

CLASIFICADO



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaria
GOBIERNO
FONDO DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIA
FOPAE



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

**RÍO DE JANEIRO – (SITIO 2)
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**

TÍTULO: 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. 2 – Río de Janeiro.

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 calles 33 Sur y 34 Sur, y entre las carreras 17 y 17A, del barrio Río de Janeiro - Sector El Pesebre de la localidad de Rafael Uribe Uribe, en un talud de corte del orden de los 8 m de altura, en un área aproximada de unos 1000 m², 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, Río de Janeiro - Sector El Pesebre, Localidad de Rafael Uribe Uribe.

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	123	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

ÍNDICE 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 pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultados de la probable ocurrencia de un suceso desastroso.

VOLUMEN 1
TABLA DE CONTENIDO

<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	23
1.1. JUSTIFICACIÓN	23
1.2. OBJETIVOS	25
1.3. ALCANCE DEL ESTUDIO	25
1.4. LOCALIZACIÓN	26
1.5. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	28
1.6. SOLICITANTE	30
1.7. ÁREA DE INFLUENCIA	30
1.8. ÁREA DEL PRODUCTO.....	30
1.9. POBLACIÓN BENEFICIADA	30
1.10. ANTECEDENTES	31
1.11. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SUS POSIBLES CAUSAS	37
1.12. ORGANIZACIÓN DEL INFORME.....	39
1.13. GRUPO DE TRABAJO.....	40
<u>2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</u>	41
2.1. GENERALIDADES.....	41
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
2.2.2. Trabajo de oficina.....	43
<u>3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO</u>	<u>44</u>
3.1. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO	44
3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO	46
<u>4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....</u>	<u>47</u>
4.1. METODOLOGÍA.....	47
4.1.1. Recopilación de información de referencia	47
4.1.2. Análisis de la información	47
4.1.2.1. Información secundaria	47
4.1.2.2. Información primaria.....	48
4.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONALES.....	48
4.2.1. Estratigrafía.....	49
4.2.2. Geología estructural.....	49
4.3. GEOLOGÍA LOCAL	51
4.3.1. Unidades superficiales.....	51
4.3.1.1. Unidades de suelos	52
4.3.1.2. Unidades de rocas	54
4.3.2. Condiciones estructurales	55
4.4. GEOMORFOLOGÍA	55
4.4.1. Morfología	58
4.4.2. Morfodinámica y procesos de inestabilidad	59

4.4.2.1. Análisis multitemporal de fotografías aéreas	59
4.4.2.2. Procesos de inestabilidad	60
4.5. CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS	63
<u>5. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA.....</u>	<u>63</u>
5.1. OBJETIVOS	63
5.2. METODOLOGIA.....	64
5.3. MARCO HIDROLÓGICO GENERAL.....	64
5.3.1. Precipitación totales mensuales	65
5.3.2. Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF).....	68
5.3.3. Lluvia crítica	69
5.4. EVALUACIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL	72
5.4.1. Coeficiente de escorrentía.....	72
5.4.2. Determinación del tiempo de concentración de la lluvia.....	74
5.4.3. Cálculos de intensidades máximas	75
5.4.4. Caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio	75
5.4.5. Obras de drenaje superficial.....	76
<u>6. SISMOLOGÍA.....</u>	<u>77</u>
<u>7. MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO</u>	<u>80</u>
7.1. CONSIDERACIONES GENERALES	81
7.1.1. Información temática básica del sitio.....	81
7.1.2. Caracterización de los procesos de inestabilidad.....	82
7.2. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA	83
7.2.1. Sector occidental.....	83

7.2.2. Sector oriental	84
7.3. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA.....	84
7.3.1. Suelo residual	85
7.3.2. Roca blanda meteorizada.....	86
7.4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GENERAL.....	87
7.4.1. Método de análisis	87
7.4.1.1. Generalidades	87
7.4.1.2. Método del equilibrio límite (LEM)	88
7.4.1.3. Parámetros utilizados en los modelos	88
7.4.1.4. Perfiles típicos	89
7.4.2. Análisis retrospectivo	89
7.4.3. Condición actual	90
7.4.3.1. Sector oriental	90
7.4.3.2. Sector occidental	91
<u>8. DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE MITIGACIÓN.....</u>	<u>91</u>
8.1. CRITERIOS DE DISEÑO	91
8.2. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN.....	92
8.2.1. Alternativa 1.....	92
8.2.2. Alternativa 2.....	93
8.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL.....	94
8.4. DISEÑOS DE LAS ESTRUCTURAS PLANTEADAS.....	95
8.4.1. Muros en concreto anclado.....	95
8.4.1.1. Diseño estructural.....	95

8.4.1.2. Diseño de anclajes	95
8.4.2. Diseño de muros en gaviones.....	96
8.4.3. Diseño de muros en tierra armada	96
8.4.4. Resumen de los resultados de los análisis de estabilidad	96
8.5. CANTIDADES DE OBRA, CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO.....	97
8.5.1. Cantidades de obra.....	97
8.5.2. Cronograma	97
8.5.3. Presupuesto.....	98
8.5.3.1. Análisis de precios unitarios	98
8.5.3.2. Porcentaje de AIU	98
8.5.3.3. Presupuesto	99
8.6. ANÁLISIS DE VIABILIDAD	100
8.7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	101
8.8. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO	101
<u>9. PLAN DE GESTIÓN SOCIAL.....</u>	<u>102</u>
9.1. Descripción	102
9.2. Objetivos	102
9.3. PERSONAL SOCIAL NECESARIOS CONTRATISTA E INTERVENTORÍA	103
9.4. Estrategias.....	104
9.4.1. Puntos Crea (Centro de Reunión, Encuentro y Atención).....	104
9.4.2. Comités CREA	105
9.4.3. Afiches informativos.....	106
9.4.4. Volantes de información	106

9.5. SUBPROGRAMAS	106
9.5.1. Subprograma de información	106
9.5.1.1. Reuniones generales informativas	106
9.5.1.2. Reunión inicio de obra – información general	107
9.5.1.3. Reunión finalización de la obra.....	108
9.5.1.4. Requerimientos para las reuniones	108
9.5.2. Subprograma de divulgación del proyecto	108
9.5.2.1. Elementos de divulgación.....	108
9.5.3. Levantamiento de actas de vecindad	109
9.5.4. Convocatorias	111
9.5.5. Información en caso de actividades extraordinarias en desarrollo de la obra 111	
9.5.6. Información sobre las etapas de la obra.....	111
9.5.7. Divulgación del plan de manejo de tráfico (PMT)	112
9.5.8. Definición de piezas de comunicación	112
9.5.8.1. Afiches Informativos	112
9.5.8.2. Volantes de Información	113
9.5.8.3. Volantes de PMT	113
9.6. Subprograma de Atención al Ciudadano.....	113
9.6.1. Instalación del Punto de Atención al Ciudadano – Punto CREA.....	113
9.7. Programa de Sostenibilidad	115
9.7.1. Conformación Comité CREA.	115
9.7.2. Talleres de sostenibilidad.....	116
9.7.3. Programa de capacitación a empleados y contratistas.	118

9.7.4. Contratación de personal no calificado	119
9.7.5. Información de los subcontratistas	119
9.7.6. Dotación de implementos de trabajo	120
9.8. DOCUMENTOS A ENTREGAR	120
9.9. COSTO.....	121
<u>10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</u>	<u>121</u>
<u>11. LIMITACIONES.....</u>	<u>123</u>

VOLUMEN 1**LISTADO DE TABLAS**

Tabla 1. Listado de viviendas en reasentamiento en la zona de estudio	34
Tabla 2. Esquema de presentación del estudio	40
Tabla 3. Relación de personal que realizó los estudios.....	40
Tabla 4. Mojones materializados en campo.....	42
Tabla 5. Listado de coordenadas de los puntos de amarre	42
Tabla 6. Relación de equipos utilizados en el levantamiento topográfico	43
Tabla 7. Relación de ensayos de laboratorio	46
Tabla 8. Relación de fotografías aéreas.....	59
Tabla 9. Relación entre la lluvia crítica y la lluvia anual para la ciudad de Bogotá (INGEOCIM – UPES, 1998).....	69
Tabla 10. Parámetros y cálculo del tiempo de concentración	74
Tabla 11. Valores de intensidad máxima – duración de 10 minutos.....	75
Tabla 12. Caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio	76
Tabla 13. Propiedades índice e in-situ del suelo residual.....	85
Tabla 14. Parámetros de resistencia del suelo residual.....	86
Tabla 15. Propiedades índices e in-situ del suelo residual	86
Tabla 16. Parámetros de resistencia del suelo residual.....	86
Tabla 17. Parámetros geomecánicos utilizados en los modelos LEM	88
Tabla 18. Resultados de los análisis retrospectivos	90
Tabla 19. Resultados análisis de estabilidad situación actual (sector oriental).....	90
Tabla 20. Categorización de amenaza por FRM	91

Tabla 21. Factores de seguridad mínimo para estructuras de contención según la NSR-98	92
Tabla 22. Factores de seguridad condicionales para las alternativas planteadas	94
Tabla 23. Factores de seguridad de las diferentes estructuras proyectadas	97
Tabla 25. Discriminación del AIU.....	98
Tabla 26. Costo aproximado de las alternativas planteadas	99
Tabla 26. Personal social requerido por el contratista.....	104

VOLUMEN 1

LISTADO DE FIGURAS

Figura I. Localización general de la zona de estudio.....	27
Figura II. Mapa de amenaza por FRM (Ingeocim – Upes, 1998).....	33
Figura III. Geología regional (Ingeocim – Upes, 1998).....	50
Figura IV. Geomorfología regional (Ingeocim – Upes, 1998).....	57
Figura V. Procesos (Ingeocim – Upes, 1998).....	62
Figura VI. Curvas de precipitación total anual en Bogotá (Ingeocim – Upes, 1998).....	67
Figura VII. Curvas de precipitación crítica (Ingeocim – Upes, 1998).....	70
Figura VIII. Curvas de periodos de retorno de la precipitación crítica (Ingeocim – Upes, 1998).....	71
Figura IX. Usos del suelo (Ingeocim – Upes, 1998).....	73

VOLUMEN 1

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Lluvias medias mensuales (1980 - 2007) en la estación Santa Lucia.....	66
Gráfica 2. Curva Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) para la zona de estudio	68
Gráfica 3. Carga última para anclajes y pernos en roca (Littlejohn y Bruce, 1975)	95

VOLUMEN 1

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema de la problemática del sector	38
Ilustración 2. Espectros de respuesta sísmica para los tres sismos de diseños, bases del estudio de respuesta sísmica de Bogotá. (Tomado del EMS de Bogotá, 1997).....	78
Ilustración 3. Espectro local de aceleraciones en la Zona 1-Cerros. (Tomado del EMS de Bogotá, 1997)	79
Ilustración 4. Rangos aproximados del coeficiente sísmico pseudo-estático "k" para factores de seguridad mínimos propuestos en la literatura (referencias sobre el diagrama)	80

VOLUMEN 1

LISTADO DE FOTOS

Foto 1, Vista del muro de piedra pegada construido en el costado oriental de la zona de estudio. 32

Foto 2. Vista del muro en gaviones construido en la parte inferior, límite de la zona oriental y occidental. 32

Foto 3. Evento del 1 de noviembre de 2006 – Predio en el que se presentó la falla del talud de corte generando desprendimientos de suelo 36

Foto 4. Evento del 18 de noviembre de 2006 – desprendimientos de suelos y bloques desde el talud de corte del predio ubicado en la Carrera 17A No. 33B – 50 Sur del barrio Río de Janeiro El Pesebre..... 36

Foto 5. Aspecto del talud el 4 de diciembre de 2006 – Predio de la Carrera 17A No. 33B – 50 Sur en el que se presentó la falla del talud de corte generando desprendimientos de suelo y bloques de roca que afectaron la transitabilidad de la Carrera 17A entre Calles 33B Sur y 34 Sur. 37

Foto 6. Obras de contención, en el costado oriental conformadas por muros en concreto ciclópeo a media ladera. 39

Foto 7. Se ilustra la caída de rocas y detritos a la vía..... 39

Foto 8. Apique AP-1, realizado en el costado occidental de la zona de estudio. 45

Foto 9. Apique AP-2, realizado en el costado oriental zona de estudio. 45

Foto 10. Vista del movimiento de inestabilidad (deslizamientos y desprendimiento de suelos, junto con la caída de rocas y detritos embebidos dentro de la roca meteorizada) reciente ocurrido en el sector oriental de la zona de estudio. Obsérvese en la parte media inferior del escarpe el depósito de coluvión reciente, igualmente afectado por un movimiento más reciente. 53

Foto 11. Vista de detalle del deslizamiento. Obsérvese en la parte superior del sitio inestabilizado y a cierta distancia, una construcción de varios pisos; en la parte inferior derecha un muro en gaviones; en la orilla de la vía depósitos de escombros y algunos bloques rocosos. 53

Foto 12. Rellenos antrópicos cartografiados como Sa1, localizados en la parte media del sector oriental. 54

Foto 13. Rellenos antrópicos cartografiados como Sa1, localizados en la parte alta del sector occidental. 54

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	CARTERA DE GPS
ANEXO A6	REGISTRO DE FOTOGRAFÍAS
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 GAVIONES
ANEXO E2.1	ALTERNATIVA No.1
ANEXO E3	MURO EN TIERRA ARMADA
ANEXO E3.1	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	FICHAS PREDIALES

VOLUMEN 3 - PLANOS

CONTENIDO

PLANO GE183-PL-RJ2-01	Levantamiento topográfico y exploración del subsuelo.
PLANO GE183-PL-RJ2-02	Geología local
PLANO GE183-PL-RJ2-03	Perfiles geológicos
PLANO GE183-PL-RJ2-04	Geomorfología
PLANO GE183-PL-RJ2-05	Zonificación geotécnica
PLANO GE183-PL-RJ2-06	Localización de obras (Alternativa 1)
PLANO GE183-PL-RJ2-07	Perfiles constructivos (Alternativa 1)
PLANO GE183-PL-RJ2-08	Detalles constructivos (Alternativa 1)
PLANO GE183-PL-RJ2-09	Localización de Obras (Alternativa 2)
PLANO GE183-PL-RJ2-10	Perfiles constructivos (Alternativa 2)
PLANO GE183-PL-RJ2-11	Detalles constructivos (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. 2

RÍO DE JANEIRO

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. 2, localizado entre las Carreras 17 y 17A y entre las Calles 33 B Sur y 34 Sur, en el barrio Río de Janeiro – sector El Pesebre de la localidad de Rafael Uribe Uribe, al sur oriente de la ciudad de Bogotá.

1.1. JUSTIFICACIÓN ¹

Los días 1 y 18 de Noviembre de 2006, personal de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, DPAE, en atención a dos reportes de

¹ Adaptado del documento RO-21417 emitido por el DPAE el 8 de febrero del 2007.

emergencia hechos por el Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá, efectuó visita técnica al sector de la Carrera 17 con Calle 35 sur, en el barrio Río de Janeiro – Sector El Pesebre y emitió el Diagnóstico Técnico No. DI-3098, enviando copia de este documento a la Alcaldía local de Rafael Uribe Uribe por medio de la Carta Remisoria CR – 1563 para su conocimiento y fines pertinentes.

Posteriormente, en atención al radicado FOPAE 2006ER12617, solicitud hecha por la Señora Blanca Rosa Vega González, personal de la Coordinación de Asistencia Técnica de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá - DPAE, realizó visita técnica al sector del predio en mención y emitió la Respuesta Oficial RO-21315, en la cual, entre otras, se cita la recomendación dada en el DI-3098, correspondiente a dar prioridad a la intervención por parte de la entidad o entidades competentes, a través de la realización de diseños y ejecución de obras de mitigación de riesgo a lo largo del talud afectado para el sitio de la Carrera 17 No. 33B – 25 Sur, donde también se incluya el mantenimiento y adecuación de los predios ya reubicados; todo esto con el fin de evitar el avance progresivo del proceso de remoción en masa en el sector mencionado.

En la RO-21315, también se comunica que con respecto al hecho de la adecuación de los predios es importante resaltar que en la Respuesta Oficial RO – 8408 de septiembre 6 de 2002, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias – DPAE, puso en conocimiento de la Alcaldía Local de Rafael Uribe Uribe el hecho de que los predios identificados con las nomenclaturas Carrera 17 No. 33B - 39 Sur y Carrera 17 No. 33B - 55 Sur, que fueron incluidos en el programa de reasentamiento de familias ubicadas en zonas de alto riesgo no mitigable, se encontraban aislados mediante cerca en alambre alrededor de los lotes y una malla de cerramiento sobre la Carrera 17.

La priorización de la intervención de este sitio dependía de la disponibilidad de recursos de las entidades competentes, razón por la que la ejecución de los

estudios y obras requeridas queda sujeta a dicha disponibilidad, hecho que fue posible mediante la priorización de sitios críticos realizado por el DPAE, que lo incluyó dentro del objeto del contrato suscrito con GEOCING LIMITADA.

1.2. OBJETIVOS

- ✓ Realizar estudios de estabilidad de taludes, control de erosión y manejo de aguas para la estabilización del Sitio No. 2 - Río de Janeiro de la Localidad de Rafael Uribe.
- ✓ 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.

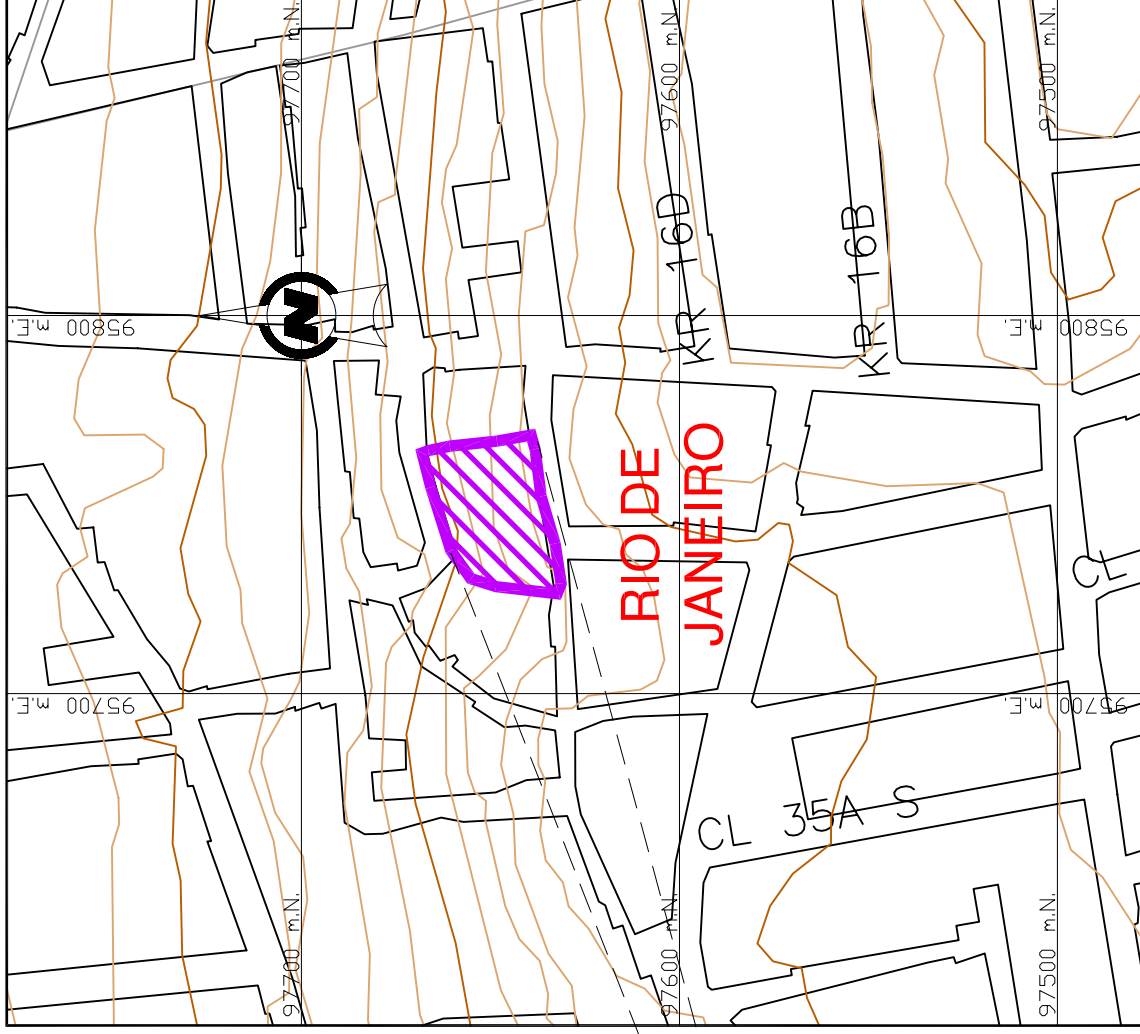
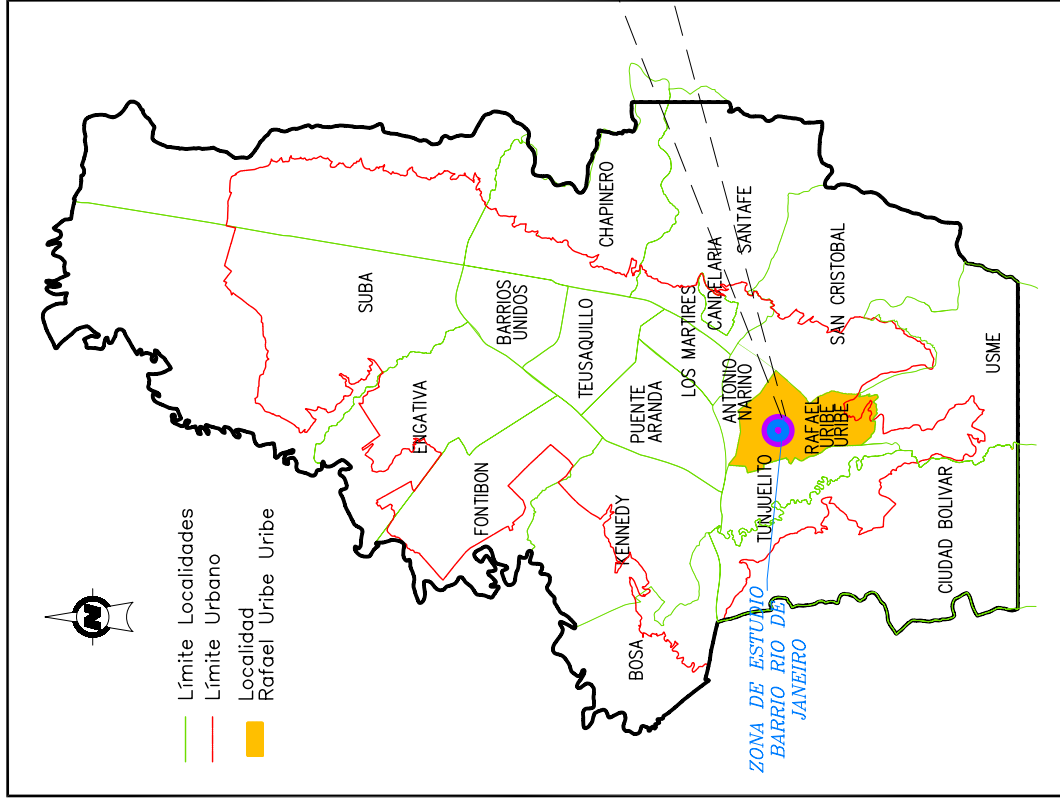
1.3. ALCANCE DEL ESTUDIO

- ✓ 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 riesgo con diseños detallados de obras de estabilización de acuerdo al análisis de las medidas recomendadas para el barrio Río de Janeiro (Sitio 2).
- ✓ 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 Río de Janeiro de la localidad de Rafael Uribe Uribe, limita al norte con el parque bosque de San Carlos, al costado sur y oriente con la localidad de Tunjuelito y por el costado occidental con la Avenida Caracas; la zona de estudio se encuentra localizada entre las calles 33 Sur y 34 Sur, y entre las carreras 17 y 17A (ver Figura I), en un talud de corte del orden de los 8 m de altura, en un área aproximada de unos 1000 m².



Esc. 1:2500

PROYECTO:

DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

BARRIO RIO DE JANEIRO
LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE

INTERVENTORIA:



GEODINAMICA
INGENIERIA LTDA

ELABORÓ:



CONTENIDO:

LOCALIZACIÓN
GENERAL DE LA
ZONA DE ESTUDIO

ARCHIVO ACAD:

FIGURA LDWG

ESCALA:
INDICADAS

FECHA
DICIEMBRE DE 2007

FIGURA No:

FIGURA I

DIBUJO:

JUAN CARLOS BECERRA

1.5. RECOPIACIÓN 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.
- ✓ Diagnóstico de Emergencia No. 514
- ✓ Diagnóstico Técnico DI-1446 del 22 de Abril del 2002.
- ✓ Diagnóstico Técnico DI-3861 del 2 de Noviembre de 2002 por la DPAAE.
- ✓ Diagnóstico Técnico DI-2807 del 27 de mayo del 2006.
- ✓ Diagnóstico Técnico DI-3098 del 4 de diciembre del 2006.
- ✓ Mapa Geológico de la Sabana de Bogotá. Esc. 1:120.000; INGEOMINAS; 2005.
- ✓ Geología de la plancha 209-Sabana de Bogotá; INGEOMINAS, Memoria Explicativa; año 2005.

- ✓ Propuesta metodológica para los estudios de geomorfología aplicados a la ingeniería; Carvajal, J.H, y otros; Documento inédito; INGEOMINAS, Bogotá D.C, 2004.
- ✓ 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., 200).
- ✓ 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.
- ✓ CARVAJAL, José Henry. Características Geomorfológicas de la Sabana de Bogotá. Memoria Explicativa de mapas a escala 1:25.000. INGEOMINAS. Documento Inédito. Bogotá, D. C. 2005.
- ✓ PADILLA, Justo. Geología para Ingeniería de la Sabana de Bogotá. Memoria 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.
- ✓ VARGAS C., Germán. Geomorfología de la Sabana de Bogotá. En Publicación Geológica Especial de INGEOMINAS No. 27. Bogotá, D. C., 2004

- ✓ INGEOMINAS 1997, Estudio Geológico – Geomorfológico para la Microzonificación de Santa Fe de Bogotá escala 1:25000.
- ✓ Fotografías aéreas del IGAC, números 061 y 062, del Vuelo C-2265; sobre –S-33685; año 1986.
- ✓ 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.

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.

1.7. ÁREA DE INFLUENCIA

La inestabilidad presentada en el talud afectado involucra aproximadamente un área de influencia de 700 m².

1.8. ÁREA DEL PRODUCTO

Las obras a ejecutar por recomendación del presente estudio, comprenden un área directa de 150 m².

1.9. POBLACIÓN BENEFICIADA

Las obras de estabilidad que deben llevarse a cabo benefician a 40 habitantes aproximadamente.

1.10. ANTECEDENTES ²

El barrio Río de Janeiro – sector El Pesebre fue legalizado mediante la Resolución 1126 de 1996, fecha anterior a que la DPAE realizará los Conceptos Técnicos de Riesgos por Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) con el objeto de legalización de barrios, por lo que no cuenta con un estudio particular de zonificación de riesgos por FRM ; de otra parte, y de acuerdo con el plano normativo No. 3 (Amenaza por Remoción en Masa) del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá – POT (Decreto 190 de 2004, por el cual se compilan los decretos 619 de 2000 y 469 de 2003), el barrio se encuentra en zona de amenaza media o baja por FRM (ver Figura I).

El 31 de octubre del año 1998 se presentó una emergencia por deslizamiento reportada por la EAAB a la entonces UPES en el sector de estudio (costado occidental), pudiéndose concluir que el deslizamiento se produjo en suelos residuales que fueron saturados por las aguas de infiltración. Como resultado de la visita de atención de la emergencia se emitió por parte de la UPES el Diagnóstico No. 514 del 1 de noviembre de 1998, donde se recomienda retirar los bloques o cuñas de suelo o roca potencialmente inestables, revisar y reparar las tuberías de aguas negras de las viviendas alrededor del deslizamiento, reconformar el talud y construir un muro de piedra pegada para evitar la erosión de los suelos residuales.

Posteriormente y hacia abril de 2002, mediante el DI-1446, se reportan las siguientes actividades para controlar la mitigación de riesgos en la zona (costado occidental):

- ✓ Construcción de muro en piedra pegada (ver Foto 1), muro de gaviones (ver Foto 2), y obras de drenaje superficial.

² Adaptado del documento DI-3098 emitido el 31 de enero de 2007.

- ✓ Reasentamiento de tres (3) familias.





Adicionalmente, y como resultado de la visita técnica al sector del 12 de abril de 2002 en el documento DI-1446, se concluye y recomienda incluir, con prioridad técnica uno (1), en el programa de reasentamiento de familias ubicadas en zonas de alto riesgo no mitigable, el predio de Calle 34 Sur No. 17 – 04 del barrio Río de Janeiro (sector oriental de la zona de estudio) en el que habitaba el señor José Misael Quiroga.






Foto 1, Vista del muro de piedra pegada construido en el costado oriental de la zona de estudio.

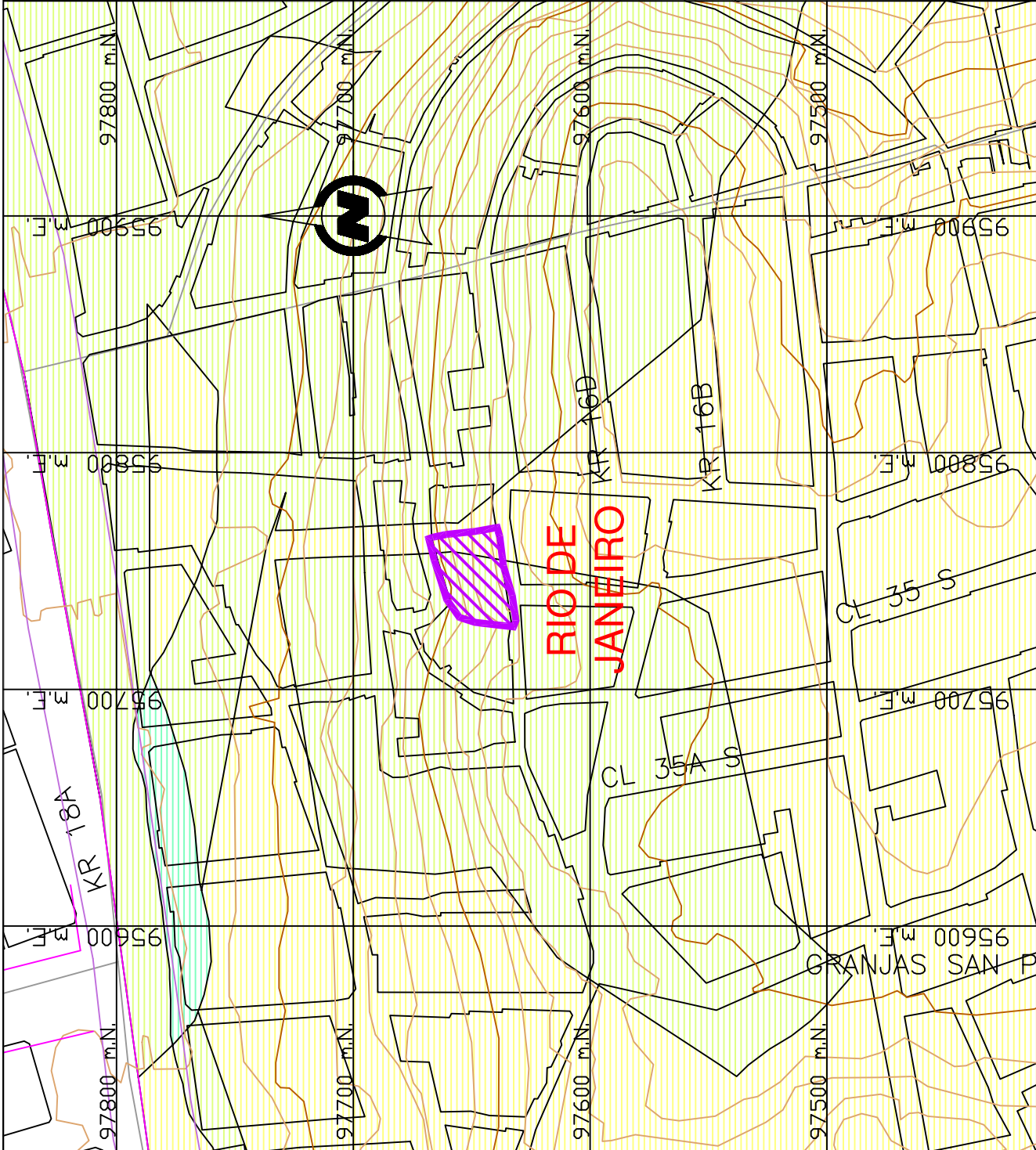




Foto 2. Vista del muro en gaviones construido en la parte inferior, límite de la zona oriental y occidental.

CONVENCIONES GENERALES	
Curva Índice	
Curva secundaria	
Zona de Estudio	
Construcciones	

CONVENCIONES TEMATICAS	
Amenaza Media	
Amenaza Baja	
Amenaza Muy 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 CRISTOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C. SITIO 2 BARRIO RIO DE JANEIRO LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE	INTERVENTORIA:  GEODINAMICA INGENIERIA LTDA	ELABORO: 	CONTENIDO: AMENAZA (INGEOCIM)	ARCHIVO ACADEMICO: FIGURA II.DWG
	ESCALA: 1:2500	FECHA: DICIEMBRE DE 2007	FIGURA No: FIGURA II	DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA

Posteriormente, personal de la Coordinación de Asistencia Técnica de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá - DPAE, emitió el Concepto Técnico CT – 3861, en donde se reitera la recomendación de incluir en el programa de reasentamiento, por estar viviendo en zonas de alto riesgo no mitigable, a las familias que habitan los predios relacionados en la Tabla 1.

Tabla 1. Listado de viviendas en reasentamiento en la zona de estudio

Dirección	Apellidos y Nombre	Prioridad Técnica	Documentos de Soporte
Carrera 17A # 33B – 50	Ospina de Forero Ana	1	DI-514 CT-3861
Carrera 17 No. 33 B - 39 Sur	Casallas de Gil Erisinda y otros	1	CT-3861
Carrera 17 No. 33 B - 55 Sur	Gómez Castro Susana Castiblanco Gil Eugenio	1	CT-3861
Calle 34 Sur No. 17 – 04	Quiroga Quiroga José Misael	1	DI-1446 RO-15541

En atención al radicado FOPAE 1-2006-03894, personal de la Coordinación de Asistencia Técnica de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá - DPAE, realizó visita técnica al sector en mención, el 27 de mayo de 2006 y emitió el Diagnóstico Técnico DI – 2807, de acuerdo con el cual se concluye y recomienda:

- ✓ Actualmente la habitabilidad de los predios evaluados no se encuentra comprometida en el corto plazo, por lo que se recomienda a los propietarios de los mismos, que se encuentran ubicados en la zona de influencia del deslizamiento ubicado en la Calle 34 Sur No. 17A – 04, hacer un seguimiento permanente de las condiciones de las viviendas y del terreno en general, e informar a esta entidad si se presentan cambios importantes que alteren o modifiquen la estabilidad de las mismas.

- ✓ Incluir en la Base de Datos de Sitios Críticos por Fenómenos de Remoción en Masa de la DPAE, para que se gestione la intervención por parte de la entidad o entidades competentes, a través de la realización de diseños y ejecución de obras de mitigación de riesgo a lo largo del talud afectado; donde también se incluya el mantenimiento y adecuación de los predios ya reubicados.

El 1 de noviembre de 2006 se generó un desprendimiento de suelo residual con volumen aproximado de dos metros cúbicos (ver Foto 3), mientras que el 18 de noviembre de 2006 se generaron desprendimientos de suelo residual y bloques de roca (ver Foto 4) con tamaño máximo de 1,2 metros en su dimensión mayor, desde un talud de corte posiblemente hecho para el emplazamiento de la vivienda, ubicada en la Calle 34 No. 17A - 04 del barrio Río de Janeiro El Pesebre en la localidad de Rafael Uribe Uribe (sector oriental de la zona de estudio), predio que se encuentra vacío debido a que la vivienda allí emplaza fue incluida en reasentamiento. El talud de corte tiene una altura cercana a los 8 metros y una longitud aproximada de diez metros, el volumen aproximado que se desplazó el 18 de noviembre de 2006 es de treinta metros cúbicos; las causas de este desprendimiento de suelo y cuñas de roca se asocian a la alta pendiente del talud de corte en mención ($\beta \cong 90^\circ$), a las fuertes lluvias presentadas en el sector y a que el talud no cuenta con medidas de contención ni protección adecuadas, así como tampoco tienen un adecuado manejo de aguas de escorrentía superficial y subsuperficial.

La masa deslizada se depositó sobre la vía de la Carrera 17A muy cerca de la Calle 34 Sur y no afectó ninguna vivienda aledaña, sin embargo afectó la transitabilidad de la vía Carrera 17A entre Calles 33B Sur y 34 Sur (ver Foto 5). En la parte alta del talud de corte se emplaza un edificio de apartamentos de cinco niveles ubicado en el predio con nomenclatura Carrera 17 No. 33B – 25, el cual al momento de la visita no mostraba afectación alguna por el proceso de remoción en

masa; sin embargo se puede presentar una afectación de la cimentación del edificio, debido a que la corona del talud puede presentar un desplazamiento retrogresivo. El material que conforma el talud, debido al deslizamiento, sufrió un desconfinamiento lateral importante y exposición a agentes erosivos, que de no ser estabilizados podrían repercutir en un movimiento del terreno de mayor proporción³.



Foto 3. Evento del 1 de noviembre de 2006 – Predio en el que se presentó la falla del talud de corte generando desprendimientos de suelo



Foto 4. Evento del 18 de noviembre de 2006 – desprendimientos de suelos y bloques desde el talud de corte del predio ubicado en la Carrera 17A No. 33B – 50 Sur del barrio Río de Janeiro El Pesebre.

³ Tomado del DI-3098 emitido por el DPAE el 4 de diciembre de 2006.



Foto 5. Aspecto del talud el 4 de diciembre de 2006 – Predio de la Carrera 17A No. 33B – 50 Sur en el que se presentó la falla del talud de corte generando desprendimientos de suelo y bloques de roca que afectaron la transitabilidad de la Carrera 17A entre Calles 33B Sur y 34 Sur.

1.11. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SUS POSIBLES CAUSAS

La zona de estudio está localizada en antiguos frentes de explotación de material de cantera, que han sido enmascarados por la urbanización del sector, pero que constituyen un factor determinante para conformar la topografía escarpada entre las diferentes viviendas construidas (cortes de hasta unos 8 m, verticales); geológicamente son materiales areno limosos provenientes de la meteorización de las rocas de la Formación Regadera (suelos residuales), que pueden embeber bloques y cantos de material parental, producto de la meteorización diferencial del macizo. Este material es altamente susceptible a la meteorización por efecto del agua, que sumado a la presencia de grietas de tensión pueden ocasionar los desprendimientos de suelo o rocas embebidas dentro del suelo residual o roca meteorizada (ver Ilustración 1).

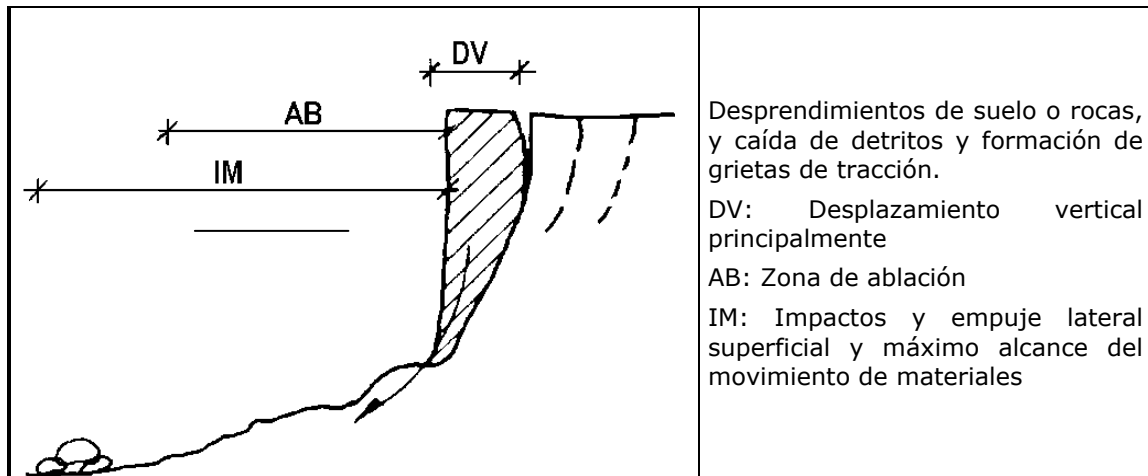


Ilustración 1. Esquema de la problemática del sector ⁴

La zona de estudio se puede dividir en dos sectores, el occidental y el oriental, en los cuales han ocurrido fenómenos similares (desprendimientos de suelos y caída de bloques, similares a lo esquematizado en la Ilustración 1) en diferentes épocas. El primero de ellos ocurrió hacia 1998 en el costado occidental, donde se evacuaron tres (3) viviendas, y posteriormente se construyeron obras de mitigación de riesgos (muros de gaviones en la pata, muro de piedra pegada para evitar la erosión y obras de drenaje superficial, tal como se puede ver en la Foto 6); las posibles causas fueron la saturación del material por efectos de los escapes de las redes de acueducto y alcantarillado. El segundo ocurrió hacia finales de 2006, en el costado oriental, que originó la evacuación de una vivienda y el taponamiento de la carrera 17A, y que luego a presentado otros pequeños desprendimientos después de la limpieza realizada (ver Foto 7) y que es el objeto principal de este informe; según los diagnósticos del DPAE, la causa principal fueron las grandes precipitaciones que ocurrieron en dicha época.

⁴ Finlay, P.J., Mostyn G.R. and Fell R, (1999). "Landslide Risk Assessment: Prediction Of Travel Distance". *Canadian Geotechnical Journal* 36. PP. 556 -532.



Foto 6. Obras de contención, en el costado oriental conformadas por muros en concreto ciclópeo a media ladera.



Foto 7. Se ilustra la caída de rocas y detritos a la vía.

En la actualidad la zona de estudio cuenta con un sistema de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, gas natural y energía eléctrica) en buenas condiciones, según información de habitantes del sector, y las obras realizadas en el costado occidental no presentan evidencias de inestabilidad, aunque cabe resaltar que no es objeto de este trabajo evaluar las condiciones de estabilidad de las obras existentes, enfocando los diseños hacia el sector occidental donde se presenta actualmente los problemas de inestabilidad.

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 2. Esquema de presentación del estudio

CAP.	TITULO
2	LEVANTAMIENTO TOPÓGRAFICO
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 3.

Tabla 3. 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
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 Río de Janeiro (Sitio No. 2), localidad de Rafael Uribe Uribe.

2.1.1. Alcance específico del trabajo topográfico

Llevar a cabo el levantamiento topográfico (planimétrico y altimétrico), con coordenadas reales y el amojonamiento de tres (3) 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 jueves 15 de noviembre se realizó el traslado de coordenadas y amojonamiento de los tres (3) vértices a referenciar de acuerdo como aparece en la Tabla 4 y se definieron los auxiliares para la radiación de los detalles.

En el **Anexo A6** se encuentra el registro fotográfico de los trabajos de topografía.

Tabla 4. Mojones materializados en campo

MOJÓN	NORTE	ESTE	COTA
GPS1	97.633,1010	95.740,1420	2.639,817
GPS2	97.569,3200	95.739,1550	2.649,362
GPS3	97.668,2560	95.746,2820	2.620,254

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 5.

Tabla 5. Listado de coordenadas de los puntos de amarre

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

2.2. MÉTODO DE TRABAJO

2.2.1. Trabajo de campo

El equipo y los recursos utilizados por la comisión para realizar el levantamiento topográfico son los que se relacionan en la Tabla 6.

Tabla 6. 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
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 431. 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*. El certificado de calibración de los equipos se presenta en el **ANEXO A2**.

2.2.2. 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 transcripción 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.

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-RJ2-01**.

3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

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 y cuya localización se presenta en el Plano **GE183-PL-RJ2-01**.

- ✓ Seis (6) sondeos mecánicos (SM-1 a SM-6) ejecutadas mediante el procedimiento de percusión y lavado en suelos cohesivos y areno limosos, realizando a profundidades intermedias el ensayo de penetración estándar (SPT), tomando la respectiva muestras alterada con la cuchara partida (Split Spoon), y mediante el procedimiento de perforación con broca diamantada para rocas duras. Las profundidades varían entre los 1,55 m y los 6,27 m. En total se perforaron 26,4 m, de los cuales 12,2 m corresponden a material de depósitos blandos y 14,2 m corresponden a roca.
- ✓ Tres (3) apiques (AP-01 a AP-03) con profundidades de 1,0 m, tomando muestras alteradas de bolsa, ya que no fue posible recuperar muestras inalteradas de bloque.



Foto 8. Apique AP-1, realizado en el costado occidental de la zona de estudio.



Foto 9. Apique AP-2, realizado en el costado oriental zona de estudio.

De cada una de las perforaciones y apiques realizados, se llevó 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 y resultados de los ensayos de campo, cuyos registros se consignan en el **ANEXO B1**.

A continuación se hace una breve descripción de los materiales encontrados:

- ✓ Materiales de depósitos blandos (suelos residuales arcillo-limosos y arenolimosos), producto de la meteorización y alteración de la roca in-situ (areniscas y arcillolitas de la Formación Regadera), de color gris oscuro, sueltos a medianamente sueltos, con espesores que oscilan entre 0,3 y 1,0 m. Este material está en estado más suelto en la parte baja del talud, donde se ha depositado e material producto de los deslizamiento y desprendimientos ocurridos.
- ✓ Roca blanda (rocas meteorizadas de características arenosas) y Roca dura (intercalaciones de areniscas y arcillolitas): perteneciente a la Formación Regadera, constituida por areniscas de color gris amarillento y naranja

rojizo, de grano fino a muy grueso con intercalaciones de conglomerados finos, con estratos de espesores que varían de 0.3 a 3 m, y arcillolitas-limolitas de variados colores entre gris claro, rojizas y gris oscuras, medianamente fracturadas.

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

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	NORMA
Contenido de humedad	Un	30	INV-E122
Peso unitario total	Un	10	INV-E161
Limites de Atterberg (líquido y plástico)	Un	20	INV-E125 y 126
Peso específico del sólido	Un	3	INV-E128
Compresión inconfiada en roca	Un	4	INV-E152
Corte directo	Un	3	INV-E154
Permeabilidad	Un	2	INV-E130
Granulometría	Un	17	INV-E123
Pasa tamiz #200	Un	23	INV-E123

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 (detallada), se analizaron los materiales rocosos presentes en los diferentes afloramientos de los sitios 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), levantamiento de columnas estratigráficas, levantamiento de discontinuidades en número suficiente para tener la información representativa requerida en los análisis de estabilidad del macizo rocoso. La información obtenida se proceso en los planos topográficos (Esc. 1:200 /500) levantados por GEOCING LTDA; igualmente, se tomaron fotografías generales y de detalle de los diferentes sitios como un elemento ilustrativo. La evaluación geológica se orientó principalmente hacia la obtención de un modelo geológico- geotécnico, el cual permitió optimizar la exploración geotécnica e interpretación de las condiciones locales de estabilidad.

4.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONALES

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 predominantemente rocas sedimentarias de edad Terciaria, 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**), donde la zona de estudio está

localizada sobre rocas de la Formación Regadera del Conjunto Inferior (denominado Teri, en la nomenclatura utilizada en el estudio de 1998 ⁵).

4.2.1. Estratigrafía





Las rocas de edad Terciaria, se han agrupado dentro de la unidad denominada Formación Arenisca de la Regadera, conjunto Inferior (E2ri), las cuales están sobreyacidas por localmente por depósitos cuaternarios de origen coluvial; su descripción detallada se presenta en el numeral 4.3.





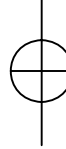
La Formación Regadera Conjunto inferior (E2ri) está constituida por una secuencia de areniscas cuarzo feldespáticas, gris claras, de grano fino a grueso, ocasionalmente con lentes de conglomerado e intercalaciones delgadas de niveles de arcillolitas y limolitas, de colores gris claro, oscuro y rojizo violáceo.

4.2.2. Geología estructural

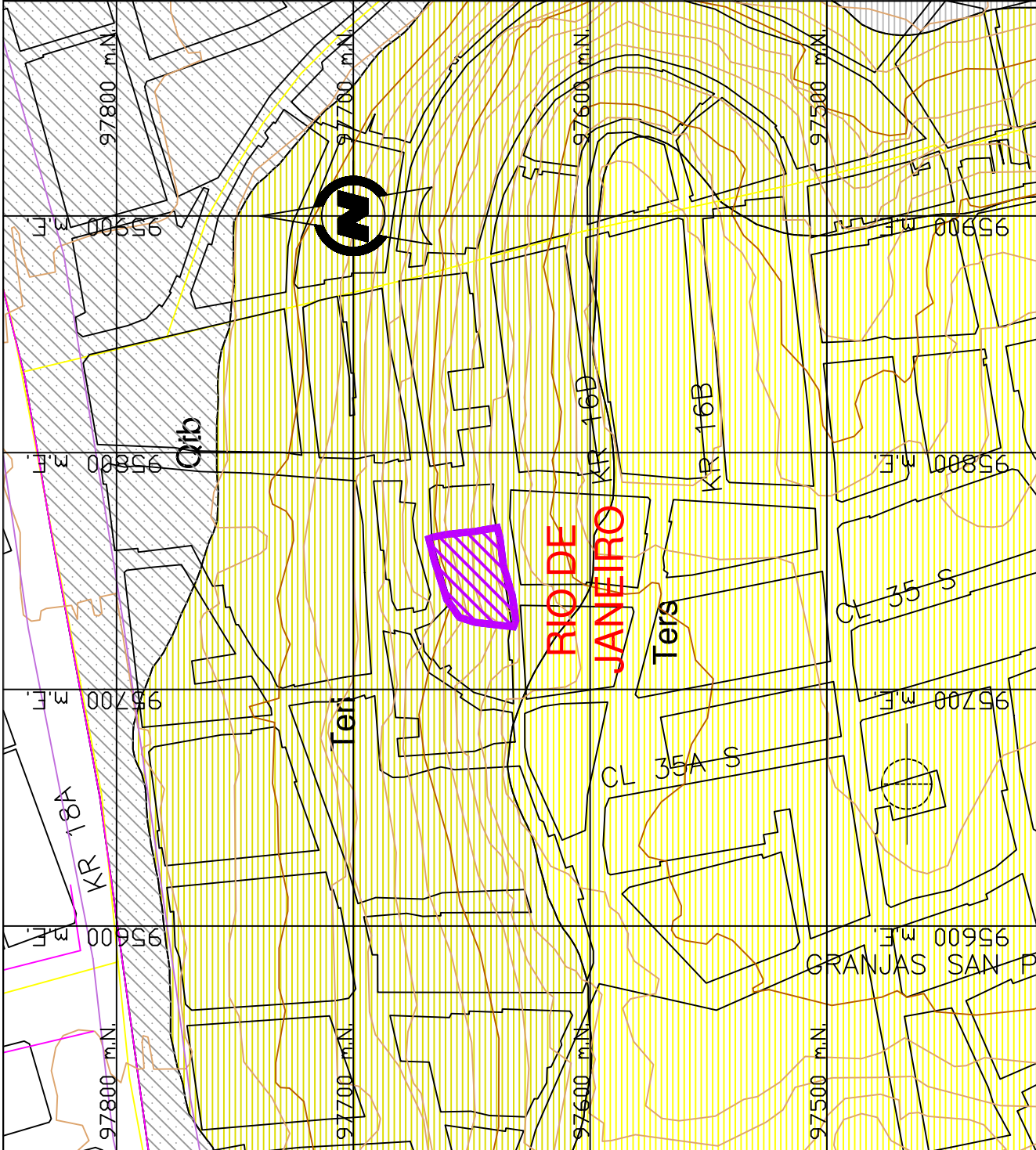
Desde el punto de vista estructural, el área de estudio es resultado de los procesos tectónicos propios de la evolución geológica de la Cordillera Oriental, en la región de la sabana de Bogotá; el sitio de estudio, se ubica dentro del flanco oriental del Sinclinal de Usme, y en el bloque occidental de la falla de Bogotá, estructura de tipo inverso, con un rumbo general de norte-sur.



⁵ Es importante resaltar que, la nomenclatura de las unidades geológicas cambió a partir del estudio realizado por Ingeominas (2005), denominándose ahora la Formación Regadera del Conjunto Inferior como **E2ri**, siendo esta última nomenclatura la que se utilizará en el texto y planos del presente trabajo.

CONVENCIONES GENERALES	
Curva Índice	
Curva secundaria	
Zona de Estudio	
Construcciones	

CONVENCIONES TEMATICAS	
LEYENDA GEOLOGICA	
Cuaternario	 Qtb
	Formación Sabana, Terraza Baja
Terciario	 Ters
	Formación La Regadera, Conjunto Superior
	 Teri
	Formación La Regadera, Conjunto Inferior
	 Contacto Litológico definido
	 Estratificación Vertical

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 CRISTOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C. SITIO 2 BARRIO RIO DE JANEIRO LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE	INTERVENTORIA:  GEODINAMICA INGENIERIA LTDA	ELABORADO: 	CONTENIDO: GEOLOGIA REGIONAL (INGEOCIM)	ARCHIVO ACADEMICO: FIGURA III.DWG ESCALA: 1:2500 FECHA: DICIEMBRE DE 2007 FIGURA No.: FIGURA III DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA
---	--	--	---	--

4.3. GEOLOGÍA LOCAL ⁶

4.3.1. Unidades superficiales

De acuerdo con las propuestas metodológicas consultadas y analizadas (INGEOMINAS, 2003 y 2005) y de acuerdo con los objetivos del proyecto, los materiales aflorantes en el área 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 cuales se cartografiaron en el Plano **GE183-PL-RJ2-02**, presentando los perfiles típicos en el Plano **GE183-PL-RJ2-04**

Las unidades de suelos de acuerdo con su origen, se clasifican en residuales, coluviales recientes y de origen antropogénico; las rocas se clasificaron en rocas blandas: roca altamente meteorizada y rocas sanas.

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.

⁶ Enfocadas a propósitos ingenieriles

4.3.1.1. Unidades de suelos

Los materiales clasificados como suelos se dividen según su origen en: residuales, coluviales recientes y de origen antropogénico. A continuación se presenta la descripción de cada una de estas unidades.

4.3.1.1.1. *Suelos residuales (Srs)*

Son los materiales producto de la meteorización y alteración de los componentes de las rocas in situ. Estos materiales dentro del sitio de estudio, son de color gris oscuro, de textura areno-limosa, sueltos, y de acuerdo con las observaciones en los afloramientos de este suelo y los resultados de los trabajos de exploración del subsuelo, sus espesores oscilan entre 0,3 m y 1,0 m. La roca parental corresponde a las areniscas con intercalaciones de arcillolitas de la Formación La Regadera Conjunto Inferior (E2ri); estos materiales se presentan especialmente en la parte media-alta del sitio de estudio.

4.3.1.1.2. *Depósitos de coluvión recientes (Sco)*

Son los materiales resultantes de la ocurrencia de los procesos de inestabilidad recientes (deslizamientos y desprendimiento de suelos, junto con la caída de rocas y detritos embebidos dentro de la roca meteorizada, tal como se puede ver en la Foto 10), y acumulados en la parte inferior del escarpe rocoso ubicado en sector inferior del costado oriental del sitio de estudio. Son materiales matriz-soportados, con fragmentos y esporádicos bloques rocosos de composición arenacea, dentro de una matriz areno-limosa, de color amarillo-anaranjado, muy suelto; su espesor oscila entre 0,5 m y 1,5 m, aproximadamente. Está limitado hacia el sur-occidente por un muro de gaviones y en la parte superior por el lote vació producto de la reubicación dretas del cual se encuentra un edificio de 5 pisos identificado con la nomenclatura urbana Calle 17 No. 33 B – 25 Sur (ver Foto 11).



Foto 10. Vista del movimiento de inestabilidad (deslizamientos y desprendimiento de suelos, junto con la caída de rocas y detritos embebidos dentro de la roca meteorizada) reciente ocurrido en el sector oriental de la zona de estudio. Obsérvese en la parte media inferior del escarpe el depósito de coluvión reciente, igualmente afectado por un movimiento más reciente.



Foto 11. Vista de detalle del deslizamiento. Obsérvese en la parte superior del sitio inestabilizado y a cierta distancia, una construcción de varios pisos; en la parte inferior derecha un muro en gaviones; en la orilla de la vía depósitos de escombros y algunos bloques rocosos.

4.3.1.1.3. Depósitos de origen antropogénico (Sa1 y Sa2)

Los materiales cartografiados como Sa1 (ver Plano **GE183-PL-RJ2-02**), corresponden a materiales de relleno, de escombros y de desechos de construcciones, de composición heterogénea y que cubren sectores muy puntuales del sitio de estudio, localizados en la parte media del sector oriental (ver Foto 12) y en la parte alta del sector occidental (ver Foto 13).



Foto 12. Rellenos antrópicos cartografiados como Sa1, localizados en la parte media del sector oriental.



Foto 13. Rellenos antrópicos cartografiados como Sa1, localizados en la parte alta del sector occidental.

Adicionalmente, en los alrededores del sitio de estudio, el área se encuentra ampliamente urbanizada, donde se presenta materiales de relleno ingenieríl (denominados como Sa2), correspondientes a las capas de base y sub-base para el desarrollo urbanístico y construcción de las vías de acceso, y depositados sobre suelo residual y macizo rocoso con diferentes grados de meteorización. Estos materiales son en general seleccionados y compactados, constituidos por arenas, limos, y gravas. Presentan espesores variables: entre 0,3 y 1,6 m aproximadamente.

4.3.1.2. Unidades de rocas

Con base en las condiciones físico-mecánicas, los materiales rocosos aflorantes en el sector de estudio y alrededores se clasificaron en rocas blandas (Rb), las cuales pertenecen a la Formación La Regadera, Conjunto Inferior (E2ri). Están constituidas por una secuencia interestratificada de areniscas, de color gris amarillento y naranja-rojizo por meteorización, de grano fino a muy grueso, con esporádicas intercalaciones lenticulares de conglomerados finos; en estratos desde

delgados a muy gruesos (0,3 a 3 m de espesor), y con intercalaciones de delgados niveles de arcillolitas y limolitas de variados colores (gris claras, rojizas y gris oscuras), de resistencia blanda. Las areniscas se presentan en general muy friables, en sectores deleznales, de resistencia en general blanda y con niveles duros, medianamente fracturadas y altamente meteorizadas, con desarrollo de suelo residual con espesores entre 1,0 a 1,5 m aproximadamente. Las rocas anteriores dentro del sitio de estudio, se encuentran cubiertas en algunos sectores por depósitos de origen antropogénico.

4.3.2. Condiciones estructurales

Desde el punto de vista estructural, el sitio de estudio se ubica dentro del flanco oriental del Sinclinal de Usme –Tunjuelito, cuyo eje presenta una dirección general de N-S; igualmente el área no se encuentra influenciada por estructuras de fallamiento, y cuyos rasgos estructurales importantes que conforman las discontinuidades, corresponden a la estratificación.





Los estratos rocosos dentro del sitio de estudio, presentan como aptitudes estructurales: un rumbo promedio de, **N60°W**, y un buzamiento promedio de **12° SW** y cuya dirección es en sentido contrario a la pendiente topográfica de los terrenos, es decir conformando una ladera en contrapendiente.

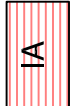
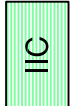
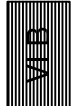
En cuanto a las discontinuidades importantes del tipo diaclasas, no se observaron elementos importantes que afectan el macizo rocoso del sector, debido a la alta meteorización. Sin embargo, puede haber algunas estructuras heredadas, presentándose el macizo medianamente fracturado.

4.4. GEOMORFOLOGÍA

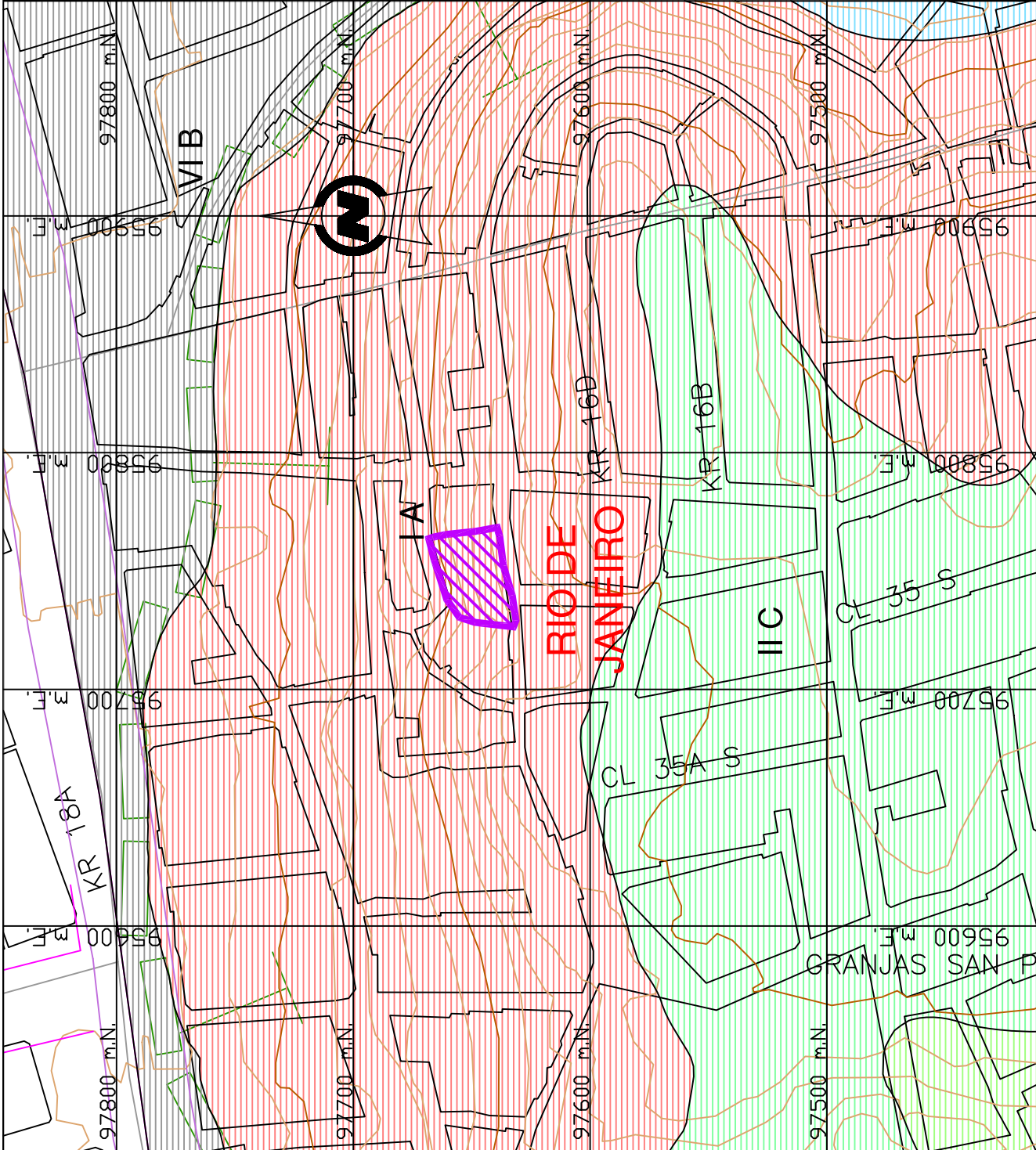
Regionalmente, el área de estudio está localizada en el flanco oriental del sinclinal de Usme-Tunjuelito, en el piedemonte de los cerros surorientales de la ciudad de Bogotá, en la geoforma denominada por el estudio de Ingeocim – Upes

(1998) como IA, escarpes y frentes estructurales (ver **Figura IV**); sin embargo, localmente, debido a los cortes realizados por la actividad minera extractiva, el talud corresponde a un corte en contrapendiente (buzamiento favorable para la estabilidad), que ha sufrido procesos de meteorización por acción de las aguas lluvias y de fugas de tuberías de acueducto o alcantarillado.



CONVENCIONES GENERALES	
Curva Índice	
Curva secundaria	
Zona de Estudio	
Construcciones	

CONVENCIONES TEMATICAS	
LEYENDA GEOLOGICA	
Escarpes y Frentes Estructurales	
	IA
Superficies de Aplanamiento o Penaplanicie	
	IIC
Valles de Planicie Consolidados	
	VIB
Valles Aluviales	
Erosional de Valle de Planicie Conjunto Inferior	

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.



CONTENIDO: GEOMORFOLOGIA (INGEOCIM)	ARCHIVO ACADEMICO: FIGURA IV.DWG
	ESCALA: 1:2500
FECHA: DICIEMBRE DE 2007	FIGURA No: FIGURA IV
DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA	

ELABORADO:  CING LTDA	INTERVENIENTE:  DINAMICA LTDA
GEODINAMICA INGENIERIA LTDA	PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. SITIO 2 BARRIO RIO DE JANEIRO LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE

4.4.1.Morfología

Esta temática correspondiente al estudio de la evolución y origen de la forma de los terrenos; consecuentemente con la evolución de la Cordillera Oriental, en el sitio de estudio se presentan subunidades y elementos de origen estructural-denudativo, denudativo - acumulativo y antropogénico (ver Plano **GE183-PL-RJ2-04**).

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 arenácea.

Dentro de las subunidades de origen Denudativo-Acumulativo, se tienen, los Depósitos de Coluvión Reciente (D1), que corresponden a geoformas resultantes de la acumulación de materiales (suelo residual y/o fragmentos de roca), producto de los deslizamientos recientes.

Dentro de las Subunidades y Elementos de Origen Antropogénico (ver Plano **GE183-PL-RJ2-04**), se tienen:

- ✓ **Las Canteras Antiguas (A1)**, corresponden a geoformas resultantes de las actividades de explotaciones mineras antiguas para la producción de fuentes de materiales.
- ✓ **Las Laderas Explanadas (A2)**, que corresponden a terrenos adecuados para el desarrollo de las construcciones de viviendas y las vías de comunicación.

- ✓ **Los Llenos de Escombros (A3)**, corresponden a geoformas resultantes del depósito de materiales producto de las actividades del desarrollo urbanístico y de desperdicios.

4.4.2.Morfodinámica y procesos de inestabilidad

4.4.2.1. Análisis multitemporal de fotografías aéreas

Para la obtención de la información necesaria sobre la evolución de las condiciones geomorfológicas de los terrenos donde se encuentra ubicado el sitio de estudio y alrededores, y el desarrollo de los posibles procesos de remoción en masa que lo hayan afectado, se realizó un análisis multitemporal mediante la interpretación de fotografías aéreas tomadas por el IGAC, en diferentes épocas y en diferentes escalas, complementados con observaciones actuales de campo, para un periodo total de análisis de 22 años y cuya relación se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Relación de fotografías aéreas

Vuelo	Escala	Año	Sobre	Fotos
C-2265	1:21.400	1986	S-33685	061-062
C-2717	1:20.000	2004	S-39296	097-098

Del análisis de las fotografías áreas correspondientes, se observa que la zona de estudio y sus alrededores presentan, en general, los siguientes aspectos:

- ✓ Las características y condiciones geológicas y geomorfológicas, locales y de sus alrededores, en general son similares para la época analizada y se corresponden con las descripciones dadas en los apartes pertenecientes a los numerales 4.2 a 4.3 de este documento y mostradas en los planos **GE183-PL-RJ2-02** y **GE183-PL-RJ2-04**.
- ✓ Los terrenos donde se ubica el sitio de estudio y alrededores, corresponden a laderas explanadas de una antigua cantera para la explotación de fuentes de materiales, especialmente para la producción de arenas, cuyas

actividades se iniciaron desde muchos años antes de la época analizada (antes de 1986).

- ✓ El desarrollo urbanístico (construcciones de viviendas y vías) para los alrededores del sitio de estudio, es un proceso muy acelerado desde antes del año de 1986.
- ✓ Durante la época analizada, no se observaron fenómenos denudativos de ninguna clase (ni erosivos ni de remoción en masa), visibles a la escala de trabajo, que pudieran afectar el sitio de estudio ni sus alrededores, a excepción del deslizamiento puntual presentado recientemente en la parte inferior del mismo.
- ✓ Como causas posibles sobre la ocurrencia de los fenómenos de inestabilidad recientes, se tienen, la saturación del macizo rocoso de composición predominantemente arenácea y de baja consolidación, y originada por la infiltración de aguas servidas y lluvias, combinada con los taludes de pendiente alta dejados por las actividades de las canteras antiguas.

4.4.2.2. Procesos de inestabilidad





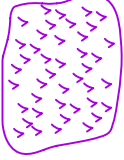
Los procesos de inestabilidad que han afectado el sitio de estudio, corresponden a los fenómenos de remoción en masa recientes, de las clases deslizamientos y desprendimientos de suelos y detritos, y algunas caídas de bloques embebidos dentro del suelo residual y/o parte de la roca meteorizada, los cuales afectaron el talud del sitio de estudio. Se resalta que, recientemente, han ocurrido dos eventos principales, el primero de ellos hacia mediados de 1998 en el costado occidental, por causa de infiltraciones de aguas de las redes de acueducto y alcantarillado, fue atendido con la construcción de un muro de gaviones en la pata, un muro de piedra pegada y drenaje superficial, y la reubicación de tres viviendas; el segundo evento, ocurrido hacia finales del 2006, afectó el costado oriental, en la parte media de la ladera, aguas debajo de un lote vacío donde previamente se

había reubicado una vivienda, por efecto de las lluvias torrenciales ocurridas días anteriores. En ambos casos, los movimientos son similares, donde por la meteorización de la roca (suelos residuales y roca meteorizada), se presenta deslizamientos o desprendimientos de suelo y bloques de rocas, que llegan hasta la Calle 17A.

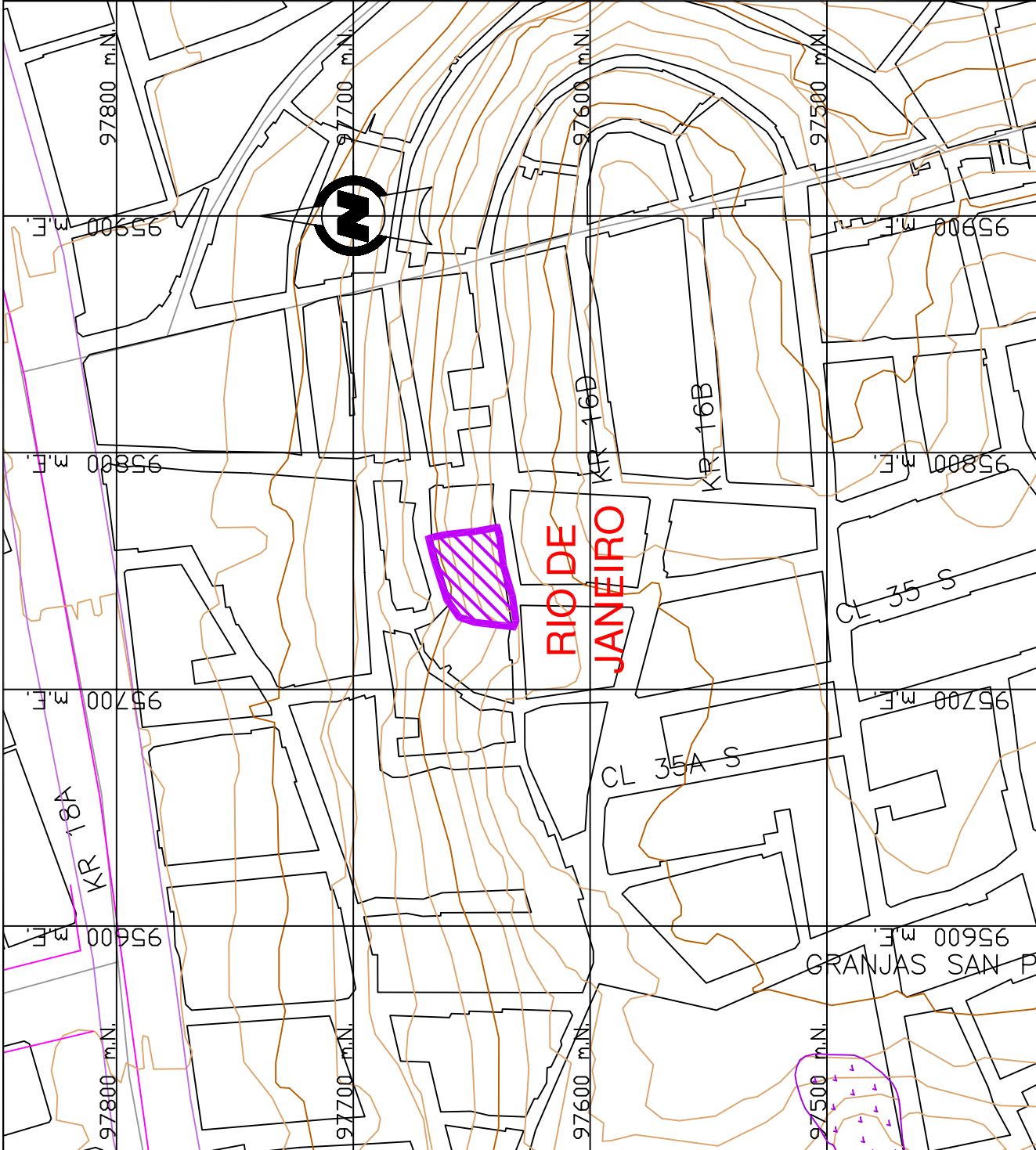
De acuerdo a la información recolectada en los reconocimientos de campo y a las características que presentan las rocas y los fenómenos de inestabilidad ocurridos en el sitio, se puede asumir como causa principal de los movimientos, la saturación del suelo residual y del macizo rocoso (areniscas en general muy friables y permeables), originada por la acción de las aguas infiltradas provenientes de la escorrentía superficial de aguas lluvias, ayudada por la pendiente topográfica muy alta (mayor de 45°) de los taludes dejados por la excavación de las canteras antiguas. Los movimientos de inestabilidad ocurridos en el sitio, no han afectado hasta el momento a ninguna de las viviendas existentes actualmente⁷, pero en un futuro puede comprometer su estabilidad dado el carácter retrogresivo del movimiento, al quedar expuesta la roca meteorizada que por acción del agua pueden convertirse en suelos residuales, con características de resistencia mucho menores.



Desde el punto de vista regional, no se tiene reportado ni hay evidencias de movimientos o procesos de inestabilidad regionales, que puedan estar afectando el sector en estudio (ver Figura V).

⁷ Se resalta que el DPAE ha realizado el reasentamiento de cuatro (4) viviendas localizadas en la zona, pero actualmente estos sitios no están habitados.

CONVENCIONES GENERALES	
Curva Índice	
Curva secundaria	
Zona de Estudio	
Construcciones	
CONVENCIONES TEMATICAS	
Reptacion	

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.



ELABORADO: 	INTERVENTORIA: 	CONTENIDO: PROCESOS (INGEOCIM)	ARCHIVO ACADEMICO: FIGURA V.DWG
			ESCALA: 1:2500
PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. SITIO 2 BARRIO RIO DE JANEIRO LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE		FECHA: DICIEMBRE DE 2007	
		DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA	

4.5. CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS

El macizo rocoso del sitio de estudio se encuentra constituido por rocas de composición predominantemente arenácea, de grano medio a grueso, poco consolidadas, con lentes muy delgados de conglomerados de grano fino, y con intercalaciones de niveles de arcillolitas y limolitas.

Las rocas de composición arenácea por su textura gruesa, pueden conformar acuíferos, capaces de almacenar y transmitir agua; tienen una capacidad de drenaje alta y con las intercalaciones de niveles de rocas de textura fina (arcillolitas y limolitas), pueden conformar acuíferos semiconfinados, los cuales, en los niveles superiores (areniscas), permiten la acumulación y el paso del agua, originada por recarga proveniente de la escorrentía superficial de aguas lluvias y de las aguas originadas por posibles desperdicios bien sea de la fuga de las tuberías y las aguas botadas de las viviendas.

De los registros de las investigaciones del subsuelo consistentes en 3 sondeos mecánicos, con profundidades entre 3.56 y 6.27 m y 6 perforaciones manuales con profundidades entre 3.20 y 6.27 m y distribuidas dentro del sitio de investigación, nos proporcionó información sobre la ausencia de agua, en la época de realización de los trabajos. Igualmente, en los reconocimientos de campo, no se observó la presencia de agua de ninguna clase.

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

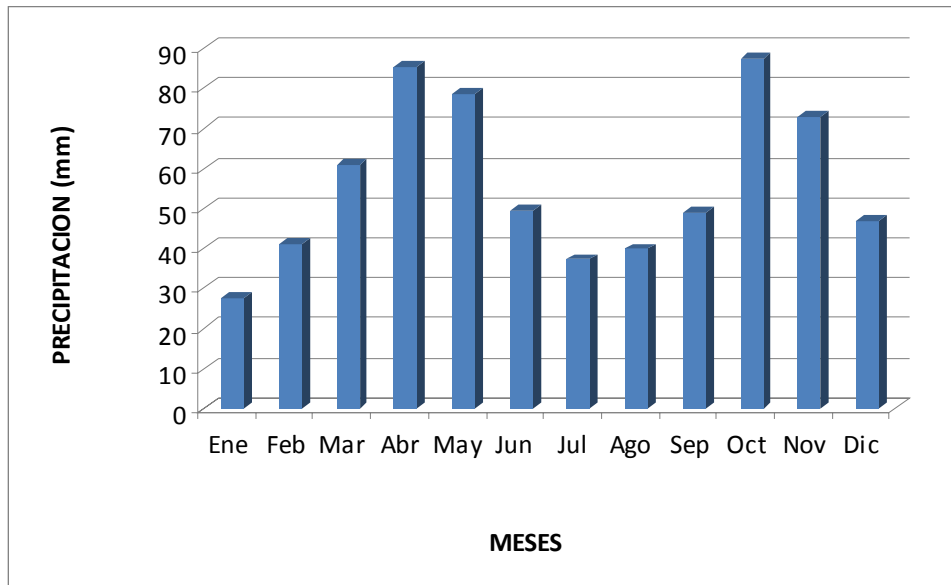
más altos de la precipitación en la zona de estudio. A continuación se hace un resumen de los resultados obtenidos para dichos análisis.

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 Santa Lucía (20052) operada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, Latitud 4°35', Longitud 74°08' y Elevación 2630 m.s.n.m., que está muy cercana a la zona de estudio y está ubicada en la cuenca del río Bogotá.

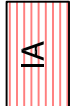
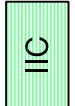
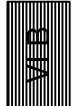
La distribución temporal de la precipitación en la estación seleccionada tiene una tendencia de forma bimodal o ecuatorial, con dos períodos lluviosos entre los meses de febrero a mayo y octubre a diciembre, y un período seco entre los meses de junio a septiembre, como se observa en la Gráfica 1.

La precipitación media multianual en la Estación Santa Lucía es de 676.2 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 noviembre con un promedio mensual multianual de 87,3 mm.

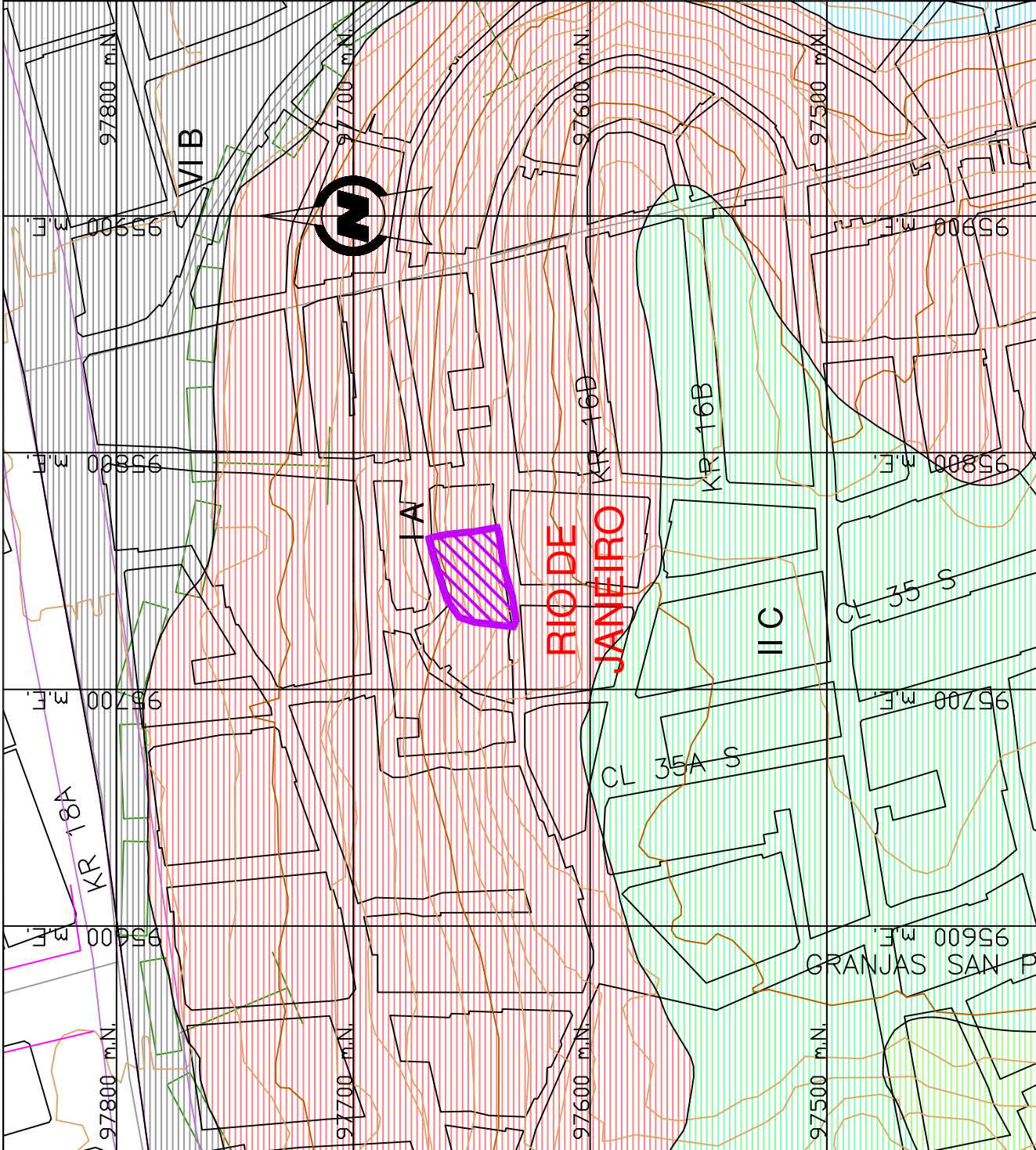




Gráfica 1. Lluvias medias mensuales (1980 - 2007) en la estación Santa Lucia

CONVENCIONES GENERALES	
Curva Índice	
Curva secundaria	
Zona de Estudio	
Construcciones	

CONVENCIONES TEMATICAS	
LEYENDA GEOLOGICA	
Escarpes y Frentes Estructurales	
	IA
Superficies de Aplanamiento o Penaplanicie	
	IIC
Valles de Planicie Consolidados	
	VIB
Valles Aluviales	
Erosional de Valle de Planicie Conjunto Inferior	

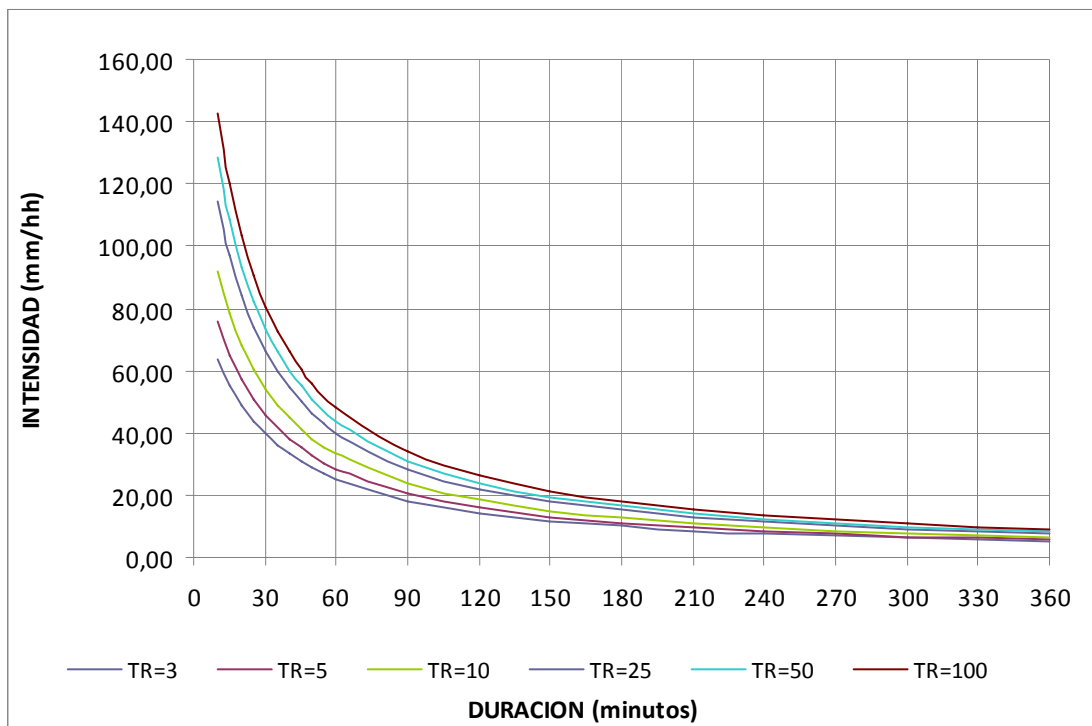
NOTA:
Tomado y modificado del estudio de "Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del terreno para Diferentes Localidades de Santa Fe de Bogotá". Contrato 1314-107-97. INGEOCIM LTDA. 1998.



CONTENIDO: GEOMORFOLOGIA (INGEOCIM)	ARCHIVO ACADEMICO: FIGURA IV.DWG
	ESCALA: 1:2500
FIGURA No: FIGURA IV	FECHA: DICIEMBRE DE 2007
DIBUJO: JUAN CARLOS BECERRA	
ELABORADO:  GEODINAMICA INGENIERIA LTDA	INTERVENIENTE:  DINAMICA INGENIERIA LTDA
PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. SITIO 2 BARRIO RIO DE JANEIRO LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE	

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 IDF característica. El sector de análisis está ubicado en la Zona 3, cuya estación representativa de la ley de frecuencias es Santa Lucia (20052); 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

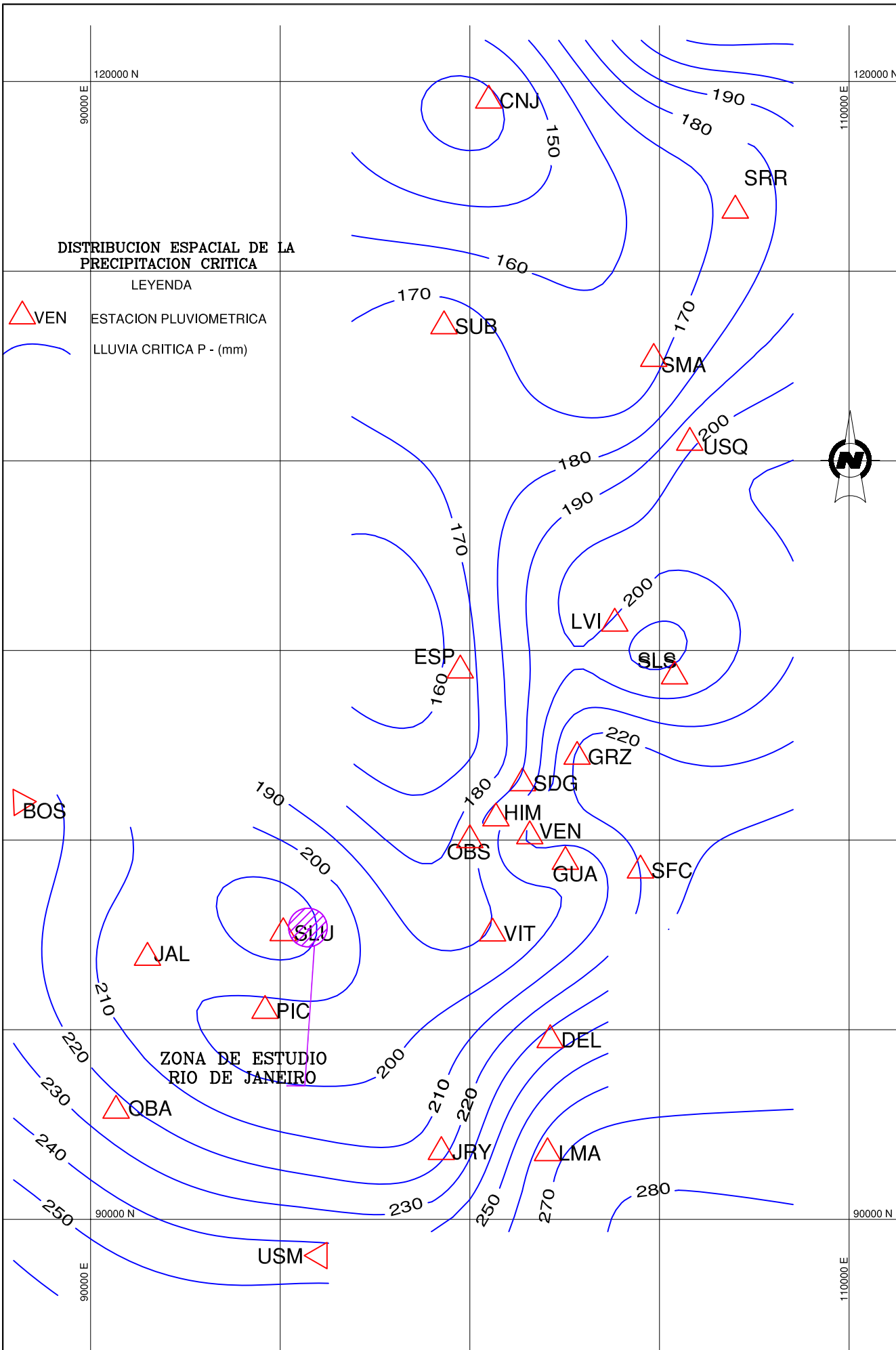
5.3.3.Lluvia crítica

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). 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 9. Relación entre la lluvia crítica y la lluvia anual para la ciudad de Bogotá (INGEOCIM – UPES, 1998).



Zona	Lluvia crítica (mm)	Duración (días)
Suroccidental	$0.3609 \times \text{Lluvia Anual (mm)}$	$3.2829 * LLcrit^{0.4157}$
Cerros orientales	$12.6325 + 0.1814 \times \text{Lluvia anual (mm)}$	$0.04923 * LLcrit$



El barrio Río de Janeiro se encuentra ubicado dentro de la zona de los Cerros Orientales; a partir de los valores de lluvia anual de la estación Santa Lucía se obtuvo una precipitación crítica de 212 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 10.4 días y un período de retorno del orden de 25 años (ver Figura VIII).

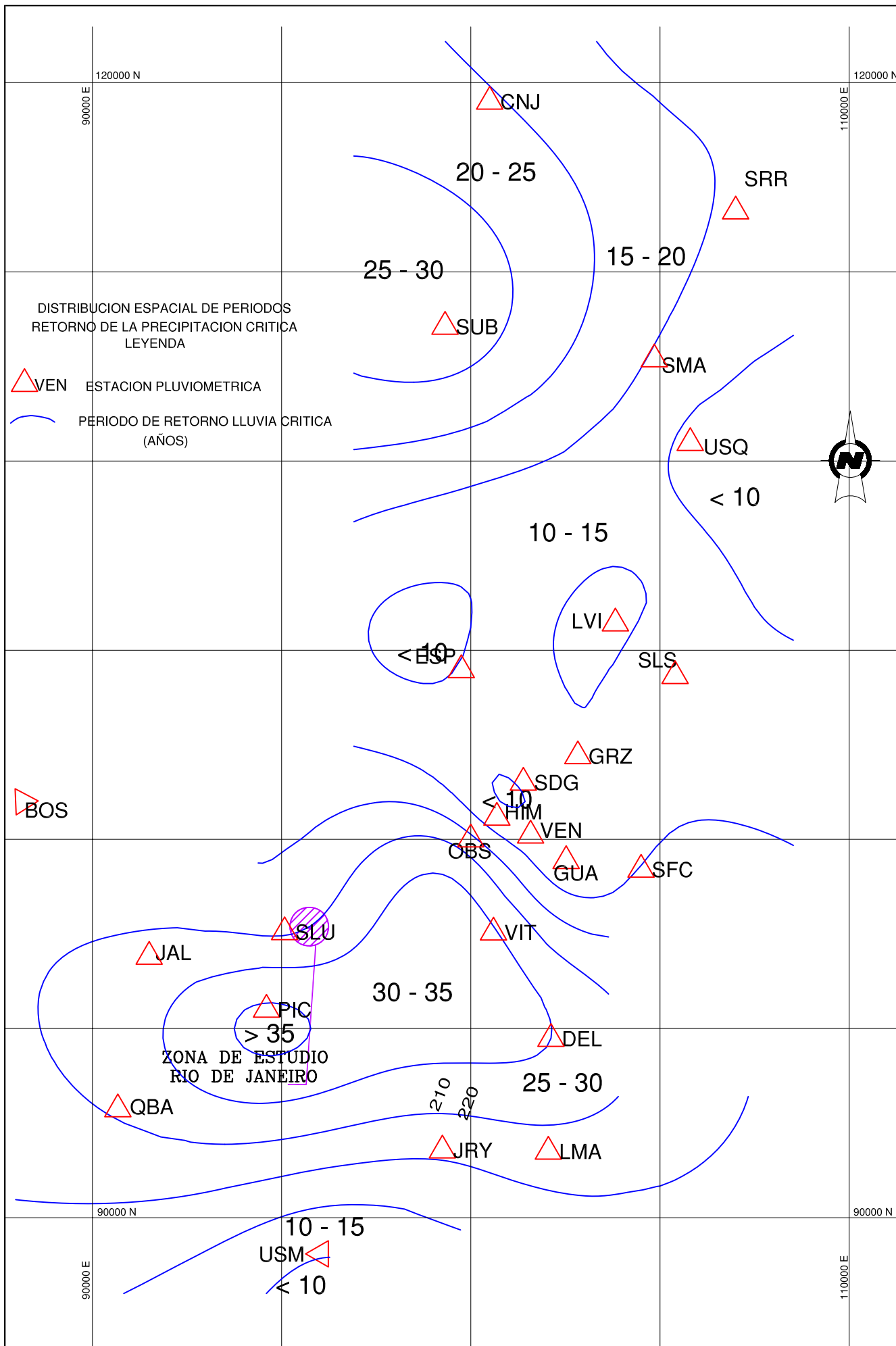





DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA PRECIPITACION CRITICA

LEYENDA

-  VEN ESTACION PLUVIOMETRICA
-  LLUVIA CRITICA P - (mm)

ARCHIVO ACAD:	FIGURA VILDWG	FECHA	DICIEMBRE DE 2007	FIGURA No:	FIGURA VII	DIBUJO:	JUAN CARLOS BECERRA
	ESCALA:	SIN					
CONTENIDO:		CURVAS DE PRECIPITACION CRITICA (INGEOCIM - UPES)					
ELABORO:							
INTERVENTORIA:							
PROYECTO:	DISEÑO DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN TRES (3) SITIOS PARA INTERVENCIÓN POR RIESGOS ASOCIADOS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUEN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. SITIO 2 BARRIO RIO DE JANEIRO LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE						







ARCHIVO ACAD:	FIGURA VIII.DWG
	FECHA: DICIEMBRE DE 2007
ESCALA:	INDICADAS
FIGURA No:	FIGURA VIII
DIBUJO:	JUAN CARLOS BECERRA
CONTENIDO:	CURVAS DE PERIODOS DE RETORNO DE LA PRECIPITACION CRITICA (INGEOCIM - UPES)
ELABORO:	 
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 CRISTOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C. SITIO 2 BARRIO RIO DE JANEIRO LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE

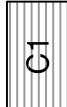
5.4. EVALUACIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL

5.4.1. Coeficiente de escorrentía

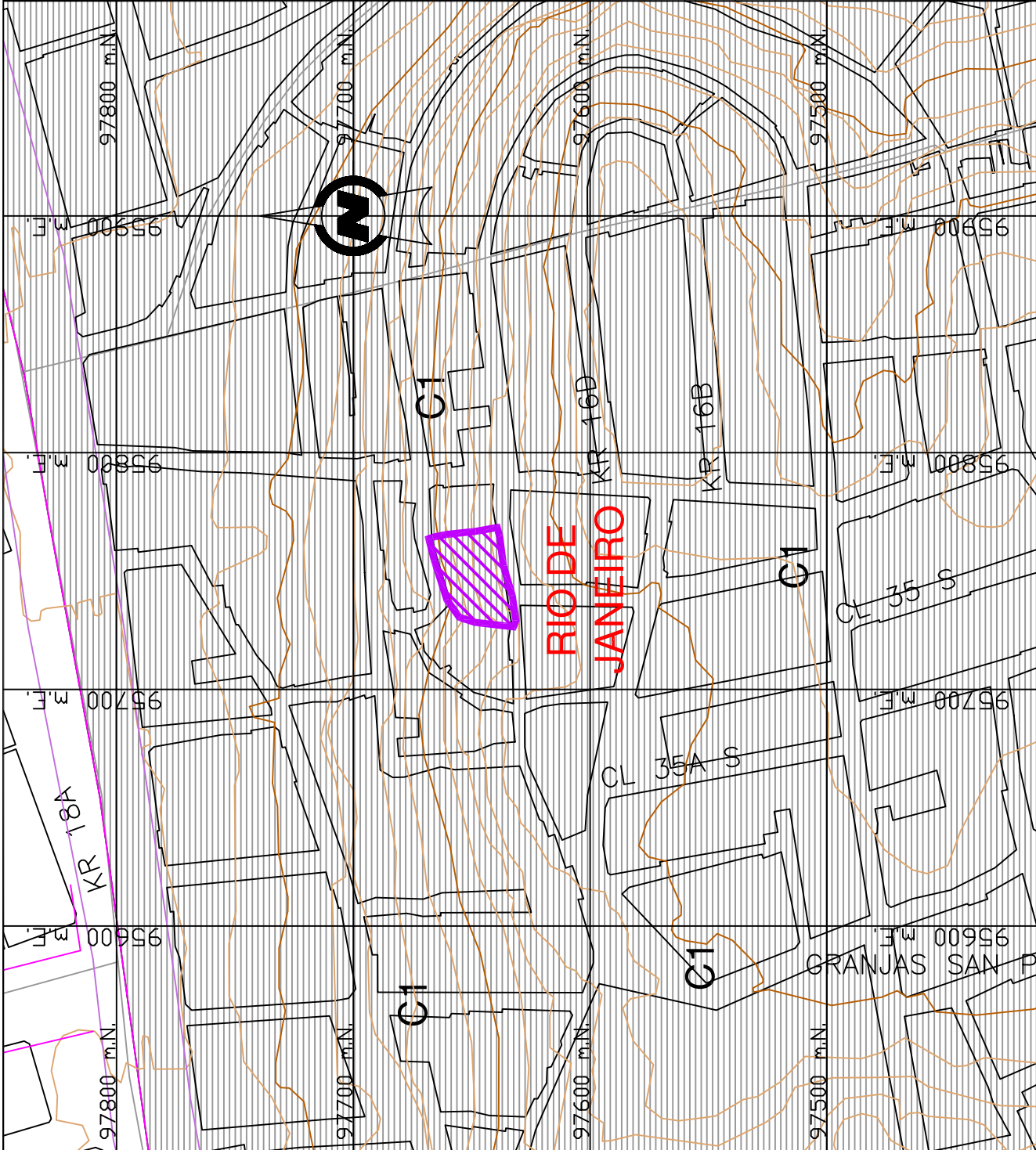
El coeficiente de escorrentía es la relación entre la tasa pico de escorrentía directa y la intensidad promedio de precipitación en una tormenta y es función del tipo de suelo, de la impermeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y de otros factores que determinan la fracción de lluvias que se convierten en escorrentía; 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 0,50⁸.



⁸ Hidrología en ingeniería. Germán Monsalve Sáenz. Valores del coeficiente de escorrentía, C.

CONVENCIONES GENERALES	
Curva Índice	
Curva secundaria	
Zona de Estudio	
Construcciones	

CONVENCIONES TEMATICAS	
Uso Urbano	

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 CRISTOBAL, USME, SUBA, RAFAEL URIBE URIBE O CIUDAD BOLIVAR DE LA CIUDAD DE BOGOTA D.C. SITIO 2 BARRIO RIO DE JANEIRO LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE	INTERVENTORIA:  GEODINAMICA INGENIERIA LTDA	ELABORADO: 	CONTENIDO: SUELOS (INGEOCIM)
	ARCHIVO ACADEMICO: FIGURA IX.DWG	ESCALA: 1:2500	FECHA: DICIEMBRE DE 2007

5.4.2.Determinación del tiempo de concentración de la lluvia

Para el cálculo 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 10 se presentan los parámetros y resultados obtenidos de tiempo de concentración.

Tabla 10. Parámetros y cálculo del tiempo de concentración

PARÁMETRO	VALOR
Longitud, L (Km)	0,11
Pendiente, S (m/m)	0,80
Tiempo de concentración, Tc (min)	1,91

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 1.91 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 10 minutos.

5.4.3.Cálculos de intensidades máximas

Con base en la curva IDF 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 de retorno, resultados que se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Valores de intensidad máxima – duración de 10 minutos

Tr (años)	I (mm/h)
3	64
5	76
10	92
25	115
50	129

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 Km²; 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 12 se presentan los valores obtenidos para el caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio.

Tabla 12. Caudal máximo por escorrentía en la zona de estudio

PARÁMETROS	VALOR
Área de drenaje	0.418 ha
Intensidad	129 mm/h
Coeficiente de escorrentía	0.50
Caudal	74.89 l/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 (m³/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 (m²)
- **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 rectangulares en concreto, para diferentes pendientes, calculando el caudal máximo.

6. SISMOLOGÍA

Para el análisis de los efectos locales de amenaza sísmica en el EMS ⁹, 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.
- ✓ 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.

⁹ Estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá, INGEOMINAS (1997)

- ✓ 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 2).

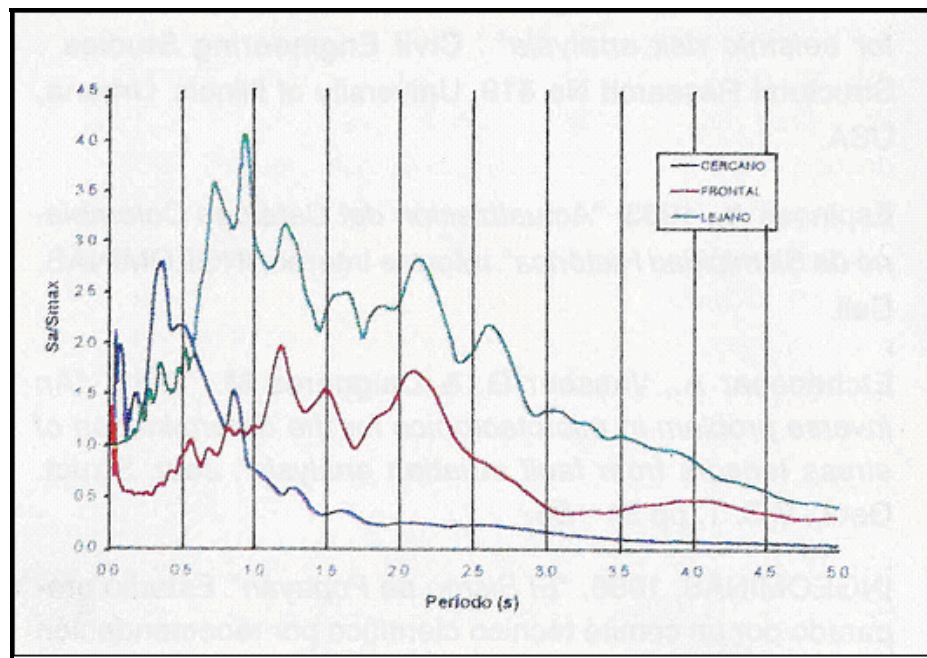


Ilustración 2. Espectros de respuesta sísmica para los tres sismos de diseños, bases del estudio de respuesta sísmica de Bogotá. (Tomado del EMS de Bogotá, 1997).

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 3, el cual tiene las siguientes características:

- Período inicial $T_0 = 0.20$
- Período corto $T_c = 1.00$

- Período largo $T_l = 5.00$
- Aceleración máxima $A_m = 0.24$
- Aceleración nominal $A_n = 0.30$
- Factor de amplificación de la aceleración $F_a = 1.00$
- Factor de amplif. en el intervalo de vel. constantes $F_v = 32.48$

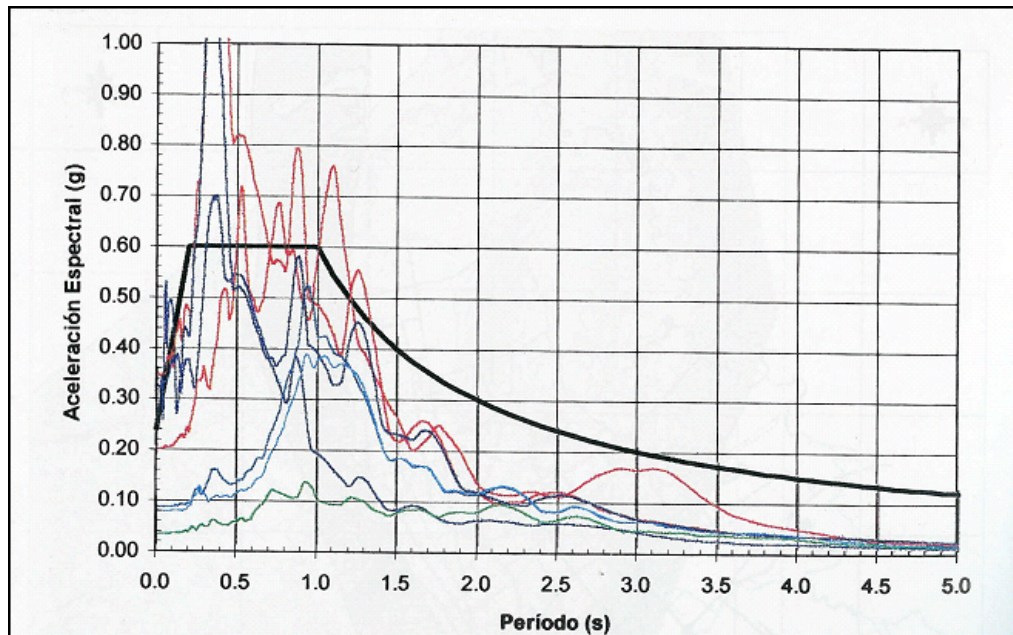


Ilustración 3. Espectro local de aceleraciones en la Zona 1-Cerros. (Tomado del EMS de Bogotá, 1997)

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 A_m); vale la pena aclarar que este valor de aceleración se encuentra dentro del rango de los valores propuestos por la literatura (ver Ilustración 4)

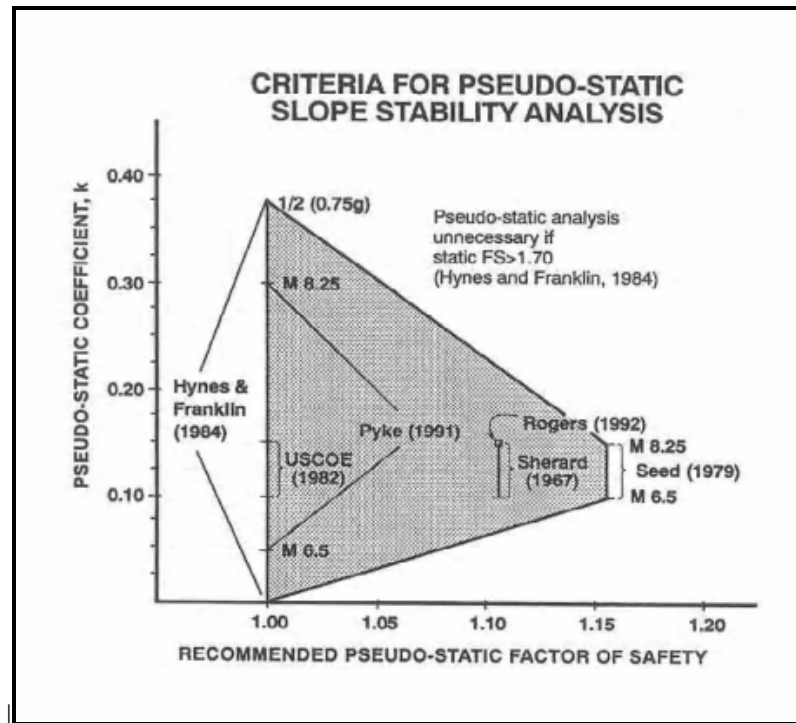


Ilustración 4. Rangos aproximados del coeficiente sísmico pseudo-estático "k" para factores de seguridad mínimos propuestos en la literatura (referencias sobre el diagrama) ¹⁰

7. MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

A partir de los trabajos y estudios temáticos básicos presentados en los numerales 2 a 0 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 las obras de mitigación de la amenaza por FRM, conducentes a disminuir el riesgo en la zona de estudio.

¹⁰ Tomado de Special Report 117 – California Geological Survey - "Guidelines for evaluating and mitigating seismic hazards in California".

7.1. CONSIDERACIONES GENERALES

7.1.1. Información temática básica del sitio

- Los materiales rocosos aflorantes en el sector de estudio y alrededores, están constituidos por materiales de la Formación Regadera del Conjunto Inferior: areniscas, de grano medio a muy grueso, con intercalaciones lenticulares de conglomerados finos, en estratificación gruesa, en general muy friables, en sectores deleznales, de baja cementación y consolidación, con intercalaciones delgadas de arcillolitas y limolitas, de variados colores; estas rocas son en general de resistencia blanda, con niveles duros. El macizo se presentan en general, altamente meteorizado, con desarrollo de suelo residual, de textura areno-limosa, con espesores hasta de 1,5 m aproximadamente.
- Los estratos rocosos presentan buzamientos en dirección contraria a la pendiente topográfica de la ladera, es decir en posición favorable a la estabilidad del talud (con buzamientos del orden de 12°).
- Las rocas anteriormente descritas, en el área de estudio se encuentran cubiertas en sitios puntuales y aislados por suelos residuales y depósitos de origen antropogénico, resultantes principalmente de de escombros y residuos de las actividades del desarrollo urbanístico, con espesores muy bajos menores a los 2 m.
- Los terrenos del sitio y sus alrededores presentan: **i)** laderas en contrapendiente, es decir aquellas en los cuales el buzamiento de los estratos rocosos tienen una dirección contraria a la pendiente topográfica de las laderas, **y ii)** laderas explanadas, resultantes principalmente de las actividades mineras antiguas (canteras), para la explotación de fuentes de materiales.

- En cuanto a las características hidrogeológicas, se tiene que las rocas por su composición litológica (areniscas, de textura gruesa y friables, con intercalaciones de arcillolitas y limolitas), pueden conformar acuíferos semiconfinados, originados principalmente por recarga proveniente de la escorrentía superficial de aguas lluvias y de las aguas originadas por desperdicios, los cuales pueden producir sobresaturación de los materiales tanto de macizo rocoso como suelos, propiciando y originando por consiguiente movimientos de remoción en masa como los presentados en el sitio de estudio.

7.1.2. Caracterización de los procesos de inestabilidad

Los procesos de inestabilidad presentados en el sitio corresponden a movimientos de remoción en masa recientes, de carácter puntual, caracterizados por deslizamientos en el suelo residual y la roca meteorizada, que originó desprendimientos y caídas de bloques de suelo y rocas, los cuales se depositaron en la parte inferior del sitio de estudio.

Los procesos de inestabilidad, se presentaron en dos épocas diferentes, en 1998 en el talud occidental y hacia finales de 2006 en el talud oriental; la geoforma afectada y sus causas son similares, ya que ellos se han presentado en taludes subverticales, producto de la explotación de materiales (antiguas canteras), constituidos por suelos residuales de la arenisca, afectados por saturación del material producto de las aguas de la EAAB, para el caso de 1998, o aguas lluvias, para el caso del año 2006.

Debido a la emergencia ocasionada por el movimiento del año 1998, se reasentaron en la zona tres (3) viviendas, y se construyeron las obras de mitigación de riesgos existentes.

Como producto del movimiento de remoción en masa del año 2006, se originó un depósito de Coluvión Reciente, acumulado en la parte inferior del escarpe rocoso inestabilizado del sector oriental, constituido por materiales matriz-soportados: bloques y fragmentos rocosos de composición arenácea, dentro de una matriz areno-limosa, de color amarillo-anaranjado, sueltos a muy sueltos. Su espesor oscila entre 0,5 m y 1,5 m, aproximadamente.

Como causas posibles sobre la ocurrencia de los fenómenos de inestabilidad se tienen, la saturación del los suelos presentes en ladera de composición predominantemente arenácea, originada por la infiltración de aguas, combinada con los taludes subverticales dejados por las actividades de las canteras antiguas.

7.2. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

La zona de estudio se ha dividido en dos sectores, tal como se presenta en el Plano GE183-PL-RJ2-05, a saber:

7.2.1.Sector occidental

Ubicado en la parte occidental del área de estudio, la cual se caracteriza por presentar una topografía de pendientes altas en la cara del talud, soportada por obras de contención como: gaviones en el pie del talud, revestimiento en piedra pegada y obras de drenaje superficial (cunetas), obras que fueron realizadas después del evento ocurrido en el año de 1998. En la parte alta del talud, se encuentran tres (3) lotes producto del reasentamiento de igual número de familias (ver Tabla 1 en el numeral 1.10).

En la corona del talud se realizaron dos sondeos (SM-3 y SM-4) y un apique (AP-1), donde se evidencia la presencia de relleno ingenieril, la cual corresponde a las capas de base y subbase compactados sobres suelos residuales para el desarrollo de construcciones de vivienda y vías de acceso, donde antiguamente se encontraban emplazadas 3 viviendas con alturas desconocidas. En este sector,

actualmente no se evidencian problemas de inestabilidad. El perfil típico de este sector se presenta en el Plano GE183-PL-RJ2-05.

7.2.2. Sector oriental

Sector localizado en el costado occidental del área de estudio, con un talud de pendiente alta y una altura de aproximadamente 9 m, donde hacia finales del año 2006 se presentó un deslizamiento, con desprendimiento y caída de suelos y bloques y cantos de roca, que afectaron la transitabilidad de la Calle 17A. En esta zona se realizaron dos sondeos en la corona (SM-2 y SM-5) y uno en el pie del talud (SM-1) y apiques en la parte intermedia (AP-2) y baja (AP-3) del mismo.

En la corona del talud hay presencia de un relleno ingenieril, seguido del emplazamiento de una vivienda de 5 niveles sobre materiales producto de la meteorización de los componentes de la roca en situ, areno limoso de consistencia blanda. En la parte intermedia de talud se encuentran depósitos de roca blanda, correspondiente a la Formación Regadera constituida por areniscas muy friables con una superficie altamente meteorizada e intercalaciones de arcillolitas. En la parte baja del talud aparecen depósitos de coluvión recientes resultantes de los procesos de remoción en masa (deslizamientos, desprendimientos y caídas de bloques de suelo y rocas), matriz soportados, constituidos por fragmentos y bloques de areniscas embebidos en una matriz areno-limosa, suelta a muy suelta.

7.3. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA

En la zona de estudio, se encuentran básicamente tres (3) tipos de materiales: suelos residuales, roca blanda meteorizada y roca blanda sana. Los materiales descritos como depósitos coluviales (ver numeral 4.3.1.1.2), son el producto de la depositación del material deslizado, y para consideraciones prácticas, se puede suponer que tienen las características de resistencia residual del suelo residual. De otra parte, los materiales denominados depósitos antropogénicos (ver

numeral 4.3.1.1.3), debido a su poco espesor, no se consideran dentro del modelo de análisis de estabilidad ya que no tienen una mayor influencia sobre ésta.

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-RJ2-05).

7.3.1.Suelo residual

Material presente en la parte media-alta del sitio de estudio producto de la meteorización y alteración de los componentes en *situ*, de color gris oscuro, de textura areno-limosa y de consistencia blanda a muy blanda, con espesores que oscilan entre 0.3 y 1.0 m. la roca parental corresponde a las areniscas con intercalaciones de arcillolitas de la Formación La Regadera Conjunto Inferior (E2ri). Sus propiedades índice e in-situ se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13. Propiedades índice e in-situ del suelo residual

PROPIEDAD	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO	VALOR PROMEDIO
Humedad natural, Wn	23%	11%	17%
Límite líquido, LL	34%	19%	26.5%
Límite plástico, LP	21%	15%	18%
Índice de plasticidad, IP	14%	4%	9%
Pasa T-200	93%	42%	67.5%

Los parámetros de resistencia utilizados para el suelo residual son el resultado de promediar los cortes directos realizados sobre muestras del Apique No.1 (Muestra 1) y el apique No.3 (Muestra No.1):

Tabla 14. Parámetros de resistencia del suelo residual

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR
Ángulo de fricción	\emptyset	12°
Cohesión	C'	37 KN/m2

7.3.2.Roca blanda meteorizada

Material perteneciente a la Formación La Regadera Conjunto Inferior (E2ri), constituida por una secuencia interestratificada de areniscas de color gris amarillento y naranja-rojizo por meteorización, de grano fino a muy grueso con esporádicas intercalaciones de conglomerados finos de resistencia blanda. Las areniscas se presentan en general muy friables, en sectores deleznales con niveles duros medianamente a altamente fracturadas.

Tabla 15. Propiedades índices e in-situ del suelo residual

DESCRIPCION	MAX.	MIN.	PROMEDIO
WN	23%	6%	14.5%
LL	33%	18%	25.5%
LP	20%	14%	17%
IP	16%	3%	9.5%
IC	3.1	1.1	2.1
Pasa T - 200	90%	12%	51%

Los parámetros de resistencia utilizados para la Roca Blanda son el resultado del Cortes Directos del Apique No.2 (Muestra 1):

Tabla 16. Parámetros de resistencia del suelo residual

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR
Ángulo de fricción	\emptyset	29°
Cohesión	C'	30.19 KN/m2

En los resultados de exploración del suelo del subsuelo se identificaron humedades naturales bajas debido a que estos se realizaron en periodos climáticos secos sin embargo, los problemas de inestabilidad en la zona son producto de factores detonantes y contribuyentes como las altas pendientes e intensas precipitaciones en la ladera.

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 (τ_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 17.

Tabla 17. Parámetros geomecánicos utilizados en los modelos LEM

Material	Ángulo de fricción interna (ϕ')	Cohesión efectiva (c')	Peso unitario (γ)
Suelo residual	12°	37 kPa	19 kN/m ³
Roca blanda meteorizada	29°	30 kPa	21 kN/m ³
Roca blanda sana ¹¹	Resistencia infinita		21 kN/m ³

¹¹ Para efectos de los cálculos de estabilidad, y teniendo en cuenta que la roca sana tiene propiedades geotécnicas mucho mayores a la de la roca meteorizada y el suelo residual,

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, el valor del coeficiente de aceleración pseudo-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/m² por piso.

7.4.1.4. Perfiles típicos

Los perfiles típicos de análisis se presentan en el Plano **GE183-PL-RJ2-05**.

7.4.2. Análisis retrospectivo

Con base en las condiciones geomorfológicas de la ladera se realizó un retroanálisis con condiciones topográficas anteriores al deslizamiento ocurrido a finales del año 2006¹², 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 (ver Anexo D1)

se optó en el modelo tomarla como de resistencia infinita, lo cual es válido teniendo en cuenta que las fallas rotacionales son poco probables en un macizo rocoso competente.

¹² *Se supusieron unas condiciones topográficas, teniendo en cuenta la descripción del problema y las fotografías existentes en los conceptos técnicos emitidos por el DPAE y cuyo resumen se presentó en el numeral 1.10.*

Tabla 18. Resultados de los análisis retrospectivos

ESCENARIO	FS
Nivel freático abatido (talud seco) y sin sismo	1.77
Agua freática intermedia, sin sismo	1.74
Talud saturado, sin sismo	0.99

Teniendo en cuenta lo anterior se puede concluir que, el talud con los parámetros de resistencia¹³ y bajo las condiciones tanto topográficas como estratigráficas definidas, falla cuando se satura; este resultado es congruente con los fenómenos presentados, confirmándose la validez del modelo geológico – geotécnico planteado.

7.4.3. Condición actual

7.4.3.1. Sector oriental

Se realizó un análisis de la situación actual (ver Anexo D2) para el perfil típico del sector oriental (ver Sección B-B del Plano GE183-PL-RJ2-05), teniendo en cuenta los parámetros geomecánicos descritos anteriormente, obteniéndose los factores de seguridad presentados en la Tabla 19.

Tabla 19. Resultados análisis de estabilidad situación actual (sector oriental)

ESCENARIO	FS
Nivel freático abatido (talud seco) y sin sismo	1.55
Nivel freático abatido (talud seco) y con sismo	1.29
Talud saturado, sin sismo	1.12
Talud saturado, con sismo	0.92

¹³ Ver numeral 7.4.1.3.

7.4.3.2. Sector occidental

Hacia el costado occidental se presenta una topografía de pendientes altas en la cara del talud, soportadas por obras de contención como: gaviones en el pie del talud y una combinación entre gaviones y muro en piedra pegada en la parte intermedia del talud; en la zona no se evidencia problemas geotécnicos ni rasgos de inestabilidad en la zona por lo tanto este sector se considera estable; sin embargo dicha obras pueden ser susceptibles ante la presencia de sismo y cargas adicionales no contempladas.

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 20, teniendo en cuenta lo expuesto en la Resolución 227 del 13 de julio de 2006 en el numeral 3.4.

Tabla 20. 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 21. Factores de seguridad mínimo para estructuras de contención según la NSR-98

Solicitud	Factor de seguridad mínimo ¹⁴	
	Suelos cohesivos	Suelos granulares
Deslizamiento	2,0	1,5
Volteo	2,0	3,0
Capacidad portante	2,5	2,5

8.2. PLANTEAMIENTO 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 reconfiguración 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

¹⁴ Para el caso en estudio se adoptan como suelos granulares.

- Limpieza del talud retiro de material rodado
- Excavación mecánica
- Construcción de muros en concreto de 3000 psi de 3,0m de altura
- Relleno con material de excavación
- Anclajes
- Construcción de muro en tierra armada con geomalla TT060 o similar
- Construcción de muro en gaviones
- Empradización con Ecomatrix
- Construcción de filtros con geodren planar y tubería de 4" de diametro perforado
- Construcción Cunetas y descoles en concreto
- Construcción de cajas de inspección en mampostería y pañete impermeabilizado.
- Demolición de pavimento en concreto.
- Instalación de tubería conectora a pozo de 12" de 10m de longitud aprox.
- Reconstrucción pavimento en concreto
- Construcción de escaleras
- Construcción de sardinel
- Suministro e Instalación de baranda tipo IDU M-80
- Construcción de placa en adoquín de arcilla.

8.2.2.Alternativa 2

- Localización y replanteo
- Aislamiento y Protección de la zona a intervenir en repisa y lona verde
- Limpieza del talud retiro de material rodado
- Excavación mecánica
- Construcción de muros en concreto de 3000 psi de 4,0m de altura
- Relleno con material de excavación
- Anclajes
- Construcción de muro en tierra armada con geomalla TT060 o similar
- Empradización con Ecomatrix
- Construcción de filtros con geodren planar y tubería de 4" de diametro perforado
- Construcción Cunetas y descoles en concreto

- Construcción de cajas de inspección en mampostería y pañete impermeabilizado.
- Demolición de pavimento en concreto.
- Instalación de tubería conectora a pozo de 12" de 10m de longitud aprox.
- Reconstrucción pavimento en concreto
- Construcción de escaleras
- Construcción de sardinel
- Suministro e Instalación de baranda tipo IDU M-80
- Construcción de placa en adoquín de arcilla.

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 22.

Tabla 22. Factores de seguridad condicionales para las alternativas planteadas

ALTERNATIVA	FACTOR DE SEGURIDAD	
	Escenario: seco sin sismo	Escenario: seco con sismo
1	2,04	1,45
2	2,11	1,63

Para garantizar los escenarios estudiados, se debe mantener seco los taludes, por lo menos hasta el contacto con la roca meteorizada; esto se puede lograr colocando un geodrén planar entre la superficie de excavación y el material de relleno.

8.4. DISEÑOS DE LAS ESTRUCTURAS PLANTEADAS

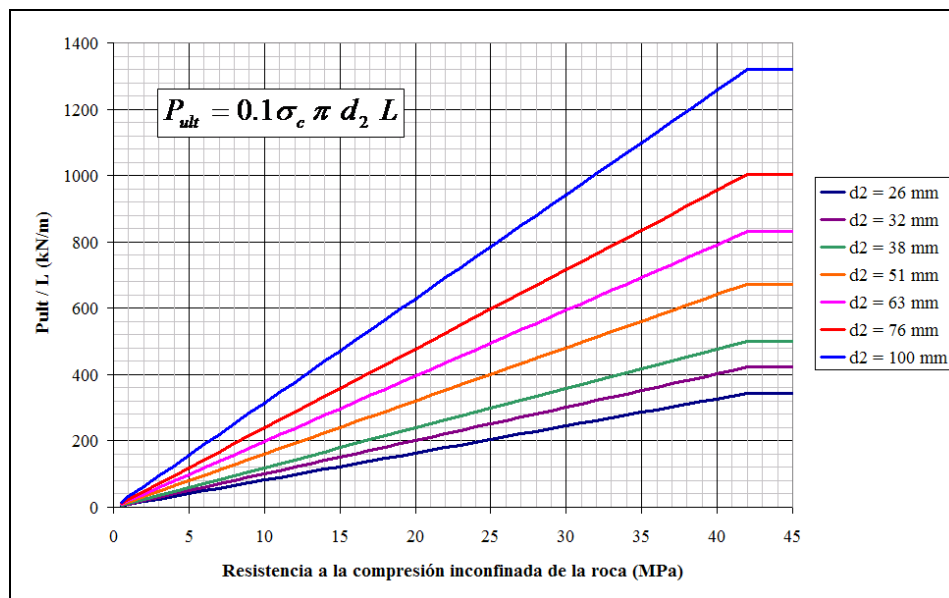
8.4.1. Muros en concreto anclado

8.4.1.1. Diseño estructural

En el Anexo E1 se presenta el diseño estructural de los muros de concreto reforzado y anclados.

8.4.1.2. Diseño de anclajes

Debido a que no se cuenta con pruebas de carga en pernos o anclajes, para determinar la longitud de empotramiento de estos elementos se utilizó la fórmula empírica propuesta por Littlejohn y Bruce (1975), cuyos resultados se resumen en la Gráfica 3.



Gráfica 3. Carga última para anclajes y pernos en roca (Littlejohn y Bruce, 1975)

Donde d_2 y L son el diámetro y longitud del pilote, respectivamente, y σ_c la resistencia a la compresión confinada de la roca. Para el tipo de roca encontrada

(areniscas de la Formación Regadera) se estimó conservadoramente una resistencia a la compresión inconfiada de 2,5 MPa, obteniéndose cargas admisibles (con un factor de seguridad de 2,5) en los anclajes (diámetros de la perforación del orden de 5") de 40 kN/m; las cargas de trabajo de los anclajes generalmente utilizados en la ciudad de Bogotá son de 400 a 600 kN (4 a 6 torones), con estas cargas de trabajo y de acuerdo con los criterios presentados anteriormente, las longitudes de empotramiento para los anclajes son de 10 a 15 m (para cargas de 400 kN y 600 kN, respectivamente).

8.4.2. Diseño de muros en gaviones

En el Anexo E2 se presentan los análisis de estabilidad del muro de gaviones planteado para la Alternativa 1.

Los gaviones se fabricarán con mallas (de triple torsión y escuadradas 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.

8.4.3. Diseño de muros en tierra armada

En el Anexo E3.1 se presenta el análisis de estabilidad del muro en tierra Armada para la Alternativa 2.

8.4.4. Resumen de los resultados de los análisis de estabilidad

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

Tabla 23. Factores de seguridad de las diferentes estructuras proyectadas

ALTERNATIVA	ESTRUCTURA	SOLICITACIÓN	FS	
			CON SISMO	SIN SISMO
1	MURO DE GAVIONES	Deslizamiento	5,15	6,19
		Volteo	5,29	6,00
		Capacidad portante	3,22	8,26
1	MURO DE CONCRETO ANCLADO	Deslizamiento	1,5	>1,5
		Volteo	2	>2
		Capacidad portante	> 3	>3
2	MURO DE CONCRETO ANCLADO	Deslizamiento	1,5	>1,5
		Volteo	2	>2
		Capacidad portante	>3	>3

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-RJ2-05** a **GE183-PL-RJ2-10**).

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 tres (3) meses.

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 AIU¹⁵

En el **ANEXO F** se presenta el cálculo del porcentaje de AIU, el cual se estableció en un 48,50% para la Alternativa 1 y un 41,00% para la Alternativa 2 del costo directo de la obra, discriminado tal como se presenta en la Tabla 24.

Tabla 24. Discriminación del AIU

Item	Alternativa 1 (%)	Alternativa 2 (%)
Administración	42,50	35,00
Imprevistos o riesgos	1,00	1,00
Utilidad	5,00	5,00

Los costos administrativos se calcularon bajo las siguientes consideraciones:

- ✓ Se debe contar con un Director de Obra, con una dedicación del 25%.

¹⁵ *Administración, imprevistos y utilidades*

- ✓ 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 15%.
- ✓ Los impuestos son los de ley¹⁶ a excepción del IVA¹⁷, 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 25.

Tabla 25. Costo aproximado de las alternativas planteadas

Alternativa	Costo directo	AIU	Costo compra de predios	Costo total
Alternativa 1	\$ 81.134.491	48,5%	\$0	\$ 120.484.719
Alternativa 2	\$ 112.235.895	41,0%	\$0	\$ 158.252.612

Adicionalmente a los costos de las obras, se debe tener en cuenta que el costo de la Interventoría es aproximadamente el 15% del valor de la obra¹⁸.

¹⁶ 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%).

¹⁷ Este tipo de obras está exento del IVA.x

8.6. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

Las obras propuestas fueron ubicadas en el mapa de zonas homogéneas del barrio Río de Janeiro (ver **ANEXO I**), y se observaron los siguientes aspectos:

- ✓ Las obras propuestas se encuentran dentro del predio de la señora Ana de Forero y Nancy Forero con dirección Carrera 17A No.33b-50 Sur, sin embargo, esta vivienda se encuentra demolida y sus propietarios están incluidos en el programa de Reubicación de familias en alto riesgo no mitigable; la misma situación presenta la viviendas localizadas en la Carrera 17 No.33B-39, Carrera 17 No.33B-55 y la Calle 34 Sur No.17-04. Lo anterior, según el Diagnostico No. DI-1446 y el Concepto Técnico No. CT-3861 emitido por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (ver fichas prediales en el **ANEXO J** "listado de familias reasentadas").
- ✓ El área de estudio hace parte del Desarrollo Río de Janeiro – El Pesebre cuyo plano aprobado es el RU.6/4-01, para el que se determinó que la Carrera 17, la carrera 17^a y la calle 34 Sur, se encuentran incluidas en el cuadro de zonas de cesión y de igual forma hacen parte del inventario de zonas de uso público del Distrito Capital. Teniendo en cuenta lo anterior, se determina que la carrera 17A, Carrera 17 y la Calle 34 Sur, corresponden a vías peatonales.
- ✓ Las obras propuestas contemplan la demolición y reparación de un tramo de la Carrera 17A, con el objeto de conducir las aguas provenientes de las obras de drenaje propuestas hacia el pozo de alcantarillado ubicado sobre la Carrera 17^a. Se debe solicitar el permiso correspondiente ante la entidad competente (IDU o Alcaldía Menor), para realizar la intervención de la vía.

¹⁸ 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.

- ✓ Las obras propuestas no presenta interferencia alguna en las redes de servicio público como: Redes de acueducto, alcantarillado, telefonía, gas domiciliario entre otros.

Cabe resaltar que, para la elaboración del análisis de la viabilidad predial de las obras propuestas en el sector consultó el Sistema de Información para la gestión de Riesgo y Atención de emergencia de Bogotá (SIRE), el Mapa Interactivo del Acueducto de Bogotá, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencia de Bogotá (DPAE) y el Radicado No. 2007ER19101 del 17-12-2007 de la Defensoría del Espacio Público (ver **ANEXO I**).

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, y ambas presentan una igual viabilidad técnica, predial y de servicios, por lo que se recomienda a la entidad contratante realizar la obra más económica que en este caso es la Alternativa 1.

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 comprensión 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 con la comunidad, para dar cumplimiento a cabalidad con la ejecución de las obras de estabilización geotécnica en el barrio Río de Janeiro.

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 26 (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 26. Personal social requerido por el contratista

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) días 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 2.5 meses 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 \$10.000.000 incluido el IVA.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados de reconocimiento geológico y geotécnico, la zona de estudio está compuesta por suelos residual, depósitos de coluvión reciente y de origen antropogénico con espesores entre 0,3 y 1,5 m aproximadamente y rocas blandas constituidas por una secuencia interestratificada de areniscas, de color gris amarillento y naranja-rojizo por meteorización, de grano fino a muy grueso, con esporádicas intercalaciones lenticulares de conglomerados finos, de resistencia blanda, con desarrollo de suelos residuales de espesores entre 1,0 y 1,5 m aproximadamente.

De acuerdo en los antecedentes y evolución del problema, en el sector se presentó Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) tipo desprendimiento de suelo y roca (de tamaño variable) en un talud de aproximadamente 9 m de altura, con avanzados problemas de erosión y meteorización de la roca en la parte alta.

Como resultado de estos estudios se concluye que la causa de los problemas por fenómenos de remoción en masa se debe a los siguientes factores: altas pendientes que tiene la ladera, erosión y meteorización de la roca madre y saturación del material.

Para disminuir la amenaza se plantearon dos alternativas que conllevan a la reconformación del talud, evitando la erosión y meteorización de la roca mediante la construcción de estructuras de contención tipo muro de concreto anclado, muro en tierra reforzado y gaviones, y manejo de aguas subsuperficiales.

Teniendo en cuenta los análisis presentados, se recomienda llevar a cabo la construcción de la denominada Alternativa 1, que consiste en (ver Planos GE183-PL-RJ2-06):

- Aislamiento y Protección de la zona a intervenir H= 2.0 m en repisa y lona verde
- Excavación mecánica en material común
- Construcción muro en gavión (Incluye suministro de malla, Formaleta y piedra rajón según especificación)
- Empradización con cespedón (Incluye suministro y colocación del material +Tierra negra + estación + malla gallinero)
- Suministro e Instalación de Geotextil NT-2000
- Concreto de 3000 psi para muro de contención
- Suministro y colocación acero de refuerzo de 60000 psi
- Suministro y compactación de recebo estabilizado mecánicamente con Geomalla Tipo TT060
- Anclajes inyectados de 40 Ton
- Construcción de Filtro con geodren planar (Incluye suministro e instalación)
- Tubería PVC Ø=4" ranurada(Incluye suministro e instalación del material)
- Construcción de cajas de inspección en mampostería y pañete impermeabilizado Tipo 1 de (1,0x1,0x1,5) m. (Incluye Marco y Tapa)
- Cunetas en concreto reforzado (Incluye suministro e instalación del material y solado e=0.25 m)

- Suministro e Instalación de Tubería PVC Ø=12" para conducción a pozo principal (Incluye relleno con material seleccionado, compactación, transporte de los materiales al sitio de ejecución de los trabajos)
- Relleno con material procedente de excavación (Incluye compactación)
- Relleno con material seleccionado (Incluye Suministro y compactación de recebo B-200)
- Retiro de material que no puede ser usado como relleno al sitio de disposición final, Localizada aproximadamente a 10 Km. de la obra (Incluye cargue y disposición en escombrera autorizada).
- Suministro e instalación de barandas Tipo IDU M-80
- Suministro e instalación de adoquín en arcilla (Incluye Corte, Sello de arena y confinamiento)
- Construcción de sardinel en concreto de 3000 PSI
- Construcción de escaleras en concreto de 3000 PSI (incluye acero de refuerzo)
- Demolición de pavimento en concreto (Incluye transporte sitio de disposición)
- Reconstrucción pavimento en concreto (Incluye transporte sitio de ejecución de los trabajos)

Se recomienda a la entidad ejecutora que revise la situación jurídica de los predios que se relacionan en el **anexo J** "listado de predios afectados por las obras de mitigación de riesgo", los que se encuentran ya reasentados según el SIRE.

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 topográficas del sector de estudio; si durante los trabajos de construcción se llegan a encontrar características diferentes a las aquí mencionadas se deberá dar aviso a GEOCING LIMITADA, con el fin de verificar las hipótesis de diseño y las características topográficas del sector, y determinar si aplican para la época de realización de las obras.

GEOCING LIMITADA 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 derive.