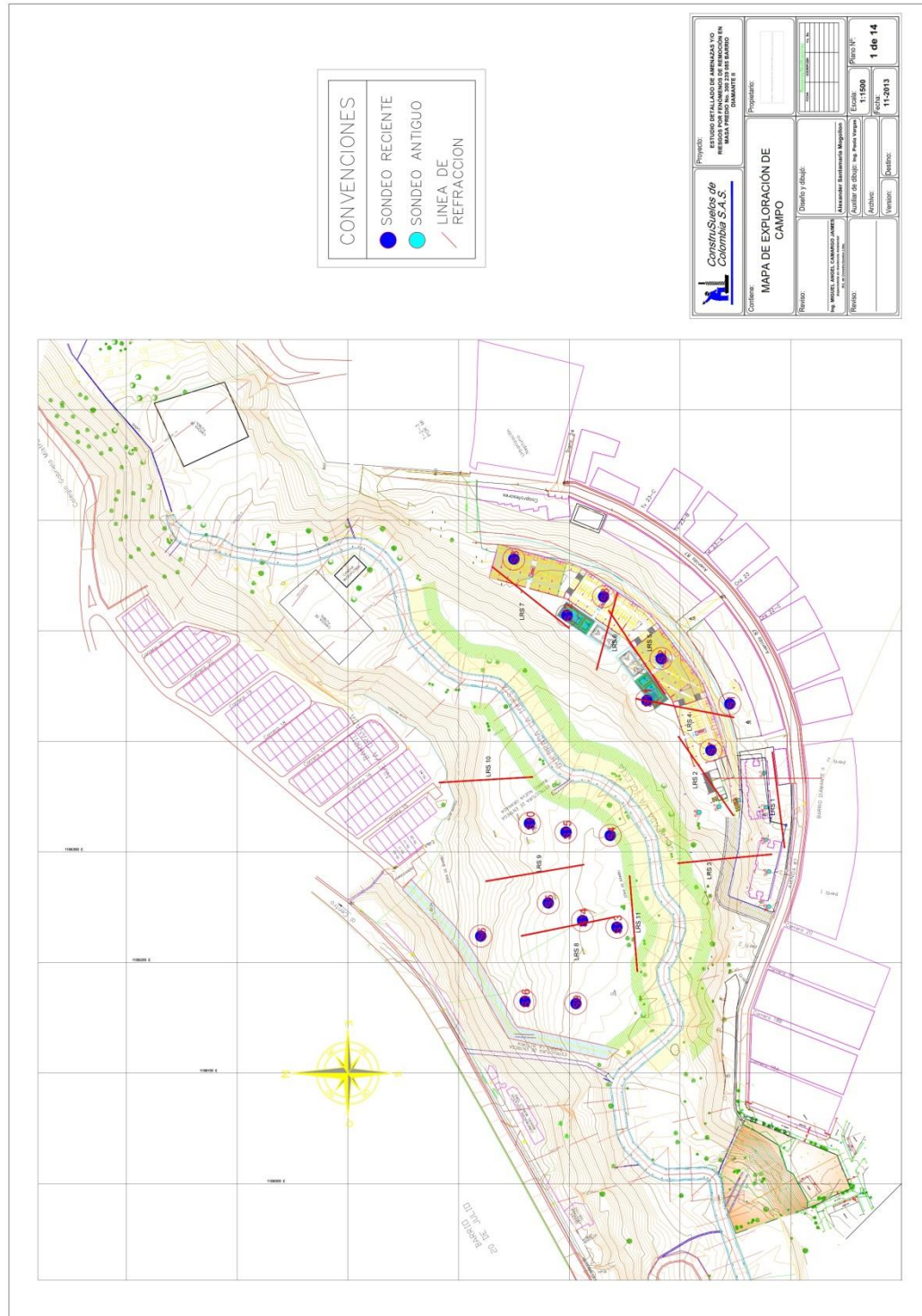
ANEXO A. MAPA DE UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES



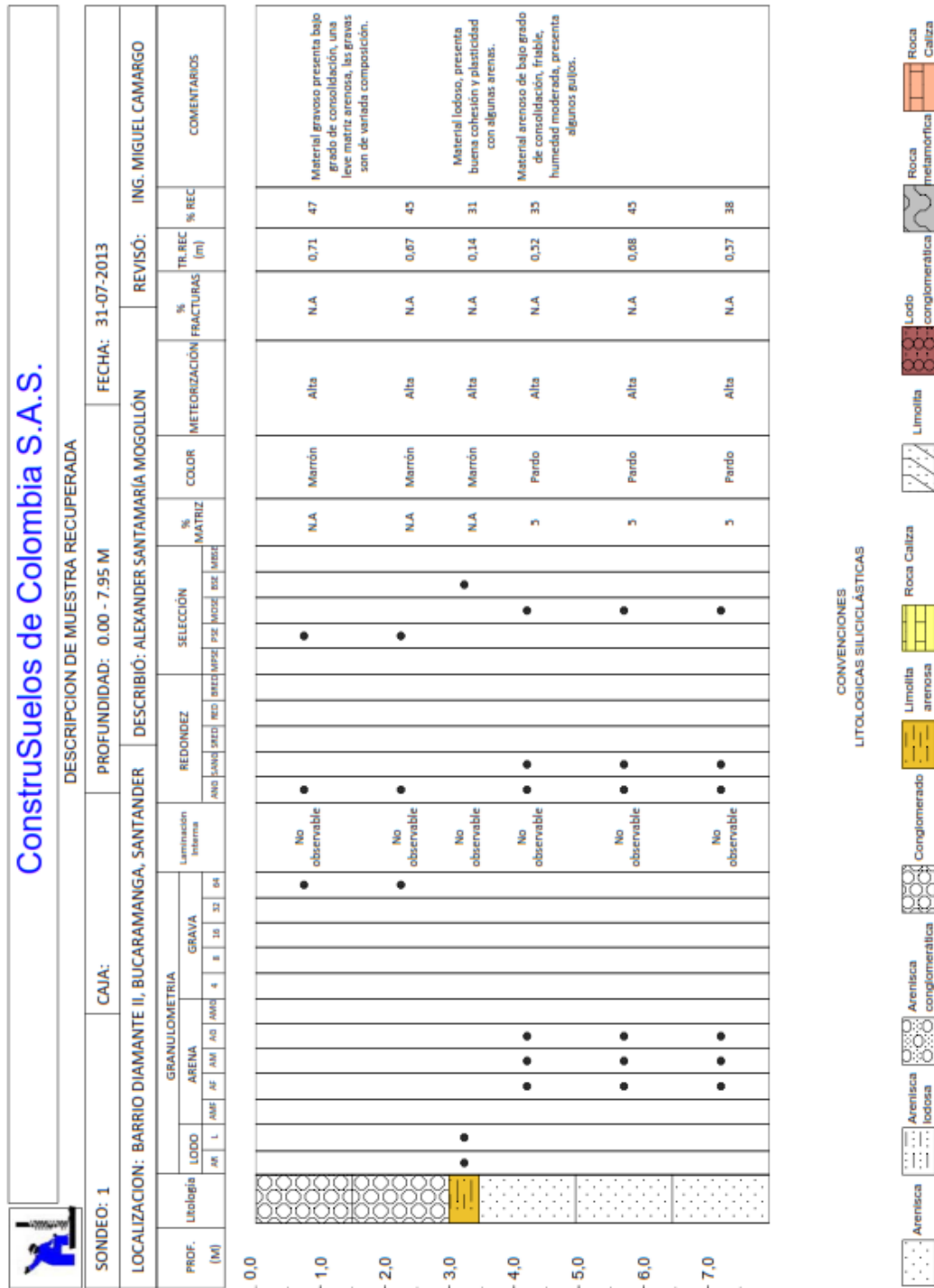
ANEXO B. MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS



ANEXO C PLANO DE UBICACIÓN DE SONDEOS Y LINEAS DE REFRACCION SISMICA



ANEXO D. DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS DE SUELO RECUPERADAS EN LOS SONDEOS DE PERFORACIÓN.



Construsuelos de Colombia S.A.S.



DESCRIPCION DE MUESTRA RECUPERADA

SONDEO: 1		CAJA:		PROFUNDIDAD: 7.95 - 19.95 M		FECHA: 31-07-2013																				
LOCALIZACION: BARRIO DIAMANTE II, BUCARAMANGA, SANTANDER				DESCRIBIÓ: ALEXANDER SANTAMARÍA MOGOLLÓN				REVISÓ: ING. MIGUEL CAMARGO																		
PROF. (M)	Litología	GRANULOMETRIA										Luminisción Interna	REDONDEZ	SELECCIÓN		% MATRIZ	COLOR	METEORIZACIÓN	% FRAGTURAS	TR. REC (m)	% REC	COMENTARIOS				
		LODO		ARENA		GRAVA		AND	SAND	SPED	RED			BRED	MPSE								PSE	MOSE	BSE	MBSE
		AR	L	AMS	AS	AM	AG																			

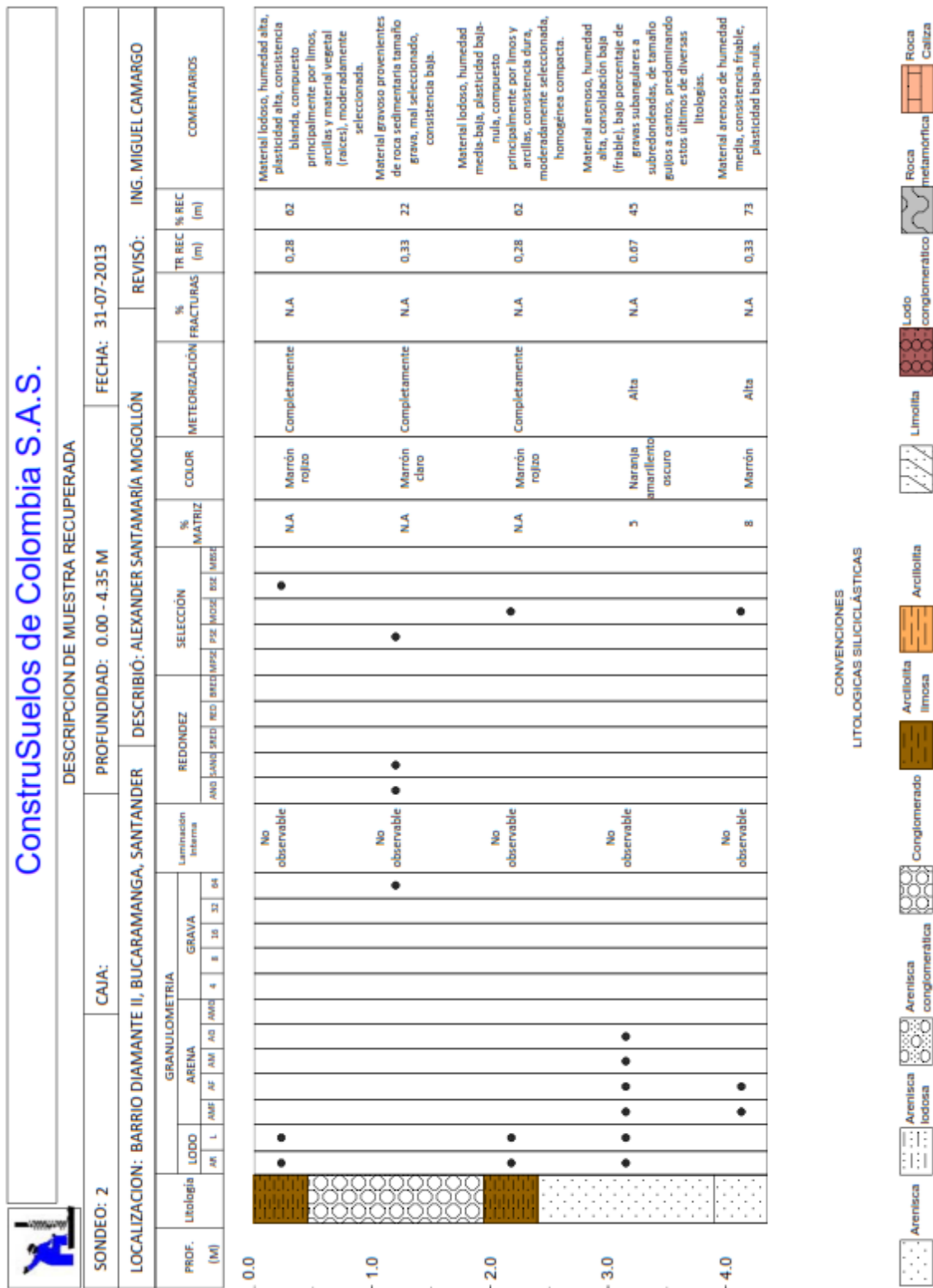
8,0																								
9,0																								
10,0																								
11,0																								
12,0																								
13,0																								
14,0																								
15,0																								
16,0																								
17,0																								
18,0																								
19,0																								

Material arenoso con bajo grado de consolidación, friable, humedad moderada, presenta algunas gravas de variada composición, cuarzo, plagioclasas y micas.

CONVENCIONES LITOLÓGICAS SILICLÁSTICAS



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.





ConstruSuelos de Colombia S.A.S.

DESCRIPCION DE MUESTRA RECUPERADA

SONDEO: 2

CAJA:

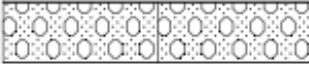
PROFUNDIDAD: 13.80 - 20.00 M

FECHA: 31-07-2013

LOCALIZACION: BARRIO DIAMANTE II, BUCARAMANGA, SANTANDER

DESCRIBIÓ: ALEXANDER SANTAMARÍA MOGOLLÓN

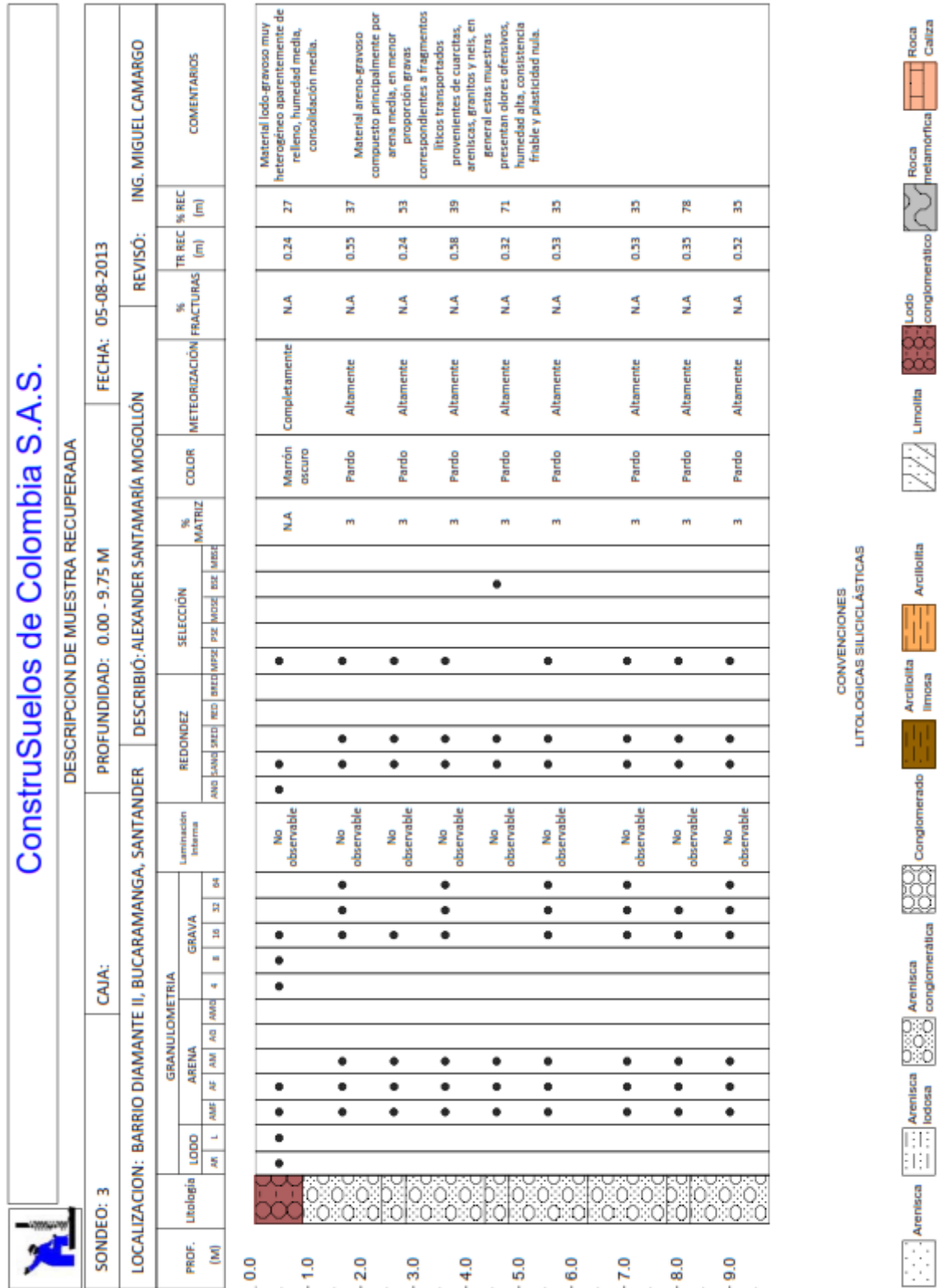
REVISÓ: ING. MIGUEL CAMARGO

PROF. [M]	Litología	GRANULOMETRIA										Luminación Infra	REDONDEZ						SELECCIÓN						% MATRIZ	COLOR	METEORIZACIÓN FRACTURAS	% TR REC [m]	COMENTARIOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		LODO		ARENA		GRAVA							ANG		SAND		SKED	RED	BRED	MPSE	PSE	MODE	SIZE	MBSE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		AR	L	AMF	AF	AM	AO	AMG	4	8	16		32	64																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
- 14.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

CONVENCIONES
LITOLÓGICAS SILICILÁSTICAS



Sondeo 3



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.

DESCRIPCION DE MUESTRA RECUPERADA

SONDEO: 3

CAJA:

PROFUNDIDAD: 9.75 - 20.20 M

FECHA: 05-08-2013

LOCALIZACION: BARRIO DIAMANTE II, BUCARAMANGA, SANTANDER

DESCRIBIÓ: ALEXANDER SANTAMARÍA MOGOLLÓN

REVISÓ: ING. MIGUEL CAMARGO

PROF. (M)	Litología	GRANULOMETRIA													COLOR	METEORIZACIÓN	% FRACTURAS	TR REC (m)	% REC (m)	COMENTARIOS				
		LODO		ARENA		GRAVA																		
		AR	L	AMF	AF	AM	AG	AMG	4	8	16	32	64											
		Laminación litológica																						
		REDONDEZ																						
		ANG	SANG	SRED	RED	IBER	MPSE	PSE	MOSE	RSE	MASE	% MATRIZ												
10.0																								
11.0																								
12.0																								
13.0																								
14.0																								
15.0																								
16.0																								
17.0																								
18.0																								
19.0																								
20.0																								

CONVENCIONES
LITOLÓGICAS SILICLÁSTICAS

	Arenisca		Arenisca lodosa		Arenisca conglomerática		Conglomerado		Arcillita limosa		Arcillita		Limolita		Lodo conglomerático		Roca metamórfica		Roca caliza
--	----------	--	-----------------	--	-------------------------	--	--------------	--	------------------	--	-----------	--	----------	--	---------------------	--	------------------	--	-------------

Sondeo 5

Construsuelos de Colombia S.A.S.

DESCRIPCION DE MUESTRA RECUPERADA

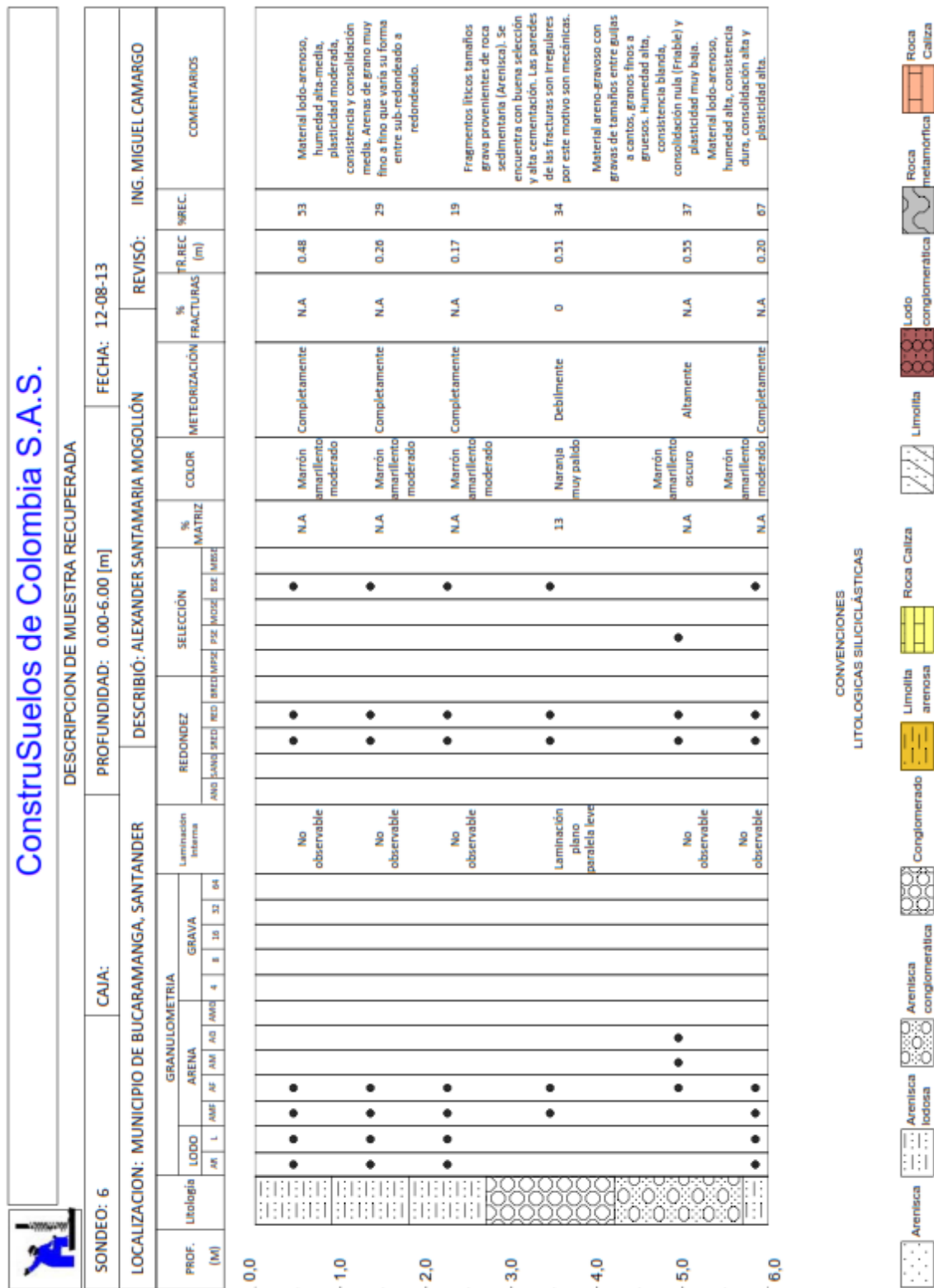
SONDEO: 5			CAJA:			PROFUNDIDAD: 0.00 - 9.20 [m]			FECHA: 20-08-2013											
LOCALIZACION: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER						DESCRIBIO: ALEXANDER SANTAMARIA MOGOLLÓN														
PROF. (M)	Litología	GRANULOMETRIA						Laminación Interna	REDONDEZ	SELECCIÓN			% MATRIZ	COLOR	METEORIZACIÓN FRACTURAS	%	TR.REC (m)	% REC	COMENTARIOS	
		LODO	ARENA			GRAVA	L	S	M	B	S	B	M	B	M	B	M	B		
			AR	L	AME	AF	AM	AO	AA	AS	AB	AS	AB	AS	AB	AS	AB			
0.0																				
1.0																				
2.0																				
3.0																				
4.0																				
5.0																				
6.0																				
7.0																				
8.0																				
9.0																				

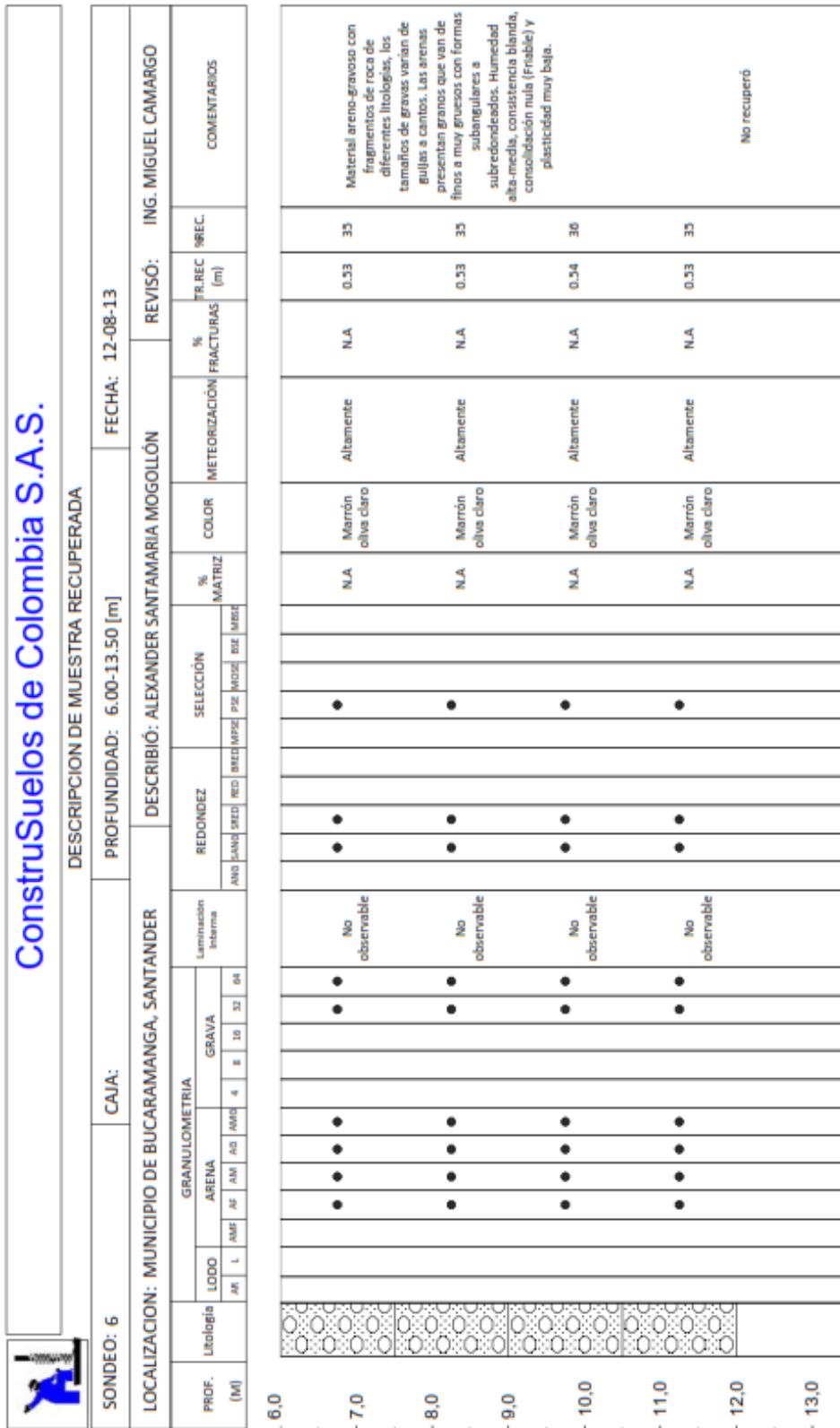
CONVENCIONES

LITOLÓGICAS SILICICLÁSTICAS

									Material no recuperado
--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------------

Sondeo 6

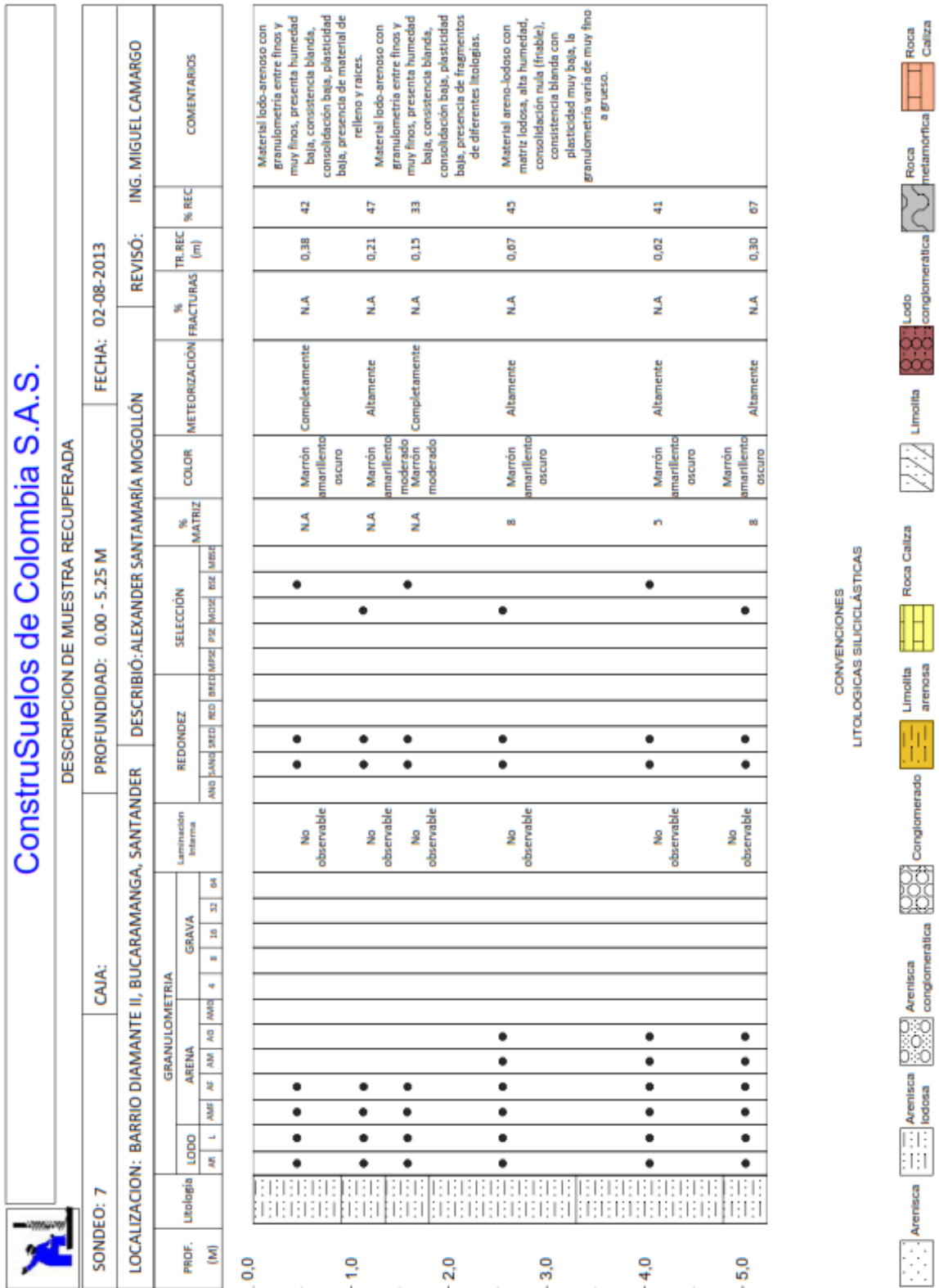




CONVENCIONES
LITOLOGICAS SILICICLASTICAS



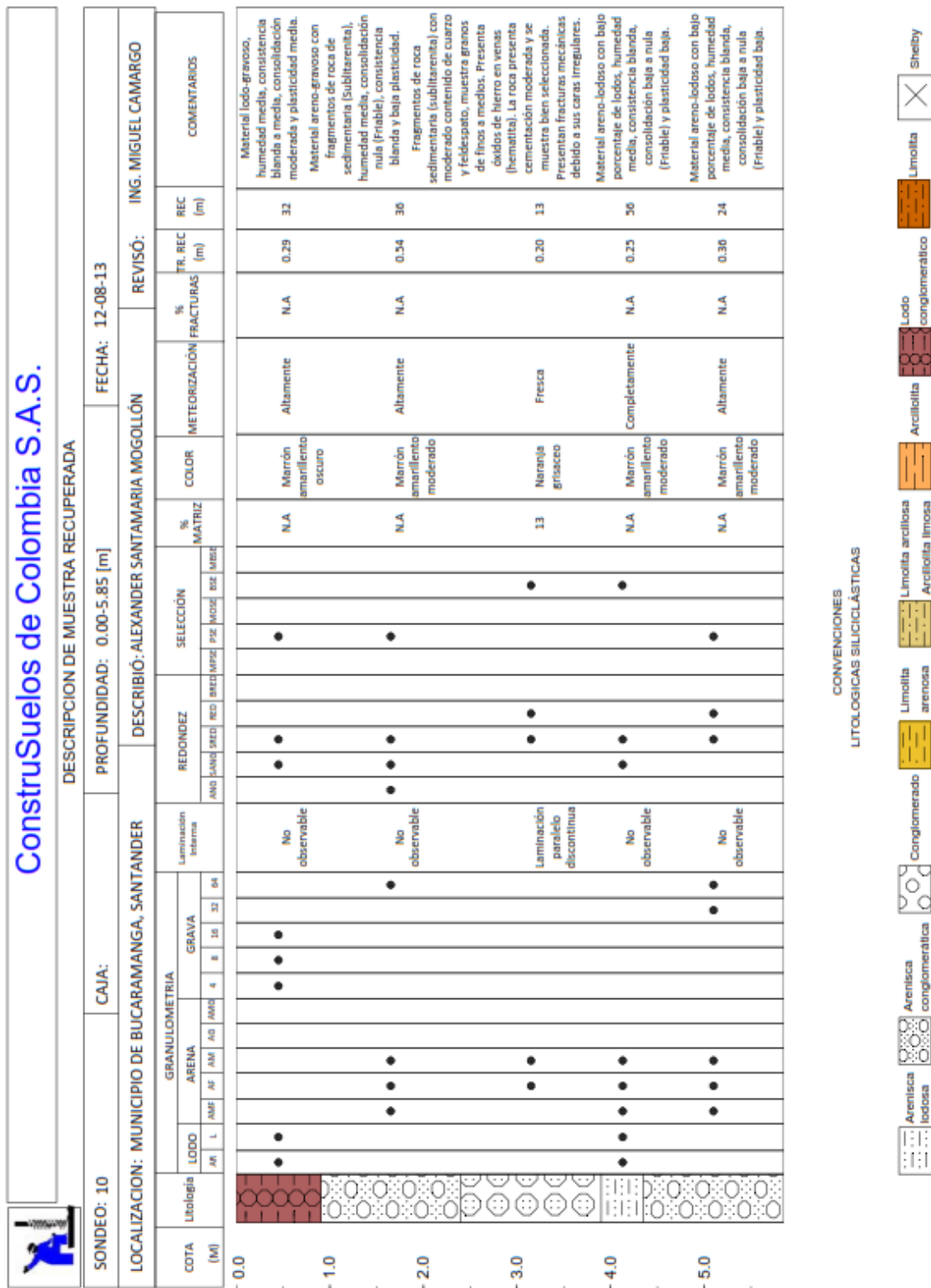
Sondeo 7

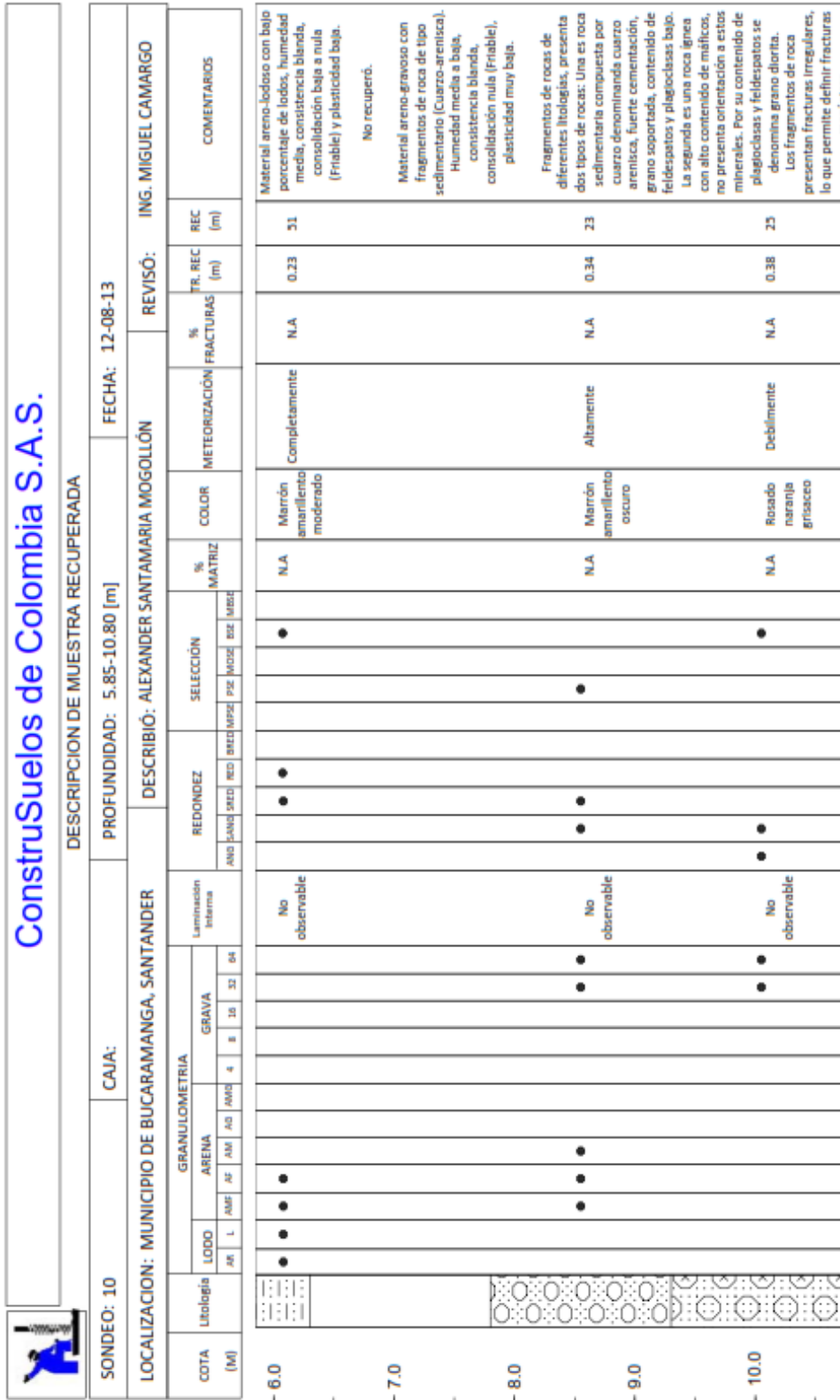


Sondeo 8

[illegible]

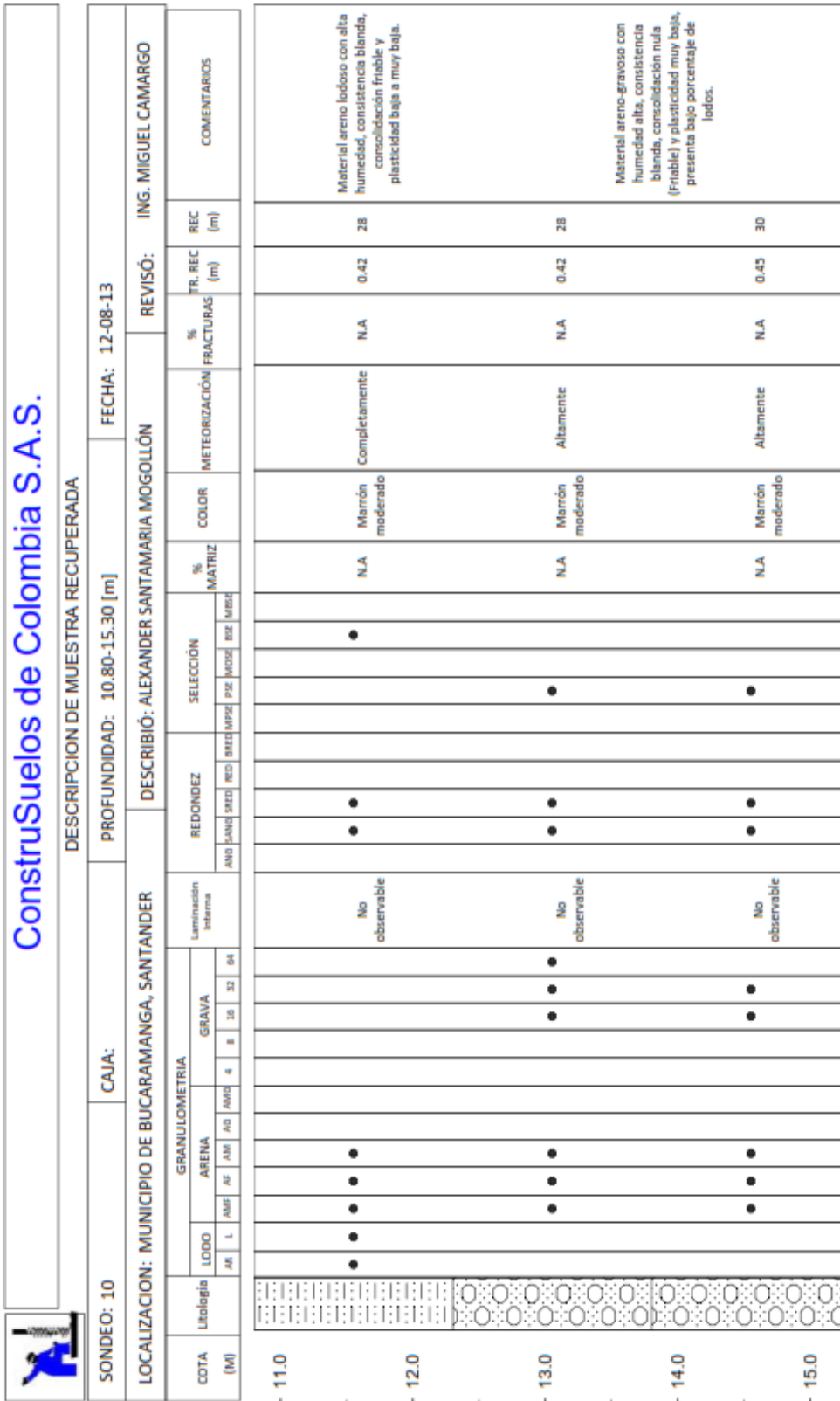
Sondeo 10



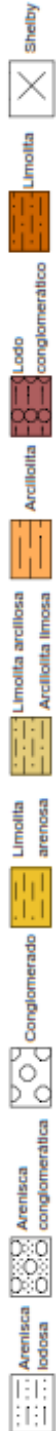


CONVENCIONES
LITOLÓGICAS SILICICLÁSTICAS

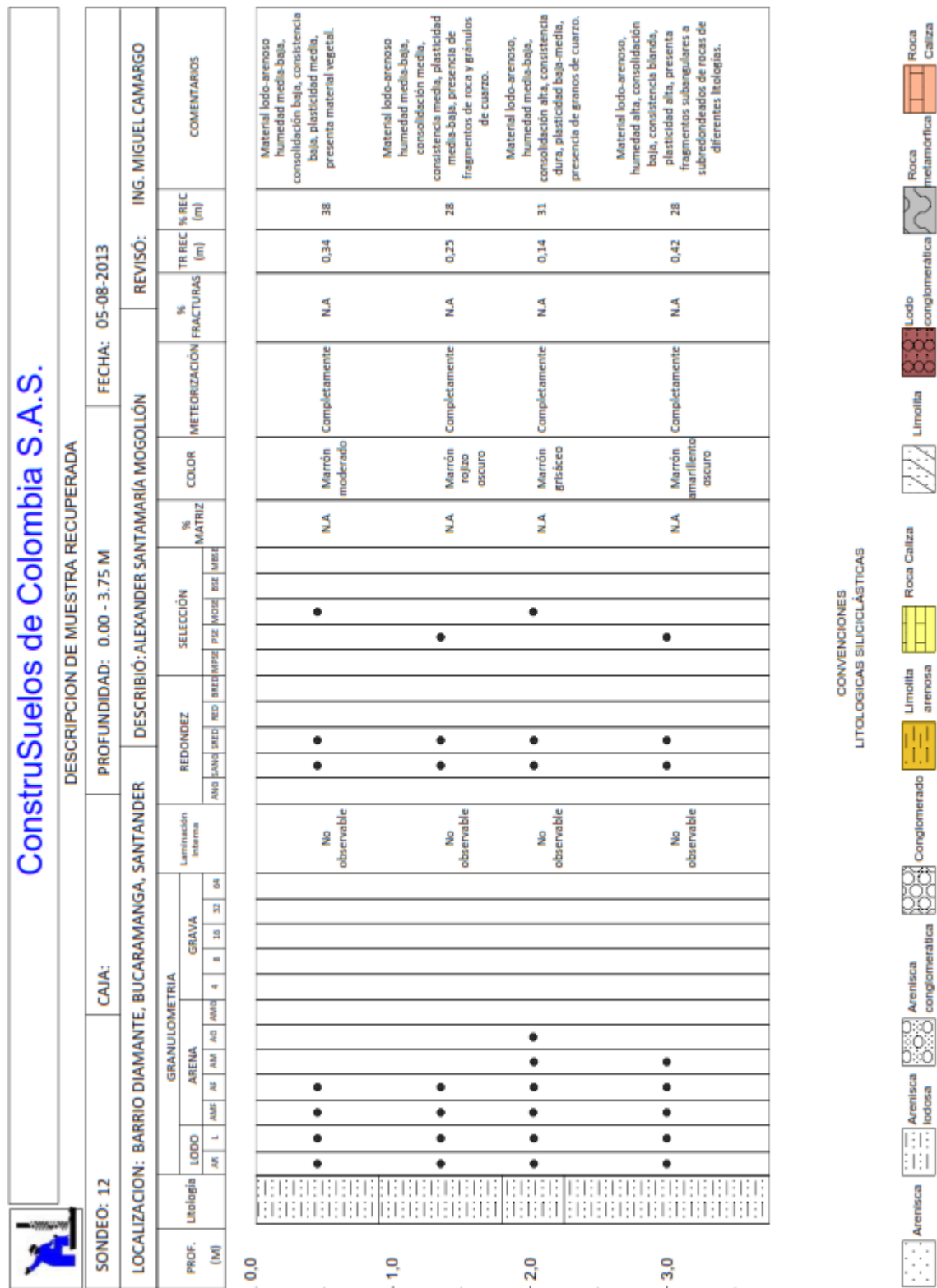




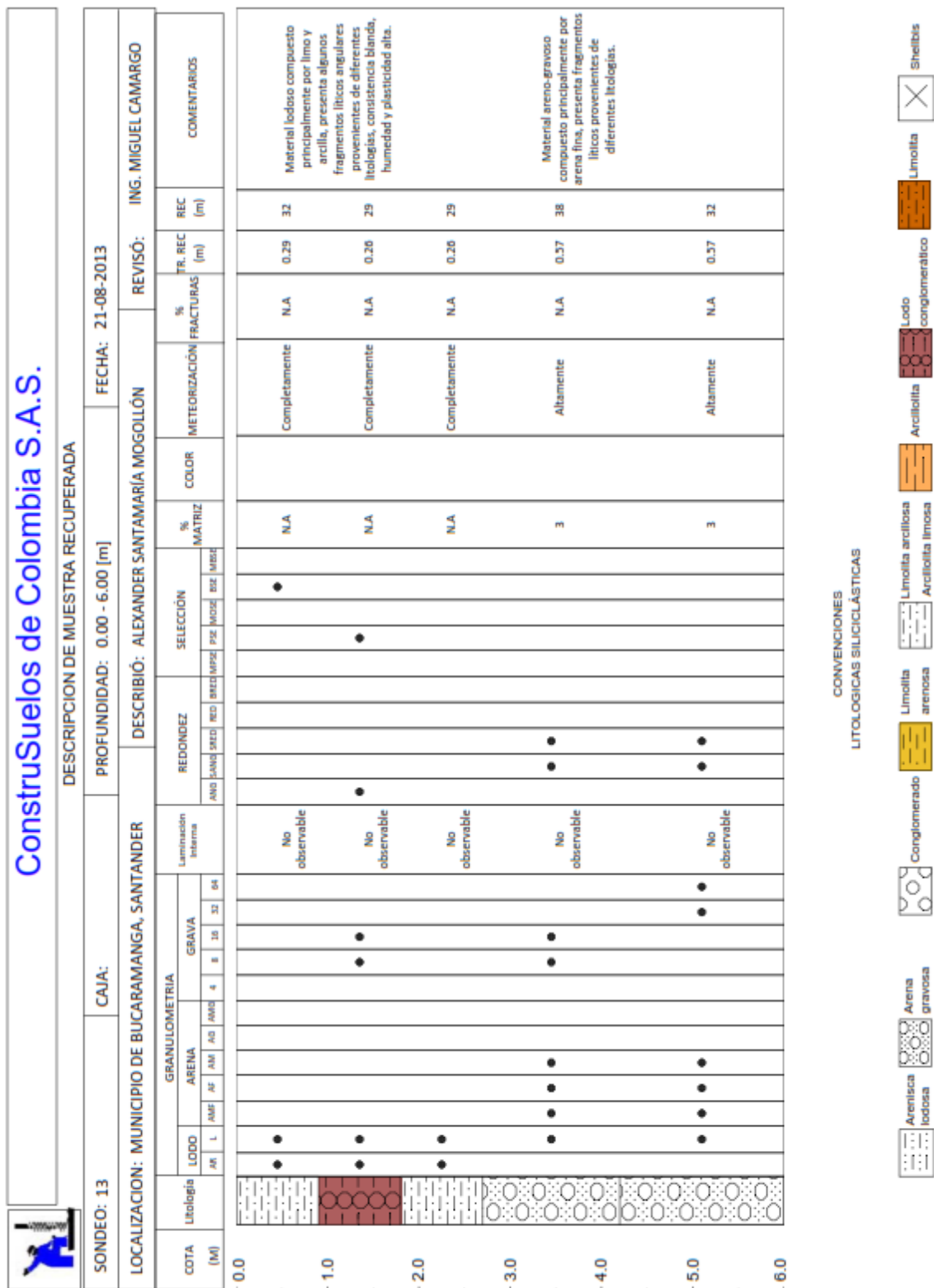
CONVENCIONES
LITOLOGICAS SILICICLÁSTICAS



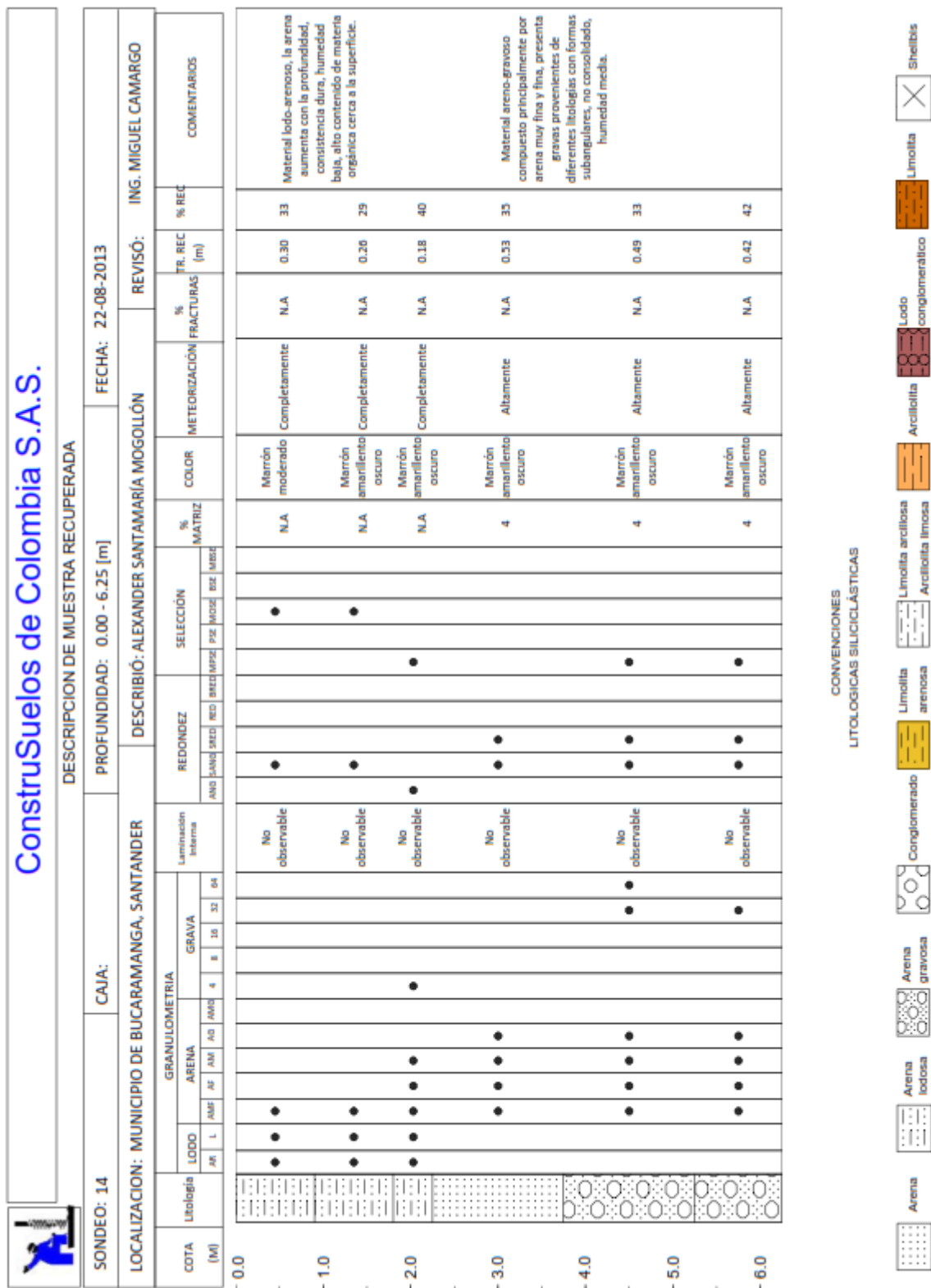
Sondeo 12



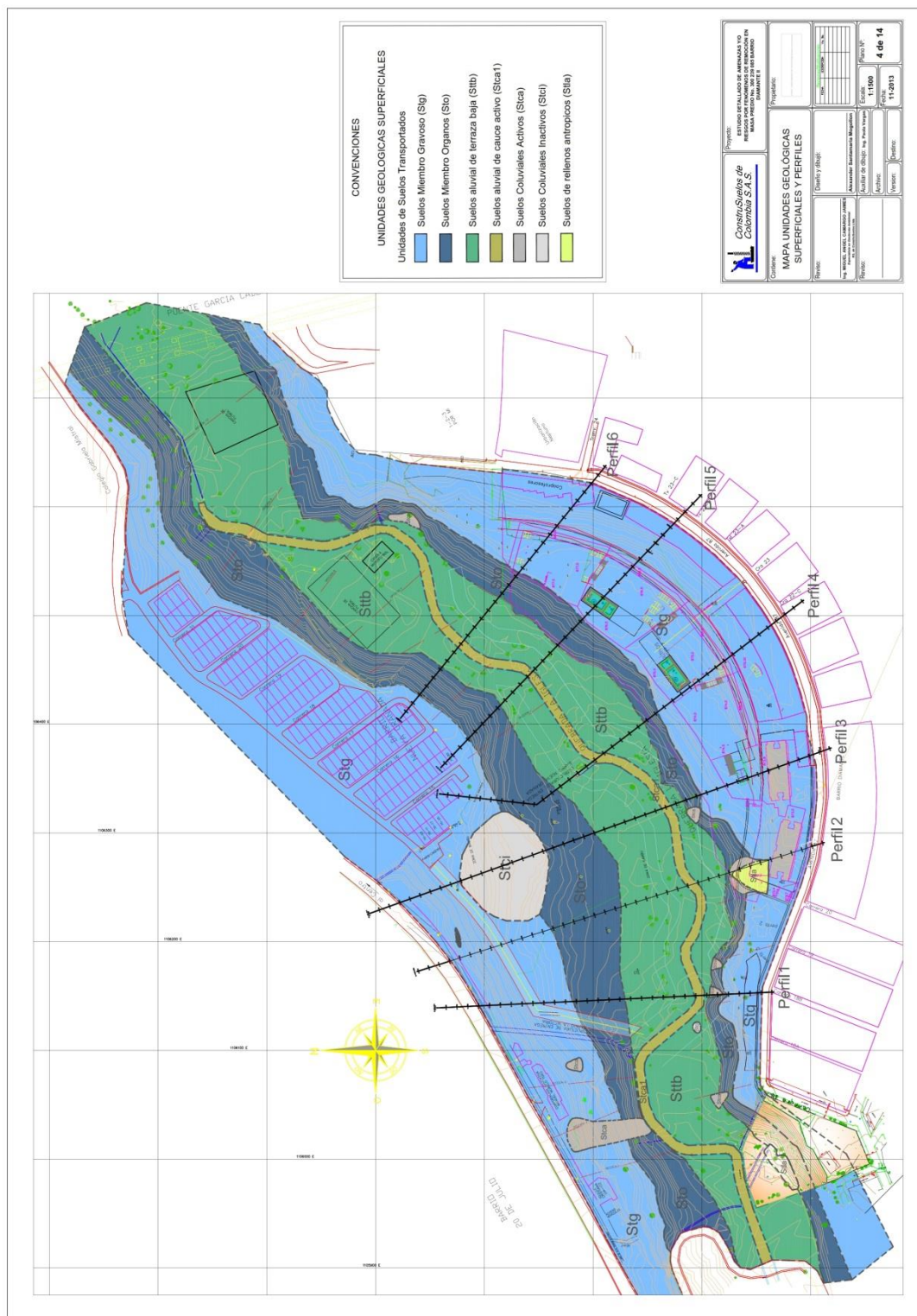
Sondeo 13



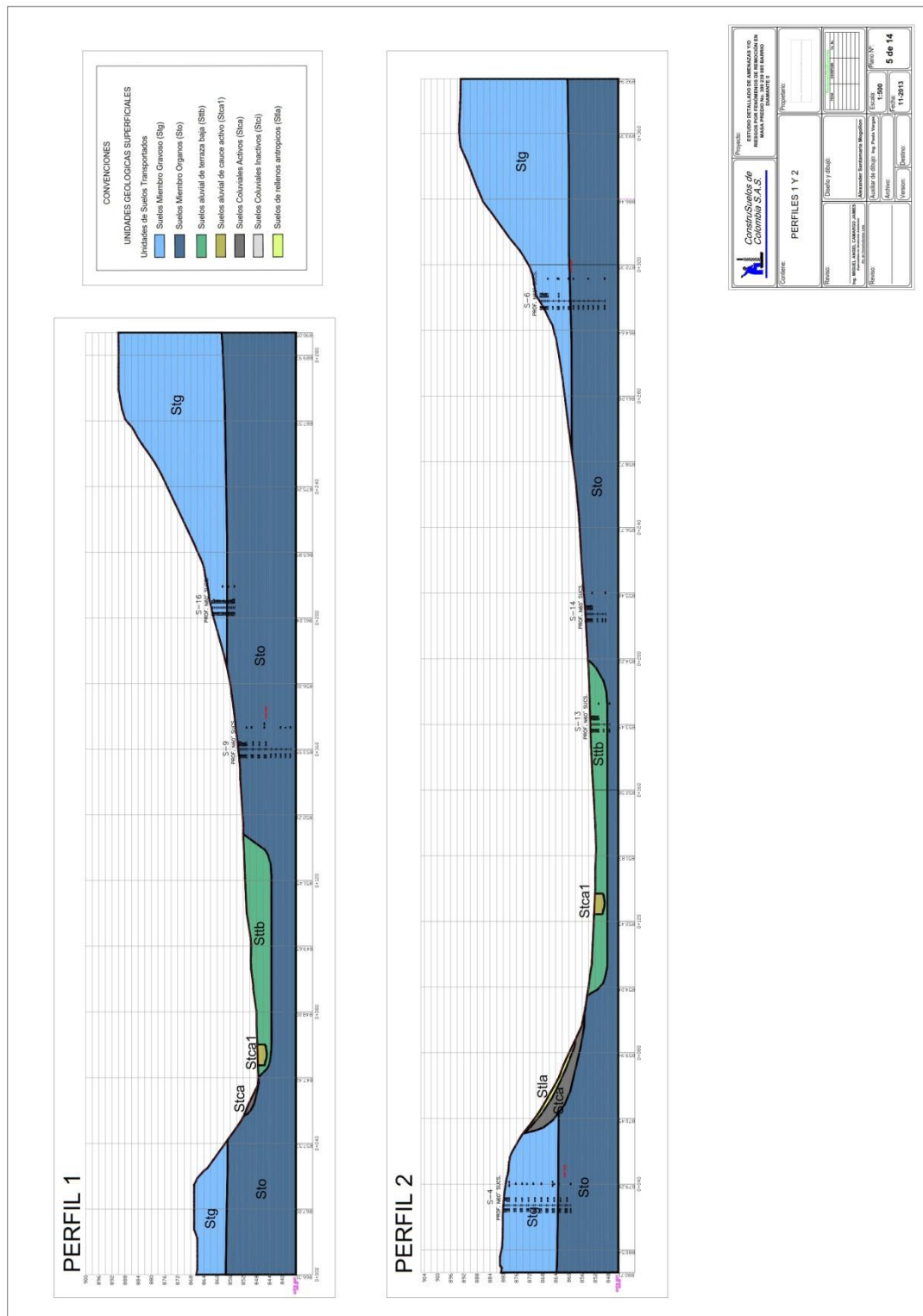
Sondeo 14



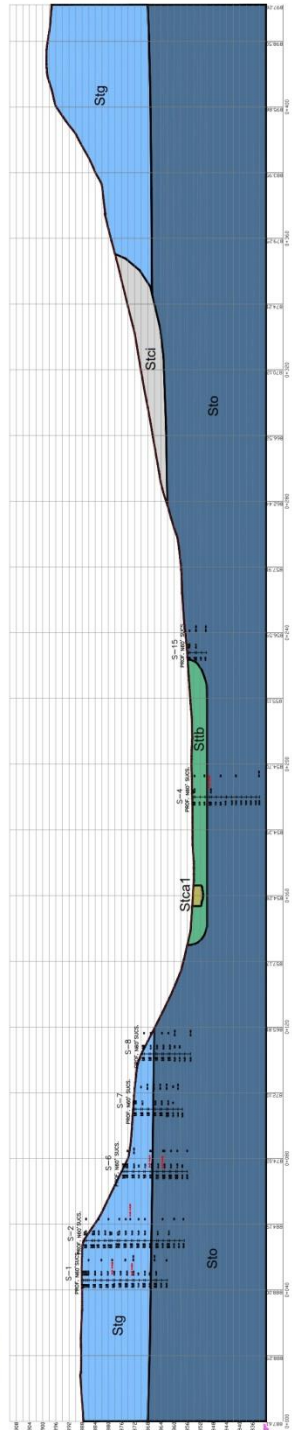
ANEXO E. PLANO CON LA UBICACIÓN DE LOS PERFILES GEOLOGICOS.



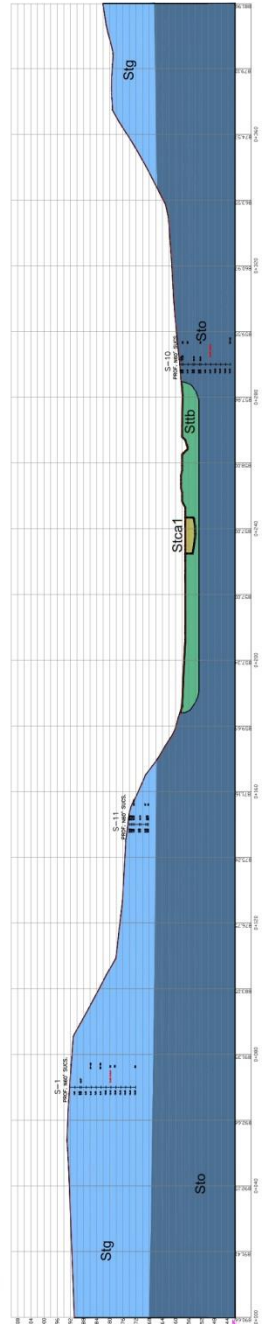
ANEXO F. PERFILES GEOLOGICOS Y SU RELACION CON LOS SONDEOS.



PERFIL 3



PERFIL 4



CONVENCIONES

UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES

Unidades de Suelos Transportados

Stg	Suelos Miembro Gravelo (Stg)
Stc1	Suelos Miembro Gravelo (Stc1)
Stb	Suelos Miembro Gravelo (Stb)
Stc2	Suelos Miembro Gravelo (Stc2)
Stc3	Suelos Miembro Gravelo (Stc3)
Stc4	Suelos Miembro Gravelo (Stc4)
Stc5	Suelos Miembro Gravelo (Stc5)
Stc6	Suelos Miembro Gravelo (Stc6)
Stc7	Suelos Miembro Gravelo (Stc7)
Stc8	Suelos Miembro Gravelo (Stc8)
Stc9	Suelos Miembro Gravelo (Stc9)
Stc10	Suelos Miembro Gravelo (Stc10)
Stc11	Suelos Miembro Gravelo (Stc11)
Stc12	Suelos Miembro Gravelo (Stc12)
Stc13	Suelos Miembro Gravelo (Stc13)
Stc14	Suelos Miembro Gravelo (Stc14)
Stc15	Suelos Miembro Gravelo (Stc15)
Stc16	Suelos Miembro Gravelo (Stc16)
Stc17	Suelos Miembro Gravelo (Stc17)
Stc18	Suelos Miembro Gravelo (Stc18)
Stc19	Suelos Miembro Gravelo (Stc19)
Stc20	Suelos Miembro Gravelo (Stc20)
Stc21	Suelos Miembro Gravelo (Stc21)
Stc22	Suelos Miembro Gravelo (Stc22)
Stc23	Suelos Miembro Gravelo (Stc23)
Stc24	Suelos Miembro Gravelo (Stc24)
Stc25	Suelos Miembro Gravelo (Stc25)
Stc26	Suelos Miembro Gravelo (Stc26)
Stc27	Suelos Miembro Gravelo (Stc27)
Stc28	Suelos Miembro Gravelo (Stc28)
Stc29	Suelos Miembro Gravelo (Stc29)
Stc30	Suelos Miembro Gravelo (Stc30)
Stc31	Suelos Miembro Gravelo (Stc31)
Stc32	Suelos Miembro Gravelo (Stc32)
Stc33	Suelos Miembro Gravelo (Stc33)
Stc34	Suelos Miembro Gravelo (Stc34)
Stc35	Suelos Miembro Gravelo (Stc35)
Stc36	Suelos Miembro Gravelo (Stc36)
Stc37	Suelos Miembro Gravelo (Stc37)
Stc38	Suelos Miembro Gravelo (Stc38)
Stc39	Suelos Miembro Gravelo (Stc39)
Stc40	Suelos Miembro Gravelo (Stc40)
Stc41	Suelos Miembro Gravelo (Stc41)
Stc42	Suelos Miembro Gravelo (Stc42)
Stc43	Suelos Miembro Gravelo (Stc43)
Stc44	Suelos Miembro Gravelo (Stc44)
Stc45	Suelos Miembro Gravelo (Stc45)
Stc46	Suelos Miembro Gravelo (Stc46)
Stc47	Suelos Miembro Gravelo (Stc47)
Stc48	Suelos Miembro Gravelo (Stc48)
Stc49	Suelos Miembro Gravelo (Stc49)
Stc50	Suelos Miembro Gravelo (Stc50)
Stc51	Suelos Miembro Gravelo (Stc51)
Stc52	Suelos Miembro Gravelo (Stc52)
Stc53	Suelos Miembro Gravelo (Stc53)
Stc54	Suelos Miembro Gravelo (Stc54)
Stc55	Suelos Miembro Gravelo (Stc55)
Stc56	Suelos Miembro Gravelo (Stc56)
Stc57	Suelos Miembro Gravelo (Stc57)
Stc58	Suelos Miembro Gravelo (Stc58)
Stc59	Suelos Miembro Gravelo (Stc59)
Stc60	Suelos Miembro Gravelo (Stc60)
Stc61	Suelos Miembro Gravelo (Stc61)
Stc62	Suelos Miembro Gravelo (Stc62)
Stc63	Suelos Miembro Gravelo (Stc63)
Stc64	Suelos Miembro Gravelo (Stc64)
Stc65	Suelos Miembro Gravelo (Stc65)
Stc66	Suelos Miembro Gravelo (Stc66)
Stc67	Suelos Miembro Gravelo (Stc67)
Stc68	Suelos Miembro Gravelo (Stc68)
Stc69	Suelos Miembro Gravelo (Stc69)
Stc70	Suelos Miembro Gravelo (Stc70)
Stc71	Suelos Miembro Gravelo (Stc71)
Stc72	Suelos Miembro Gravelo (Stc72)
Stc73	Suelos Miembro Gravelo (Stc73)
Stc74	Suelos Miembro Gravelo (Stc74)
Stc75	Suelos Miembro Gravelo (Stc75)
Stc76	Suelos Miembro Gravelo (Stc76)
Stc77	Suelos Miembro Gravelo (Stc77)
Stc78	Suelos Miembro Gravelo (Stc78)
Stc79	Suelos Miembro Gravelo (Stc79)
Stc80	Suelos Miembro Gravelo (Stc80)
Stc81	Suelos Miembro Gravelo (Stc81)
Stc82	Suelos Miembro Gravelo (Stc82)
Stc83	Suelos Miembro Gravelo (Stc83)
Stc84	Suelos Miembro Gravelo (Stc84)
Stc85	Suelos Miembro Gravelo (Stc85)
Stc86	Suelos Miembro Gravelo (Stc86)
Stc87	Suelos Miembro Gravelo (Stc87)
Stc88	Suelos Miembro Gravelo (Stc88)
Stc89	Suelos Miembro Gravelo (Stc89)
Stc90	Suelos Miembro Gravelo (Stc90)
Stc91	Suelos Miembro Gravelo (Stc91)
Stc92	Suelos Miembro Gravelo (Stc92)
Stc93	Suelos Miembro Gravelo (Stc93)
Stc94	Suelos Miembro Gravelo (Stc94)
Stc95	Suelos Miembro Gravelo (Stc95)
Stc96	Suelos Miembro Gravelo (Stc96)
Stc97	Suelos Miembro Gravelo (Stc97)
Stc98	Suelos Miembro Gravelo (Stc98)
Stc99	Suelos Miembro Gravelo (Stc99)
Stc100	Suelos Miembro Gravelo (Stc100)

Construsuelos de Colombia S.A.S.

Proyecto: **PERFILES 3 Y 4**

Cliente y objeto: **PERFILES 3 Y 4**

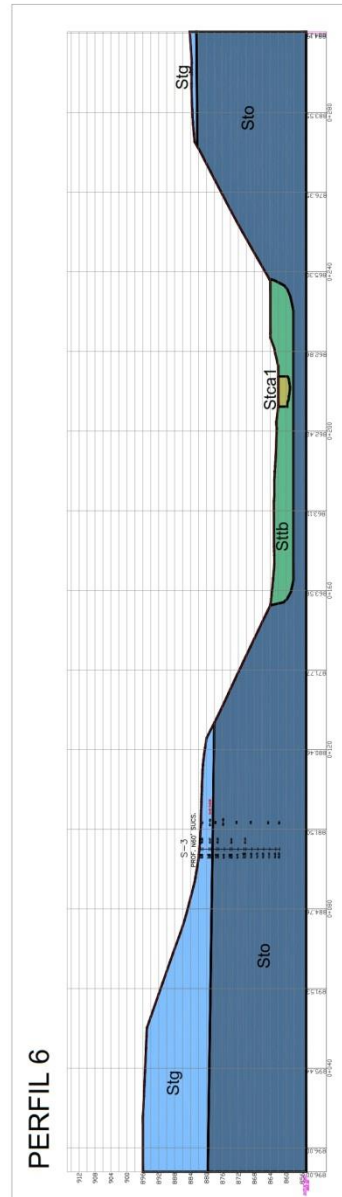
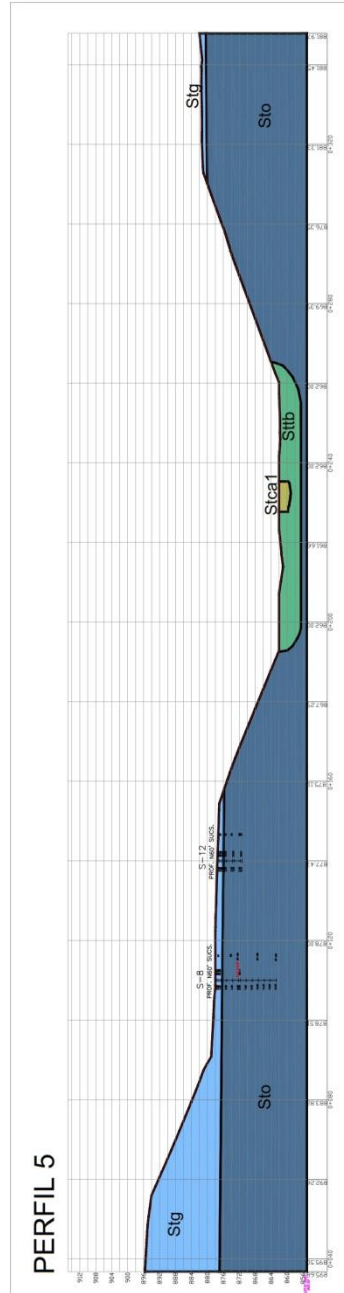
Elaborado por: **CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S.**

Revisado por: **CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S.**

Aprobado por: **CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S.**

Fecha: **6 de 14**

Version: **11-2013**



CONVENCIONES

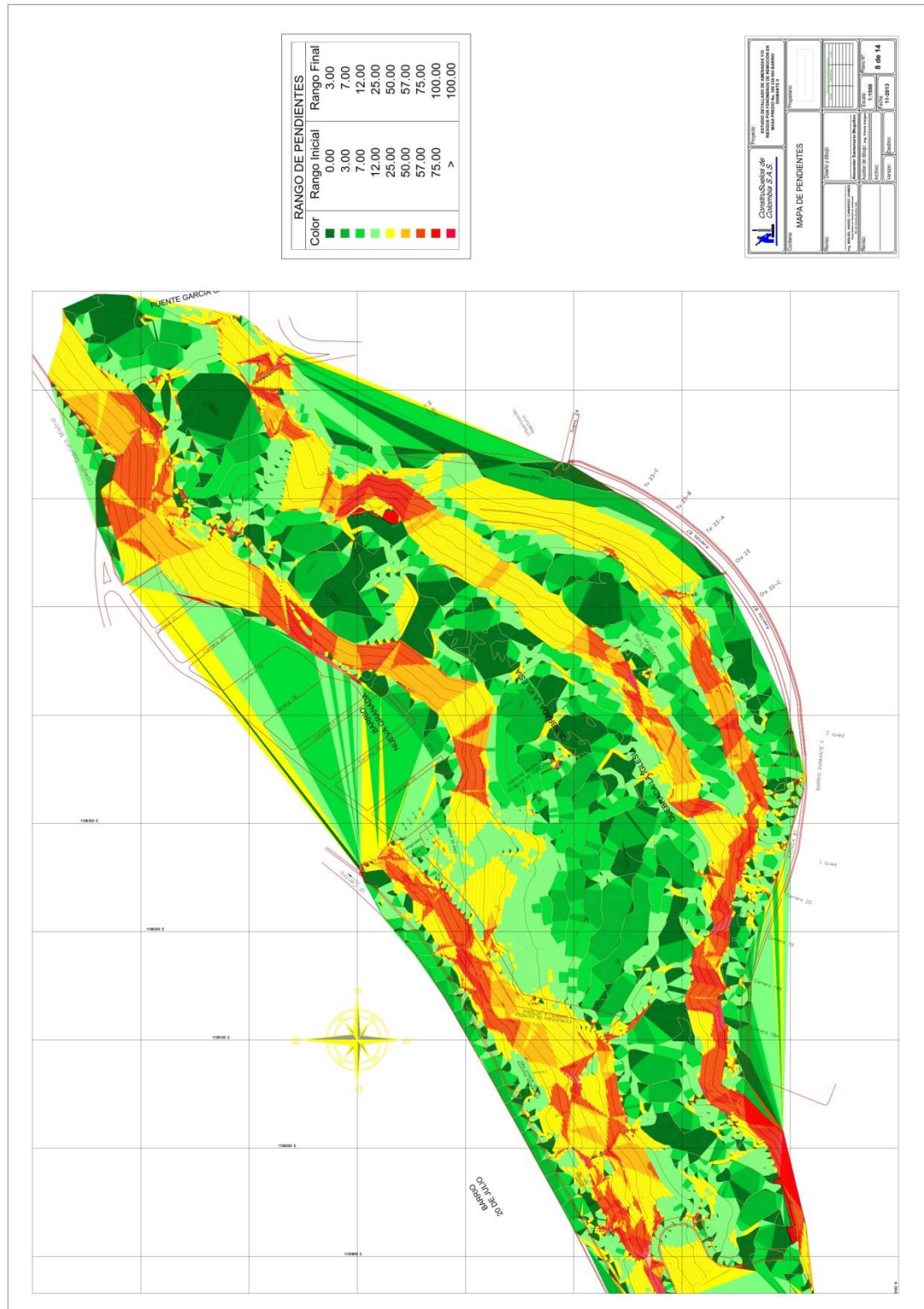
UNIDADES GEOLOGICAS SUPERFICIALES

Unidades de Suelos Transportados

- Suelos Membre Gravooso (Sig)
- Suelos Membre Organos (Slo)
- Suelos aluvial de terraza baja (Sitb)
- Suelos aluvial de cauce activo (Sica1)
- Suelos Coluviales Activos (Sca)
- Suelos Coluviales Inactivos (Sci)
- Suelos de rellenos antropicos (Sta)

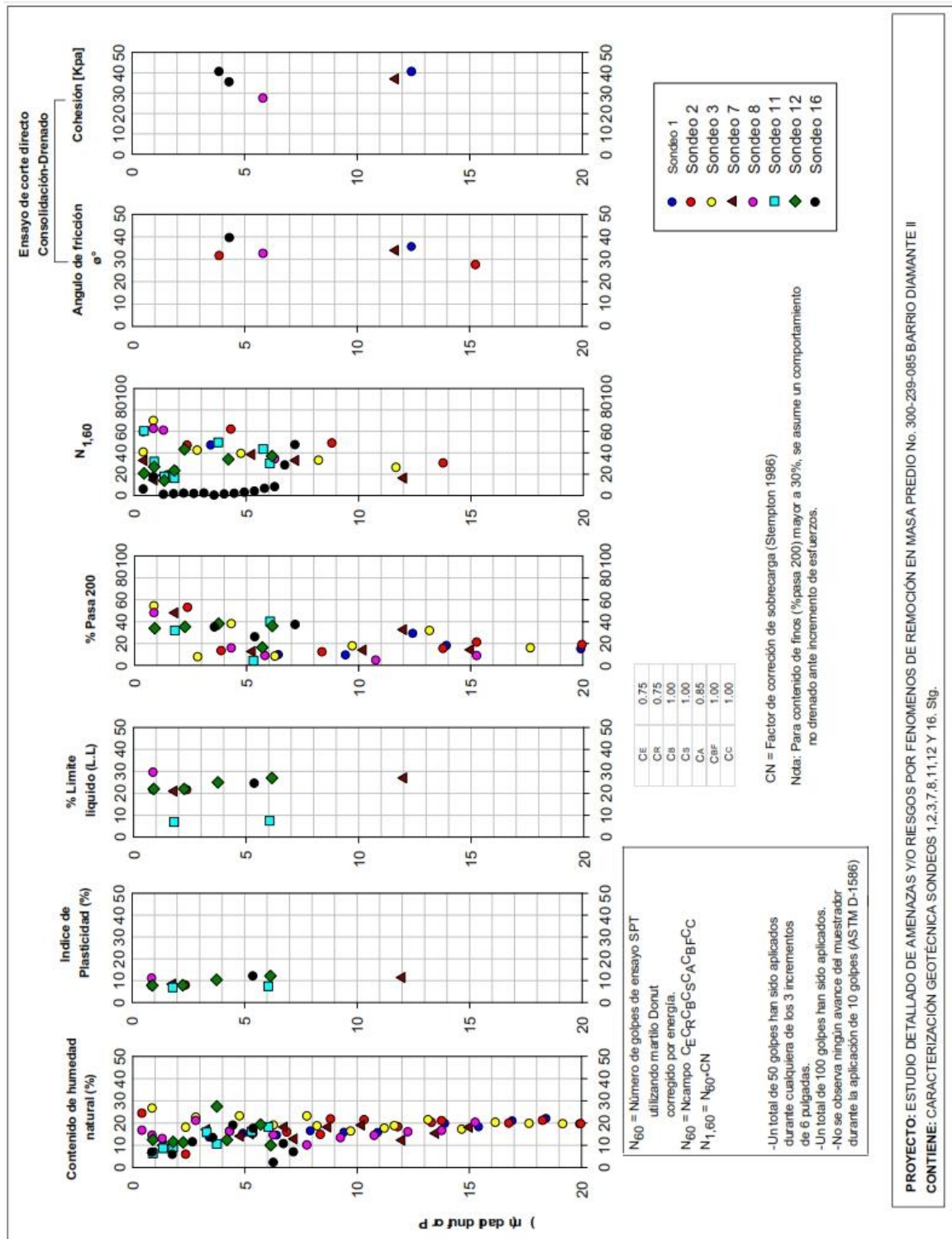
Construsuelos de Colombia S.A.S. Proyecta: SECCION DETALLADA DE AMBITO Y/O SECCION POR PLANOS DE PROYECCION EN PLANO Y SECCION Escala: 1:1000 Fecha: 7 de 14		Proyecto: Cliente y dibujo: Autor: ALVARO SANCHEZ MORALES Revisor: ALVARO SANCHEZ MORALES Fecha de revisión: 11-2013 Versión:
---	--	---

ANEXO G. MAPA DE PENDIENTES

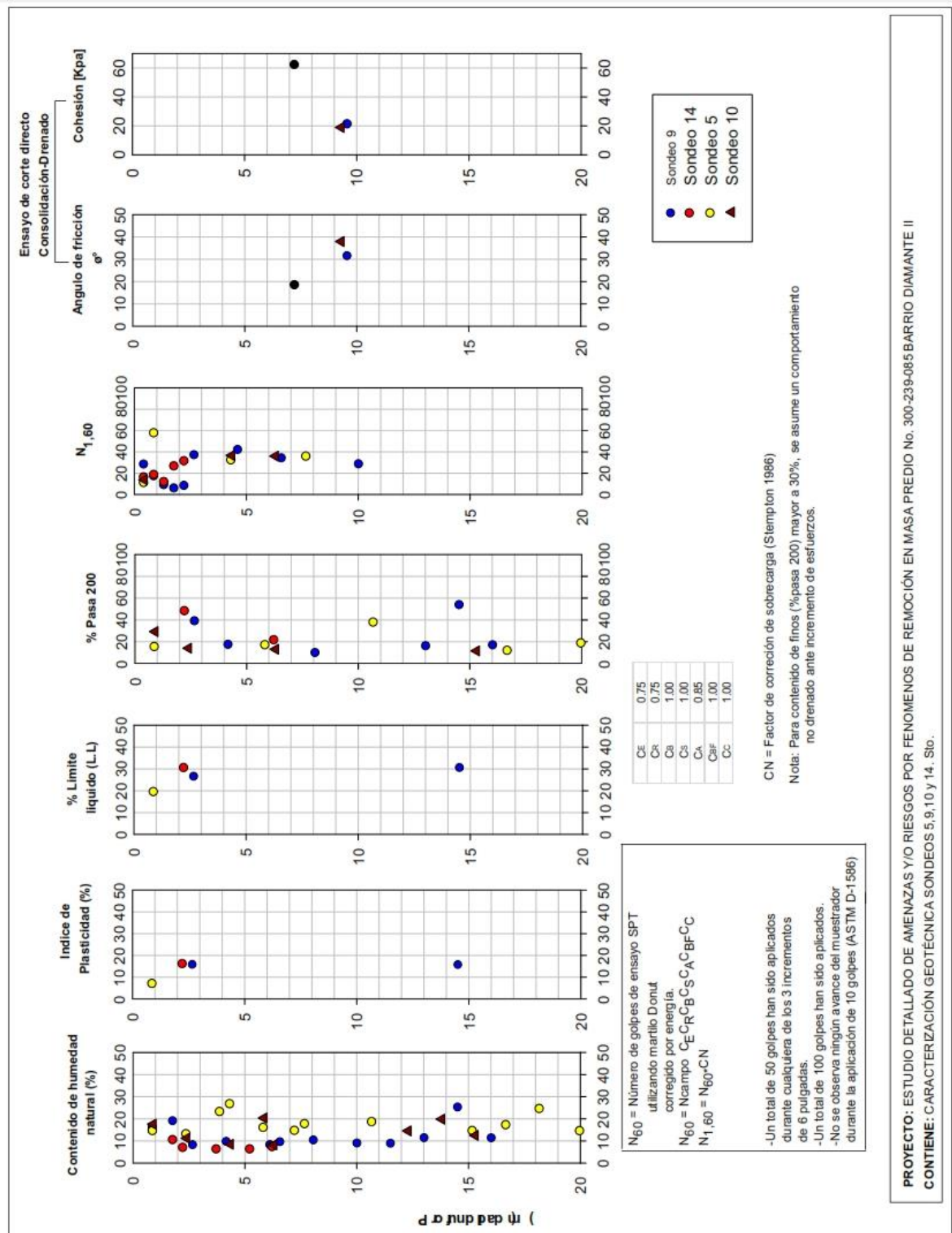


ANEXO H. CARACTERIZACIONES GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES.

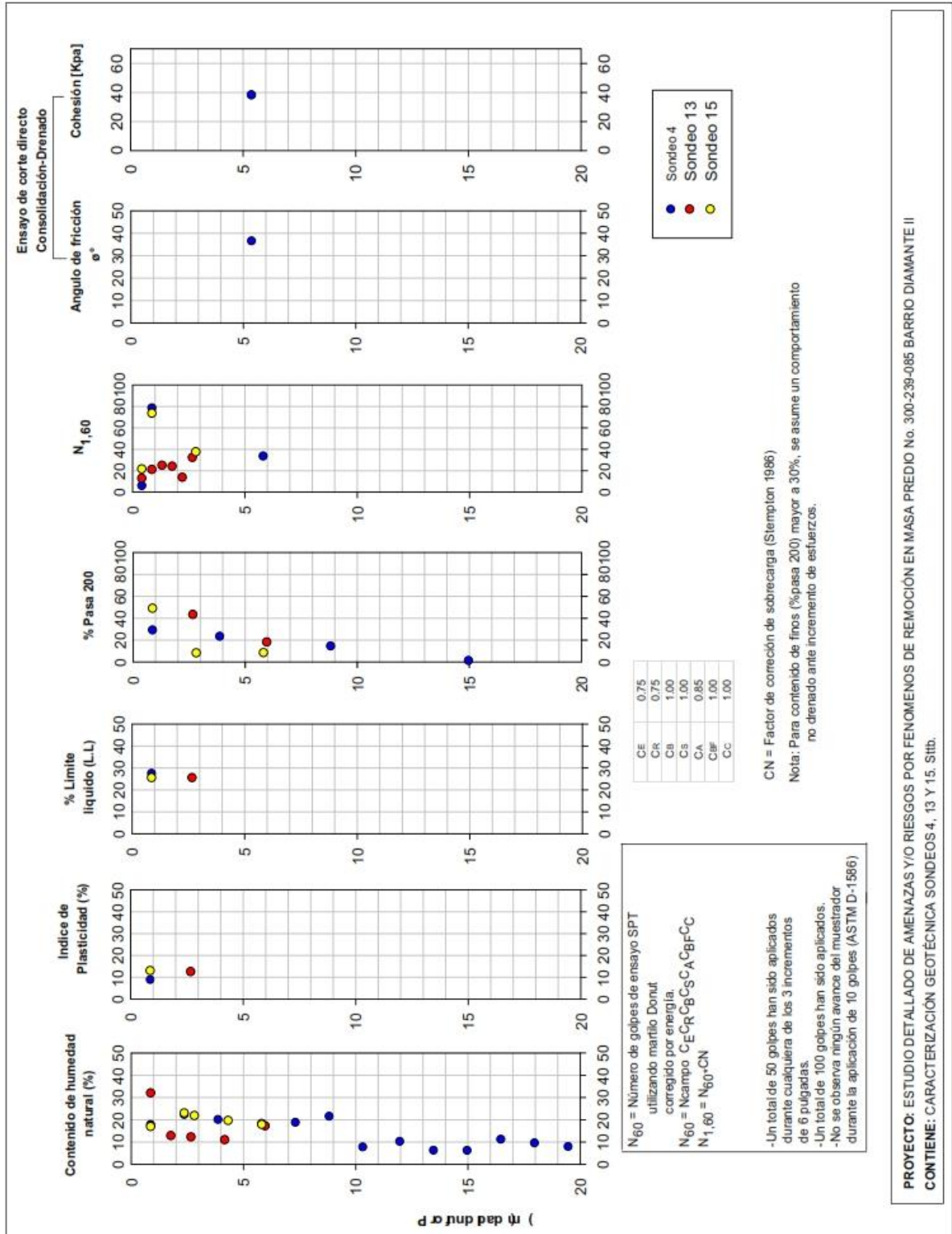
Caracterización Geotécnica sondeos 1, 2, 3, 8, 11,12 y 16: Stg



Caracterización Geotécnica sondeos 5, 9,10 y 14: Sto



Caracterización Geotécnica sondeos 4,13 y 15: Sttb



Caracterización Geotécnica sondeo 6: Stci

