PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA – CDMB COMO AUXILIAR EN INGENIERÍA CIVIL EN EL DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN EN SUELOS.

LILIAN JISET GALINDO PICÓN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2019

PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA – CDMB COMO AUXILIAR EN INGENIERÍA CIVIL EN EL DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN EN SUELOS.

LILIAN JISET GALINDO PICÓN

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

DIRECTOR
HEBENLY CELIS LEGUIZAMO
M. SC EM INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2019

TABLA DE CONTENIDO

Pág.
INTRODUCCIÓN 12
1. OBJETIVOS 14
1.1 OBJETIVO GENERAL 14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14
2. MARCO TEÓRICO. 15
2.1. AMENAZA. 15
2.2. RIESGO. 15
2.3. VULNERABILIDAD. 15
2.4. EROSIÓN. 15
2.5. FACTOR DE SEGURIDAD. 15
2.6. OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA. 16
2.7. REMOCIÓN EN MASA. 17
3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL 18
4. INFORMACIÓN PRELIMINAR ANÁLISIS GEOTÉCNICO BARRIO CAMPOHERMOSO 19
4.1. Localización 19
4.2. UNIDADES GEOLÓGICAS DE INGENIERÍA (UGI) 20
4.2.1.Generalidades 20
4.2.2.Descripción de las unidades de suelo 22
4.3. SISMOLOGÍA 23
4.3.1.Tipo de perfil de suelo 25
4.3.2.Determinación de los coeficientes de amplificación. 26
4.3.3.Coeficiente de importancia 27
4.3.4.Espectro de diseño. 28
5. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA (ANALISIS DE ESTABILIDAD). 32
5.1. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD EN CONDICIONES ACTUALES. 33

5.1.1.Análisis estático. 34
5.1.2.Análisis dinámico. 36
5.2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 38
5.3. OBRAS HIDRÁULICAS. 38
5.3.1.Manejo de Aguas Superficiales....38
5.4. CONTROL DE EROSIÓN. 39
5.4.1.Ecomatrix. 40
6. OTRAS ACTIVIDADES. 42
6.1. ACOMPAÑAMIENTO A VISITAS DE INSPECCIÓN. 42
6.1.1.Generalidades. 45
6.1.2.Características geológicas / geomorfológicas y geotécnicas 46
6.1.3.Descripción de la problemática evidenciada. 46
6.1.4.Análisis de la amenaza. 46
6.1.5.Anexos. 46
6.1.6.Conclusiones y recomendaciones. 46
6.2. SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL –SINCA. 49
6.3. CAPACITACIONES A LA COMUNIDAD. 50
6.3.1.Temporada de lluvias. 51
6.3.2.Implementación de alertas tempranas. 52
7. CONCLUSIONES 55
BIBLIOGRAFÍA 56
ANEXOS 58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valor de Aa y Av para las ciudades capitales de departamento. 25
Tabla 2. Tipo de perfil C, descripción y definición. 26
Tabla 3. Valores del coeficiente Fa, para la zona de períodos cortos del espectro. 26
Tabla 4. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro. 27
Tabla 5. Valores de Fa y Fv interpolados de acuerdo a la tabla 3 y tabla 4. 27
Tabla 6. Valores del coeficiente de importancia, I. 28
Tabla 7. Valores utilizados en el espectro elástico de diseño para el tipo de suelo C. 30
Tabla 8. Valores de Kst/amax mínimos para análisis pseudoestáticos en taludes. 31
Tabla 9. Propiedades del modelo geotécnico. 34
Tabla 10. Valores de los factores de seguridad obtenidos, análisis estático en condiciones actuales. 35
Tabla 11. Valores de los factores de seguridad obtenidos, análisis dinámico en condiciones actuales. 36
Tabla 12. Niveles de amenaza. 36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general del área de estudio, Barrio Campohermoso. 19
Figura 2. Localización detallada del área de estudio, escarpa Barrio Campohermoso. 20
Figura 3. Mapa de Unidades geológicas presentes en el Barrio Campohermoso.21
Figura 4. Convenciones Unidades Geológicas presentes en el Barrio Campohermoso. 21
Figura 5. Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av. 24
Figura 6. Microzonificación sísmica del lugar de estudio. 29
Figura 7. Ubicación de las secciones para el modelo de estabilidad, vista en planta. 32
Figura 8. Sección 1, modelo de estabilidad. 34
Figura 9. Resultado del análisis estático en sección 1. 35
Figura 10. Detalle canaleta de coronación. 39
Figura 11. Ejemplo solicitud del usuario ante la entidad. 43
Figura 12. Ejemplo hoja de visita CDMB. 44
Figura 13. Visita de inspección obra realizada en el Barrio Buenos Aires, municipio de Bucaramanga. 47
Figura 14. Visita de inspección obra realizada en el Barrio Paseo Cataluña, municipio de Piedecuesta. 48
Figura 15. Visita de inspección, revisión de operación de PTAR, municipio de Charta. 49
Figura 16. Ejemplo información de visita técnica en el Sistema de Información Ambiental. 50
Figura 17. Elementos del sistema de alertas tempranas. 52
Figura 18. Capacitación realizada en la Base Militar del municipio de Suratá 53
Figura 19. Capacitación realizada en la Base Militar del municipio de Suratá. 54

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Presupuesto de la obra a realizar en el Barrio Campohermoso, municipio de Bucaramanga.....58
Anexo B. Informe técnico generado a partir de acompañamiento a visita de inspección ocular. 60
Anexo C. Secciones utilizadas para el modelamiento y análisis en el software Geo Slope.....69

RESUMEN

TÍTULO: PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA – CDMB COMO AUXILIAR EN INGENIERÍA CIVIL EN EL DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN EN SUELOS. *

AUTOR: LILIAN JISET GALINDO PICÓN**

PALABRAS CLAVE: Gestión de riesgo, Geotecnia, Estabilidad de taludes, Obras de mitigación.

DESCRIPCIÓN:

En el presente documento se describe el desarrollo de la práctica empresarial en la Subdirección de Gestión de Riesgo y Seguridad Territorial (SURYT) de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB, llevada a cabo entre los meses de febrero a junio de 2019, como auxiliar en ingeniería civil mediante el análisis de la zona de escarpa presente en el sector del Barrio Campohermoso del municipio de Bucaramanga, con el fin de diseñar un método de estabilización que atienda las necesidades existentes en la zona, para que posteriormente se ejecute la respectiva obra de mitigación en suelos. Se realizó también el debido acompañamiento a visitas de inspección ocular en diferentes problemáticas que aquejan a los usuarios pertenecientes al área de jurisdicción de la CDMB y se coadyuvó en la generación de los informes respectivos de las visitas realizadas, ingresando la información obtenida al Sistema de Información Ambiental – SINCA de la entidad; asimismo, se prestó el apoyo correspondiente a las capacitaciones dictadas sobre temas de interés que afectan las zonas de vivienda de las comunidades. Durante el transcurso de la práctica empresarial se hace énfasis en aplicar, mejorar y reforzar conceptos de geotecnia y estabilidad de taludes a la solución de problemas encontrados que pueden afectar la calidad de la vida en el país.

---

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directora: Hebenly Celis Leguizamo, M. Sc. En Ingeniería Civil.

ABSTRACT

TITLE: BUSINESS PRACTICE IN THE REGIONAL AUTONOMOUS CORPORATION FOR THE DEFENSE OF THE BUCARAMANGA PLATEAU – CDMB AS AN ASSISTANT IN CIVIL ENGINEERING IN THE DESIGN OF SOIL MITIGATION WORKS.*

AUTHOR: LILIAN JISET GALINDO PICÓN**

KEYWORDS: Risk management, Geotechnics, Slope stability, Mitigation works.

DESCRIPTION:

This document describes the development of business practice in the Division of Risk Management and Territorial Security (SURYT) of the Regional Autonomous Corporation for the Defense of the Bucaramanga Plateau – CDMB, carried out between the months of february and june, 2019, as an assistant in civil engineering through the analysis of the escarpment area present in the Campohermoso neighborhood in Bucaramanga, in order to design a stabilization method that meets the needs in the area, so that the respective soil mitigation work is subsequently implemented. Due accompaniment was also given to eye inspection visits in different problems that afflict users belonging to the area of jurisdiction of the CDMB and assisted in the generation of the respective reports of the visits made, entering the information obtained to the Environmental Information System - SINCA of the entity; likewise, appropriate support was provided for training on relevant topics affecting community housing areas. During the course of business practice, emphasis is placed on applying, improving and reinforcing concepts of geotechnical and stability of slopes to the solution of problems found that may affect the quality of life in the country.

---

* Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directora: Hebenly Celis Leguizamo, M. Sc. En Ingeniería Civil.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años se han evidenciado procesos erosivos acelerados que inquietan a la comunidad por ser una amenaza latente para las personas que habitan los municipios del Departamento de Santander. Por ello fue creada la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga en el año 1965, la cual se encarga por ley de administrar, dentro del área de su jurisdicción el medio ambiente y los recursos naturales renovables, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente[1]

La CDMB, con la Subdirección de Gestión de Riesgo y Seguridad Territorial, implementa programas enfocados a la mitigación de la amenaza que estos fenómenos erosivos ocasionan en el terreno; a través de actividades como diseño de obras de estabilización, mitigación, contención, control de cauce y sistema de drenaje, con el fin de disminuir el riesgo y proteger la integridad de la sociedad ante cualquier fenómeno externo al que nos vemos enfrentados a diario en el departamento.

En el presente artículo se presentan los resultados obtenidos del apoyo en el análisis del terreno de un sector ubicado en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB específicamente en el Barrio Campohermoso del municipio de Bucaramanga.

Se efectúa el apoyo en la Subdirección de Gestión de Riesgo y Seguridad Territorial - SURYT en la realización del estudio de estabilidad de los taludes

[1] MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE; “Corporaciones Autónomas Regionales”, Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/2067

presentes en el lugar objeto de análisis para posteriormente participar en la ejecución del diseño de las obras necesarias para mitigar la amenaza que se presenta en el sector. Estas actividades son realizadas de acuerdo con la aplicación de conceptos de geotecnia y estabilidad de taludes apoyando la elaboración del informe respectivo a partir de los resultados obtenidos; realización de presupuestos, diseños de obras de canalización de aguas superficiales; con lo cual se adquieren nuevos conocimientos que ayudan al desempeño profesional del estudiante al momento de dar solución a diversas problemáticas encontradas.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar el diseño de obras de mitigación para la escarpa norte del barrio Campohermoso localizado en las calles 42 y 43 entre carrera 6ta occidente y carrera 8va occidente de la comuna 5 del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apoyar en el desarrollo de análisis geotécnicos realizados en el barrio Campohermoso del municipio de Bucaramanga, aportando alternativas de solución a las fallas encontradas en el sector.

- Apoyar la elaboración memorias de cálculo detalladas y la generación de presupuestos pertenecientes a las obras de mitigación a realizar en el barrio Campohermoso.

- Acompañamiento en visitas de inspección ocular que se realizan en los diferentes sectores de la ciudad, contribuyendo a la generación de informes solicitados a partir de estas.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. AMENAZA.

Fenómenos o evento que puede causar daño a personas o bienes materiales, es el agente (químico, físico, geológico, biológico, humano, etc.) o grupo de condiciones o eventos que tienen el potencial de causar daño.[2]

2.2. RIESGO.

Es una medida de la probabilidad de pérdida de vidas humanas, daño a las personas y pérdidas económicas causadas por un fenómeno natural o amenaza.[2]

2.3. VULNERABILIDAD.

Está íntimamente relacionado con el riesgo y la amenaza y se puede definir como la debilidad o grado de exposición de un sujeto, objeto o sistema.[3]

2.4. EROSIÓN.

Es el deterioro progresivo de un terreno por el desprendimiento y arrastre del suelo, como resultado del movimiento del viento y el agua. Dependiendo del flujo de agua se puede presentar inicialmente erosión en surcos y en forma posterior erosión en cárcavas.[2]

2.5. FACTOR DE SEGURIDAD.

Relación entre las fuerzas que ayudan a la estabilidad del terreno y las que producen su inestabilidad. De acuerdo a los factores de seguridad obtenidos en cada sector se puede concluir un nivel de amenaza, el cual es la magnitud relativa o gravedad de un fenómeno capaz de producir un riesgo. El nivel de amenaza

---

[2] SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO; “Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa”, p. 37.

[3] UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES; “Subdirección para la Reducción del Riesgo” Disponible en: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx

debe definirse de acuerdo a los criterios contenidos en la resolución 1294 de 2009 de la CDMB.[4]

2.6. OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA.

Son aquellas obras que conducen a la eliminación total de la amenaza y el riesgo.[4] De esta forma se puede evitar que los elementos en riesgo sean expuestos a la amenaza. Existen métodos destinados a controlar la amenaza activa antes de que se produzca el riesgo; consisten en estructuras que detienen la masa en movimiento.

La estabilización de un talud comprende los siguientes factores:

1. Determinar el sistema más conveniente teniendo en cuenta todas las condiciones del talud estudiado.
2. Diseñar en detalle el método a ejecutar, incluyendo planos y especificaciones de diseño.
3. Instrumentación y control durante y después de la estabilización.

Estas obras se pueden clasificar en cinco categorías principales:

- **Conformación del talud o ladera.** Se trata de la remoción de materiales de la cabeza del talud, disminución de la pendiente y terraceo de la superficie del mismo.
- **Recubrimiento de la superficie.** Con este método se intenta impedir la infiltración y ocurrencia de fenómenos de erosión superficial, además permite reforzar el suelo subsuperficial. Este método incluye la conformación de la superficie, sellado de grietas superficiales y adicionar cobertura vegetal, árboles, arbustos y pastos.

[4] SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO; “Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa”, p. 37.

- **Control de agua superficial y subterránea.** Estos sistemas tienen como función controlar el agua y sus efectos sobre el talud. Se utilizan canales superficiales para control del agua de escorrentía y drenes horizontales de penetración.

- **Estructuras de contención.** Son obras en las que se colocan fuerzas externas al movimiento, aumentando las fuerzas resistentes sin disminuir las actuantes, usualmente se utilizan estructuras ancladas en las cuales las fuerzas se trasmiten al suelo por medio de un cable o varilla de acero. Algunas de las obras de contención son muros de contención, pilotes, anclajes o pernos, pantallas ancladas, entre otros.
- **Mejoramiento del suelo.** Se utilizan métodos que aumenten la resistencia del suelo; estos incluyen procesos físicos y químicos que aumentan las propiedades del mismo, como la cohesión y/o fricción.

2.7. REMOCIÓN EN MASA.

Son todos los procesos en los cuales ocurre movimiento ya sea lento o rápido, de masas de materiales geológicos como rocas y suelos en áreas inestables del terreno, que se convierten en agentes que pueden causar daño a los bienes, infraestructura y personas.[5]

[5] SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO; “Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa”, p. 37.

3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

Durante el desarrollo de la práctica empresarial en la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB, se realiza el acompañamiento a diferentes actividades que hacen parte de las competencias de la Subdirección de Gestión de Riesgo y Seguridad Territorial – SURYT, las cuales son:

- Apoyo en el diseño de obras de mitigación para la escarpa norte del barrio Campohermoso localizado en las calles 42 y 43 entre carrera 6ta occidente y 8va occidente de la comuna 5 del municipio de Bucaramanga.
- Acompañamiento a visitas de inspección ocular que se realizan en el área de jurisdicción de la CDMB, contribuyendo en la generación de los respectivos informes técnicos.
- Ingreso de la información obtenida de cada visita de inspección ocular realizada por parte de la Subdirección SURYT al Sistema de Información Ambiental – SINCA.
- Apoyo a las capacitaciones dictadas a los usuarios por parte de funcionarios adscritos a la Subdirección SURYT sobre temas de importancia para la comunidad como gestión del riesgo y seguridad en temporada de lluvias.

En los siguientes capítulos se explicará a detalle el proceso ejecutado durante el período de prácticas en la CDMB por parte del practicante.

4. INFORMACIÓN PRELIMINAR ANÁLISIS GEOTÉCNICO BARRIO CAMPOHERMOSO

La información presentada en el presente capítulo fue suministrada por el tutor designado por la empresa, encargado del estudio de la zona de amenaza del Barrio Campohermoso para la utilización de la misma por parte del practicante en los análisis de estabilidad posteriores.

4.1. Localización

Este proyecto se encuentra localizado en el municipio de Bucaramanga, el cual pertenece al área de jurisdicción de la CDMB en el departamento de Santander; se encuentra en las coordenadas 7° 6'22.19"N - 73° 8'24.81"O, la problemática se localiza entre las carreras 6 Occ a 8 Occ con calles 42 y 43 la cual se encuentra cerca al borde de la escarpa occidental de la meseta de Bucaramanga (Figura 2).

Figura 1. Localización general del área de estudio, Barrio Campohermoso.



Fuente: Google Earth Pro.

Figura 2. Localización detallada del área de estudio, escarpa Barrio Campohermoso.



Fuente: Google Earth Pro.

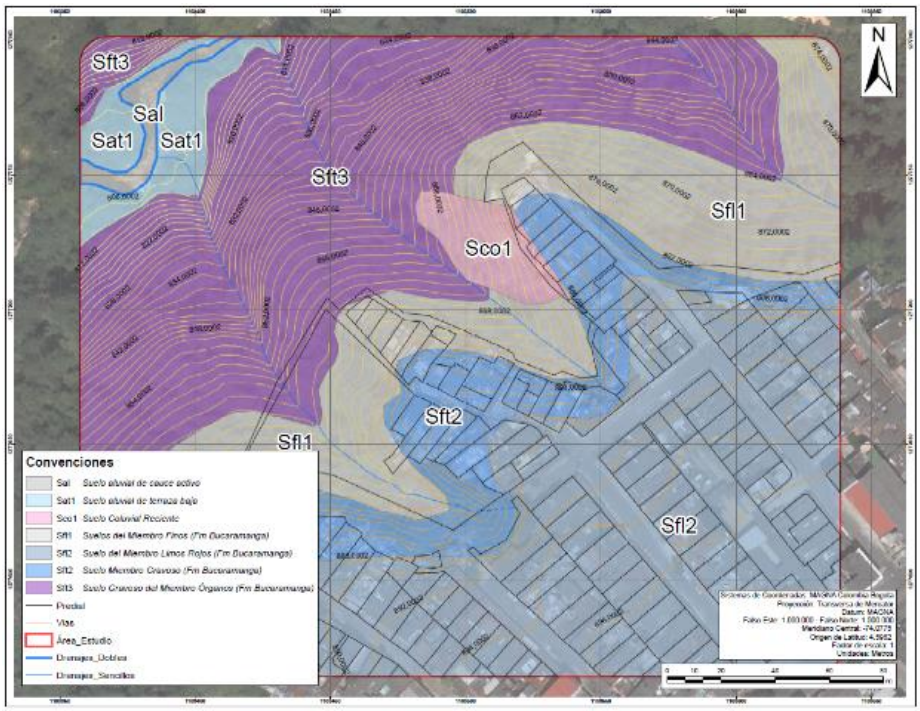
4.2. UNIDADES GEOLÓGICAS DE INGENIERÍA (UGI)

6.1.1. Generalidades. Las UGI corresponden a zonas delimitadas teniendo en cuenta que representen alto grado de homogeneidad con respecto a las propiedades geotécnicas básicas, cumpliendo con las características de área y espesores mínimos cartografiables, de acuerdo con la escala de trabajo y con base en la definición de unidades litoestratigráficas[6]

La caracterización de estas unidades permite evaluar el comportamiento mecánico de un terreno, siendo esta evaluación el insumo principal para el desarrollo de obras civiles. A partir de esta información se elabora el mapa de Unidades Geológicas de Ingeniería, el cual proporciona de manera visual las condiciones físicas de estas unidades en superficie (Figura 3).

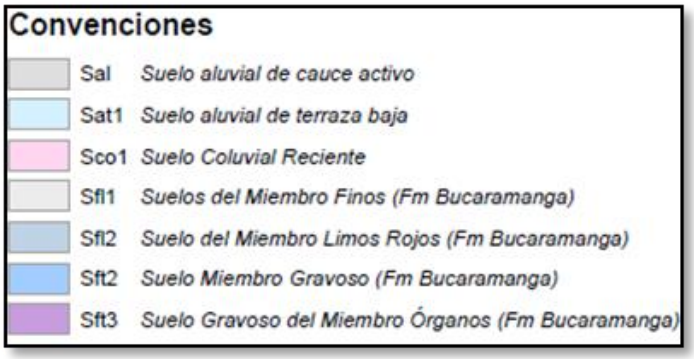
[6] SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO; "Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa", p. 37.

Figura 3. Mapa de Unidades geológicas presentes en el Barrio Campohermoso.



Fuente: Estudio geológico – geotécnico-hidrológico y diseño de obras de mitigación sector campo hermoso, escarpa norte entre carreras 6occ y 8occ entregado al estudiante por la CDMB.

Figura 4. Convenciones Unidades Geológicas presentes en el Barrio Campohermoso.



Fuente: Estudio geológico – geotécnico-hidrológico y diseño de obras de mitigación sector campo hermoso, escarpa norte entre carreras 6occ y 8occ entregado al estudiante por la CDMB.

6.1.2. Descripción de las unidades de suelo. Para la clasificación de las Unidades de Suelo, se tuvo en cuenta la nomenclatura utilizada por el Servicio Geológico Colombiano, la cual subdivide los suelos en transportados, antrópicos y residuales, de acuerdo al origen de los materiales. En el área se reconocieron las siguientes UGI:

A. ***Suelos del miembro Limos Rojos (Sfl2):*** Este suelo se encuentra asociado a la geoforma de laderas subhorizontales, sobre el cual se encuentra construida toda la zona urbana en el área en estudio, asociada en este caso al barrio Campo Hermoso.

B. Suelos Miembro Gravoso (Sft2): El material presente está asociado a sedimentos de tamaño arena media con matriz arenosa a areno limosa, grano soportada de tonalidades amarillas, naranjas a rosadas. Posee clastos de hasta 5 cm, asociados a rocas ígneas y metamórficas (Neis de Bucaramanga, Ígneos Jurásicos/Miocénicos). En la zona de estudio se encuentra asociada al escarpe que bordea el barrio Campo Hermoso, en este caso, hacia el sector noroeste.

C. ***Suelos Miembro Finos (Sfl1):*** Hacia la zona de estudio se evidencia este miembro a través de correlación geomorfológica a partir de lomos angostos y redondeados vistos en áreas aledañas a la zona de estudio, en donde se muestra material de color amarillo, con procesos de erosión laminar altos (Surcos-Cárcavas), e intercalaciones de materiales con propiedades geo mecánicas diferentes, el cual corresponde a algunas características de este tipo de suelo.

D. Suelos Miembro Órganos (Sft3): Este suelo se encuentra aflorando hacia la parte baja del Barrio Campo Hermoso. Geomorfológicamente se caracteriza por mostrar un cambio en características morfométricas, en donde se asocia en el área de estudio a materiales con laderas muy inclinadas, que van desde los 40°

hasta los 70°, y que están cubiertas por arbustales y herbazales, en conjunto con tierras desnudas.

E. Suelos Aluviales de Cauce Activo (Sal): Son sedimentos recientes que han sido transportados y depositados por los ríos y quebradas, conformando cauces activos, abandonados y llanuras de inundación. Estos se encuentran hacia la parte baja del área de estudio, asociados a los sedimentos dados por la Quebrada La Joya.

F. Suelos aluviales de terraza baja (Sat1): 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. Este tipo de suelo se presenta hacia la parte baja del Barrio Campo Hermoso.

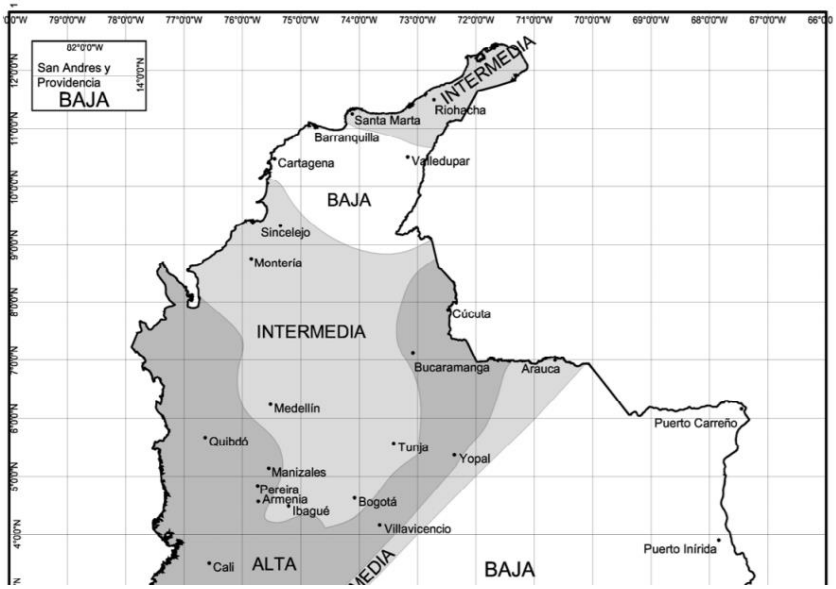
G. Suelo Coluvial reciente (Sco1): Los coluviones son masas incoherentes de materiales sueltos y heterogéneos, están compuestos por bloques, cantos, grava, arenas y material fino, con variación aleatoria en su distribución. Se caracterizan por ser materiales clasto soportados con una matriz es areno limosa y el espesor puede variar de 1-3 m para el material identificado en el área en estudio. Los coluviones más recientes presentan una consistencia baja y el grado de meteorización va de intermedio a alto.

4.3. SISMOLOGÍA

En el desarrollo del estudio, se analizaron condiciones especiales del subsuelo, entre los que se encuentran parámetros base para el análisis de estabilidad pseudo-estático que se presentará más adelante.

Según las normas Colombianas de Diseño y Construcciones Sismo Resistente, NSR-10 el Municipio de Bucaramanga se encuentra en la región 5. Se define como amenaza sísmica alta según la figura 5.

Figura 5. Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av.



Fuente: Norma Sismo resistente Colombiana, NSR 10. Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. Figura A.2.3-1.

A partir de la zona de amenaza sísmica por departamento se obtienen los coeficientes Aa y Av, los cuales representan la aceleración horizontal pico efectiva para diseño y la velocidad horizontal pico efectiva para diseño, respectivamente; según la tabla 1.

Tabla 1. Valor de Aa y Av para las ciudades capitales de departamento.

Ciudad	Aa	Av	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D.C.	0.15	0.20	Intermedia
Bucaramanga	**0.25**	**0.25**	**Alta**
Cali	0.25	0.25	Alta
Cartagena	0.10	0.10	Baja
Cúcuta	0.35	0.30	Alta

Fuente: Norma Sismo resistente Colombiana, NSR 10. Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. Tabla A.2.3-2.

6.1.3. Tipo de perfil de suelo. Se determinan dos factores de amplificación del espectro por efectos de sitio, Fa y Fv;

Fa = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.

Fv = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional.

El tipo de suelo se determinó de acuerdo a la resistencia por golpes encontrada en los respectivos sondeos o a sus velocidades de cortante, para el caso en particular se obtuvo mediante el número de golpes, los cuales se sitúan mayores a 50 golpes promedio, por lo cual el tipo de suelo es C (Tabla 2). Los ensayos mencionados fueron entregados al practicante por parte de la CDMB.

Tabla 2. Tipo de perfil C, descripción y definición.

Tipo de suelo	Descripción	Definición
C	Perfiles de suelo muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda cortante.	760 m/s > Vs ≥ 360 m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	N ≥ 50 o, Su ≥ 100 Kpa (≈ 1 kgf/cm2)

Fuente: Norma Sismo resistente Colombiana, NSR 10. Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. Tabla A.2.4-1.

Donde,

N= Número de golpes por pie obtenido en el ensayo de penetración estándar in situ.

Su= Es la resistencia al corte no drenado en Kpa (kgf/cm2) del estrato.

Vs= Velocidad media de la onda de cortante del suelo del estrato, m/s.

6.1.4. Determinación de los coeficientes de amplificación. Con base en los coeficientes de aceleración seleccionados anteriormente, se determina el coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos (Fa) según el tipo de perfil del suelo (Tabla 3).

Tabla 3. Valores del coeficiente Fa, para la zona de períodos cortos del espectro.

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	Aa ≤ 0.1	Aa ≤ 0.2	Aa ≤ 0.3	Aa ≤ 0.4	Aa ≤ 0.5
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0

Fuente: Norma Sismo resistente Colombiana, NSR 10. Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. Tabla A.2.4-3.

Asimismo, se seleccionó el coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios (Fv) (Tabla 4).

Tabla 4. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro.

Tipo de perfil	**Intensidad de los movimientos sísmicos**				
	Av ≤ 0.1	Av ≤ 0.2	Av ≤ 0.3	Av ≤ 0.4	Av ≤ 0.5
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3

Fuente: Norma Sismo resistente Colombiana, NSR 10. Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. Tabla A.2.4-4.

Para el valor intermedio de Aa=0.25 y Av= 0.25 se permite interpolar linealmente entre valores del tipo de perfil mostrados en la Tabla 3 y Tabla 4, siendo el resultado lo mostrado en la Tabla 5.

Tabla 5. Valores de Fa y Fv interpolados de acuerdo a la tabla 3 y tabla 4.

Tipo de suelo	**Fa**	**Fv**
C	1.15	1.55

6.1.5. Coeficiente de importancia. Se define el grupo de tipo de uso de la estructura de mitigación que se plantee como Grupo IV con un coeficiente de importancia, I, igual a 1.5 (Tabla 6).

Se define el grupo IV en el título A de la NSR-10, literal **A.2.6.1. – Grupo IV – Edificaciones indispensables** – Son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alterno.

Tabla 6. Valores del coeficiente de importancia, I.

Grupo de uso	Coeficiente de importancia, I
IV	1.50
III	1.25
III	1.10
I	1.00

Fuente: Norma Sismo resistente Colombiana, NSR 10. Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. Tabla A.2.5-1.

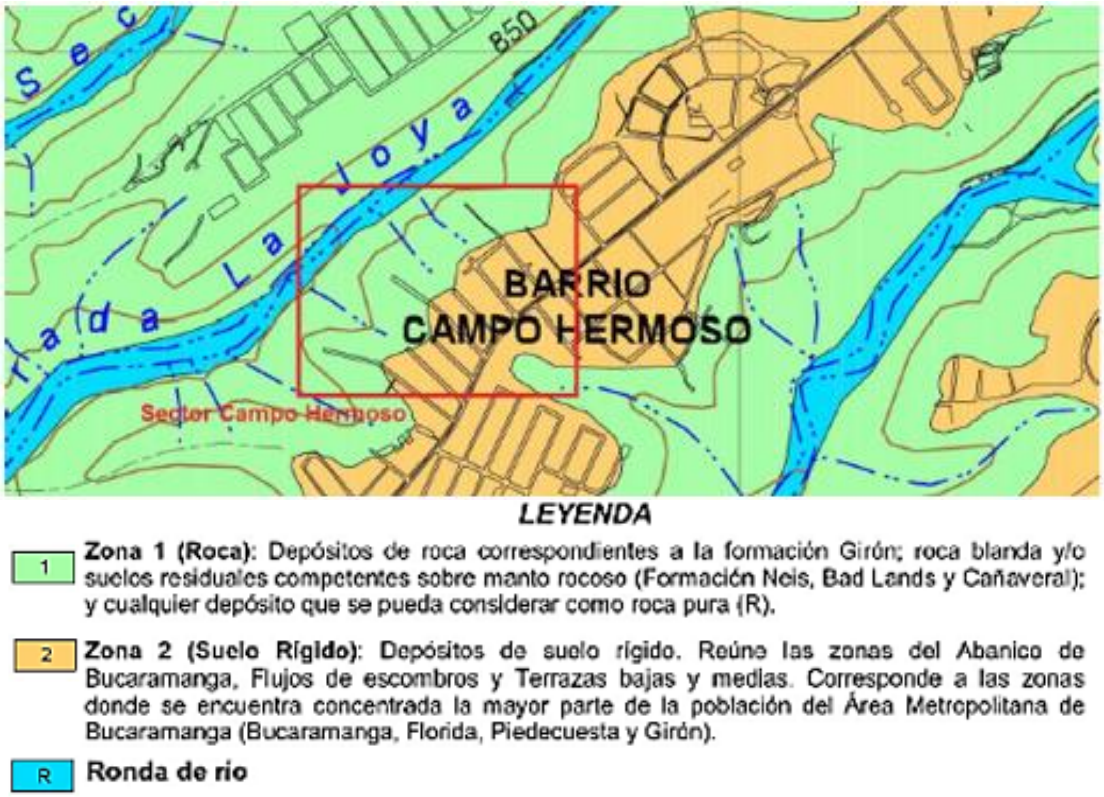
6.1.6. Espectro de diseño. Parámetros para el cálculo de los valores a utilizar en el espectro de diseño.

A. Amenaza sísmica según la Microzonificación sísmica del área metropolitana de Bucaramanga de 2001.

Con base en el estudio de microzonificación sísmica del Área Metropolitana de Bucaramanga de 2001, se sectoriza los valores sísmicos en tres zonas fundamentales debido a la cercanía de la falla Bucaramanga – Santa Marta.

Esta zonificación presenta un valor para el lugar de estudio de Amax igual a 0.40g Y 0.30g, ya que se encuentra en el límite de la zonificación tal y como se evidencia en la figura 6.

Figura 6. Microzonificación sísmica del lugar de estudio.



Fuente: Estudio de Microzonificación Sismo geotécnica Indicativa del área metropolitana, 2001.

B. Resultado de la sismología de acuerdo a la NSR-10 y la microzonificación sísmica de Bucaramanga de 2001.

De la zonificación sísmica se tienen en cuenta los siguientes valores:

Tabla 7. Valores utilizados en el espectro elástico de diseño para el tipo de suelo C.

Aa	0.25
Av	0.25
Tipo de perfil	C
Fa	1.15
Fv	1.55
I	1.5
Grupo	IV

De acuerdo al análisis del espectro del diseño la Aceleración máxima (Amax) presentada en el sector de acuerdo a la NSR-10 Titulo A, para un período (T) igual a cero (0) evaluado de acuerdo a lo descrito en el titulo H.5 de la NSR-10 es de:
Amax= 0.43 g.

Realizando el comparativo de los valores de Amax obtenidos por la microzonificación sismo geotécnica Indicativa del área metropolitana y el análisis según la NSR-10; se observa que los valores obtenidos de la microzonificación sísmica son menores al calculado según la norma sísmica NSR-10, por lo cual se tomará el valor de esta última para el diseño y caracterización sísmica en la zona de estudio.

C. Análisis y sismo de diseño para el modelo geológico geotécnico (H.5.2.5 Titulo H, NSR-10).

El sismo de diseño para el análisis pseudoestático en taludes se analiza de acuerdo a la aceleración sísmica máxima predominante, como se indicó anteriormente para la NSR – 10 se calculó un valor de A_{max} de 0.43 g, el cual se

tomará como valor base para realizar el sismo de diseño de acuerdo a lo establecido por el título H de la NSR-10 (Tabla 8).

Tabla 8. Valores de Kst/amax mínimos para análisis pseudoestáticos en taludes.

Material	**Kst/Amax mínimo**	**Análisis de Amplificación Mínimo**
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.8	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

Fuente: Norma Sismo resistente colombiana, NSR 10. Título H – Estudios geotécnicos. Tabla A.2.5-1.

De la tabla anterior **Kst/Amax**=0.80 debido a que no se realizó análisis de amplificación, por lo cual el sismo de diseño para el análisis pseudo – estático es igual a:

$$Kst = 0.8 * 0.43 = 0.344g$$

Donde:

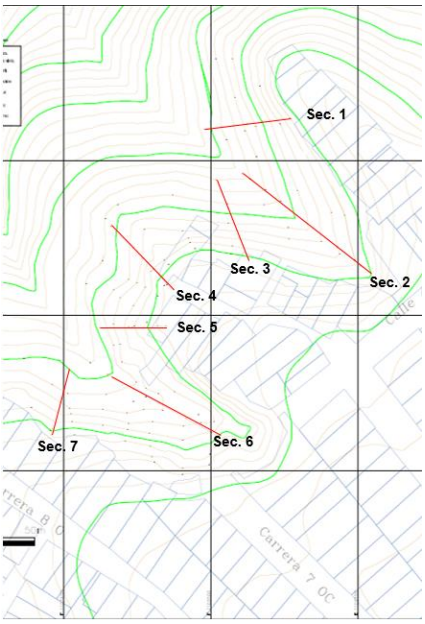
Kst: Coeficiente sísmico de diseño a ingresar en el modelo geológico geotécnico y análisis pseudoestáticos en los modelos de estabilidad.

5. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA (ANALISIS DE ESTABILIDAD).

Posterior al debido reconocimiento de la información preliminar, se inicia con el análisis de estabilidad de los taludes presentes en la respectiva zona de estudio. A continuación, se describe el proceso realizado por parte del practicante durante el período de permanencia en la entidad.

El talud objeto del estudio geotécnico es modelado con los datos obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio proporcionados al practicante por la CDMB, y con la topografía que indica los perfiles de la figura 7, a los cuales se les realizan los respectivos corrimientos con el sotfware Geo-Slope International en condiciones e Estáticas y dinámicas.

Figura 7. Ubicación de las secciones para el modelo de estabilidad, vista en planta.



Fuente: Estudio geológico – geotécnico-hidrológico y diseño de obras de mitigación sector campo hermoso, escarpa norte entre carreras 6occ y 8occ entregado al estudiante por la CDMB.

Se plasmaron los perfiles de suelo de cada sección indicada y se realizó el debido modelamiento en el software Geo Slope. Para obtener los resultados en el análisis se utilizaron los métodos de equilibrio límite desarrollados por Janbú generalizado, Spencer, Morgenstern-price y ordinario, cada uno en condición estática el cual es el terreno en condición natural, y dinámica en el cual se contempla la carga sísmica de valor 0.344g (con base al análisis sísmico realizado en los estudios entregados al practicante) y peso de las estructuras presentes en la zona.

Los escenarios críticos en los cuales se realiza el análisis se definen a continuación:

A. Escenario Estático: Terreno en condición natural con ausencia de saturación ya que en las perforaciones de campo no se encontraron niveles freáticos.

B. Escenario Dinámico: Terreno en condición natural con ausencia de saturación, al cual le es aplicado un escenario con aceleración pseudo estática de 0.344g (con base al análisis sísmico realizado en el presente estudio).

Kst=0.344, Valor tomado para el análisis pseudoestático.

5.1. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD EN CONDICIONES ACTUALES.

Se realizan los modelamientos por los métodos Janbú generalizado, Spencer, Morgenstern-price y ordinario en el software Geo Slope, en la figura 8 se presenta una sección tipo de dicho modelamiento en el software, de esta forma se obtienen los factores de seguridad correspondientes a cada sección en condición estática y pseudoestático.

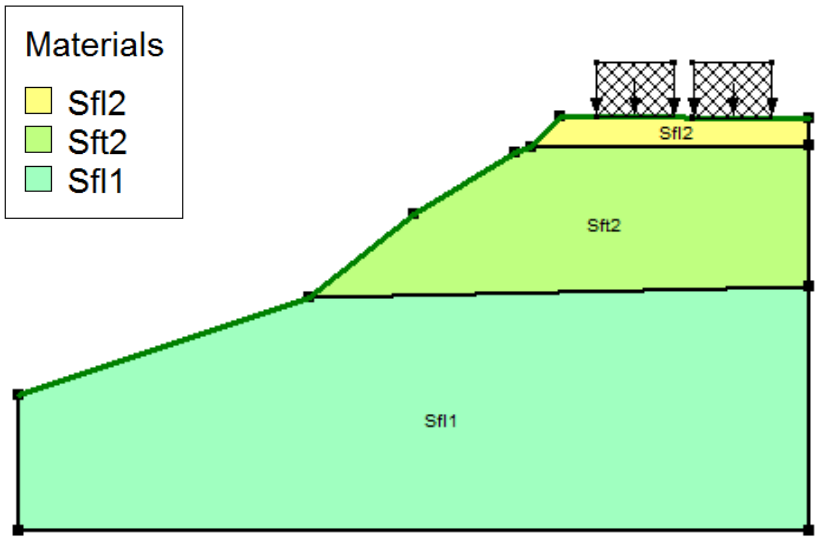
Se presenta en la tabla 9 los parámetros de ángulo de fricción, cohesión y peso específico de cada tipo de suelo utilizados en los modelamientos del software:

Tabla 9. Propiedades del modelo geotécnico.

	ϕ (°)	C (KPA)	γ (kN/m3)
Sfl2	31	32.36	19.61
Sft2	26.4	25.5	18.83
Sfl1	37.27	50.01	19.52

Fuente: Ensayos de laboratorio facilitados por parte de la CDMB al practicante.

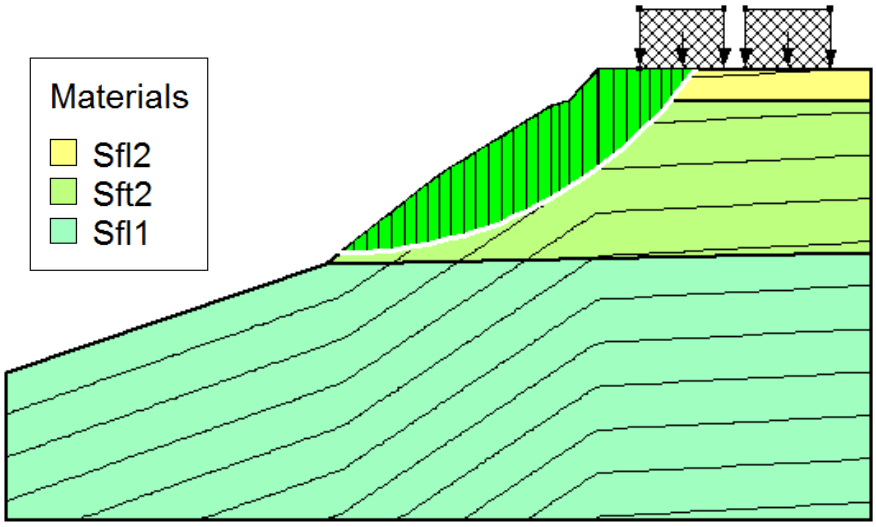
Figura 8. Sección 1, modelo de estabilidad.



Fuente: Software Geo Slope.

6.1.7. Análisis estático. Los resultados del modelamiento del perfil se presentan a continuación:

Figura 9. Resultado del análisis estático en sección 1.



Fuente: Software Geo Slope.

A partir del modelamiento en el software se obtienen los respectivos factores de seguridad para cada método de equilibrio seleccionado y cada sección analizada los cuales se sintetizan en la tabla 10.

Tabla 10. Valores de los factores de seguridad obtenidos, análisis estático en condiciones actuales.

	Factores de seguridad			
	JAMBU	**M-P***	**ORDINARY**	**SPENCER**
Sec. 1	2.03	1.99	1.99	1.99
Sec. 2	1.76	1.79	1.80	1.79
Sec. 3	2.40	1.62	1.61	1.63
Sec. 4	2.47	1.74	1.73	1.75
Sec. 5	1.93	1.95	1.87	1.95
Sec. 6	1.77	1.82	1.83	1.82
Sec. 7	1.67	1.66	1.67	1.66

M-P* Morgenstern-price

6.1.8. Análisis dinámico. Para el análisis pseudoestático de las secciones se realiza el mismo procedimiento que en el análisis estático, con la variable de la carga sísmica de 0.344g.

Tabla 11. Valores de los factores de seguridad obtenidos, análisis dinámico en condiciones actuales.

	Factores de seguridad			
	JAMBU	**M-P***	**ORDINARY**	**SPENCER**
Sec. 1	1.06	1.21	1.25	1.16
Sec. 2	1.36	1.36	1.26	1.27
Sec. 3	1.40	1.34	1.33	1.42
Sec. 4	1.27	1.29	1.22	1.33
Sec. 5	1.45	1.33	1.43	1.43
Sec. 6	1.32	1.36	1.34	1.36
Sec. 7	1.43	1.33	1.36	1.35

M-P* Morgenstern-price

En las normas geotécnicas locales establecidas por la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), se clasifican los terrenos desde el punto de vista de los niveles de amenaza como lo indica la tabla 12.

Tabla 12. Niveles de amenaza.

Nivel de amenaza baja: Terrenos no afectados por amenaza geológica o geotécnica alguna					
A los deslizamientos: Son terrenos "geológicamente estables" donde las amenazas de movimientos naturales de masa son mínimas o no existen.					
Los factores de seguridad en los análisis de estabilidad de taludes deben ser:	F.S	>	1.50	Cond estáticas	
	F.S	>	1.20	Cond sísmica	
Nivel de amenaza media: Terrenos afectados por amenazas, las cuales se pueden estabilizar totalmente mediante la construcción de obras de ingeniería.					
A los deslizamientos: Son terrenos "relativamente inestables" en los cuales para realizar obras es necesario la ejecución previa de trabajos que preserven su estabilidad.					
Los factores de seguridad en los análisis de estabilidad de taludes deben ser:	1.25	≤	F.S	≤	1.50	Cond estáticas
	1.00	≤	F.S	≤	1.20	Cond sísmica
Nivel de amenaza alta: Terrenos afectados por amenazas geológicas, geotécnica o hidrológicas graves					
A los deslizamientos: Son terrenos "inestables" en los cuales no se debe adelantar ninguna obra de construcción, debido a que presentan riesgos altos para la vida y bienes de la comunidad. Su recuperación es muy compleja.					
Los factores de seguridad en los análisis de estabilidad de taludes deben ser:	F.S	<	1.25	Cond estáticas	
	F.S	<	1.00	Cond sísmica	

Fuente: Resolución 1294 de 2009, Normas geotécnicas, CDMB.

Con los resultados obtenidos de factores de seguridad se establece una condición de estabilidad en el talud, según las normas geotécnicas de la CDMB el talud en estudio presenta un estado de baja amenaza por lo cual se constituyen medidas para mitigar los procesos de erosión superficial.

5.2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Las medidas estructurales de prevención y de mitigación de riesgos son obras ejecutadas con antelación para reducir la amenaza y disminuir la vulnerabilidad a la que se encuentra expuesta una comunidad; de esta manera se disminuyen los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos.[7]

Dadas las condiciones de estabilidad presentes en el talud analizado, se establecen medidas para mitigar la amenaza a la erosión con el objetivo de mejorar las condiciones del talud.

Las obras geotécnicas propuestas para mitigar la amenaza a fenómenos de erosión en el sector analizado son:

- Perfilado y adecuación morfométrica, utilización de geo sintéticos.
- Manejo de Aguas Superficiales.

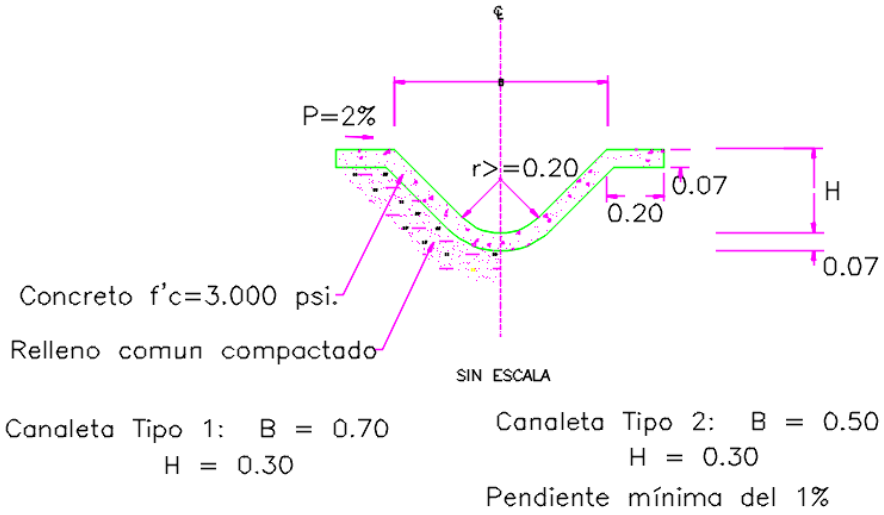
5.3. OBRAS HIDRÁULICAS.

Estas obras son de gran importancia en la estabilización de taludes ya que permiten disminuir la presión de agua ejercida dentro del suelo; con ellas se permite la circulación rápida del agua hacia la parte exterior del talud y así evitar presiones excesivas que podrían afectar el terreno.

6.1.9. Manejo de Aguas Superficiales. Para el control de aguas superficiales se plantean canaletas perimetrales a la obra principal las cuales se detallan en la figura 10.

[7] UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES; “Subdirección para la Reducción del Riesgo” Disponible en: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx

Figura 10. Detalle canaleta de coronación.



Fuente: Estudio geológico – geotécnico-hidrológico y diseño de obras de mitigación sector campo hermoso, escarpa norte entre carreras 6occ y 8occ

5.4. CONTROL DE EROSIÓN.

La erosión en taludes se presenta en su mayoría por efectos de escorrentías superficiales y la contaminación que afecta la capa vegetal, por lo cual es un problema que demanda inversiones significativas de tiempo y dinero para la reconstrucción de los suelos afectados.[8]

La erosión producida por la lluvia se puede controlar algunas veces con el mantenimiento de buenas coberturas vegetales. Para ello es posible emplear la siembra de coberturas nativas o especies arbustivas y arbóreas de poca altura, que cubran y protejan el suelo del impacto directo de las gotas de lluvia.

Para neutralizar este fenómeno es necesario revegetalizar y minimizar el desprendimiento y transporte del suelo, por lo que los geo sintéticos, por su

[8] PAVCO; “Control de erosión” Disponible en: https://pavcogeosinteticos.com/control-de-erosion/

configuración y resistencia ayudan a proteger el suelo contribuyendo a la vegetación a establecerse en zonas donde por sí sola no es capaz.[9]
A continuación, se presenta la alternativa de solución pertinente al control de la erosión en el talud del Barrio Campohermoso

6.1.10. Ecomatrix. Es una malla de polipropileno de color verde, con el cual se protege la superficie del suelo de la erosión producida por eventos naturales como lluvias y vientos.[10]

Ha sido diseñada para mantener las semillas y el suelo orgánico en su lugar para favorecer el desarrollo de la vegetación y de esta forma contribuir en la protección de taludes.[10]

A. Ventajas y beneficios[11]

- Limitan la erosión del suelo
- Conservan la humedad del suelo que ayuda a promover la germinación de las semillas.
- Biodegradación o foto degradación (una vez degradado, el manto se integra al suelo mejorando su permeabilidad).
- Protegen las semillas y las plantas durante precipitaciones o vientos fuertes, permitiendo un mejor establecimiento de la vegetación.

Para la correcta instalación del Ecomatrix se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. Se debe adecuar el terreno mediante nivelación y mullido (manual o rastra discos).
2. Se traza el área en donde se establecerá el uso de geo sintéticos.

[9] PAVCO; “Control de erosión” Disponible en: https://pavcogeosinteticos.com/control-de-erosion/
[10] PAVCO; “Ecomatrix” Disponible en: https://pavcogeosinteticos.com/ecomatrix/
[11] PAVCO; “Mantos Temporales (Agromanto y Ecomatrix)” Disponible en: https://pavcogeosinteticos.com/agromanto/

3. El riego después del trasplante tiene que ser frecuente en forma moderada durante 15 días y después se puede aplicar el agua en mayores intervalos.
4. Se debe realizar una sectorización de las áreas a revegetalizar.

El presupuesto a la alternativa de solución a la erosión que se puede presentar en los taludes del barrio Campohermoso se presenta como anexo A. Presupuesto obra a realizar en el Barrio Campohermoso, municipio de Bucaramanga.

6. OTRAS ACTIVIDADES.

Además del apoyo en el diseño de las obras de mitigación del barrio Campohermoso, se realiza el acompañamiento a distintas actividades propias de la Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial – SURYT, de la CDMB.

6.2. ACOMPAÑAMIENTO A VISITAS DE INSPECCIÓN.

Para continuar con el desarrollo de las actividades a realizar en la práctica empresarial como auxiliar en la Subdirección de Gestión de Riesgo y Seguridad Territorial – SURYT de la CDMB en la zona correspondiente al área metropolitana, se realizó el acompañamiento a las visitas de inspección ejecutadas por los profesionales encargados de cada una de ellas y solicitados por la comunidad a la entidad (Figura 11).

Las visitas realizadas constaban de un procedimiento básico, el cual consistía en ubicar el sector donde se realizaría la visita, esto por medio de información entregada por los usuarios al momento de realizar la solicitud respectiva como se evidencia en la figura 11. Se desplazaba al lugar en vehículos facilitados por la CDMB para dicho fin. En el lugar objeto de la visita se procede a inspeccionar visualmente el sitio, tomando las respectivas coordenadas, registro fotográfico para las evidencias pertinentes; además se diligencia el formato de visita técnica de la CDMB con el funcionario adscrito a la entidad.

Figura 11. Ejemplo solicitud del usuario ante la entidad.



C.D.M.B. - Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
Sistema de Correspondencia

PETICIONES, QUEJAS, SUGERENCIAS, RECLAMOS Y DENUNCIAS
OFICINA ATENCION AL CIUDADANO

COR_ATCREG

Origen solicitud: PERSONAL — Referencia: 041701

Registro: 03/05/2019 03:12:09 PM — Impresión: 03/05/2019 03:22:23 PM

Datos del Solicitante:

Solicitante: NELLY VERA TAMI — CC o Nit: 63338418
Dirección: CARRERA 24 # 3 - 88
Teléfono: 6327270 Celular: 6340083 — Dpto: SANTANDER
Barrio: — Municipio: BUCARAMANGA
Otro Barrio/Vereda: BARRIO LA INDEPENDENCIA
Email:
Remite: OFICINA DE ATENCION AL CIUDADANO

Datos del Infractor:

Nombre: — Dirección:
Municipio: — Barrio:
Otro Barrio/Vereda: — Dpto:

Tema: SOLICITA VISITA TECNICA POR PRESENCIA DE HUMEDAD (POSIBLEMENTE POR CULTIVO DE PLATANO)

Asunto:

SOLICITA VISITA TECNICA POR PRESENCIA DE HUMEDAD (POSIBLEMENTE POR CULTIVO DE PLATANO),UBICADO EN LA CARRERA 24 # 3 - 88 BARRIO LA INDEPENDENCIA,USUARIA MANIFIESTA QUE EL VECINO TIENE CULTIVOS DE PLATANO DONDE ESTA PRODUCIENDO HUMEDAD EN LA INFRAESTRUCTURA DE LA VIVIENDA,FAVOR CONTACTAR USUARIA PARA COORDINAR LA VISITA O MAYOR INFORMACION.

FUNCIONARIO: JOHN HAMILTON RODRIGUEZ PALACIOS — NOMBRE — FIRMA

CIUDADANO: NELLY VERA TAMI — NOMBRE — FIRMA

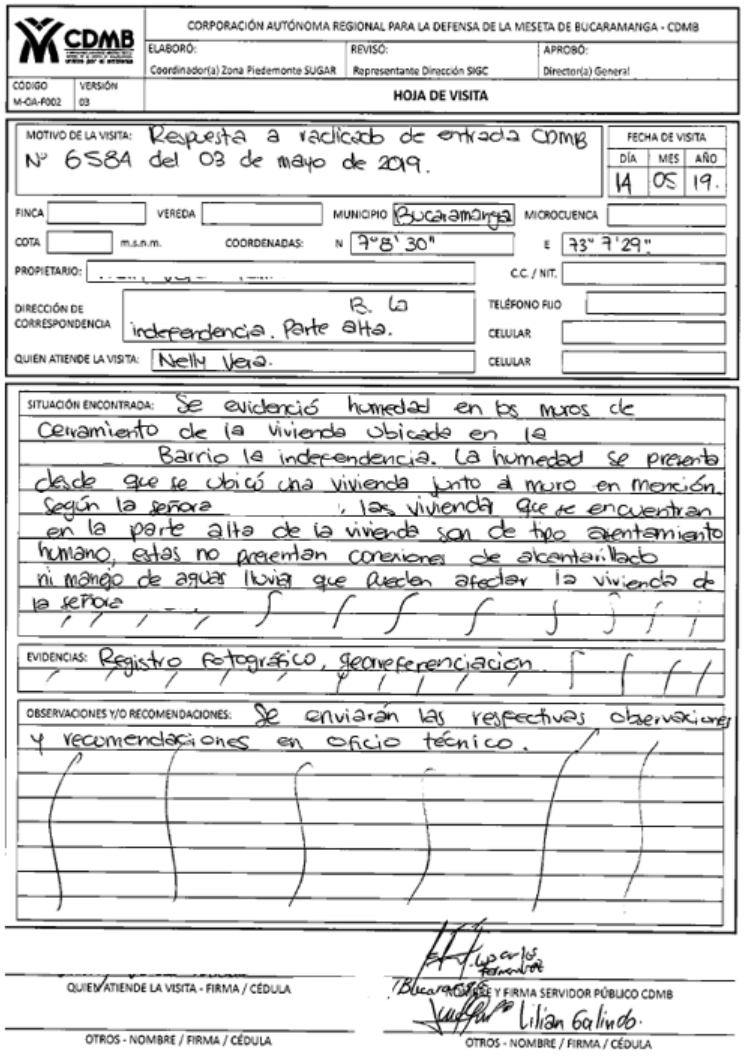
Dirección: Carrera 23 No. 37-63 , PBX: (7) 6346100 Ext. 1101, Linea directa: 6346124 o al 018000917300
sitio web : http://www.cdmb.gov.co/web/acdmb/paginas/quejas.php
Bucaramanga - Colombia

Fuente: CDMB.

En dicho formato de hoja de visita se diligencian datos como motivo de la visita, fecha de elaboración, coordenadas, dirección y ubicación de la zona, también se hace una descripción de la situación encontrada al momento de la visita en donde se refiere el estado actual del lugar, posibles fallas que se puedan evidenciar visualmente y posibles riesgos en la estabilidad de las estructuras o terrenos visitados que puedan afectar a la comunidad de la zona.

También se deja constancia de las evidencias tomadas como el registro fotográfico y la georreferenciación del lugar. Por último, se realizan algunas observaciones y/o recomendaciones y se solicitan las respectivas firmas; de la persona que atiende la visita, del funcionario adscrito a la entidad y del practicante que realizaba el acompañamiento (Figura 12).

Figura 12. Ejemplo hoja de visita CDMB.



CDMB

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB

ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
Coordinador(a) Zona Piedemonte SUGAR	Representante Dirección SIGC	Director(a) General

CODIGO M-OA-F002 | VERSIÓN 03

HOJA DE VISITA

MOTIVO DE LA VISITA: Respuesta a radicado de entrada CDMB N° 6584 del 03 de mayo de 2019.

FECHA DE VISITA: DÍA 14 | MES 05 | AÑO 19.

FINCA | VEREDA | MUNICIPIO: Bucaramanga | MICROCUENCA

COTA | m.s.n.m. | COORDENADAS: N 7°8' 30" | E 73° 7' 29"

PROPIETARIO: | C.C. / NIT.

DIRECCIÓN DE CORRESPONDENCIA: B. La independencia. Parte alta. | TELÉFONO FIJO | CELULAR

QUIEN ATIENDE LA VISITA: Nelly Vera. | CELULAR

SITUACIÓN ENCONTRADA: Se evidenció humedad en los muros de cerramiento de la vivienda ubicada en la Barrio la independencia. La humedad se presenta desde que se ubicó una vivienda junto al muro en mención. Según la señora , las viviendas que se encuentran en la parte alta de la vivienda son de tipo asentamiento humano, estas no presentan conexiones de alcantarillado ni manejo de aguas lluvia que pueden afectar la vivienda de la señora

EVIDENCIAS: Registro fotográfico, georreferenciación.

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES: Se enviarán las respectivas observaciones y recomendaciones en oficio técnico.

QUIEN ATIENDE LA VISITA - FIRMA / CÉDULA

OTROS - NOMBRE / FIRMA / CÉDULA

NOMBRE Y FIRMA SERVIDOR PÚBLICO CDMB

Lilian Galindo.

OTROS - NOMBRE / FIRMA / CÉDULA

Fuente: Registro visita realizada por la Subdirección SURYT.

Cabe resaltar que todo el proceso realizado durante las inspecciones oculares contó con el apoyo de los ingenieros encargados de cada visita los cuales brindaban conocimientos, conceptos técnicos y pautas necesarias para tener la capacidad de efectuar de manera adecuada las visitas de inspección y tener un correcto desempeño en los acompañamientos realizados.

Una vez se culmina la toma de los datos e inspección del lugar, se inicia con la elaboración de la respuesta respectiva a cada solicitud. En algunos casos correspondía únicamente a una respuesta mediante oficio técnico en el cual se informaba el estado en el que se observó la zona visitada y las recomendaciones respectivas a la situación encontrada.

También se elaboraban informes técnicos los cuáles constaban de seis partes esenciales: Generalidades, características geológicas / geomorfológicas y geotécnicas, descripción de la problemática evidenciada, análisis de la amenaza, anexos (registro fotográfico) y conclusiones y recomendaciones.

6.2.1. Generalidades. Consiste en una recopilación de datos relevantes a las zonas visitadas e información obtenida de las mismas. Los datos de la parte inicial del informe técnico son:

A. ***Servidor que realiza la visita.*** Consta del nombre completo del funcionario, cargo y dependencia.

B. Fecha. Fecha de la visita realizada y fecha en la que se elabora el informe técnico.

C. Localización. Coordenadas, descripción de la ubicación del lugar y dirección.

D. Necesidad que motiva la visita. Se realiza una breve descripción de la solicitud realizada por el usuario para la visita de inspección.

E. *Antecedentes.* Se revisa el sistema de información corporativo – SIC con el fin de relacionar si existen precedentes a la visita actual.

6.2.2. Características geológicas / geomorfológicas y geotécnicas. Consiste en realizar la descripción geológica, geomorfológica y geotécnica de la zona objeto de visita. Con base en las coordenadas tomadas en campo se realiza la búsqueda de la zonificación en la que se encuentra ubicada la zona de la visita y se describen las unidades encontradas.

6.2.3. Descripción de la problemática evidenciada. Se realiza una explicación de lo evidenciado en el lugar de la visita de inspección. También, se emite un concepto técnico acerca de las condiciones actuales de la zona teniendo en cuenta los factores que puedan generar riesgo para los habitantes del lugar.

6.2.4. Análisis de la amenaza. Se describe de forma detallada los factores de amenaza que existen en el lugar en el momento en que se realiza la visita. Allí se debe apuntar hacia los factores que posiblemente inciden de forma directa al aumento de la amenaza.

6.2.5. Anexos. Se incorporan imágenes que hacen parte del registro fotográfico de la visita de inspección con las cuales se evidencia el estado actual de la zona objeto de la visita.

6.2.6. Conclusiones y recomendaciones. Se realiza un reporte preciso de la situación encontrada en cada lugar en el que se realiza la visita de inspección. Además, de ser necesario, se dan recomendaciones de forma que los usuarios ayuden a la reducción del riesgo tomando las medidas que se sugieren en esta sección.

Se anexa al presente documento un ejemplo de informe técnico, al cual se realizó el acompañamiento por parte del practicante. (Anexo B)

Figura 13. Visita de inspección obra realizada en el Barrio Buenos Aires, municipio de Bucaramanga.



Fuente: Registro fotográfico visitas realizadas por la Subdirección SURYT.

Figura 14. Visita de inspección obra realizada en el Barrio Paseo Cataluña, municipio de Piedecuesta.



Fuente: Registro fotográfico visitas realizadas por la Subdirección SURYT.

Figura 15. Visita de inspección, revisión de operación de PTAR, municipio de Charta.



Fuente: Registro fotográfico visitas realizadas por la Subdirección SURYT.

6.3. SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL –SINCA.

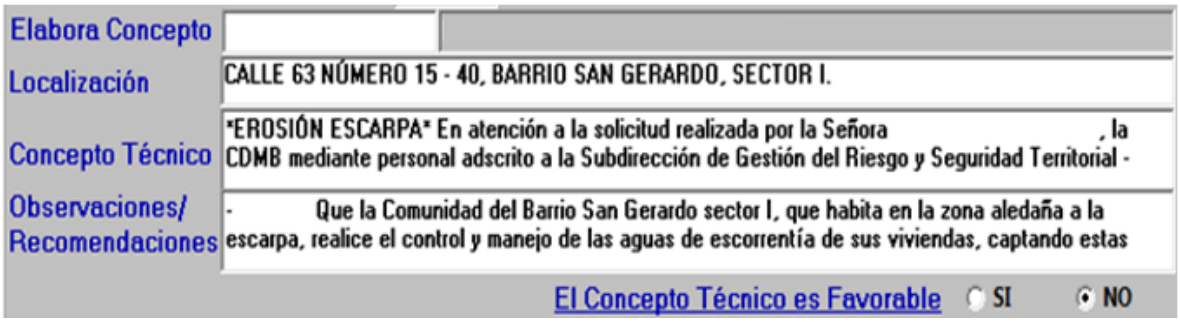
Se apoya en el Sistema de Información Ambiental – SINCA de la entidad. En esta aplicación se lleva, por parte de la subdirección, un control de las respuestas a los oficios teniendo en cuenta el radicado; también se registran los informes de cada visita realizada, de esta forma se crea una base de datos donde se tengan caracterizados los sitios críticos para la ejecución de obras cuando ya se tenga establecidos los recursos.[12]

[12] CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA – CDMB; “Identificación, evaluación y calificación de riesgos”, 2018. p. 7. Disponible en: http://www.cdmb.gov.co/web/documentos/gestion-institucional/1605--95/file

Con el Sistema de Información Ambiental se tiene una base de datos de todos los procesos que se llevan a cabo en la CDMB, por lo cual es de suma importancia la alimentación del sistema con la información de cada visita que se realiza en la Subdirección.

Para esto se debe ingresar al SINCA los conceptos emitidos a partir de las visitas ejecutadas, además de información de la misma como nombre del funcionario que realiza la visita, localización del lugar, concepto técnico y observaciones y recomendaciones. Asimismo, se debe anexar la hoja de visita y la respectiva respuesta enviada al usuario como se evidencia en la figura 16.

Figura 16. Ejemplo información de visita técnica en el Sistema de Información Ambiental.



Fuente: SINCA – CDMB.

6.4. CAPACITACIONES A LA COMUNIDAD.

Como parte del apoyo a la Subdirección de Gestión de Riesgo y Seguridad Territorial – SURYT, se apoya en la realización de capacitaciones dictadas en diferentes sectores del área de jurisdicción de la CDMB con temas de importancia para el período de temporada de lluvias en el que se encontraba el departamento de Santander al momento de la realización de la práctica empresarial.

Los temas llevados a cabo en la capacitación por parte del practicante a las comunidades son los siguientes:

6.4.1. Temporada de lluvias. Debido a los informes presentados por el IDEAM en el mes de marzo en los cuales se pronosticaba que los valores de lluvia sobre los promedios mensuales se prevén en el centro-sur del Tolima y áreas localizadas sobre el Eje Cafetero, Boyacá, Santanderes y Putumayo[13], se capacita a las comunidades de posibles eventos en este período, como:

- Inundaciones
- Movimientos en masa
- Avenidas torrenciales
- Vendavales
- Tormentas eléctricas
- Aumento accidentes de tránsito.

Las recomendaciones dadas durante la capacitación se presentan a continuación.

- Estar atentos al incremento del cauce de las quebradas, en caso de anomalías advertir a las autoridades del municipio.
- Revisar y ajustar techos, canales, canaletas para evitar inundaciones en las viviendas.
- Realizar limpieza y mantenimiento de rejillas de alcantarillado, evitar arrojar basuras para evitar taponamientos de las mismas.
- No exponerse en zonas de riesgo de inundación.
- Adelantar el desarrollo de planes de emergencia para la correcta actuación ante un posible evento por temporada de lluvias.

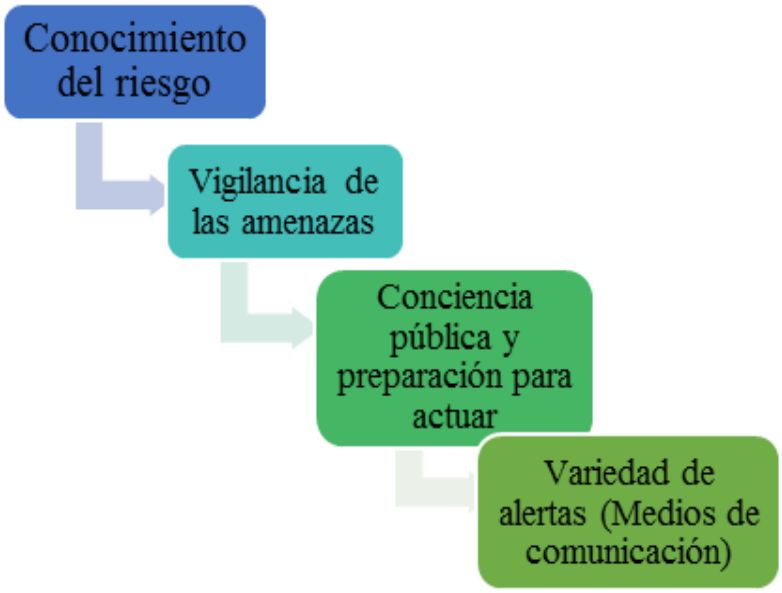
[13] IDEAM; “Boletín de predicción climática y recomendación sectorial marzo 2019”, 2019. Disponible en: http://www.ideam.gov.co/documents/21021/79336843/03_Bolet%C3%ADn_Predicci%C3%B3n_Climatica_Marzo_2019.pdf/e3060b19-6db6-42a5-97eb-fc7af4d15997?version=1.0

6.4.2. Implementación de alertas tempranas. En el contenido de esta capacitación se informa sobre las alertas tempranas en temas de deslizamientos y temporada de lluvias ya que son los temas que más aquejan a la comunidad en general.

- Es una herramienta que permite proveer de información oportuna y eficaz hacia una comunidad expuesta ante una amenaza latente.
- El objetivo es reducir las posibilidades de pérdidas humanas, viviendas, medio ambiente y vidas, creando una capacidad de respuesta de acuerdo a sus posibilidades.
- Los Sistemas de Alerta Temprana crean la facultad a la comunidad en general y autoridades de actuar con tiempo y adecuadamente.

Elementos sistema alerta temprana

Figura 17. Elementos del sistema de alertas tempranas.



Fuente: Documentos para capacitaciones - CDMB.

¿Qué se quiere lograr con un Sistema de Alertas Tempranas?

- Salvar vidas humanas.
- Reducir o evitar lesiones personales.
- Disminuir al máximo perdidas de recursos importantes en lo social o económico.
- Aplicación de medidas de protección de reducción de riesgo a nivel nacional, municipal, sectorial o comunitario.

Figura 18. Capacitación realizada en la Base Militar del municipio de Suratá



Fuente: Registro fotográfico capacitaciones realizadas por la Subdirección SURYT.

Figura 19. Capacitación realizada en la Base Militar del municipio de Suratá.



Fuente: Registro fotográfico capacitaciones realizadas por la Subdirección SURYT.

7. CONCLUSIONES

Se efectuó el respectivo análisis del talud ubicado en el Barrio Campohermoso del municipio de Bucaramanga, se contribuye en el diseño de las obras necesarias en la zona de estudio, siguiendo las especificaciones técnicas de la CDMB y se asiste con la generación de las debidas memorias de cálculo y presupuesto correspondiente a la alternativa de solución presentada para el sector.

El talud de estudio se encuentra en una zonificación baja al deslizamiento según las normas geotécnicas para el control de la erosión de la CDMB (Resolución 1294 de 2009) por lo cual no es necesario realizar una obra de mitigación para deslizamientos o remoción en masa; sin embargo, se recomienda realizar obras para el control de la erosión presente en el talud, además de obras de canalización de aguas de escorrentía para evitar la erosión acelerada en el mismo.

Se realizó satisfactoriamente el acompañamiento al personal especializado a las visitas técnicas programadas por la subdirección como solución a diferentes solicitudes realizadas por los usuarios de la CDMB en temas de gestión del riesgo y seguridad territorial, contribuyendo en la generación de informes como respuesta a las visitas realizadas, lo cual aporta al estudiante experiencia al momento de la toma de decisiones para la generación de soluciones a problemas enfocados a la mitigación y prevención de fenómenos de erosión.

Mediante la realización de la práctica empresarial como modalidad de proyecto de grado se tiene un contacto cercano con el ámbito profesional, el cual fortalece aspectos como conocimiento de los procesos que se llevan a cabo durante el ejercicio profesional como ingeniero civil, además de proporcionar una experiencia en oficina y campo, lo que permite afianzar las competencias y conocimientos adquiridos a lo largo del pre grado, asimismo se fortalece el ámbito de las relaciones interpersonales y atención a la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA – CDMB; “Estudio geológico – geotécnico-hidrológico y diseño de obras de mitigación sector campo hermoso, escarpa norte entre carreras 6occ y 8occ”, 2016.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA – CDMB; “Identificación, evaluación y calificación de riesgos”, 2018. p. 7. [En línea] (Consultado junio 2019) Disponible en: http://www.cdmb.gov.co/web/documentos/gestion-institucional/1605--95/file

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA – CDMB; “Resolución 1294 Normas técnicas para el control de la erosión y para la realización de estudios geológicos, geotécnicos e hidrológicos”, 2009.

IDEAM; “Boletín de predicción climática y recomendación sectorial marzo 2019”, 2019. [En línea] (Consultado marzo de 2019) Disponible en: http://www.ideam.gov.co/documents/21021/79336843/03_Bolet%C3%ADn_Predicci%C3%B3n_Climatica_Marzo_2019.pdf/e3060b19-6db6-42a5-97eb-fc7af4d15997?version=1.0

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE; “Corporaciones Autónomas Regionales”, [En línea]. (Consultado mayo de 2019) Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/2067

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL; “Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR 10, Título A. Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente.”, 2010.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL; “Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR 10, Título H. Estudios geotécnicos.”, 2010.

PAVCO; “Control de erosión” [En línea] (Consultado abril de 2019) Disponible en: https://pavcogeosinteticos.com/control-de-erosion/

PAVCO; “Ecomatrix” [En línea] (Consultado abril de 2019) Disponible en: https://pavcogeosinteticos.com/ecomatrix/

PAVCO; “Mantos Temporales (Agromanto y Ecomatrix)” [En línea] (Consultado abril de 2019) Disponible en: https://pavcogeosinteticos.com/agromanto/

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO; “Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa”, p. 37.

SUÁREZ DÍAZ, Jaime. Control de erosión en zonas tropicales. Bucaramanga, 2001. Capítulo 10 Control de erosión en taludes y obras de ingeniería.

SUÁREZ DÍAZ, Jaime. Deslizamientos: Análisis geotécnicos. Bucaramanga, 2009.

SUÁREZ DÍAZ, Jaime. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga, 1998. Capítulo 12 Prevención, estabilización y diseño.

UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES; “Subdirección para la Reducción del Riesgo” [En línea] (Consultado abril de 2019) Disponible en: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx

ANEXOS

Anexo A. Presupuesto de la obra a realizar en el Barrio Campohermoso, municipio de Bucaramanga.

PUNTO CRÍTICO DEL BARRIO CAMPOHERMOSO DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER					
FORMULARIO DE CANTIDADES APROXIMADAS DE OBRA Y PRECIOS					
ITEM	**CONCEPTO**	**CANTIDAD**	**UN**	**VALOR UNITARIO**	**VALOR PARCIAL**
SECCIÓN PRIMERA					
Trabajos preliminares					
1.1	Campamento	15.00	m2	$ 252,398.02	$ 3,785,970.30
1.2	Replanteo, control y medición de la obra,	1.00	mes	$ 7,267,580.00	$ 7,267,580.00
1.3	Desmonte y limpieza	2,368.00	m2	$ 3,622.50	$ 8,578,080.00
1.4	Retiro de basuras y escombros	948.00	m3	$ 46,349.59	$ 43,939,411.32
1.5	Perfilado a mano descolgado de talud	1,065.00	m3	$ 126,415.58	$ 134,632,592.70
				Subtotal: $	***$ 198,203,634.32***
SECCIÓN SEGUNDA					
2.1	Excavación a tajo abierto en taludes				
2.1.A	Excavación con acarreo libre				
2.1.A.1	En material granular a cualquier profundidad	6,038.00	m3	$ 33,676.66	$ 203,339,673.08
2.2	Sobreacarreos para acarreos totales				
	mayores de 1000.00 m	64,646.00	m3-km	$ 3,045.23	$ 196,861,938.58
				Subtotal: $	***$ 400,201,611.66***
SECCIÓN TERCERA					
4.1	Canaleta	296.00	ml	$ 73,906.86	$ 21,876,430.56
4.2	Cerramiento en malla eslabonada y poste de				
	concreto a 2m	50.00	ml	$ 182,899.24	$ 9,144,962.00

4.3	Protección de taludes con producto enrollado				
	Suministro y colocación de tela geotextil	2,368.00	m2	$ 2,804.00	$ 6,639,872.00
				Subtotal: $	**$ 37,661,264.56**
	Presupuesto Costos directos				***$ 636,066,510.54***
	Administración:			23%	$ 146,295,297.42
	Imprevistos			1%	$ 6,360,665.11
	Utilidades:			6%	$ 38,163,990.63
	A.I.U.:			25%	**$ 159,016,627.64**
	Presupuesto total				**$ 795,083,138.18**
	Administración Fiduciaria			5%	**$ 39,754,156.91**
	Interventoría			7%	**$ 55,655,819.67**
	PTO TOTAL PROYECTO E INTERVENTORIA				**$ 890,493,114.76**

Fuente: Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB.

Anexo B. Informe técnico generado a partir de acompañamiento a visita de inspección ocular.

1. GENERALIDADES
1.1. SERVIDOR QUE REALIZA LA VISITA
NOMBRE COMPLETO: **Daniel Felipe Ayala Plata** (Geólogo) CARGO: Contratista, SURYT –CDMB DEPENDENCIA: Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial – SURYT
1.2. FECHA
FECHA DE LA VISITA REALIZADA: 10 de junio de 2019 FECHA EN QUE SE GENERA EL INFORME: 14 de junio de 2019
1.3. LOCALIZACIÓN
COORDENADAS: 7° 6'57.2"N y -73° 8'21.9"E (Google Earth) (Ver Figura 1). DESCRIPCIÓN: Se realizó la visita a la zona de afectación que se encuentra en el área de escarpa ubicada en el barrio Santander del municipio de Bucaramanga, en relación con el oficio con Radicado No. 8433. DIRECCIÓN: Calle 29 No. 6 Occ-04, barrio Santander, municipio de Bucaramanga.
1.4. NECESIDAD QUE MOTIVA LA VISITA
Visita realizada por personal técnico de la CDMB, la cual fue solicitada a través del oficio allegado con Radicado No. 8433 de fecha 05 de junio del 2019, por parte del Sr. Rafael Enrique Villabona Sánchez, con la necesidad de inspección ocular de la zona de afectación en el barrio Santander.
1.5. ANTECEDENTES
Revisado el sistema de información Corporativo - SIC y el sistema de información ambiental – SINCA, se encontraron los siguientes radicados relacionados con la problemática del Barrio Santander: 1. Que mediante el radicado de entrada 1860 de 07 de febrero de 2017 se solicitó visita técnica por el señor Alirio Amador Suan, Presidente de la JAC del barrio Santander, con el fin de tratar varios temas de inestabilidad que aquejan el sector, por lo cual la CDMB mediante el oficio de respuesta indico que se realizó la visita técnica de inspección ocular por parte de funcionarios adscritos a la Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial - SURYT, y se concluyó que se le solicitaría al Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo y Desastres, la Alcaldía del Municipio de Bucaramanga y a la Empresa Pública de Alcantarillado de Santander – EMPAS, su intervención con el fin de realizar visitas técnicas oculares para lo toma de acciones pertinentes en cuanto a la problemática evidenciada en el sector.

2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS / GEOMORFOLÓGICAS / GEOTÉCNICAS

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.

De acuerdo con Ingeominas (2001) y el plan general para el control y erosión de Bucaramanga 2010 – 2035, en la zona de Bucaramanga se presentan las siguientes unidades geomorfológicas principales:
Meseta de Bucaramanga: Constituye una superficie de relieve semiplana de abanico–terraza, que se encuentra ligeramente inclinada hacia el occidente. Se encuentra delimitada al oriente por la zona montañosa del Macizo de Santander, al occidente por la escarpa erosionada y disectada occidental, al norte por la escarpa norte de la meseta y al sur por la Quebrada de la Iglesia. Sobre la superficie plana del abanico-terraza se sitúa gran parte de la ciudad de Bucaramanga.

Escarpa Occidental: Comprende sectores del abanico de Bucaramanga con alto grado de erosión fluvial, formado en materiales aluviales inconsolidados. Se caracteriza por formar parte de una condición de borde de acuífero.

CARACTERISTICAS GEOLÓGICAS.

En el barrio Santander y sus zonas aledañas, se presenta la siguiente unidad geológica (Ingeominas, 2001) (Figura No 2):

Formación Bucaramanga: Consiste en depósitos inconsolidados de abanico aluvial de edad cuaternaria, sobre el cual se ubica el casco urbano de la ciudad de Bucaramanga. La unidad se divide de base a tope en:

1) *Miembro Órganos (Qbo):* Serie monótona de gravas pobremente consolidadas, clasto-soportadas y matriz-soportadas, con matriz arcillosa. Deposito caracterizado por ser fácilmente erodable por la acción del agua.

2) *Miembro Finos (Qbf)*: Alternancia de niveles de arcilla limosa de color gris y verde, arena limosa y limo arenoso de color pardo amarillento. Constituye un nivel de baja permeabilidad, expresado topográficamente como escarpes de erosión.

3) *Miembro Gravoso (Qbg)*: Grava matriz-soportada, color pardo rojizo y ocre palido, con matriz areno-lodosa. Expresada morfológicamente como escarpes y colinas suaves con drenaje dendrítico. La parte superior del depósito se caracteriza por su escasa compactación y buena permeabilidad.

4) *Miembro Limos Rojos (Qblr)*: depósitos de arenas arcillosas gravosas y limos de color pardo rojizo, amarillentos y naranjas. En la parte superior de la unidad aparecen niveles oxidados compactos, los cuales incrementan la resistencia a la erosión del depósito. Morfológicamente constituye la superficie semiplana del abanico-terraza de Bucaramanga.

Terrazas Bajas (Qal 1): Depósitos de cantos subredondeados a redondeados de areniscas cuarzosas y resistentes, guijos igneo-metomorficos, areniscas violáceas y fragmentos de cuarzo lechoso, en matriz areno-arcillosa.
Depósitos aluviales recientes (Qal): Sedimentos de terrazas y conos aluviales de edad pleistocena, localmente presentes en algunas corrientes fluviales.

Depósitos de Ladera (Ql): Depósitos de color amarillo claro y rojizo, con cantos y bloques de conglomerados y areniscas cuazofeldespaticas, subangulares, en matriz areno-arcillosa.
Rellenos Antropogénicos (Qllm): Materiales de cortes de talud y escombros que han sido arrojados sobre laderas naturales y depresiones, cuyo resultado final son zonas planas para construcciones civiles.

El sector de interés se encuentra ubicado dentro de la unidad denominada *Formación Bucaramanga* más específicamente en los *miembros Limos Rojos (*Ingeominas, 2001).

CARACTERISTICAS GEOTÉCNICAS.

Por otro lado, con relación al Estudio de Zonificación Sismo geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga realizado por el Instituto de Investigación e Información Geo científica, Minero – Ambiental y Nuclear – INGEOMINAS (En la actualidad Servicio Geológico Colombiano – SGC) de 2001, el lugar donde se localiza el barrio Antonio Nariño corresponde a la zona de escarpes de la Meseta de Bucaramanga denominándola Zona 3B (Ver Figura 3), la cual se describe a continuación:

ZONA 3B Escarpes de la Meseta de Bucaramanga.

Descripción General

La zona se encuentra localizada en la corona de los escarpes del Abanico de Bucaramanga, siguiendo una línea continua a lo largo del perímetro de la zona 3A e incluye las áreas junto al escarpe occidental de Bucaramanga y los sectores de los barrios localizados sobre éste. El ancho de esta franja es de mínimo 100 metros medidos desde la cabeza de los taludes perimetrales del Abanico.

La morfología de la zona corresponde en la parte más superior a una zona plana, inclinada de baja pendiente, que hacia el sector más inferior pasa a escarpes semiverticales o taludes de alta pendiente. Geológicamente la zona 3B está conformada por una parte de los miembros Limos Rojos (Qblr) y Gravoso (Qbg) pertenecientes a la formación Bucaramanga.

Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos. En razón a la morfología de los escarpes, estos suelos presentan una alta susceptibilidad al agrietamiento cosísmico. En el pié de los taludes verticales se presentan afloramientos de agua de los niveles freáticos del abanico sobre los mantos arcillosos o de finos.

Problemas geotécnicos

En la zona escarpada se presentan problemas geotécnicos de gran magnitud, entre los cuales se incluyen las siguientes:

- Agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo.
- Deslizamientos de tierra.
- Avance de las cárcavas de erosión.

Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.

- Se recomienda continuar con el programa iniciado por la CDMB de conformación de una zona de amortiguación a los procesos de erosión en todo el perímetro del escarpe vertical de la meseta de Bucaramanga.

Se recomienda realizar estudios tendientes a determinar las zonas amenazadas por deslizamientos y diseñar y construir las obras de estabilización y control. El programa del plan maestro de control de erosión debe continuarse hasta lograr la estabilización de los taludes que representen peligro para los asentamientos humanos localizados en las áreas cercanas a los escarpes.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA EVIDENCIADA

Inicialmente se realizó la visita técnica por los funcionarios adscritos a la CDMB, en el predio ubicado en la calle 29 # 6 Occ-36 del barrio Santander en el municipio de Bucaramanga, haciéndose una inspección ocular del sector en compañía de la señora Isabel Tarazona Rincón, observándose lo siguiente:

- En el barrio Santander, más específicamente en la zona de escarpa, colindante con la Calle 29 con Carrera 6 Occidente, se observa la presencia de procesos erosivos superficiales que han ido socavando el talud objeto de estudio.

- Se observa que el talud y escarpe circundante a la calle 29 presenta vegetación (Bambúes) exceptuando las zonas que han sufrido de los procesos de erosión.

- Se evidencio la presencia de una alcantarilla en la calle 29 colindante con la escarpa, la cual podría estar afectando el talud, debido a que en las zonas adyacentes a esta se han generado los procesos erosivos superficiales anteriormente mencionados.

Además, se observó la acumulación en algunos sectores del talud de depósitos de basura y escombros.

4. ANÁLISIS DE LA AMENAZA

Conforme a lo observado y basándonos en el Estudio de Zonificación Sismo geotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga (Ingeominas, 2001), el sector de interés se encuentra localizado en la escarpa occidental de la meseta de Bucaramanga, sobre el *miembro limos rojos (Qblr)* de la *Formación Bucaramanga (Qb)*, zonificado geotécnicamente como *escarpes de la Meseta de Bucaramanga (Zona 3B)* por lo que presenta problemas geotécnicos de gran magnitud, entre los cuales se incluyen procesos erosivos, agrietamiento de la superficie del suelo y posibles deslizamientos de tierra, evidenciados en la afectaciones que presenta el talud objeto de estudio, por lo anterior es claro que el sector se encuentra catalogado en zona de amenaza alta en fenómenos de remoción de masa de acuerdo a lo indicado por el Servicio Geológico Colombiano y por el POT del Municipio de Bucaramanga.

De acuerdo con lo observado en la visita de inspección ocular, para el sector localizado en las coordenadas 7° 6’ 57,2’’N – 73° 8’ 21,9’’W (Calle 29 N° 6 Occ – 04), se presentan problemas de erosión cuyas posibles causas se deben a la intervención antrópica y al mal manejo tanto de aguas servidas como de escorrentía. Así mismo se observa que en la zona donde hay mayor socavación del talud hay presencia de un sistema de sumidero lateral, el cual posiblemente este afectando la estabilización del talud. Este problema geotécnico (Erosión) puede causar afectación a la vía (Calle 29) y viviendas aferentes a la corona de escarpe, por lo cual se debe revisar de manera integral el sector.

5. ANEXOS

5.1. FIGURAS



Figura 1. *Localización General del sector objeto de la visita (7° 6' 57,2''N y 73° 8' 21,9''W)* ***Fuente:*** *Google Earth 2019*

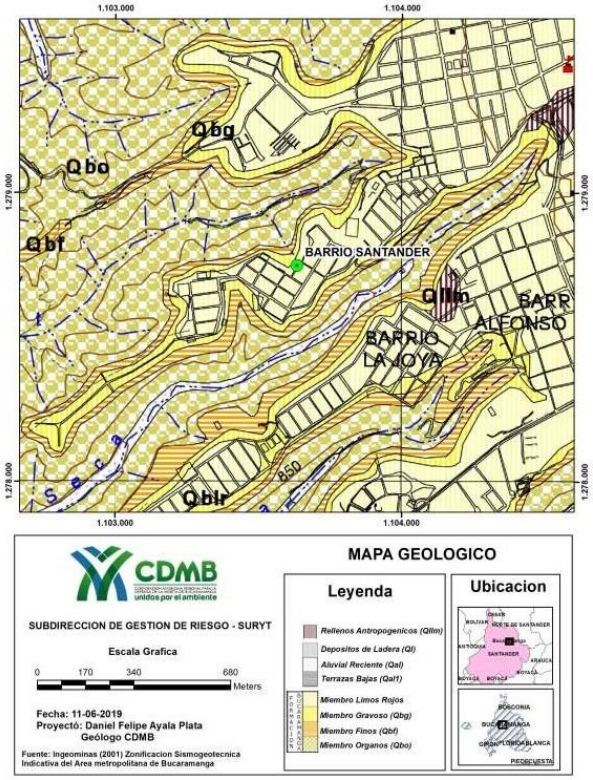


Figura 2. *Características geológicas de la zona objeto de visita. Barrio Santander.*

Fuente*: Ingeominas (2001).*

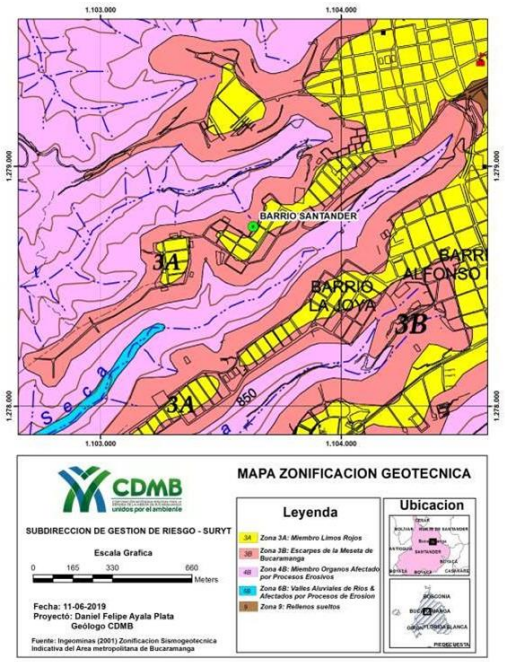


Figura 3. *Características geotécnicas de la zona objeto de visita. Barrio Santander*

Fuente*: Zonificación sismo-geotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga de 2001.*

5.2. FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. *Evidencias de los problemas geotécnicos como los procesos de erosión en el talud colindante con la Calle 29 con Carrera 6 Occidente del barrio Santander. Así mismo, se evidencia la presencia de depósitos de basuras y escombros en el pie del talud.* ***Fuente Propia***



Fotografía 2. *Evidencias de los procesos de erosión en la corona del talud. También se observa la acumulación de basuras y escombros.* ***Fuente Propia***



Fotografía 3. *Presencia de alcantarilla en la corona del talud, en donde se observa que en sus zonas adyacentes se generan procesos erosivos, afectando la estabilidad del talud.* ***Fuente Propia.***



Fotografía 4. *Sistema de sumidero lateral ubicado en la Calle 29 con Carrera 6 Occidente y en la corona del talud objeto de estudio.* ***Fuente Propia.***

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en las observaciones de la visita técnica mencionada y la consulta de estudios que deben ser tenidos en la incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial (Resolución CDMB No 1128 de 2014), relevantes para el área de interés, se plantean las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. El sector de interés se encuentra localizado sobre la zona geotécnica denominada como *escarpes de la Meseta de Bucaramanga (Zona 3B)*, por lo que presenta problemas geotécnicos de gran magnitud, (Procesos erosivos, agrietamientos de la superficie del suelo y posibles deslizamientos de tierra), por consiguiente, se catalogó el sector objeto de estudio como zona de amenaza alta en fenómenos de remoción de masa de acuerdo con lo indicado por el Servicio Geológico Colombiano y por el POT del Municipio de Bucaramanga.

2. En el barrio Santander del municipio de Bucaramanga se encontraron evidencias de problemas geotécnicos representados a manera de procesos erosivos superficiales en la zona de escarpa, los cuales se encuentran afectando la estabilidad del talud.

3. Los procesos erosivos superficiales evidenciados en la zona del talud se deben probablemente a la intervención antrópica y al mal manejo tanto de aguas servidas como de escorrentía.

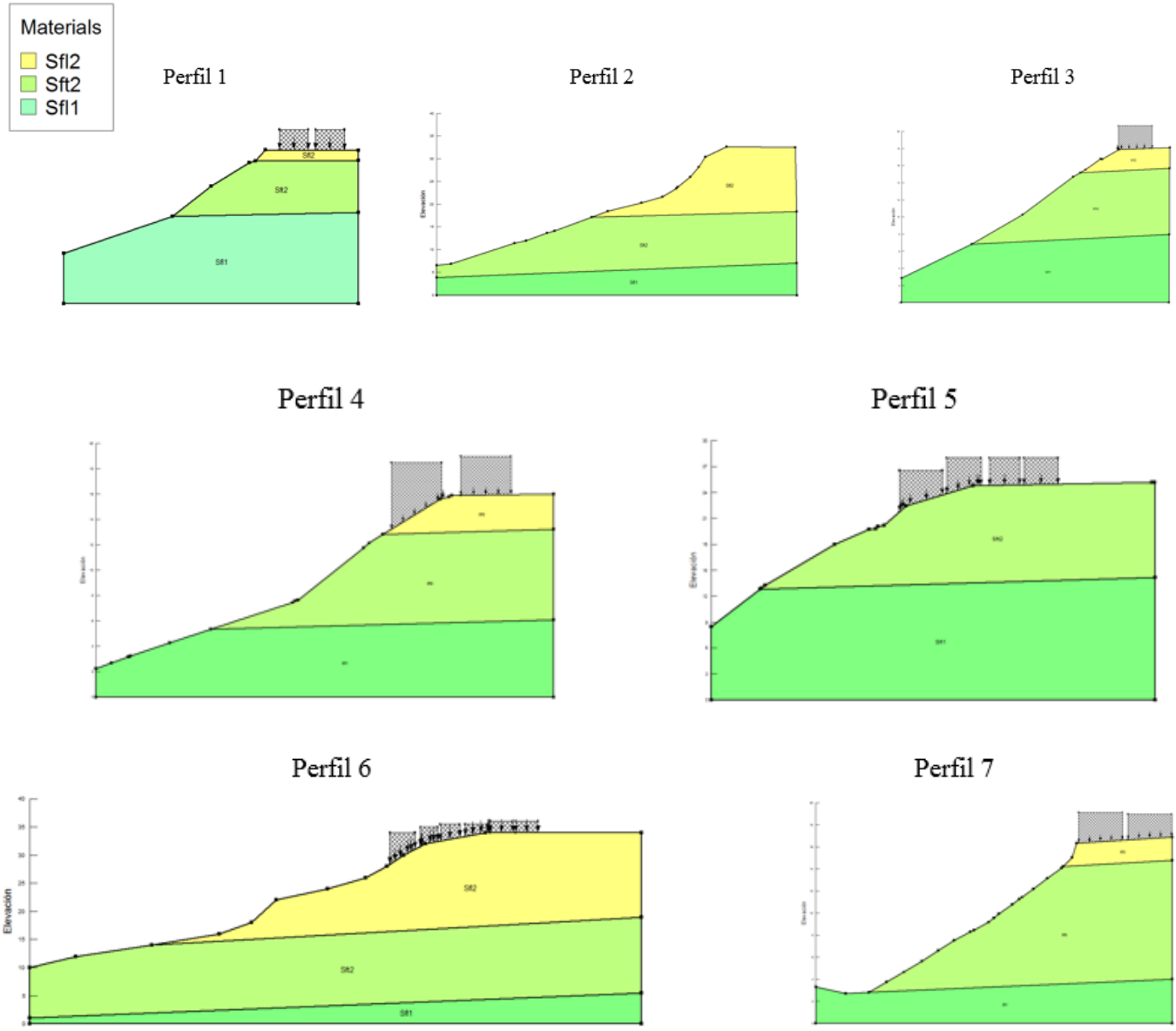
4. Adicionalmente, se evidencio la presencia de un sistema de sumidero lateral, el cual posiblemente se encuentre afectando al talud, con la generación de procesos erosivos.

5. Igualmente se observó acumulación de escombros y basuras en la zona, lo cual presenta características favorables para la incorporación de las aguas lluvias (infiltración) haciendo mas factibles los procesos erosivos superficiales en el área, y como consecuencia afectando la estabilidad del sector.

Debido a que el sistema de sumidero, localizado en la calle 29 con carrera 6 occidente, posiblemente está generando afectaciones al talud, a través de procesos erosivos, se le informará a la Empresa Pública de Alcantarillado de Santander - EMPAS, para que de acuerdo con sus competencias tome las medidas sobre el caso de estudio. Por otro lado, debido a que el talud en mención hace parte de las obras complementarias de la vía pública, el presente informe será remitido al Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo y Desastres del Municipio de Bucaramanga para que se realicen las visitas técnicas necesarias con el fin de tomar las acciones pertinentes para darle solución a la problemática evidenciada en el sector. *Las conclusiones y recomendaciones aquí enunciadas se basan en lo observado durante la visita, por lo tanto, pueden existir condiciones que escapan a una inspección técnica ocular.*		
Elaboró:	**Daniel Felipe Ayala Plata** Geólogo - Contratista CDMB	

Fuente: Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB.

Anexo C. Secciones utilizadas para el modelamiento y análisis en el software Geo Slope.



Fuente: Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB.