**CLASIFICADO**

ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaria
GOBIERNO
FONDO DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIA
FOPAE

GE CING LTDA.

**CRA 27 No. 63C – 25.**

# ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA LA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE RAFAEL URIBE URIBE Y CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

**CONTRATO: No. 430 de 2007**

## DIVINO NIÑO – (SITIO 4)
## VOL. 1 INFORME FINAL
## ORIGINAL

**BOGOTÁ D.C., JUNIO DE 2008**

**ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.**
**FONDO PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - FOPAE**

**TITULO:** Elaboración De Diseños De Obras, Presupuestos Y Especificaciones Técnicas En Tres (3) Sitios Para La Intervención Por Riesgos Asociados A Fenómenos De Remoción En Masa En Las Localidades De Rafael Uribe Uribe Y Ciudad Bolívar De La Ciudad De Bogotá D.C. – Sitio No. 4 – Divino Niño.

**AUTORES:** GEOCING LIMITADA

**RESUMEN:** En este informe se presentan los estudios y diseños de las obras necesarias para mitigar el riesgo por fenómenos de remoción en masa en el sector localizado entre las Carreras 16 y 16B y entre las Calles 80 bis A Sur y 80 A bis A Sur, en el barrio Divino Niño de la localidad de Ciudad Bolívar, al sur oriente de la ciudad de Bogotá, presentando las alternativas de mitigación posibles, y diseñando las obras de prevención y/o control propuestas, con sus respectivos presupuestos.

**PALABRAS CLAVE:** Amenaza, Riesgo, Fenómenos de Remoción en Masa, Deslizamientos, Desprendimientos, Caída de Rocas, Diseño de Obras, Mitigación, barrio Divino Niño de la localidad de Rafael Uribe Uribe, al sur oriente de la ciudad de Bogotá.

**TÉRMINOS PARA GLOSARIO E ÍNDICE:**

**Fenómenos de remoción en masa:** Deslizamientos de tierra, Caída de Rocas.

**Amenaza:** Probabilidad de excedencia de un fenómeno dado.

| CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD: | CONTRATO: | IDIOMA: | NÚMERO DE PÁGINAS: | NÚMERO DE COPIAS: |
|---|---|---|---|---|
| Clasificado | No. 430 de 2007 | Español | 132 | 1 |

**NOTAS Y OBSERVACIONES**

El informe está dividido en cuatro partes, a saber:

Volumen 1 – Informe Final.

Volumen 2 – Anexos (en dos tomos).

Volumen 3 – Planos.

## LISTA DE DISTRIBUCIÓN

| CLASE DE DOCUMENTO: | CÓDIGO: | FECHA: |
|---|---|---|
| Informe Final | GE-183 | 03/07/2008 |

## LISTA DE DESTINATARIOS

| DESTINATARIO DEL INFORME | IDENTIFICACIÓN |
|---|---|
| FOPAE | ORIGINAL |
| FOPAE | COPIA 1 |
| | |
| | |

## CONTROL DE MODIFICACIONES

| INDICE REVISIÓN | CAPITULO MODIFICADO | FECHA DE MODIFICACIÓN | OBSERVACIONES | APROBADO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | GENERAL | 27/07/2008 | | |
| 2 | GENERAL | 01/07/2008 | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

## GLOSARIO

- Amenaza: Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso en un periodo de tiempo, en un sitio dado.

- Antrópico: Se refieren a todas las actividades mediante las cuales el hombre transforma el medio natural., Obras civiles, Deforestación, Minería, Actividades Agrícolas, Sobrepastoreo, Uso del suelo.

- Cuenca: Unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado. Las cuencas hidrográficas son unidades morfográficas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones.

- Deslizamientos: Son movimientos en masa que se producen al superarse la resistencia al corte del material y tienen lugar a lo largo de una o varias superficies de falla ó a través de una franja relativamente estrecha del material. Generalmente las superficies de deslizamiento son visibles o pueden deducirse razonablemente.

- Deslizamientos Rotacionales: Tienen lugar a lo largo de una superficie de deslizamiento interna, de forma aproximadamente circular y cóncava.

- Deslizamientos Trasnacionales: En este tipo de deslizamientos la masa de terreno se desplaza hacia fuera y abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o suavemente ondulada, con pequeños movimientos de rotación.

- Escarpe: Corresponde a una superficie muy inclinada a lo largo de la periferia de área en movimiento, causado por el desplazamiento del material fuera del terreno original. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material forma la superficie de falla

- Geomorfología: En pocas palabras, la geomorfología es la ciencia que estudia las formas del relieve terrestre; pues, según las partículas que componen el término, "geo" es tierra, "morfo" es forma y "logía" es tratado o estudio. Por lo tanto, esta ciencia se remite sólo al estudio de la topografía terrestre. En otras circunstancias, en el estudio de los paisajes de otros astros deberá omitirse el término "geo", y se podrá decir, por ejemplo, morfología de la luna, morfología de marte, etc. En esos casos, se supone, que habrá toda otra serie de factores muy diferentes a los de la tierra que han dado lugar a la fisonomía de los paisajes en dichos astros.

- Riesgo: Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un suceso particular y como una fusión de la amenaza y la vulnerabilidad.

- Superficie De Falla: Corresponde al área debajo del movimiento que delimita el volumen de material desplazado. El volumen de suelo debajo de la superficie de falla no se mueve.

- Vulnerabilidad: Es el grado de perdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultados de la probable ocurrencia de un suceso desastroso.

## VOLUMEN 1

## TABLA DE CONTENIDO

**1. INTRODUCCIÓN ..... 21**

**1.1. JUSTIFICACIÓN ..... 21**

**1.2. OBJETIVOS ..... 22**

**1.3. ALCANCE DEL ESTUDIO ..... 23**

**1.4. LOCALIZACIÓN ..... 24**

**1.5. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA ..... 26**

**1.6. SOLICITANTE ..... 28**

**1.7. ÁREA DE INFUENCIA ..... 28**

**1.8. ÁREA DEL PRODUCTO ..... 28**

**1.9. POBLACIÓN BENEFICIADA ..... 28**

**1.10. ANTECEDENTES ..... 29**

**1.11. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SUS POSIBLES CAUSAS ..... 33**

**1.12. ORGANIZACIÓN DEL INFORME ..... 39**

**1.13. GRUPO DE TRABAJO ..... 40**

**2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ..... 40**

**2.1. GENERALIDADES ..... 40**

2.1.1. Alcance específico del trabajo topográfico ..... 41

2.1.2. Metodología de campo ..... 41

2.1.3. Traslado de coordenadas reales ..... 42

**2.2. MÉTODO DE TRABAJO ..... 42**

2.2.1. Trabajo de campo ..... 42

2.2.1.1. Altimetría y planimetría ..... 42

2.2.1.2. Trabajo de oficina ..... 43

**3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO ..... 43**

**3.1. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO ..... 44**

**3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO ..... 47**

**4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA ..... 48**

**4.1. METODOLOGÍA ..... 48**

4.1.1. Recopilación de información de referencia ..... 48

4.1.2. Análisis de la información ..... 48

4.1.2.1. Información secundaria ..... 48

4.1.2.2. Información primaria ..... 49

**4.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONALES ..... 50**

4.2.1. Estratigrafía ..... 50

4.2.2. Geología estructural ..... 50

**4.3. GEOLOGÍA LOCAL ..... 52**

4.3.1. Unidades superficiales ..... 52

4.3.1.1. .Unidades de suelos ..... 52

4.3.1.2. Unidades de Rocas ..... 58

4.3.2. Condiciones estructurales ..... 59

**4.4. GEOMORFOLOGÍA ..... 59**

4.4.1. Morfología ..... 61

4.4.2. Morfodinámica y procesos de inestabilidad ..... 62

**4.5. CONDICIONES HIDROGEOLóGICAS ..... 65**

**5. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA ..... 68**

**5.1. OBJETIVOS ..... 68**

**5.2. METODOLOGIA ..... 68**

**5.3. MARCO HIDROLÓGICO GENERAL ..... 69**

5.3.1. Precipitación totales mensuales ..... 69

5.3.2. Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) ..... 72

5.3.3. Lluvia crítica ..... 73

**5.4. EVALUACIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL ..... 76**

5.4.1. Coeficiente de escorrentía ..... 76

5.4.2. Determinación del tiempo de concentración de la lluvia ..... 78

5.4.3. Cálculo de intensidades máximas ..... 79

5.4.4. Caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio ..... 79

5.4.5. Obras de drenaje superficial ..... 80

**6. SISMOLOGÍA ..... 81**

**7. MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO ..... 84**

**7.1. CONSIDERACIONES GENERALES ..... 85**

7.1.1. Información temática básica del sitio ..... 85

7.1.2. Caracterización de los procesos de inestabilidad ..... 86

**7.2. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA ..... 87**

**7.3. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA ..... 88**

7.3.1. Material de Relleno ..... 89

7.3.2. Suelo residual ..... 90

7.3.3. Roca blanda meteorizada ..... 91

**7.4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GENERAL ..... 93**

7.4.1. Método de análisis ..... 93

7.4.1.1. Generalidades ..... 93

7.4.1.2. Método del equilibrio límite (LEM) ..... 94

7.4.1.3. Parámetros utilizados en los modelos ..... 95

7.4.1.4. Perfiles típicos ..... 95

7.4.2. Análisis retrospectivo ..... 95

7.4.3. Condición actual ..... 96

**8. DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE MITIGACIÓN ..... 98**

**8.1. CRITERIOS DE DISEÑO ..... 98**

**8.2. PLANTEAMIENTOS DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN ..... 99**

8.2.1. Alternativa 1 ..... 99

8.2.2. Alternativa 2 ..... 100

**8.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL ..... 100**

**8.4. DISEÑOS DE LAS ESTRUCTURAS PLANTEADAS ..... 101**

8.4.1. Diseño de muro en gavión ..... 101

8.4.2. Resumen de los resultado de los análisis de estabilidad ..... 101

**8.5. CANTIDADES DE OBRA, CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO ..... 102**

8.5.1. Cantidades de obra ..... 102

8.5.2. Cronograma ..... 102

8.5.3. Presupuesto ..... 103

8.5.3.1. Análisis de precios unitarios ..... 103

8.5.3.2. Porcentaje de AIU ..... 103

8.5.3.3. Presupuesto ..... 104

**8.6. ANÁLISIS DE VIABILIDAD ..... 105**

**8.7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS ..... 109**

**8.8. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO ..... 109**

**9. PLAN DE GESTIÓN SOCIAL ..... 110**

**9.1. DESCRIPCIÓN ..... 110**

**9.2. OBJETIVOS ..... 110**

**9.3. PERSONAL SOCIAL NECESARIOS CONTRATISTA E INTERVENTORÍA 111**

**9.4. ESTRATEGIAS ..... 113**

9.4.1. Puntos Crea (Centro de Reunión, Encuentro y Atención) ..... 113

9.4.2. Comités CREA ..... 113

9.4.3. Afiches informativos ..... 114

9.4.4. Volantes de información ..... 114

**9.5. SUBPROGRAMAS ..... 115**

9.5.1. Subprograma de información ..... 115

9.5.1.1. Reuniones generales informativas ..... 115

9.5.1.2. Reunión inicio de obra – información general ..... 115

9.5.1.3. Reunión finalización de la obra ..... 116

9.5.1.4. Requerimientos para las reuniones ..... 116

9.5.2. Subprograma de divulgación del proyecto ..... 117

9.5.2.1. Elementos de divulgación ..... 117

9.5.3. Levantamiento de actas de vecindad ..... 117

9.5.4. Convocatorias ..... 119

9.5.5. Información en caso de actividades extraordinarias en desarrollo de la obra 119

9.5.6. Información sobre las etapas de la obra..... 120

9.5.7. Divulgación del plan de manejo de tráfico (PMT) ..... 120

9.5.8. Definición de piezas de comunicación ..... 121

9.5.8.1. Afiches Informativos ..... 121

9.5.8.2. Volantes de Información ..... 121

9.5.8.3. Volantes de PMT ..... 121

**9.6. SUBPROGRAMA DE ATENCIÓN AL CIUDADANO .....122**

9.6.1. Instalación del Punto de Atención al Ciudadano – Punto CREA..... 122

**9.7. PROGRAMA DE SOSTENIBILIDAD.....124**

9.7.1. Conformación Comité CREA. ..... 124

9.7.2. Talleres de sostenibilidad..... 124

9.7.3. Programa de capacitación a empleados y subcontratistas. ..... 126

9.7.4. Contratación de personal no calificado ..... 127

9.7.5. Información de los subcontratistas..... 127

9.7.6. Dotación de implementos de trabajo ..... 128

**9.8. DOCUMENTOS A ENTREGAR .....128**

**9.9. COSTO.....129**

**10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....129**

**11. LIMITACIONES.....132**

# VOLUMEN 1

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Esquema de presentación del estudio .....39

Tabla 2. Relación de personal que realizó los estudios .....40

Tabla 3. Mojones materializados en campo .....41

Tabla 4. Listado de coordenadas de los puntos de amarre.....42

Tabla 5. Relación de equipos utilizados en el levantamiento topográfico .....42

Tabla 6. Profundidad de Apiques y Perforaciones .....47

Tabla 7. Relación de ensayos de laboratorio.....48

Tabla 8. Relación entre la lluvia crítica y la lluvia anual para la ciudad de Santafé de Bogotá (INGEOCIM - UPES, 1998) .....73

Tabla 9. Tiempo de concentración .....78

Tabla 10. Valores de intensidad máxima – duración de 10 minutos .....79

Tabla 11. Caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio .....80

Tabla 12. Propiedades índices e in-situ del material de relleno.....90

Tabla 13. Parámetros de resistencia del material de relleno .....90

Tabla 14. Propiedades índices e in-situ del suelo residual.....91

Tabla 15. Parámetros de resistencia del suelo residual .....91

Tabla 16. Propiedades índices e in-situ de la roca blanda meteorizada .....92

Tabla 17. Parámetros de resistencia de la roca blanda meteorizada.....92

Tabla 18. Parámetros geomecánicos utilizados en los modelos LEM .....95

Tabla 19. Resultados de los análisis retrospectivos .....96

Tabla 20. Resultados de los análisis de estabilidad situación actual .....97

Tabla 21. Categorización de amenaza por FRM.....98

Tabla 22. Factores de seguridad mínimo para estructuras de contención según la NSR-98 ..... 99

Tabla 23. Factores de seguridad condicionales para las alternativas planteadas ..... 101

Tabla 24. Factores de seguridad de las estructuras proyectadas ..... 102

Tabla 25. Discriminación del AIU ..... 103

Tabla 26. Costo aproximado de las alternativas planteadas ..... 104

Tabla 27. Viviendas con restricción Parcial de Uso mediante el Acta No.003018 del 9 de Octubre de 2007. ..... 106

Tabla 28. Viviendas incluidas en el Programa de Familias Localizadas en Zonas de Alto Riesgo No Mitigables. ..... 106

Tabla 29. Vivienda con orden de evacuación ..... 107

Tabla 30. Otros Predios ..... 108

Tabla 31. Personal social requerido por el contratista ..... 112

Tabla 32. Personal social requerido por la interventoría ..... 112

# VOLUMEN 1

## LISTADO DE FIGURAS

Figura I. Localización general de la zona de estudio. .....25

Figura II. Mapa de amenaza por FRM (Ingeocim – Upes, 1998) .....32

Figura III. Geología regional (Ingeocim – Upes, 1998) .....51

Figura IV. Geomorfología regional (Ingeocim – Upes, 1998).....60

Figura V. Procesos (Ingeocim – Upes, 1998).....64

Figura VI. Curvas de precipitación total anual en Bogotá (Ingeocim – Upes, 1998) .....71

Figura VII. Curvas de precipitación critica (Ingeocim – Upes, 1998) .....74

Figura VIII. Curvas de periodos de retorno de la precipitación crítica (Ingeocim – Upes, 1998) .....75

Figura IX. Usos del suelo (Ingeocim – Upes, 1998) .....77

## LISTADO DE GRAFICAS

Gráfica 1. Lluvias medias mensuales (1990 - 2005) en la estación la Quiba.....70

Gráfica 2.Curva Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF) para la zona de estudio.....72

Gráfica 3. Parámetros de resistencia de la roca blanda meteorizada .....93

Gráfica 4 Localización del proyecto en el Plano de Amenaza por Remoción en Masa (Tomado del Concepto Técnico No.CT-4469). ..... 105

# VOLUMEN 1

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Espectros de respuesta sísmica para los tres sismos de diseños, bases del estudio de respuesta sísmica de Bogotá. (Tomado del EMS de Bogotá, 1997).....82

Ilustración 2. Espectro local de aceleraciones en la Zona 1-Cerros. (Tomado del EMS de Bogotá, 1997).....83

Ilustración 3. Rangos aproximados del coeficiente sísmico pseudo-estático “k” para factores de seguridad mínimos propuestos en la literatura (referencias sobre el diagrama) .....84

# VOLUMEN 1

## LISTADO DE FOTOS

Foto 1. Localización de la zona de estudio en la localidad de Ciudad Bolívar.....24

Foto 2. Localización de la zona afectada en el barrio Divino Niño.....24

Foto 3. Flanco derecho del deslizamiento, afectado por carcavamiento. .....34

Foto 4. Zona de agrietamiento lo cual evidencia el estado activo del deslizamiento.....34

Foto 5. Vista de ladera explanada por desarrollo de actividades de explotación de cantera antigua para fuentes de materiales. Obsérvese en la parte inferior el patio de explotación y en la superior el depósito de coluvión antiguo, discordante sobre rocas de composición arcillo-limosa de la Formación Bogotá, Conjunto Superior (E1bs).....53

Foto 6. Vista de detalle depósito de coluvión antiguo (Sco1) ubicado en la parte superior, el cual cubre en forma discordante a rocas de la Formación Bogotá (E1bs). Obsérvese los procesos erosivos de tipo laminar y en surcos desarrollados el material coluvial.....53

Foto 7.Vista de detalle de afloramento rocoso ubicado en la parte sur de la zona de estudio, cubierto en superficie por una delgada capa de ceniza volcánica, gris clara, de textura areno-limosa. .....54

Foto 8.Vista del sector central del sitio inestabilizado. Obsérvese que la mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa; en la parte inferior material de llenos de escombros. El sitio fue sometido a explotación de fuentes de materiales (antigua cantera).....55

Foto 9. Vista del sector sur del deslizamiento y hacia la parte izquierda viviendas afectadas. Obsérvese que la mayor proporción del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillosa.....55

Foto 10 Vista de la parte inferior del movimiento de remoción en masa, el cual afecta a viviendas localizadas en su base.....55

Foto 11 Vista de la parte inferior-media del sitio inestabilizado. Obsérvese en su base viviendas afectadas y la mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa. .....55

Foto 12. Vista de la parte sur del sitio estabilizado. Obsérvese hacia la izquierda superior viviendas afectadas. La mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa y en menor proporción a material de llenos de escombros. .....56

Foto 13. Vista borde sur parte media del sector Inestabilizado. Obsérvese las viviendas afectadas por el Movimiento; la mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa. En la parte superior se observa material de llenos de escombros de bajo espesor. .....56

Foto 14. Vista parte media-superior del sitio inestabilizado. Obsérvese en el borde superior-izquierdo viviendas localizadas en el borde, las cuales han sido afectadas. El material involucrado corresponde en su mayor parte a macizo rocoso de composición arcillo-limosa. .....56

Foto 15. Vista de detalle del sector medio del deslizamiento. Obsérvese, que la mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa. .....56

Foto 16. Vista de detalle sector central del Deslizamiento. Obsérvese que la mayor parte del material Involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa.....57

Foto 17. Vista panorámica del área de estudio, el cual se observa en la parte central y a la derecha de la vía principal. .....58

Foto 18. Vista de detalle sector central del Deslizamiento. Obsérvese la presencia de agua empozada y conducida mediante zanjas; la mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa. En la parte superior se observa material de llenos de escombros, con espesores entre 1.0 y 2.0m. .....67

Foto 19. Vista de detalle sector central del deslizamiento. Obsérvese presencia de agua originada de la fuga de las tuberías; la mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa.....67

Foto 20. Vista de detalle sector central del deslizamiento. Obsérvese la presencia de aguas originadas por la fuga de las tuberías rotas y desperdicios de las viviendas vecinas. El material inestabilizado corresponde en su mayoría a llenos de escombros, cuyos espesores oscilan entre 1.5 y 2.0m, aprox. .....67

Foto 21 Vista de las viviendas que presentan riesgo por la evidencia de fenómenos de remoción en masa. .....88

# VOLUMEN 2 - ANEXOS

## CONTENIDO

**ANEXO A** TOPOGRAFÍA

- **ANEXO A1** CERTIFICADO DEL IGAC
- **ANEXO A2** CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE TOPOGRAFÍA
- **ANEXO A3** DATOS CRUDOS
- **ANEXO A4** LISTA DE COORDENADAS
- **ANEXO A5** COORDENADAS GPS
- **ANEXO A6** REGISTRO FOTOGRÁFICO

**ANEXO B** INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

- **ANEXO B1** EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO
- **ANEXO B2** REGISTROS DE PERFORACIÓN
- **ANEXO B3** ENSAYOS DE LABORATORIOS
- **ANEXO B4** CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE LABORATORIO

**ANEXO C** MEMORIAS DE CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE CUNETAS.

**ANEXO D** ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD

- **ANEXO D1** PERFILES CON CONDICIONES DE TOPOGRAFÍA ANTERIOR
- **ANEXO D2** PERFILES CON CONDICIONES DE TOPOGRAFÍA ACTUAL
- **ANEXO D3** PERFILES CON OBRAS DE MITIGACIÓN

**ANEXO E** MEMORIAS DE CÁLCULO.

**ANEXO E1** MURO EN CONCRETO ANCLADO.

**ANEXO E1.1** ALTERNATIVA No.1

**ANEXO E1.2** ALTERNATIVA No.2

**ANEXO E2** MURO EN TIERRA ARMADA

**ANEXO E2.1** ALTERNATIVA No.1

**ANEXO E2.2** ALTERNATIVA No.2

**ANEXO F** PRESUPUESTO, CANTIDADES DE OBRAS Y CÁLCULOS APU

**ANEXO G** ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RECOMENDACIONES SOBRE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.

**ANEXO H** CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**ANEXO I** MAPA DE ZONIFICACIÓN HOMOGÉNEA CON OBRAS PROPUESTAS.

**ANEXO J** LISTADO DE PREDIOS AFECTADOS Y FICHAS PREDIALES

# VOLUMEN 3 - PLANOS

## CONTENIDO

| | |
|---|---|
| **PLANO GE183-PL-DN4-01** | Levantamiento Topográfico y Exploración del Subsuelo. |
| **PLANO GE183-PL- DN4-02** | Geología Local |
| **PLANO GE183-PL- DN4-03** | Perfiles Geológicos |
| **PLANO GE183-PL- DN4-04** | Geomorfología |
| **PLANO GE183-PL- DN4-05** | Secciones geotécnicos |
| **PLANO GE183-PL- DN4-06** | Obras propuestas (Alternativa 1) |
| **PLANO GE183-PL- DN4-07** | Cortes y detalles (Alternativa 1) |
| **PLANO GE183-PL- DN4-08** | Obras propuestas (Alternativa 2) |
| **PLANO GE183-PL- DN4-09** | Cortes y detalles (Alternativa 2) |

**ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA LA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE RAFAEL URIBE URIBE Y CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.**

**INFORME FINAL**

**SITIO No. 4**

**DIVINO NIÑO**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 430 de 2007**

# 1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del Contrato de Consultoría No. 430-2007, suscrito entre el FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DE BOGOTÁ - FOPAE y GEOCING LIMITADA, cuyo objeto es la "Elaboración de diseños de obras, presupuestos y especificaciones técnicas en tres (3) sitios para la intervención por riesgos asociados a fenómenos de remoción en masa en las localidades de Rafael Uribe Uribe y Ciudad Bolívar de la ciudad de Bogotá D.C.", se presenta este documento que contiene el Informe del Sitio No. 4, localizado entre las Carreras 16 y 16B y entre las Calles 80 bis A Sur y 80 A bis A Sur, en el barrio Divino Niño de la localidad de Rafael Uribe Uribe, al sur oriente de la ciudad de Bogotá.

## 1.1. JUSTIFICACIÓN

El barrio Divino Niño, perteneciente a la localidad de Ciudad Bolívar se ha visto amenazado por procesos de remoción en masa vinculados a sucesos naturales; con la contribución de diferentes factores detonantes, tales como la disposición inadecuada de redes de alcantarillado y falta de obras de drenaje que permitan evacuar las aguas de escorrentía, han ido aportando a la generación de

procesos erosivos superficiales que localmente están avanzando a surcos y contribuyendo a la formación de flujos de suelos y catalogando a esta zona como de amenaza media y alta por fenómenos de remoción en masa (FRM)[1].

Actualmente las condiciones propias del sitio, tales como la alta pendiente y los materiales erosionables, han generado con el tiempo un proceso de deterioro del sector, que sumado a la disposición inadecuada de basuras y a la construcción no planeada de viviendas en su alrededor, crea una zona de preocupación para el gobierno distrital y de riesgo para sus habitantes.

En la actualidad debido a los avances de dichos fenómenos activos de remoción en masa manifestados especialmente en épocas invernales, han afectando a viviendas ubicadas en el sector, vías aledañas, acueducto, alcantarillado y redes eléctricas. Por estas razones el estudio que aquí se desarrolla pretende frenar el avance del proceso de remoción en masa el cual tiene comprometido la habitabilidad del sector. Igualmente conocer de manera objetiva las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo a las que están expuestas la población y la infraestructura del barrio Divino Niño (Sitio 4), teniendo en cuenta los cambios morfológicos y/o topográficos generados por el fenómeno y tomar decisiones oportunas sobre la ejecución de medidas y acciones para mitigar el riesgo, en beneficio de la comunidad.

## 1.2. OBJETIVOS

- ✓ Realizar estudios de estabilidad de taludes, control de erosión y manejo de aguas para la estabilización del Sitio No. 4 – Divino Niño de la Localidad de Ciudad Bolívar.

[1] Según el plano normativo del POT de la ciudad de Bogotá (Amenaza actual por fenómenos de remoción en masa).

- ✓ Realizar la evaluación de las alternativas seleccionadas para el control de fenómenos de remoción en masa y valoración de la habitabilidad de las viviendas involucradas.

- ✓ Diseñar las obras de mitigación de riesgo por fenómenos de remoción en masa, incluyendo cuadro de cantidades, especificaciones técnicas, recomendaciones sobre los procesos constructivos, presupuestos, cronogramas de ejecución, análisis de precios unitarios y análisis de la viabilidad de la construcción.

## 1.3. ALCANCE DEL ESTUDIO

- ✓ Identificar la zona de estudio en la cual se diseñaran las obras de mitigación del riesgo causados por fenómenos de remoción en masa, en la que se incluirá un análisis del proyecto para evaluar el beneficio directo e indirecto que recibirá la comunidad.

- ✓ Realizar estudios de investigación del subsuelo de tal manera que permita crear un modelo geológico representativo de la zona y a su vez muestre la estratificación, su estructura geológica e igualmente a evaluación de las condiciones del agua subsuperficial.

- ✓ Analizar los trabajos de laboratorio por medio de ensayos que permitirán identificar las características de esfuerzo – deformación, resistencia u otras propiedades de los materiales encontrados para evaluar cuantitativamente los procesos de inestabilidad.

- ✓ Realizar un análisis de estabilidad en conjunto con los resultados arrojados por el previo estudio geológico-geotécnico, el cual permitirá plantear la situación de los procesos de remoción en masa y así mismo crear medidas para mitigación de los mismos.

- ✓ Evaluar la actividad de los fenómenos de remoción en masa y su afectación a corto, mediano y largo plazo de toda la zona de estudio, además, de mitigar el riego con diseños detallados de obras de estabilización de acuerdo al análisis de las medidas recomendadas para el barrio Divino Niño (Sitio 4).

- ✓ Diseñar obras de mitigación de acuerdo a estudios previos del subsuelo y análisis de estabilidad; detallando procesos constructivos, especificaciones técnicas y viabilidad de las obras propuestas.

## 1.4. LOCALIZACIÓN

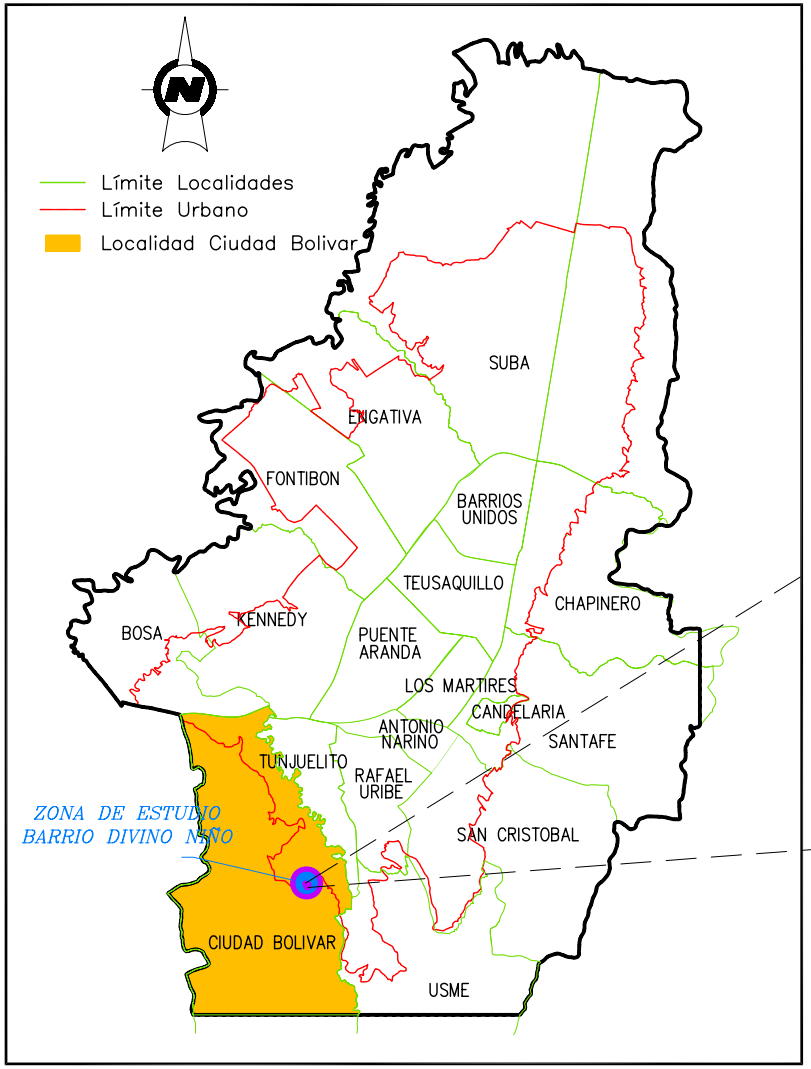
El barrio Divino Niño de la localidad de Ciudad Bolívar, limita al nororiente y noroccidente con el barrio Santa Viviana, al sur con el barrio Caracolí, al suroriente con el sector de Sierra Morena en donde se localiza el Tanque de la EAAB.; la zona de estudio se encuentra localizada entre las Carreras 16 y 16B y entre las Calles 80 bis A Sur y 80 A bis A Sur (ver Figura I).

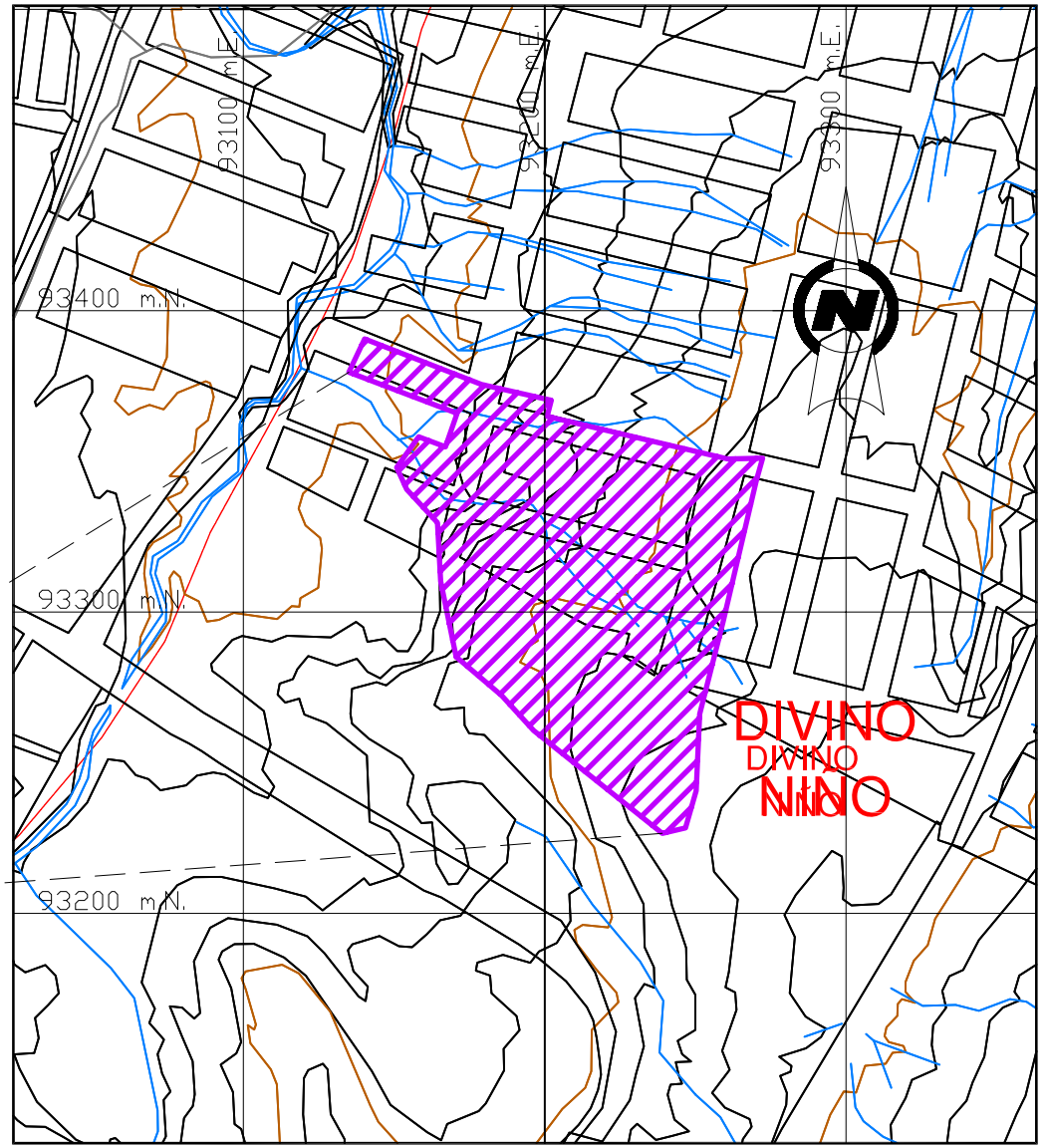


Foto 1. Localización de la zona de estudio en la localidad de Ciudad Bolívar.



Foto 2. Localización de la zona afectada en el barrio Divino Niño.




Esc___1:2500

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROYECTO:<br>DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCION POR RIESGOS ASOCIADOS A FENOMENOS DE REMOCION EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRSITOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.<br>SITIO 4<br>BARRIO DIVINO NIÑO<br>LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR | INTERVENTORIA:<br>GEODINAMICA INGENIERIA LTDA | ELABORO:<br>GEOCING LTDA. | CONTENIDO:<br>***LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO*** | ARCHIVO ACAD:<br>FIGURA I.DWG<br>ESCALA:<br>INDICADAS<br>FECHA<br>ENERO DE 2007<br>FIGURA No:<br>FIGURA I<br>DIBUJO:<br>JUAN CARLOS BECERRA | |

## 1.5. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Las siguientes fueron las fuentes de información secundaria recopiladas para el desarrollo del objeto del estudio:

- ✓ Estudio para el Análisis y Caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá. IRH INGENIERÍA y RECURSOS HÍDRICOS LTDA. – EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ, Noviembre de 1995.

- ✓ Estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá. INGEOMINAS, 1997.

- ✓ Estudio para la Zonificación de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa de las Localidades de Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Santafé, Chapinero, Usaquén y Suba. INGEOCIM LTDA. – UPES. Octubre de 1998.

- ✓ Estudio para la zonificación de riesgo por remoción en masa en el barrio El Divino Niño, celebrando con la unión Temporal Geourbana Ltda. – Luís Fernando Orozco Rojas y Cia. Ltda.,

- ✓ Diagnostico Técnico No. DT – 3390, DT – 2750, DT – 422, DT – 1844 – 1966, DI – 2393, DT – 2813, DI - 3441. Dirección de Prevención de Emergencias.

- ✓ Concepto Técnico No. CT – 4469 Y DT – 2750. Dirección de Prevención de Emergencias.

- ✓ Mapa interactivo de acueducto de Bogotá: http://web.acueducto.com.co/sigueweb/eaab_pub/viewer.htm

- ✓ Mapa Geológico de la Sabana de Bogotá. Esc. 1:100.000; INGEOMINAS; 2005.
- ✓ Geología de la plancha 209-Sabana de Bogotá; INGEOMINAS, Memoria Explicativa; año 2005.
- ✓ Propuesta metodológica para los estudios de geología aplicados a la ingeniería; Padilla, J.P., y otros, Documento inédito; INGEOMINAS, Bogotá D.C, 2003.
- ✓ Mapa Geomorfológico de la Sabana de Bogotá; Plancha246-II-B, Esc. 1:25.000; Carvajal, J.H., y otros, Documento inédito; INGEOMINAS, Bogotá D.C., 2004.
- ✓ Mapa Geológico para Ingeniería de la Sabana de Bogotá; Plancha246-II-B, Esc. 1:25.000; Padilla, J.P., y otros, Documento inédito; INGEOMINAS, Bogotá D.C., 2004.
- ✓ CARO, P., GARCIA, J. Zonificación Geotécnica del Distrito Especial de Bogotá. INGEOMINAS-DAPD. Bogotá, 1988.
- ✓ PADILLA, Justo. Geología para Ingeniería de la Sabana de Bogotá. Memória Explicativa de mapas a escala 1:25.000. INGEOMINAS. Documento inédito. Bogotá, D. C. 2005.
- ✓ INGEOMINAS. Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá. Estudios Tectónicos y Geotectónicos. Bogotá, 1996.
- ✓ Estudio para la Zonificación de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa de las Localidades de Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Santa Fe, Chapinero, Usaquén y Suba. INGEOCIM LTDA. – UPES. Octubre de 1998.
- ✓ Fotografías aéreas del IGAC números 018 y 019 del Vuelo C-2333; sobre –

- ✓ S-34559; año 1988.
- ✓ Fotografías aéreas del IGAC, números 097, 098, 115 y 116 del Vuelo C-2717; sobres, S-39296 y S-39297; año 2004.
- ✓ Estudios de zonificación de riesgos por fenómenos de remoción en masa en el divino niño localidad de ciudad Bolívar, U.T. GEOURBANA LTDA.

## 1.6. SOLICITANTE

El presente estudio se llevó a cabo por solicitud de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE) mediante contrato No. 430 de 2007 como respuesta a las emergencias presentadas en el talud de estudio (Manzana K y Manzana L del Barrio Divino Niño de la Localidad de Ciudad Bolívar).

## 1.7. ÁREA DE INFUENCIA

La inestabilidad presentada en el talud afectado involucra aproximadamente un área de influencia de 7.000 $m^2$.

## 1.8. ÁREA DEL PRODUCTO

Las obras a ejecutar por recomendación del presente estudio, comprenden un área directa de 2.120 $m^2$.

## 1.9. POBLACIÓN BENEFICIADA

Las obras de estabilidad que deben llevarse a cabo benefician a los habitantes localizados en la manzana K, L, S y X10 del Barrio Divino Niño con un número de 120 habitantes aproximadamente.

## 1.10. ANTECEDENTES

Los problemas que debe enfrentar la localidad son debidos a las zonas de amenaza por remoción en masa e inundación, que ahondan en la condición de vulnerabilidad de muchos de sus habitantes siendo un peligro latente para quien construya allí de manera ilegal. La localidad de Ciudad Bolívar presenta, además, una problemática ambiental compleja en la que se conjugan diversos factores de contaminación ambiental producto de la explotación de canteras, las chimeneas de las industrias, los mataderos clandestinos y la quema de huesos de animales, el relleno sanitario Doña Juana y la disposición de desechos a campo abierto.

El barrio Divino Niño fue legalizado mediante el Acto Administrativo 0336 de 11-10-1999 y modificado mediante el Acto Administrativo 1119 de 13-12-2006 Excluyendo de la legalización la zona delimitada como de **Alto Riesgo**: Manzana K (predios 1, 2, 11, 12 y 13 ), Manzana L (predios 1, 2, 4, 17 y 19), Manzana LL (predios 23, 24, 25, 26 y 27), Manzana O (predios 14 y 15) y Manzana P (predio 1), Manzana R (predio 1), Manzana RR (predio 23).

En las Zona de **Alta Amenaza**: Manzanas A1, C2, E2, F2, Y10, Y11, Y13, Y14, Z0, Z5, Z6, Z7, Z8, ZP, Manzana K (predios 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10), Mz L (predios 3, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20 y 21), Manzana T (predios 11, 12, 13, 23, 24 y 25), Manzana U (predios 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30) y Manzana W (predios 25, 25A, 26, 27 y 28) deben adelantarse estudios detallados para determinar las obras de estabilización del sector antes de asignarse un uso urbano.

En las zonas de **Alta Amenaza**: Zonas verdes 1, 2, 4 y 5 debe conservarse el uso asignado.

El sitio objeto de estudio, pertenece a un área de talud que fue utilizada para extracción de material de cantera (arenas y arcillas); esta actividad extractiva modificó sustancialmente la morfometría original de dichos cerros y alteró su estabilidad natural. Como consecuencia de que el material extraído no era

económicamente representativo, fue abandonada sin realizar obras de recuperación y adecuación de los cortes efectuados. A continuación, la cantera y el área aledaña fueron ocupadas para vivienda sin efectuar obras de adecuación e infraestructura para su urbanización, creando así una zona de riesgo para sus habitantes.

Esta zona geomorfológicamente presenta una zona de escarpe propensa a flujos de suelo. De allí que la zona de estudio se encuentra catalogada de acuerdo al plano de amenaza por fenómenos de remoción en masa del Decreto Distrital 190 de 2004 (el cual compila las disposiciones contenidas en los decretos 619 de 2000 y 469 de 2003 o POT);como una zona de amenaza alta y media, así como la "Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C.", escala 1:10.000, realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE a través de la firma Ingeocim Ltda., en 1998 (Ver Figura II).

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, según el Concepto Técnico No. 3403, determino que la mayoría de las viviendas (mas del 90% del total) están conformadas por 1 o 2 pisos, generalmente construidas en mampostería con estructuras en concreto reforzado. Cuenta con servicio de energía provisional y red vial semiconsolidada sin pavimentar.

En concepto Técnico No. CT-3403 se establece en el predio ubicado en la carrera 16BBis No. 80-44 Sur correspondiente a la manzana k lote 3 y el predio ubicado en la carrera 16B Bis No. 80-50 Sur correspondiente a la manzana k lote 4, se encuentran en amenaza alta y riesgo medio por fenómenos de remoción en masa y se recomienda realizar estudios geotécnicos detallados tendientes a definir las acciones de mitigación si se piensa dar un uso urbano y adicionalmente, dadas las condiciones físicas del sector se recomienda implementar un sistema técnico apropiado para realizar cualquier tipo de construcción; así mismo, no deben realizarse rellenos anntitecnicos a media ladera.

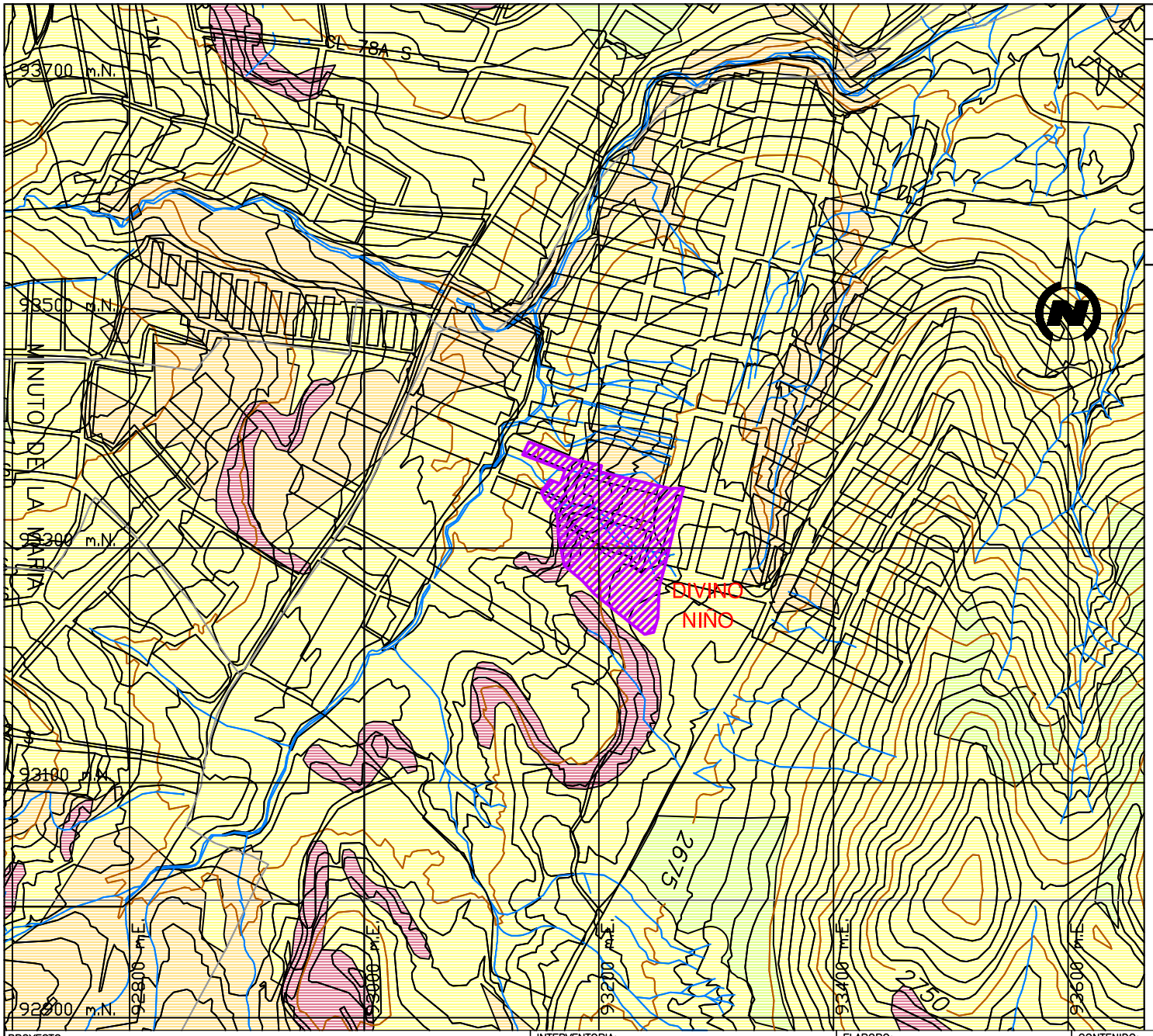
En el año 2000 la DPAE adelanto la "zonificación de riesgo por remoción en masa en el barrio El divino niño", mediante contrato consultoría CCS-334/2000 celebrado con unión temporal Geourbana Ltda. – Luís Fernando Orozco Rojas y CIA. Ltda., en donde se propone un plan de medidas de mitigación orientadas al control de la amenaza mediante obras correctivas y preventivas de fácil construcción por parte de las comunidades afectadas, incluyendo al urbanizador y a la ladrillera Santa fe en lo que respecta a las obras de mantenimiento y manejo de aguas superficiales sobre la vía de acceso; control por parte de las comunidades en la disposición de nuevos rellenos y el manejo de los diferentes factores antrópicos que puedan generar procesos de remoción en masa y disminución de la vulnerabilidad de las viviendas mediante practicas del mejoramiento de la resistencia estructural o disminución de la exposición, acciones que deben ser realizadas directamente por los propietarios.

Adicionalmente, desde el punto de vista de riesgo, en el CT-3227, la DPAE consideró factible la legalización del desarrollo y recomendó:

- ✓ Evitar los cortes al talud de la manzana No. 1 (actualmente manzana No. 2), sin que estos se adelantaran si los estudios técnicos pertinentes.

- ✓ Implementar medidas físicas para el control y manejo de las aguas lluvias y servidas, para evitar problemas de inestabilidad por la infiltración y saturación del suelo.

Adelantar medidas de protección y control, tendientes a mejorar las condiciones de estabilidad del entorno físico en las áreas donde la acción antrópica podría generar condiciones favorables para los movimientos de masa, Estas medidas contemplan obras de control de erosión, de protección de cauces y rondas, de recuperación morfológica de cortes y obras de infraestructura, como por ejemplo la implantación de redes de acueducto y alcantarillado, para evitar que continué el deterioro del sector.




## CONVENCIONES GENERALES

- Curva Indice — 2650
- Curva secundaria
- Zona de Estudio
- Construcciones
- Rio

## CONVENCIONES TEMATICAS

- Amenaza Muy Alta
- Amenaza Alta
- Amenaza Media
- Amenaza Baja

NOTA:
Tomado y modificado del estudio de "Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de Santa Fe de Bogotá". Contrato 1314-107-97. INGEOCIM LTDA. 1998.

PROYECTO:
DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCION POR RIESGOS ASOCIADOS A FENOMENOS DE REMOCION EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRSITOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.
SITIO 4
BARRIO DIVINO NIÑO
LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR

INTERVENTORIA:
GEODINAMICA INGENIERIA LTDA

ELABORO:
GEOCING LTDA.

CONTENIDO:
***AMENAZA (INGEOCIM)***

ARCHIVO ACAD: FIGURA II.DWG

ESCALA: 1:5000

FECHA: ENERO DE 2008

FIGURA No: FIGURA II

DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA

## 1.11. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SUS POSIBLES CAUSAS

El área de afectación esta conformada por rocas arcillolitas de la Formación Bogotá, las cuales están cubiertas por suelos arcillosos residuales de la misma formación y rellenos antrópicos constituidos por materiales heterogéneos de composición arcillosa, arenosa y algunos materiales de construcción generados por asentamientos humanos ilegales, los cuales contribuyen a la inestabilidad haciéndolo susceptible a fenómenos de remoción en masa, sobre todo en épocas de altas precipitaciones, ya que la zona de estudio carece de obras de contención en la parte media y baja de la misma.

La zona de estudio presenta un deslizamiento de tipo rotacional y reptación a nivel superficial, con presencia de surcos y cárcavas ( Ver Foto 3 y Foto 4) debidas al mal manejo de las aguas residuales, falta de obras de drenaje que permita evacuar aguas de escorrentía y fugas en la red de distribución del acueducto lo cual genera saturación de los materiales sueltos (rellenos antrópicos y suelo residual) que conforman esta zona de la ladera, involucrando un área aproximada de 0.5 Ha y 10.000m³ de material.



Foto 3. Flanco derecho del deslizamiento, afectado por carcavamiento.



Foto 4. Zona de agrietamiento lo cual evidencia el estado activo del deslizamiento.

A continuación se presenta un breve resumen de los diagnósticos técnicos emitidos por el DPAE (Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá) en el barrio Divino Niño de la Localidad de Ciudad Bolívar:

| FECHA | TIPO DE EVENTO | DESCRIPCIÓN DEL EVENTO | LOCAL. | ACCIONES ADELANTADAS |
|---|---|---|---|---|
| Abril 20 de 1998 | DT-422 | Erosión Hídrica de tipo concentrado en estado avanzado reciente, causado por la deforestación y aguas lluvias. Adicionalmente presenta erosión por socavación en los drenajes naturales de la zona en estado avanzado reciente, causado por la deforestación y aguas lluvias. | Avenida el Mochuelo 74 A - 13 | Prohibición de rellenos en los caños que atraviesan la zona, demarcación de la ronda de la quebrada, afluentes principales y áreas de protección, Diseño y construcción de un sistema de alcantarillado de aguas negras y aguas lluvias del barrio. |
| NOVIEMBRE 24 DE 2003 | DT - 1844 | Deslizamiento local en material de relleno que afecto un muro doble en ladrillo que sirve de estructura de | CALLE 78 D SUR No. 16-68 | Demolición del muro de carga en la vivienda de la calle 78 D Sur No. 16-68. |

| FECHA | TIPO DE EVENTO | DESCRIPCIÓN DEL EVENTO | LOCAL. | ACCIONES ADELANTADAS |
|---|---|---|---|---|
| | | contención entre las viviendas de la calle 78 D sur Nos. 16-68 y 16-64, de los señores Luis Hernando González y Sirley Perdomo, respectivamente. El colapso parcial de este muro generó el debilitamiento del muro de carga de la vivienda del señor González, el cual fue demolido por el propietario para evitar el colapso súbito.<br><br>Asimismo, el muro de contención quedó apoyado contra la vivienda de la señora Perdomo, cuya construcción corresponde a una vivienda prefabricada con cubierta en asbesto cemento. | | Recomendar el apuntalamiento del muro mientras se adelantan labores de reforzamiento.<br><br>Recomendar la reconstrucción del muro de contención debido a que en éste se apoyan las columnas en la vivienda del señor González y no cuenta con el confinamiento que asegure su estabilidad y su función de contener el terreno entre los predios. |
| Abril 1 de 2004 | DT - 1966 | En el sitio de emergencia la ladera tiene una pendiente general baja <10º, pero la vivienda ubicada en la carrera 15 A No. 77-54 Sur de propiedad de la señora Hohora Corrales, limita con el borde del relleno heterogéneo de gran espesor ubicado en zanjones, cárcavas, dispuesto sin especificaciones técnicas, constituido por un talud de inclinación cercana a 50º. Para la construcción de la vivienda se realizaron cortes verticales superiores a 3m de altura, que no fueron confinados con las correspondientes obras de contención, produciéndose un deslizamiento rotacional característico de este tipo de materiales. | Carrera 15 A No. 77-54 | Se recomendó la evacuación de la parte de la vivienda más cercana a la base del talud. La DPAE envió plástico para cubrir el talud y evitar que ingrese más agua y se active un deslizamiento de mayor magnitud. |
| Mayo 31 de 2005 | DI-2393 | En la calle 81 B sur Nº 76B-08 del citado desarrollo se presentó un proceso de flujo de tierras superficial, que afecto en su trayectoria una | calle 81 B sur Nº 76B-08 | Por lo anterior, se determinó la evacuación temporal de las viviendas ubicadas en el Barrio |

| FECHA | TIPO DE EVENTO | DESCRIPCIÓN DEL EVENTO | LOCAL. | ACCIONES ADELANTADAS |
|---|---|---|---|---|
| | | superficie de 100 m de longitud a lo largo de una zona verde (hacia el costado sur del colegio Sierra Morena Sede B), cubriendo una vía local correspondiente con la carrera 76 B, entre carreras 81 y 81 B y tres predios correspondientes con los números 25, 23 y 21, de la manzana 8, del barrio Caracolí. Según la inspección técnica del sitio, el factor que pudo causar el flujo de tierras fue la saturación del material de suelo, a causa del aporte prolongado de agua por parte de algunas mangueras deterioradas de acueducto comunitario, dispuestas sobre la ladera. | | Caracolí, correspondientes con las direcciones; Calle 81 B sur # 76B – 08 y Calle 81 B sur # 76B - 12, y se recomendó entre otras cosas que la Alcaldía Local por considerarlo de su competencia, realizara un estudio de la estabilidad del talud superior de la Carrera 76 B, el cual debía contemplar el planteamiento de las alternativas para la mitigación del riesgo existente sobre ésta. |
| Mayo 7 de 2006 | DT - 2813 | La vivienda esta constituida en la parte superior de un talud de corte de unos 5m de altura en un terreno conformado por coluvión matriz-soportado con matriz limo arcilloso, el cual tiene en la parte superior un muro en piedra pegada (1 m aprox.) que presenta grieta diagonal.<br><br>La casa es en material prefabricado, de un nivel y se encuentra deshabitada en el momento del estudio, aunque en ella se encuentra almacenado un número considerable de tubo de gres que le imprimen peso al terreno; el piso de dicha vivienda es en cemento y hacia el costado sur oriental, en la zona de la sala que está adyacente al escarpe, se observan grietas de 2 cm. de separación y hundimiento de 1cm. | Calle 70 D Bis No. 73C – 74 Sur | Reconocimiento general del área e identificación del tipo de amenaza.<br><br>Identificación y evaluación cuantitativa de viviendas afectadas y años en las mismas, para determinar su condición de estabilidad y habitabilidad. |

| FECHA | TIPO DE EVENTO | DESCRIPCIÓN DEL EVENTO | LOCAL. | ACCIONES ADELANTADAS |
|---|---|---|---|---|
| 23 de Agosto de 2006 | CT – 4469 Y DT - 2750 | Carrera 16B Bis No. 80 – 44 sur Carrera 16B Bis No 80 – 50 sur.<br>Estas viviendas presentan Fenómenos de remoción en masa (FRM), catalogadas con amenaza y riesgo alto. Dichos predios se han ocupado de forma inapropiada ya que forman parte de zonas restringidas por la resolución de legalización del desarrollo. | Carrera 16B bis No. 80 – 44 sur (Manzana k lote 3); Carrera 16B Bis No. 80 – 50 sur (Manzana k lote 4) | 1. Se recomienda destinar toda la zona como suelo de protección por riesgo y su uso como zona de recreación pasiva.<br>2. Restricción parcial mediante Acta No. 003018, de la habitación ubicada al costado oriental del predio Carrera 16B Bis No. 80-44 sur.<br>3. Restricción parcial mediante Acta No. 003019, de las habitaciones ubicadas al costado oriental del predio Carrera 16B Bis No. 80-44 sur. |
| 18 de Septiembre, 09 y 12 de Octubre de 2007 | DT - 3390 | Hacia el costado oriental (parte posterior) de los predios de referencia, se presento un flujo de suelo de carácter lento en una ladera de pendiente cercana a los 45°, en la que posiblemente se encuentren afectando la estabilidad y funcionalidad de la red de alcantarillado ubicada en la carrera 16B Bis con la calle 80 sur, adicionalmente se observaron desprendimientos de bloques de roca y material tipo arcilloso proveniente de dos taludes de corte, las cuales posiblemente fueron provocadas por el emplazamiento de dichas viviendas. En el talud de corte ubicado hacia el costado oriental de los predios en comento (parte posterior de los mismos), se presento un desprendimiento de aproximadamente $5m^3$ de material compuesto por bloques de roca con volúmenes entre $0.1m^3$ y | Carrera 18B Bis No. 80 – 44 sur y carrera 16B Bis No. 80 – 50 sur. | Inspección visual del sector y evaluación cuantitativa de la amenaza y el riesgo asociado a los predios ubicados en la carrera 16B Bis No. 80-44 Sur y No. 80-50 sur.<br>Se solicito apoyo a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB por medio de la red distrital, con el objeto de que se realice de manera inmediata la verificación de la posible existencia de fugas en la red ubicada en el sector de la carrera 16B Bis con la calle 80 sur. Restricción parcial de uso mediante Acta No. 003019 del 9 de octubre de 2007, de las habitaciones ubicadas al costado oriental de los predios localizados en la |

| FECHA | TIPO DE EVENTO | DESCRIPCIÓN DEL EVENTO | LOCAL. | ACCIONES ADELANTADAS |
|---|---|---|---|---|
| | | $0.2m^3$.<br>Las viviendas afectadas son las siguientes:<br>Carrera 16B Bis No. 80 – 44 sur: humedad, agrietamiento y colapso parcial del muro ubicado en el costado oriental de la vivienda.<br>Carrera 16B Bis No 80 – 50 sur: Colapso muro de cerramiento ubicado en el costado oriental de la vivienda.<br>La infraestructura afectada es la siguiente:<br>Presencia de fisura en la estructura de la caja de inspección perteneciente a la red de acueducto y alcantarillado ubicado en el sector de la carrera 16B Bis con calle 80 sur. | | carrera 16B Bis No. 80-44 sur y No.80-50 sur. Solicitud de evacuación mediante acta No. 003113 del 12 de octubre de 2007, de la vivienda ubicada en la carrera 16B Bis No. 80-50 sur, en la que habita la señora Mariluz Pérez. Se encontró que en dichos predios se encuentra evacuadas desde el 13 de junio de 2006, mediante el Acta No. 001715 para la vivienda ubicada en la carrera 16B Bis No. 80-44 sur y mediante el acta No. 000467 para la vivienda ubicada en la carrera 16B Bis No. 80-50 sur. |
| 26 de Octubre de 2007 | DI-3441 | Se presentó la pérdida exagerada de verticalidad de la estructura de la vivienda con nomenclatura Calle 80Bis H Sur # 17-35, Lote 10 de la Manzana K del barrio El Divino Niño, correspondiente a una vivienda de un nivel construida en material de recuperación con evidencia de deficiencias constructivas, relacionadas con la falta de confinamiento de los elementos de la estructura y la utilización de materiales inadecuados. La afectación de la estructura de la vivienda se debe a la deformación excesiva del relleno de cimentación.<br>Dentro de las posibles causas se encuentran: El relleno antitécnico realizado para el emplazamiento de la vivienda y la falta de contención y confinamiento del relleno, las | Calle 80Bis H Sur No.17-35 | Inspección visual y evaluación cualitativa de la vivienda de la Calle 80Bis H Sur # 17-35 donde habita la señora Ana Rita Tique y su familia y del sector en general.<br>Solicitud de evacuación de la vivienda de la Calle 80Bis H Sur # 17-35 donde habita la señora Ana Rita Tique y su familia, por medio del Acta de Evacuación No. 3114. |

| FECHA | TIPO DE EVENTO | DESCRIPCIÓN DEL EVENTO | LOCAL. | ACCIONES ADELANTADAS |
|---|---|---|---|---|
| | | deficiencias constructivas de la vivienda, el manejo inadecuado de las aguas de escorrentía y el vertimiento de las aguas servidas hacia el terreno.<br><br>Tomando en cuenta las deformaciones del relleno y la pérdida de verticalidad de la vivienda de la señora Ana Rita Tique, la habitabilidad de la misma se encuentra comprometida en el corto plazo. | | |

## 1.12. ORGANIZACIÓN DEL INFORME

Este informe presenta una descripción de las actividades realizadas, metodologías empleadas, cálculos y análisis de resultados, los cuales están contenidos en el siguiente esquema de presentación:

**Tabla 1. Esquema de presentación del estudio**

| CAP. | TITULO |
|---|---|
| 2 | LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO |
| 3 | INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO |
| 4 | GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA |
| 5 | HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA |
| 6 | SISIMOLOGÍA |
| 7 | MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO |
| 8 | DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN |
| 9 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES |
| 10 | LIMITACIONES |

## 1.13. GRUPO DE TRABAJO

Los trabajos fueron realizados por la firma GEOCING LIMITADA (bajo la dirección del Ing. Flavio Soler Sierra), con supervisión de la firma GEODINÁMICA INGENIERÍA LIMITADA (bajo la dirección del Ing. Mauricio Camargo Chávez); con el objeto de llevar a cabo las diferentes actividades del presente estudio, GEOCING LIMITADA conformó el grupo de trabajo relacionado en la Tabla 2.

**Tabla 2. Relación de personal que realizó los estudios**

| Nombre | Función o cargo |
|---|---|
| Flavio Soler Sierra | Director del estudio – Especialista en geotecnia y riesgos |
| Justo Pastor Padilla | Geólogo |
| Carlos Santander | Especialista en estructuras |
| Freddy Lozano España | Ingeniero de Diseño |
| Sandra Rodríguez | Ingeniera Residente – Trabajos de Exploración del Subsuelo |
| Rocío Rincón P. | Ingeniera auxiliar – Cartografía y SIG |
| Diana Jazmín Villamil | Auxiliar de ingeniería |
| Edwin Gaitán | Dibujante |
| Carlos Castillo L. | Topógrafo |
| Carlos Navarro | Laboratorista |

# 2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

## 2.1. GENERALIDADES

Se presenta en este capítulo una descripción del trabajo de campo y oficina desarrollado para la elaboración del plano topográfico del sitio de riesgo localizado en el barrio Divino Niño (Sitio No. 4), localidad de Ciudad Bolívar.

### 2.1.1.Alcance específico del trabajo topográfico

Llevar a cabo el levantamiento topográfico (planimétrico y altimétrico), con coordenadas reales y el amojonamiento de dos (2) vértices, siguiendo los parámetros básicos que se mencionan a continuación:

- ✓ Amarre de coordenadas reales utilizando el CODAZZI 2010.
- ✓ Información topográfica tomada para cada punto, levantado en las 3 dimensiones: X (Este), Y (Norte), Z (Cota).
- ✓ Levantamiento topográfico detallado del sitio con: postes, hidrantes, válvulas, cajas, pozos, vías, paramentos, cercas, y demás detalles.
- ✓ Generación de curvas de nivel cada 0.5 m

### 2.1.2. Metodología de campo

A continuación se presenta un recuento cronológico del trabajo de campo realizado para llevar a cabo el levantamiento topográfico:

El día mar 29 de Enero se realizó el traslado de coordenadas y amojonamiento de los dos (2) vértices a referenciar de acuerdo como aparece en la Tabla 3 y se definieron los auxiliares para la radiación de los detalles.

**Tabla 3. Mojones materializados en campo**

| MOJÓN | NORTE | ESTE | COTA |
|---|---|---|---|
| GPS1 | 93363.572 | 93181.207 | 2655.993 |
| GPS2 | 93427.118 | 93041.315 | 2654.921 |

En este mismo día se movilizó la comisión de topografía al área de estudio para adelantar labores de levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico

tomando en detalle redes de agua, luz y teléfono, así como vías, viviendas y otras características visibles y de importancia para este trabajo.

### 2.1.3.Traslado de coordenadas reales

Para realizar el traslado de coordenadas del levantamiento topográfico se empleó la información suministrada por el IGAC del vértice CODAZZI 2010 localizado en la base de registro continuo en las instalaciones del INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (ver **ANEXO A1**), cuyas coordenadas se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4. Listado de coordenadas de los puntos de amarre**

| MOJON | LATITUD | LONGITUD | ALTITUD ELIPSOIDAL |
|---|---|---|---|
| CODAZZI 2010 | 04º 38' 19,24208" | 74º 04' 47,81532" | 2.610,816 |

## 2.2. MÉTODO DE TRABAJO

### 2.2.1.Trabajo de campo

2.2.1.1. Altimetría y planimetría

El equipo y los recursos utilizados por la comisión para realizar el levantamiento topográfico son los que se relacionan en la Tabla 5.

**Tabla 5. Relación de equipos utilizados en el levantamiento topográfico**

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|---|---|
| Estación TOPCON GTS 235W | 1 |
| GPS SOKIA STRATUS | 2 |
| Topógrafo | 1 |
| Cadenero primero | 1 |
| Cadenero segundo | 2 |
| Vigilante | 2 |
| Radios de onda corta | 4 |

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|---|---|
| Vehículo | 1 |
| Otros elementos | 1 |

Se realizó el levantamiento de todos los detalles por radiación para la elaboración del plano respectivo utilizando una estación total TOPCON GTS 235 W, estos detalles fueron: vías, paramentos, postes, hidrantes, válvulas, cajas, pozos, y puntos de topografía para generar curvas de nivel cada 0.5 m, el total de puntos levantados fue de 773 Los detalles del levantamiento fueron almacenados en cartera electrónica, lo cual garantiza su veracidad. Las cotas fueron calculadas por nivelación trigonométrica a partir de los datos de la estación, mediante el software *SURFACE MODELING*. La calibración de los equipos se muestra en el **ANEXO A.2.**

2.2.1.2. Trabajo de oficina

Los datos del levantamiento topográfico realizado, se bajaron directamente desde el colector de datos de la estación total al computador, evitando así errores de trascripción y agilizando este proceso; en el **ANEXO A3** se presentan los datos crudos de la estación, y en el **ANEXO A4** se presenta el listado de coordenadas del levantamiento topográfico. Las carteras del GPS se presentan en el **ANEXO A5** y en el **ANEXO A6** se encuentra el registro fotográfico de los trabajos de topografía.

Los puntos topográficos fueron interpolados utilizando el software *SURFACE MODELING*, hallando las curvas de nivel, y con las carteras de campo se realizó la planimetría del sitio, obteniendo como resultado el Plano **GE183-PL-DN4-01.**

## 3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

La exploración del subsuelo tiene por objeto lograr los modelos litoestratigráficos del área de estudio y la caracterización geomecánica de los materiales principalmente de aquellos que intervienen en los problemas de estabilidad.

El estudio se llevo a cabo en varias etapas; la primera de ellas consistió en la investigación del subsuelo: exploración y ensayos in situ que permiten conocer la estratigrafía y las propiedades mecánicas e hidráulica de los materiales.

Posteriormente se realizaron ensayos de laboratorio sobre las muestras extraídas, de las cuales se obtuvieron los parámetros de resistencia y clasificación de los materiales que a su vez intervendrán en el análisis de estabilidad.

## 3.1. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Con el fin de conocer la estratigrafía del sector y determinar las características geomecánicas de los diferentes materiales que constituyen el subsuelo en la zona de estudio, se llevó a cabo el programa de investigación del subsuelo detallado a continuación.

Para determinar las características del suelo del área de estudio, se ha llevado a cabo el siguiente programa de exploración del subsuelo en forma directa:

- ✓ Cinco (9) perforaciones (P-01 a P-09) ejecutados mediante el procedimiento de percusión, rotación y lavado en suelos cohesivos y areno limosos y mediante el procedimiento de perforación en broca diamantada para suelos rocosos. Las profundidades varían entre los 3m y los 16m. En total se perforaron 48 m, de los cuales 35.5m corresponden a:

Materiales de depósitos blandos, correspondientes a materiales resultantes de los deslizamientos recientes ocurridos en el sitio de estudio; son suelos matriz-soportados, de composición predomínate arcillo – limosa, con clastos y fragmentos rocosos de composición heterogénea. Estos depósitos de coluvión resiste son de consistencia muy blanda, y presentan espesores entre 1.0 y 2.0m aproximadamente.

Para coluviones antiguos, los materiales resultantes corresponden a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa antiguos acumulados en la parte inferior de los escarpes rocosos; estos depósitos se encuentran ubicados en sector sureste del sitio de estudio. Son materiales matriz-soportados, con clastos y fragmentos rocosos de composición principalmente arenacea, dentro de una matriz areno-limosa, de color amarillo, con esporádicos bloques de areniscas; de consistencia blanda a muy blanda y friables. Su espesor oscila entre 2 y 4m, aproximadamente y en 13 m corresponden a:

Perforación en roca perteneciente a la formación Bogota, constituidas por una secuencia de arcillositas, de variados colores (gris claras, oscuras verdosas y rojizo-violáceas), en sectores limosas, de resistencia blanda ;con delgadas intercalaciones de: areniscas gris claras – amarilla, rojizo-violáceas y amarillo naranja por meteorización, de grano fino a grueso, de resistencia en general blanda y friables, con esporádicas capas duras, y limonitas arcillosas gris oscuras a violáceas.

- ✓ cinco (5) apiques exploratorios del subsuelo (AP-01 a AP-05) con profundidades entre 0,25 m a 1,0m. En total se excavaron 5m para este tipo de apiques. Con materiales correspondientes a:

- Para el Apique 1:

De 0 a 0.015 m: Material de relleno.

De 0.015 a 1.0 m: Arcillolita limosa color gris clara a rojiza violacea de plasticidad media y consistencia blanda.

- Para el Apique 2:

De 0 a 0.20 m: Material de relleno.

De 0.20 a 1.0 m: Arcillolita arenacea color amarilla ocre con tintes rojizo violáceos de plasticidad media y consistencia baja.

- Para el Apique 3:

De 0 a 0.25 m: Material de relleno

De 0.25 a 1.0 m: Arenisca arcillosa de grano medio a muy grueso de color gris claro a amarillo débil y rojizo violáceo de plasticidad y consistencia baja.

- Para el Apique 4:

De 0 a 1.0 m: Arenisca arcillosa color gris claro con tintes de oxidación rojizos de grano media a grueso, plasticidad y consistencia baja algo friable.

- Para el Apique 5:

De 0 a 1.0 m: Arenisca arcillosa color gris claro con tintes de oxidación rojizos de grano media a grueso, plasticidad y consistencia baja algo friable con intercalaciones delgadas de limonitas y arcillosita.

De cada uno de los sondeos mecánicos realizados, se llevo a cabo un registro continuo de los materiales encontrados, en el cual se consignó la información concerniente al tipo y profundidad de cada muestra, descripción visual de los materiales que conforman cada estrato, profundidad a la cual se producen cambios en la estratigrafía, medición de la posición del nivel freático, resultados de los ensayos de campo efectuados, calidad de la roca (RQD) porcentaje de recobro y se recuperaron muestras de suelo alteradas e “inalteradas” . Adicionalmente, se realizaron Apiques, con el fin de verificar la información estratigráfica y de geología estructural (ver **ANEXO B.1**).

En la **Tabla 6** y el **PLANO GE183-PL-DN4-01** se presenta la localización y profundidad de las perforaciones exploratorias del subsuelo. Cada muestra fue identificada visualmente en campo, rotulada y adecuadamente empacada para su transporte al laboratorio.

**Tabla 6. Profundidad de Apiques y Perforaciones**

| No. De Perforación | Profundidad en Suelo (m) | Profundidad en Roca (m) |
|---|---|---|
| Ap-01 | 1,00 | - |
| Ap-02 | 1,00 | - |
| Ap-03 | 1,00 | - |
| Ap-04 | 1,00 | - |
| Ap-05 | 1,00 | - |
| SM-01 | 3 | - |
| SM-02 | 4 | - |
| SM-03 | 3 | - |
| SM-04 | 5 | - |
| SM-05 | 2 | 1 |
| SM-06 | 5 | 5 |
| SM-07 | 3 | 3 |
| SM-08 | 6 | 2 |
| SM-09 | 4.50 | 2 |

## 3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Todas las muestras recuperadas durante los trabajos de exploración del subsuelo, fueron llevadas al laboratorio, realizando su descripción visual y sobre un número representativo de los diferentes tipos de materiales encontrados se llevó a cabo un programa de ensayos de laboratorio, con el fin de determinar su clasificación, propiedades in-situ y propiedades de resistencia. En la Tabla 7 se relaciona el tipo de ensayo realizado, la cantidad realizada y su respectiva norma.

**Tabla 7. Relación de ensayos de laboratorio**

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | NORMA |
|---|---|---|---|
| Contenido de Humedad | Un | 50 | INV-E122 |
| Peso Unitario | Un | 4 | INV-E161 |
| Limites de Atterberg (liquido y plástico) | Un | 24 | INV-E125 y 126 |
| Pasa Tamiz 200 | Un | 45 | INV-E123 |
| Granulometría | Un | 3 | INV-E123 |
| Compresión Inconfinada en Roca | Un | 1 | INV-E152 |
| Compresión Inconfinada en Suelo | Un | 3 | INV-E152 |

En el **ANEXO B3**, se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados.

# 4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

## 4.1. METODOLOGÍA

### 4.1.1.Recopilación de información de referencia

Para el desarrollo del estudio de los sitios seleccionados, se realizó una recopilación de la información temática existente y disponible de los sitios de estudio, y relacionada con los objetivos del proyecto, la cual se listó en el numeral 1.5.

### 4.1.2.Análisis de la información

Para el análisis de la información obtenida se siguió la siguiente metodología:

4.1.2.1. Información secundaria

Se realizó una revisión y análisis de la información recopilada y disponible de los sitios de estudio, como informes previos sobre los problemas de estabilidad identificados, estudios regionales de zonificación de amenazas, de zonificación

geotécnica y microzonificación sísmica; información geológica, geomorfológica, fotografías aéreas, cartografía temática y en general toda la información que se consideró necesaria para cumplir con el objeto de los estudios.

En lo referente a las temáticas específicas y básicas (geología y geomorfología), en el presente estudio se integró la geología regional, local y de detalle, teniendo en cuenta aspectos de génesis, litología, estratigrafía y geología estructural, unidades de superficie, perfiles de meteorización y procesos de erosión. Igualmente se analizaron fotografías aéreas de diferentes escalas y tomadas por el IGAC en diferentes épocas

4.1.2.2. Información primaria

El levantamiento geológico de detalle comprendió las actividades de reconocimiento de campo.

Para la caracterización geológica local y detallada, se analizaron los materiales rocosos presentes en los diferentes afloramientos del sitio de estudio, teniendo en cuenta sus propiedades y condiciones físico-mecánicas necesarias para su aplicación en la ingeniería geotécnica. Igualmente, se midieron los elementos estructurales de los materiales rocosos (rumbo y buzamiento de estratos).

La información obtenida se proceso en los planos topográficos (Esc. 1:250) levantados por GEOCING LTDA.

Igualmente se tomaron Fotografías como un elemento ilustrativo.

La evaluación geológica se orientó principalmente hacia la obtención de un modelo geológico- geotécnico, el cual permite optimizar la exploración geotécnica e interpretación de las condiciones locales de estabilidad.

## 4.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONALES

El sitio de estudio está ubicado en la parte inferior de los cerros sur de la Sabana de Bogotá, en la vertiente izquierda del río Tunjuelito.

De acuerdo con los estudios geológicos regionales realizados por **INGEOMINAS** hasta la fecha (Mapa geológico de la Sabana de Bogotá; escala 1:100.00; 2005), en el área donde se ubica el sitio de estudio y sus alrededores, afloran rocas sedimentarias del Terciario, pertenecientes a la Formación Bogotá, conjunto Superior (E1bs) y depósitos coluviales antiguos y recientes, del Cuaternario, lo que se es congruente con el Plano Geológico Regional en escala 1:5000 realizado por Ingeocim – Upes en el año de 1998 (ver **Figura III**).

### 4.2.1.Estratigrafía

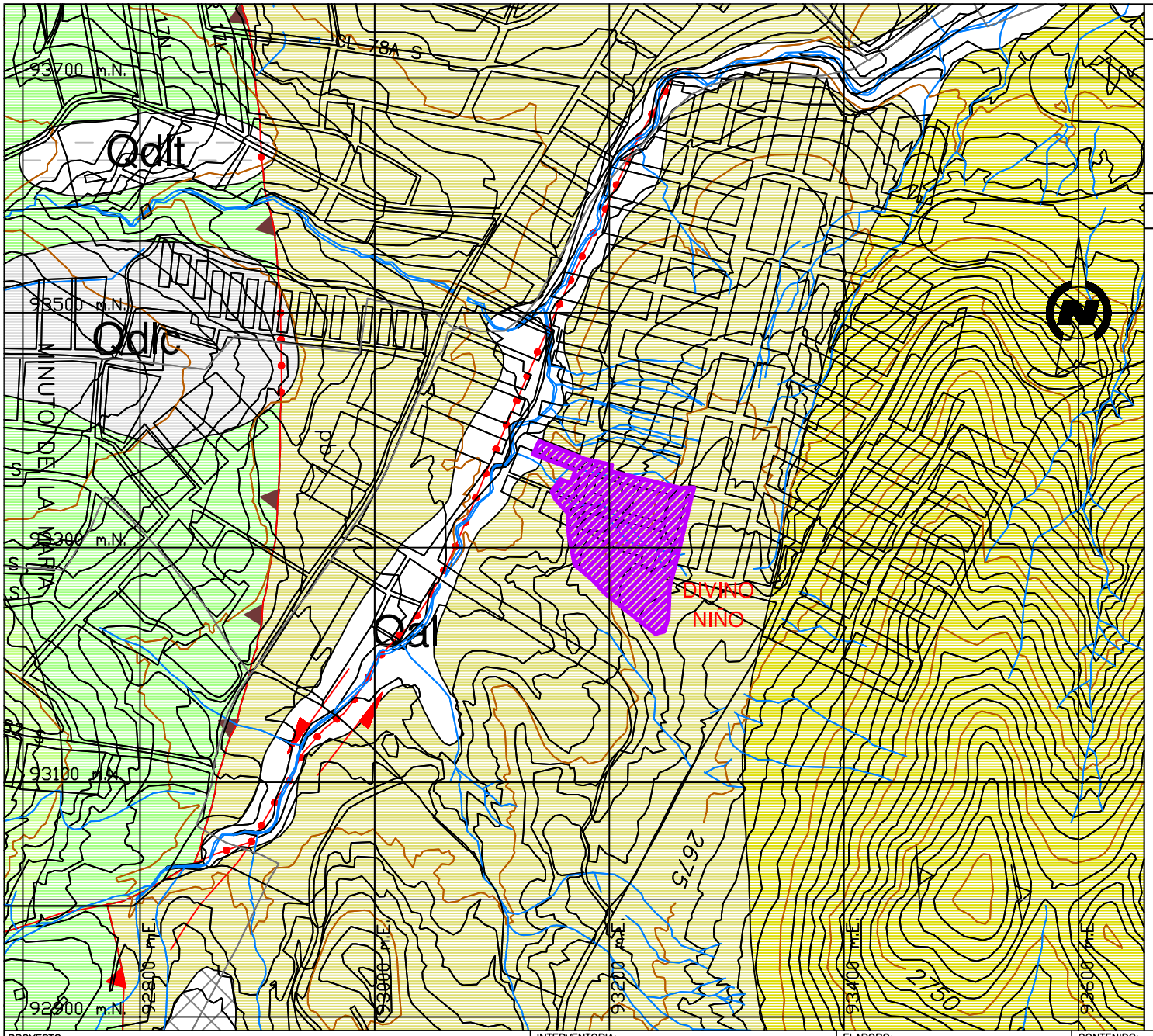
**Las rocas de edad Terciaria, se han agrupado dentro de la unidad denominada Formación Bogotá, Conjunto Superior (E1bs).**

**La Formación Bogotá, en su Conjunto Superior**, está constituida por una secuencia de arcillolitas gris oscuras, verdosas y marrón oscuro; con intercalaciones de areniscas cuarzo-feldespáticas, gris claras, de grano fino a grueso, muy friables.

**Los Depósitos Coluviales Antiguos y Recientes (Qc),** están conformados por clastos y fragmentos de rocas de diferente composición, en una matriz areno-limosa.

### 4.2.2.Geología estructural

Desde el punto de vista estructural, el área de estudio se ubica dentro del bloque oriental de la Falla de Mochuelo e igualmente al occidente de la falla del Río Tunjuelito. Estas estructuras corresponde a fallas inversas, con una orientación en general N-NE.




## CONVENCIONES GENERALES

- Curva Indice — 2650
- Curva secundaria
- Zona de Estudio
- Construcciones
- Rio

## CONVENCIONES TEMATICAS

### LEYENDA GEOLOGICA

| | | |
|---|---|---|
| Cuaternario | Depósitos de Pendiente (Coluvion) | Qdlc |
| | Depositos de Pendiente (Talus) | Qdlt |
| | Depositos Aluviales | Qal |
| Terciario | Formación La Regadera, Conjunto Inferior | Teri |
| | Formación Bogotá | Tpb |
| Cretaceo Terciario | Formación Guaduas, Conjunto Medio | KTgm |
| | Formación Guaduas, Conjunto Inferior | KTgi |

- Contacto Litológico definido
- Falla Definida
- Falla Cubierta
- Falla de Cabalgamiento
- Falla de Rumbo

NOTA:
Tomado y modificado del estudio de "Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de Santa Fe de Bogotá". Contrato 1314-107-97. INGEOCIM LTDA. 1998.

PROYECTO:
DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCION POR RIESGOS ASOCIADOS A FENOMENOS DE REMOCION EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRSITOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.
SITIO 4
BARRIO DIVINO NIÑO
LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR

INTERVENTORIA:
GEODINAMICA INGENIERIA LTDA

ELABORO:
GEOCING LTDA.

CONTENIDO:
*GEOLOGIA REGIONAL*
*(INGEOCIM)*

ARCHIVO ACAD: FIGURA III.DWG
ESCALA: 1:5000
FECHA: ENERO DE 2008
FIGURA No: FIGURA III
DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA

## 4.3. GEOLOGÍA LOCAL [2]

### 4.3.1.Unidades superficiales

Los materiales rocosos aflorantes en el sitio de estudio, para su cartografía y caracterización con propósitos ingenieriles, se han denominado como Unidades Geológicas Superficiales, para lo cual se clasificaron en **unidades de suelos y unidades de rocas.**

Las unidades de suelos de acuerdo con su origen, se clasifican en coluviales antiguos y recientes, y de origen antropogénico; las rocas se clasificaron en rocas blandas.

Para la caracterización y clasificación de los materiales geológicos (suelos y rocas), se utilizaron los parámetros geológicos-ingenieriles de utilidad para su aplicación en la ingeniería Geotécnica. Entre los parámetros básicos considerados se tuvieron en cuenta: tipo de material y origen (roca o suelo), composición litológica (textura y composición mineralógica), dureza o resistencia, condiciones estructurales primarias (estratificación), condición de fracturamiento y grado de meteorización.

#### 4.3.1.1. .Unidades de suelos

Se clasifican en: coluviales antiguos y recientes, y de origen antropogénico principalmente del tipo llenos de escombros y llenos compactados de ingeniería, **(Ver PLANO GE183-PL-DN4-02 Y PLANO GE183-PL-DNA-03)**

[2] *Enfocadas a propósitos ingenieriles*

#### *4.3.1.1.1. Los Depósitos de Coluvión Antiguos (Sco1)*

Corresponden a los materiales resultantes de la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa antiguos acumulados en la parte inferior de los escarpes rocosos; estos depósitos se encuentran ubicados en sector sureste del sitio de estudio. Son materiales matriz-soportados, con clastos y fragmentos rocosos de composición principalmente arenacea, dentro de una matriz areno-limosa, de color amarillo, con esporádicos bloques de areniscas de tamaño heterométrico; de consistencia blanda a muy blanda y friables. Su espesor oscila entre 2 y 4m, aproximadamente (Ver Foto 5 y Foto 6).



Foto 5. Vista de ladera explanada por desarrollo de actividades de explotación de cantera antigua para fuentes de materiales. Obsérvese en la parte inferior el patio de explotación y en la superior el depósito de coluvión antiguo, discordante sobre rocas de composición arcillo-limosa de la Formación Bogotá, Conjunto Superior (E1bs).



Foto 6. Vista de detalle depósito de coluvión antiguo (Sco1) ubicado en la parte superior, el cual cubre en forma discordante a rocas de la Formación Bogotá (E1bs). Obsérvese los procesos erosivos de tipo laminar y en surcos desarrollados el material coluvial.

Los depósitos de coluvión antiguos, así como las demás unidades geológicas, se presentan cubiertas en algunos sectores por una delgada capa de ceniza volcánica, gris oscura, de composición limo-arenosa, (ver Foto 7).



Foto 7.Vista de detalle de afloramento rocoso ubicado en la parte sur de la zona de estudio, cubierto en superficie por una delgada capa de ceniza volcánica, gris clara, de textura areno-limosa.

#### *4.3.1.1.2. Los depósitos de Coluvión Recientes (Sco2),*

Corresponden a los materiales resultantes de los deslizamientos recientes ocurridos en el sitio de estudio; son suelos matriz-soportados, de composición predominantemente arcillo-limosa, con clastos y fragmentos rocosos de composición heterogénea, producto de los depósitos de llenos de origen antropogénico depositados recientemente y principalmente en la parte superior del sitio inestabilizado. Estos depósitos son de consistencia muy blanda, y presentan espesores entre 1.0 y 2.0m aproximadamente, (ver Foto 8 a Foto 16).



Foto 8.Vista del sector central del sitio inestabilizado. Obsérvese que la mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa; en la parte inferior material de llenos de escombros. El sitio fue sometido a explotación de fuentes de materiales (antigua cantera).



Foto 9. Vista del sector sur del deslizamiento y hacia la parte izquierda viviendas afectadas. Obsérvese que la mayor proporción del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillosa.



Foto 10 Vista de la parte inferior del movimiento de remoción en masa, el cual afecta a viviendas localizadas en su base.



Foto 11 Vista de la parte inferior-media del sitio inestabilizado. Obsérvese en su base viviendas afectadas y la mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa.



Foto 12. Vista de la parte sur del sitio estabilizado. Obsérvese hacia la izquierda superior viviendas afectadas. La mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa y en menor proporción a material de llenos de escombros.



Foto 13. Vista borde sur parte media del sector Inestabilizado. Obsérvese las viviendas afectadas por el Movimiento; la mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa. En la parte superior se observa material de llenos de escombros de bajo espesor.



Foto 14. Vista parte media-superior del sitio inestabilizado. Obsérvese en el borde superior-izquierdo viviendas localizadas en el borde, las cuales han sido afectadas. El material involucrado corresponde en su mayor parte a macizo rocoso de composición arcillo-limosa.



Foto 15. Vista de detalle del sector medio del deslizamiento. Obsérvese, que la mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa.



Foto 16. Vista de detalle sector central del Deslizamiento. Obsérvese que la mayor parte del material Involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa.

Los depósitos de Origen Antropogénico, son de 2 clases:

#### *4.3.1.1.3. Llenos de Escombros y de Desechos de construcciones (Sa1),*

Corresponden a materiales de composición heterogénea y que cubren sectores muy puntuales del área de estudio. Igualmente, dentro del sector afectado por el deslizamiento y anteriormente a la ocurrencia del fenómeno, se habían depositado materiales de escombros, especialmente en la parte superior y central del sector, los cuales fueron, mezclados con materiales rocosos inestabilizados, perdiéndose por lo tanto su cartografía.

#### *4.3.1.1.4. Llenos Compactados de Ingenieríl (Sa2),*

Correspondientes a las capas de base y sub.-base para el desarrollo urbanístico de los alrededores del sector y de las vías de comunicación del barrio. Estos materiales son en general seleccionados y compactados,

constituidos por arenas, limos, y gravas. Presentan espesores variables: entre 0.2 y 0.5m aproximadamente (ver Foto 17).



Foto 17. Vista panorámica del área de estudio, el cual se observa en la parte central y a la derecha de la vía principal.

4.3.1.2. Unidades de Rocas

De acuerdo con sus condiciones físicas y mecánicas, los materiales rocosos aflorantes en el sector de estudio y alrededores se clasificaron en **Rocas Blandas (Rb), las cuales pertenecen a la Formación Bogotá, Conjunto Superior, (E1bs).**

En el sitio, en su parte superior con base en los sondeos: SM-6, 8 y 9, las rocas están constituidas por una secuencia de arcillolitas, de variados colores( gris claras, oscuras verdosas y rojizo-violáceas), en sectores limosas, de resistencia blanda; con delgadas intercalaciones de: areniscas cuarzo-feldespáticas, gris claras, rojizo-violáceas y amarillo naranja por meteorización, de grano fino a grueso, de resistencia en general blanda y friables, con esporádicas capas duras, y limolitas arcillosas gris oscuras a violáceas.

La parte inferior de la secuencia rocosa (SM-7), está constituida por areniscas cuarzo-feldespáticas, gris claro y amarillo-naranja por meteorización, grano fino a grueso, en estratos masivos, de resistencia blanda y friables; con delgadas intercalaciones de arcillolitas gris claras y amarillo-naranja, de resistencia blanda.

En superficie, las rocas anteriores se presentan de moderadamente meteorizadas a altamente meteorizadas, sin formar horizontes de suelos residuales cartografiables.

### 4.3.2.Condiciones estructurales

Desde el punto de vista estructural, el sitio de estudio se ubica dentro del bloque oriental de la Falla de Mochuelo e igualmente al occidente de la falla del Río Tunjuelito.

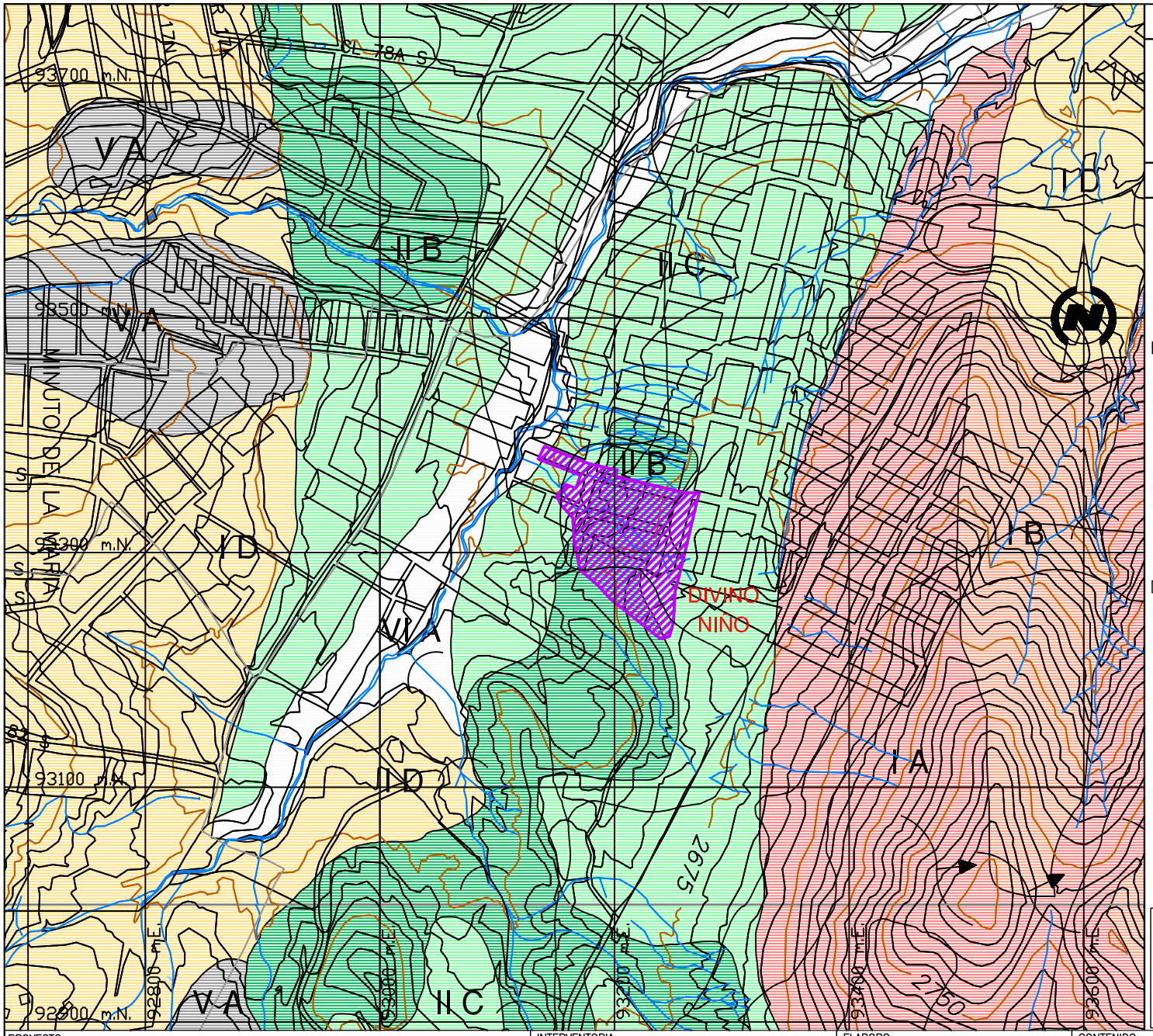
Las estructuras de fallamiento corresponde a fallas inversas, con una orientación en general N-NE.

Entre los rasgos estructurales menores de los macizos rocosos, se tiene principalmente la estratificación, la cual presenta para el sector, un rumbo promedio de N-S, con un buzamiento de 65° al E, y cuya dirección es en sentido contrario a la pendiente topográfica de las laderas.

## 4.4. GEOMORFOLOGÍA

Regionalmente, el sitio de estudio se encuentra ubicado dentro de las laderas inferiores del macizo montañoso que conforman los Cerros de la región sur de la morfoestructura denominada Sabana de Bogotá.

Las geoformas denominada por el estudio de Ingeocim – Upes (1998) ver **Figura IV** son resultantes de los procesos de la evolución de la Cordillera Oriental.




## CONVENCIONES GENERALES

- Curva Indice — 2650
- Curva secundaria
- Zona de Estudio
- Construcciones
- Rio

## CONVENCIONES TEMATICAS

### LEYENDA GEOMORFOLOGICA

| | | |
|---|---|---|
| Montañoso de Control Estructural | Escarpes y Frentes Estructurales | I A |
| | Pendientes Estructurales | I B |
| | Cretas Redondeadas y Pedimentos | I D |
| Colinado de Control Estructural Plegado | Terrenos Ondulados | II B |
| | Superficies de Aplanamiento o Peneplanicie | II C |
| Depositacional en Laderas | Ladera de Acumulacion | V A |
| Erosional de Valles Aluviales Consolidados | Via valles de Montana | VI A |
| | Valles de Planicie | VI B |

Contacto Litológico definido

Pendiente de buzamiento: Posicion normal de la estratificacion.

Forma de valle en mediacana

NOTA:
Tomado y modificado del estudio de "Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de Santa Fe de Bogotá". Contrato 1314-107-97. INGEOCIM LTDA. 1998.

PROYECTO:
DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCION POR RIESGOS ASOCIADOS A FENOMENOS DE REMOCION EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRSITOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.
SITIO 4
BARRIO DIVINO NIÑO
LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR

INTERVENTORIA:
GEODINAMICA INGENIERIA LTDA

ELABORO:
GEOCING LTDA.

CONTENIDO:
***GEOMORFOLOGIA (INGEOCIM)***

ARCHIVO ACAD: FIGURA IV.DWG

ESCALA: 1:5000

FECHA: ENERO DE 2008

FIGURA No: FIGURA IV

DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA

### 4.4.1.Morfología

Desde el punto de vista morfogenético, en el sitio de estudio se presentan Subunidades y Elementos de origen estructural-denudativo, denudativo - acumulativo y antropogénico **(Ver PLANO GE183-PL-DNA-04).**

Dentro de las Subunidades de origen estructural- denudativo, se presentan los elementos correspondientes a laderas en contrapendiente; dentro de las subunidades de origen Denudativo-acumulativo se presentan los depósitos de coluvión antiguos y recientes, y dentro de los antropogénicos se tienen, los llenos de escombros y los llenos compactados de ingeniería.

Dentro de las subunidades y elementos de origen Estructural-Denudativo, se tienen las Laderas en Contrapendiente (E1), correspondientes a geoformas en las que los estratos rocosos buzan en sentido contrario a la pendiente topográfica de los terrenos, constituidos por rocas de composición arcillo-arenacea.

Dentro de las subunidades de origen Denudativo-Acumulativo, se tienen, los Depósitos de coluvión antiguos (D1) y recientes (D2), que corresponden a geoformas producto de la acumulación de materiales (suelo residual y/o fragmentos de roca), producto de los movimientos de remoción en masa antiguos y recientes.

Dentro de las Subunidades y Elementos de Origen Antropogénico, se tienen:

- ✓ **Las canteras (A1),** corresponden a geoformas resultantes de las actividades de explotaciones mineras antiguas para la producción de fuentes de materiales, (Ver Foto 5 y Foto 8).

- ✓ **Las laderas explanadas (A2**), que corresponden a terrenos adecuados para el desarrollo de las construcciones de viviendas y las vías de comunicación, (Ver Foto 5, Foto 8 y Foto 13)

- ✓ **Los llenos de escombros (A3),** corresponden a geoformas muy puntuales resultantes del depósito de materiales producto de las actividades del desarrollo urbanístico (ver Foto 8, Foto 12, Foto 13, Foto 18 y Foto 20).

### 4.4.2.Morfodinámica y procesos de inestabilidad

Entre los procesos de inestabilidad que han afectado el sitio de estudio y alrededores, se tienen principalmente los fenómenos de remoción en masa recientes, y en menor magnitud se presentan los procesos erosivos.

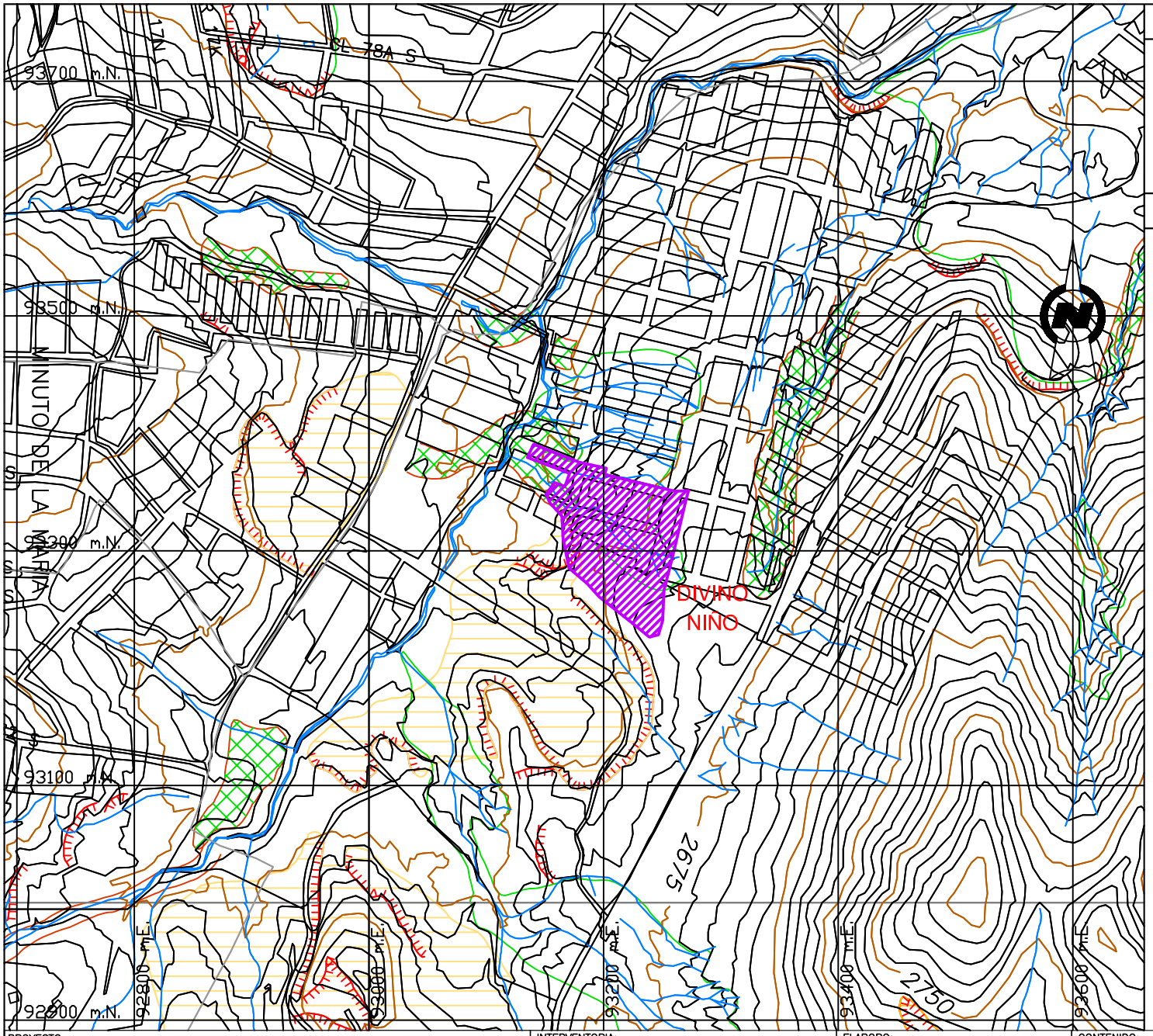
Los movimientos de remoción en masa recientes, corresponden a la clase deslizamientos rotacionales. Estos fenómenos se presentan en la parte central del área de estudio, los cuales se desarrollaron en una baja proporción sobre materiales de llenos de escombros y en su mayor parte sobre macizos rocosos de composición principalmente arcillosa de la Formación Bogotá (Ver Foto 8 a Foto 16).

Este fenómeno de inestabilidad afectó algunas viviendas localizadas en los alrededores del sector.

Los procesos erosivos son de baja a moderada intensidad y se presentan principalmente en los alrededores del sitio de estudio; corresponden a las clases: laminar generalizada, y en menor proporción los surcos y las cárcavas.

Hacia la parte sureste del área de estudio, se presentan depósitos de origen coluvial, producto de movimientos de remoción en masa antiguos, originados en la parte alta de los cerros.

De acuerdo con la información recolectada en los reconocimientos de campo, y a las características que presentan las rocas y los deslizamientos ocurridos en el sitio, se puede asumir como causa principal de los fenómenos de remoción en masa recientes, la saturación del material de llenos de escombros y del macizo rocoso infrayacente, originada por la acción de las aguas infiltradas provenientes principalmente de la escorrentía superficial y subterránea de aguas lluvias y de los desperdicios por fugas de las tuberías de algunas viviendas localizadas en los alrededores (ver Figura V).




## CONVENCIONES GENERALES

- Curva Indice — 2650
- Curva secundaria
- Zona de Estudio
- Construcciones

## CONVENCIONES TEMATICAS

- Explotación Minera Activa
- Caidas de Roca
- Erosion en Surcos
- Escarpes
- Rellenos

NOTA:
Tomado y modificado del estudio de "Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de Santa Fe de Bogotá". Contrato 1314-107-97. INGEOCIM LTDA. 1998.

PROYECTO:
DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCION POR RIESGOS ASOCIADOS A FENOMENOS DE REMOCION EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRSITOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.
SITIO 4
BARRIO DIVINO NIÑO
LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR

INTERVENTORIA:
GEODINAMICA INGENIERIA LTDA

ELABORO:
GEOCING LTDA.

CONTENIDO:
***PROCESOS (INGEOCIM)***

ARCHIVO ACAD: FIGURA V.DWG

ESCALA: 1:5000

FECHA: DICIEMBRE DE 2008

FIGURA No: FIGURA V

DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA

## 4.5. CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS

El macizo rocoso de la parte media-superior del sitio de estudio, se encuentra constituido por rocas de composición predominantemente arcillosa y limo-arcillosa, con delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino a grueso.

Las rocas anteriores por su textura fina, tienen una permeabilidad primaria muy baja y la permeabilidad secundaria correspondiente a las discontinuidades las cuales están ausentes, es también bajísima, por lo tanto por su constitución litológica (arcillo-limo) es difícil de que se originen parámetros hidrogeológicos favorables para su formación.

Igualmente, el área de estudio presenta características estructurales y geomorfológicas muy desfavorables para el origen y presencia de agua subterránea, la cual corresponde a una ladera en contrapendiente, cuyos estratos rocosos de constitución arcillo-limosa, buzan en sentido contrario a la pendiente topográfica de los terrenos.

En las perforaciones ejecutadas se encontraron niveles freáticos a 3.00m y 2.00 m de profundidad en los sondeos 8 y 9 respectivamente; la presencia de agua es debido a las intercalaciones delgadas de capas de areniscas.

De acuerdo a las consideraciones anteriores: terrenos de constitución arcillo-limosa, correspondientes a materiales de una permeabilidad muy baja; laderas con elementos estructurales en general desfavorables, no proporcionan condiciones hidrogeológicas favorables para la generación de movimientos de remoción en masa importantes.

De acuerdo con las observaciones de los reconocimientos de campo, en algunos sitios puntuales se observó presencia de aguas encausadas mediante zanjas (Ver Foto 18, Foto 19, Foto 20).



Foto 18. Vista de detalle sector central del Deslizamiento. Obsérvese la presencia de agua empozada y conducida mediante zanjas; la mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa. En la parte superior se observa material de llenos de escombros, con espesores entre 1.0 y 2.0m.



Foto 19. Vista de detalle sector central del deslizamiento. Obsérvese presencia de agua originada de la fuga de las tuberías; la mayor parte del material involucrado corresponde a macizo rocoso de composición arcillo-limosa.



Foto 20. Vista de detalle sector central del deslizamiento. Obsérvese la presencia de aguas originadas por la fuga de las tuberías rotas y desperdicios de las viviendas vecinas. El material inestabilizado corresponde en su mayoría a llenos de escombros, cuyos espesores oscilan entre 1.5 y 2.0m, aprox.

Por lo tanto, con base en las observaciones anteriores, la presencia de agua superficial originada principalmente por las fugas de las tuberías y desperdicios de las viviendas vecinas, causan sobresaturación de los materiales tanto del macizo

rocoso como de los llenos de escombros, pueden propiciar el origen de movimientos de remoción en masa como los presentados en el sitio de estudio.

# 5. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

## 5.1. OBJETIVOS

El estudio hidrológico e hidráulico tiene como principales objetivos los siguientes:

- ✓ Caracterizar el área de drenaje de la cuenca aportante al sitio del proyecto.
- ✓ Determinación y evaluación del régimen de precipitaciones de la zona, de forma tal que se obtenga el patrón temporal y espacial de lluvias de acuerdo con los registros de precipitaciones diarias y totales anuales.
- ✓ Obtención de los aguaceros de diseño, base para el cálculo de caudales máximos esperados para diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años).
- ✓ Dimensionamiento de las obras de drenaje superficial.

## 5.2. METODOLOGIA

El análisis hidrológico e hidráulico se fundamenta en la recopilación y estudio de la información obtenida por medio de las siguientes fuentes consultadas:

- ✓ Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, con el objeto de obtener la información hidrológica referente a precipitaciones diarias y totales anuales para las estaciones aledañas a la zona en estudio, de forma que pudiese desarrollarse un análisis hidrológico, base para el cálculo de caudales y análisis de estabilidad.

- ✓ Demarcación de la cuenca de drenaje en los planos existentes del IGAC (escala 1:2000) del año 1981.

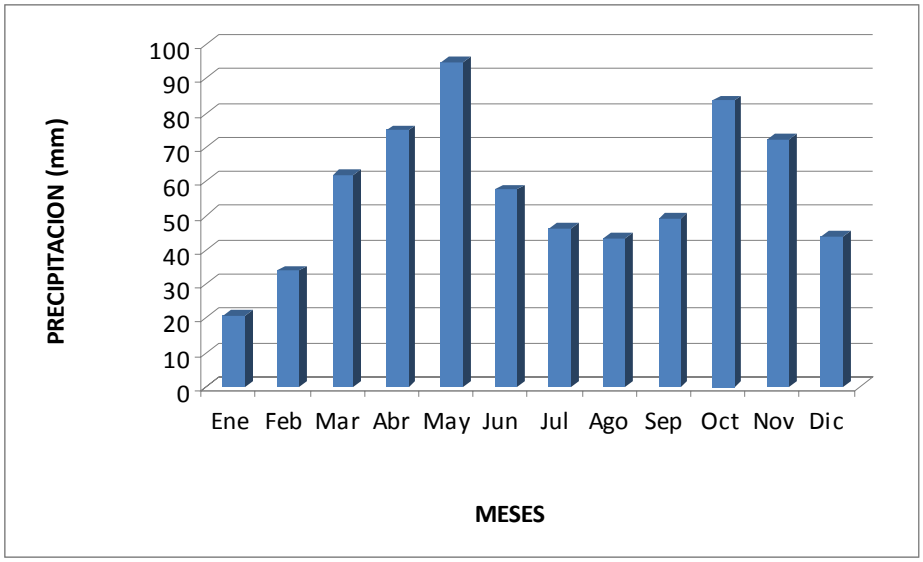
## 5.3. MARCO HIDROLÓGICO GENERAL

Generalmente, los Fenómenos de Remoción en Masa están directamente asociados con los períodos lluviosos, pues la precipitación es uno de sus principales agentes detonantes por el incremento de los caudales de escorrentía superficial, lo que hace necesario conocer el régimen pluviométrico temporal y espacial; es decir, identificar los meses más lluviosos y los sectores donde se concentran los valores más altos de la precipitación en la zona de estudio. A continuación se hace un resumen de los resultados obtenidos para dichos análisis.

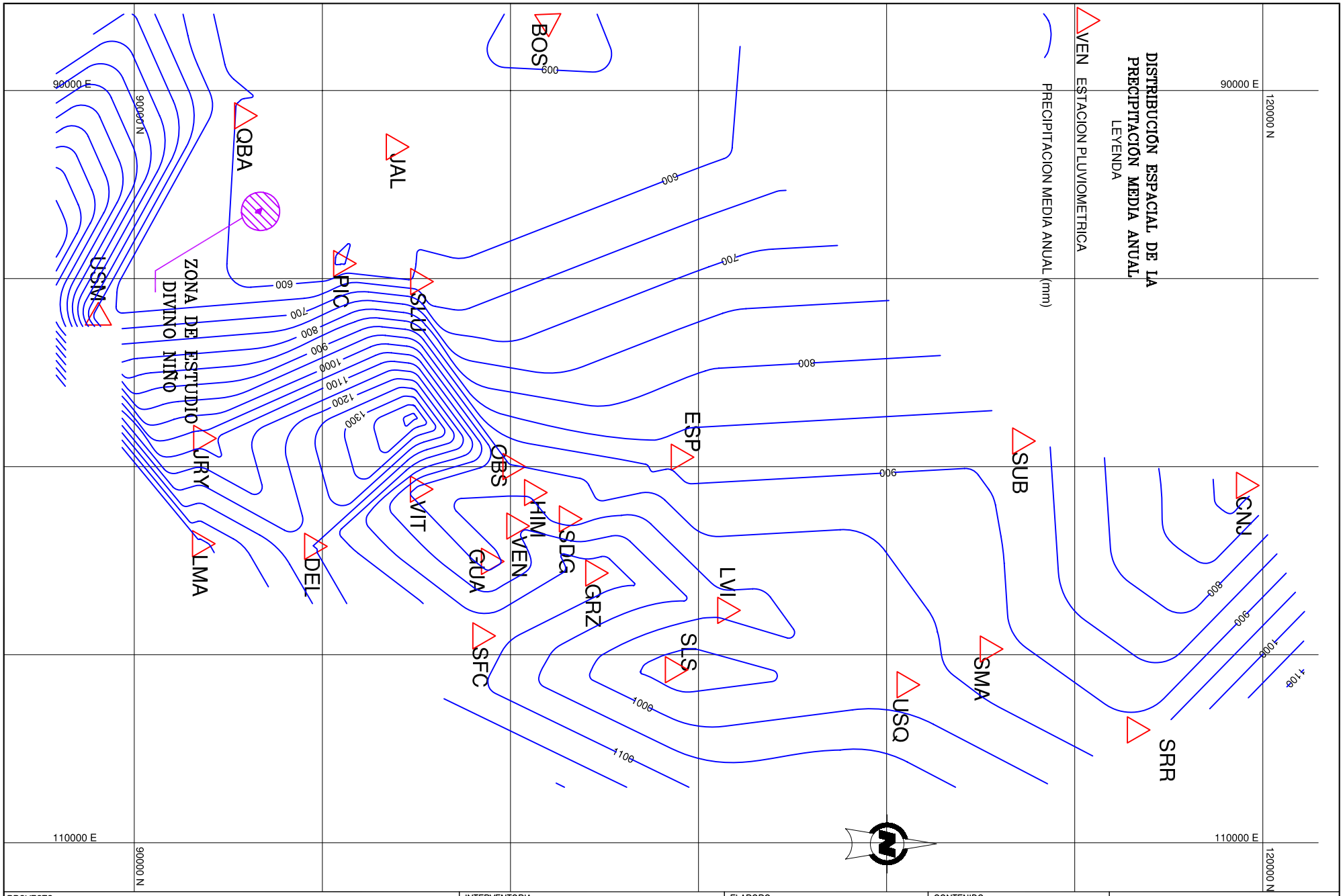
### 5.3.1.Precipitación totales mensuales

Para establecer el régimen pluviométrico en el sector de estudio, se utilizó los registros históricos de precipitaciones totales mensuales de la Estación Quiba (20205 – QBA) operada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, Latitud 0432, Longitud 7411 y Elevación 3000 m.s.n.m., que está muy cercana a la zona en estudio y está ubicada en la cuenca del río Bogotá.

La distribución temporal de la precipitación en la estación seleccionada tiene una tendencia en forma bimodal o ecuatorial, con dos períodos lluviosos entre los meses de marzo a mayo y octubre a noviembre y un período seco entre los meses enero a febrero y junio a septiembre, como se observa en la Gráfica 1. La precipitación media multianual en la estación Quiba es de 682.2 mm (que coincide con la interpolación de las estaciones de la ciudad realizada por Ingeocim – Upes en 1998 y presentada en la Figura VI), y el mes con mayor precipitación es mayo con un promedio mensual multianual de 94.8 mm.



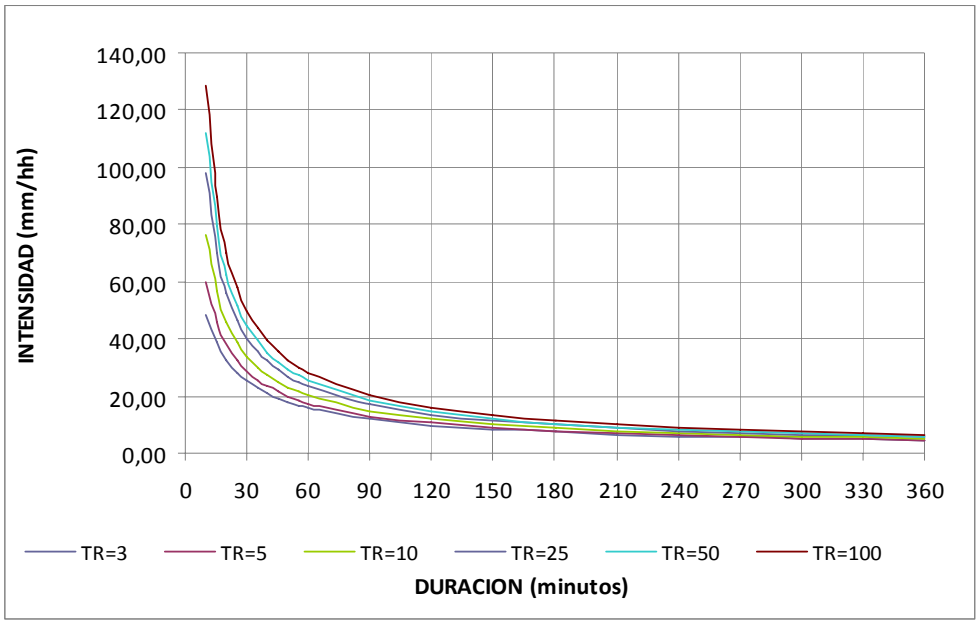

Gráfica 1. Lluvias medias mensuales (1990 - 2005) en la estación la Quiba.




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCION POR RIESGOS ASOCIADOS A FENOMENOS DE REMOCION EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRSITOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C. SITIO 4 BARRIO DIVINO NIÑO LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR | INTERVENTORIA: GEODINAMICA INGENIERIA LTDA | ELABORO: GEOCING LTDA. | CONTENIDO: CURVAS DE PRECIPITACION TOTAL ANUAL EN BOGOTÁ (INGEOCIM - UPES) | ARCHIVO ACAD: FIGURA VI.DWG<br>ESCALA: SIN<br>FECHA: ENERO DE 2008<br>FIGURA No: FIGURA VI<br>DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA | |

### 5.3.2.Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)

Para el análisis de los aguaceros de corta duración, que son los que generan los caudales máximos, se utilizó el informe "Estudio para el Análisis y Caracterización de tormentas en la Sabana de Bogotá", realizado por la firma consultora IRH para la E.A.A.B. - E.S.P (1998), y actualizado por Ingetec (2002). En este estudio se dividió a la ciudad de Bogotá en 7 zonas pluviográficas y, para cada zona se definió una curva ID F característica. El sector de análisis está ubicado en la Zona 4, cuya estación representativa de la ley de frecuencias es Quiba (20205), operada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB; la curva IDF característica para esta zona se presentan en la Gráfica 2.




Gráfica 2.Curva Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF) para la zona de estudio[3]

[3] Estudio para el análisis y caracterización de tormentas en la sabana de Bogotá IRH- E.A.A.B. – E.S.P.

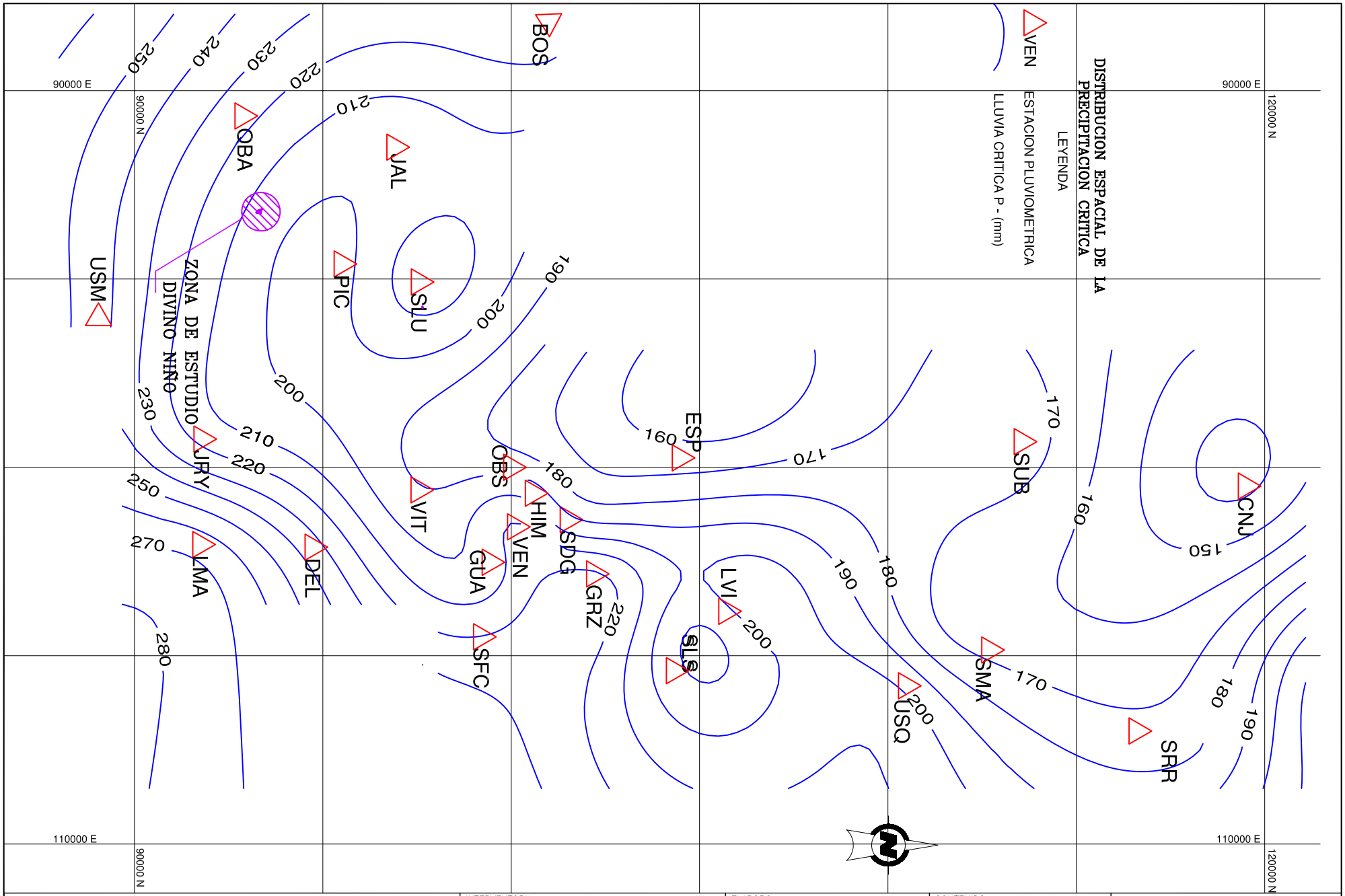
### 5.3.3.Lluvia crítica

Para determinar la relación precipitación crítica – duración, se utilizó el "Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Varias Localidades de Santafé de Bogotá" (INGEOCIM - UPES, 1998). (Ver Figura VII). En este estudio se encontró que la ciudad de Bogotá se puede dividir, a partir de la lluvia crítica y de la duración en dos zonas, con las siguientes ecuaciones:

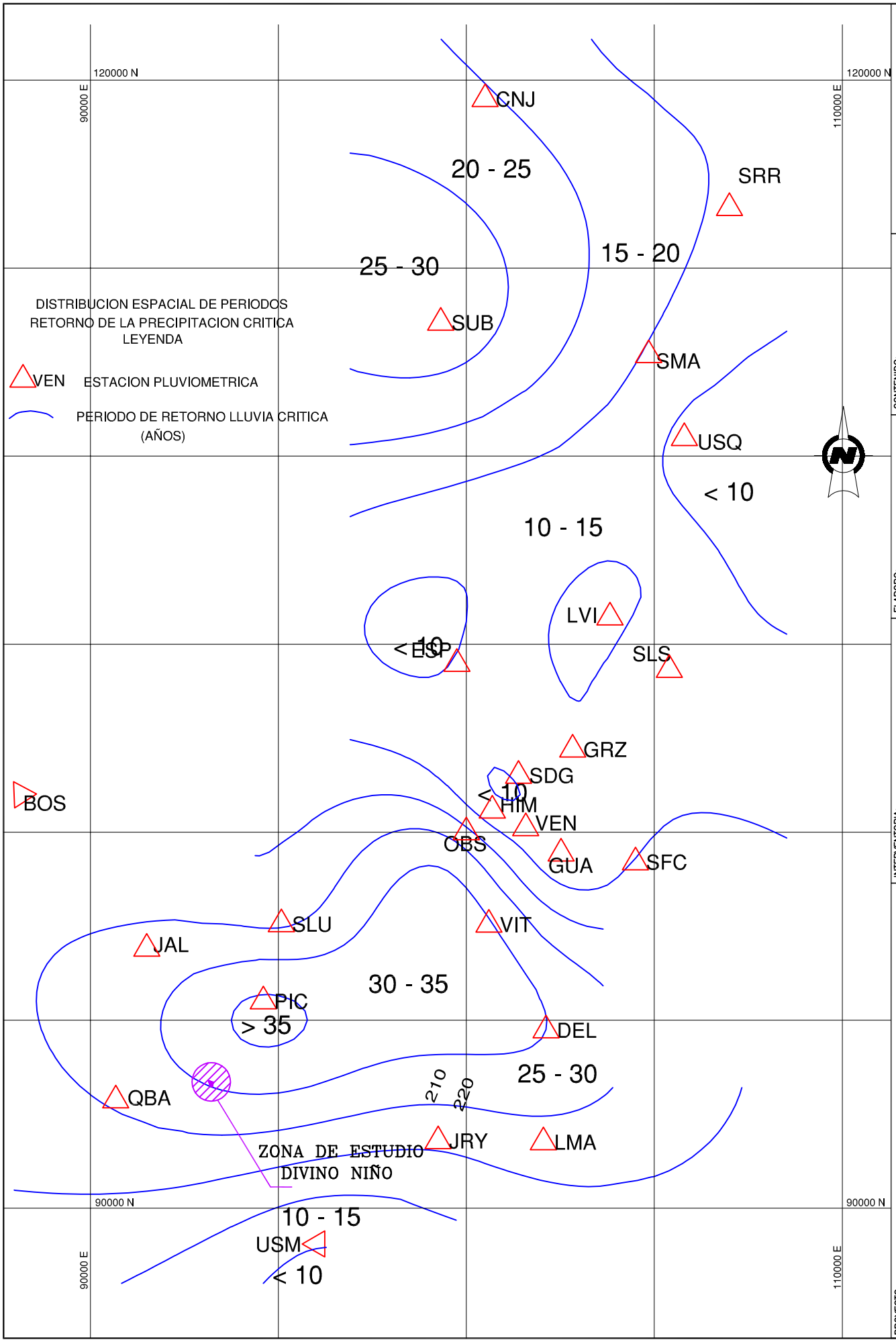
**Tabla 8. Relación entre la lluvia crítica y la lluvia anual para la ciudad de Santafé de Bogotá (INGEOCIM - UPES, 1998)**

| Zona | Lluvia crítica (mm) | Duración (días) |
|---|---|---|
| Suroccidental | 0.3609 x Lluvia anual (mm) | $3.2829 * LLcrit^{0.4157}$ |
| Cerros orientales | 12.6325 + 0.1814 x Lluvia anual (mm) | 0.04923 * LLcrit |

El sector de estudio corresponde a la zona Suroccidental; a partir de los valores de lluvia anual de la estación Quiba se obtuvo una precipitación crítica de 222 mm (que coincide con lo reportado en el estudio de Ingeocim-Upes, 1998, tal como se puede apreciar en la Figura VII) con una duración de 31 días y un periodo de retorno del orden de 30 años (ver Figura VIII).




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCION POR RIESGOS ASOCIADOS A FENOMENOS DE REMOCION EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRSITOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C. SITIO 4 BARRIO DIVINO NIÑO LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR | INTERVENTORIA: GEODINAMICA INGENIERIA LTDA | ELABORO: GEOCING LTDA. | CONTENIDO: CURVAS DE PRECIPITACION CRITICA (INGEOCIM - UPES) | ARCHIVO ACAD: FIGURA VII.DWG<br>ESCALA: SIN<br>FECHA: DICIEMBRE DE 2007<br>FIGURA No: FIGURA VII<br>DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA | |




ARCHIVO ACAD: FIGURA VIII.DWG
FECHA: DICIEMBRE DE 2007
DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA
ESCALA: INDICADAS
FIGURA No: FIGURA VIII

CONTENIDO: CURVAS DE PERIODOS DE RETORNO DE LA PRECIPITACIÓN CRITICA (INGEOCIM - UPES)

ELABORO: GEOINGCING LTDA.

INTERVENTORIA: GEODINAMICA INGENIERIA LTDA

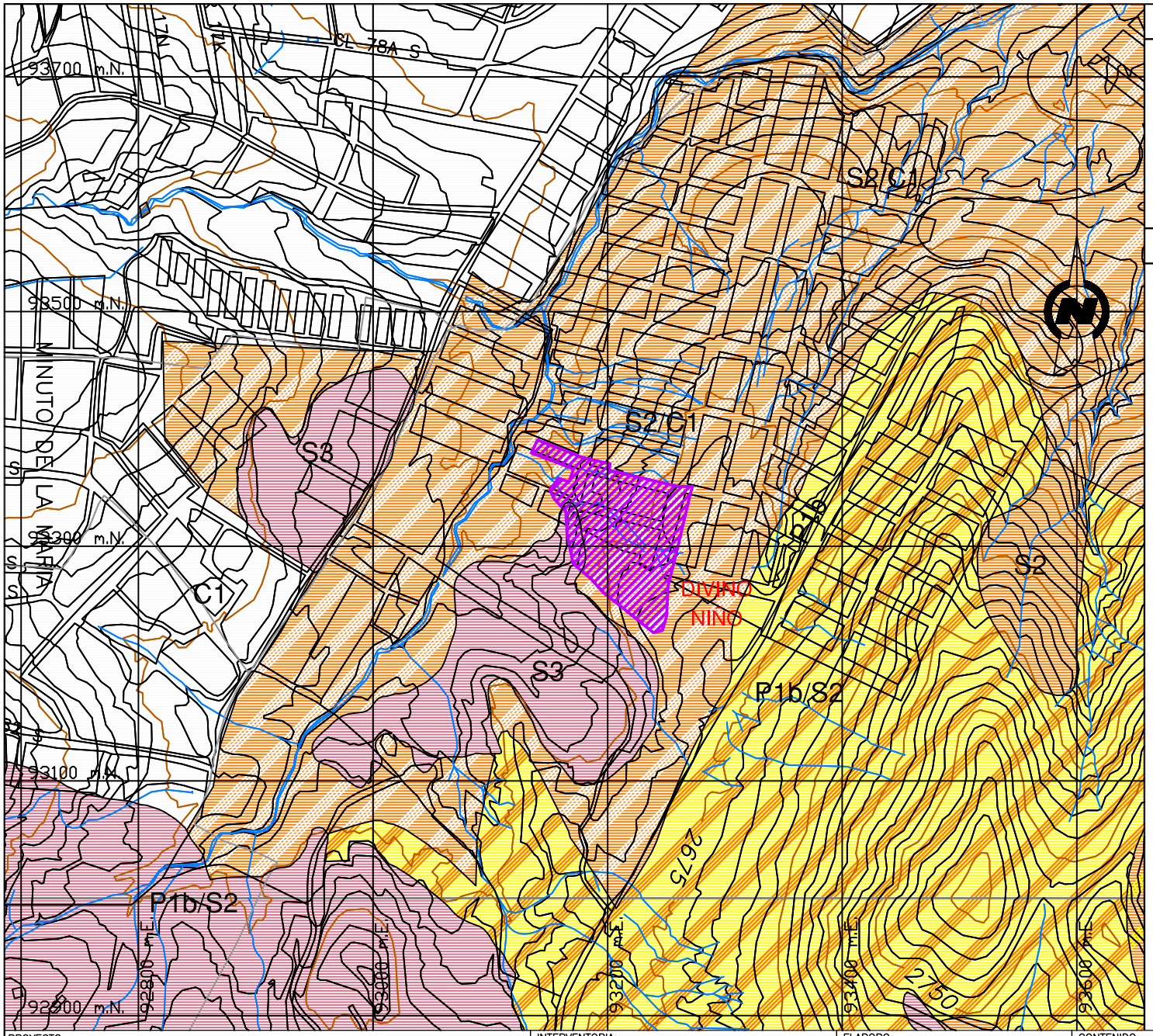
PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCION POR RIESGOS ASOCIADOS A FENOMENOS DE REMOCION EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRSITOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.
SITIO 4
BARRIO DIVINO NIÑO
LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR

## 5.4. EVALUACIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL

### 5.4.1.Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es la relación entre la tasa pico de escorrentía directa y la intensidad promedio de precipitación en una tormenta. Este valor es difícil de determinar directamente, pero se puede inferir satisfactoriamente considerando: el relieve, la permeabilidad, la vegetación y la capacidad de almacenaje en la zona de estudio. Teniendo en cuenta las características morfométricas y de cobertura del suelo (zona de uso urbano, como se aprecia en la Figura IX, con calles pavimentadas y alcantarillado oficial) de la cuenca en estudio se asumirá un coeficiente de escorrentía de 0,50[4].

[4] Hidrología en ingeniería. Germán Monsalve Sáenz. Valores del coeficiente de escorrentía, C.




## CONVENCIONES GENERALES

- Curva Indice — 2650
- Curva secundaria
- Zona de Estudio
- Construcciones
- Rio

## CONVENCIONES TEMATICAS

- Uso Urbano — C1
- Zonas de degradacion Acentuada sin cobertura — S2
- Zonas de Explotación Minera sin Cobertura — S3
- Pastos Naturales de proteccion — P1b
- Zonas de degradacion Acentuada sin Cobertura y Uso Urbano 70% / 30% — S2/C1
- Pastos Naturales de Proteccion con Afloramientos rocosos sin cobertura 70% / 30% — P1b/S2

NOTA:
Tomado y modificado del estudio de "Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de Santa Fe de Bogotá". Contrato 1314-107-97. INGEOCIM LTDA. 1998.

PROYECTO:
DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCION POR RIESGOS ASOCIADOS A FENOMENOS DE REMOCION EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRSITOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.
SITIO 4
BARRIO DIVINO NIÑO
LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR

INTERVENTORIA:
GEODINAMICA INGENIERIA LTDA

ELABORO:
GEOCING LTDA.

CONTENIDO:
SUELOS (INGEOCIM)

ARCHIVO ACAD: FIGURA IX.DWG
ESCALA: 1:5000
FECHA: DICIEMBRE DE 2008
FIGURA No: FIGURA IX
DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA

### 5.4.2.Determinación del tiempo de concentración de la lluvia

Para el calculo del caudal de escorrentía por las laderas, es necesario determinar el tiempo de concentración y con las curvas IDF poder hallar la intensidad (Ic), asumiendo que el caudal pico se debe a una precipitación mantenida durante un tiempo igual al tiempo de concentración.

El tiempo de concentración se calculara empleando la formula de Kirpich:

$$T_c = \frac{0.06628 * L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

En donde:

$T_c$ = Tiempo de concentración (horas)

L = Longitud (Km.)

S = Pendiente del terreno (m/m)

En la Tabla 9 se presentan los parámetros y resultados obtenidos de tiempo de concentración.

**Tabla 9. Tiempo de concentración**

| PARAMETROS | DIVINO NIÑO |
|---|---|
| L (km) | 1.63 |
| S (m/m) | 0.40 |
| Tc (hr) | 0.13 |
| **Tc (min)** | **7.8** |

Las fórmulas empíricas para estimar el tiempo de concentración, tal como la de Kirpich, son válidas para rangos mayores a 10 – 15 min; si los valores obtenidos son menores al umbral mínimo (10 – 15 min), se recomienda utilizar como tiempo de concentración el valor del umbral.

Según la fórmula de Kirpich, se obtiene un tiempo de concentración de 7.8 min; sin embargo, dada la limitación del método, para efectos de cálculo de los caudales se adoptó para esta cuenca un tiempo de concentración mínimo de 15 minutos.

### 5.4.3.Cálculo de intensidades máximas

Con base en la curva presentada en la Gráfica 2, se puede estimar la intensidad de la lluvia con una duración del tiempo de concentración (tomado como 10 min), para diferentes períodos, resultados que se presentan en la Tabla 10.

**Tabla 10. Valores de intensidad máxima – duración de 10 minutos**

| Tr (años) | I (mm/h) |
|---|---|
| 3 | 48.40 |
| 5 | 59.87 |
| 10 | 76.43 |
| 25 | 97.78 |
| 50 | 112.21 |

### 5.4.4.Caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio

Para la estimación de los caudales máximos esperados en los diferentes sitios de la zona en estudio, se utilizó el Método Racional, aceptado para cuencas con superficies inferiores a 1.0 $Km^2$; este modelo de estimación, obtiene el caudal máximo por la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{C * I * A}{0.36}$$

Donde Q es el caudal pico (l/s); I la intensidad máxima para la frecuencia de diseño, con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca vertiente (mm/h); A el área aferente (ha); C el coeficiente de escorrentía, con valor numérico entre 0 y 1 que depende de las características fisiográficas del área de drenaje y la cobertura del suelo. En la Tabla 11 se presentan los valores obtenidos para el caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio.

**Tabla 11. Caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio**

| PARÁMETROS | DIVINO NIÑO |
|---|---|
| Área de drenaje | 1,70 ha |
| Intensidad | 112.2 mm/h |
| Coeficiente de escorrentía | 0.50 |
| Caudal | 264.94 l/s |
| Caudal | 0.265 $m^3/s$ |

### 5.4.5.Obras de drenaje superficial

Las obras de drenaje superficial propuestas son cunetas o canales, que servirán para recoger las aguas procedentes de las partes altas de las laderas o los taludes de corte (denominado comúnmente zanja de coronación), con el fin de evitar la erosión superficial y la infiltración y/o saturación en los taludes. Para el cálculo de estas estructuras se utilizó la fórmula de Manning para flujo uniforme:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot A$$

Donde:

- **Q** es el caudal ($m^3/s$)
- **R** es el radio hidráulico (m)

- **S** es la pendiente del canal (m/m)
- **A** es el área de la sección mojada del canal ($m^2$)
- **n** es el coeficiente de rugosidad de Manning.

Los principales criterios de diseño de las cunetas y canales son los siguientes:

- ✓ Las frecuencias de las crecientes de diseño (Tr) es de 50 años (para estar en concordancia con los lineamientos de la Resolución 227 de 2006).
- ✓ Si las pendientes longitudinales de las estructuras son superiores al 2%, se recomienda revestirlas en piedra pegada, concreto y/o sacos de suelo-cemento, con el fin de evitar la profundización de los mismos.
- ✓ La velocidad mínima debe ser de 0.25 m/s y la velocidad máxima admisible de 6 m/s.

En el **ANEXO C** se presentan los cálculos de las secciones de cunetas triangulares en saco de suelo-cemento, para diferentes pendientes, calculando el caudal máximo.

## 6. SISMOLOGÍA

Para el análisis de los efectos locales de amenaza sísmica en el EMS[5], las fuentes sismogénicas se dividieron en tres (3) tipos, así:

- ✓ Fuentes lejanas provenientes de la Zona de Subducción, con una distancia epicentral del orden de 400 Km; para su análisis se tomó como base el sismo presentado en México, 1985, de 8.0 en la escala Ms.

[5] *Estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá, INGEOMINAS (1997)*

- ✓ Fuentes regionales o frontal de la Cordillera Oriental, con una distancia epicentral de 60 km, tomando como referencia el sismo de Tauramena, de 6,6 en la escala Ms.

- ✓ Fuentes cercanas, locales en el área de la ciudad, localizadas a una distancia epicentral del orden de 15 a 20 km, tomando como referencia el sismo de Loma Prieta, 1.989 de 7.0 en la escala Ms.

Con base en estos sismos se determinaron los espectros de respuesta de acelerogramas de diseño, que sirven como base, para el estudio de respuesta dinámica del suelo (ver Ilustración 1).

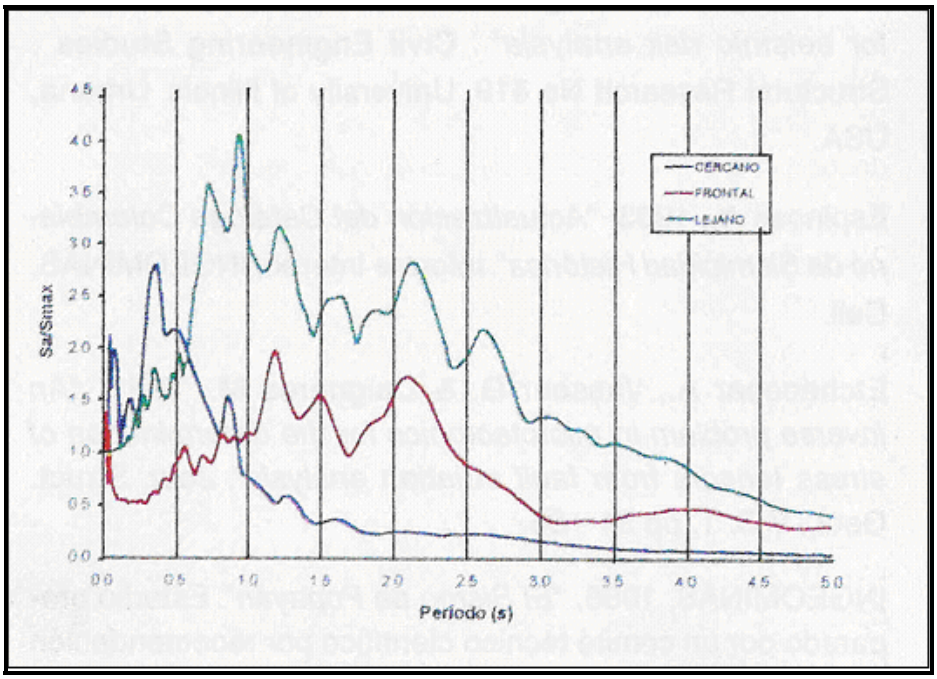



Ilustración 1. Espectros de respuesta sísmica para los tres sismos de diseños, bases del estudio de respuesta sísmica de Bogotá. (Tomado del EMS de Bogotá, 1997).

Como resultado del estudio de respuesta dinámica de la ciudad de Bogotá (EMS), la zona de estudio fue clasificada como Zona 1-Cerros, donde se define el espectro local de respuesta de diseño presentado en la Ilustración 2, el cual tiene las siguientes características:

Período inicial To = 0.20

Período corto Tc = 1.00

Período largo Tl = 5.00

Aceleración máxima Am = 0.24

Aceleración nominal An = 0.30

Factor de amplificación de la aceleración Fa = 1.00

Factor de amplif. en el intervalo de vel. constantes Fv = 32.48

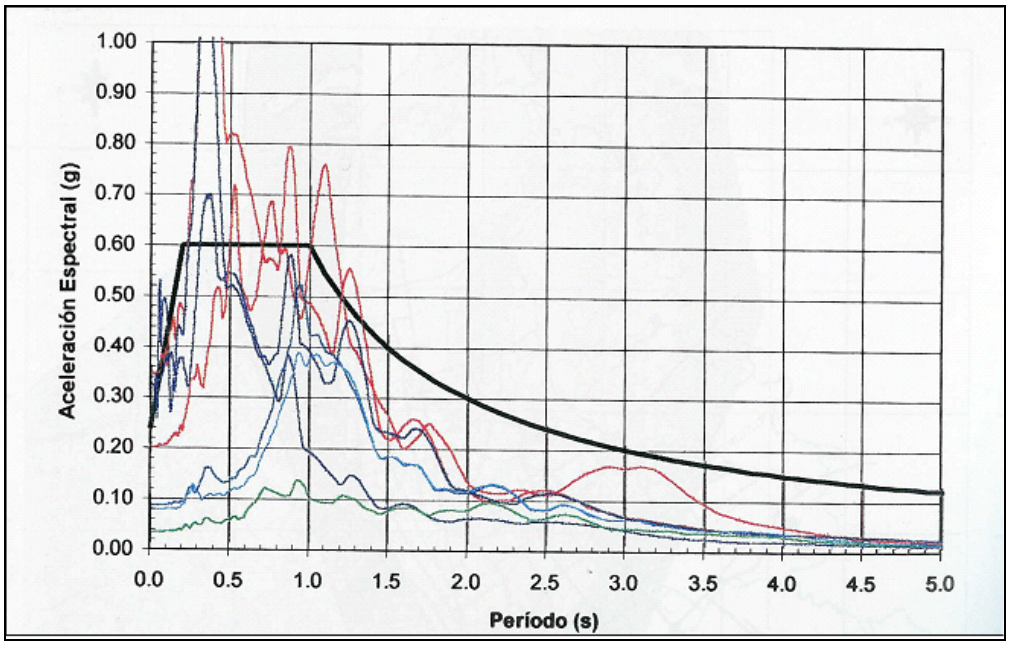



Ilustración 2. Espectro local de aceleraciones en la Zona 1-Cerros. (Tomado del EMS de Bogotá, 1997)

Para efecto de los análisis pseudo-estáticos, se recomienda utilizar un valor de 0,16 g para el valor del coeficiente sísmico pseudo-estático horizontal ($k_h$), valor que corresponde al mínimo sugerido por la Resolución 227 de 2006 en el numeral

3.4 (2/3 de Am); vale la pena aclarar que este valor de aceleración se encuentra dentro del rango de los valores propuestos por la literatura (ver Ilustración 3).

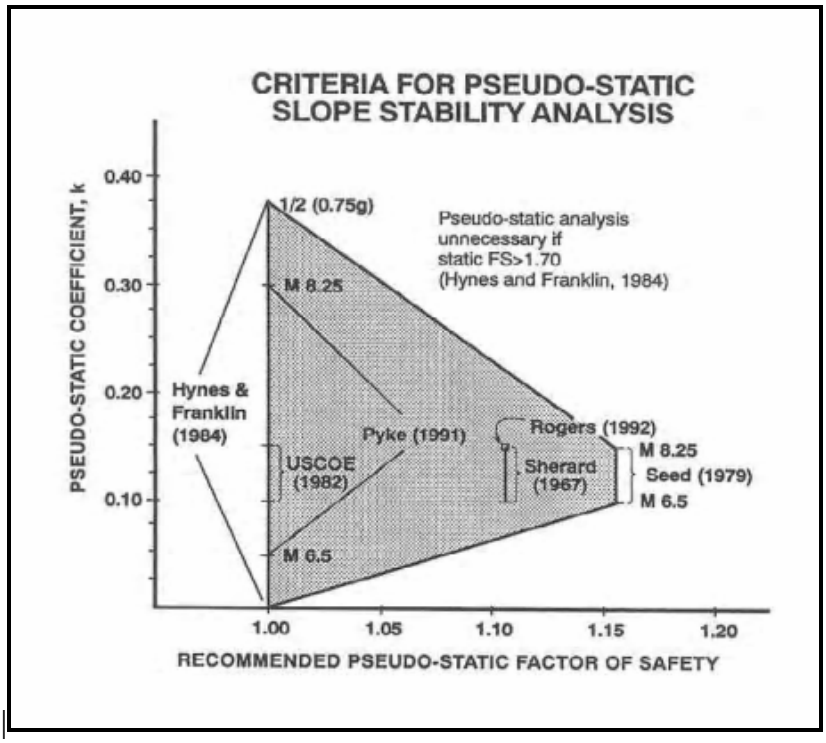



Ilustración 3. Rangos aproximados del coeficiente sísmico pseudo-estático "k" para factores de seguridad mínimos propuestos en la literatura (referencias sobre el diagrama) [6]

## 7. MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

A partir de los trabajos y estudios temáticos básicos presentados en los numerales 3 a 6 del presente informe, se plantea a continuación el modelo geológico-geotécnico de la zona de estudio, el cual permite establecer la relación entre los rasgos geológicos y geomorfológicos, los factores detonantes (agua, sismo, etc.) y los procesos de inestabilidad actuales con los posibles mecanismos de falla, que permitirán realizar los modelos de estabilidad que conlleven al diseño de

[6] *Tomado de Special Report 117 – California Geological Survey - "Guidelines for evaluating and mitigating seismic hazards in California".*

las obras de mitigación de la amenaza por FRM, conducentes a disminuir el riesgo en la zona de estudio.

## 7.1. CONSIDERACIONES GENERALES

### 7.1.1. Información temática básica del sitio

- **En cuanto a la propiedades Geológicas,** se tiene que los materiales rocosos aflorantes en el sector de estudio y alrededores, corresponden a rocas de resistencia blanda, constituidas en su parte superior por una secuencia de arcillolitas; con intercalaciones de niveles de areniscas y limolitas. En su parte inferior del área, la secuencia rocosa aflorante está constituida predominantemente por areniscas cuarzo-feldespáticas, de grano fino a grueso, de baja consolidación y resistencia blanda, con delgadas intercalaciones de arcillolitas. Igualmente, el macizo rocoso se presenta en general muy poco fracturado.

- Los estratos rocosos presentan buzamientos en dirección contraria a la pendiente - topográfica de la ladera, es decir en posición favorable contra los movimientos - de remoción en masa.

- **Desde el punto de vista geomorfológico,** los terrenos del sitio y sus alrededores presentan**: i)** laderas en contrapendiente, es decir terrenos en los cuales los buzamientos de los estratos rocosos tienen una dirección contraria a la pendiente topográfica de las mismas, **y ii)** laderas explanadas, resultantes de las actividades mineras antiguas (canteras), para la explotación de fuentes de materiales, y del desarrollo urbanístico propio del sector.

- **En cuanto a las características Hidrogeológicas,** se tiene que las rocas en la parte media-superior por su composición litológica (arcillolitas, con delgadas intercalaciones de areniscas), lo cual por su textura fina, tienen una

permeabilidad primaria muy baja y la permeabilidad secundaria correspondiente a las discontinuidades las cuales están ausentes, es también bajísima, por lo tanto por su constitución litológica (arcillo-limosa) es difícil de que se originen parámetros hidrogeológicos favorables para su formación.

- Igualmente, el área de estudio presenta características estructurales y geomorfológicas muy desfavorables para el origen y presencia de agua subterránea, la cual corresponde a una ladera en contrapendiente, cuyos estratos rocosos de constitución arcillo-limosa, buzan en sentido contrario a la pendiente topográfica de los terrenos.

### 7.1.2.Caracterización de los procesos de inestabilidad

Con el objeto de conocer los antecedentes del área de estudio se clasificó la información recopilada y levantada, buscando identificar la susceptibilidad del terreno a procesos de inestabilidad y crear un marco histórico del sector que permitiera identificar potenciales detonantes y/o condiciones predominantes en el sitio de estudio.

Los procesos de inestabilidad que han actuado sobre los terrenos del sector de estudio, corresponden a fenómenos denudativos principalmente movimientos de remoción en masa recientes, de la clase deslizamiento rotacional, el cual se ubica en la parte media-superior del mismo.

De acuerdo a la información recolectada en los reconocimientos de campo, y a las características litológicas y condiciones físico-mecánicas que presentan las rocas y los deslizamientos ocurridos en el sitio, se puede asumir como causa principal del movimiento, **la saturación del material de llenos de escombros y del macizo rocoso superficial, de composición predominantemente arcillosa,** originada por la acción de las aguas infiltradas provenientes de la

escorrentía superficial y subterránea y originadas de las fugas de aguas usadas de las tuberías rotas y desperdicios de las viviendas vecinas.

## 7.2. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

Para la zonificación geotécnica del barrio divino niño se tomó como base el modelo geológico y geomorfológico de la zona, los resultados de las observaciones de campo y del programa de investigación del subsuelo, tal como se presenta en el Plano **GE183-PL-DN4-05.**

A partir de los aspectos anteriores, el talud de estudio se describe a continuación:

La zona de estudios, es una ladera de origen antrópico generada por las explotaciones de antigua cantera y se encuentra localizada sobre rocas arcillositas de la Formación Bogotá y rellenos antrópicos constituidos por materiales muy homogéneos de composición arcillosa, arenosa y materiales de construcción.

Esta área de estudio cuenta con un sistema de alcantarillado hacia la parte alta de la ladera, sin embargo, no posee un sistema completo de manejo de escorrentía superficial, lo cual genera saturación de los materiales sueltos (rellenos antrópicos y suelo residual) y procesos erosivos superficiales que localmente están avanzando formando carcavamiento y surcos hacia la parte baja de la zona de estudio.

En la parte baja de la manzana k se identifico un deslizamiento de tipo rotacional y reptación a nivel superficial que sumado al incremento de las precipitaciones y asentamientos humanos ilegales afectarían en el corto plazo la estabilidad de las viviendas que se encuentran emplazadas hacia la parte baja de la ladera.

En la corona del talud, se encuentra el emplazamiento de viviendas que en la actualidad no presentan ningún riesgo por la evidencia de fenómenos de remoción en masa. Caso contrario de lo que sucede con las viviendas emplazadas en la parte media de la ladera, las cuales están situadas en la zona de deslizamiento y escarpe de la ladera (Ver Foto 21).



Foto 21 Vista de las viviendas que presentan riesgo por la evidencia de fenómenos de remoción en masa.

## 7.3. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA

Con base en los estudios básicos requeridos y desarrollados, y la caracterización de los procesos de inestabilidad presentados en el sitio de estudio, con el apoyo en secciones y perfiles geológicos transversales, el modelo geológico-geotécnico del sector, permite establecer que la relación entre los rasgos geológicos: macizo rocoso de baja consolidación, que conforman los taludes dejados

por laderas excavadas, y los procesos de inestabilidad actuales de tipo deslizamiento rotacional, está dada principalmente por la acción de saturación de las aguas infiltradas, originadas por las lluvias y de desperdicios de tuberías y de aguas botadas de las viviendas, y con la ayuda de la desprotección de las laderas.

En la zona de estudio, se encuentran básicamente tres (3) tipos de materiales: material de relleno, suelos residuales, roca blanda meteorizada y roca sana.

Con base en los trabajos de investigación del subsuelo descritos en el numeral 3, a continuación se presentan las características geomecánicas de los materiales que constituyen el subsuelo y que hacen parte del modelo geológico-geotécnico propuesto (ver Plano **GE183-PL-DN4-05**).

### 7.3.1.Material de Relleno

Material resultante de los deslizamientos recientes ocurridos en el sitio de estudio; son suelos matriz-soportados, de composición predominantemente arcillo-limosa, con clastos y fragmentos rocosos de composición heterogénea, producto de los depósitos de llenos de origen antropogénico depositados recientemente y principalmente en la parte superior del sitio inestabilizado. Estos depósitos son de consistencia muy blanda, y presentan espesores entre 1.0 y 2.0m aproximadamente.

Las siguientes son las propiedades geotécnicas de dicha muestra obtenidas de los ensayos de laboratorio (Ver **ANEXO B.3**):

**Tabla 12. Propiedades índices e in-situ del material de relleno**

| Propiedad | Valor min. | Valor máx. | Valor Promedio |
|---|---|---|---|
| Humedad natural | 15% | 17% | 16% |
| Límite líquido | 21% | 48% | 35% |
| Límite plástico | 13% | 19% | 16% |
| Índice de plasticidad | 8% | 29% | 19% |
| Pasa T 200 | 61% | 90% | 76% |

Para la obtención de los parámetros de resistencia del Material de Relleno se realizaron los cortes directos para el Apique 1 (Muestra 1) y el Apique 3 (Muestra 1) en el cual se graficaron todos los puntos de falla (Relación Tao - Sigma), obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 13. Parámetros de resistencia del material de relleno**

| PARÁMETRO | SÍMBOLO | VALOR |
|---|---|---|
| Ángulo de fricción | Ø | 22º |
| Cohesión | C` | 6 KN/m2 |

### 7.3.2.Suelo residual

Material resultante de la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa antiguos acumulados en la parte inferior de los escarpes rocosos. Son materiales matriz-soportados, con clastos y fragmentos rocosos de composición principalmente arenacea, dentro de una matriz areno-limosa, de color amarillo, con esporádicos bloques de areniscas de tamaño heterométrico; de consistencia blanda a muy blanda y friables. Su espesor oscila entre 2m y 4m aproximadamente.

Las siguientes son las propiedades geotécnicas de dicha muestra obtenidas de los ensayos de laboratorio (Ver **ANEXO B.3**):

**Tabla 14. Propiedades índices e in-situ del suelo residual**

| Propiedad | Valor min. | Valor máx. | Valor Promedio |
|---|---|---|---|
| Humedad natural | 10% | 19% | 15% |
| Límite líquido | 23% | 58% | 36% |
| Límite plástico | 13% | 23% | 17% |
| Índice de plasticidad | 5% | 43% | 19% |
| Pasa T 200 | 70% | 92% | 81% |

Para la obtención de los parámetros de resistencia del Suelo Residual se realizó el corte directo en el sondeo mecánico 8 (Muestra 3) en el cual se graficaron todos los puntos de falla (Relación Tao - Sigma), obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 15. Parámetros de resistencia del suelo residual**

| PARÁMETRO | SÍMBOLO | VALOR |
|---|---|---|
| Ángulo de fricción | Ø | 24º |
| Cohesión | C` | 12 KN/m2 |

### 7.3.3.Roca blanda meteorizada

Material perteneciente a la Formación Bogotá Conjunto Superior, (E1bs). Está constituida por una secuencia de arcillolitas en sectores limosos y areniscas de grano fino y grueso en estratos masivos de resistencia blanda y media con esporádicas capas duras. En la superficie se presenta moderadamente a altamente meteorizada sin formar horizontes de suelos residuales cartografiables

Las siguientes son las propiedades geotécnicas de dicha muestra obtenidas de los ensayos de laboratorio (Ver **ANEXO B.3**):

**Tabla 16. Propiedades índices e in-situ de la roca blanda meteorizada**

| Propiedad | Valor min. | Valor máx. | Valor Promedio |
|---|---|---|---|
| Humedad natural | 10% | 22% | 14% |
| Límite líquido | 22% | 58% | 38% |
| Límite plástico | 15% | 27% | 20% |
| Índice de plasticidad | 7% | 31% | 185 |
| Pasa T 200 | 42% | 96% | 80% |
| Peso Unitario | 2.0% | 2.0% | 2.0% |

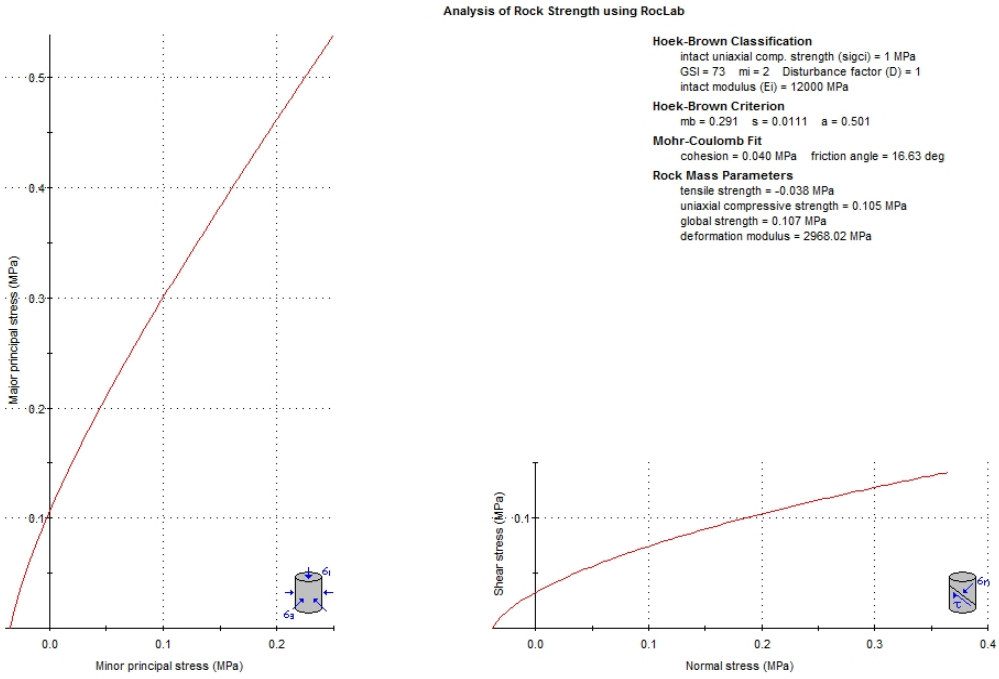
Para la roca meteorizada se utilizó el criterio de falla propuesto por Hoek et al (2002) el cual se expresa como:

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_{ci}\left(m_b\frac{\sigma'_3}{\sigma_{ci}} + s\right)^a$$

Los parámetros determinados este tipo de material, los cuales se ajustaron a los ensayos de corte realizados, se presentan en la Tabla 17 y en la

**Tabla 17. Parámetros de resistencia de la roca blanda meteorizada**

| PARÁMETRO | SÍMBOLO | VALOR |
|---|---|---|
| Ángulo de fricción | Ø | 16º |
| Cohesión | C` | 36 KN/m2 |




Gráfica 3. Parámetros de resistencia de la roca blanda meteorizada

## 7.4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GENERAL

### 7.4.1.Método de análisis

7.4.1.1. Generalidades

Para resolver un problema se deben tomar en cuenta las ecuaciones de campo y los vínculos constitutivos. Las primeras son de equilibrio, las segundas describen el comportamiento del terreno. Tales ecuaciones son particularmente complejas en cuanto los terrenos son sistemas multifase, que se pueden convertir en sistemas monofase solo en condiciones de terreno seco, o de análisis en condiciones drenadas.

En la mayor parte de los casos se encuentra con materiales que si bien están saturados, es también por lo menos bifase, lo que hace el uso de la ecuación de equilibrio notoriamente complicado. Además es prácticamente imposible definir una

ley constitutiva de validez general, en cuanto los terrenos presentan un comportamiento no-lineal aún en el caso de pequeñas deformaciones. A causa de dichas dificultades se introducen hipótesis simplificativas:

- ✓ Se usan leyes constitutivas simplificadas modelo rígido perfectamente plástico. Se asume que la resistencia del material se expresa únicamente con los parámetros cohesión (*c*) y ángulo de fricción interna (φ), constantes para el terreno y característicos del estado plástico, por lo tanto se supone válido el criterio de rotura de Mohr-Coulomb.

- ✓ En algunos casos se satisfacen solo en parte las ecuaciones de equilibrio.

Estas hipótesis se reflejan en el método del equilibrio límite utilizado para los análisis de estabilidad presentados.

7.4.1.2. Método del equilibrio límite (LEM)

El método del equilibrio límite consiste en estudiar el equilibrio de un cuerpo rígido, constituido por el talud y por una superficie de deslizamiento de cualquier forma (línea recta, arco circular, espiral logarítmica). Con tal equilibrio se calculan las tensiones de corte (τ) y se comparan con la resistencia disponible ($\tau_f$), valorada según el criterio de rotura de Coulomb; de tal comparación se deriva la primera indicación sobre la estabilidad con el coeficiente de seguridad $F = \tau_f / \tau$.

Entre los métodos del equilibrio último, algunos consideran el equilibrio global del cuerpo rígido (*Culman*), otros, por motivos de la ausencia de homogeneidad, dividen el cuerpo en rebanadas considerando el equilibrio de cada una (*Fellenius, Bishop, Janbu, etc.*); para efectos de los cálculos se utilizó el método propuesto por Morgenstern & Price, Bishop y Jambú, implementado en el software Slide V5.01.

#### 7.4.1.3. Parámetros utilizados en los modelos

Los parámetros geomecánicos utilizados en los modelos bidimensionales de estabilidad para los diferentes materiales se presentan en la

**Tabla 18. Parámetros geomecánicos utilizados en los modelos LEM**

| Material | Ángulo de fricción interna (φ') | Cohesión efectiva (c') | Peso unitario (γ) |
|---|---|---|---|
| Material de relleno | 22° | 6 kPa | 19.2 kN/m³ |
| Suelo Residual | 24° | 12 kPa | 20.4 kN/m³ |
| Roca blanda meteorizada | 16º | 36 kPa | 21 kN/m³ |

Los factores detonantes de deslizamientos utilizados en los modelos son el sismo y el agua freática. Para tener en cuenta el sismo se utilizó el método pseudo-estático, por lo que teniendo en cuenta lo expresado en el numeral 6 de este documento, el valor del coeficiente de aceleración psudo-estático ($k_h$) para un período de retorno de 475 años es de 0,16. Para el agua, se modelaron varios escenarios, desde el más crítico (talud saturado) hasta el menos crítico (talud seco).

Los efectos de las viviendas aledañas a los taludes analizados se tuvieron en cuenta con sobrecargas del orden de 2 ton/$m^2$ por piso.

#### 7.4.1.4. Perfiles típicos

Los perfiles típicos de análisis se presentan en el Plano GE-183-PL-DN4-05.

### 7.4.2. Análisis retrospectivo

Con base en las condiciones geomorfológicos de la ladera se realizó un retroanálisis con condiciones topográficas anteriores a los deslizamiento ocurridos, teniendo en cuenta los parámetros geomecánicos determinados en el laboratorio y

definidos en el numeral 7.4.1.3, obteniéndose los resultados presentados en la Tabla 18 la sección 2 (Ver Anexo D1).

**Tabla 19. Resultados de los análisis retrospectivos**

| ESCENARIO | FS |
|---|---|
| Nivel freático abatido y sin sismo | 1.06 |
| Nivel freático abatido y con sismo | 0.95 |
| Talud saturado, sin sismo | 1.02 |
| Talud saturado, con sismo | 0.79 |

Teniendo en cuenta lo anterior se puede concluir que, el talud con los parámetros de resistencia[7] y bajo las condiciones topográficas como estratigráficas definidas, falla cuando se satura; este resultado es congruente con los fenómenos presentados, confirmándose la validez del modelo geológico – geotécnico planteado.

Lo anterior indica que los deslizamientos provocados en la ladera de estudio fueron producto de la saturación del terreno por las fuertes precipitaciones, fugas en las redes de aguas servidas e inexistentes obras de drenaje para su control. (Ver **ANEXO D.1**); además ratifican la coherencia de los parámetros a utilizar en los siguientes análisis (Situación actual y Con las medidas de Mitigación propuestas).

### 7.4.3.Condición actual

Se realizó un análisis de la situación actual (ver Anexo D2) para la sección 2 (Ver Plano GE-183-PL-DN4-05), teniendo en cuenta los parámetros geomecánicos descritos anteriormente, obteniéndose los factores de seguridad presentados en la Tabla 20.

[7] *Ver numeral 7.4.1.3*

**Tabla 20. Resultados de los análisis de estabilidad situación actual**

| ESCENARIO | FS |
|---|---|
| Nivel freático abatido (talud seco) y sin sismo | 1.17 |
| Nivel freático abatido (talud seco) y con sismo | 0.85 |
| Talud saturado, sin sismo | 0.99 |
| Talud saturado, con sismo | 0.75 |

De acuerdo a los resultados anteriores, el talud en condiciones favorables (Nivel freático abatido y sin sismo) presenta un factor de seguridad de 1.17, y en condiciones desfavorables (Nivel freático saturado, sin sismo) presenta un factor de seguridad de 0.75; los que quiere decir, que el talud objeto de estudio no presenta factores de seguridad adecuados que puedan garantizar la estabilidad de la ladera, además se encuentra susceptible ante los agentes hídricos comunes como son : lluvias, escorrentía superficial entre otros ( ver **ANEXO D.2**).

La estabilidad actual de la ladera esta comprometida por los siguientes motivos: aun no se han hecho las reparaciones pertinentes en las redes de alcantarillado: ha continuado la explanación de viviendas de forma legal, no existe actualmente obras de drenaje para el control de los niveles freáticos en la zona y finalmente se pudo observar que la ladera se encuentra activa y se han observado desprendimientos de bloques de roca y material tipo arcilloso proveniente de los taludes de corte para uso privado (viviendas construidas inapropiadamente y sin autorización de las autoridades competentes) desde la parte media hasta la parte baja de la zona de estudio, la cual de acuerdo al concepto Técnico No. 4469 emitido por la dirección de prevención y atención de emergencia – DPAE el 23 de agosto de 2006, se encuentra en amenaza alta y riesgo alto por fenómenos de remoción en masa (FRM).

Con el objeto de proponer obras de mitigación de riesgo para la zona de estudio se propone las siguientes medidas:

De acuerdo a las características geomorfológicos de la ladera, en la zona de estudio se propone limpiar y reconformar el talud, construir obras de drenaje para el manejo de aguas superficiales y obras de contención en la parte baja y media de la ladera con el animo de mejorar las condiciones de cimentación de las viviendas emplazadas en la parte media de la ladera.

# 8. DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE MITIGACIÓN

## 8.1. CRITERIOS DE DISEÑO

Para la clasificación de la amenaza de la zona se utilizará como criterios de categorización los presentados en la Tabla 21, teniendo en cuenta lo expuesto en la Resolución 227 del 13 de julio de 2006 en el numeral 3.4.

**Tabla 21. Categorización de amenaza por FRM**

| Categoría de amenaza | FS condiciones normales | FS condiciones extremas |
|---|---|---|
| Baja | >1,9 | >1,3 |
| Media | 1,2 - 1,9 | 1,0 – 1,3 |
| Alta | <1,2 | <1,0 |

En lo posible, los diseños se realizarán para que la amenaza en la zona sea catalogada como baja, o por lo menos media; si se da el segundo caso, se deberán dar las recomendaciones para que la zona susceptible a deslizamiento (con categoría media) presente un riesgo bajo para las viviendas o edificaciones y servicios públicos existentes.

Adicionalmente, para las estructuras de contención se adoptan los valores mínimos del factor de seguridad para este tipo de construcción estipulados en la norma NSR-98, título H, numeral 4.2.11, y que se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla 22. Factores de seguridad mínimo para estructuras de contención según la NSR-98**

| Solicitación | Factor de seguridad mínimo [8] | |
|---|---|---|
| | Suelos cohesivos | Suelos granulares |
| Deslizamiento | 2,0 | 1,5 |
| Volteo | 2,0 | 3,0 |
| Capacidad portante | 2,5 | 2,5 |

## 8.2. PLANTEAMIENTOS DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN

Teniendo en cuenta que el costado oriental presenta actualmente factores de seguridad inadecuados según la normatividad vigente, y que adicionalmente están en riesgo por este fenómeno tanto las viviendas de la parte alta como la vía de la parte inferior, se deberán implementar obras de estabilización de taludes, que en forma general son:

- ✓ Obras de drenaje superficial
- ✓ Obras de protección contra la erosión y reconformación del talud.

Para ello se plantean dos alternativas, a saber:

### 8.2.1.Alternativa 1

- Localización y replanteo
- Aislamiento y Protección de la zona a intervenir en repisa y lona verde
- Demolición de 6 viviendas
- Descapote
- Adecuación de las terrazas
- Construcción de muro en gaviones en la parte baja y corona del talud
- Empradización con cespedon o similar

[8] *Para el caso en estudio se adoptan como suelos granulares.*

- Construcción de cunetas en sacos suelo-cemento
- Construcción de trincheras drenantes
- Construcción de cajas de inspección
- Reubicación de pozo de alcantarillado
- Demolición de alcantarillado
- Instalación de tubería de 12" para conducción a pozo principal de 156m aprox.
- Construcción de cunetas
- Descole en adoquín

### 8.2.2.Alternativa 2

- Localización y replanteo
- Aislamiento y Protección de la zona a intervenir en repisa y lona verde
- Demolición de 9 viviendas
- Descapote
- Adecuación de las terrazas
- Construcción de muro en gaviones en la parte paja del talud
- Empradización con cespedón o similar
- Construcción de cunetas en sacos suelo-cemento
- Construcción de trincheras drenantes
- Construcción de cajas de inspección
- Reubicación de pozo de alcantarillado
- Demolición de alcantarillado
- Instalación de tubería de 12" para conducción a pozo principal de 156m aprox.
- Construcción de cunetas
- Descole en adoquín

## 8.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL

Teniendo en cuenta los análisis de estabilidad global presentados en el Anexo D, los factores de seguridad para los escenarios posibles se presentan en la Tabla 23.

**Tabla 23. Factores de seguridad condicionales para las alternativas planteadas**

| Escenario | Factores de Seguridad | |
|---|---|---|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| Nivel freático abatido (talud seco) y sin sismo | 2.53 | 2.49 |
| Nivel freático abatido (talud seco) y con sismo | 1.73 | 1.73 |
| Talud saturado, sin sismo | 1.56 | 1.56 |
| Talud saturado, con sismo | 1.11 | 1.11 |

Para garantizar la amenaza baja en la zona según los análisis realizados , es necesario además del terraceo mantener el nivel freático por lo menos un metro por debajo del nivel del terreno reconformado, motivo por el cual es necesario la implementación de un drenaje subsuperficial (estilo trincheras drenantes).

## 8.4. DISEÑOS DE LAS ESTRUCTURAS PLANTEADAS

### 8.4.1.Diseño de muro en gavión

En el Anexo E1 se presentan los análisis de estabilidad del muro de gaviones planteado para las Alternativas 1 y 2.

Los gaviones se fabricarán con mallas (de triple torsión y escuadras tipo (8X10 cm) de alambre de acero (con bajo contenido de carbono) de 2.7 mm (calibre 12), al que se le da tres capas de galvanizado con zinc.

### 8.4.2.Resumen de los resultado de los análisis de estabilidad

A continuación se presenta el resumen de los factores de seguridad obtenidos para las obras de estabilización contempladas.

**Tabla 24. Factores de seguridad de las estructuras proyectadas**

| ALTERNATIVA | ESTRUCTURA | SOLICITACIÓN | FS | |
|---|---|---|---|---|
| | | | CON SISMO | SIN SISMO |
| 1 | MURO DE GAVIONES (parte baja) | Deslizamiento | 2.99 | 8.45 |
| | | Volteo | 4.87 | 17.74 |
| 1 | MURO DE GAVIONES (parte alta) | Deslizamiento | 2.99 | 8.45 |
| | | Volteo | 4.87 | 17.74 |
| 2 | MURO DE GAVIONES (parte baja) | Deslizamiento | 2.99 | 8.45 |
| | | Volteo | 4.87 | 17.74 |

## 8.5. CANTIDADES DE OBRA, CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

### 8.5.1.Cantidades de obra

En el **ANEXO F** se presenta el cálculo de las cantidades de obra para cada una de las alternativas planteadas, teniendo en cuenta los planos de diseño (Planos **GE183-PL-DN4-06** a **GE183-PL-DN4-09**).

### 8.5.2.Cronograma

La construcción de las obras propuestas para mitigar la amenaza que conllevan a disminuir el riesgo por FRM en la zona de estudio, conllevan la realización de las siguientes actividades generales:

- ✓ Delimitación de las áreas de protección y aislamiento.
- ✓ Construcción de obras de contención.
- ✓ Construcción de las obras de manejo de aguas.
- ✓ Obras de paisajismo y urbanismo en la corona del talud.

En la **ANEXO H** se presenta el cronograma detallado propuesto para la ejecución de las obras, de acuerdo con las actividades anteriormente enunciadas, y

en el cual se establece que la duración de los trabajos de construcción es del orden de siete (7) semanas.

### 8.5.3.Presupuesto

#### 8.5.3.1. Análisis de precios unitarios

En el **ANEXO F** se presentan los análisis de precios unitarios de cada uno de los ítems contemplados para la construcción de la obra.

#### 8.5.3.2. Porcentaje de AIU [9]

En el **ANEXO F** se presenta el cálculo del porcentaje de AIU, el cual se estableció para las Alternativas 1 y 2 en un 27.5% del costo directo de la obra, discriminado tal como se presenta en la Tabla 25.

**Tabla 25. Discriminación del AIU**

| Ítem | Porcentaje |
|---|---|
| Administración | 21,5% |
| Imprevistos o riesgos | 1,0% |
| Utilidad | 5,0% |

Los costos administrativos se calcularon bajo las siguientes consideraciones:

- ✓ Se debe contar con un Director de Obra, con una dedicación del 25%.
- ✓ Se debe contar con un Ingeniero Residente, con una dedicación del 100%.
- ✓ Se debe contar con un Asesor en Geotecnia, con una dedicación del 15%.
- ✓ Se debe contar con un Asesor de Calidad, con una dedicación del 10%.

[9] *Administración, imprevistos y utilidades*

- ✓ Los impuestos son los de ley[10] a excepción del IVA[11], y suman un porcentaje del 13.85% en el AIU.

#### 8.5.3.3. Presupuesto

Con base en las cantidades de obra, los precios unitarios y el AIU se estimó el costo de las obras, el cual se discrimina en el Anexo F, en donde se obtuvo que el costo de las obras para cada una de las alternativas planteadas se presenta en la Tabla 26.

**Tabla 26. Costo aproximado de las alternativas planteadas**

| Alternativa | Costo directo | AIU | Costo compra de predios | Costo total |
|---|---|---|---|---|
| Alternativa 1 | 230.380.279 | 27,5% | $180.000.000 | 410.380.279 |
| Alternativa 2 | 227.720.428 | 27,5% | $270.000.000 | 497.720.428 |

Para las alternativas 1 y 2 se requieren 24 y 27 predios respectivamente, en este sentido el análisis predial se realizará para la alternativa 1; no obstante, se debe tener en cuenta que se deben adquirir 13 predios de los cuales 7 son lotes vacíos, 5 están construidos y existe un espacio reservado para zona verde que no está ocupado, estos predios se relacionan en el numeral 8.6 y en el **Anexo J**; adicionalmente los predios que se encuentran incluidos en el programa de reasentamiento de familias localizadas en zona de alto riesgo no mitigable, que adelanta la Caja de Vivienda Popular, son en total 11 de los cuales 3 se encuentran en proceso de reasentamiento y 8 se encuentran con proceso terminado, de estos últimos de acuerdo a las vistas adelantadas por el consultor existen dos construidos y posiblemente corresponden a invasión; el costo presentado en la tabla anterior es un estimativo, la entidad competente deberá realizar el avaluó real.

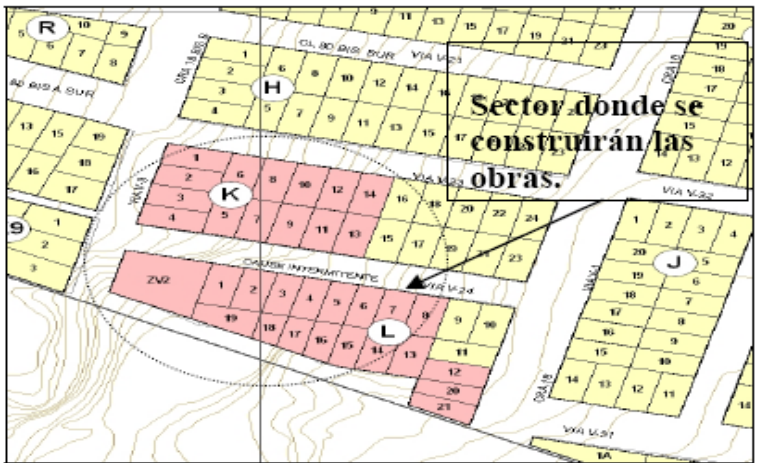
[10] *En el momento de realizar los presupuestos, los impuestos de ley son: Impuesto de Guerra (5,0%), ICA (0,69%), Impuesto de timbre (0,75%), Estampilla Universidad Distrital (1,0%), Retención en la fuente (1,0%), Publicación en el Diario Oficial (0,47%), Cuatro por mil (0,4%), Estampilla Pro-Cultura (0,5%) y Estampilla Pro-Personas Mayores (0,5%).*

Adicionalmente a los costos de las obras, se debe tener en cuenta que el costo de la Interventoría es aproximadamente el 10% del valor de la obra[12].

## 8.6. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

- ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA: Existen dos pozo de alcantarillado que se ven afectados por las obras propuestas para las Alternativas 1 y 2 por consiguiente se propone su traslado como lo indica el **PLANO GE183-PL-DN4-06 Y PLANO GE183-PL-DN4-08)** o lo dispuesto por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Nota: se consultó el Mapa Interactivo del Acueducto de Bogotá para definir el la red de alcantarillado a intervenir, el pozos que recogerán las aguas lluvias y negras y el trazado del alcantarillado propuesto. Adicionalmente el diámetro de tubería propuesto para el desarrollo del proyecto es de 12" que comparativamente es superior al existente (ø= 8")  lo cual garantiza el paso normal del caudal por la red.




Gráfica 4 Localización del proyecto en el Plano de Amenaza por Remoción en Masa (Tomado del Concepto Técnico No.CT-4469).

[12] *La entidad contratante deberá establecer el monto de la Interventoría, teniendo en cuenta la evaluación de la complejidad de la misma y los requerimientos internos para el control de este tipo de trabajos.*

ANÁLISIS DE VIABILIDAD PREDIAL: De acuerdo con la Gráfica 4 del barrio Divino Niño, las obras propuestas se localizan sobre las manzanas K y L, para la realización de dichas obras, es necesario ocupar parte de las áreas de los predios que se resumen en la tabla del **Anexo J** "listado de predios afectados por las obras"

Según el Diagnostico Técnico DI-3390 emitido por la DPAE las viviendas que se presentan en la Tabla 27 tienen restricción parcial de uso mediante el Acta No. 003018 del 9 de octubre de 2007; además se debe mantener vigente el Diagnostico Técnico No. DI-2750 emitido por la DPAE, donde se recomienda mantenerlas evacuadas hasta tanto se realicen los estudios geotécnicos detallados tendientes a definir las acciones de mitigación y adicionalmente dada las condiciones físicas del sector, se recomienda implementar un sistema técnico apropiado para realizar cualquier tipo de construcción; así mismo no deben realizarse rellenos anti-técnicos a media ladera.

**Tabla 27. Viviendas con restricción Parcial de Uso mediante el Acta No. 003018 del 9 de Octubre de 2007.**

| Manzana | lote | Dirección | Apellidos y Nombres |
|---|---|---|---|
| K | 3 | Carrera 16 B Bis No. 80-44 Sur | Yamile peña |
| K | 4 | Carrera 16 B Bis No. 80-50 Sur | Mariluz Pérez |

De acuerdo con lo consultado en la página del Sire, correspondiente al Programa de reasentamiento de familias del Barrio Divino Niño, los predios afectados por las obras propuestas y que están incluidos en este programa son los relacionados en la Tabla 28.

**Tabla 28. Viviendas incluidas en el Programa de Reasentamiento de Familias Localizadas en Zonas de Alto Riesgo No Mitigable.**

| No | Identificador | Dirección | Manzana | Lote | Nombre Habitante | Documentos de Soporte | Etapa Terminada* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2008-19-10735 | Calle 80 A # 16 - 20 Sur | K | 15 | Valderrama Luz Marina | DI-3465 | Sin documentos - sin avalúo |
| 2 | 1998-19-3112 | Carrera 16 bis B # 80 - 38 sur | K | 2 | Giraldo Trujillo Jesús María | CT-3174, RO-26220 | Pendiente notificación oferta |
| 3 | 1998-19-1269 | Manzana K Lote 1 | K | 1 | Niebles Castillo Carlos | CT-3174 | Proceso de Reasentamiento Terminado |

| No | Identificador | Dirección | Manzana | Lote | Nombre Habitante | Documentos de Soporte | Etapa Terminada* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 1998-19-1270 | Manzana K Lote 13 | K | 13 | Rubiano José Germán | CT-3174 | Proceso de Reasentamiento Terminado |
| 5 | 1998-19-1268 | Manzana K Lote 12 | K | 12 | Morales María Elizabeth/Muñoz Isauro | CT-3174 | Proceso de Reasentamiento Terminado |
| 6 | 2008-19-10779 | calle 80 bis A sur No. 16 – 29 | K | 14 | Sierra Ana Julia | CT-4469 | Sin documentos - sin avalúo |
| 7 | 2006-19-9071 | Calle 80A Sur # 16 – 42 | K (DAPD) | 11 | González Serna Ángela Consuelo | DI-2750 | Sin documentos - sin avalúo |
| 8 | 1998-19-1267 | Manzana L Lote 19 | L | 19 | Hernández Víctor Orlando / Beltrán Elcy | CT-3174 | Proceso de Reasentamiento Terminado |
| 9 | 1998-19-1614 | Manzana L Lote 1 | L | 1 | Beru Casallas Cecilia | CT-3174 | Proceso de Reasentamiento Terminado |
| 10 | 1998-19-1615 | Manzana L Lote 4 | L | 4 | López Pedro Alonso | CT-3174 | Proceso de Reasentamiento Terminado |
| 11 | 1998-19-1616 | Manzana L Lote 2 | L | 2 | Moreno de Pinto Anatilde | CT-3174 | Proceso de Reasentamiento Terminado |

En la tabla del **Anexo J** "listado predios reasentamiento SIRE", se presenta el cuadro de resumen de la situación predial de los predios relacionados en la Tabla 28.

La vivienda relacionada en la Tabla 29, tiene orden de evacuación preventiva por medio del Acta de Evacuación No. 3114 de acuerdo al Diagnóstico Técnico 3441 emitido por la DPAE. En el **Anexo J** se presenta el cuadro de resumen de la situación predial actual.

**Tabla 29. Vivienda con orden de evacuación**

| Manzana | Lote | Dirección | Nombre y Apellido | Situación según Diagnóstico |
|---|---|---|---|---|
| K | 10 | Calle 80Bis H Sur # 17-35 | Ana Rita Tique | La habitabilidad de la vivienda se encuentra comprometida a corto plazo. |

Los predios relacionados en la Tabla 30, no se encuentran en el programa de Reasentamiento de Familias Localizadas en Zona de Alto Riesgo No Mitigable, ni

presentan orden de evacuación preventiva, sin embargo se debe tener en cuenta lo recomendado por el Concepto Técnico de Riesgo No. CT-4469 emitido por la DPAE, para las zonas de las manzanas K y L del barrio El Divino Niño "destinar toda la zona como suelo de protección por riesgo, su uso como zona de recreación pasiva y adecuarla para tal fin, mediante la implementación de obras de drenaje y de reconformación de la ladera, esto es necesario para evitar un deterioro progresivo de las condiciones de estabilidad en el sector, que pueda comprometer posteriormente nuevas viviendas del desarrollo".

**Tabla 30. Otros Predios**

| Manzana | Lote | Dirección | Nombres y Apellidos | Propietario / Poseedor | Estado del Predio (Construido/Lote Vacío/Demolido) |
|---|---|---|---|---|---|
| K | 17 | CL 80A SUR # 16 - 16 | Mery Yaneth Calderón | Propietario | Construido |
| K | 9 | CL 80A SUR # 16 - 32 | | | Lote |
| K | 7 | CL 80A SUR # 16 - 36 | | | Lote |
| K | 5 | CL 80A SUR # 16 - 40 | | | Lote |
| K | 6 | CL 80 BIS A SUR # 16 - 43 | Aristóbulo Poleche Chila | Propietario | Lote |
| K | 8 | CL 80 BIS A SUR # 16 - 39 | | | Lote |
| K | 16 | CL 80 BIS A SUR # 16 - 23 | | | Lote |
| L | ZV | CALLE 80A SUR No. 16 -61 | | | Zona verde |
| L | 3 | CALLE 80A SUR No. 16 -41 | | | Lote |
| L | 5 | CALLE 80A SUR No. 16 -35 | Dora Alba Puerta | Poseedor | Lote |

En conclusión para la realización de las obras se debe tener en cuenta que los predios afectados deberán ser adquiridos por la entidad competente antes de comenzar las obras y se recomienda a la entidad ejecutora revise la situación jurídica de estos predios los cuales se resumen en el **Anexo J,** la localización de estos predios se puede observar en el **Plano GE-183-PL-DN4-10** y en la Gráfica 4, para los predios invadidos se deberá adelantar las gestiones correspondientes ante las entidades correspondientes.

Para la elaboración del análisis de la viabilidad predial de las obras propuestas en el barrio Divino Niño se consultó el Sistema de Información para la Gestión de

Riesgo y Atención de Emergencia de Bogotá (SIRE) y la Dirección de Prevención y Atención de Emergencia de Bogotá (DPAE).

En la tabla del **Anexo J** "Listado de predios afectados por las obras de mitigación de riesgo", se presenta el resumen de los predios, incluyendo manzana y loteo según catastro y planeación, el identificador de reasentamiento de los predios, el propietario, el número de ficha predial, el estado de la vivienda entre otros.

## 8.7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Las dos alternativas planteadas cumplen con los factores de seguridad para garantizar que la amenaza es baja en la zona, sin embargo, la Alternativa 2 es más costosa y requiere más predios que la Alternativa 1, por lo que se recomienda adelantar la Alternativa 1, además para condiciones de estabilidad ésta brinda mayor seguridad.

## 8.8. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO

Para el seguimiento de las obras se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ Reconocimiento visual periódico de la zona: inspecciones detalladas a la zona, las cuales se deberán intensificar en periodos de lluvia.
- ✓ Medición de movimientos horizontales y verticales: durante la construcción se deben colocar puntos de control topográfico en algunos puntos sobre los taludes, los cuales se deben controlar con una frecuencia no menor de dos veces al año.
- ✓ Se recomienda a la comunidad, la protección y el buen uso de las obras propuestas para su buen funcionamiento y durabilidad; en cuanto a la

disposición de los espacios libres, se recomienda la adecuación de jardines y zonas verdes.

- ✓ Para la realización de la obra, el contratista deberá realizar el manual de mantenimiento en donde se enmarque los procedimientos de trabajo y de control, ajustándose a las disposiciones de la comunidad y del distrito. Estos procedimientos deben tener las instrucciones en un lenguaje común y de fácil compresión para la comunidad. El diseño del manual de mantenimiento debe contemplar que existen algunas obras las cuales requieren mantenimiento continuo por parte de la comunidad.
- ✓ Se recomienda realizar un monitoreo o seguimiento durante la ejecución de las excavaciones para la realización de las obras correctivas y una vez se hayan ejecutado las mismas.

# 9. PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

## 9.1. DESCRIPCIÓN

El Plan de Gestión Social corresponde a todas aquellas actividades que el contratista de la obra debe realizar parta dar cumplimientito al Estudios y Diseños de Obras de Estabilización Geotécnica en Localidades Varias de Bogotá D.C.

## 9.2. OBJETIVOS

Los objetivos que se han establecido en el PGS son los siguientes:

- ✓ Mitigar los impactos negativos generados por la construcción de la obra.
- ✓ Brindar la información necesaria y requerida por la comunidad del área de influencia directa de la obra.
- ✓ Crear un escenario propicio para la participación comunitaria.

- ✓ Dar oportuna respuesta a las solicitudes, inquietudes y requerimientos de la comunidad propietaria, residente, habitante o comerciante del área de influencia directa del proyecto.
- ✓ Promover en las comunidades del área de influencia directa el uso, disfrute y cuidado del espacio público y Recurso humano de Gestión social requerido por el contratista para la etapa de construcción.

## 9.3. PERSONAL SOCIAL NECESARIOS CONTRATISTA E INTERVENTORÍA

El contratista deberá contar con el personal social requerido y descrito en la Tabla 31 (residente social), cuyas actividades y obligaciones son sin limitarse a estas:

- ✓ Responsable de la ejecución del PLAN DE GESTIÓN SOCIAL.
- ✓ Representante del contratista de obra ante la comunidad en todo lo relacionado con el área social.
- ✓ Encargado de la supervisión y coordinación de la capacitación en todos los aspectos propios del PLAN DE GESTIÓN SOCIAL.
- ✓ Participación en los comités sociales.
- ✓ Participación activa en la programación mensual y semanal en las actividades sociales propias de la obra.
- ✓ Coordinar y participar de las reuniones del contratista de obra con la comunidad.
- ✓ Responsable del montaje y funcionamiento de los Puntos de información a la comunidad (puntos CREA).
- ✓ Presidirá los comités CREA.

- ✓ Adelantará los informes y formatos propios del PLAN DE GESTIÓN SOCIAL.
- ✓ Realizar los presupuestos y las solicitudes de insumos para adelantar las labores sociales propias del PLAN DE GESTIÓN SOCIAL.
- ✓ En caso necesario, responder a las quejas y reclamos de la comunidad dando la solución pertinente y oportuna.
- ✓ Coordinar la elaboración y distribución de las piezas de comunicación para las diferentes actividades con la comunidad.

**Tabla 31. Personal social requerido por el contratista**

| Personal Social Contratista | |
|---|---|
| PERSONAL | REQUISITOS MÍNIMOS |
| Un (1) Residente Social Dedicación 50% | Deberá ser un profesional en el área social (Sociólogo, Psicólogo, Comunicador social o Trabajador social), con tarjeta profesional vigente, con experiencia general no menor de 2 años, de los cuales debe tener como mínimo 1 años de experiencia específica en el área Social en proyectos de infraestructura vial urbana, o 1 años de experiencia como mínimo en entidades de carácter estatal tiempo durante el cual debe haber sido responsable por el manejo de proyectos en el área Social. |

La Interventoría a su vez, contará con el personal social que se relaciona en el cuadro a continuación, como mínimo para el logro del control, seguimiento y evaluación del desempeño de la obra:

**Tabla 32. Personal social requerido por la interventoría**

| Personal Social Interventoría | |
|---|---|
| PERSONAL | REQUISITOS MINIMOS |
| Un (1) Residente Social Dedicación 50% | Deberá ser un profesional en el área social (Sociólogo, Psicólogo, Comunicador social o Trabajador social), con tarjeta profesional vigente, con experiencia general no menor de 2 años, de los cuales debe tener como mínimo 1 años de experiencia específica en el área Social en proyectos de infraestructura vial urbana, O 1 años de experiencia como mínimo en entidades de carácter estatal tiempo durante el cual debe haber sido responsable por el manejo de proyectos en el área Social. |

## 9.4. ESTRATEGIAS

### 9.4.1.Puntos Crea (Centro de Reunión, Encuentro y Atención)

El contratista de las obras, deberá contar con un (1) sitio, donde se brinde toda la información que la comunidad requiera, estos sitios deberán estar visible a los transeúntes y estar cerca a la obra.

Estos puntos de atención deberán ser liderados por el Residente Social, quien será el encargado de atender a la comunidad interesada en los proyectos, brindando toda la información que sobre la construcción de las obras requiera; así mismo, recibirá todas las inquietudes, quejas y reclamos que sobre las obras en construcción hagan las comunidades del área de influencia directa del proyecto.

### 9.4.2.Comités CREA

Los Comités CREA estarán conformados por ciudadanos líderes de la comunidad, propietarios, habitantes, residentes, comerciantes, propietarios de negocios del área de influencia directa del proyecto y que deseen hacer parte de ellos.

Las personas que estén interesadas en participar de los Comités CREA, se podrán inscribir en las reuniones de inicio o en los puntos CREA, comprometiéndose a representar a los miembros de la comunidad del área de influencia de las obras

Entre las funciones que deben desarrollar los miembros de la comunidad, integrantes de los Comités CREA tenemos:

- ✓ Divulgación e información entre los miembros de la comunidad del área de influencia de la obra, todo lo concerniente a la misma.
- ✓ Ejercer control de la obra, con el fin de lograr un buen desarrollo de la misma.

- ✓ Recoger e identificar todos los problemas que la comunidad manifiesta con relación a la obra y llevarlos a los comités para recibir respuestas y soluciones de parte del contratista.
- ✓ Informar a la comunidad, a los acuerdos que se lleguen y las soluciones que se den a los problemas por ellos identificados.
- ✓ Promover entre las comunidades del área de influencia de la obra, el uso y cuidado del espacio público y la preservación del medio ambiente.

Como mínimo se deben realizar estos comités cada 15 días durante el desarrollo de las obras.

### 9.4.3.Afiches informativos

Son herramientas de información masiva, que contiene información general sobre las obras, se colocan en los Puntos CREA y deberán permanecer como mínimo un mes en cada uno de los Puntos y se elaborarán previo acuerdo con la entidad contratante.

### 9.4.4.Volantes de información

Se describe en estos volantes los aspectos específicos de la obra, se distribuyen a la comunidad o se dejan a disposición en los Puntos CREA, con el fin de que la comunidad tenga fácil acceso a ellos.

Para efectos del proyecto se utilizarán cinco tipos de volantes:

- ✓ Volante de inicio de obra
- ✓ Volante de plan de manejo de tráfico
- ✓ Volante de finalización de obra

- ✓ Volante de invitación a reuniones
- ✓ Volante de información ciudadana

## 9.5. SUBPROGRAMAS

### 9.5.1.Subprograma de información

9.5.1.1. Reuniones generales informativas

El Contratista de la Obra deberá informar a la comunidad ubicada en el área de influencia, directa del proyecto a través de reuniones generales informativas, que serán:

- ✓ Reunión de Inicio de Obra
- ✓ Reunión de finalización del Proyecto

En su orden las reuniones de inicio de las obras las debe realizar el contratista ocho (8) días antes del inicio de la etapa de construcción y cuando la obra esté en el 90% se citará a la reunión de finalización de la misma. Las reuniones se realizarán con los residentes, comerciantes, arrendatarios y propietarios que se encuentren ubicados en el área de influencia directa de las obras a ejecutar.

Para la realización de estas reuniones el contratista de la obra convocará a todas las comunidades del área de influencia contando con la asesoría de un funcionario de la entidad contratante, además de la Interventoría.

Las invitaciones se harán a través de volantes de invitación a reunión, repartidos predio a predio y se harán por lo menos tres (3) días antes de la realización de la reunión.

9.5.1.2. Reunión inicio de obra – información general

El contratista de la obra deberá presentar la siguiente información:

- ✓ Presentación de la entidad contratante, del Contratista y del Interventor.
- ✓ Objetivos y tipo de Obra, diseños de señalización provisional, desplazamientos peatonales (si los hay).
- ✓ Diseño definitivo de la obra y características de diseño. Explicación detallada del proyecto y de las obras a construir, con planos en escala adecuada.
- ✓ Etapas de la obra, valor, plazo y cronograma de ejecución.
- ✓ Impactos Sociales. Estrategias y subprogramas para su mitigación.

9.5.1.3. Reunión finalización de la obra

El contratista de la obra informará a la comunidad el estado final de la misma, manifestará además la fecha de finalización, se recogerán todas las inquietudes que con relación a las obras tenga la comunidad, esto con el fin de dar una respuesta oportuna; a continuación se hará una entrega formal de las obras, realizando un recorrido por las mismas con todos los integrantes del Comité CREA.

9.5.1.4. Requerimientos para las reuniones

Las reuniones se realizarán en salones comunales, o en instituciones de la zona de influencia. El contratista levantara un acta de la reunión y se llenará el listado de asistentes a la misma, previamente el contratista habrá realizado las gestiones para consecución del sitio de la reunión.

Se convocará a los líderes de la comunidad tales como presidentes de Juntas de acción Comunal, Miembros de Asociaciones Comunitarias y a quienes requiera la entidad contratante o la interventoría.

Por exigencia de la comunidad afectada directamente por el proyecto, por orden de la Interventoría, o la entidad contratante, se podrá convocar a reuniones adicionales si la circunstancia así lo requiera.

### 9.5.2.Subprograma de divulgación del proyecto

9.5.2.1. Elementos de divulgación

Además de todos los elementos de divulgación que se dan el contratista deberá instalar lo siguiente:

- ✓ **Vallas Móviles**: Estas herramientas de divulgación sirven para informar la proximidad a un tramo de vía o andén que se encuentra en intervención.

- ✓ **Valla Fija**: Es otra herramienta de divulgación masiva que contiene información general del proyecto y se ubica en espacio público cercano a la obra, deberá instalarse como mínimo diez (10) días antes del inicio de la etapa de construcción, deberán estar colocadas al empezar y al finalizar la obra.

### 9.5.3.Levantamiento de actas de vecindad

Las Actas de Vecindad de la Guía de Manejo Ambiental para el desarrollo de infraestructura urbana en el Distrito Capital (Resolución 991 de 2001 expedida por el DAMA), se levantarán a través de visitas domiciliarias y deberán estar levantadas en su totalidad antes del inicio de obra.

El Contratista de la obra levantará las Actas de Vecindad para los predios afectados directamente por la obra.

Las Actas de Vecindad y su respectivo registro fotográfico, serán levantadas por un Ingeniero o Arquitecto (Director de obra o Residente), suministrado por el

contratista, quien estará acompañado de un Trabajador Social y un representante de la Interventoría.

Para la toma de fotografías de las Actas de Vecindad, deberá tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Una fotografía general del antejardín del inmueble.
- ✓ Dos (2) fotografías, como mínimo, de la fachada del inmueble y las fotografías que se requieran para demostrar el estado interno de la vivienda.
- ✓ En las fotografías se deberán registrar los detalles o averías existentes en las paredes como humedad, fisuras, estado de la pintura, entre otros.
- ✓ Las fotografías serán impresas a color y en tamaño postal.

Se levantarán la totalidad de las actas de vecindad requeridas, para lo cual entregará una programación detallada de la metodología en la cual especifique, fecha, direcciones, hora y responsable del levantamiento de las actas. Esta información deberá ser entregada a la Interventoría para la correspondiente verificación, una semana antes del inicio del levantamiento de dichas actas.

Las Actas de Vecindad deberán ser entregadas a la Interventoría. Lo anterior sin perjuicio que, por exigencia de la Interventoría o del FOPAE, el Contratista de la obra presente informes anteriores o posteriores correspondientes al levantamiento de Actas de Vecindad. Cada Acta de Vecindad, entregada a la Interventoría, deberá contener impresiones de las fotos originales.

El Contratista de la obra, a través de los responsables de la Gestión Social en obra o el Director, informarán a la comunidad: propietarios, residentes, dueños o

administradores de establecimientos comerciales, sobre la realización de las Actas de Vecindad.

Si se presentare algún reclamo por averías en los inmuebles, la persona que se desempeñe como Residente Social organizará una comisión integrada por un ingeniero, un arquitecto y un profesional en el Área Social, la Interventoría, y una persona idónea y competente para tomar nuevas fotografías.

Esta comisión visitará el sitio y cotejará en campo la situación del momento con el registro fotográfico inicial, en presencia de la persona que haya interpuesto la queja o reclamo. El nuevo registro fotográfico buscará captar los mismos ángulos visuales del primero y se anexará al archivo.

Si se llegare a probar que por causa de la obra se ocasionó un daño en los inmuebles, se abrirá un fólder con la respectiva documentación que respalde las medidas de compensación realizadas.

### 9.5.4.Convocatorias

Para cualquier invitación que se haga a la comunidad, el contratista lo hará a través de volantes de invitación, que serán entregados predio a predio, o en las Juntas de Acción Comunal, u organismos convocados, la especificación del volante la estipulará la entidad contratante.

### 9.5.5.Información en caso de actividades extraordinarias en desarrollo de la obra

En caso de ser necesario desarrollar actividades extraordinarias en la obra que afecten la cotidianidad de la comunidad aledaña a la misma, como la intervención forestal, la intervención de redes de servicios públicos que genere la suspensión de los mismos, planes de desvíos de las rutas de transporte público y

cierre de vías, se deberá dar aviso a la comunidad afectada mediante volante informativo, con (3) tres días de anticipación.

La Interventoría y la entidad contratante definirán, dependiendo de la actividad, la metodología para la entrega de los volantes en cada una de las contingencias presentadas durante la ejecución de la obra.

### 9.5.6. Información sobre las etapas de la obra

El Contratista de la obra entregará puerta a puerta, los volantes informativos de inicio de obra a los predios ubicados en el área de influencia directa de cada una de las obras. Estos volantes se entregarán tres (3) días antes de la realización de la primera reunión de inicio de obra.

El contratista de la obra entregará puerta a puerta los volantes informativos de finalización de la obra a los predios ubicados en el área de influencia directa, al completarse el 90% de la etapa de construcción de la obra.

El Contratista de la obra demostrará la entrega de los volantes con el diligenciamiento del formato de entrega de volantes.

Cuando los Puntos Satélites escogidos no estuvieran siendo utilizados por otro Contratista, el Contratista del presente proyecto deberá realizar las gestiones correspondientes a la instalación y mantenimiento de los Puntos Satélites de Información descritas en el presente numeral.

### 9.5.7. Divulgación del plan de manejo de tráfico (PMT)

Es responsabilidad del Contratista de la obra suministrar información permanente a las comunidades directamente beneficiadas, sobre el Plan de Manejo de Tráfico, Señalización y Desvíos implementado por el Contratista, si fuere

necesario. Tal información se debe difundir durante las Etapas de Preconstrucción y Construcción.

### 9.5.8.Definición de piezas de comunicación

Como piezas de comunicación se tendrán las siguientes:

9.5.8.1. Afiches Informativos

Contienen información general sobre el proyecto, previamente definidos por el Contratista de la obra. Los afiches serán actualizados cada mes. El numero de afiches es de dos (2).

9.5.8.2. Volantes de Información

En estos volantes se describen los aspectos específicos de la obra, se distribuyen a la comunidad y se dejan en los Puntos Satélites de Información y en los Puntos CREA para que la comunidad tenga acceso a ellos.

Para efectos del presente proyecto son tres (3) los tipos de volantes: (i) volante de inicio de obra, (ii) volante de finalización de obra, (iii) volante de invitación a reunión.

9.5.8.3. Volantes de PMT

Son herramientas de información masiva que contienen información general del Proyecto y describen específicamente el Plan de Manejo de Trafico. (si fuere necesario)

Las especificaciones de diseño de los avisos de los Punto CREA, de los volantes de información y de los volantes del PMT (si fuere necesario), deberán ser solicitados por el Contratista a la entidad contratante, dentro de los cinco (5) primeros días del primer mes de la etapa de preconstrucción.

## 9.6. SUBPROGRAMA DE ATENCIÓN AL CIUDADANO

### 9.6.1. Instalación del Punto de Atención al Ciudadano – Punto CREA

El Contratista de la obra deberá disponer de un (1) Punto de Atención al Ciudadano CREA, donde se realizarán las obras, este Punto deberá estar ubicado en cercanías del área afectada y funcionarán durante el período de ejecución de la obra y deberá ser instalado y acondicionado antes de iniciar la etapa de construcción.

En cada Punto CREA se establecerá un Sistema de Quejas y Reclamos, teniendo en cuenta que éstas se podrán presentar personal o telefónicamente. Se diligenciará diariamente el formato de quejas y reclamos, donde el Contratista de la obra explique claramente la queja presentada por el ciudadano (a) y la solución dada a la misma.

Cuando la queja presentada sea de directa competencia del Contratista de la obra, éste deberá dar solución a la misma inmediatamente, quedando consignada en el respectivo formato de quejas y reclamos. Los casos en los cuales la inquietud o queja planteada por el ciudadano (a) no sea de competencia directa del Contratista, éste deberá remitirla a quien le competa haciendo el seguimiento a la respuesta y solución que se de a la queja o inquietud formulada. Esta gestión deberá quedar consignada en el formulario respectivo. La gestión que realice el contratista con relación a las quejas o reclamos presentadas se entenderán como solucionadas. Semanalmente en el informe Social que se entregue a la Interventoría deberá anexarse diligenciado dicho formulario

Los Puntos Crea deben estar equipados de la siguiente forma:

- ✓ Espacio de recepción
- ✓ Escritorio y silla para la persona encargada de la atención del Punto CREA.

- ✓ Computador
- ✓ Sillas para la atención a los usuarios con capacidad para 10 personas.
- ✓ Espacio adecuado para reuniones
- ✓ Cartelera
- ✓ Papelógrafo
- ✓ Tablero u otro elemento que cumpla igual función
- ✓ Marcadores, papel periódico para Papelógrafo.
- ✓ Cartulinas para carteleras.
- ✓ Buzón para sugerencias.
- ✓ Material impreso: Planos del proyecto, formato para la recepción de las sugerencias y quejas que presente la población (formato Guía de Manejo Ambiental)
- ✓ Medios de comunicación: Línea telefónica para uso exclusivo de recepción de llamadas realizadas por la población y cuenta de correo electrónico.

La atención a los ciudadanos en los Puntos CREA será en horario de cuatro (4) horas diarias durante los (5) cinco días hábiles de la semana y la atención telefónica deberá darse durante las ocho horas diarias.

En cada uno de los Puntos CREA, el Contratista deberá colocar los afiches que se produzcan en cumplimiento del presente Componente, así como las piezas de divulgación volantes.

## 9.7. PROGRAMA DE SOSTENIBILIDAD

### 9.7.1.Conformación Comité CREA.

Antes de iniciar la Etapa de Construcción de las obras, el residente social deberá establecer un (1) Comité CREA que estarán conformados por miembros de la comunidad que deseen participar, tales como líderes de la comunidad, ciudadanos o residentes ubicados en el área de influencia directa de las obras. Las personas interesadas en participar de estos comités se inscribirán en las reuniones de inicio de la obra, quedando registradas por el residente social.

El Residente Social se reunirá mensualmente con los Comités CREA para informar a los participantes el estado de avance de las obras, los cambios ocurridos en la ejecución de las mismas; se identificarán las problemáticas manifestadas por los asistentes se ofrecerán alternativas y se implementarán actividades para la solución de las mismas.

Se levantará un acta de cada una de las reuniones, a cargo del Residente Social, quien a su vez la presentará en el informe Social que se presenta semanalmente.

Los integrantes de los Comités CREA, deberán ser miembros de la comunidad que deseen hacer parte de estos, habitantes, residentes o propietarios en el área de influencia directa, poseer negocio o industria en el sector, comprometerse a divulgar la información del proyecto, comprometerse a implementar alternativas de solución a los problemas identificados, así como del buen uso, cuidado y manteniendo del espacio público y del mobiliario urbano.

### 9.7.2.Talleres de sostenibilidad

Se realizarán tres talleres de sostenibilidad con los Comités CREA.

El Residente Social del Contratista de las obras deberá reunirse con el funcionario de la Oficina Asesora de Gestión Social del FOPAE para que éste haga entrega de los lineamientos para el desarrollo de los tres talleres de sostenibilidad.

- ✓ **Taller No. 1:** Uso y cuidado del espacio público y preservación del medio ambiente.

El Residente Social difundirá en este taller la importancia urbana de la obra, sus beneficios, e invitará a la comunidad al buen uso y preservación del medio ambiente: material vegetal existente en la zona, preservación del nuevo proyecto.

Se tendrán en cuenta elementos articuladores y estructuradores de la malla vial (corredores viales, equipamientos urbanos), ordenación de la vida urbana (flujos vehiculares y peatonales, mobiliario urbano), estructura ambiental (material vegetal) y los nuevos usos que permitirá la obra. Se definirán tareas y compromisos para el buen uso y cuidado de la obra de espacio público.

- ✓ **Taller No. 2:** Uso y cuidado del espacio público y preservación del medio ambiente

Este taller servirá para realizar el seguimiento a las tareas definidas en el Taller No 1, se establecerán problemáticas de la obra y se definirán responsables y soluciones.

- ✓ **Taller No 3:** Evaluación y seguimiento

En este taller se realizará una evaluación final de las tareas definidas en las actividades anteriores, y se hará una entrega a la comunidad asistente del nuevo espacio público construido. El taller se desarrollará a través de un recorrido por la obra.

El Asistente Social realizará los tres talleres de sostenibilidad, dentro de los siguientes tiempos: Taller No. 1, veinte (20) dias después del inicio de la Etapa de Construcción, Taller No 2 al cumplirse el 50% de la etapa de construcción y el Taller No 3 al completar el 90% de la etapa de construcción.

La residente social coordinará todas las actividades tendientes al desarrollo de los talleres de sostenibilidad, diseñará y elaborará el material pedagógico necesario para el desarrollo de los talleres contando con la aprobación de la entidad contratante y la Interventoría

### 9.7.3.Programa de capacitación a empleados y subcontratistas.

La capacitación que se dará a los empleados trabajadores y subcontratistas será responsabilidad del Contratista de obra y del Residente Social quien deberá programar, preparar y realizar las capacitaciones.

El contratista deberá garantizar que en todas las capacitaciones exigidas en el programa se entregue la información requerida y necesaria.

El Contratista de la Obra realizará, antes de iniciar cualquier tipo de actividad en la obra, a los empleados y trabajadores un (1) taller de capacitación de información y un (1) taller de capacitación para todos los empleados de las obras

Se tratarán los siguientes temas:

- ✓ Plan de Gestión Social : Punto CREA, Direcciones y Finalidad, Presentación del Residente Social, Uso de Elementos de Protección Personal, Procedimiento para la solicitud la dotación e implementos de protección personal en obra, Uso adecuado y obligatorio de cada uno de los elementos entregados, mantenimiento de los mismos y aseo, Elementos de Protección personal y Manual de identificación visual.

- ✓ Otros: Riesgos en obra (importancia de la señalización dentro de la obra), Disposición de basuras en obra, Documentos básicos que debe portar cada trabajador para poder ser atendido en caso de accidente

Para el registro de esta actividad el Contratista de la obra deberá diligenciar el formato Acta de Reunión y el formato de Control de Asistencia a reuniones.

El taller de capacitación se deberá realizar cinco (5) días antes del inicio de la etapa de Construcción.

### 9.7.4.Contratación de personal no calificado

El contratista de la obra deberá contratar por lo menos un 30% del personal no calificado para la obra, verificando que el domicilio de los mismos se encuentre en la localidad donde se encuentran localizada la obra; puede también recurrir al banco de Talentos del Departamento Administrativo de Bienestar Social del Distrito (DABS) o al Centro de Información para el empleo del SENA e identificar el personal allí inscrito que pertenezca a la localidad donde se realizan las obras.

### 9.7.5.Información de los subcontratistas

Los subcontratistas del Contratista de Obra y los que estos a su vez llegaren a contratar, al momento de firmar el contrato, deberán inscribir en la Oficina de Relaciones Laborales del Contratista el personal permanente que hace parte de sus equipos de trabajo, indicando nombre, identificación, cargo y oficio que desempeñarán.

Para que los aspirantes aseguren su vinculación laboral con el Contratista o con los subcontratistas de la misma, deberán cumplir con los requisitos exigidos para ocupar los puestos de trabajo que se demandan y de manera preferencial, residir en la localidad.

Para el lleno de las vacantes, la Residente Social presentará un informe en donde especifique:

- ✓ Número de vacantes por proveer
- ✓ Número de aspirantes, localidad de residencia.
- ✓ Número de contratados, localidad de residencia.
- ✓ Los resultados de esa relación los entregarán a la Interventoría.

El Contratista de la Obra llevará una planilla que registre esta circunstancia.

El Contratista de la Obra, entregará en cada comité Social el listado del personal no calificado (contratado directamente o por Subcontrato) que labora en la obra, indicando nombre, dirección, teléfono, ocupación y frente de obra donde está ubicado.

### 9.7.6.Dotación de implementos de trabajo

El Contratista de la obra dotará al personal contratado para la obra, de los implementos de trabajo o elementos de protección personal, tales como botas, overoles, y cascos.

## 9.8. DOCUMENTOS A ENTREGAR

Para registrar las labores de Gestión Social el Contratista de Obra deberá diligenciar los siguientes formatos, cuyo diseño debe implementar según las directrices de la entidad contratante o la interventoría: (i) Quejas y Reclamos, (ii) Acta de Reunión, (iii) Control de Asistencia a Reuniones, (iv) Control Entrega de Volantes y comunicados, (v) Registro de personal no calificado, (vi) Información a la comunidad, (vii) Registro de Integrantes al Comité CREA y (viii) Invitación a Reuniones.

El Contratista de la Obra deberá entregar la programación de todas las actividades de gestión social una (1) semana después de la firma del acta de inicio.

Quincenalmente, el Contratista de la Obra deberá entregar un informe en donde consigne la totalidad de las actividades desarrolladas en la quincena anterior a la presentación del informe.

### 9.9. COSTO

Teniendo en cuenta que la obra tiene una duración de 7 semanas y que el residente social debe estar por lo menos 15 días antes y después de la construcción de las obras, se estima los costos de la gestión social en un valor de $12.000.000 incluido el IVA.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La zona estudio está conformada por rocas arcillositas de la formación Bogotá, las cuales están cubiertas por suelos arcillosos residuales de la misma formación y rellenos antrópicos constituidos por materiales heterogéneos de composición arcillosa, arenosa y algunos materiales de construcción generados por asentamientos humanos ilegales, los cuales contribuyen a la inestabilidad haciéndolo susceptible a fenómenos de remoción en masa, sobre todo en épocas de altas precipitaciones, ya que la zona de estudio carece de obras de contención en la parte media y baja de la misma.

De acuerdo con los antecedentes y evolución del problema, en el sector se presentó Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) tipo rotacional y reptación a nivel superficial con presencia de surcos y cárcavas debidas al mal manejo de las aguas residuales, falta de obras de drenaje que permiten evacuar aguas de escorrentía y fugas en la red de aguas residuales lo cual genera saturación de los materiales

sueltos (rellenos antrópicos y suelo residual) que conforman esta zona de ladera, involucrando un área aproximada de 0.5 Ha y 10.000m$^3$ de material.

Esta área de estudio cuenta con un sistema de alcantarillado hacia la parte alta de la ladera, sin embargo, no posee un sistema completo de manejo de escorrentía superficial, lo cual genera saturación de los materiales sueltos (rellenos antrópicos y suelo residual) y procesos erosivos superficiales que localmente están avanzando formando carcavamiento y surcos hacia la parte baja de la zona de estudio.

Como resultado de estos estudios se concluye que la causa de los problemas que presenta el sector estan asociados a la intervención antrópica de os cortes y rellenos presentes en las diferentes construcciones, la inexistencia de obras de drenaje superficial y finalmente a las fugas en la red de alcantarillado provocado por las instalaciones inapropiadas de los residentes aledaños y los deslizamientos ocurridos en la zona.

Con el objeto de mitigar los riesgos latentes en la zona y cuyo propósito es incrementar los factores de seguridad frente a la inestabilidad de la ladera, se proponen las siguientes obras:

Limpiar de conformidad el talud con una pendiente de 2H:1V aprox., reubicar la red principal del alcantarillado, posteriormente a la instalación de las obras de drenaje compuesta por las trincheras drenantes, cunetas y descoles en saco suelo-cemento las cuales dirigirán los fluidos al pozo mas cercano, seguido de la construcción de muros de contención como los gaviones en la parte baja y alta de la ladera; y para finalizar, obras de control de erosión y paisajismo como empradización con cespedón de toda la cara del talud.

El valor total de las obras de la alternativa 1 es del orden de $ 230.380.279 (costo directo).

El valor total de las obras de la alternativa 2 es del orden de $ 227.720.428 (costo directo).

En vista de que la zona objeto de estudio se encuentra activa, se recomienda tomar prontas medias para mitigar los fenómenos de erosión y meteorización de la roca en la ladera.

Se debe tener en cuenta que para la realización de las obras, se necesitan en total 24 predios, de los cuales se deben adquirir 13 predios, de éstos, 7 son lotes vacíos, 5 están construidos y existe un espacio reservado para zona verde que no se encuentra ocupado; estos predios deben ser adquiridos por la entidad competente antes de iniciar las obras por lo que se recomienda a la entidad ejecutora de las obras, se revise la situación jurídica de éstos predios, el costo de éstos es un estimativo; no obstante, la entidad competente debe realizar un avaluó para determinar su valor real.

Así mismo se necesitan 11 predios que se encuentran incluidos en el programa de reasentamiento de familias localizadas en zona de alto riesgo no mitigable que adelanta la Caja de Vivienda Popular, de éstos 8 se encuentran con proceso terminado y 3 en proceso de reasentamiento, éstos últimos deben ser adquiridos antes iniciar las obras, no obstante se recomienda a la entidad que realice las obras se revise la situación jurídica de éstos predios, es de anotar que de los 8 con proceso terminado, dos se encuentran construidos (manzana k lotes 1 y 12) y posiblemente corresponden a invasión, Por lo tanto se deben adelantar las gestiones pertinentes para la recuperación de este espacio tal como se menciona en los conceptos emitido por la DPAE.

El detalle y estado de estos 24 predios se muestran en el **Anexo J**, en donde se incluye un listado el cual presenta manzana y loteo según catastro y planeación, el identificador de reasentamiento de los predios, el propietario, el número de ficha

predial, el estado de la vivienda entre otros. En la gráfica 4 y el plano **GE183-PL-DN4-10**, se puede observar la ubicación de los predios.

## 11. LIMITACIONES

Las recomendaciones dadas en este trabajo se basan en los resultados de los trabajos de investigación del subsuelo, los levantamientos geológicos en superficie y las características arquitectónicas del proyecto; si durante los trabajos de construcción se llegan a encontrar características diferentes a las aquí mencionadas se deberá dar aviso al ingeniero geotecnista para que haga los ajustes del caso.

Geocing Ltda. No se hace responsable de las interpretaciones que personas ajenas a la firma hagan del contenido de este informe ni de las consecuencias que de ello se deriven.