INDICE GENERAL

Página

1 GENERALIDADES 1

1.1 ALCANCE DEL ESTUDIO 1

1.2 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS 2
1.2.1 Recopilación y análisis de la información secundaria 2
1.2.2 Elaboración de la cartografía base e investigación del subsuelo 3
1.2.3 Levantamiento de la información base y temática e Implementación del Sistema de Información 4
1.2.4 Evaluación de la Estabilidad y amenaza 6
1.2.5 Evaluación de la Vulnerabilidad y el Riesgo 6
1.2.6 Planteamiento de alternativas de mitigación y prevención 6
1.2.7 Diseño de obras de mitigación 7
1.2.8 Elaboración de cantidades de obra, presupuesto y especificaciones 7
1.2.9 Elaboración y documentación de informes técnicos 7

1.3 ORGANIZACIÓN DEL INFORME 7

CAPITULO 1

INTRODUCCION Y GENERALIDADES

1 GENERALIDADES

El Barrio Villas del Recuerdo, objeto del presente estudio, se encuentra localizado al sur oriente de la Ciudad de Santafé de Bogotá, localidad de Rafael Uribe Uribe, y hace parte de desarrollos urbanísticos no planificados levantados en las áreas periféricas de los cerros de la ciudad en las últimas tres décadas, debido a la presión sobre el uso del suelo que se ha ejercido y a la falta de un ordenamiento de la ciudad. El sector se urbanizó sobre un antiguo frente de explotación de materiales para construcción en forma sistemática al cambio del uso del suelo que sufrió la zona (de uso minero a uso urbano) y en la actualidad cuenta con una cobertura de servicios públicos deficiente, especialmente en los sistemas de acueducto y alcantarillado y pavimentos locales. La *Figura No. 1.1* localiza la delimitación geométrica del área estudiada dentro de la Ciudad.

El avance anti-técnico de los frentes de explotación sin ningún tipo de reconformación sumado al proceso de urbanización antes descrito, han configurado una problemática de riesgo por fenómenos de remoción en masa que han venido afectando la comunidad en forma periódica y que se agudiza en épocas invernales, y que motivó el presente estudio mediante el Contrato de Consultoría, entre el DPAE e Investigaciones Geotécnicas Ltda No. CCS 558/99.

1.1 ALCANCE DEL ESTUDIO

La problemática anteriormente mencionada fue la base para establecer el objetivo de este estudio. Con base en los estudios básicos de análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa del sector, se plantean las acciones o medidas de mitigación necesarias para prevenir y/o mitigar los niveles de riesgo a que está expuesta la comunidad.

De acuerdo con lo anterior se establecieron como objetivos específicos del estudio los siguientes:

1. Desarrollar una caracterización geotécnica de la zona, e identificar los diferentes procesos y mecanismos de falla que se presentan en ella, así como sus agentes detonantes.

2. Establecer una Zonificación de la Amenaza del sector por fenómenos de remoción en masa y evaluar la vulnerabilidad de la infraestructura y de la población de la zona, frente a cada fenómeno amenazante.

3. Analizar la condición de Riesgo por fenómenos de remoción en masa de la infraestructura y de la población del sector.

4. Determinar y evaluar diferentes alternativas de mitigación, entre ellas, la reubicación de familias, desarrollo de obras de protección y/o control y aprovechamiento del espacio para crear zonas verdes y de recreación.

5. Diseñar y establecer las cantidades de obra, presupuesto y especificaciones técnicas de la alternativa de mitigación más favorable para el sector, desde el punto de vista técnico, económico, urbanístico y social.

1.2 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Los pasos seguidos para adelantar el estudio y alcanzar los objetivos propuestos se enuncian a continuación:

1. Recopilación y análisis de la información secundaria.
2. Elaboración de la cartografía base e investigación del subsuelo.
3. Elaboración de la cartografía temática e Implementación del Sistema de Información.
4. Evaluación de la estabilidad y amenaza.
5. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo.
6. Planteamiento de alternativas de mitigación y prevención.
7. Diseño de obras de mitigación.
8. Elaboración de cantidades de obra presupuesto y especificaciones.
9. Elaboración y documentación de informes técnicos.

1.2.1 Recopilación y análisis de la información secundaria

Recopilación de Información. Comprende la obtención de cartografía básica y fotografías aéreas, así como la recopilación, análisis y evaluación de toda la información temática disponible, general y específica, especialmente los estudios de características similares que ha adelantado la DPAE en la zona donde se enmarca el área estudiada y que se encuentran en instituciones como: DPAE, INGEOMINAS, IGAC, DAMA, PLANEACION DISTRITAL, INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA., etc. Dicha información incluyó, entre otros, temas tales como: geología, suelos, geomorfología, hidrología, clima, vegetación, geotecnia, actividad sísmica y registro histórico de la ocurrencia de eventos de inestabilidad.

Con relación a las características geológicas y geotécnicas de la zona estudiada, se recopilaron todos los estudios posibles de características similares que se han realizado en el

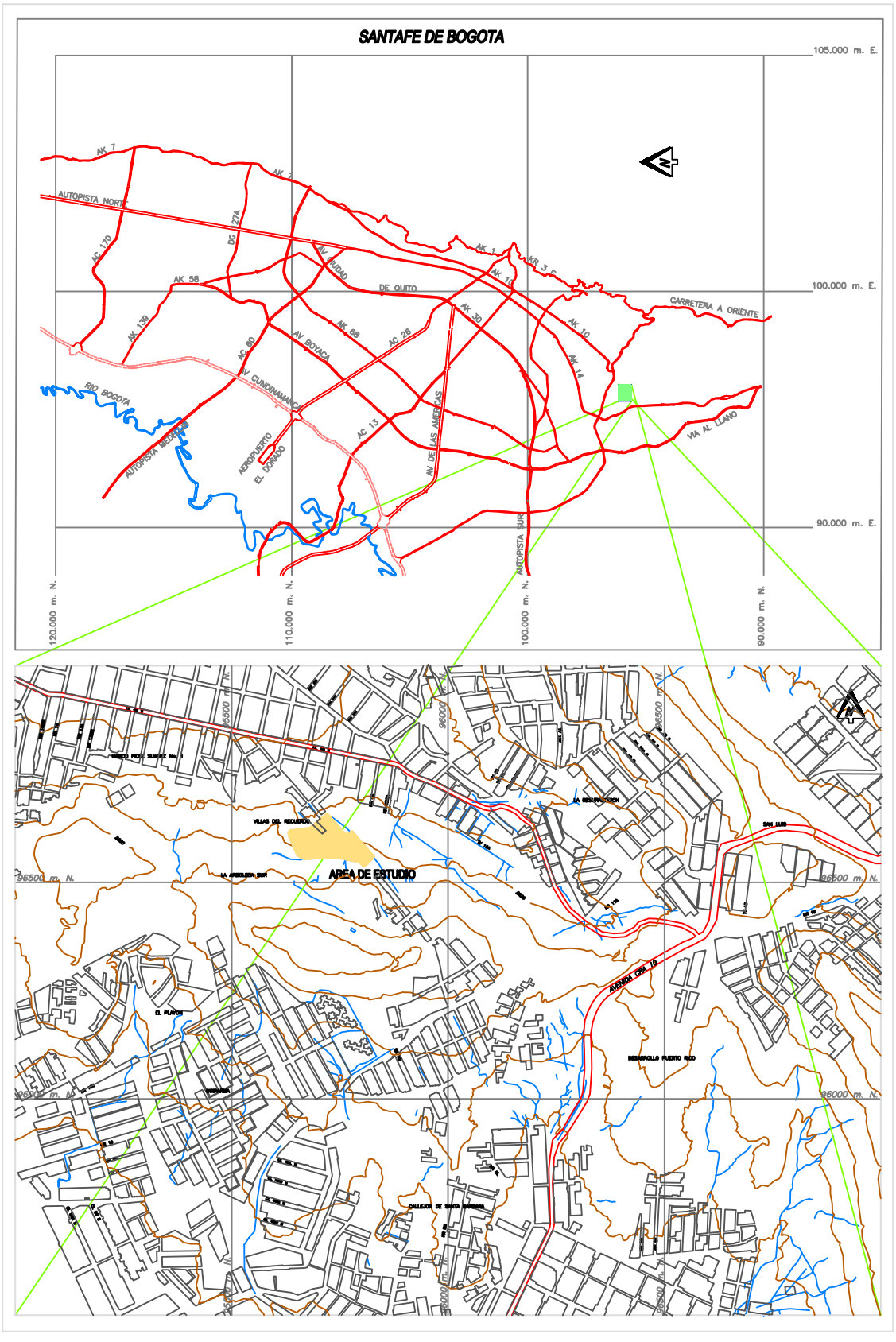


FIGURA 1.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

sector, los cuales permitieron complementar el conocimiento geotécnico de los materiales que conforman los taludes a estudiar. Por ejemplo, sectores de Playón Playita, Luis López de Mesa, la Carolina y Mirador de Marruecos, entre otros. (*Ver Referencias Bibliográficas*).

Reconocimiento del área de estudio. Con base en la actividad anterior se hizo un reconocimiento del área por parte de todos los profesionales involucrados con el propósito de realizar el diagnóstico conceptual ajustado de la problemática del área y definir en forma concreta las tareas de campo planteadas.

1.2.2 Elaboración de la cartografía base e investigación del subsuelo

Se realizó el levantamiento topográfico de la zona, destacando los aspectos del relieve local que involucran las franjas críticas de estabilidad, lo que facilitó la definición del modelo estratigráfico y el análisis de estabilidad. Se radiaron elementos como las vías y edificaciones que se encuentran dentro del área de estudio, con el fin de evaluar cualitativamente su grado de exposición ante el fenómeno amenazante. El levantamiento altimétrico y planimétrico fue muy preciso y fue realizado con base en secciones transversales sobre los principales escarpes o frentes de explotación más críticos para su análisis geotécnico. Inclusive, para una mejor definición de la geomorfología se generaron curvas cada 50 centímetros.

Se consideró 1:500 como escala de trabajo. El levantamiento incluyó la localización de viviendas, vías y otros detalles que se consideraron pertinentes. Para el levantamiento topográfico se utilizó una estación electrónica de alta precisión y se colocaron tres mojones de referencia para el amarre con las coordenadas geográficas del IGAC. Es importante destacar el análisis multitemporal hecho a partir de dos modelos digitales del terreno: uno con la topografía actual y otro con la cartografía existente del IGAC, sobre planchas 1:2000.

Como parte inicial y base de la exploración del subsuelo, se desarrolló una interpretación de fotografías aéreas y un trabajo de campo de reconocimiento de la geología local, haciendo énfasis en geología para ingeniería; para ello, se caracterizaron en cada uno de los sitios de estudio: las unidades de roca, suelo y depósitos antrópicos que afloran, así como el grado de fracturamiento, espesores de estratificación y bancos de afloramiento. Se hizo especial énfasis en los afloramientos del macizo rocoso expuestos en los cortes mineros.

Posteriormente, se estudiaron los factores tectónicos más sobresalientes a nivel regional y local, como fallas, lineamientos y pliegues, y se consideró su influencia en la estabilidad, al igual que la influencia de los planos de debilidad en la estabilidad de los diferentes taludes. Para ello, se realizó un levantamiento estructural que permitió conocer la orientación promedio (rumbo y buzamiento), y características como persistencia, espaciamiento, abertura, relleno y rugosidad de los planos de diaclasamiento.

Teniendo en cuenta las características geológicas del sector estudiado, se consideró adecuado que el programa de exploración contemplara el levantamiento cuidadoso de los afloramientos y escarpes, identificando su tipo, espesores y condición local de la roca y de los suelos; Las anteriores labores se apoyaron con un programa de exploración con base en trincheras y apiques y la obtención de muestras representativas de los materiales encontrados sobre las cuales se adelantaron pruebas de clasificación y de resistencia al corte.

Igualmente, en la zona del mayor deslizamiento activo, se adelantaron perforaciones con equipo mecánico de avance con percusión y lavado y se complementaron con ensayos *In situ* de Penetración Estándar.

El conocimiento del contexto estructural junto con la inspección geológica, y los resultados de la exploración del subsuelo permitieron definir el modelo estratigráfico y geotécnico y la realización de una adecuada clasificación de los diferentes taludes. Para el área que nos ocupó se contempló dentro de la exploración un levantamiento geomorfológico que consistió en el inventario de fenómenos de remoción en masa y especialmente de procesos erosivos que contribuyen a la inestabilidad de la zona. El trabajo de inventario fué rápido, sencillo y objetivo.

1.2.3 Levantamiento de la información base y temática e Implementación del sistema de información.

•**Fotointerpretación.** La interpretación y el análisis temporal de fotografías aéreas permitió obtener la información básica de las condiciones geológicas, geomorfológicas, geotécnicas y uso del área estudiada. Se utilizaron fotografías aéreas existentes a una escala mayor a 1:20.000 de dos épocas diferentes, con un lapso de 20 años de diferencia entre cada una. Con base en la fotointerpretación realizadas, se elaboraron dichos mapas temáticos y se planeó el desarrollo del trabajo de campo.

•***Geología.*** La Fotointerpretación preliminar y el reconocimiento de campo estuvieron orientados a cartografiar detalladamente todos los componentes morfológicos del escarpe, especialmente los cambios litológicos. De igual manera, se desarrolló una interpretación geológica general, especialmente de la tectónica del área. Estos mapas fueron validados con el trabajo de campo.

Como complemento al trabajo de Fotointerpretación, se adelantó el reconocimiento de campo llevando a cabo una comprobación de la cartografía geológica y de las unidades geomorfológicas, realizando levantamientos estratigráficos de las diferentes litologías aflorantes en el área y tomando datos de rumbo y buzamiento de los planos de discontinuidad representados en planos de estratificación y en planos de fracturas. Este levantamiento geológico y geomorfológico se desarrolló a escala 1:250.

- ***Geomorfología y Geotecnia.*** Se identificaron los fenómenos de inestabilidad, con base en un levantamiento detallado de los procesos de remoción en masa. También fueron identificadas y cartografiadas las unidades de roca y demás procesos exógenos activos. Como complemento a lo anterior, se desarrolló un análisis multitemporal cuyo resultado permitió evaluar la dinámica de los procesos de remoción en masa y la evolución morfométrica de las laderas por la acción del hombre.

- **Factores meteorológicos e hidrológicos**. Se logró establecer que el agua participa como un agente detonante y contribuyente a corto y largo plazo, teniendo en cuenta todos los datos disponibles de lluvias y aquellos que puedieron ser extrapolados para la zona de interés, llegando a definir la relación ***lluvia acumulada/deslizamiento***.

- **Sismología.** Con base en el Estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá efectuado por INGEOMINAS - UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, se realizó un análisis de la sismicidad como factor detonante de fenómenos de remoción en masa dentro del área de estudio, haciendo la respectiva calibración de la aceleración horizontal utilizando los resultados del estudio geotécnico y el levantamiento topográfico.

- **Aspectos socioeconómicos y urbanísticos**. Se realizó un análisis que involucró la calidad de vida, ilustrada como la satisfacción de necesidades básicas. Se consideraron entre otros aspectos, tipo de vivienda, salud, educación, fuentes y usos del agua, energía para usos domésticos, manejo de residuos, condiciones de saneamiento, etc., con el objeto de definir la vulnerabilidad del sector.

- **Implementación sistema de información**. Para el análisis e integración de los aspectos que intervienen en la estabilidad de laderas y en la zonificación de riesgo (etapas anteriores), se implementó un Sistema de Información Geográfica, para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

A. ***Análisis y Diseño de la Base de Datos.*** Este primer paso consiste en determinar el contenido de la base de datos, teniendo en cuenta el análisis a realizarse y los productos a obtener.

B. ***Entrada de los datos espaciales.*** Comprende la automatización de la información generada en etapas anteriores, la cual es la que va a alimentar el Sistema de Información Geográfica. Esta etapa incluye la edición de capas, corrección de errores y construcción de topología, trabajando con todos los mapas temáticos para generar las coberturas correspondientes. De acuerdo con el alcance del estudio los mapas a utilizar no tendrán una escala menor a 1:500.

C. ***Entrada de atributos para la base de datos.*** Durante esta etapa, el sistema será alimentado con los datos obtenidos para cada mapa temático. Por ejemplo: el tipo de fenómeno, la actividad, el tamaño, el espesor, los materiales, las características geomecánicas, etc.

D. ***Manejo y manipulación de datos.*** Esta etapa comprende la optimización de los datos para darle entrada al sistema a la información referente a los mapas digitalizados y datos provenientes de otras fuentes.

E. ***Análisis y Modelamiento.*** En esta etapa, se identificaron asociaciones entre las coberturas de entrada para llegar a establecer con certeza el diagnóstico del área de estudio.

1.2.4 Evaluación de la estabilidad y amenaza

Como base de la evaluación de la amenaza, se analizó la cartografía geomorfológica que permitió establecer zonas de comportamientos similares, determinando junto con los resultados de laboratorio, una zonificación geotécnica a escala 1:500. Para esto se empleó la metodología desarrollada por IGL la cual será explicada en el Capítulo 5. Para la elaboración de este ejercicio se emplearon los perfiles topográficos levantados en el estudio topográfico.

1.2.5 Evaluación de vulnerabilidad y riesgo

La evaluación de la vulnerabilidad y riesgo se realizó por tipo de movimiento y solicitación que éste someta al elemento expuesto, (p.e. empujes laterales, impactos o desplazamientos verticales) de acuerdo con el trabajo presentado por **LEONE, 1996** "**CONCEPTE DE VULNERABILITE APPLIQUE A L'EVALUATION DES RISQUES GENERES POUR LES PHENOMENES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN**", en su tesis doctoral.

1.2.6 Planteamiento de alternativas de mitigación y prevención

Con base en los análisis de estabilidad y condición de amenaza establecida y en el estudio de vulnerabilidad de las unidades de vivienda, se plantearon acciones y medidas de mitigación que fueron seleccionadas según un análisis básico de ***beneficio-costo*** mediante árboles de decisión.

Igualmente se establecieron niveles de intervención de los diferentes actores de riesgo para las diferentes alternativas de solución, de tal forma que permita o facilite a la Dirección la toma de decisiones.

Desde el punto de vista de las medidas y obras de control de los procesos identificados y analizados en el área, se hacen las recomendaciones que buscan adicionalmente, mejorar la condición ambiental de los sitos de estudio. De igual manera, se plantearon medidas y/u obras de tipo general y local, con el fin de cambiar y mejorar la actitud de los habitantes frente a su entorno físico, al igual que obras de ejecución de obras de ingeniería tendientes a mejorar las condiciones de estabilidad de las laderas.

1.2.7 Diseño de obras de mitigación

Una vez definidas las medidas de mitigación, se procedió al diseño de las obras de ingeniería y de mejoramiento del medio físico a nivel detallado, haciendo énfasis en las obras de manejo de aguas y de contención o estabilización del fenómeno principal y secundario. Para aquellas zonas de amenaza alta que no presentan elementos susceptibles a sufrir daños, son también presentadas las medidas de control necesarias y las recomendaciones de aprovechamiento del espacio y mejoramiento urbanístico del sector.

1.2.8 Elaboración de cantidades de obra presupuesto y especificaciones.

Una vez establecida la alternativa a implementar y los diseños de ingeniería correspondientes, se elaboró el respectivo presupuesto, el cual contempla:

1. Cantidades de obra
2. Especificaciones
3. Presupuesto.

Los anteriores parámetros están basados en los planos de diseño y de detalles constructivos con las memorias correspondientes.

1.2.9 Elaboración y documentación de informes técnicos

Se entregó la información parcial solicitada, de acuerdo con los términos de referencia y la propuesta, cumpliendo con los requisitos de escala, tamaños especificados y en el medio magnético más adecuado.

1.3 ORGANIZACIÓN DEL INFORME

El presente informe plantea un diagnóstico de la problemática de riesgo desde el punto de vista de la amenaza como de la vulnerabilidad de la población expuesta. Además, presenta las posibles alternativas de mitigación de riesgo y expone el procedimiento seguido en el

desarrollo del estudio, haciendo énfasis en la investigación o exploración básica efectuada y en los modelos, técnicas y métodos de análisis de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo realizados. Finalmente se plantean las posibles acciones y diseño de obras de mitigación del riesgo. El presente informe se encuentra organizado en 9 Capítulos y 6 Anexos distribuídos así:

CAPITULO 1: INTRODUCCION Y GENERALIDADES.

En éste capítulo se incluye una descripción muy general del estudio, su marco normativo, los objetivos generales y específicos del proyecto y la presentación del informe.

CAPITULO 2: DIAGNOSTICO CONCEPTUAL.

Se presenta una conceptualización de la problemática del sector con sus posibles causas, incluyendo modelos y metodologías de análisis.

CAPITULO 3: INFORMACION BASE.

Ofrece una descripción en detalle de todas y cada una de las actividades desarrolladas durante el estudio, con su respectiva metodología aplicada para establecer un modelo geológico, geomorfológico y geotectónico para la zona de estudio. Dicha información fue complementada con el análisis de datos provenientes de estudios climatológicos, hidrológicos y sociales del área, al igual que de los diferentes levantamientos topográficos efectuados.

CAPITULO 4: EVALUACION GEOTECNICA.

Comprende los diversos estudios desarrollados a nivel de subsuelo, realizando una exploración detallada con sus respectivos ensayos *in situ* y de laboratorio, al igual que de una evaluación de la estratigrafía de la zona y caracterización geomecánica del macizo rocoso. En el mismo se encuentran definidos las diferentes tipologías de falla que fueron establecidas durante el estudio y la injerencia de los agentes detonantes.

CAPITULO 5: EVALUACION DE ESTABILIDAD Y AMENAZA.

Contiene un análisis de la estabilidad de los diferentes tipos de taludes en la zona y las metodologías empleadas para el establecimiento de la amenaza, su magnitud y por último, la zonificación de la misma.

CAPITULO 6: EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD Y EL RIESGO.

Expone un análisis de la información generada a partir del inventario de viviendas realizado en la zona, puntualizando en factores como Condición actual, asignación de solicitación, evaluación de daños, entre otros. Aunado a lo anterior, se desarrolla una zonificación de la vulnerabilidad con su respectiva categorización, y, finalmente se presenta la zonificación de riesgo de los elementos expuestos, como principal producto de éste capítulo.

CAPITULO 7: ALTERNATIVAS DE MITIGACION

En éste capítulo se presentan una serie de medidas encaminadas en la minimización y control de los posibles fenómenos de remoción en masa, teniendo en cuenta la relación ***costo-beneficio*** de cada alternativa sobre un árbol de decisión.

CAPITULO 8: OBRAS Y PRESUPUESTO

Se presentan las alternativas seleccionadas con el cálculo de costos, cantidades de obra y especificaciones.

CAPITULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presenta un análisis de toda la información generada y consultada, a partir de la cual se exponen conclusiones específicas para la problemática actual del sector con sus respectivas recomendaciones para facilitar la toma de decisiones de la Dirección.

ANEXO A: REGISTRO FOTOGRAFICO.

ANEXO B: CARTERAS TOPOGRAFICAS.

ANEXO C: RESULTADOS DE LABORATORIO.

ANEXO D: FICHAS DE CAMPO.

ANEXO E: ANALISIS DE ESTABILIDAD.

ANEXO F: MEMORIAS DE CALCULO.

ANEXO G: ESPECIFICACIONES

ANEXO H: CARTOGRAFIA.

INDICE GENERAL

		Página
2	**INTRODUCCION**	**1**
2.1	**DESCRIPCION Y CAUSAS DEL PROBLEMA**	**1**
2.2	**REQUERIMIENTOS DE INFORMACION BASE E INVESTIGACION DEL SUBSUELO**	**2**
2.2.1	Levantamiento Topográfico	2
2.2.2	Exploración del Subsuelo	2
2.2.3	Inventario de Viviendas e Infraestructura Urbana	2
2.3	**MODELOS Y METODOLOGIAS DE ANALISIS**	**4**
2.3.1	Análisis de Estabilidad y Evaluación de la Amenaza	3
2.3.2	Análisis de Vulnerabilidad	4
2.3.3	Riesgo específico frente a la ocurrencia del fenómeno	4
2.4	**ALTERNATIVAS DE SOLUCION**	**4**

CAPITULO 2

DIAGNOSTICO CONCEPTUAL

2. INTRODUCCION

El presente capítulo plantea un diagnóstico de la problemática de riesgo desde el punto de vista de la amenaza, como de la vulnerabilidad de la población expuesta. Los requerimientos de investigación o exploración básica, los modelos, técnicas y métodos de análisis de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo, y las posibles acciones y diseño de obras de mitigación del riesgo establecidos en el método de trabajo.

2.1. DESCRIPCION Y CAUSAS DEL PROBLEMA

La inestabilidad de la zona por fenómenos de remoción en masa se relaciona con los cortes mineros labrados sobre rocas tipo arcillolitas y areniscas de la Formación Arenisca de la Regadera con una alteración tectónica evidenciada por la alta fracturación que presenta el macizo rocoso. Existen procesos de erosión y de inestabilidad de pequeña magnitud, asociados a diferentes factores, principalmente a la falta de cobertura del suelo, condición geotécnica de los taludes y al inadecuado manejo de las aguas de escorrentía.

De acuerdo con la visita de reconocimiento y con base en la revisión bibliográfica adelantada, en el sector objeto de estudio, se identificaron dos zonas con movimientos activos del tipo deslizamiento rotacional de pequeña magnitud, que localmente han ocasionado emergencias que afectan directamente a cuatro unidades de vivienda y donde la Dirección de Prevención ha adelantado procesos de reubicación. Igualmente, se identificaron cuatro zonas potenciales para la presencia de problemas de inestabilidad que afectan una mayor área y, donde la vulnerabilidad aumenta por la alta exposición de las viviendas.

Como posibles causas internas de inestabilidad se establecen la condición de degradación o meteorización del material y su grado de fracturación. Como contribuyentes, se cuenta con la morfometría de los taludes, producto de la acción antrópica, la erosión y la sobrecarga de los taludes, y, como factor detonante, se identifican los efectos del agua de escorrentía sobre la masa de suelo o roca, la cual corre en el sector sin contar con un manejo adecuado.

La condición actual de inestabilidad crea niveles de amenaza alta a media en el área según la altura de los escarpes. Lo anterior sumado a la alta vulnerabilidad de las viviendas, por sus elevados niveles de exposición y la baja resistencia de las construcciones ante los eventos que las amenazan, configuran en la zona niveles de riesgo alto y localmente muy alto.

Esta condición se puede magnificar en el tiempo, tanto en mayor cobertura como en mayor intensidad, si siguen imperando las condiciones físicas y sociales que han generado la condición actual.

2.2 REQUERIMIENTOS DE INFORMACION BASE E INVESTIGACION DEL SUBSUELO

2.2.1 Levantamiento topográfico.

Para propósitos de análisis geotécnicos, de evaluación de amenaza y diseño de obras correctivas se realizó el levantamiento topográfico pertinente. La importancia de este levantamiento y el método con el que se realizó se reseñan en el Capítulo 3.

2.2.2 Exploración del subsuelo.

Como parte inicial y base de la exploración del subsuelo se desarrolló una interpretación de fotografías aéreas y un trabajo de campo de reconocimiento de la geología local, haciendo énfasis en geología para ingeniería, para lo cual, se caracterizó cada uno de los sitios de estudio, siendo éstos, las unidades de roca, suelo y depósitos antrópicos que afloren, grado de fracturamiento, espesores de estratificación y bancos de afloramiento. En el Capítulo 3 se explica en forma detallada cuáles actividades fueron realizadas durante la exploración del subsuelo.

2.2.3 Inventario de Viviendas e Infraestructura Urbana.

Como base para la evaluación de la vulnerabilidad se adelantó un inventario de viviendas e infraestructura urbana, el cual fue realizado en la zona de afectación de los movimientos en masa actuales y potenciales; con éste inventario se buscó determinar el tipo de vivienda u obra de infraestructura, teniendo como parámetro principal el tipo de construcción, con el fin de evaluar los posibles daños que pueda llegar a causar el evento amenazante (vulnerabilidad física). Para tal fin, se utilizó una ficha de campo para la toma sistemática de la información, que fue modificada con relación a la que viene aplicando la Unidad de Riesgos de la Dirección. Adicionalmente, se estableció la cobertura y tipo de servicios públicos básicos en la zona (acueducto, alcantarillado, vías y basuras).

2.3 MODELOS Y METODOLOGÍAS DE ANALISIS

Como punto de partida para la evaluación de la amenaza, se estableció la cartografía geomorfológica que permitió determinar zonas de comportamientos similares, estableciendo

junto con los resultados de laboratorio una zonificación geotécnica a escala 1:500, para lo cual se aplicó el procedimiento desarrollado por IGL y presentado en el desarrollo del informe, que se fundamenta en las Técnicas de Evaluación de Riesgo a escalas de detalle.

2.3.1 Análisis de Estabilidad y Evaluación de la Amenaza.

La evaluación de estabilidad de taludes se enfocó hacia el análisis de los mecanismos de falla establecidos en el Modelo Geotécnico, mediante la aplicación de métodos de análisis convencionales de la geotecnia clásica con apoyo del programa STABLE. La evaluación de la amenaza se adelantó mediante análisis cuantitativos de tipo determinístico y se realizó para cada zona geotécnica definida; vale la pena anotar que se tienen en cuenta los factores detonantes como la lluvia y sismo, aspectos que se tomaron de los estudios regionales adelantados por la DPAE en la zona en estudio (Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá y Zonificación por Riesgo por Inestabilidad del Terreno en diferentes localidades de Santafé de Bogotá).

Conocido el Factor de Seguridad se establecieron diferentes escenarios de acuerdo con los factores detonantes (lluvia y sismo), partiendo de una condición de falla de talud sin lluvia y sin sismo hasta llegar a una falla con lluvia y con sismo. Luego, con base en el Teorema de Probabilidad, se calculan las probabilidades de falla. En esta etapa se desarrolló un proceso que permitió llegar a delimitar los diferentes grados de amenaza (alta, media y baja) dentro del área de interés, integrando la información básica hasta aquí obtenida. Para la categorización de la amenaza, se tuvo en cuenta los aspectos de magnitud, estado de actividad y tendencia a la propagación de los procesos que actualmente están afectando el área.

2.3.2 Análisis de vulnerabilidad.

La evaluación de la vulnerabilidad y riesgo se realizó con base en el tipo de movimiento y solicitación que éste somete al elemento expuesto (p.e. empujes laterales, impactos o desplazamientos verticales) de acuerdo con el trabajo presentado por **LEONE, 1996** "**CONCEPTE DE VULNERABILITE APPLIQUE A L'EVALUATION DES RISQUES GENERES POUR LES PHENOMENES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN**", en su tesis doctoral. Esencialmente, la valoración de la vulnerabilidad es cualitativa, mientras que la evaluación de riesgo es semi-cuantitativa. Se evaluó la vulnerabilidad física por sectores homogéneos (características similares según la exposición), lo cual permitió analizar la susceptibilidad de los elementos amenazados, y en lo posible se tiene en cuenta la vulnerabilidad humana (social, económica y cultural). En dichas evaluaciones se utilizó el inventario de los siguientes elementos: edificaciones, vías, infraestructura de servicios (legal e ilegal) y líneas y puntos vitales. Se llevó a cabo una identificación y localización de los elementos en riesgo, así como el grado exposición y resistencia. El resultado del análisis de vulnerabilidad estuvo acompañado de una descripción de los criterios utilizados para delimitar las zonas de uno u

otro grado de vulnerabilidad, en los diferentes sectores con problemas de inestabilidad, proyectados a un escenario de afectación. Los resultados se presentan en el Capitulo 6.

2.3.3 Riesgo especifico frente a la ocurrencia del fenómeno.

El riesgo fue definido con base en la amenaza y la vulnerabilidad obtenidas en las fases anteriores. Este riesgo se representó espacialmente en un mapa a escala 1:500, donde se muestra la magnitud, de acuerdo con los niveles de amenaza y vulnerabilidad de los elementos expuestos. El área de afectación potencial y los elementos que se verían afectados en el evento de la ocurrencia de dicho fenómeno, constituyen los aspectos principales de este riesgo. Los criterios establecidos por IGL para realizar la delimitación y asignar el grado de riesgo, fueron discutidos con la interventoría y funcionarios de la DPAE.

2.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Con base en los resultados de Amenaza y Evaluación de la Vulnerabilidad asociada de los elementos expuestos, se plantean acciones y medidas de mitigación que serán seleccionadas según un análisis básico de beneficio-costo, mediante árboles de decisión, sin dejar de lado la condición social o beneficio social de la comunidad a quien va dirigido el estudio, aspecto que resulta difícil de cuantificar y que no es objeto del presente estudio.

Igualmente se establecerán niveles de intervención de los diferentes actores de riesgo para las diferentes alternativas de solución, de tal forma que permita o facilite a la Dirección la toma de decisiones.

Desde el punto de vista de medidas y obras de control de los procesos identificados y analizados en el área se proponen las recomendaciones y se plantean unas series de construcciones y medidas de mitigación y prevención que busquen mejorar la condición ambiental de los sitos de estudio. Inicialmente se plantearán medidas y/u obras de tipo general y local, con el fin de cambiar y mejorar la actitud de los habitantes frente a su entorno físico, al igual que se determinará la ejecución de obras de ingeniería tendientes a mejorar las condiciones de estabilidad de las laderas, así:

a. **Taludes Mineros:** De acuerdo con los resultados que se obtengan en el análisis de estabilidad se definirán los tipos de medida e ejecutar, los cuales podrán ir desde la conformación de los taludes (perfilado); labor que incluye inicialmente el retiro de materiales blandos, hasta la definición de medidas específicas de contención.

b. **Obras Complementarias:** Teniendo en cuenta que uno de los principales agentes detonantes de los problemas de inestabilidad es el agua, las soluciones expuestas deberán acompañarse con un adecuado manejo del agua de escorrentía y de las aguas servidas.

c. **Recomendaciones de Estabilización Geotécnica:** Las obras de este tipo podrán corresponder bien con estructuras de contención o de aislamiento, drenaje, subdrenaje o la remoción total de los rellenos y reconformación de las zonas.

d. **Obras Paisajísticas:** Estas obras mejorarán el entorno ambiental del sector y ayudarán a mantener la estabilidad que se logre con las medidas correctivas y preventivas expuestas. Así se podrán contemplar la empradización de las cimas de los taludes, la siembra de especies nativas en los taludes, e incluso el replanteamiento de los planes urbanísticos actuales.

Cualquiera que sea el plan de recuperación propuesto se contemplará igualmente la reubicación de viviendas como medida preventiva.

INDICE GENERAL

			Página
3	**INTRODUCCION**		**1**
3.1	**CARTOGRAFIA BASE**		**1**
3.1.1	Localización del Area	1	
3.1.2	Puntos Topográficos	1	
3.1.3	Equipo		1
3.1.4	Levantamiento Topográfico		2
3.1.5	Colección de la Información de Campo		2
3.1.6	Trabajo de Oficina		2
3.2	**GEOLOGIA**		**3**
3.2.1	Método		3
3.2.2	Marco Geológico General		4
3.2.3	Geología Local		6
3.2.4	Estratigrafía Local		6
3.2.5	Geología Estructura Local		9
3.3	**GEOMORFOLOGIA**		**10**
3.3.1	Geomorfología General		10
3.3.2	Geomorfología Local		11
3.4	**INVENTARIO DE VIVIENDAS**		**13**
3.5	**ANALISIS HIDROLOGICO E HIDRAULICO**		**13**
3.5.1	Descripción y Caracterización de la Zona de Drenaje		13
3.5.2	Metodología empleada		14
3.5.3	Análisis de la Precipitación		17

CAPITULO 3

ESTUDIOS BASICOS

3. INTRODUCCION

En este Capítulo se presenta la información temática que la consultoría consideró básica para el buen desarrollo del proyecto. El orden seguido en la presentación de los datos corresponde al usado para la obtención de los mismos. Se inició con el levantamiento topográfico con el nivel de detalle que requiere esta clase de estudios y especialmente teniendo siempre presente que sin un muy buen levantamiento topográfico el resultado del estudio no puede ser el mejor. Las otras disciplinas consideradas como la base del estudio fueron la geología, geomorfología, hidrología y climatología, incluyendo de igual forma el aspecto social con la realización del inventario de viviendas.

3.1 CARTOGRAFIA BASE

3.1.1 Localización del Area.

El área de estudio se localiza dentro del cuadrángulo que tiene como coordenadas planas en el extremo suroccidental N: 96532.752 m y E: 95624.243 m y N: 96684.440 m y E: 95832.538 m para el extremo nororiental. La elevación varía entre 2592 y 2642 m.s.n.m y ocupa un área aproximada de 1.4 Ha; todos los datos están referenciados a las coordenadas cartesianas con origen en la intersección del meridiano 74º 09' con el paralelo 4º 41', al cual se le asignaron las coordenadas planas N: 109320.965 m y E: 92334.879 m. Las cotas están referidas al nivel medio del mar en Buenaventura con el plano de proyección de 2550 m.s.n.m. como referencia. (*Ver Figura No. 1.1 referenciada en el Capítulo 1*).

3.1.2 Puntos Topográficos.

Como punto de partida, se tomó el **CD-757** que se localiza en el cerro Las Lomas con coordenadas planas N: 96846.215 m y E: 96540.950 m con una elevación media calculada por el IGAC sobre el plano de referencia de 2687.215 m.s.n.m. con vista a Monserrate con un Acimut plano Norte al Este de 54º 39' 16.486". Se anexa certificación. (*Ver Figura No. 3.1*).

3.1.3 Equipo

El levantamiento se llevó a cabo con una Estación Total Nikon DTM-300 de precisión angular a los 5 segundos y con alcances de lectura con prisma sencillo de 1200 m de distancia en

longitud, con capacidad para almacenar hasta 500 puntos topográficos, con lectura vertical cenital y el acompañamiento de dos prismas para la lectura de los puntos.

3.1.4 Levantamiento Topográfico

Este fue realizado a partir de los puntos topográficos mencionados anteriormente, tomando acimut en ceros al Cerro de Monserrate y localizando el punto D1 y D2 en el sitio del Barrio Villas de Recuerdo; luego se procedió a realizar el levantamiento del área en dos etapas con el propósito de obtener la cobertura de información de la totalidad del área, de la siguiente manera:

Zona Abierta: Toma de información únicamente del área despejada con secciones transversales colocando los prismas en los cambios de pendiente hasta obtener un cubrimiento total del área de estudio; los intervalos entre las secciones varían entre 1m y 4m de distancia según las condiciones del terreno. El tiempo que demandó este procedimiento fue de 4 días y se tomaron alrededor de 2000 puntos.

Zona de Construcciones y Detalles: Toma de información de los puntos topográficos de infraestructura como son paramentos, andenes, construcciones, postes, pozos, cercas, etc. Este procedimiento tuvo una duración de 2 días.

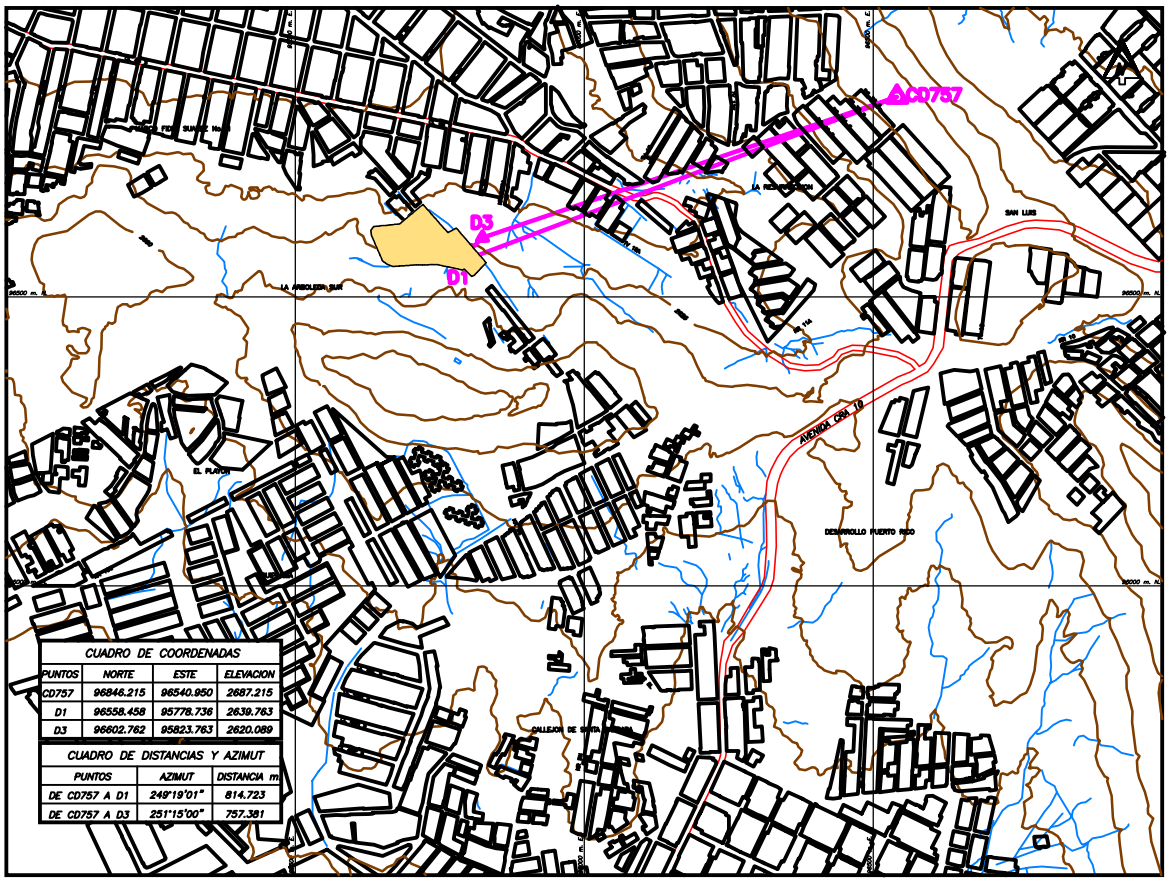
3.1.5 Colección de la información de campo

Para la colección de datos de campo se optó por consignar diariamente y en ocasiones, dos veces por día la información tomada en la estación total, mediante un colector de datos serial RS-232 y el programa de computadora Transit Vrsn. 2.11 propio de los fabricantes de la estación total.

3.1.6 Trabajo de Oficina

El trabajo consistió en georeferenciar los puntos topográficos tomados en campo mediante el programa Transit Vrsn. 2.11 y ajustar la poligonal de amarre mediante el programa de computadora EaglePoint Vrsn. 14.3 con el módulo Survey Adjusment a partir de los puntos topográficos CD757, D1 y D3, lo cual dio como resultado de cierre y precisión los siguientes datos:

Error de Cierre: Nortes: 0.0331 m. Estes: 0.0213 m.
Error de Cierre en ángulo: 0º 0’ 2.31”
Precisión: 1 : 65210



CUADRO DE COORDENADAS			
PUNTOS	NORTE	ESTE	ELEVACION
CD757	96846.215	96540.950	2687.215
D1	96558.458	95778.736	2639.763
D3	96602.762	95823.763	2620.089

CUADRO DE DISTANCIAS Y AZIMUT		
PUNTOS	AZIMUT	DISTANCIA m
DE CD757 A D1	249°19'01"	814.723
DE CD757 A D3	251°15'00"	757.381

Secretaria
GOBIERNO

D.C.

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS DE RIESGO & SIG

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE SANTAFE DE BOGOTA D.C.

CONTRATO No. CCS-558/99

POLIGONAL

INTERVENTORIA : ING. JAIRO ALBERTO LOZANO G.

CONVENCIONES

- CURVA DE NIVEL — 2670
- VIA PRINCIPAL
- DRENAJE
- MANZANA
- NOMENCLATURA — TV 14
- NOMBRE DE BARRIO — EL PLAYON
- AREA DE ESTUDIO
- POLIGONAL
- PUNTO TOPOGRAFICO — CD757

ESCALA GRAFICA EN METROS

SIN ESCALA

FEBRERO 2000

FIGURA 3.1

El procesamiento cartográfico del levantamiento se ejecutó empleando el módulo Surface Modeling del Programa de computadora EaglePoint Vrsn. 14.1, bajo un modelo de interpolación dirigida, lo que representó definir y respetar las barreras físicas actuales, condicionando la interpretación a éstas, sin permitir el desempeño del programa a su libre esquema de triangulación. En este sentido jugaron un papel importante las secciones transversales.

Como resultado de la actividad anterior se definió la salida gráfica del Plano escala 1: 500 con curvas de nivel cada 0.5 m.

El proceso así desarrollado puede entenderse como una conceptualización de un submodelo para un SIG, ya que primero se elaboraron las diferentes capas (coberturas) y posteriormente se hizo la interpolación. De esta manera entonces, se definió el manzaneo de manera completa, se seleccionaron los postes de alumbrado y los pozos de inspección, se delinearon las vías y se delimitaron los taludes. Para una mejor aplicación del programa se procesaron parcialmente en tres dimensiones, los diferentes elementos topográficos levantados, lo cual dio como resultado la no generación de errores y una mayor precisión y calibración para los límites y contornos. Con base en lo anterior y para terminar la generación del mapa base, se realizó la integración e interpretación final de todo el conjunto (*Ver Plano No. 1*).

3.2 GEOLOGIA

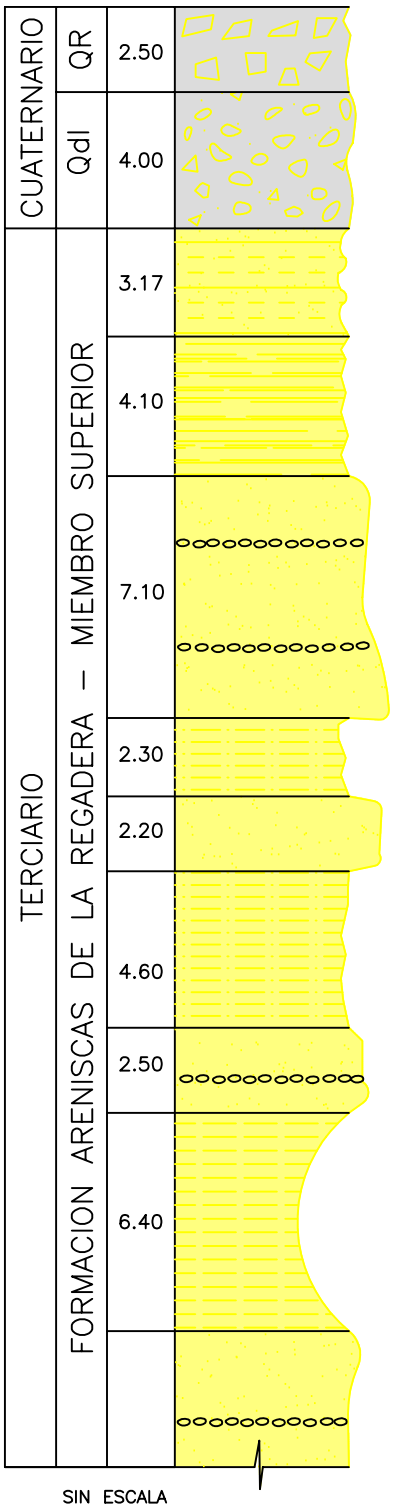
En este aparte se desarrolla una descripción geológica detallada del área de estudio, aplicada a la ingeniería. Inicialmente se tiene el marco geológico general, dentro del cual queda referenciada estratigráfica y estructuralmente la zona estudiada. La geología local incluye una columna estratigráfica generalizada y un corte geológico que ayudan en el entendimiento del modelo geológico del área.

3.2.1 Método

En primer lugar, se realizó una fotointerpretación preliminar y un reconocimiento de campo. Luego se llevó a cabo el levantamiento topográfico del sector a escala 1:500. Con base en el mapa base topográfico y en la fotointerpretación, se generó un primer mapa geológico de las unidades aflorantes. Utilizando dicho mapa se programaron los sitios para las trincheras, perforaciones y apiques. Finalmente, utilizando la información obtenida y el análisis temporal del relieve a partir de restituciones de la década de los setenta, se realizó una reinterpretación geológica y elaboración del mapa final a escala 1:500 del área de investigación especifica.

Durante el reconocimiento de campo se levantaron seis (6) columnas estratigráficas detalladas, tomando especial cuidado en los procesos de alteración físico-química y estructural. Siempre que fue posible se realizó un control detallado de las discontinuidades

FIGURA No. 3.2
COLUMNA ESTRATIGRAFICA LOCAL GENERALIZADA



SIN ESCALA

RELLENOS DE MATERIAL ESTERIL Y DESPERDICIOS

DEPOSITOS RECIENTES CONFORMADOS POR MATERIAL PROVENIENTE DE COLUVIOS, FLUJOS Y FRM. ESPESORES VARIABLES ENTRE 30 cm Y 4.0 m.

NIVEL 1. ARENISCAS AMARILLENTAS FRIABLES, DIACLASADAS. ESTRATIFICACION PLANAR, BAJA RESISTENCIA. OXIDOS DE Fe. INTERCALACIONES DE ARCILLOLITA GRIS A VINOTINTO. PLASTICAS. COSTRAS DE HIERRO.

NIVEL 2. LODOLITAS PLASTICAS ABIGARRADAS Y METEORIZADAS. ESTRATIFICACION PLANAR.

NIVEL 3. LITOARENITAS BLANCAS, FRIABLES DE GRANO MEDIO A GRUESO, METEORIZADAS Y BAJA RESISTENCIA. ALTERACION DE MINERALES DE Fe, MASIVA.

NIVEL 4. ARCILLOLITA GRIS MORADA A ROJIZA, PLASTICA Y LIMOSA.

NIVEL 5. LITOARENITA BLANCA, FRIABLE DE GRANO FINO A GRUESO, METEORIZADA Y DIACLASADA. ESTRATOS GRUESOS. COSTRAS FERROGINOSAS.

NIVEL 6. ARCILLOLITA GRIS MORADA, PLASTICA. PLASTICA CON SECTORES LIMOSOS.

NIVEL 7. LITOARENITA BLANCUSCA, FRIABLE, DE GRANO MEDIO A GRUESO, METEORIZADA Y DE BAJA RESISTENCIA. CON NODULOS DE ARCILLOLITA Y COSTRAS DE HIERRO.

NIVEL 8. ARCILLOLITA GRIS MORADA, PLASTICA, METEORIZADA. ESTRATOS GRUESOS DIACLASADOS. CON COSTRAS DE HIERRO.

NIVEL 9. LITOARENITA BLANCA AMARILLENTA, FRIABLE, DE GRANO MEDIO A GRUESO, METEORIZADA Y DIACLASADA.

presentes en cada uno de los escarpes analizados. Las columnas estratigráficas se correlacionaron cuidadosamente teniendo en cuenta la actitud de los estratos y las estructuras del sector para elaborar la columna estratigráfica generalizada *Ver Figura No. 3.2*.

La interpretación fotogeológica local se realizó a escala 1:5.000 con fotografías aéreas del sector tomadas el 12 de mayo de 1990 (IGAC R1131, fotos 1419 y 1420). Para el marco general, se emplearon fotos aéreas a escala 1:22000 tomadas el 3 de junio de 1940 (IGAC C-35, fotos 847 a 849).

3.2.2 Marco Geológico General.

El sector se encuentra localizado al noreste del Sinclinal de Usme, en su flanco Este. El pliegue corresponde a la principal estructura geológica que condiciona, a escala regional, la disposición de los estratos de las unidades litoestratigráficas del área. Espacialmente descansan sobre esta unidad depósitos cuaternarios de pendiente, abanicos aluviales y sedimentos lacustres.

El sector se muestra afectado por actividad tectónica local y regional, presencia de plegamientos y fallas, lo que condicionó la evolución de la ladera y el comportamiento mecánico de los materiales que la conforman.

ESTRATIGRAFÍA

Estratigráficamente en el área afloran rocas terciarias desde el Paleoceno superior hasta el Mioceno superior y depósitos del Cuaternario. El Terciario está representado por la Formación Areniscas de La Regadera (*Ver Plano No. 2*).

Formación Areniscas de La Regadera (Ter)

La Formación Areniscas de La Regadera, definida por Julivert (1963), está compuesta por areniscas de grano grueso y conglomerados con cantos de cuarzo en una matriz arenosa, areniscas cuarzosas de grano fino a grueso, friables, arcillolitas y lutitas. Según Julivert (op. cit.) las Areniscas de La Regadera es un nivel con un espesor de cerca de 400 metros. Las Areniscas de La Regadera conforman una serie de cerros muy resistentes a la erosión, y por lo tal, desarrollan crestones en ambos flancos del Sinclinal de Usme.

De los diferentes afloramientos observados en campo se puede concluir que la Formación Areniscas de La Regadera se subdivide en dos conjuntos, un conjunto inferior formado principalmente por areniscas friables blancas amarillentas de grano grueso y un conjunto superior conformado por alternancia de niveles de arcillolita de color vinotinto a violáceo y

areniscas amarillentas friables. En la roca alterada, los diferentes componentes líticos generan un color rojizo (*Ver Fotografía No. 3.2-1*); estas capas de litoarenitas se intercalan con capas gruesas de cuarzoarenitas y conglomerados cuarzosos de moderada a alta consolidación. De igual forma, se presentan finas capas de arcillolitas grises con alto contenido de material caolinítico. El sector estudiado se localiza estratigráficamente en el conjunto superior.

El ambiente de acumulación de las Areniscas de La Regadera correspondió a un sistema fluvial migrante que tendía a pantanos con salinidad de media a alta durante el Eoceno Medio (Acosta & Beltrán, 1987).

- Depósitos Recientes (Q)

Sobre las arcillolitas y las areniscas de las Formaciones de edad terciaria, se han acumulado en las laderas depósitos coluviales (QdL), eluviales, de remoción en masa (Qdlc) y rellenos antrópicos (QRa) que han suavizado la morfología del sector.



Fotografía No. 3.2-1

Descripción: Conjunto superior de la Formación Areniscas de La Regadera, conformada por capas gruesas y medias de areniscas cuarzosas y litoarenitas, de las cuales se extrae caolín y arenas para construcción.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La región se encuentra controlada por el pliegue Sinclinal de Usme, el cual tiene una orientación aproximada Norte–Sur y una longitud superior a los 20 kilómetros con un cierre periclinal al norte. Asociados al pliegue, existen sistemas de falla de carácter Normal y de Rumbo (*Ver Plano No. 2*). Las fallas Normales son transversales e inciden de manera directa en la estabilidad de los taludes del sector.

Entre las fallas importantes cercanas al sector, se encuentran la de La Fiscala, la falla de Yerbabuena y la falla de Bogotá que influyeron en la evolución tectónica del lugar. En el sector se encuentra la falla La Arboleda de carácter normal y desplazamiento horizontal y un pliegue sinclinal amplio aparentemente simétrico con un leve cabeceo al sur.

3.2.3 Geología Local

En el sitio evaluado afloran litoarenitas con intercalaciones de arcillolitas, correspondientes a la Formación Areniscas de la Regadera Miembro Superior (Trs) que se depositaron durante el Eoceno medio (Van der Hammen, 1957), al igual que depósitos de pendiente conformados por limos, arenas y gravas mal seleccionados asociados tanto a actividad antrópica (antiguos frentes de explotación de material) como a procesos denudativos.

El ambiente de depósito de dicha Formación es de tipo continental conformado por la dinámica fluvial (ríos meándricos y trenzados) y por depósitos tipo transicional (paludales–lacustres). El predominio litológico es principalmente de arenas (tamaño muy fino a grueso), con estratificación plano-paralela (horizontal/diagonal) y cruzada (épsilon). Las intercalaciones de arcillolitas conforman el 49 % de la columna estratigráfica (*Ver Plano No. 3*).

3.2.4 Estratigrafía Local

Con base en el levantamiento geológico de campo y en la geología estructural se elaboró un modelo del subsuelo para el área, el cual destaca la secuencia estratigráfica y la disposición estructural del macizo. De gran ayuda para la elaboración de este modelo fue la base cartográfica obtenida en el levantamiento topográfico, escala 1:500.

Las diferentes secciones que se incluyen en el *Plano No. 3* muestran el modelo estratigráfico generado, el cual permite apreciar que la secuencia estratigráfica presenta series cíclicas que oscilan desde arenas finas hasta arcillas. La secuencia tiene un espesor de 34.87 m y está conformada por cinco niveles de arenisca y cuatro de arcillolita así:

Nivel 1 ($Ters_1$): con un espesor de 3.17 m, está conformada por series granodecrecientes de tamaño arena fina a arcillolita. Hay un predominio de arenas amarillentas, friables, oxidadas, de baja resistencia, diaclasadas, y de estratificación planar, pudiéndose observar costras ferruginosas en todo el paquete. Las arcillas son grises o vinotinto y plásticas en capas muy delgadas.

Nivel 2 ($Ters_2$): de 4.10 m de espesor. Contiene lodolitas plásticas (arcillolitas) abigarradas, con presencia de minerales autigénicos de aluminio y un grado alto de meteorización.

Nivel 3 ($Ters_3$): constituído por litoarenitas friables, de grano medio a grueso, color blanco, de baja resistencia, meteorizadas, diaclasadas y masivas con coloraciones rojizas producto de la alteración de minerales de hierro. El nivel tiene un espesor de. 7.10 m (*Ver Fotografía No. 3.2-2*).



Fotografía No. 3.2-2

Descripción: Vista al occidente. Obsérvese el nivel de litoarenitas afectado por la erosión hídrica y la falla satélite.

Nivel 4 ($Ters_4$): Arcillolitas gris morada rojizas, plásticas y meteorizada, de 2.30 m de espesor, limosa.

Nivel 5 ($Ters_5$): constituido por litoarenitas friables, de grano fino a grueso, color blanco, de baja resistencia, meteorizadas y diaclasadas; presentan una estratificación gruesa con coloraciones rojizas producto de la alteración de minerales de hierro, observándose costras ferruginosas. El nivel tiene un espesor de 2.20 m (*Ver Fotografía No. 3.2-3*).



Fotografía No. 3.2-3

Descripción: Vista al suroriente. Nivel de litoarenitas monitorisado suprayaciendo arcillolitas meteorizadas plásticas. Capas sub-horizontales.

Nivel 6 ($Ters_6$): Arcillolitas gris morada rojizas, plásticas y meteorizadas, de 4.60 m de espesor, limosa.

Nivel 7 ($Ters_7$): Litoarenitas friables, de grano medio a grueso, color blanco, de baja resistencia, meteorizadas y diaclasada, presentando una estratificación gruesa con coloraciones rojizas producto de la alteración de minerales de hierro y costras ferruginosas. También presenta nódulos de arcillolita gris. El nivel tiene un espesor de 2.50 m (*Ver Fotografía No. 3.2-4*).



Fotografía No. 3.2-4

Descripción: Vista al suroccidente. Nivel de litoarenitas con óxidos y nódulos arcillosos. Obsérvese el alto grado de meteorización.

Nivel 8 ($Ters_8$): Arcillolita gris morada rojiza, plástica y meteorizada, de 6.40 m de espesor, limosa.

Nivel 9 ($Ters_9$): Litoarenitas friables, de grano medio a grueso, color blanco, de baja resistencia, meteorizadas, diaclasadas, de estratificación gruesa con coloraciones rojizas producto de la alteración de minerales de hierro, presentando costras ferruginosas.

3.2.5 Geología Estructural Local

Existen dos estructuras importantes en el área evaluada; una es un pliegue sinclinal y la otra una falla de carácter normal, las cuales se describen a continuación:

- Sinclinal La Arboleda

Su eje se localiza en el centro del área de investigación. En la parte norte de la estructura es posible observar un cierre asimétrico al sur muy suave conformando una batea amplia. Esta estructura se prolonga al sur por unos 800 m más y se ve afectada por una falla satélite de la falla La Arboleda. Este pliegue simétrico tiene una orientación aproximada Norte–Sur y un cabeceo al sur de pocos grados.

- Falla Satélite

Esta estructura de carácter normal hace parte de una estructura mayor denominada falla La Arboleda. Esta falla fue cartografiada con una dirección noroeste-sureste y una extensión de 500 m, habiéndose levantado el bloque suroeste. En campo se midieron desplazamientos hasta de 50 cm (*Ver Fotografías No. 3.2-5 y 3.2-6*).





Fotografías No. 3.2-5 y 3.2-6

Descripción: Vista al Nororiente. Plano de microfalla de la falla satélite. Afectando el nivel de litoarenitas. Obsérvese el desplazamiento vertical que puede alcanzar hasta 50 cm.

- Discontinuidades

La secuencia estratigráfica tiene tres direcciones generales de buzamiento; una con un acimut de 165 y una inclinación de 8 grados, correspondiente al flanco occidental del sinclinal La Arboleda, otra, de acimut 260 con una inclinación de 10 grados correspondiente al flanco oriental del mismo sinclinal y una tercera, de acimut 225 con una inclinación de 4 grados que corresponde al cabeceo del pliegue. Debido a la presencia de la falla satélite de desplazamiento vertical, la actitud de los estratos en el flanco oriental del pliegue varía a un acimut de 190 aumentando la inclinación a 50 grados. Esta falla explica el fuerte patrón de diaclasamiento y el errático comportamiento de los datos estructurales. El macizo está afectado por cuatro sistemas de discontinuidades cuyas bandas están agrupadas así:

Estratificación : 263/24 – 190/50

Diaclasas Principales : 38/33 – 50/65
145/41 – 172/90
205/75 – 227/77
290/80 – 300/90

Las diaclasas se caracterizan por presentar persistencia media, espaciamiento entre 15 y 5 centímetros, abertura desde cerrada hasta abierta (2 mm), secas con superficies rugosas y relleno arcilloso. La rugosidad de las paredes es ondulada suave.

El análisis detallado del comportamiento, homogeneidad e influencia de las discontinuidades sobre el comportamiento y estabilidad del macizo se realiza en la evaluación geotécnica del área.

La inclinación del plano de la falla geológica tiene un acimut que varía entre 180 y 200, buzando entre 50 y 60 grados.

3.3 GEOMORFOLOGIA

3.3.1 Geomorfología General

En el sector se presentan geoformas especialmente de origen estructural, correspondientes al sinclinal de Usme y al fallamiento de carácter normal e inverso, las cuales han venido evolucionando y generando morfologías inestables debido a los procesos de erosión, acumulación y de remoción en masa.

Con base en la fotointerpretación y el trabajo de campo, se identificaron geoformas relacionadas con distintos ambientes, las cuales se han agrupado en categorías desde el punto de vista morfogenético.

- Formas de Ambiente Denudativo (Tipo Estructural – Estructural/Denudativo)
    - Unidad de escarpes y pendiente estructural
    - Unidad de topografía y disección moderada
    - Unidad denudacional fuertemente disectada
    - Unidad de pendientes denudativas

- Formas de Ambiente Fluvial
  - Aluviones
  - Terrazas

3.3.2 Geomorfología Local

Las principales geoformas del sector estudiado, surgen como el producto de procesos de intervención antrópica y de remoción en masa (deslizamientos), que han originado escarpes y taludes "rugosos" en material arenoso-arcilloso (*Ver Plano No. 4*).

En la zona de estudio se observaron diferentes tipos de procesos morfodinámicos que están relacionados directamente con la actividad antrópica y la acción del agua. A continuación, se relacionan los procesos morfodinámicos presentes en el área:

- **Deslizamientos:** Existen dos zonas afectadas por fenómenos de remoción en masa importantes por el alto grado de amenaza que generan. Estos fenómenos se observan a lo largo del talud principal e involucran material arenoso, arcilloso y un relleno de desperdicios. La remoción se produce como consecuencia de la acción de aguas de infiltración por daños en la tubería y lluvias, así como por el agua aportada por la cuneta que no hace entrega a un sitio adecuado; dicha cuneta está localizada en la margen sur oriental de la vía de acceso al Barrio Villas del Sol.

  Los deslizamientos anteriores son activos y ocupan la zona central del área; además, están asociados al relleno antrópico hecho sobre la ladera natural que presentaba erosión hídrica. Los fenómenos se interpretan como de falla rotacional y/o traslacional.

  Zona Deslizamiento 1

  Localizado en la Calle 48 D Sur, orientado al norte. Se midió un posible plano de falla con un acimut de la inclinación de 305/85 para el fenómeno principal, el cual presentó la ultima activación en octubre de 1999 durante la cual afectó dos postes de luz y una vivienda de dos pisos. Este deslizamiento tiene una longitud de 33 m y un ancho promedio de 8 m. La diferencia de altura entre la corona y el pie del movimiento es de 18 m. Movimientos de menor magnitud que han ocurrido en los últimos 10 años también fueron cartografiados (*Ver Plano 4 y Fotografía No. 3.3-1*).



Fotografía No. 3.3-1

Descripción: Vista al Este en el plano central el deslizamiento planar activo. Margen izquierda trazo de falla. Vía de acceso al barrio Villas del Recuerdo.

Zona Deslizamiento 2

Localizado en la Diagonal 48 B Sur, orientado al noroeste. Afecta el talud externo y parte de la calzada de la vía de acceso al barrio. El cuerpo del deslizamiento tiene 6 m de largo por 12 m de ancho; la diferencia de altura entre la corona y el pie del movimiento es de 5 m. El fenómeno se originó en el mes de octubre de 1999.

Los otros deslizamientos cartografiados y que se han clasificado como inactivos de tipo traslacional, se localizan en los diferentes escarpes del sector. El material fallado es de pequeño espesor (entre 1 y 2 m) y básicamente involucra material areno-arcilloso. La longitud de viaje no excede los 5 m y el volumen movilizado es inferior a los 10 m^3 (*Ver Fotografía No. 3.3-2*).



Fotografía No. 3.3-2

Descripción: Vista al Sur. Pequeño deslizamiento afectando litoarenitas y la capa vegetal.

- **Flujos :** Estos fenómenos afectan los depósitos de ladera originados por la erosión de las areniscas y litoarenitas friables. En épocas de lluvia, el material se satura provocando el flujo del depósito.

- **Erosión Hídrica:** Este proceso tiene lugar en toda el área estudiada, siendo los niveles arenosos los más afectados. Las geoformas están moderadamente desarrolladas; prueba de esto, es la existencia de surcos y cárcavas que cumplen la labor de drenaje.

3.4 INVENTARIO DE VIVIENDAS

Dentro de las actividades incluidas en la ejecución del estudio, se realizó un inventario de viviendas, el cual consistió en el diligenciamiento con la comunidad de un formato (*Ver Anexo D*), basado en el estudio de INGEOCIM 1998, el cual se modificó en algunos aspectos. La información colectada en dicho formato incluye, entre otros, datos sobre el estado actual de la vivienda, cobertura de servicios, valor estimado de los bienes y enseres, el valor estimado del predio y su área construidas, así como el área del lote.

La información fue transcrita a una base de datos estructurada en aplicación ACCESS, la cual presenta un archivo de salida en aplicación EXCEL, a partir del cual se llevará a cabo un análisis estadístico, con el fin de evaluar el riego físico y social de los habitantes del sector. El resultado de este proceso se presenta en las *TABLAS Nos. 3.1 A y 3.1B*.

3.5 ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

El análisis hidrológico tiene por objeto la estimación de la escorrentía para períodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años que se presentaría desde el área aledaña a la zona de deslizamiento en el barrio Villas del Recuerdo al sur oriente de Santafé de Bogotá, con el propósito de diseñar alternativas de solución al problema.

Para tal efecto, se utilizó el estudio de Tormentas de la Sabana de Bogotá, elaborado por la firma IRH Ingeniería para la EAAB-ESP en 1995; para la determinación de la escorrentía, ésta fue estimada con el modelo matemático de la Fórmula Racional, que genera caudales a partir de la intensidad máxima de la lluvia, el área de la cuenca y el coeficiente de escorrentía. Esta metodología es la más adecuada para este tipo de cuencas dado el tamaño y forma de distribución espacial de la lluvia que presentan.

3.5.1 Descripción y Caracterización de la Zona de Drenaje

La zona aledaña de drenaje es una pequeña depresión en la colina vecina al sector con problemas de deslizamiento, de forma redonda. La parte alta presenta vegetación conformada por pastos de pastoreo y una deficiente vegetación arbórea. En la parte media y baja del sector la zona se encuentra totalmente urbanizada.

Las principales características fisicomorfométricas de la cuenca de la zona aledaña de drenaje, desde su nacimiento hasta el punto donde se pretende recoger las aguas lluvias y de drenaje, se presentan en la *Tabla No. 3.2*.

TABLA No. 3.2 PARAMETROS MORFOMETRICOS Y FISIOGRAFICOS POR SECTORES.

Area (m^2)	Longitud (m)	H max ms.n.m	H min m.s.n.m	Pendiente m/m	Tc Min
71500	160.2	2750	2620	0.811	1.053

Para la delimitación de la cuenca, establecimiento de la divisoria de aguas y cálculo de los parámetros morfométricos, se utilizó la cartografía de IGAC plano L-86 a escala 1:2000.

3.5.2 Metodología empleada

Con el fin de obtener los caudales de diseño (100 años de período de retorno) y delimitar la ronda hidráulica y la zona de manejo y preservación ambiental, se subdividió la cuenca en 5 subcuencas correspondientes a cada sección transversal, a cada una de las cuales se les estimó el caudal.

Para el cálculo de los caudales máximos aportados por cada subcuenca en el punto exacto de cada sección transversal se utilizó la fórmula racional. El modelo de la fórmula racional considera la intensidad de la lluvia uniforme en toda el área de la cuenca, y es usado ampliamente en cuencas muy pequeñas, especialmente menores a 5 Km²; en éste caso, la cuenca del área aledaña de drenaje tiene un área de 0.0715 Km².

La ecuación de fórmula racional se puede presentar de la siguiente manera:

$$Qp\% = C * I\% * A$$

Donde,

C => Coeficiente de escorrentía, como parámetro adimensional.
I%=> Intensidad máxima de la lluvia para un período de retorno específico y expresada en mm/h.
A => Area de la cuenca en m² para cada sector.

En la formulación se consideran como constantes el área de drenaje en cada sector y el coeficiente de escorrentía, ya que se trata de una cuenca muy pequeña; además se considera que el agua precipitada durante los aguaceros en los cerros se distribuye uniformemente por toda la cuenca y el pico de la creciente va a salir o ser evacuado muy rápido de la cuenca y de igual manera se establecerá la condición de equilibrio con facilidad.

DPAE DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS FOPAE

TABLA No.3.1 (A) INVENTARIO DE VIVIENDAS

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE.

Cód.	Ficha	Código del barrio o asentamiento	No. de la manzana	No. del lote	Dirección	Propietario	Tiempo de vivir en el barrio	Tiempo de vivir en la casa	Estado de la construc. %	Estado de ocupación	No. de apartamentos en la edificación	No. de familias en la edificación	No. de residentes en la edificación	Area bruta de la construcción (m2)	Número de pisos	Edad de la const.	Gas	Teléfono	Calle pavimentada	Ubicación de la viv. En la ladera	Tipo de cimentación	Tipo de sistema estructural	Estructura de la placa del piso	Estructura del techo	Tipo de cubierta	Estado de la const.	Ha sufrido anterior-mente daño por	Inestabilidad del suelo	Localización de la viv. En la zona en mov.	Nivel de exposición	Muros portantes	Columnas	Vigas	Nudos de los pórticos	Muros de cortante	Escaleras	Pisos	Cubierta	Tabiques divisorios	Instala-ciones eléctricas	Instala-ciones sanitarias	Plomería Canali-zación (Gas)	Daño en toda la construc.	Monto mensual de ingresos familiares (en miles)	Valor de bienes - enseres- (en miles)	Valor estimado del inmueble por el propietario (en miles)
		2,1	2,2	3		4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16,4	16,5	16,6	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28,1	28,2	28,3	28,4	28,5	28,6	28,7	28,8	29,1	29,2	29,3	29,4	30	A	B	C
	1	VILLAS DEL SOL	C	08	CALLE 48 C No. 7-58 SUR	HILDA VERGARA	12	12	100	0	3	2	8	140	2	12	0	1	0	3	3	1	1	1	5	1	4		1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	300	300	22000
	2	VILLAS DEL SOL	C	07	CALLE 48 C No. 7-68 SUR	ANA LUCIA MARIN	3,5	3,5	100	0	0	1	6	96,5	1	3,5	0	1	0	2		6		2	1	2			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	500	1000	12000
	3	VILLAS DEL RECUERDO	C	05	CALLE 48 C No 7- 76 SUR	ELVIRA SANABRIA	3	3	50	0	2	1	4	111	2	3	0	1	0	3	3	1	1	1	5	1			1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	400	6000	15000
	4	VILLAS DEL RECUERDO	C	04	CALLE 48 C No 7- 80 SUR	MARIA YANETH SANCHES P	9	3	50	0	2	1	3	72	1	3	0	1	0	3	2	1	1	2	1	1	4		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	400	4000	15000
	5	VILLAS DEL RECUERDO	A	06	DIAGONAL 47B No 8-08 SUR	MIRIAN TOVAR	6	6	50	0	2	1	2	50	2	6	0	1	0		2	1	1	1	5	2		1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	100	1000	
	6	VILLAS DEL RECUERDO	C	01	CARRERA 8 No 48a 20 SUR	ANA MIRIAN SANCHEZ	2	2	100	0	0	1	5			2	0	1	0	1	3	1	1	2	1	2	1			2	2	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	250		
	7	VILLAS DEL RECUERDO	A	07	CARRERA 8 No 48A - 21 SUR	PASTOR RAMIREZ	6	3	100	0	2	1	9	100	2	3	0	1	0	1	3	1	1	1	5	1	5			2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	600	3000	30000
	8	VILLAS DEL RECUERDO	A	05	DIAGONAL 47B SUR No 8 -12	AGUSTIN QUINTANA	5	2	65	0	2	1	4		1		0	1	0	1	2	1	1	2	3	2				2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	100		
	9	VILLAS DEL RECUERDO	A	04	DIAGONAL 47B SUR No 8 -16	LUIS A. LOZANO Y MARIA SOLEDAD GUERRERO	1	1	100	0	1	1	4	57	1	1	0	1	0	3	3	1	1	2	3	1	4			2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	300	1000	6000
	10	VILLAS DEL RECUERDO	A	02	DIAGONAL 47B SUR No 8 -24	MARIA DEL CARMEN	6	6	50	0	3	2	6	35	1	6	0	1	0	2	1	5	4	4	1	2				2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	300		4000
	11	VILLAS DEL RECUERDO	A	03	DIAGONAL 47B SUR No 8- 20	MARIELA HERNANDEZ	3	3	50	0	2	1	5	30	1	3		1	0	2	2	1	1	2	1	2				2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	300	1500	7000
	12	VILLAS DEL RECUERDO	5	20	DIAGONAL 48 SUR No 9- 34	JAVIER ORLANDO VELANDIA	10	6	50	0	2	2	6	90	2	7	1	1	0	1	3	1	1	1	1	2			3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	100	1000	
	13	VILLAS DEL RECUERDO	5	19	DIAGONAL 48 SUR No 9- 40	MARIA DEL CARMEN RODRIGUEZ	20	4	100	0	6	3	10		2	6	1	1	0	1	3	1	1	1	5	1			3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	150		
	14	VILLAS DEL RECUERDO	5	18	DIAGONAL 48 SUR No 9-46					1							1	1	0	1		1		3	1																					
	15	VILLAS DEL RECUERDO	5	17	DIAGONAL 48 SUR No 9- 52	YANETH NIÑO DE BELLO	10	10	20	0	1	1	4	40	1	10	1	1	0	2	3	1	4	4	4	2			3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	200	500	5000
	16	VILLAS DEL RECUERDO	5	15	DIAGONAL 48 SUR No 9A -06	ESQUIEL MORA	10	2	100	0	0	1	4	66	1	2	1	1	0	2	2	1	4	4	5	2			3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1		7000	15000
	17	VILLAS DEL RECUERDO	5	14	DIAGONAL 48 SUR No 9A -10	ELZABETH BELTRAN	8	8	100	0	3	1	6		2	8	1	1	0		2	1	1	2	3	2				2	3	1	1	1	1	1	3	1	2	2	1	1	1			
	18	VILLAS DEL RECUERDO	E	02	CALLE 48 C SUR No7- 63	BLANCA FLOR CAICEDO	4	4	30	0	1	1	5	48	2	1	0	1	0	1	1	1	4	3	3	2			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	400	2000	10000
	19	VILLAS DEL RECUERDO	D	05	CALLE 48D SUR No 7A -07	LUIS ALEJANDRO CIERRA ROJAS	3	3	60	0	0	1	6	98	2	3	0	1	1	1	2	3	1	1	5	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	450	4000	20000
	20	VILLAS DEL RECUERDO	D	03	CALLE 48D SUR No 7A -19	LUIS FERNANDO DIAS TORRES	7	7	100	0	0	1	6	50	1	7	0	1	0	2	3	1	1	4	5	1	2		1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	230	2000	10000
	21	VILLAS DEL RECUERDO	D	02	CALLE 48D SUR No 7A -23	FRANCISCO LUIS VELASQUEZ	2	2	70	0	0	1	4	50	1	2	0	1	0	1	2	3	1	1	5	1			1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	300	4000	12000
	22	VILLAS DEL RECUERDO	D	01	CALLE 48D SUR No7A -25	AURORA GALEANO	45	14	60	0	0	2	11	30	1	40	0	1	0	2	1	1	1	3	2	2		1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	150	300	10000
	23	VILLAS DEL RECUERDO	J	02	CARRERA 8 No 48B - 08 SUR	MERCEDES SILVA	1	1	30	0	0	1	4	30	1	1	0	1	0	1		6	4	3	3	3			2	2							1					2	400		
	24	VILLAS DEL RECUERDO	B	09	DIAGONAL 47B SUR No 8-03	MARIA GRACIELA BENITO MORENO	3	3	50	0	0	1	4	60	1	1	0	1	0	1	2	2	4	1	5	2	3		3	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	150	1000	15000
	25	VILLAS DEL RECUERDO	B	07	DIAGONAL 47B SUR No 8 -07	ARTRIDE VARGAS																5	1	2	2	2																			
	26	VILLAS DEL RECUERDO	B	05	DIAGONAL 47B SUR No 8 -11	ANDRES JAVIER BERNAL	1	1	100	0	0	2	7	50	1	1	0	1	0	2	2	5	1	3	2	1			1	2	1	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	500	2000	5000
	27	VILLAS DEL RECUERDO	B	04	DIAGONAL 47B SUR No 8 -15	CECILIA SANCHEZ	7	7	60	0	0	1	5	60	1	7	0	1	0		3	4	4	1	5	1	1			1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	120	2000	10000
	28	VILLAS DEL RECUERDO	B	08	DIAGONAL 48B SUR No 8 -04	ISRAEL CORDERO	2	2	100	0	2	2	10	110	2	2	0	1	0	2	3	3	1	1	3	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	400		10000
	29	VILLAS DEL RECUERDO	B	06	DIAGONAL 48 SUR No 8 -08	ANA CECILIA GALINDO AMAYA	5	5	30	0	0	1	5	40	1	5	0	1	0		3	6	3	3	3	2	1Y3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	250	3000	5000
	30	VILLAS DEL RECUERDO	B	03	DIAGONAL 48B SUR No 8 -12	AMAURI IBARRERA Y ROSALBA CORDERO	3	3	60	0	0	1	4	96	2		0	1	0	2	2	3	1	1	5	1		1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	300	600	15000
	31	VILLAS DEL RECUERDO	5	01						1							0	1	0	2		3			2					3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
	32	VILLAS DEL RECUERDO	5	02	DIAGONAL 47B SUR No 9A -05	BLANCA DORIS GUERRERO	40	3	40	0	0	1	9	50	1		0	1	0	2		6	4	3	3	2	3	1 Y2	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	250	1000	1000
	33	VILLAS DEL RECUERDO	5	03		ANTONIO			10	1								3	3		4							2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
	33	VILLAS DEL RECUERDO	6	16	DIAGONAL 47B SUR No 9A -00	LIDIAN FLORINDA CASTELLANOS	10	10	20	0	0	2	5	70	2	5	0	1	0	2	3	1	2	3	3	2	1.3Y4	1	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	200	1000	
	34	VILLAS DEL RECUERDO	6	14	DIAGONAL 47B SUR No 9A -04	TRANSITO SANCHEZ	7	7	60	0	2	2	9	108	2	7	1	1	0	2	2	2	1	1	5	1	4		3	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	121	2000	20000
	35	VILLAS DEL RECUERDO	6	13	DIAGONAL 47B SUR No 9A -10	ISIDRO GALVIS	10	10	70	0	0	3	10	60	1	6	1	1	0	3	2	3	4	3	3	2		1	3	2	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	250	3000	15000
	36	VILLAS DEL RECUERDO	5	04	DIAGONAL 47B SUR No 9A -17	ROBERTO RODERO	4	4	30	0	0	1	7	50	1	4	0	1	0	2		6	4	3	3	2	4		3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	200	500	50000
	37	VILLAS DEL RECUERDO	5	16	DIAGONAL 48 SUR No 9A- 04	LUZ ESTELLA CAMARGO	20	2	100	0	3	2	8	70	1		1	1	0	2	3	1	1	3	2	2			3	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	300			

TABLA No. 3.1 (B)

DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS DE LA BASE DE DATOS DEL INVENTARIO DE VIVIENDAS BARRIO VILLAS DEL RECUERDO

NOMBRE DE CAMPO	DESCRIPCION	VALORES POSIBLES
COD	Código	
FICHA	Ficha	
BARRIO	Barrio o asentamiento	
N_MANZ	No. de la manzana	
N_LOTE	No. del lote	
ESTADO	Estado de la construcción	1. Completa 2. Incompleta 3. Lote vacío
DIR	Dirección	
PROP	Propietario	
OCUPAC	Estado de ocupación	0. Ocupada 1. En proceso de reubicación 2. Reubicación
N_APART	No. de apartamentos en la edificación	
N_FLIAS	No. de familias en la edificación	
N_RESID	No. de residentes en la edificación	
A_CONST	Area bruta de la construcción (m2)	
A_LOTE	Area lote catastro (m2)	
N_PISOS	Número de pisos	
EDAD_CON	Edad de la construcción	1. < 1 año 2. 1 a 3 años 3. 3 a 6 años 4. 6 a 10 años 5. > 10 años
TIPO_CON	Tipo de construcción	1. Unifamiliar 2. Multifamiliar 3. Institucional 4. Industrial 5. Otro
EST_PLAC	Estructura de la placa del piso	1. Concreto ref. 2. Metálico 3. Madera 4. Otro
EST_TECH	Estructura del techo	1. Concreto ref. 2. Metálico 3. Madera 4. Otro
TIPO_CUB	Tipo de cubierta	1. Teja 2. Asbesto cemento 3. Zinc 4. De recuperación 5. Placa
TIPO_EST	Tipo de sistema estructural	1. Muros portanes 2. Pórtico 3. Pórtico con tabiques 4. Entramado con tabiques 5. Sistema mixto 6. De recuperació
CAL_CONS	Calidad de la construcción	1. Buena 2. Regular 3. Mala
DANO_ANT	Ha sufrido anteriormente daño por	1. Deslizamiento 2. Sismo 3. Inundación 4. Infiltración
MUR_PORT	Daño en muros portantes	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
COLUMN	Daño en columnas	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
VIGAS	Daño en vigas	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
NUD_PORT	Daño en los nudos de los pórticos	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
MUR_CORT	Daño en los muros de cortante	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
ESCAL	Daño en escaleras	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
PISOS	Daño en pisos	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
CUB	Daño en la cubierta	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
TAB_INF	Daño en tabiques inferiores	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
TAB_DIV	Daño en tabiques divisorios	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
TAB_EXT	Daño en tabiques de exteriores	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
INS_ELEC	Daño en instalaciones eléctricas	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
PLOMERIA	Daño en plomería, canalización (Gas)	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
DANO_CON	Daño en la toda la construcción	1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
CON_SUEL	Condición del suelo en el lugar	1. Roca 2. Firme 3. Medio 4. Blando
INEST	Inestabilidad del suelo	1. Ninguna 2. Reptamiento 3. Leve hundim. 4. Fuerte hundim. 5. Deslizamiento 6. Caída de roca 7. Otro
AGUA	Presencia de acueducto	1. Si 2. No
ALCANT	Presencia de alcantarillado	1. Si 2. No
EN_ELEC	Presencia de energía eléctrica	1. Si 2. No
GAS	Presencia de gas	1. Si 2. No
TEL	Presencia de teléfono	1. Si 2. No
PAVIM	Presencia de calle pavimentada	1. Si 2. No
INGRESOS	Monto mensual de ingresos familiares (en miles)	
BIENES	Valor de bienes -enseres- (en miles)	
INMUEB	Valor estimado del inmueble por el propietario (en miles)	
VAL_CAT	Valor estimado del inmueble por catastro (en miles)	

El coeficiente de escorrentía “C“ representa el porcentaje de agua que sale directamente de la cuenca respecto al volumen de agua precipitada, varía entre 0 y 1 está afectado por el tipo de suelo, de la cobertura vegetal y estado de humedad antecedente. Para la temporada seca, el valor de C es cercano a 0.50 y para la temporada lluviosa, este valor se incrementa por encima de 0.90.

El coeficiente de escorrentía se puede determinar de dos formas:

- Directa, mediante la relación de los valores históricos de lluvia y escorrentía, medidos en estaciones meteorológicas e hidrológicas respectivamente.

- Indirecta, mediante el uso de tablas, bajo la relación de tipo de suelo y cobertura vegetal.

Estas tablas se encuentran en la literatura técnica. Además, en otros países existen mapas del coeficiente, los cuales no tienen mucha variabilidad espacial, debido a la homogeneidad en el tipo de suelos y cobertura, por las mismas características que presenta el clima.

En el caso del presente estudio, se optó por estimar para el mes más lluvioso el coeficiente de escorrentía en una cuenca vecina a la del área aledaña de drenaje, ya que esta última no se halla instrumentada. La cuenca corresponde al Río San Cristóbal, el cual nace en el mismo cerro de donde nace la cuenca en estudio.

En la cuenca del Río San Cristóbal se encuentra instalada una estación hidrológica y una meteorológica, las cuales llevan el mismo nombre: El Delirio. Por ser cuencas vecinas y tener características muy similares en la lluvia, suelos y cobertura vegetal en la parte alta, se puede determinar el coeficiente de escorrentía en la cuenca del San Cristóbal y aplicarlo en la cuenca del área aledaña de drenaje.

La estación El Delirio es pluviográfica, fue instalada en el mes de mayo de 1933, manejada por la EAAB-ESP y referenciada con el código P-035 y en el IDEAM con el código 2120013, presentando un promedio multianual de 1196,9 mm. La estación limnigráfica llamada de lal misma forma, la cual está referenciada con el código L-026 de la EAAB-ESP y 2120705 del IDEAM, fue instalada en marzo de 1952 y desde esta época cuenta con registros históricos, para un caudal medio multianual de 0.64 m³/seg.

Con la información de caudales de la estación hidrológica, se determinó la lámina de escorrentía de la cuenca, calculando primero el rendimiento promedio mensual R, en Lts/seg* Km²:

$$R_{med} = \frac{Q_{med} * 1000}{A}$$

Donde,

Qmed => Caudal medio en m^3/seg.
A => Area de la cuenca en Km².
1000 => Coeficiente para transformar los m^3 en litros.

Una vez calculado el rendimiento de cada uno de los meses, a nivel multianual, se determinó la lámina mensual de escorrentía, Y en mm:

$$Y = 2{,}63 * R_{med}$$

Donde,

Y => Lámina de escorrentía en mm.
R med => Rendimiento medio.
2,63 => Coeficiente de transformación.

El coeficiente de escorrentía es la relación entre los meses que llueve y lo que escurre, es decir, entre la lámina de lluvia en mm y la lámina de escorrentía en mm.

$$C = \frac{Y}{P}$$

Donde,

Y => Lámina de escorrentía en mm.
P => Lámina de lluvia o precipitación de la estación en mm.

El coeficiente de escorrentía se determinó con base en la lluvia de la estación meteorológica de El Delirio, mientras que la escorrentía fue determinada a partir de la información de la estación hidrológica que lleva el mismo nombre.

El coeficiente de escorrentía se determinó para el mes de agosto, así:

TABLA No. 3.3 DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

MES	El Delirio L-026 (m^3/seg)	R (Lts/seg*Km^2)	Y (mm)	El Delirio P-035 (mm)	C
Agosto	1.00	42.37	111.4	118.8	**0.94**

3.5.3 Análisis de la precipitación.

Del Estudio de Análisis y Caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá, elaborado por IRH Ingeniería y Recursos Hídricos Ltda, para la EAAB-ESP en 1995, Anexo 6, denominado Curvas de Intensidad-Frecuencia-Duración de las Estaciones e Isolíneas de Intensidad, Volumen 11, se tomó la información de la lluvia de diseño para el nodo más cercano a la cuenca del área aledaña de drenaje.

La intensidad máxima para los diferentes períodos de retorno, se determinó con base en la expresión:

$$I_{max} = C1 * (T_c + X_o)^{C2}$$

Donde,

Tc => Tiempo de concentración estimado por la fórmula de Kirpich.
C1 y C2 y Xo => Parámetros establecidos en el estudio de IRH

Los parámetros de la expresión para el nodo más cercano corresponden a las coordenadas: Norte: 996.357 y Este :996.357, los cuales se presentan en la *Tabla No. 3.4*.

TABLA No. 3.4 PARAMETROS PARA ESTIMAR LA INTENSIDAD MAXIMA.
NODO NORTE: 996.357 Y ESTE:996.357

Tr en Años	C1	XO	C2
3	2607.7	25.1	-1.04
5	2921.1	23.1	-1.04
10	3284.6	21.3	-1.04
25	3661.1	19.5	-1.03
50	4135.7	19.0	-1.04
100	4412.0	18.2	-1.03

Con los valores de la formulación en el nodo más cercano a la zona o área aledaña de drenaje, se estimó la intensidad. Se calculó el tiempo de concentración con la fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0.000325 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde,

Tc =>Tiempo de concentración
L =>Longitud del cauce principal
S =>Pendiente media del cauce principal

Con base en la formulación anterior, se halló la lluvia de diseño para períodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, cuyos valores se presentan en la *Tabla No. 3.5*.

TABLA No. 3.5 VALORES DE LA LLUVIA DE DISEÑO

I max 3 años	I max 5 años	I max 10 años	I max 25 años	I max 50 años	I max 100 años
87.51	106.48	129.77	162.68	178.30	209.70

Con los valores de la intensidad máxima se determinó el caudal máximo utilizando el modelo matemático de la fórmula racional:

$$Q_{max} = 2{,}78 * 10^{-7} * A * I_{max\%} * C$$

Donde,

A=> Area de cada sección tomada de la *Tabla No. 3.2*.
I max => Intensidad máxima tomada de la *Tabla No. 3.5*.
C => Coeficiente de escorrentía, para el mes más lluvioso; como condición extrema se toma el valor de 0.94.

INDICE GENERAL

Página

4.1 INVESTIGACION DEL SUBSUELO **1**
4.1.1 Exploración del subsuelo 2
4.1.2 Ensayos de laboratorio 2
4.1.3 Ensayos in situ 3

4.2 CARACTERIZACION GEOMECANICA **3**
4.2.1 Macizo rocoso 3
4.2.2 Material rocoso 4
4.2.3 Suelos residuales 5
4.2.4 Rellenos antrópicos 6

4.3 MECANISMOS DE FALLA **7**

4.4 EVALUACION DE AGENTES DETONANTES **8**
4.4.1 Lluvias 8
4.4.2 Sismos 9

CAPITULO 4

EVALUACION GEOTECNICA

4. INTRODUCCION

Con base en la información base descrita en el Capítulo anterior, se inició el Estudio Geotécnico del sector, para lo cual fue muy útil el conocimiento detallado de la geología y de los procesos geomorfológicos, así como la exactitud del mapa base.

4.1. INVESTIGACION DEL SUBSUELO.

Como parte inicial y base de la exploración del subsuelo se aplicó el conocimiento adquirido durante el trabajo de campo de reconocimiento de la geología local. El levantamiento geológico siempre se desarrolló haciendo énfasis en geología para ingeniería, y una vez establecidas las unidades de roca, suelo y depósitos antrópicos que afloran en el área estudiada, al igual que los espesores aproximados y bancos de afloramiento, se estableció el programa de exploración.

De acuerdo con lo anterior, la exploración se llevó a cabo mediante tres etapas:

- La primera corresponde a una exploración basada en trincheras y apiques que cumple la doble función de afinar la cartografía geológica, ayudando a establecer tipos de material y espesores, y la otra con fines geotécnicos de caracterización del material diferenciado.

- La segunda etapa contempla el levantamiento del macizo rocoso, identificando tipo, espesores y condición local de la roca.

- La tercera etapa busca establecer las características de los materiales involucrados en los fenómenos de remoción en masa mediante perforaciones con equipo mecánico de avance con percusión y lavado, y con ensayos *In situ* de penetración estándar.

El contexto estructural junto con la inspección geológica, y los resultados de la exploración del subsuelo permitió definir el modelo Estratigráfico y Geotécnico, así como realizar una adecuada clasificación de los diferentes taludes.

4.1.1. Exploración del subsuelo

La exploración del subsuelo se realizó mediante la ejecución de 6 trincheras, 1 apique, 6 perforaciones y 3 estaciones para levantamiento estructural. Su localización se puede observar en la *Figura No. 4.1*.

Mediante una detenida inspección de trincheras y apiques, se caracterizaron los materiales que afloran en taludes de corte minero y laderas. El procedimiento implementado consistió en destapar y limpiar los taludes seleccionados para exponer los materiales en condición fresca, este recurso se combinó, en los sitios que lo permitían, con la apertura de apiques y perforaciones en la base de la trinchera, tratando de establecer la continuidad del perfil encontrado, en profundidad.

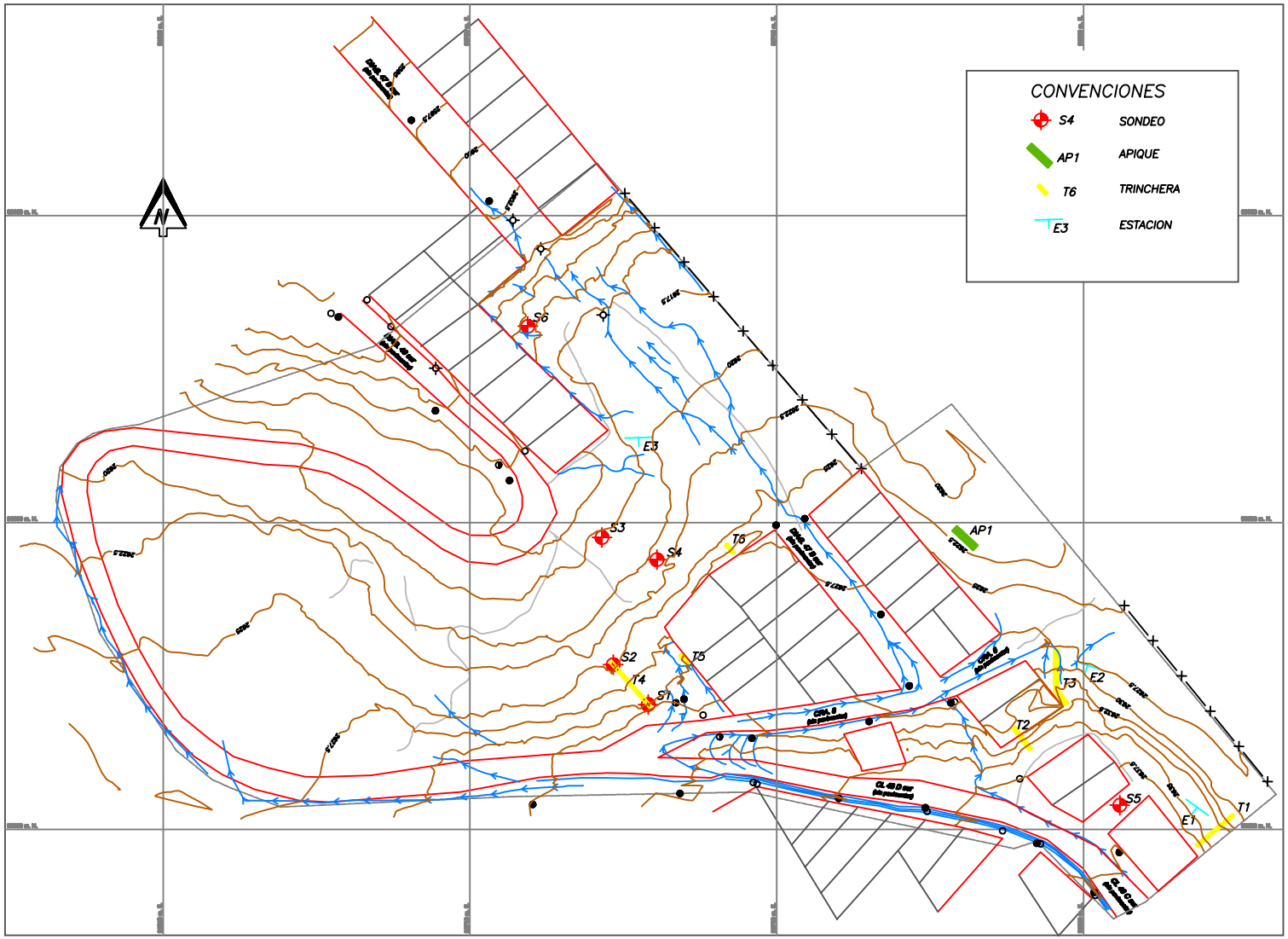
Con base en los factores tectónicos más sobresalientes identificados en la cartografía geológica, como fallas, lineamientos y pliegues, se escogieron los sectores donde se realizó un levantamiento estructural que permite conocer la orientación promedio (rumbo y buzamiento), y características como persistencia, espaciamiento, abertura, relleno y rugosidad de los planos de diaclasamiento (*Ver Tabla No. 4.1*).

Las 6 perforaciones se llevaron a cabo con equipo mecánico de avance con percusión y lavado y se complementaron con ensayos *in situ* de penetración estándar, igualmente se obtuvieron muestras inalteradas de los materiales arcillosos en tubos de pared delgada. (*Ver Figuras Nos. 4.2 a 4.7*).

4.1.2. Ensayos de Laboratorio.

Observando la variación del perfil del subsuelo en cada sitio de exploración, se definieron los puntos y niveles de muestreo de manera que se logró una representación de todos los materiales encontrados. Se tomaron muestras alteradas en bolsa, generalmente de la matriz de los depósitos y se recuperaron muestras del ensayo de Penetración estándar, muestras inalteradas en bloque y en tubo de pared delgada tipo shelby en aquellos niveles de materiales más blandos y arcillosos.

Las muestras obtenidas se identificaron visualmente y con base en la estratigrafía obtenida se llevó a cabo un programa de ensayos de laboratorio, el cual consistió en la ejecución de pruebas para clasificación (límites de consistencia) y determinación del contenido de humedad natural y el peso unitario; sobre las muestras inalteradas se llevaron a cabo, además, pruebas de compresión inconfinada y corte directo. En la *Tabla No. 4.2* se presenta el resumen general de resultados y en el Anexo C, los Ensayos de laboratorio.



Secretaria
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTA D.C.

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS DE RIESGO & SIG

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISENO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE SANTAFE DE BOGOTA D.C.

CONTRATO No. CCS-558/99

EXPLORACION DEL SUBSUELO

INTERVENTORIA : ING. JAIRO ALBERTO LOZANO G.

CONVENCIONES

- CURVA DE NIVEL
- SENDERO
- MANZANA
- CANAL
- DRENAJE
- POZO
- CERCA
- POSTE ALUMBRADO
- POSTE TELEFONO
- POSTE ENERGIA
- AREA DE ESTUDIO

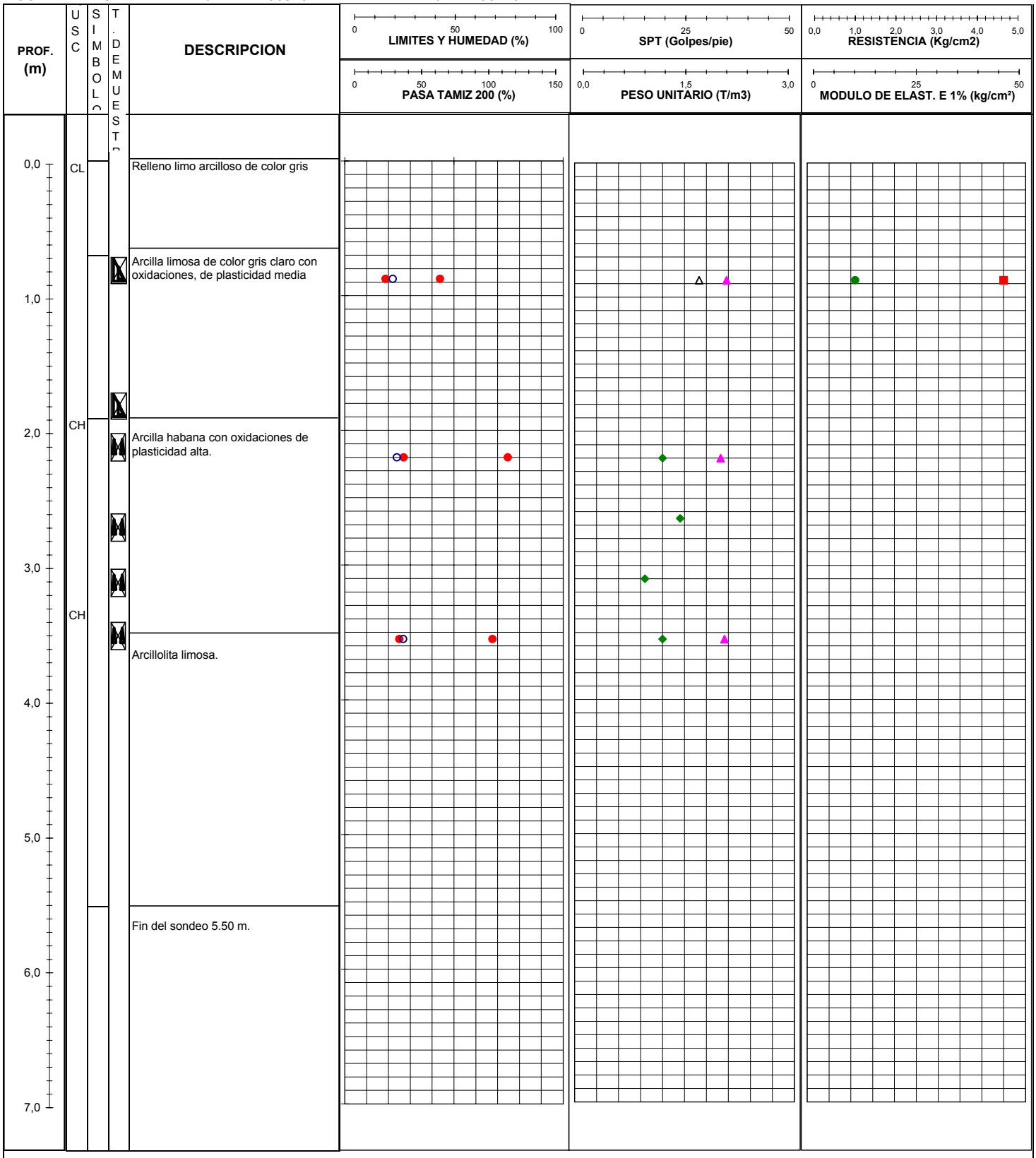
ESCALA GRAFICA EN METROS

ESCALA 1:250

FEBRERO 2000

FIGURA 4.1

COORDENADAS: NORTE: 96570 m ESTE: 95729 m



CONVENCIONES

- : LIMITE LIQUIDO
- : LIMITE PLASTICO
- : HUMEDAD NATURAL
- : NUMERO DE GOLPES /PIE
- : % PASA TAMIZ 200
- : PESO UNITARIO SECO
- : PESO UNITARIO TOTAL
- : VELETA DE LABORATORIO
- : Rpi INALTERADO
- : ESFUERZO A LA COMPRESION
- : MODULO DE ELASTICIDAD 1%

TIPO DE MUESTRA

- : SH - SHELBY
- : SS - SPLIT SPOON
- : B - BOLSA

REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO

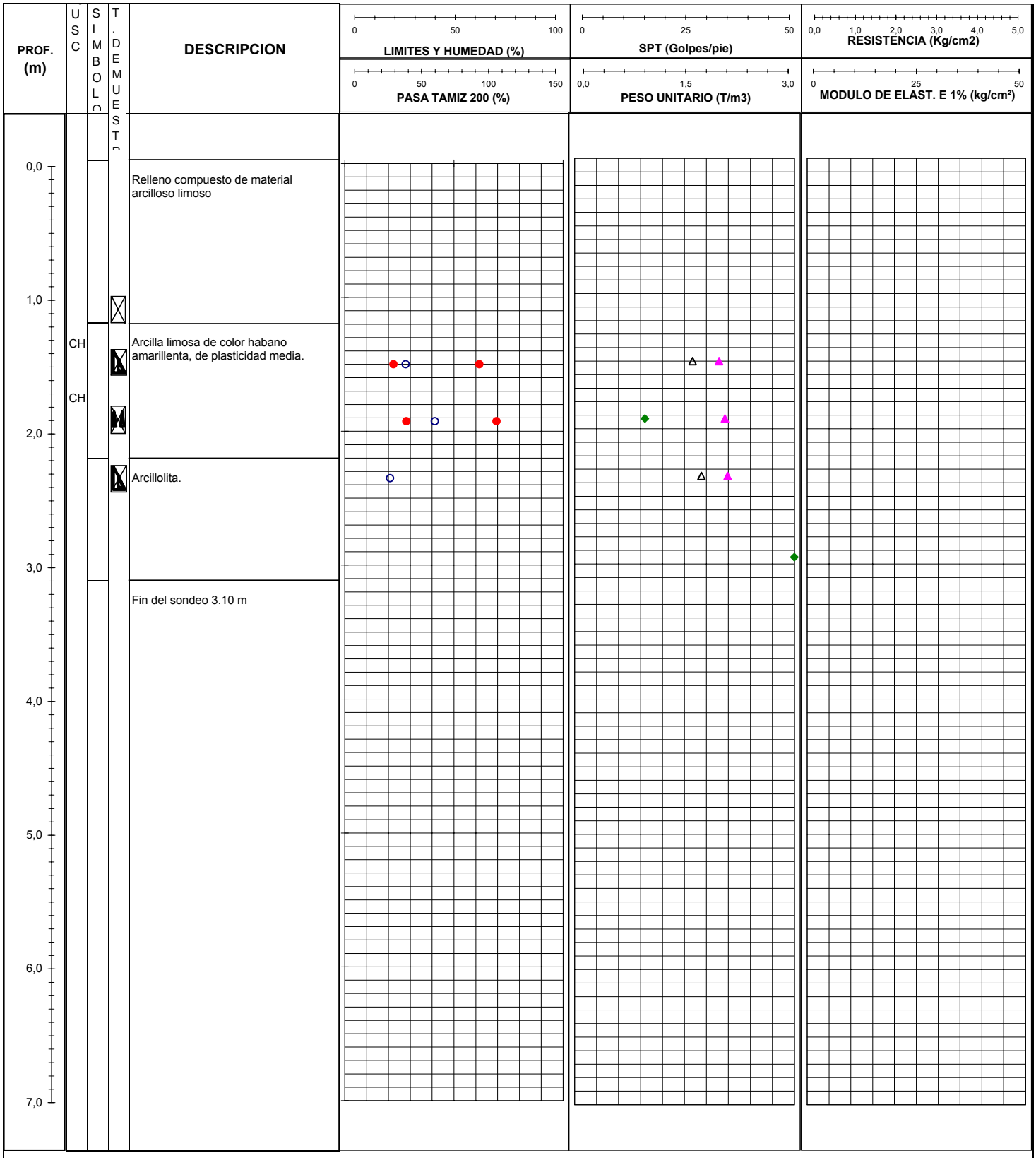
LOCALIZACION	:	
SONDEO	:	1
PROFUNDIDAD	:	5.50 m
NIVEL FREATICO	:	
FECHA	:	FEB/00

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
JAVIER A. MILLAN Y ASOCIADOS

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE

D:IGL\RECUERDO\FIGURAS\FIGURA No 4.2.xls.XLS

COORDENADAS: NORTE: 96576 m ESTE: 95723 m



CONVENCIONES

- : LIMITE LIQUIDO
- : LIMITE PLASTICO
- : HUMEDAD NATURAL
- : NUMERO DE GOLPES /PIE
- : % PASA TAMIZ 200
- : PESO UNITARIO SECO
- : PESO UNITARIO TOTAL
- : VELETA DE LABORATORIO
- : Rpi INALTERADO
- : ESFUERZO A LA COMPRESION
- : MODULO DE ELASTCIDAD 1%

TIPO DE MUESTRA

- : SH - SHELBY
- : SS - SPLIT SPOON
- : B - BOLSA

REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO

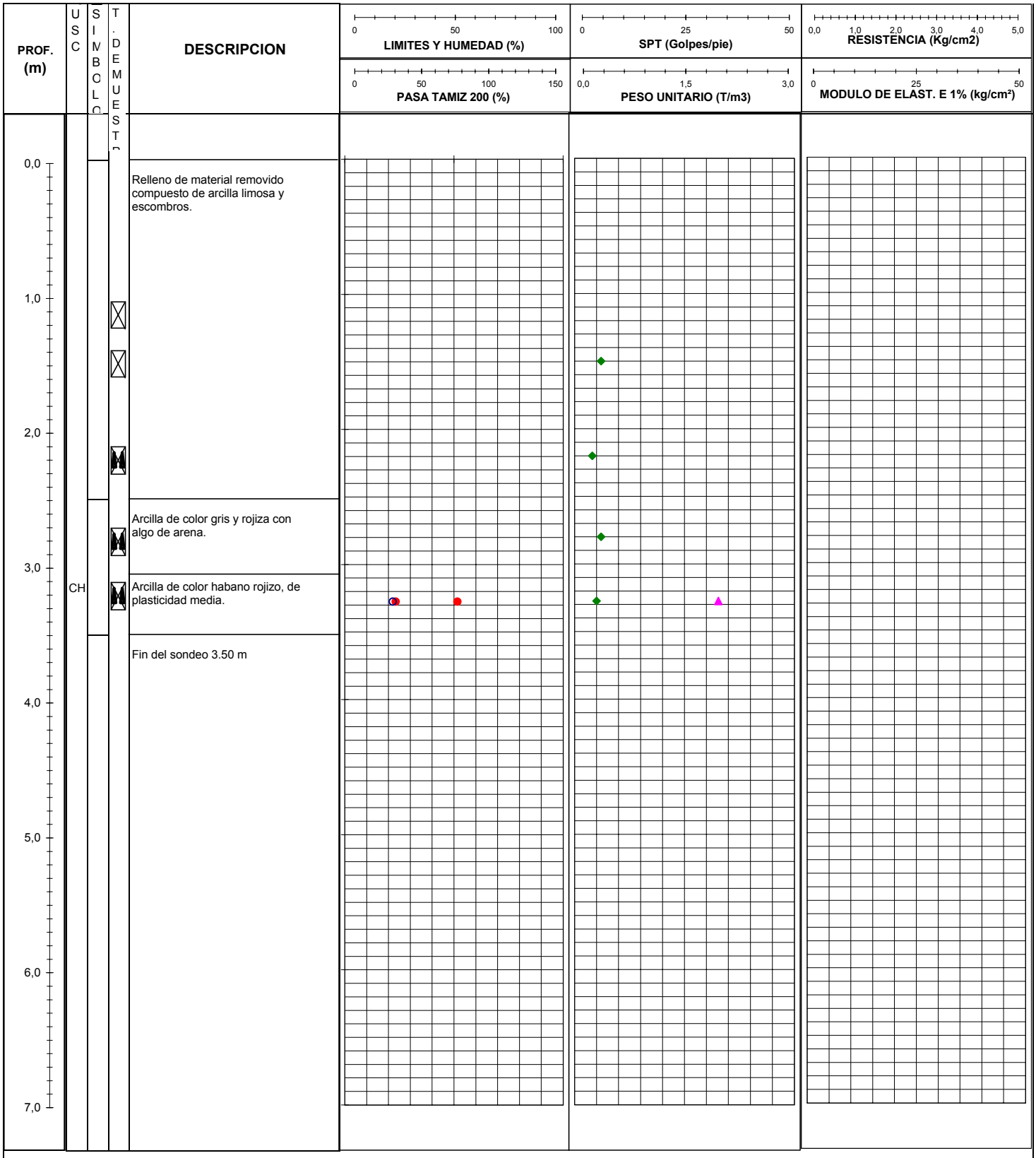
LOCALIZACION	:	
SONDEO	:	2
PROFUNDIDAD	:	3.10 m
NIVEL FREATICO	:	
FECHA	:	FEB/00

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
JAVIER A. MILLAN Y ASOCIADOS

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE

D:IGL\RECUERDO\FIGURAS\FIGURA No 4.3.xls.XLS

COORDENADAS: NORTE: 96597 m ESTE: 95721 m



CONVENCIONES

- : LIMITE LIQUIDO
- : LIMITE PLASTICO
- : HUMEDAD NATURAL
- : NUMERO DE GOLPES /PIE
- : % PASA TAMIZ 200
- : PESO UNITARIO SECO
- : PESO UNITARIO TOTAL
- : VELETA DE LABORATORIO
- : Rpi INALTERADO
- : ESFUERZO A LA COMPRESION
- : MODULO DE ELASTCIDAD 1%

TIPO DE MUESTRA

- : SH - SHELBY
- : SS - SPLIT SPOON
- : B - BOLSA

REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO

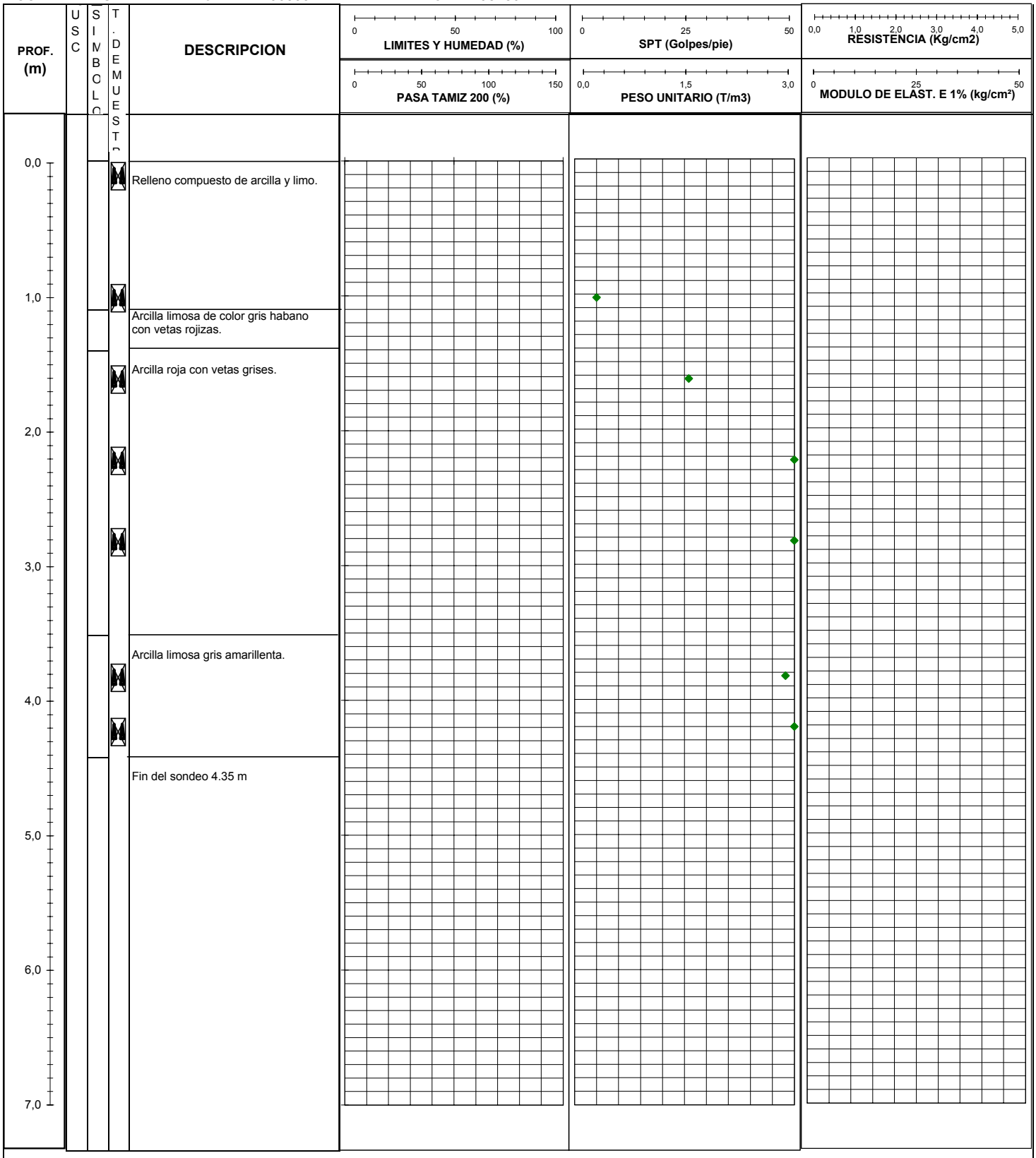
LOCALIZACION	:	
SONDEO	:	3
PROFUNDIDAD	:	3.50 m
NIVEL FREATICO	:	
FECHA	:	FEB/00

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
JAVIER A. MILLAN Y ASOCIADOS

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE

D:IGL\RECUERDO\FIGURAS\FIGURA No 4.4.xls.XLS

COORDENADAS: NORTE: 96593 m ESTE: 95730 m



CONVENCIONES

- : LIMITE LIQUIDO
- : LIMITE PLASTICO
- :. HUMEDAD NATURAL
- : NUMERO DE GOLPES /PIE
- : % PASA TAMIZ 200
- : PESO UNITARIO SECO
- : PESO UNITARIO TOTAL
- : VELETA DE LABORATORIO
- : Rpi INALTERADO
- : ESFUERZO A LA COMPRESION
- : MODULO DE ELASTCIDAD 1%

TIPO DE MUESTRA

- : SH - SHELBY
- : SS - SPLIT SPOON
- : B - BOLSA

REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO

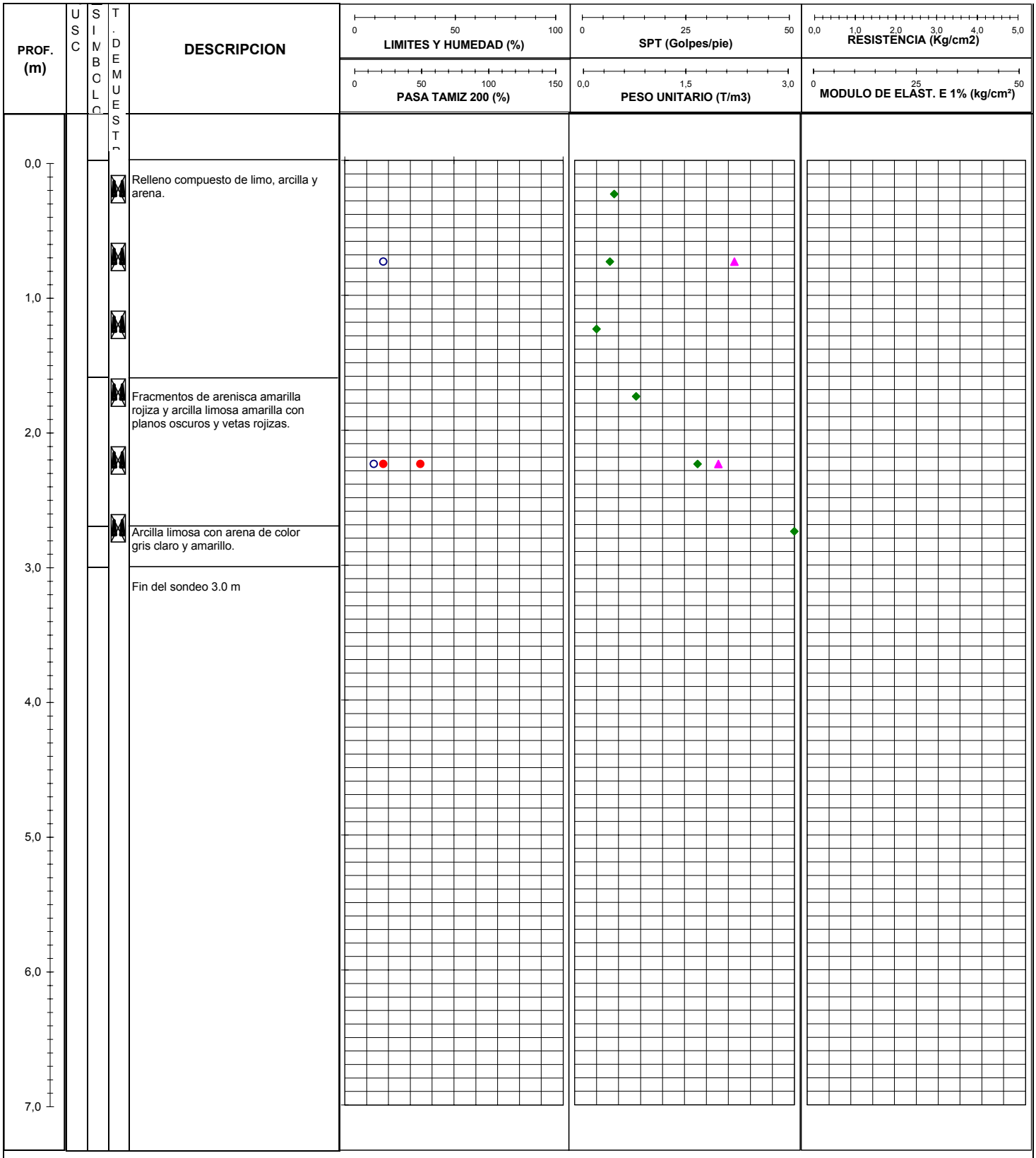
LOCALIZACION	:	
SONDEO	:	4
PROFUNDIDAD	:	4.35 m
NIVEL FREATICO	:	
FECHA	:	FEB/00

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
JAVIER A. MILLAN Y ASOCIADOS

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE

D:IGL\RECUERDO\FIGURAS\FIGURA No 4.5.xls.XLS

COORDENADAS: NORTE: 96553 m ESTE: 95805 m



CONVENCIONES

- : LIMITE LIQUIDO
- : LIMITE PLASTICO
- : HUMEDAD NATURAL
- : NUMERO DE GOLPES /PIE
- : % PASA TAMIZ 200
- : PESO UNITARIO SECO
- : PESO UNITARIO TOTAL
- : VELETA DE LABORATORIO
- : Rpi INALTERADO
- : ESFUERZO A LA COMPRESION
- : MODULO DE ELASTCIDAD 1%

TIPO DE MUESTRA

- : SH - SHELBY
- : SS - SPLIT SPOON
- : B - BOLSA

REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO

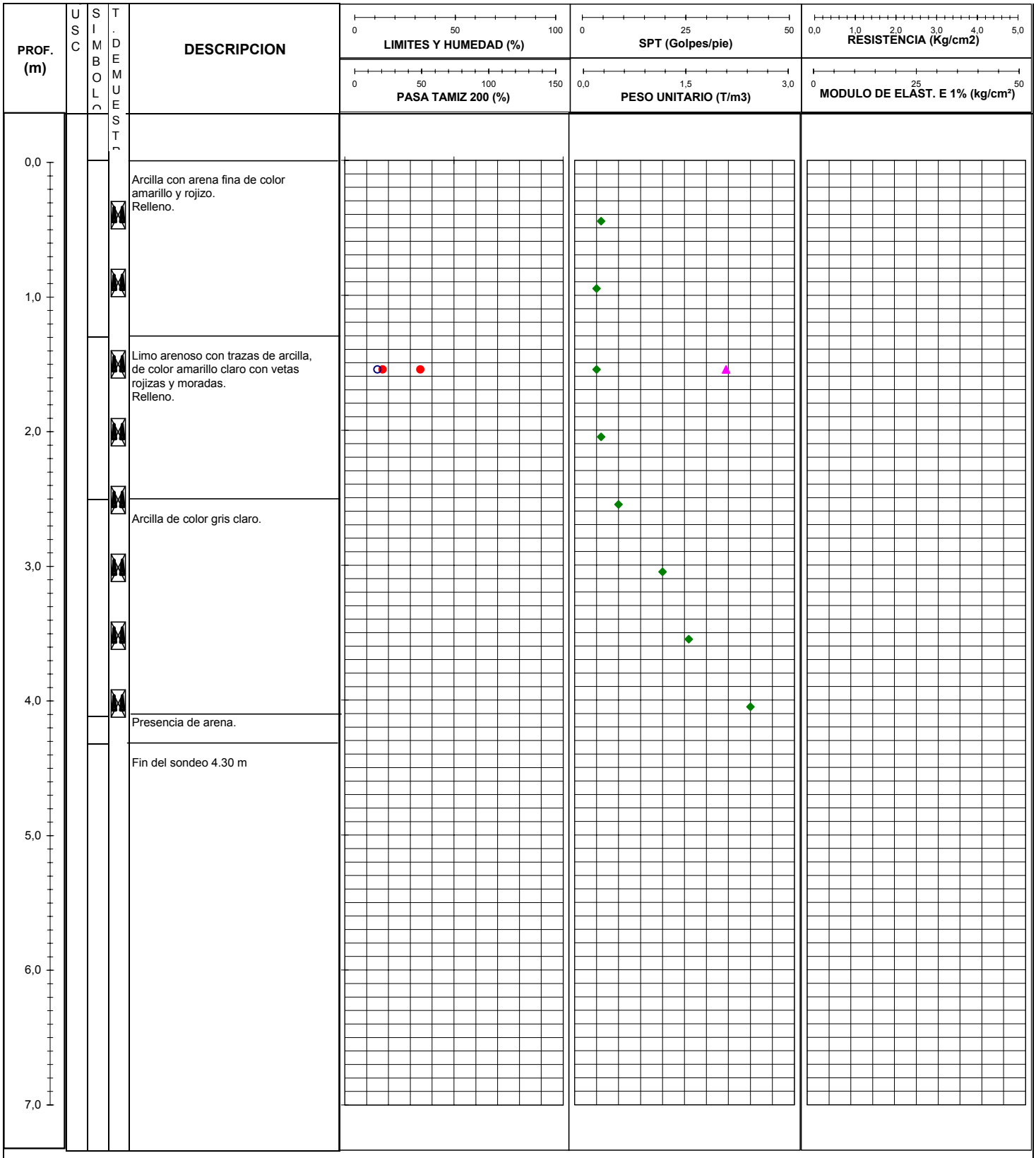
LOCALIZACION	:	
SONDEO	:	5
PROFUNDIDAD	:	3.0 m
NIVEL FREATICO	:	
FECHA	:	FEB/00

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
JAVIER A. MILLAN Y ASOCIADOS

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE

D:IGL\RECUERDO\FIGURAS\FIGURA No 4.6.xls.XLS

COORDENADAS: NORTE: 96631 m ESTE: 95709 m



CONVENCIONES

- ● : LIMITE LIQUIDO
- ● : LIMITE PLASTICO
- O :. HUMEDAD NATURAL
- ◆ : NUMERO DE GOLPES /PIE
- ■ : % PASA TAMIZ 200
- △ : PESO UNITARIO
- ▲ : PESO UNITARIO TOTAL
- X : VELETA DE LABORATORIO
- □ : Rpi INALTERADO
- ⬣ : ESFUERZO A LA COMPRESION
- ■ : MODULO DE ELASTCIDAD 1%

TIPO DE MUESTRA

- : SH - SHELBY
- : SS - SPLIT SPOON
- : B - BOLSA

REGISTRO DE EXPLORACION DEL SUBSUELO

LOCALIZACION	:	
SONDEO	:	6
PROFUNDIDAD	:	4.3 m
NIVEL FREATICO	:	
FECHA	:	FEB/00

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
JAVIER A. MILLAN Y ASOCIADOS

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE

D:IGL\RECUERDO\FIGURAS\FIGURA No 4.7.xls.XLS

TABLA No 4.1 DATOS ESTRUCTURALES POR ESTACION

No ESTACION	TIPO DE DATO	AZIMUT DEL BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO (cm)	PERSISTENCIA (m)	ABERTURA (mm)	RUGOSIDAD	CONDICION DE AGUA
1	D1	45	47	2 - 5	>1m	2mm	Ondulada	Húmeda
	D2	50	44	2 - 5	>1m	2mm	Ondulada	Húmeda
	D3	352	10	10	>1m	Cerrada	Ondulada con óxido	Seca
	D4	10	45	10 - 15	1m	Cerrada	Ondulada	Seca
	D5	263	24	10	2m	Cerrada	Lisa	Seca
	D6	45	62	5 - 10	>1m	Cerrada	Ondulada	Seca
	D7	145	75	5 - 10	1m	Cerrada	Ondulada	Seca
	E8	260	25					
	D9	260	10					
2	D1	66	22	10	2m	Cerrada	Semi - lisa	Seca
	D2	148	41	10 - 15	2m	Cerrada	Ondulada	Seca
	D3	190	46	10 - 15	2m	Cerrada	Ondulada	Seca
	DP4	30	33	10 - 15	>2	Cerrada	Semi - lisa	Seca
	D5	38	45	10 - 15	>2	Cerrada	Semi - lisa	Seca
3	D1	227	77	15	>2	2 - 5	Semi - lisa	Seca
	D2	172	90	20 - 30	>2	Cerrada	Lisa	Seca
	D3	205	75	15 - 30	2m	Cerrada	Ondulada	Seca
	F4	225	72					
	F5	200	60	Desplazamiento=30 cm				
	D6	330	70					
	D7	152	8					

CONVENCIONES:

E: ESTRATIFICACION
D.P. : DIACLASA PRINCIPAL
F: FALLA
D: DIACLASA

DPAE DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS FOPAE

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE.

TABLA No 4.2 RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

							LÍMITES					COMPRESIÓN INCONFINADA		CORTE DIRECTO					
SONDEO	MUESTRA	Tipo	PROF (m)		γ	γd	LL	LP	IP	Wn	USC	σ_c	E 1%	c´	ϕ´	c´r	ϕ´r	SPT, N	DESCRIPCION
#	#	Muestra	Inicial	Final	(ton/m³)	(ton/m³)	(%)	(%)	(%)	(%)		(kg/cm²)	(kg/cm²)	(kg/cm²)	(°)	(kg/cm²)	(°)	golpes/pie	
1	1	SH	0,70	1,05	2,075	1,700	43,7	18,7	25,0	22,1	CL	2,202	45						Arcilla habana gris con manchas rojizas, arenosa y de consistencia frime
	2	SH	1,60	1,90															
	3	SS	2,05	2,35	1,995		74,7	27,0	47,7	23,9	CH							20	Arcilla habana rojiza con oxidaciones
	4	SS	2,50	2,80														24	
	5	SS	2,95	3,25														16	
	6	SS	3,40	3,70	2,046		67,7	25,0	42,7	26,8	CH							20	Arcilla gris habana con oxidaciones
				5,50															Fin del sondeo
2	1	B	1,00	1,20															
	2	SH	1,30	1,70	1,973	1,610	61,7	22,4	39,3		CH			0,15	20,1	0,054	19,9		Arcilla de color gris con oxidaciones de consistencia firme y alta plasticidad
	3	SS	1,70	2,15	2,053		69,6	28,3	41,3	18,2	CH							16	
	4	SH	2,20	2,50	2,091	1,731				20,8									Arcillolita de color gris con manchas rojizas y consistencia firme
				3,10														50	Fin del sondeo
3	1	B	1,10	1,20															
	2	B	1,40	1,60															
	3	SS	2,05	2,35														6	
	4	SS	2,65	2,95														6	
	5	SS	3,05	3,50	1,963		51,7	23,4	28,3	22,0	CH							5	Arcilla de color habano rojizo
4	1	SS	0,10	0,55															
	2	SS	0,90	1,15														5	
	3	SS	1,40	1,85														26	
	4	SS	2,00	2,45														50	
	5	SS	2,60	3,05														80	
	6	SS	3,60	4,05														48	
	7	SS	4,05	4,35														50	
5	1	SS	0,00	0,50														9	
	2	SS	0,50	1,00	2,182					17,7								8	Relleno arcillo limoso de color habano oscuro con arena
	3	SS	1,00	1,50														5	
	4	SS	1,50	2,00														14	
	5	SS	2,00	2,50	1,962		34,7	17,7	17,0	13,4	CL							28	Arcilla limosa habana rojiza con oxidaciones
	6	SS	2,50	3,00														80	
6	1	SS	0,20	0,70														6	
	2	SS	0,70	1,20														5	
	3	SS	1,30	1,80	2,069		34,7	17,4	17,3	15,0	CL							5	Arcilla limosa algo arenosa de color habano rojizo
	4	SS	1,80	2,30														6	Arcilla o limo arenoso habano, fragmentos de arenisca
	5	SS	2,30	2,80														9	
	6	SS	2,80	3,30														20	
	7	SS	3,30	3,80														25	
	8	SS	3,80	4,30														29	

CONVENSIONES:

γ	:	Peso unitario	σ_c	:	Resistencia a la compresión
LL	:	Límite líquido	E 1%	:	Módulo de elasticidad al 1% de deformación
LP	:	Límite Plástico	c´	:	Cohesión
IP	:	Índice de plasticidad	ϕ´, ϕ r	:	Angulo de fricción pico y residual
Wn	:	Humedad Natural	SPT	:	Ensayo de Penetración Estándar
USC	:	Clasificación Unificada de Suelos			

Tipo de muestra
SH
SS
B

Nota: Los ensayos de corte directo se realizaron en condición de muestra inundada

Igualmente, se adelantó una recopilación de información secundaria con base en estudios geotécnicos de similares características que presentaran datos de la caracterización Geomecánica de los materiales, especialmente los de resistencia al corte, de las areniscas y arcillolitas de la Formación Regadera, así como de los suelos residuales.

4.1.3 Ensayos *in situ*.

Teniendo en cuenta la heterogeneidad de los materiales que conforman el área de estudio y su dificultad de muestreo, se acudió al ensayo de penetración estándar para la caracterización geomecánica de los diferentes estratos, adelantando pruebas de SPT en cada tipo de material identificado en el proceso de exploración y cartografía geológica.

Una vez establecidos los valores de campo, se realizaron las correcciones por confinamiento, longitud de varillaje y nivel de agua, y se normalizaron los valores de campo. Utilizando el método de estimación de parámetros efectivos de resistencia con SPT establecido por González 1997, fueron estimados los parámetros de resistencia para cada material (*Ver Figuras Nos. 4.8 a 4.10*).

4.2. CARACTERIZACION GEOMECANICA

El contexto estructural, junto con la inspección geológica, los resultados de la exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio permitió definir el modelo estratigráfico y Geotécnico del área en estudio y realizar una adecuada clasificación de los diferentes materiales. Así se dterminó:

4.2.1 Macizo Rocoso

El macizo rocoso en el área en estudio se encuentra compuesto por una secuencia cíclica de areniscas y arcillolitas de la Formación Areniscas de La Regadera, Miembro Superior, de 34.8 m de espesor, de estratificación plana e influenciado por el trazo de la Falla Satélite con una orientación 200/60 a 225/72.

Los niveles de areniscas y litoarenitas presentan una estratificación gruesa con espesores entre 2.5 y 7 m, mientras que para los niveles arcillosos el espesor varía entre 2 y 5 m (*Ver Mapa Geología Local y Columna Estratigráfica*).

La condición estructural del área determina dos sectores con características de diaclasamiento diferentes: el primero, influenciado por el trazo de la falla satélite que afecta los taludes del costado sur oriental, y el segundo se asocia al eje del sinclinal La Arboleda, así:

Costado sur oriental

El sector de la falla satélite en el costado sur oriental del área en estudio y flanco occidental del sinclinal La Arboleda cabeceado, configura un patrón estructural de cuatro sistemas de diaclasas con una estratificación variante, localmente, en dirección y buzamiento. Se caracteriza por presentar un sistema principal de discontinuidad orientado 30/33 y un grupo de familias errático variando de N40W a N80W buzando hacia el E entre 33 y 45 grados.

De acuerdo con el sistema de clasificación GSI propuesto por Hoek 1995, el macizo rocoso se puede clasificar con un GSI de 40 a 50, asociado a una roca fracturada con bloques interconectados formados por cuatro o más familias de discontinuidades con superficies moderadamente meteorizadas, cerradas, de rugosidad ondulada y húmedas. En la medida en que el macizo alcanza los niveles de litoarenitas mejora sus características geomecánicas llegando a alcanzar índices GSI de 60.

Costado centro norte.

A este sector se asocian los flancos del sinclinal La Arboleda por fuera de la influencia del eje de la falla. La mayor parte del área en estudio se localiza dentro de éste sector incluyendo la zona de mayor inestabilidad.

Sobre el eje del pliegue se determina una estratificación sub horizontal con cabeceo hacia el sur, lo cual se evidencia con datos de buzamientos entre 8 y 10 grados al este. El patrón de diaclasamiento lo determinan 3 familias con orientaciones 330/70, 172/90 y 204/67, con espaciamientos entre 15 y 30 cm, con persistencias mayores a 2 m, cerradas y de rugosidad ondulada a lisa, en el momento de la exploración no se encontró flujos de agua.

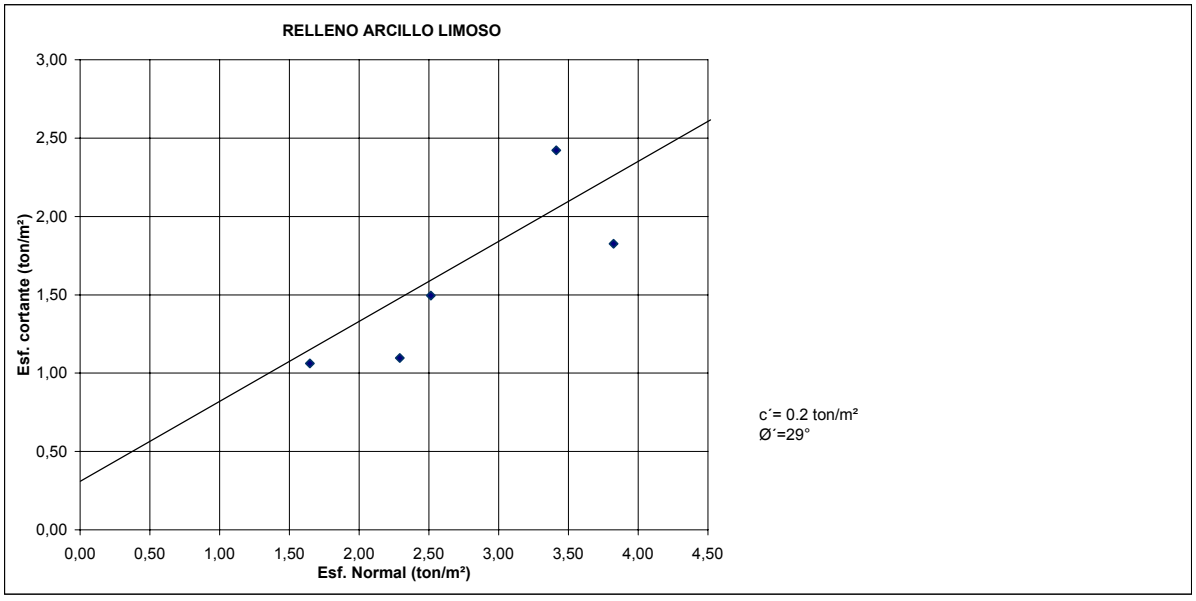
En este sector se presentan bancos de arcillolitas de mayor espesor y estratos de arenitas más masivos, de tal forma que el macizo rocoso se puede categorizar con índices GSI entre 60 y 70.

4.2.2 Material rocoso.

Se identifican dos materiales rocosos: arcillolita y litoarenita.

Arcillolitas (Tersa): Rocas blandas de color gris morada a rojiza, algo limosas, meteorizadas. Afloran muy localmente por ventanas en el área estudiada, debido a que desarrollan depósitos de suelos residuales de espesor variable.

FIGURA No. 4.8 ANALISIS PARAMETRICO A PARTIR DEL SPT



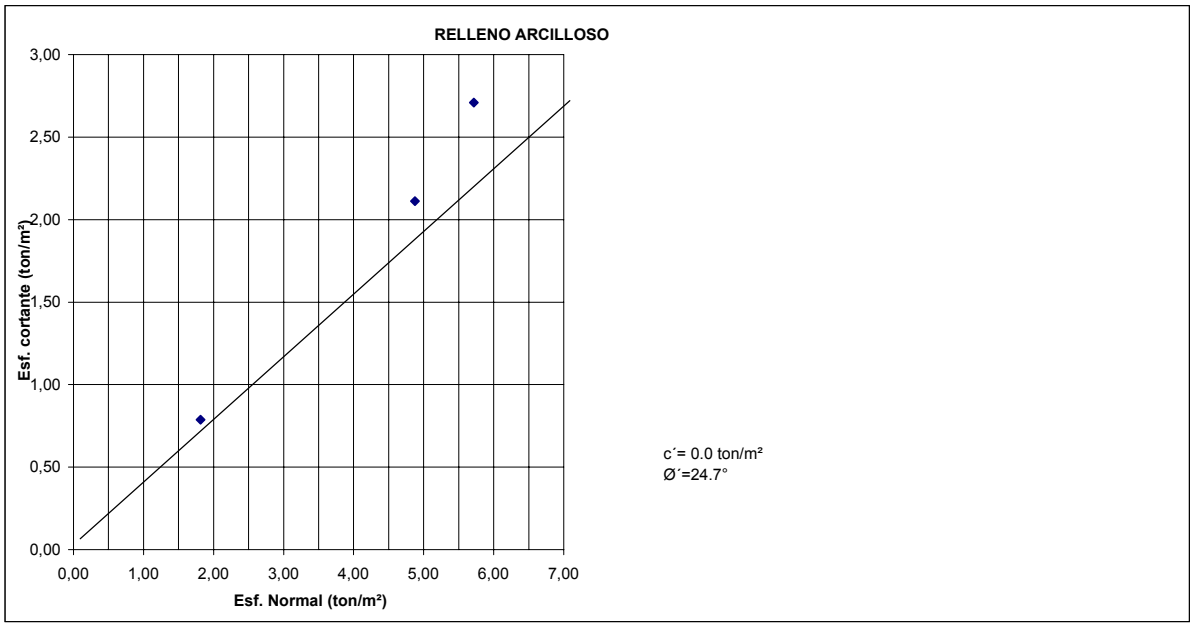
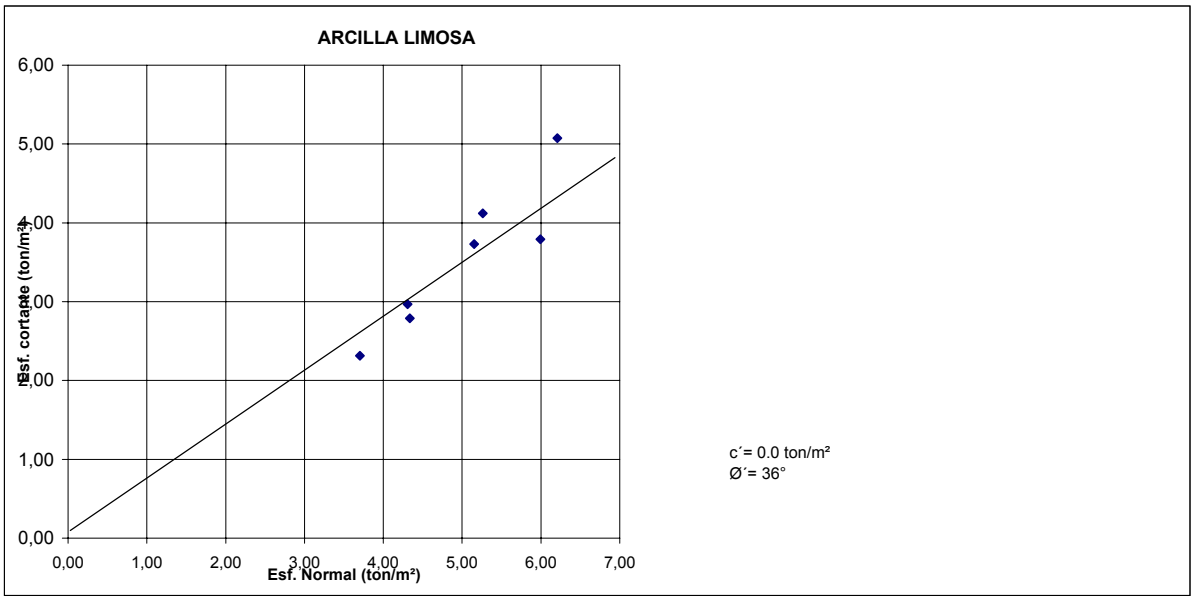


FIGURA No. 4.9 ANALISIS PARAMETRICO A PARTIR DEL SPT



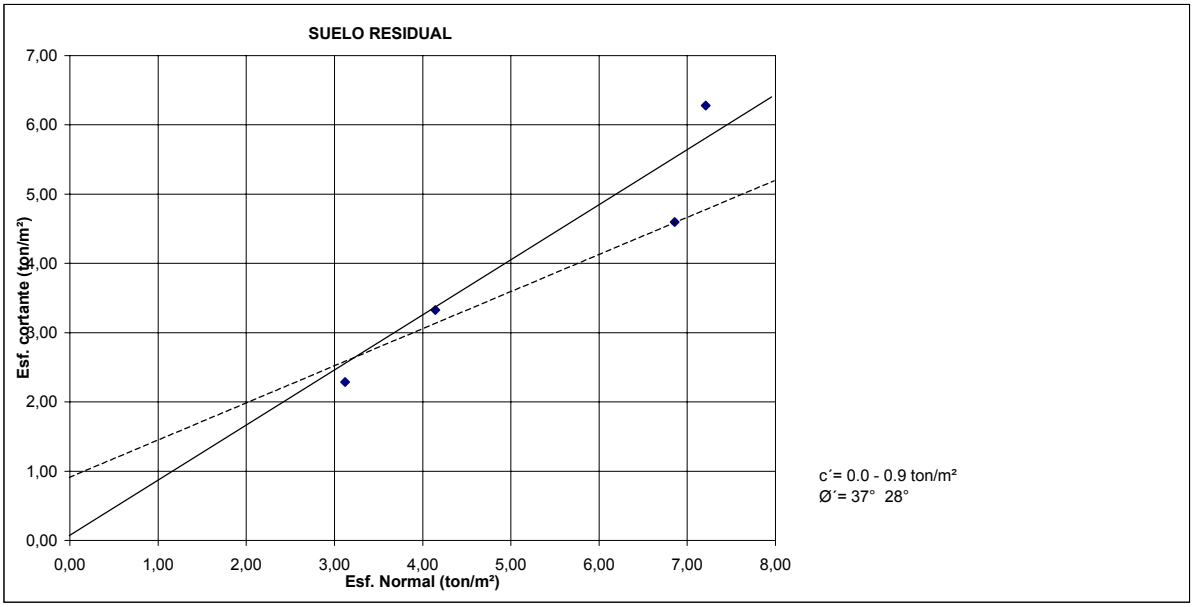
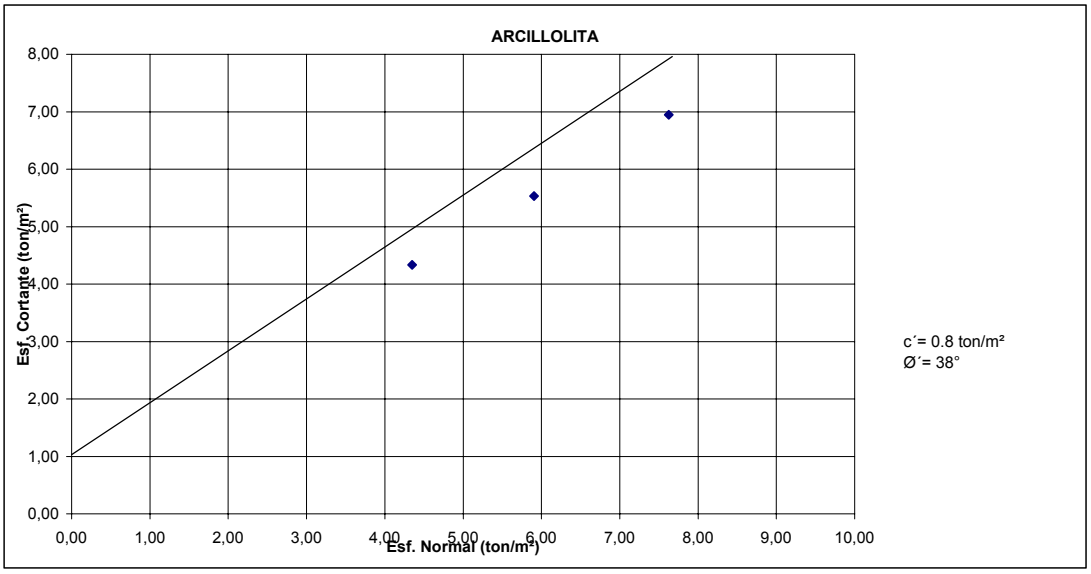


FIGURA No. 4.10 ANALISIS PARAMETRICO A PARTIR DEL SPT



Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	2.10 Tn/m^3
Resistencia a compresión	
SPT	50 gol/pie
Angulo de fricción	38 Grados
Cohesión	0.8 Tn/m^2

Litoarenitas (Ters): Rocas blandas, friables de grano medio a grueso, color gris claro, meteorizadas con mayor intensidad en superficie, conformando bancos masivos de estratificación gruesa. En el área de estudio, afloran en diferentes partes, especialmente en los escarpes que conforman el acceso vial y en el talud sur oriental.

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	2.10 Tn/m^3
Resistencia a compresión *	25 Kg/cm^2
SPT	-- gol/pie (rechazo)
Angulo de fricción*	26 Grados
Cohesión*	0.22 Tn/m^2

(*) información secundaria de estudios geotécnicos en el sector.

4.2.3 Suelos residuales (QSr)

En el área afloran suelos residuales producto de la degradación de los niveles arcillolíticos, distinguiéndose dos tipos: Arcilla limosa gris rojiza y arcilla gris habana.

Arcilla limosa gris rojiza (QSra): Corresponde a un estrato con menor degradación, definido por el cambio de resistencia al corte, expresada mediante el ensayo del SPT. Configurado por arcillas limosas grises a rojizas con arena de plasticidad alta y consistencia dura.

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	1.95 Tn/m^3
Humedad natural	27%
Límite líquido	68%
Límite plástico 25%	
SPT	20-29 gol/pie (rechazo)
Angulo de fricción	37 Grados

Cohesión	0.0 Tn/m^2

Arcilla gris habana (Qrsc): Este nivel se encuentra formando la base de los rellenos, presenta alta oxidación, con contenidos de arena de plasticidad alta a muy alta y consistencia firme a dura.

Sus características geomecánicas son:

Peso Unitario	1.85 Tn/m^3
Humedad natural	18-24 %
Límite líquido	70-75 %
Límite plástico	23-28 %
Compresión simple	2.2 Kg/cm^2
SPT	9-20 gol/pie (rechazo)
Angulo de fricción	36 Grados
Cohesión	0.0 Tn/m^2

4.2.4 Rellenos Antrópicos

Corresponden a materiales estériles residuales del proceso de explotación de los chircales y la manufactura de ladrillos de la Formación Regadera y de depósitos de materiales heterogéneos con desechos de construcción y basuras. Se encuentran dispuestos en los sectores definidos como modelados antrópicos y con procesos de inestabilidad actual, conformando el cuerpo principal de los deslizamientos y presentando un espesor variable dependiendo de los cortes mineros, hecho que dificulta su identificación espacial.

En el proceso de caracterización de éstos materiales se identificaron dos tipos de relleno: uno de composición más arcillosa y otro arcillo limoso con arenas.

Relleno arcilloso: Arcilla habana con tonos rojizos, oxidada, de plasticidad media y consistencia media.

Peso Unitario	1.77 Tn/m^3
Humedad natural	22 %
Límite líquido	52 %
Límite plástico	23 %
SPT	4-5 gol/pie (rechazo)
Angulo de fricción	24.7 Grados
Cohesión	0.0 Tn/m^2

Relleno arcillo limoso: Arcillas limosas y/o con arena, de color gris a habano rojizo, de plasticidad media y consistencia media a firme.

Peso Unitario		1.78 Tn/m^3
Humedad natural		15 %
Límite líquido		35 %
Límite plástico	17 %	
SPT		6-9 gol/pie (rechazo)
Angulo de fricción		29 Grados
Cohesión		0.2 Tn/m^2

4.3 MECANISMOS DE FALLA.

Los procesos geomorfológicos identificados en el área son, por una parte, de erosión intensa sobre los suelos residuales de arcillolita, rellenos sin cobertura vegetal y en las caras de los taludes pseudo verticales conformados por las litoarenitas, y de otro lado, por movimientos en masa (FRM) del tipo deslizamientos rotacionales y traslacionales en rellenos antrópicos.

Se establecen escenarios con respecto a los modos o mecanismos de falla posibles que bajo solicitaciones de los agentes externos como lluvias y eventos sísmicos podrían desencadenarse, y que estarían favorecidos por la intensificación de los procesos de intemperización, denudación y acción del hombre por la inadecuada disposición de aguas de escorrentía y manejo de rellenos.

Dentro de este marco se consideraron tres mecanismos potenciales de falla, a saber:

- Tipo 1: Deslizamientos de tipo rotacional que involucrarían los depósitos tipo rellenos antrópicos de estériles de explotación principalmente, causados por la forma de su disposición y geometría de los taludes de cortes mineros, facilitados por la disposición estructural de las discontinuidades del macizo rocoso y detonados por acción del agua de escorrentía producto de aguas servidas y lluvias. Este tipo de movimiento es de mayor influencia y magnitud en el área, presentando un grado de actividad alto, y fue éste, el que al final del año 1999 provocó una emergencia.

- Tipo 2: Deslizamientos traslacionales y/o rotacionales de pequeña magnitud que afectarían suelos residuales y rellenos y se desarrollarían entre puntos con cambios marcados de pendiente; su superficie de falla estaría controlada por el contacto con materiales de mejores características geomecánicas.

- Tipo 3: Deslizamientos traslacionales que involucrarían al macizo rocoso y que estarían controlados por la orientación de las diaclasas principales que coinciden con los taludes de corte o laderas expuestas. Este mecanismo de falla no se identificó durante las visitas de campo, sin embargo se estudio su posibilidad de ocurrencia y su influencia en la estabilidad de los rellenos.

  Para este último mecanismo se adelantan los análisis de posibilidad cinemática de que se presenten movimientos o falla del macizo rocoso a lo largo de las discontinuidades o de sus intercesiones. Así se establecen las principales familias en cada zona estructural establecida y se analizan las posibilidades de falla planar y en cuña para cada uno de los taludes expuestos en el área según los criterios establecidos por Hoek and Bray 1974.

  Los resultados se presentan en la *Tabla No. 4.3*.

4.4 EVALUACION DE AGENTES DETONANTES.

Para el caso en estudio se contempla los agentes detonantes de lluvia y sismo, agentes como la erosión y el factor antrópico se tienen en cuenta con los cambios morfométricos que vienen implícitos en la topografía.

4.4.1 Lluvias

El comportamiento de la lluvia como factor detonante en el sector objeto del estudio, se establece a partir de la Estación Pluviográfica Santa Lucia (2120052) operada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.A.A.B.

La distribución temporal de la precipitación presenta dos períodos lluviosos entre los meses de octubre a noviembre y abril a mayo y dos períodos secos entre los meses de enero a febrero y julio a agosto, los demás se consideran de transición. La precipitación media multianual es de 594.7 mm y la precipitación máxima mensual ocurrió en el mes de abril de 1982, con un valor de 188.6 mm.

La definición de lluvia crítica se establece según González y Zamudio 1998, en su Trabajo “Relación de precipitación crítica–duración de lluvias que disparan movimientos en masa en Santafé de Bogotá–Colombia”, adelantado para la DPAE por intermedio de INGEOCIM Ltda. Así, para la estación de Santa Lucia se establece:

Precipitación anual:	594.7 mm
Precipitación crítica	214.63 mm

TABLA No 4.3 ANALISIS CINEMATICOS POSIBILIDAD DE FALLA PLANAR Y EN CUÑA

TALUD No.	ZONA	RUMBO	PENDIENTES				FALLA PLANAR		FALLA EN CUÑA	
			GENERAL	LOCAL 1	LOCAL 2	ORIENT.	GENERAL	LOCAL	GENERAL	LOCAL
1	ZMr	N41W	54,31	72,55	66,80	NE	D11, D12, D21, D24, D25	D11, D12, D16, D21, D24, D25	1	1
2	ZACeda	N52E	63,43	77,32	90,00	NW		D04, D36	7,8,9,14,15	7,8,9,14,15
	ZACeda	N85W	43,88			NE				
	ZACeda	N87E	43,15			NW	D13		13	
	ZACeda	N35W	82,41			NE	D11, D12, D16, D21, D25		1,2,3,10,106	
	ZACeda	N89E	43,88			NW	D13		13	
3	ZACeda	N85E	42,93			NW	D13		13	
	ZACeda	N61E	90,00			NW	D04, D36		7,8,9,13,14,15	
	ZACeda	N43E	57,38			NW			7,8,9,12,14,15	
	ZACeda	N53E	75,07	90,00		NW	D04, D3.6	D36	7,8,9,14,15	7,8,9,14,15
	ZACeda	N8E	68,20			NW	D02, D15, D18, D19		6,12,101,102,104	
	ZACeda	N17W	78,69			SW	D02, D15, D18, D19		101.102.104	
	ZACeda	N50W	72,26			NE	D11, D16, D21, DP24, D25		1,11	
4	ZMrqde	N54W	59,04			NE	D11, D12, DP24, D25		11	
	ZMrqde	N73W	63,43	59,04		NE	D14, DP24	DP24	11	11
	ZMrqde	N75W	65,43			NE	D14, DP24		12	
5	ZAsre/d	N53E	66,04			NW			7,8,9,14,15	

CONVENSIONES:

ZONA : ZONA GEOMORFOLOGICA
Dij i. : DIACLASA j EN LA ESTACION i.
No. : INTERSECCION
NE : NORESTE
NW : NOROESTE
SW : SUROESTE

Duración	30.6	días
Periodo de retorno	24.6	años

Adicionalmente, se adelantó un análisis retrospectivo para determinar los niveles de agua con los cuales se produjo la falla; como resultado, se determina que la falla se produce a bajos niveles de saturación de los rellenos, para Ru (coeficiente de presión de poros) entre 0.10 y 0.20, que concuerda con la morfometría del relleno y sus características de permeabilidad. (*Ver Capítulo 5*).

Teniendo en cuenta la características morfométricas y de cobertura del área en estudio se puede inferir que la escorrentía superficial es mayor que la infiltración, con excepción de los rellenos de estériles y antrópicos donde el proceso se invierte. De hecho, las zonas desprovistas de cobertura vegetal presentan procesos erosivos intensos.

4.4.2 Sismos

Este parámetro se valora con base en los resultados del estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá, INGEOMINAS-UNIANDES, 1997. El análisis probabilístico muestra valores a nivel de roca de aceleración máxima horizontal de 0.20 g para un período de retorno de 475 años como el evento más crítico.

Teniendo en cuenta los efectos locales y siguiendo los lineamientos del estudio de Riesgo de las Laderas de Bogotá, González y Millán 1999, se asigna un valor de aceleración horizontal máxima de 0.24g. Con este valor se adelanta la condiciones extremas del cálculo de probabilidad condicional con los agentes detonantes.

INDICE GENERAL

Página

5.1 ZONIFICACION GEOTECNICA 1

5.2 ANALISIS DE ESTABILIDAD 3

5.3 ZONIFICACION POR AMENAZA 4

CAPITULO 5

EVALUACION DE ESTABILIDAD Y AMENAZA

5 INTRODUCCION

Con la información presentada en el capítulo anterior se complementaron los datos necesarios para evaluar el comportamiento y respuesta de los diferentes materiales del sector estudiado frente a los factores geológicos actuantes en la región. La consultoría consideró necesario realizar una zonificación "morfológica–geotécnica" para poder desarrollar de la mejor manera posible el análisis de estabilidad del sector estudiado. En los siguientes parágrafos se explica de manera resumida y clara la forma como se evalúo la amenaza por fenómenos de remoción en masa y la zonificación hecha para la categorización de la misma.

5.1 ZONIFICACION GEOTECNICA

Una vez establecidos los criterios geomorfológicos que condicionan la evolución de las laderas en el área en estudio, se establece una zonificación geotécnica que determina zonas con comportamientos geotécnicos similares, con tipologías y dinámicas de movimientos característicos en cada zona.

Las zonas se establecen con criterios dinámicos, sobre las cuales se asocia una condición predominante de estabilidad en términos de factor de seguridad y probabilidad de falla. En general, se tienen en cuenta las siguientes parámetros:

Tipo de Material: De acuerdo con los trabajos de geología y exploración los siguientes son los tipos de materiales presentes en el área de estudio:

- Macizo rocoso, compuesto por intercalaciones de arcillolita con litoarenitas.
- Suelos residuales y rellenos superficiales.
- Rellenos de escombros.

Pendientes: Se definen tres rangos de pendiente:

– Alta	> 37%	Sectores de escarpes o cortes mineros y viales.
– Media	22 a 37%	Zonas de relleno.
– Baja	< 22%	Areas de circulación y localización de viviendas.

Tipo de Laderas: De acuerdo con lo establecido en el diagnóstico, los procesos de inestabilidad que afectan el área en estudio, están directamente relacionados con la acción del hombre sobre el medio físico. Se determinaron entonces dos tipos de formas de las laderas:

- **N** Natural.
- **A** Modelado Antrópica.

Tipos de Procesos de Degradación: Se establecieron dos tipos de procesos y tres tipos de FRM asociados a los mecanismos de falla identificados en el capítulo anterior, así:

- **e** - Erosión
- **d** - Deslizamientos
  - ➔ **drs** - Deslizamientos rotacionales
  - ➔ **dts** - Deslizamientos traslacionales
  - ➔ **dtr** – Deslizamientos traslacionales en roca.

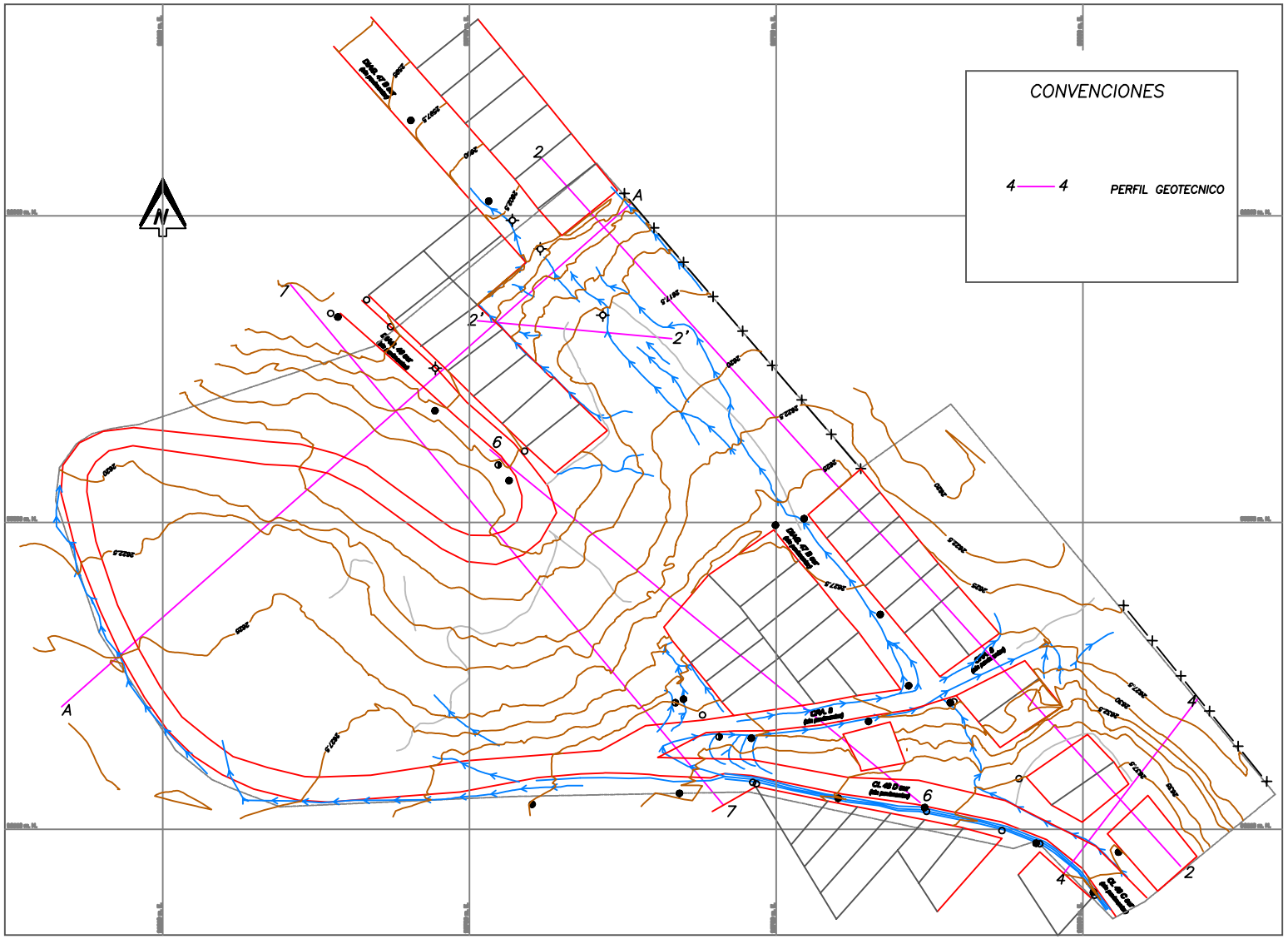
De acuerdo con lo anterior, se establecen seis (6) zonas homogéneas que configuran 7 unidades en el área definidas como se describe a continuación: (*Ver mapa Geomorfológico, Plano No 4*).

ZARqre. De modelado antrópico, conformado por suelos residuales y rellenos de nivelación, de pendiente moderada, con procesos de erosión intensos en las áreas desprovistas de vegetación. En esta unidad se localizan la mayoría de las viviendas del área en estudio.

ZMs Zona de modelado mixto, conformada por suelos residuales, formando pendientes bajas a medias, caracterizada por ser una zona mal drenada y no evidencia problemas de estabilidad.

ZMrqde Zona de modelado mixto con una intervención antrópica moderada, conformada principalmente por taludes en litoarenitas y rellenos de poco espesor, de pendiente media a alta, con procesos de FRM de pequeña magnitud sobre los rellenos y erosión sobre las litoarenitas.

ZMr Zona de modelado mixto con una intervención antrópica menor, conformada principalmente por el macizo rocoso y depósitos de relleno muy superficiales, de alta pendiente, sin evidencias claras de inestabilidad del macizo, con movimientos de los rellenos.



Secretaria
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTA D.C.
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS DE RIESGO & SIG

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE SANTAFE DE BOGOTA D.C.

CONTRATO No. CCS-558/99

LOCALIZACION DE PERFILES

INTERVENTORIA : ING. JAIRO ALBERTO LOZANO G.

CONVENCIONES

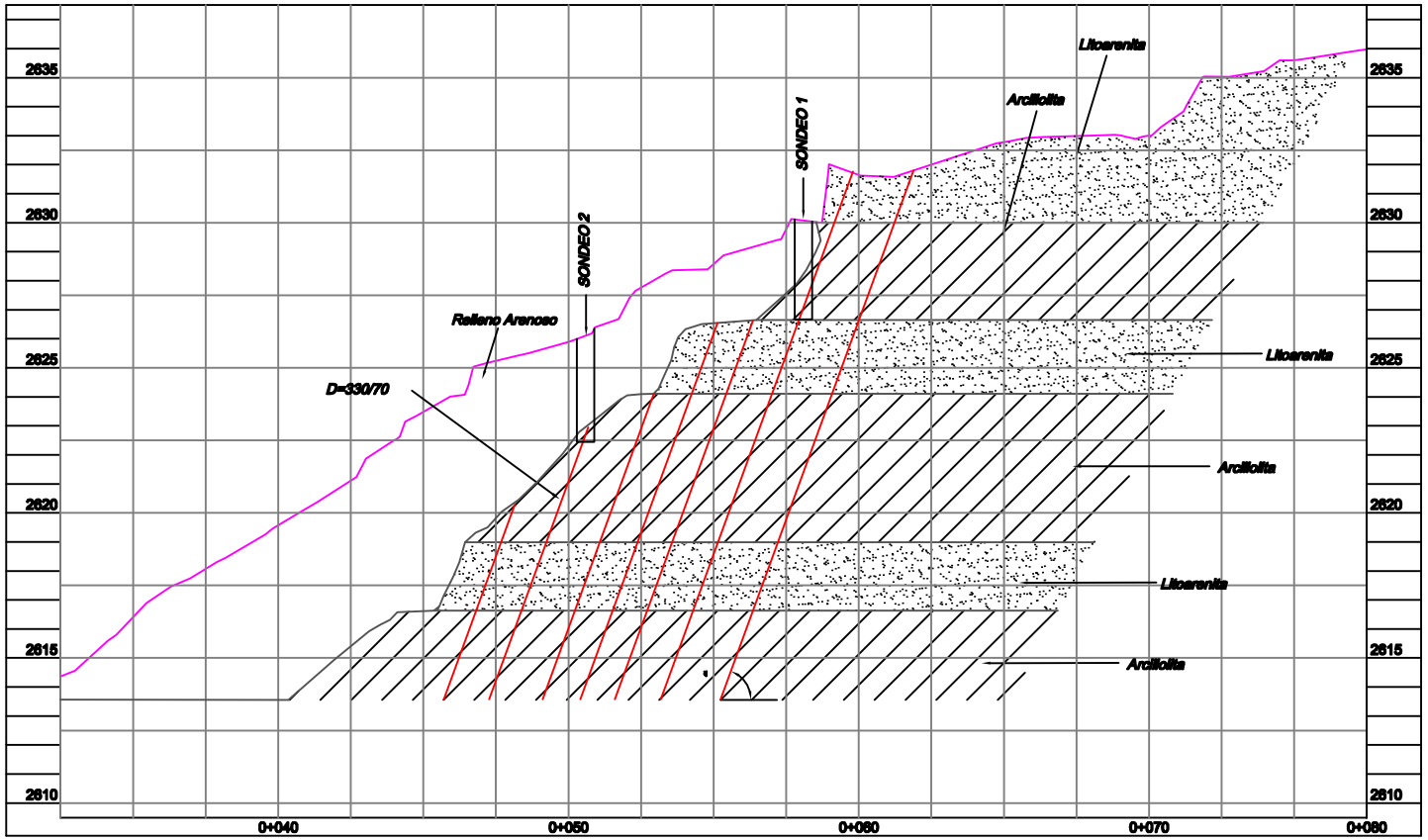
- CURVA DE NIVEL 2810
- SENDERO
- MANZANA
- CANAL
- DRENAJE
- POZO
- CERCA
- POSTE ALUMBRADO
- POSTE TELEFONO
- POSTE ENERGIA
- AREA DE ESTUDIO

ESCALA GRAFICA EN METROS

ESCALA 1:250

MARZO 2000

FIGURA 5.1



Secretaria
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTA D.C.
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS DE RIESGO & SIG

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE SANTAFE DE BOGOTA D.C.

CONTRATO No. CCS-558/99

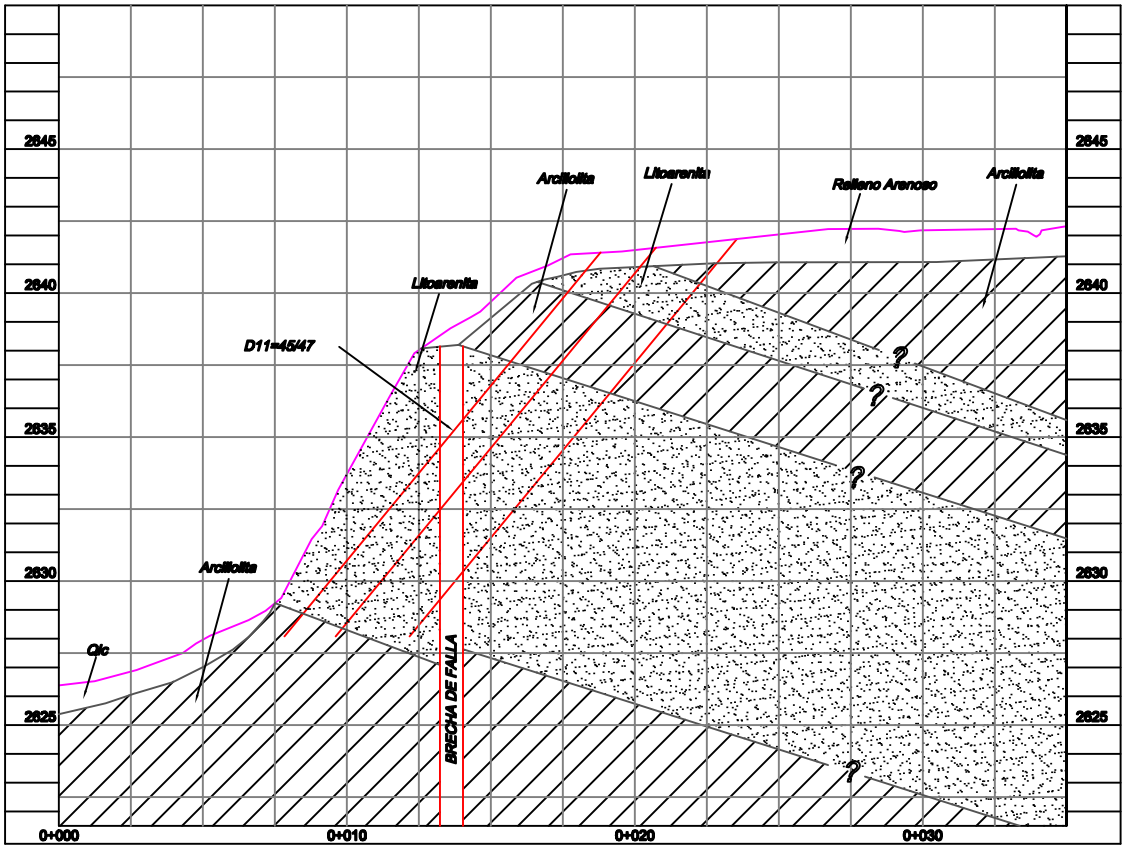
PERFIL GEOTECNICO 7 - 7
ZONA GEOMORFOLOGICA ZACeda

INTERVENTORIA : ING. JAIRO ALBERTO LOZANO G.

ESCALA GRAFICA EN METROS

ESCALA 1:250
FEBRERO 2000

FIGURA 5.2



Secretaria
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTA D.C.
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS DE RIESGO & SIG

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE SANTAFE DE BOGOTA D.C.

CONTRATO No. CCS-558/99

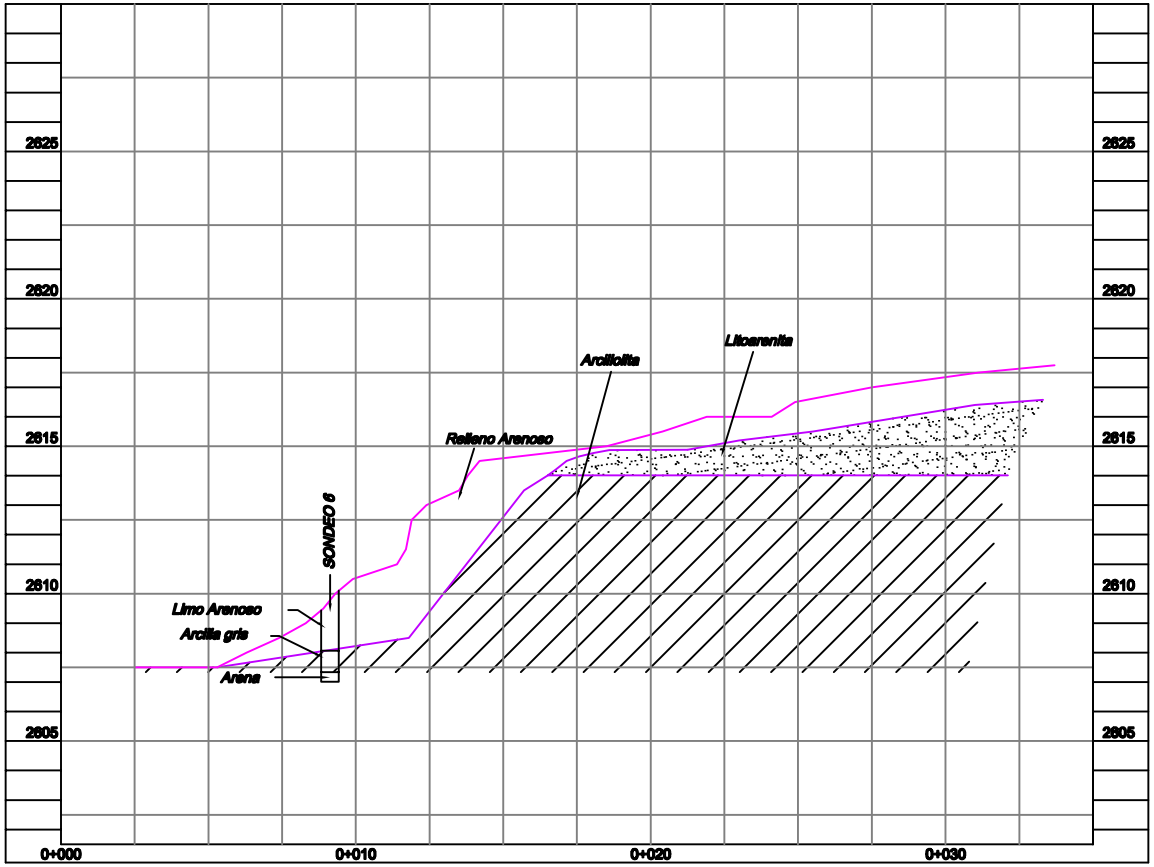
PERFIL GEOTECNICO 4 - 4
ZONA GEOMORFOLOGICA ZMr

INTERVENTORIA : ING. JAIRO ALBERTO LOZANO G.

ESCALA GRAFICA EN METROS

ESCALA 1:250
FEBRERO 2000

FIGURA 5.3



Secretaria
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTA D.C.
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS DE RIESGO & SIG

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE SANTAFE DE BOGOTA D.C.

CONTRATO No. CCS-558/99

PERFIL GEOTECNICO 2' - 2'
ZONA GEOMORFOLOGICA ZAsre/d

INTERVENTORIA : ING. JAIRO ALBERTO LOZANO G.

ESCALA GRAFICA EN METROS

ESCALA 1:250
FEBRERO 2000

FIGURA 5.4

BARRIO VILLAS DEL RECUERDO

TABLA No 5.2 ANALISIS DE ESTABILIDAD GENERAL POR ZONA HOMOGENEA

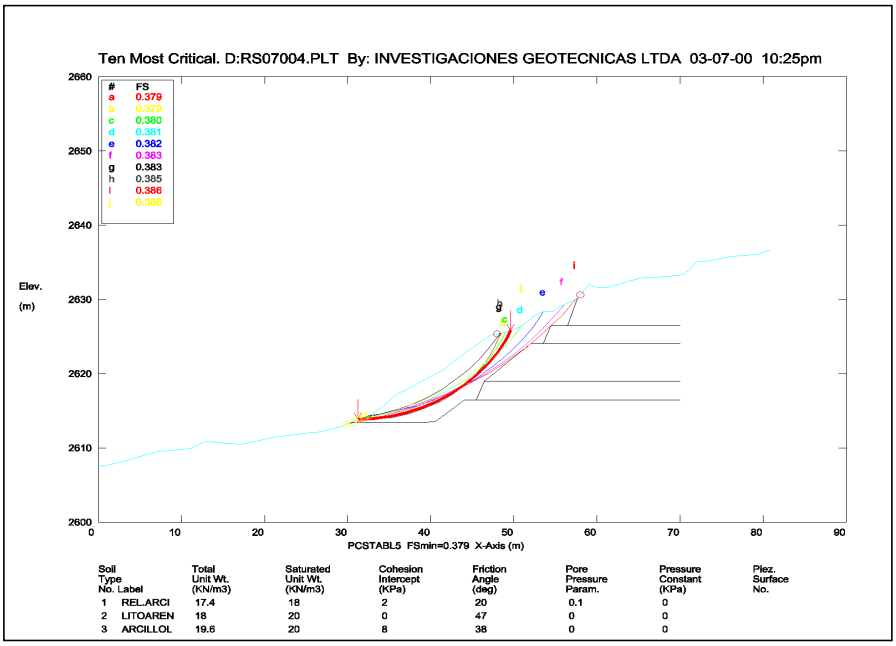
PARAMETROS

	c´ (ton/m²)	c´ (kPa)	ϕ´ (°)	γ ton/m³	Ah %g	ru
mín	0,2	2,0	20,0	1,77	0,24	0,10
máx	1,5	15,0	29,0			

MATERIAL:	RELLENO
TIPO DE FALLA:	PIE
TIPO DE MOVIMIENTO:	ROTACIONAL

RANGO: 28.5-32.5 48-58	
PERFIL:	7- 7
ZONA:	ZACeda

ARCHIVO	ϕ´ mín	ϕ´ máx	c´ mín	c´ máx	Agua	Sismo	FS
RP07001 .SI	X		X		NO	NO	0,674
RP07002 .SI	X		X		SI	NO	0,590
RP07003 .SI	X		X		NO	SI	0,439
RP07004 .SI	X		X		SI	SI	0,379
RP07005 .SI	X			X	NO	NO	1,231
RP07006 .SI	X			X	SI	NO	1,147
RP07007 .SI	X			X	NO	SI	0,834
RP07008 .SI	X			X	SI	SI	0,773
RP07009 .SI		X	X		NO	NO	0,957
RP07010 .SI		X	X		SI	NO	0,835
RP07011 .SI		X	X		NO	SI	0,619
RP07012 .SI		X	X		SI	SI	0,529
RP07013 .SI		X		X	NO	NO	1,525
RP07014 .SI		X		X	SI	NO	1,400
RP07015 .SI		X		X	NO	SI	1,012
RP07016 .SI		X		X	SI	SI	0,925



INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA.

BARRIO VILLAS DEL RECUERDO

TABLA No 5.3 ANALISIS DE ESTABILIDAD GENERAL POR ZONA HOMOGENEA

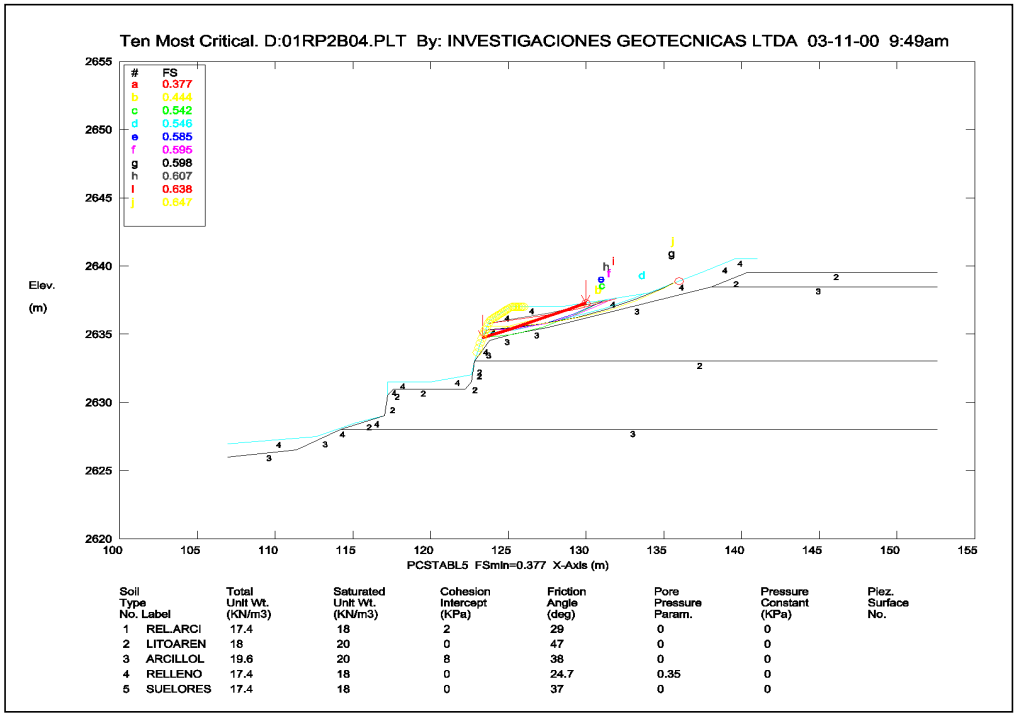
PARAMETROS

	c´	c´	ϕ´	γ	Ah	ru
	(ton/m²)	(kPa)	(°)	ton/m³	g	
mín	0,0	0,0	24,7	1,77	0,24	0,35
máx	0,2	2,0	29,0			

MATERIAL:	RELLENO ARCILLOSO
TIPO DE FALLA:	CORONA
TIPO DE MOVIMIENTO:	TRASLACIONAL

RANGO: 123-126 130-136	
PERFIL:	2- 2
ZONA:	ZACeda

ARCHIVO	ϕ´ mín	ϕ´ máx	c´ mín	c´ máx	Agua	Sismo	FS
RP2B01 .SI	X		X		NO	NO	1,207
RP2B02 .SI	X		X		SI	NO	0,723
RP2B03 .SI	X		X		NO	SI	0,673
RP2B04 .SI	X		X		SI	SI	0,377
RP2B05 .SI	X			X	NO	NO	1,625
RP2B06 .SI	X			X	SI	NO	1,142
RP2B07 .SI	X			X	NO	SI	0,930
RP2B08 .SI	X			X	SI	SI	0,633
RP2B09 .SI		X	X		NO	NO	1,455
RP2B10 .SI		X	X		SI	NO	0,872
RP2B11 .SI		X	X		NO	SI	0,811
RP2B12 .SI		X	X		SI	SI	0,454
RP2B13 .SI		X		X	NO	NO	1,872
RP2B14 .SI		X		X	SI	NO	1,290
RP2B15 .SI		X		X	NO	SI	1,068
RP2B16 .SI		X		X	SI	SI	0,711



INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA.

BARRIO VILLAS DEL RECUERDO

TABLA No 5.4 ANALISIS DE ESTABILIDAD GENERAL POR ZONA HOMOGENEA

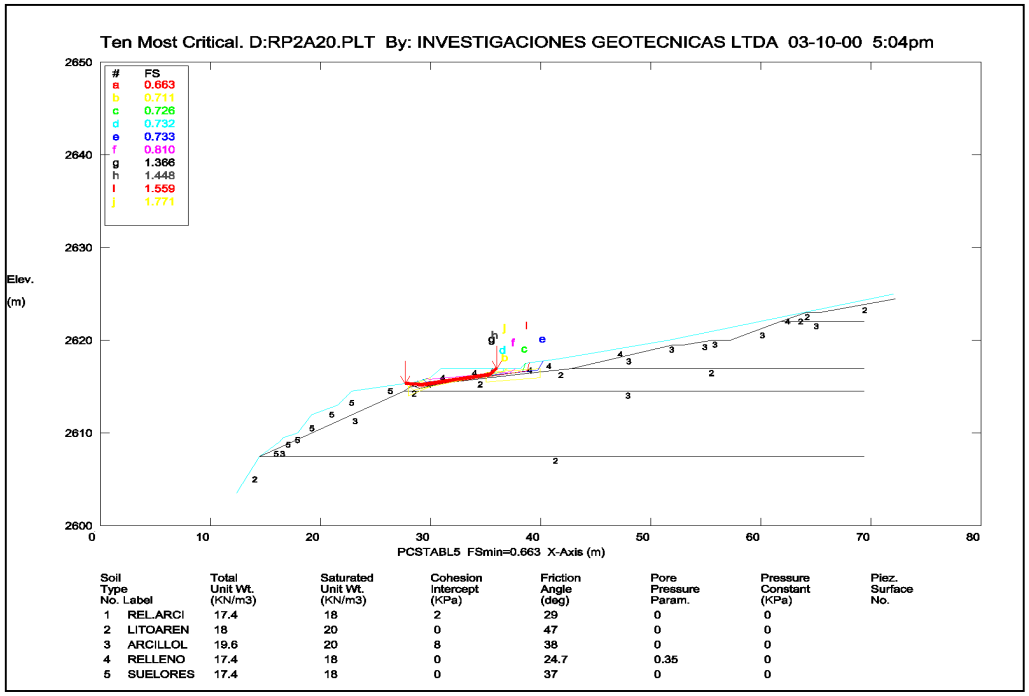
PARAMETROS

	c´	c´	ϕ´	γ	Ah	ru
	(ton/m²)	(kPa)	(°)	ton/m³	g	
mín	0,0	0,0	24,7	1,77	0,24	0,35
máx	0,2	2,0	29,0			

MATERIAL:	RELLENO ARCILLOSO
TIPO DE FALLA:	PIE
TIPO DE MOVIMIENTO:	TRASLACIONAL

RANGO: BLOQUES	
PERFIL:	2- 2
ZONA:	ZARqre

ARCHIVO	ϕ´ mín	ϕ´ máx	c´ mín	c´ máx	Agua	Sismo	FS
RP2A17 .SI	X		X		NO	NO	2,451
RP2A18 .SI	X		X		SI	NO	1,584
RP2A19 .SI	X		X		NO	SI	1,047
RP2A20 .SI	X		X		SI	SI	0,663
RP2A21 .SI	X			X	NO	NO	3,165
RP2A22 .SI	X			X	SI	NO	2,295
RP2A23 .SI	X			X	NO	SI	1,362
RP2A24 .SI	X			X	SI	SI	0,975
RP2A25 .SI		X	X		NO	NO	2,940
RP2A26 .SI		X	X		SI	NO	1,895
RP2A27 .SI		X	X		NO	SI	1,255
RP2A28 .SI		X	X		SI	SI	0,792
RP2A29 .SI		X		X	NO	NO	3,655
RP2A30 .SI		X		X	SI	NO	2,606
RP2A31 .SI		X		X	NO	SI	1,570
RP2A32 .SI		X		X	SI	SI	1,103



INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA.

BARRIO VILLAS DEL RECUERDO

TABLA No 5.5 ANALISIS DE ESTABILIDAD GENERAL POR ZONA HOMOGENEA

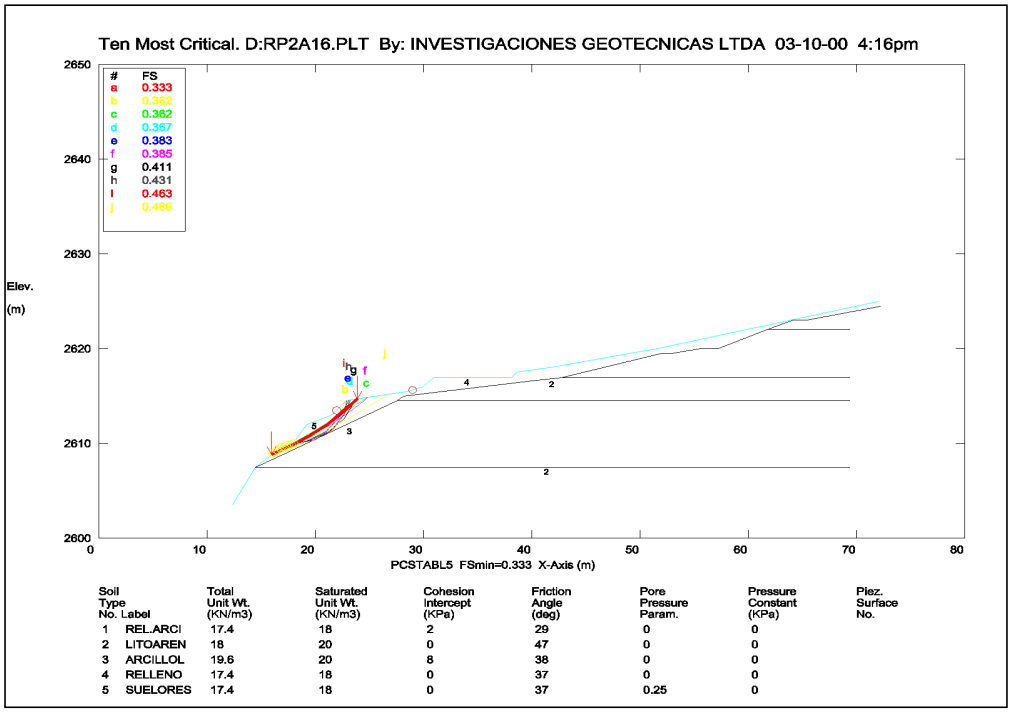
PARAMETROS

	c´	c´	ϕ´	γ	Ah	ru
	(ton/m²)	(kPa)	(°)	ton/m³	g	
mín	0,9	9,0	28,0	1,77	0,24	0,25
máx	0,0	0,0	37,0			

MATERIAL:	SUELO RESIDUAL
TIPO DE FALLA:	TALUD
TIPO DE MOVIMIENTO:	ROTACIONAL

RANGO: 13 - 16 22 - 29	
PERFIL:	2- 2
ZONA:	ZAsre / d

ARCHIVO	ϕ´ mín	ϕ´ máx	c´ mín	c´ máx	Agua	Sismo	FS
RP2A01 .SI	X		X		NO	NO	1,779
RP2A02 .SI	X		X		SI	NO	1,466
RP2A03 .SI	X		X		NO	SI	1,224
RP2A04 .SI	X		X		SI	SI	1,005
RP2A05 .SI	X			X	NO	NO	0,708
RP2A06 .SI	X			X	SI	NO	0,432
RP2A07 .SI	X			X	NO	SI	0,444
RP2A08 .SI	X			X	SI	SI	0,235
RP2A09 .SI		X	X		NO	NO	1,945
RP2A10 .SI		X	X		SI	NO	1,657
RP2A11 .SI		X	X		NO	SI	1,279
RP2A12 .SI		X	X		SI	SI	1,115
RP2A13 .SI		X		X	NO	NO	1,002
RP2A14 .SI		X		X	SI	NO	0,609
RP2A15 .SI		X		X	NO	SI	0,628
RP2A16 .SI		X		X	SI	SI	0,333



INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA.

BARRIO VILLAS DEL RECUERDO

TABLA No 5.6 ANALISIS DE ESTABILIDAD GENERAL POR ZONA HOMOGENEA

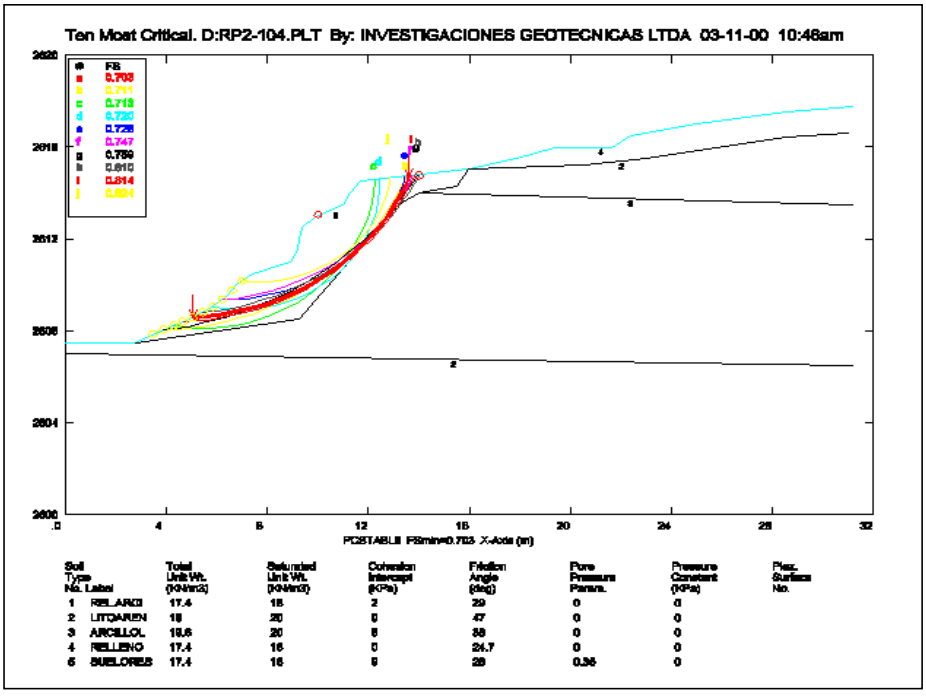
PARAMETROS

	c´	c´	ϕ´	γ	Ah	ru
	(ton/m²)	(kPa)	(°)	ton/m³	g	
mín	0,9	9,0	28,0	1,77	0,24	0,35
máx	0,0	0,0	37,0			

MATERIAL:	RELLENO ARCILLOSO
TIPO DE FALLA:	PIE
TIPO DE MOVIMIENTO:	ROTACIONAL

RANGO: BLOQUES	
PERFIL:	2´- 2´
ZONA:	ZAsre / d

ARCHIVO	ϕ´ mín	ϕ´ máx	c´ mín	c´ máx	Agua	Sismo	FS
RP2-101 .SI	X		X		NO	NO	1,460
RP2-102 .SI	X		X		SI	NO	1,044
RP2-103 .SI	X		X		NO	SI	1,010
RP2-104 .SI	X		X		SI	SI	0,703
RP2-105 .SI	X			X	NO	NO	0,587
RP2-106 .SI	X			X	SI	NO	0,211
RP2-107 .SI	X			X	NO	SI	0,377
RP2-108 .SI	X			X	SI	SI	0,096
RP2-109 .SI		X	X		NO	NO	1,730
RP2-110 .SI		X	X		SI	NO	1,175
RP2-111 .SI		X	X		NO	SI	1,174
RP2-112 .SI		X	X		SI	SI	0,778
RP2-113 .SI		X		X	NO	NO	0,828
RP2-114 .SI		X		X	SI	NO	0,298
RP2-115 .SI		X		X	NO	SI	0,530
RP2-116 .SI		X		X	SI	SI	0,130



INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA.

BARRIO VILLAS DEL RECUERDO

TABLA No 5.7 ANALISIS DE ESTABILIDAD GENERAL POR ZONA HOMOGENEA

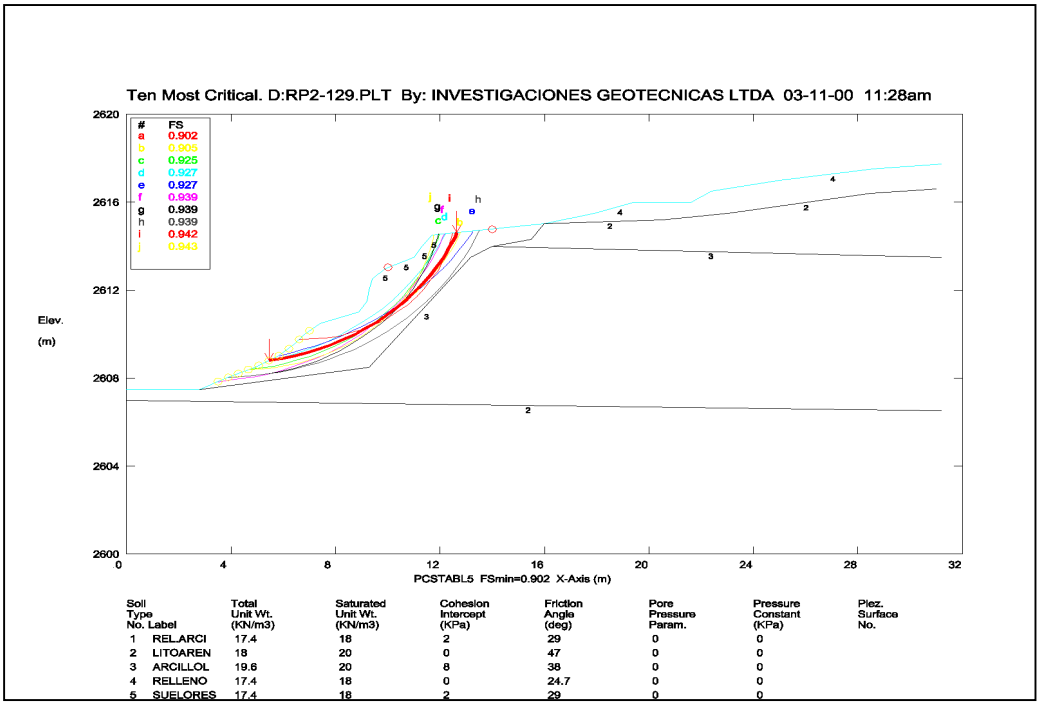
PARAMETROS

	c´	c´	ϕ´	γ	Ah	ru
	(ton/m²)	(kPa)	(°)	ton/m³	g	
mín	0,0	0,0	24,7	1,77	0,24	0,35
máx	0,2	2,0	29,0			

MATERIAL:	RELLENO ARCILLOSO
TIPO DE FALLA:	LADERA
TIPO DE MOVIMIENTO:	ROTACIONAL

RANGO: BLOQUES	
PERFIL:	2´- 2´
ZONA:	ZAsre / d

ARCHIVO	ϕ´ mín	ϕ´ máx	c´ mín	c´ máx	Agua	Sismo	FS
RP2-117 .SI	X		X		NO	NO	0,508
RP2-118 .SI	X		X		SI	NO	0,186
RP2-119 .SI	X		X		NO	SI	0,326
RP2-120 .SI	X		X		SI	SI	0,087
RP2-121 .SI	X			X	NO	NO	0,784
RP2-122 .SI	X			X	SI	NO	0,444
RP2-123 .SI	X			X	NO	SI	0,529
RP2-124 .SI	X			X	SI	SI	0,272
RP2-125 .SI		X	X		NO	NO	0,612
RP2-126 .SI		X	X		SI	NO	0,220
RP2-127 .SI		X	X		NO	SI	0,393
RP2-128 .SI		X	X		SI	SI	0,100
RP2-129 .SI		X		X	NO	NO	0,902
RP2-130 .SI		X		X	SI	NO	0,494
RP2-131 .SI		X		X	NO	SI	0,605
RP2-132 .SI		X		X	SI	SI	0,297



INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA.

BARRIO VILLAS DEL RECUERDO

TABLA No 5.8 ANALISIS DE ESTABILIDAD GENERAL POR ZONA HOMOGENEA

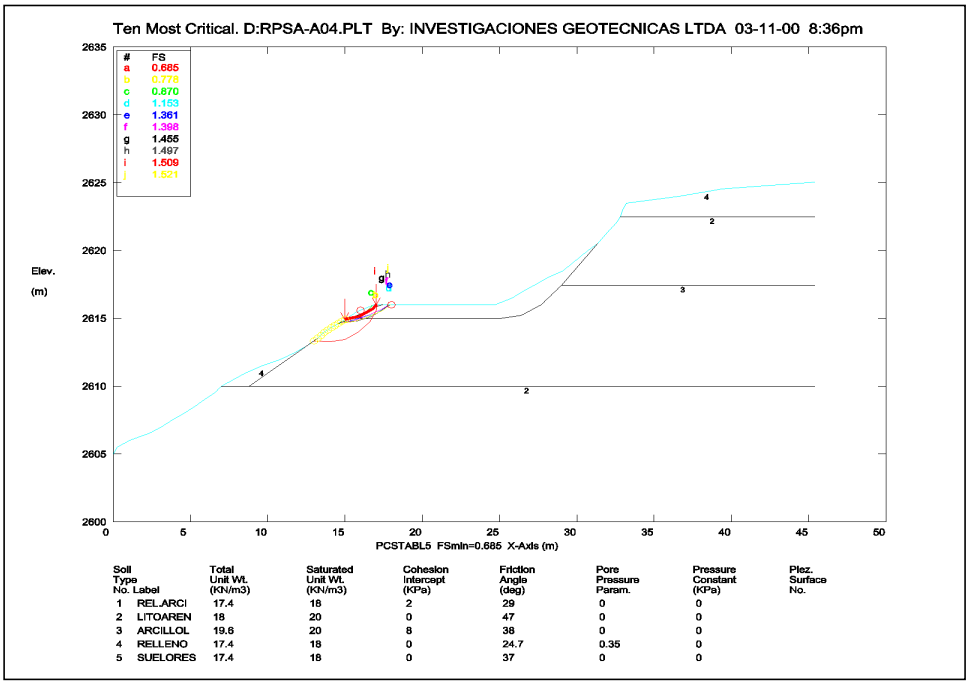
PARAMETROS

	c´ (ton/m²)	c´ (kPa)	ϕ´ (°)	γ ton/m³	Ah g	ru
mín	0,0	0,0	24,7	1,77	0,24	0,35
máx	0,2	2,0	29,0			

MATERIAL:	RELLENO ARCILLOSO
TIPO DE FALLA:	CORONA
TIPO DE MOVIMIENTO:	ROTACIONAL

RANGO: 123 - 126 130 - 136	
PERFIL:	A -A
ZONA:	ZMrqde

ARCHIVO	ϕ´ mín	ϕ´ máx	c´ mín	c´ máx	Agua	Sismo	FS
RPA-A01 .SI	X		X		NO	NO	1,491
RPA-A02 .SI	X		X		SI	NO	1,098
RPA-A03 .SI	X		X		NO	SI	0,950
RPA-A04 .SI	X		X		SI	SI	0,685
RPA-A05 .SI	X			X	NO	NO	2,434
RPA-A06 .SI	X			X	SI	NO	2,120
RPA-A07 .SI	X			X	NO	SI	1,614
RPA-A08 .SI	X			X	SI	SI	1,370
RPA-A09 .SI		X	X		NO	NO	1,686
RPA-A10 .SI		X	X		SI	NO	1,217
RPA-A11 .SI		X	X		NO	SI	1,073
RPA-A12 .SI		X	X		SI	SI	0,758
RPA-A13 .SI		X		X	NO	NO	2,449
RPA-A14 .SI		X		X	SI	NO	2,231
RPA-A15 .SI		X		X	NO	SI	1,622
RPA-A16 .SI		X		X	SI	SI	1,434



INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA.

BARRIO VILLAS DEL RECUERDO

TABLA No 5.9 ANALISIS DE ESTABILIDAD GENERAL POR ZONA HOMOGENEA

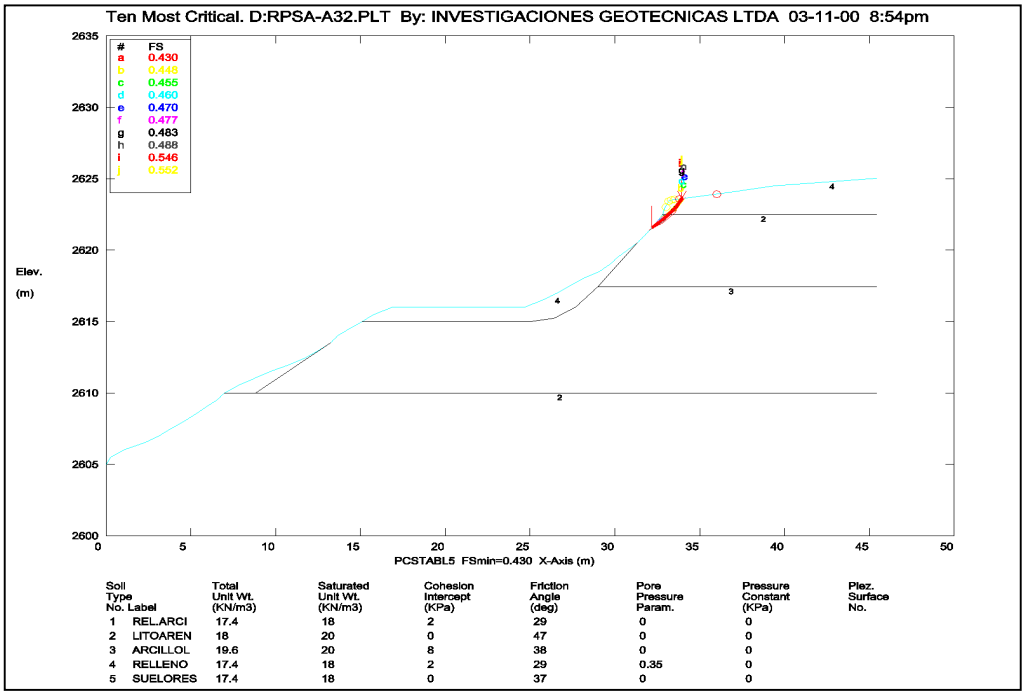
PARAMETROS

	c´	c´	ϕ´	γ	Ah	ru
	(ton/m²)	(kPa)	(°)	ton/m³	g	
mín	0,0	0,0	24,7	1,77	0,24	0,35
máx	0,2	2,0	29,0			

MATERIAL:	RELLENO ARCILLOSO
TIPO DE FALLA:	CORONA
TIPO DE MOVIMIENTO:	ROTACIONAL

RANGO: 123 - 126 130 - 136	
PERFIL:	A -A
ZONA:	Zmrqde

ARCHIVO	ϕ´ mín	ϕ´ máx	c´ mín	c´ máx	Agua	Sismo	FS
RPA-A17 .SI	X		X		NO	NO	0,457
RPA-A18 .SI	X		X		SI	NO	0,147
RPA-A19 .SI	X		X		NO	SI	0,284
RPA-A20 .SI	X		X		SI	SI	0,056
RPA-A21 .SI	X			X	NO	NO	0,914
RPA-A22 .SI	X			X	SI	NO	0,672
RPA-A23 .SI	X			X	NO	SI	0,630
RPA-A24 .SI	X			X	SI	SI	0,431
RPA-A25 .SI		X	X		NO	NO	0,549
RPA-A26 .SI		X	X		SI	NO	0,172
RPA-A27 .SI		X	X		NO	SI	0,335
RPA-A28 .SI		X	X		SI	SI	0,062
RPA-A29 .SI		X		X	NO	NO	0,966
RPA-A30 .SI		X		X	SI	NO	0,689
RPA-A31 .SI		X		X	NO	SI	0,656
RPA-A32 .SI		X		X	SI	SI	0,430



INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA.

BARRIO VILLAS DEL RECUERDO

TABLA No 5.10 ANALISIS DE ESTABILIDAD GENERAL POR ZONA HOMOGENEA

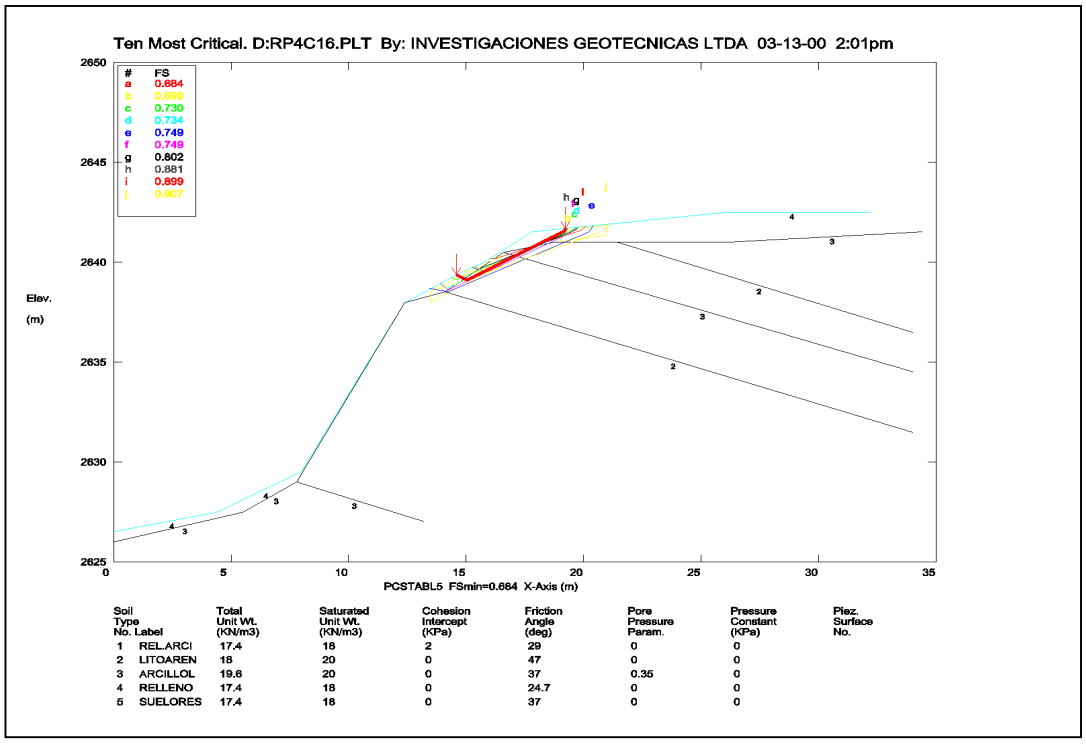
PARAMETROS

	c´	c´	ϕ´	γ	Ah	ru
	(ton/m²)	(kPa)	(°)	ton/m³	g	
mín	0,9	9,0	28,0	1,77	0,24	0,35
máx	0,0	0,0	37,0			

MATERIAL:	ARCILLOLITA
TIPO DE FALLA:	CORONA
TIPO DE MOVIMIENTO:	TRASLACIONAL

RANGO: BLOQUES	
PERFIL:	4´- 4
ZONA:	ZMr

ARCHIVO	ϕ´ mín	ϕ´ máx	c´ mín	c´ máx	Agua	Sismo	FS
RP4C01 .SI	X		X		NO	NO	2,292
RP4C02 .SI	X		X		SI	NO	2,076
RP4C03 .SI	X		X		NO	SI	1,328
RP4C04 .SI	X		X		SI	SI	1,270
RP4C05 .SI	X			X	NO	NO	1,236
RP4C06 .SI	X			X	SI	NO	0,991
RP4C07 .SI	X			X	NO	SI	0,754
RP4C08 .SI	X			X	SI	SI	0,590
RP4C09 .SI		X	X		NO	NO	2,346
RP4C10 .SI		X	X		SI	NO	2,226
RP4C11 .SI		X	X		NO	SI	1,352
RP4C12 .SI		X	X		SI	SI	1,294
RP4C13 .SI		X		X	NO	NO	1,464
RP4C14 .SI		X		X	SI	NO	1,137
RP4C15 .SI		X		X	NO	SI	0,866
RP4C16 .SI		X		X	SI	SI	0,684



Zasre/d Zona de modelado antrópico conformada por suelos residuales y localmente por rellenos de escombros, de alta pendiente y con procesos de erosión intensa y FRM.

ZACeda Zona de modelado antrópico, correspondiente a cortes mineros que fueron utilizados como zonas de disposición de estériles, de pendiente media a alta, con FRM del tipo deslizamientos rotacionales activos.

5.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Para evaluar las condiciones generales de estabilidad de las diferentes zonas geotécnicas, y para los tres mecanismos de falla considerados, se realizaron análisis de estabilidad por equilibrio límite sobre modelos geotécnicos que cubren el área en evaluación. Los perfiles de análisis se presentan en las *Figuras Nos. 5.1 (localización) 5.2, 5.3 y 5.4*.

Los análisis de estabilidad se emplean en la determinación de las probabilidades de falla asociadas a la condición de estabilidad de las diferentes zonas, de tal forma que así se tiene en cuenta la variación de los parámetros de resistencia y eventos detonantes, mediante las combinaciones de ocurrencias o no de lluvias críticas y del sismo de diseño.

La valoración de los agentes detonantes se presentó en el numeral anterior. Su inclusión en los análisis se realiza por la presencia o ausencia de las condiciones críticas de diseño. Se consideran cuatro posibles combinaciones de parámetros de resistencia y para cada condición se obtienen cuatro factores de seguridad, los cuales son:

Fs - -	con	C -	Ø –
Fs - +	con	C -	Ø +
Fs + -	con	C +	Ø –
Fs + +	con	C +	Ø +

Donde,

Fs - - Condición de estabilidad sin lluvia ni sismo.
Y (-) o (+) Parámetros de resistencia mínimos o máximos.

Desde el punto de vista geomecánico, las propiedades de los materiales interesados se establecieron a partir de las pruebas de resistencia ejecutadas en laboratorio y mediante la evaluación de parámetros en función de los resultados del SPT, las cuales se complementaron y compararon con datos reportados en otros estudios realizados en el sector y en estudios de

áreas vecinas, como el Estudio Geotécnico Sector Playón Playitas, La Carolina, Luis López de Mesa, el Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad del Terreno para varias localidades de Santa Fe de Bogotá, realizado por INGEOCIM (1998) y el Proyecto de Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá, realizado por la Universidad de Los Andes-Ingeominas en 1996.

Los parámetros promedio de resistencia efectivos adoptados para los análisis de estabilidad se muestran en la *Tabla No. 5.1*:

Tabla No 5.1 PARAMETROS PROMEDIOS DE RESISTENCIA PARA ANALISIS

MATERIAL	COHESION t/m^2	ANGULO DE FRICCION (°)	PESO UNITARIO t/m^3
Relleno Arcilloso	0.2	29.0	1.770
Litoarenita	0.0	47.0	2.100
Arcillolita	0.8	38.0	2.100
Relleno Arcillolimoso	0.0	24.7	1.780
Suelo Residual	0.2	29.0	1.850

Las variaciones de los parámetros se establecieron mediante una selección a criterio de los evaluadores, según la base de datos obtenida en el desarrolle del presente estudio y complementado con información secundaria. Los valores asumidos se muestran para cada condición en las *Tablas Nos. 5.2 a 5.10*.

Para cada zona geotécnica y perfil geotécnico característico, se establecieron los modos de falla de la siguiente manera:

ZARqre. Falla traslacional a lo largo de los suelos residuales.
ZMrqde Fallas rotacionales y/o traslacionales de pequeña magnitud sobre rellenos.
ZMr Fallas planares del macizo rocoso.
Zasre/d Fallas rotacionales y/o traslacionales sobre suelo residual o rellenos.
ZACeda Fallas rotacionales sobre el relleno.

En las *Tablas Nos. 5.2 a 5.10* se presentan los resúmenes de los resultados en términos de factores de seguridad para cada condición establecidos para cada zona o perfil geotécnico.

5.3. ZONIFICACION POR AMENAZA

La aproximación probabilística de la amenaza se adelanta por el método de estimación de punto (PEM) propuesto por Rosenblueth, 1975. Se establecen diferentes escenarios de

acuerdo con los detonantes (lluvia y sismo), partiendo de una condición de falla de talud sin lluvia y sin sismo hasta llegar a una falla con lluvia y con sismo.

Para estimar la distancia de viaje o posible área de afectación de los procesos que se desencadenan en cada zona, se utilizó el modelo establecido por P.J. Finlay et al., 1998, que tiene en cuenta la morfometría de la ladera, altura y pendiente y el espesor de la masa movilizada. El modelo tiene en cuenta el tipo de ladera o talud, si es de corte, de relleno, con estructura de contención y la falla de material rodado. Los resultados obtenidos se validaron en función de las observaciones de campo y el análisis de la morfometría de las zonas de depositación.

En esta etapa se desarrolló un proceso que permitió llegar a delimitar espacialmente los diferentes grados de amenaza dentro del área de interés, integrando la información básica, hasta aquí obtenida. Para la Categorización de la amenaza se tuvo en cuenta aspectos de magnitud, estado de actividad y tendencia a la propagación de los procesos que actualmente están afectando el área.

Para la Categorización de la Amenaza actual se estableció un período de corto plazo a 4 años, el cual se considera adecuado para la evaluación del riesgo actual y configura un nivel de probabilidad mayor que para un tiempo de exposición de un año y se categoriza en función del valor esperado de Fs para un escenario de ocurrencia del evento por influencia del agua y sin sismo; mientras la amenaza para un tiempo mayor de exposición se categoriza en función de la probabilidad de falla asociada a los condiciones críticas de los eventos detonantes lluvia y sismo -en el caso del presente estudio- se toma como tiempo de exposición máximo de 25 años o de periodo de diseño.

Se toma como escala de Categorización de la amenaza, la establecida en el estudio de INGEOCIM 1998, la cual permite partir de una misma referencia y unificar criterios al respecto. (*Ver Tabla No. 5.11*).

Tabla No 5.11 CATEGORIZACION DE LOS NIVELES DE AMENAZA

FACTOR DE SEGURIDAD	PROBABILIDAD DE FALLA	NIVEL DE AMENAZA
<= 0.625	> 0.731	Muy Alta MA
> 0.625 - 1.328	0.731 - < 0._326	Alta A
> 1.328 - 1.936	0.326 - < 0.121	Media M
> 1.936 - 3.408	0.121 - < 0.004	Baja B
> 3.408	<= 0.0004	Muy Baja MB

Fuente: González & Millán, 1999.

Los resultados para cada zona se resumen en la *Tabla No. 5.12*.

La *Tabla No. 5.13* presenta los resultados de las características de los eventos amenazantes asignados para cada zona geotécnica y el *Plano No. 5* muestra la configuración espacial de la Amenaza, establecida en cada zona geotécnica teniendo en cuenta la posible trayectoria de la masa movilizada.

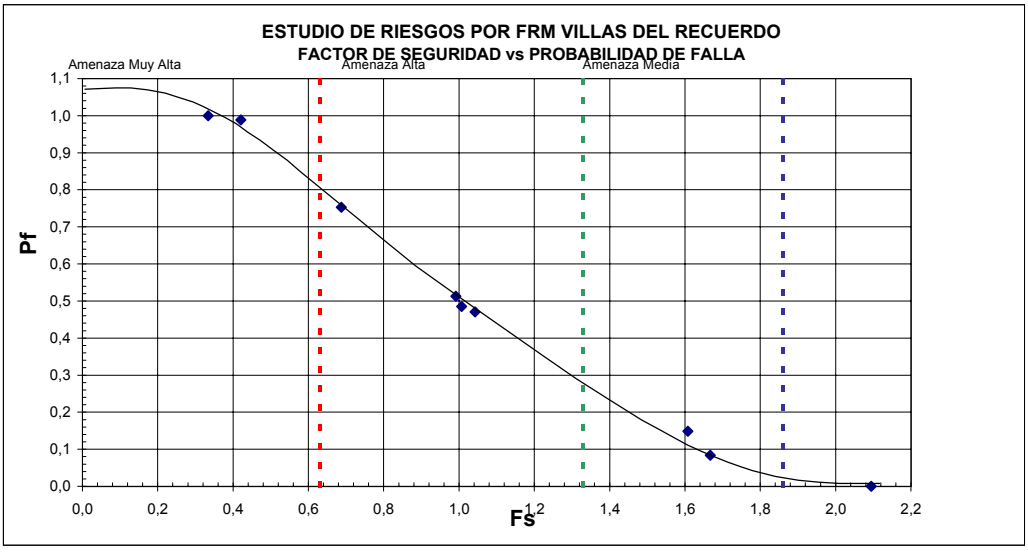
Tabla 5.13 RESULTADOS DE LA AMENAZA POR FRM POR ZONAS HOMOGÉNEAS

			TALUD		MOVIMIENTO						DISTANCIA			CATEGORIA
ZONA	PERFIL	T. FALLA	H (m)	A (º)	D (m)	AREA	W (m)	V (m3)	L (m)	H4 (m)	DE VIAJE (m)	Fs(E)	Pf	DE AMENAZA
ZACeda	7- 7	Pie	10,0	32,0	3,0	51,8	6,0	313	31,2	4,4	15,2	0,992	0,513	A
ZACeda	2-2	Corona	2,5	36,0	1,7	5,5	3,4	19	21,1	2,6	4,6	1,007	0,485	A
ZARqre	2-2	Pie	1,7	25,0	1,1	6,5	2,2	14	16,9	2,0	13,3	2,095	0,000	B
ZAsre/d	2-2	Ladera	6,0	41,0	1,4	9,3	2,8	26	23,5	2,6	16,6	1,043	0,470	A
ZAsre/d	2'-2'	Pie	5,3	39,0	2,2	14,3	4,3	61	27,2	3,4	12,9	0,688	0,753	A
ZAsre/d	2'-2'	Ladera	5,3	39,0	1,5	8,6	3,0	26	27,2	2,8	12,9	0,334	1,000	MA
ZMrqed	A-A	Corona	3,0	33,0	0,4	0,5	0,8	1	8,5	1,5	3,9	1,668	0,083	M
ZMrqed	A-A	Corona	3,0	42,0	1,1	0,8	2,1	2	10,2	2,1	6,8	0,421	0,988	MA
ZMr	4-4	Corona	3,6	48,0	0,6	2,4	1,9	4	17,7	1,7	14,4	1,608	0,149	M

TABLA No 5.12 RESUMEN DE PROBABILIDAD DE FALLA POR ZONA HOMOGENEA

CONDICIONES ANALISIS				7- 7	2 - 2	2- 2	2- 2	2- 2	2- 2	A - A	A - A	4- 4
				ZACeda	ZAsre /	ZARqre	ZAsre / d	ZAsre / d	ZACeda	ZMrqde	ZMrqde	ZMr
ϕ (°)	c (T/m2)	AGUA	SISMO	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS	FS
min	min	NO	NO	0,674	1,779	2,451	1,460	0,508	1,207	1,491	0,457	2,292
min	min	SI	NO	0,590	1,466	1,584	1,044	0,186	0,723	1,098	0,147	2,076
min	min	NO	SI	0,439	1,224	1,047	1,014	0,326	0,673	0,950	0,284	1,328
min	min	SI	SI	0,379	1,005	0,663	0,703	0,087	0,377	0,685	0,056	1,270
min	max	NO	NO	1,231	0,708	3,165	0,587	0,784	1,625	2,434	0,914	1,236
min	max	SI	NO	1,147	0,432	2,295	0,211	0,444	1,142	2,120	0,672	0,991
min	max	NO	SI	0,834	0,444	1,362	0,377	0,529	0,930	1,614	0,630	0,754
min	max	SI	SI	0,773	0,235	0,975	0,096	0,272	0,633	1,370	0,431	0,590
max	min	NO	NO	0,957	1,945	2,940	1,730	0,612	1,455	1,686	0,549	2,346
max	min	SI	NO	0,835	1,657	1,895	1,175	0,22	0,872	1,217	0,172	2,226
max	min	NO	SI	0,619	1,279	1,255	1,174	0,393	0,811	1,073	0,335	1,352
max	min	SI	SI	0,529	1,115	0,792	0,778	0,1	0,454	0,758	0,062	1,294
max	max	NO	NO	1,525	1,002	3,655	0,828	0,902	1,872	2,449	0,966	1,464
max	max	SI	NO	1,400	0,609	2,606	0,298	0,494	1,29	2,231	0,689	1,137
max	max	NO	SI	1,012	0,628	1,57	0,53	0,605	1,068	1,622	0,656	0,866
max	max	SI	SI	0,925	0,333	1,103	0,13	0,297	0,711	1,434	0,430	0,684

Fs(E)-Actual	0,992	1,043	2,095	0,688	0,334	1,007	1,668	0,421	1,608
Pf - Actual	0,513	0,470	0,000	0,753	1,000	0,485	0,083	0,988	0,149
Pf - C4 años	0,377	0,306	0,001	0,440	0,994	0,080	0,018	0,923	0,077
Pf - C25 años	0,479	0,415	0,026	0,630	0,997	0,340	0,068	0,962	0,136
Fs(E) 25 años	1,012	1,132	2,375	0,844	0,459	1,175	1,771	0,523	1,648



INDICE GENERAL

Página

6.1 INVENTARIO DE VIVIENDAS **1**

6.2 CONDICION ACTUAL **1**
6.2.1 Estructura de viviendas 1
6.2.2 Condición social 3

6.3 EVALUACION DE DAÑOS POSIBLES **5**
6.3.1 Asignación de solicitación 5
6.3.2 Evaluación de vulnerabilidad 7

6.4 EVALUACION DE RIESGO **8**

CAPITULO 6

EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO

La evaluación de vulnerabilidad se adelanta siguiendo los lineamientos metodológicos establecidos por LEONE, 1996. Así, en forma semicuantitativa se establece el nivel de vulnerabilidad de las unidades de vivienda, en función de los posibles daños que pueden llegar a sufrir los elementos expuestos situados en la zona de afectación previsible por el fenómeno amenazante. El nivel de daño de los elementos expuestos se define tipificando las viviendas por su tipología establecida en el inventario y sus modos de daño asociados a la solicitación impuesta por los diferentes eventos amenazantes, los que a su vez dependen de los mecanismos de falla y de su distancia de viaje, establecidos en el Capítulo anterior.

6.1 INVENTARIO DE VIVIENDAS

En las *Tablas Nos. 6.1 y 6.2* se presenta el resumen general del inventario, el cual está discriminado en tres partes, siendo éstas: datos básicos, datos de los elementos estructurales y datos sociales. Es indispensable recalcar que la información recolectada es de carácter más cualitativo que cuantitativo sobre su tipología estructural y de la condición social de los habitantes del sector, dentro del objetivo de poder aproximarse conceptualmente a su resistencia o capacidad de respuesta ante eventos de remoción en masa de diferentes magnitudes.

Sobre este aspecto, conviene agregar que en general casi ninguna edificación y mucho menos las que ocupan la atención de este estudio son diseñadas, ni construidas específicamente para resistir empujes o fuerzas laterales generadas por fenómenos de remoción en masa y que por lo tanto, la evaluación que sobre el particular puede hacerse con base en el inventario es muy limitada. En conclusión, se busca definir de manera más sistemática una metodología de evaluación más específica, en cuanto a la capacidad intrinseca de la estructura existente a reaccionar ante eventos de tal naturaleza.

6.2 CONDICION ACTUAL

6.2.1 Estructura de las viviendas

A partir del inventario realizado, se establecen niveles de capacidad de respuesta ante posibles solicitaciones de fenómenos amenazantes, FRM, de acuerdo al tipo de estructura de la vivienda inventariada, definiéndose seis tipologías:

A - Viviendas con estructura en concreto o mampostería estructural.
B - Viviendas con muros cargueros, pero sin confinamiento adecuado.
C - Viviendas de muros cargueros y viviendas prefabricadas.
D - Viviendas informales.
E - Edificaciones en proceso de construcción.
F - Lotes vacíos

Nota: Tomado de IRH, 1999.

De ésta forma, las viviendas tipo **A** se consideran menos vulnerables que las viviendas tipo **D;** es decir, tienen una mayor capacidad de resistir. La clasificación **E** y **F** se tiene en cuenta porque se asume que estos predios hacen parte del loteo de los barrios en estudio y de alguna forma representan algún valor para sus propietarios.

En un primer nivel se incluyen las casas que de forma aparente cumplen con rasgos y parámetros mínimos de rigidez y solidez estructural, representados en una estructura aporticada, mampostería estructural o el empleo de muros cargueros confinados por columnas a distancias razonables y con placa de entrepiso en concreto. Lo anterior, sin entrar a establecer la existencia o no de cálculos estructurales y el cumplimiento de otros requisitos a nivel de distribución y refuerzo mínimo, lo que no estaba dentro del alcance del presente estudio.

En un segundo nivel, se clasifican las viviendas construidas con muros cargueros, tienen placa de entrepiso en concreto y la incorporación de columnas y elementos de amarre es local y esporádica, es decir, son viviendas que en su concepción tratan de adicionar algún tipo de refuerzo adicional a la metodología tradicional de muros y placas.

En un tercer nivel, se clasifican todas las demás tipologías de viviendas, es decir, viviendas con muros cargueros, fundados sobre cimiento ciclópeo y viviendas prefabricadas.

En un cuarto nivel, se incluyen las viviendas construídas con madera, cartón o tejas metálicas o sus combinaciones, es decir viviendas informales o viviendas que normalmente se llaman tuguriales.

Vale la pena anotar que las viviendas se encuentran referenciadas espacialmente en el área de estudio, de tal forma que resulta simple asignarles el tipo de evento amenazante al que están expuestas.

6.2.2 Condición social

Este asentamiento humano se genera alrededor de la Industria de Explotación de Chircales, como lo muestra la antigüedad de algunas familias que habitan el sector; según la encuesta realizada, se registran datos de familias que han vivido 40 y 45 años en este sector.

El desarrollo del poblamiento intenso del Barrio Villas del Recuerdo empieza aproximadamente hace 10 años; gran parte de sus pobladores son provenientes de barrios aledaños, mientras que otros habitantes han adquirido su lote con el transcurrir del tiempo y han construído su vivienda. El área de estudio registra 46 familias y 205 habitantes, en algunas viviendas viven hasta 11 personas con tan solo dos apartamentos.(*Ver Tabla 6.1*).

Servicios Sociales.

En el área de estudio no se encuentran áreas Institucionales como Centros de Salud, Iglesia, Escuelas y Hogares de Bienestar Familiar, por lo que los habitantes del sector sólo tienen acceso a estos servicios en los barrios circunvecinos.

El barrio no cuenta con espacios de recreación. Las pocas zonas verdes que existen sin un uso determinado se pueden presentar como una alternativa para ser convertidas en parques de recreación y zonas de esparcimiento y descanso, beneficiando los habitantes del sector y los de su entorno. La comunidad tiene en proyecto un lote para la construcción del Salón Comunal.

Infraestructura De Servicios Públicos.

Según las encuestas realizadas en la zona de estudio, el 80% de los habitantes cuentan con los servicios de agua, alcantarillado, luz, y teléfono. De otra parte, la infraestructura vial es precaria, de bajas especificaciones, sin estructura de pavimento ni manejo de aguas de escorrentía.

El acceso al barrio está determinado por las principales vías de la ciudad, como son la Carrera 10 y la Carrera 14; el servicio de transporte interurbano no es muy frecuente, ya que un 100 % de las vías del sector se encuentran sin pavimentar, lo que impide que la población se desplace con facilidad a sus viviendas, recrudeciéndose ésta situación en tiempo de invierno, lo cual conlleva a minimizar notoriamente el acceso vehicular a esta zona.

TABLA No. 6.1 INVENTARIO DE VIVIENDAS - DATOS SOCIOECONOMICOS

Cód.	Ficha	No. de la manzana	No. del lote	Código del barrio o asentamiento	Dirección	Propietario	Tiempo de vivir en el barrio (Años)	Tiempo de vivir en la casa (Años)	Estado de la construc. %	Estado de ocupación	No. de apartamentos en la edificación	No. de familias en la edificación	No. de residentes en la edificación	Edad de la const. (Años)	Agua	Alcantarillado	Energia eléctrica	Gas	Teléfono	Calle pavimentada	Estado de la const.	Ha sufrido anterior-mente daño por	Inestabilidad del suelo	Nivel de exposición	Daño en toda la construc.	Monto mensual de ingresos familiares (en miles$)	Valor de bienes -enseres- (en miles$)	Valor estimado del inmueble por el propietario (en miles$)
		2,2	3	2,1		4	5	6	8	9	10	11	12	15	16	16,2	16,3	16	17	16,6	23	24	25	27	30	A	B	C
	1	C	8	VILLAS DEL SOL	CALLE 48 C No. 7-58 SUR	HILDA VERGARA	12	12	100	Ocupada	3	2	8	12	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Buena	Infiltración		Nulo	Ninguno	300	300	22000
	2	C	7	VILLAS DEL SOL	CALLE 48 C No. 7-68 SUR	ANA LUCIA MARIN	4	4	100	Ocupada	0	1	6	4	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular			Nulo	Ninguno	500	1000	12000
	3	C	5	V DEL RECUERDO	CALLE 48 C No 7-76 SUR	ELVIRA SANABRIA	3	3	50	Ocupada	2	1	4	3	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Buena			Medio	Ligero	400	6000	15000
	4	C	4	V DEL RECUERDO	CALLE 48 C No 7- 80 SUR	MARIA YANETH SANCHES P	9	3	50	Ocupada	2	1	3	3	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Buena	Infiltración		Medio	Ninguno	400	4000	15000
	5	A	6	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B No 8-08 SUR	MIRIAN TOVAR	6	6	50	Ocupada	2	1	2	6	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular		Deslizamiento	Medio	Ninguno	100	1000	
	6	C	1	V DEL RECUERDO	CARRERA 8 No 48a 20 SUR	ANA MIRIAN SANCHEZ	2	2	100	Ocupada	0	1	5	2	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular	Deslizamiento	Deslizamiento	Medio	Ninguno	250		
	7	A	7	V DEL RECUERDO	CARRERA 8 No 48A - 21 SUR	PASTOR RAMIREZ	6	3	100	Ocupada	2	1	9	3	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Buena	Otro		Medio	Ninguno	600	3000	30000
	8	A	5	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 8 -12	AGUSTIN QUINTANA	5	2	65	Ocupada	2	1	4	0	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular			Medio	Ninguno	100		
	9	A	4	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 8 -16	LUIS A. LOZANO Y M SOLEDAD GUERRERO	1	1	100	Ocupada	1	1	4	1	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Buena	Infiltración		Nulo	Ninguno	300	1000	6000
	10	A	2	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 8 -24	MARIA DEL CARMEN ENCHIMA	6	6	50	Ocupada	3	2	6	6	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular			Medio	Ninguno	300		4000
	11	A	3	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 8- 20	MARIELA HERNANDEZ	3	3	50	Ocupada	2	1	5	3	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular			Medio	Ninguno	300	1500	7000
	12	F	20	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 48 SUR No 9- 34	JAVIER ORLANDO VELANDIA	10	6	50	Ocupada	2	2	6	7	SI	SI	SI	SI	SI	NO	Regular			Medio	Ninguno	100	1000	
	13	F	19	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 48 SUR No 9- 40	MARIA DEL CARMEN RODRIGUEZ	20	4	100	Ocupada	6	3	10	6	SI	SI	SI	SI	SI	NO	Buena			Medio	Ninguno	150		
	14	F	18	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 48 SUR No 9-46	0	0	0	0	No Ocupada	0	0	0	0	SI	SI	SI	SI	SI	NO								
	15	F	17	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 48 SUR No 9- 52	YANETH NIÑO DE BELLO	10	10	20	Ocupada	1	1	4	10	SI	SI	SI	SI	SI	NO	Regular			Medio	Ninguno	200	500	5000
	16	F	15	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 48 SUR No 9A -06	ESEQUIEL MORA	10	2	100	Ocupada	0	1	4	2	SI	SI	SI	SI	SI	NO	Regular			Medio	Ninguno		7000	15000
	17	F	14	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 48 SUR No 9A -10	ELZABETH BELTRAN	8	8	100	Ocupada	3	1	6	8	SI	SI	SI	SI	SI	NO	Regular			Medio	Moderado			
	18	E	2	V DEL RECUERDO	CALLE 48 C SUR No7- 63	BLANCA FLOR CAICEDO	4	4	30	Ocupada	1	1	5	1	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular			Nulo	Ninguno	400	2000	10000
	19	D	5	V DEL RECUERDO	CALLE 48D SUR No 7A -07	LUIS ALEJANDRO SIERRA ROJAS	3	3	60	Ocupada	0	1	6	3	SI	SI	SI	NO	SI	SI	Buena			Nulo	Ninguno	450	4000	20000
	20	D	3	V DEL RECUERDO	CALLE 48D SUR No 7A -19	LUIS FERNANDO DIAS TORRES	7	7	100	Ocupada	0	1	6	7	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Buena	Sismo		Nulo	Ninguno	230	2000	10000
	21	D	2	V DEL RECUERDO	CALLE 48D SUR No 7A -23	FRANCISCO LUIS VELASQUEZ	2	2	70	Ocupada	0	1	4	2	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Buena			Medio	Ninguno	300	4000	12000
	22	D	1	V DEL RECUERDO	CALLE 48D SUR No7A -25	AURORA GALEANO	45	14	60	Ocupada	0	2	11	40	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular		Deslizamiento	Medio	Moderado	150	300	10000
	23	J	2	V DEL RECUERDO	CARRERA 8 No 48B - 08 SUR	MERCEDES SILVA	1	1	30	Ocupada	0	1	4	1	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Mala			Medio		400		
	24	B	9	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 8-03	MARIA GRACIELA BENITO MORENO	3	3	50	Ocupada	0	1	4	1	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular	Inundación		Alto	Ninguno	150	1000	15000
	25	B	7	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 8 -07	ASTRID VARGAS	0	0	0	Ocupada	0	0	0	0	SI	SI	SI	NO	NO	NO	Regular							
	26	B	5	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 8 -11	ANDRES JAVIER BERNAL	1	1	100	Ocupada	0	2	7	1	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Buena			Medio	Ninguno	500	2000	5000
	27	B	4	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 8 -15	CECILIA SANCHEZ	7	7	60	Ocupada	0	1	5	7	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Buena	Deslizamiento	Deslizamiento	Nulo	Ligero	120	2000	10000
	28	B	8	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 48B SUR No 8 -04	ISRAEL CORDERO	2	2	100	Ocupada	2	2	10	2	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Buena			Nulo	Ninguno	400		10000
	29	B	6	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 48 SUR No 8 -08	ANA CECILIA GALINDO AMAYA	5	5	30	Ocupada	0	1	5	5	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular		Deslizamiento	Medio	Ninguno	250	3000	5000
	30	B	3	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 48B SUR No 8 -12	AMAURI IBARRERA Y ROSALBA CORDERO	3	3	60	Ocupada	0	1	4	0	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Buena		Deslizamiento	Alto	Ninguno	300	600	15000
	31	F	1	V DEL RECUERDO	0	0	0	0	0	No Ocupada	0	0	0	0	SI	SI	SI	NO	SI	NO				Alto	Ninguno			
	32	F	2	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 9A -05	BLANCA DORIS GUERRERO	40	3	40	Ocupada	0	1	9	0	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular	Inundación		Alto	Moderado	250	1000	1000
	33	F	3	V DEL RECUERDO	0	ANTONIO	0	0	10	No Ocupada	0	0	0	0	SI	SI	SI	NO	NO	NO				Medio	Ninguno			
	34	G	14	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 9A -04	TRANSITO SANCHEZ	7	7	60	Ocupada	2	2	9	7	SI	SI	SI	SI	SI	NO	Buena	Infiltración		Nulo	Ninguno	121	2000	20000
	35	G	13	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 9A -10	ISIDRO GALVIS	10	10	70	Ocupada	0	3	10	6	SI	SI	SI	SI	SI	NO	Regular		Deslizamiento	Medio	Moderado	250	3000	15000
	36	F	4	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 9A -17	ROBERTO RODERO	4	4	30	Ocupada	0	1	7	4	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular	Infiltración		Medio	Ninguno	200	500	5000
	37	G	16	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 47B SUR No 9A -00	LIDIAN FLORINDA CASTELLANOS	10	10	20	Ocupada	0	2	5	5	SI	SI	SI	NO	SI	NO	Regular		Deslizamiento	Alto	Ninguno	200	1000	
	38	F	21	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 48 SUR No 9	0	0	0	0	Ocupada	0	0	0	0	SI	SI	SI	NO	NO	NO								
	39	F	16	V DEL RECUERDO	DIAGONAL 48 SUR No 9A- 04	LUZ ESTELLA CAMARGO	20	2	100	Ocupada	3	2	8	0	SI	SI	SI	SI	SI	NO	Regular			Nulo	Ligero	300		

TABLA No.6.2 INVENTARIO DE VIVIENDAS - EVALUACION ESTRUCTURAL

Cód.	Ficha	No. de la manzana	No. del lote	Estado de la construc. %	Area bruta de la construcción (m2)	Area lote catastro (m2)	Número de pisos	Edad de la const. (Años)	Ubicación de la viv. En la ladera	Tipo de cimentación	Tipo de sistema estructural	Estructura placa entre piso	Estructura del techo	Tipo de cubierta	Estado de la const.	Localización de la viv. En la zona en mov.	Nivel de exposición x FRM	Valor de bienes - enseres- (en miles$)	Valor estimado del inmueble por el propietario (en miles$)	TIPO ESTRUCTURA	Valor x m2 vivienda ($1000)
		2,2	3	8	13		14	15	17	18	19	20	21	22	23	26	27	B	C		
	1	C	8	100	140		2	12	Est. Palafítica	V. de amarre	Muros portanes	Concreto ref.	Concreto ref.	Placa	Buena	Corona	Nulo	300	22000	C	157
	2	C	7	100	100	110,60	1	4	Relleno	0	De recuperación		Metálico	Teja	Regular	Corona	Nulo	1000	12000	D	120
	3	C	5	50	111	52,97	2	3	Est. Palafítica	V. de amarre	Muros portanes	Concreto ref.	Concreto ref.	Placa	Buena	Corona	Medio	6000	15000	B	135
	4	C	4	50	72	74,76	1	3	Est. Palafítica	Zapatas	Muros portanes		Metálico	Teja	Buena	Corona	Medio	4000	15000	B	208
	5	A	6	50	50	57,93	2	6	0	Zapatas	Muros portanes	Concreto ref.	Concreto ref.	Placa	Regular	1/2 ladera	Medio	1000		B	0
	6	C	1	100	72	57,01	1	2	En corte	V. de amarre	Muros portanes		Metálico	Teja	Regular	1/2 ladera	Medio			C	0
	7	A	7	100	100	57,96	2	3	En corte	V. de amarre	Muros confinados	Concreto ref.	Concreto ref.	Placa	Buena	1/2 ladera	Medio	3000	30000	B	300
	8	A	5	65	72	57,79	1	0	En corte	Zapatas	Muros portanes		Metálico	Zinc	Regular	1/2 ladera	Medio			C	0
	9	A	4	100	57	57,62	1	1	Est. Palafítica	V. de amarre	Muros portanes		Metálico	Zinc	Buena	1/2 ladera	Nulo	1000	6000	C	105
	10	A	2	50	35	56,14	1	6	Relleno	Ciclopeo	Prefabricado		Otro	Teja	Regular	Corona	Medio		4000	C	114
	11	A	3	50	30	57,21	1	3	Relleno	Zapatas	Muros portanes		Metálico	Teja	Regular	Corona	Medio	1500	7000	C	233
	12	F	20	50	90	64,09	2	7	En corte	V. de amarre	Muros portanes	Concreto ref.	Concreto ref.	Teja	Regular	Pie	Medio	1000		C	0
	13	F	19	100	140	67,75	2	6	En corte	V. de amarre	Muros portanes	Concreto ref.	Concreto ref.	Placa	Buena	Pie	Medio			C	0
	14	F	18	100	140	63,57	2	0	En corte	0	Muros portanes		Madera	Teja		Pie				C	0
	15	F	17	20	40	64,97	1	10	En corte	V. de amarre	Muros portanes		Otro	Recuperación	Regular	Pie	Medio	500	5000	C	125
	16	F	15	100	66	68,07	1	2	En corte	Zapatas	Muros portanes		Otro	Placa	Regular	Pie	Medio	7000	15000	B	227
	17	F	14	100	140		2	8	En Corte	Zapatas	Muros portanes	Concreto ref.	Metálico	Zinc	Regular	Pie	Medio			C	0
	18	E	2	30	48		1	1	En corte	Ciclopeo	Muros portanes		Madera	Zinc	Regular	Corona	Nulo	2000	10000	C	208
	19	D	5	60	98	53,52	2	3	En corte	Zapatas	Muros confinados	Concreto ref.	Concreto ref.	Placa	Buena	Corona	Nulo	4000	20000	A	204
	20	D	3	100	50	72,47	1	7	Relleno	V. de amarre	Muros portanes		Otro	Placa	Buena	Corona	Nulo	2000	10000	C	200
	21	D	2	70	50	45,98	1	2	En corte	Zapatas	Muros confinados		Concreto ref.	Placa	Buena	Corona	Medio	4000	12000	A	240
	22	D	1	60	30	48,31	1	40	Relleno	Ciclopeo	Muros portanes		Madera	Asbesto C.	Regular	Corona	Alto	300	10000	C	333
	23	J	2	30	30	51,25	1	1	En corte	0	De recuperación		Madera	Zinc	Mala	1/2 ladera	Medio			D	0
	24	B	9	50	60	62,91	1	1	En corte	Zapatas	Pórtico		Concreto ref.	Placa	Regular	Pie	Alto	1000	15000	A	250
	25	B	7	100	60	64,14	1	0	0	0	Prefabricado		Metálico	Asbesto C.	Regular	Corona				D	0
	26	B	5	100	50	66,45	1	1	Relleno	Zapatas	Prefabricado		Madera	Asbesto C.	Buena	Corona	Medio	2000	5000	D	100
	27	B	4	60	60	61,50	1	7	0	V. de amarre	Muros portanes		Concreto ref.	Placa	Buena	Corona	Nulo	2000	10000	C	167
	28	B	8	100	110	71,99	2	2	Relleno	V. de amarre	Muros confinados	Concreto ref.	Concreto ref.	Zinc	Buena	Corona	Nulo		10000	A	91
	29	B	6	30	40	49,22	1	5	0	V. de amarre	De recuperación		Madera	Zinc	Regular	Corona	Medio	3000	5000	D	125
	30	B	3	60	96	47,93	2	0	Relleno	Zapatas	Muros confinados	Concreto ref.	Concreto ref.	Placa	Buena	Corona	Alto	600	15000	B	156
	31	F	1	100	72	65,84	1	0	Relleno	0	Muros confinados			Asbesto C.		Pie	Alto			A	0
	32	F	2	40	50	66,61	1	0	Relleno	0	De recuperación		Madera	Zinc	Regular	1/2 ladera	Alto	1000	1000	D	20
	33	F	3	50	36		1	0	Est. Palafítica	V. de amarre						1/2 ladera	Medio			C	0
	34	G	14	60	108	73,45	2	7	Relleno	Zapatas	Pórtico	Concreto ref.	Concreto ref.	Placa	Buena	Pie	Nulo	2000	20000	A	185
	35	G	13	70	60	73,21	1	6	Est. Palafítica	Zapatas	Muros confinados		Madera	Zinc	Regular	Pie	Medio	3000	15000	A	250
	36	F	4	30	50		1	4	Relleno	0	De recuperación		Madera	Zinc	Regular	Pie	Medio	500	5000	D	100
	37	G	16	20	70	68,08	2	5	Relleno	V. de amarre	Muros portanes	Metálico	Madera	Zinc	Regular	Pie	Alto	1000		C	0
	38	F	21	50	100	69,19	2	0	Corte	V. de amarre	Muros confinados	Concreto ref.	Sin		Bueno	Pie	Alto			B	0
	39	F	16	100	70	69,10	1	0	Relleno	V. de amarre	Prefabricado		Madera	Asbesto C.	Regular	Pie	Nulo			C	0
	40	F	22	0	0		0	0												F	
	41	G	15	0	0	73,59	0	0												F	
	42	A	1	0	0		0	0												F	
	43	A	8	0	0	55,89	0	0												F	
	44	B	1	0	0	85,71	0	0												F	
	45	B	2	0	0	97,85	0	0												F	
	46	B	10	0	0	37,45	0	0												F	
	47	C	2	0	0	68,95	0	0												F	
	48	C	3	0	0		0	0												F	
	49	C	6	0	0		0	0												F	
	50	D	4	0	0	93,11	0	0												F	
	51	D	6	0	0	77,02	0	0												F	
	52	E	1	0	0	75,89	0	0												D	

Tipo de Edificaciones

El tipo de construcción de las viviendas en este sector se puede calificar como Regular, a pesar de que existe cierta variedad en las edificaciones, lo que surge como respuesta al mismo proceso individual de conformación del barrio. Los materiales más utilizados para la construcción de las viviendas, son bloque, ladrillo y concreto; los techos varían de tejas de Zinc, madera, plástico, hasta tejas de cemento de asbesto y los pisos son de concreto, madera y otros en tierra.

Algunas viviendas se encuentran en mal estado por la ausencia de materiales de construcción adecuados y por la carencia de diseños y técnicas de construcción. El 40% de las viviendas han sufrido problemas de infiltración y deslizamientos, algunas presentan grietas y otras se encuentran en zonas de alto riesgo.

En las encuestas realizadas en la zona de estudio solo están registradas 12 viviendas que se encuentran construídas en un 100%, las 27 restantes cuentan con un 50% y hasta un 30% de construcción únicamente.

Actividades económicas.

La capacidad económica de los habitantes desde el punto de vista de sus ingresos, se puede catalogar como baja, ya que un 85% trabaja independientemente en actividades como conducción, comercio ambulante, construcción, oficios varios y trabajos temporales y otros generan sus ingresos de pequeñas tiendas que tienen en sus viviendas. El salario mensual de los habitantes oscila entre cien mil y cuatrocientos mil pesos mensuales, lo cual indica que la posibilidad actual de recuperar sus condiciones de vida ante el evento de una catástrofe es muy baja.

En cuanto a sus bienes y pertenencias, los habitantes del sector consideran que tienen lo suficiente para vivir dignamente; 8 familias catalogan que sus pertenencias presentan un valor que oscila entre los 4 y 6 millones de pesos, mientras que las familias restantes estiman un valor promedio entre 0.5 y 2 millones de pesos. De igual forma pasa con el valor del inmueble, ya que algunas familias estiman que su vivienda o lote puede encontrarse entre los 10 y 15 millones de pesos, valor que creen conveniente, si llegaran a ser desalojados de sus viviendas (*Ver Tabla No. 6.1*).

Percepción del problema

La comunidad reconoce los problemas por la ocurrencia de FRM que se presentan en la zona, subvalorando en algunos casos o aceptando en otros, las posibles consecuencias de ellos.

Cualquiera que sea su percepción ante los problemas de inestabilidad, la decisión de no evacuar sus viviendas es una constante en los habitantes, puesto que allí adquirieron su lote y construyeron su vivienda, en la cual permanecerán a pesar de los problemas de inestabilidad, hasta tanto no tengan un nuevo recinto seguro sin estar expuestos a pagar por segunda vez.

A pesar de no ser habitantes de mucho tiempo de asentamiento son muy unidos y colaboradores, cuentan con un Junta de Acción que frente a cualquier dificultad que se les presente, se interesa por los problemas del sector y por buscar pronta solución a ellos.

6.3 EVALUACION DE DAÑOS POSIBLES

La estimación cuantitativa de daños posibles se adelanta para cada tipo de vivienda en función de la asignación de una solicitación impuesta por un determinado proceso generador de daño, que a su vez depende del grado de exposición del elemento expuesto. Este procedimiento se realiza a criterio del experto en evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa, tomando como base la siguiente Tabla de Clasificación de daños propuesta por DRM {DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS} y presentada por LEONE, 1996. (*Ver Tabla No. 6.3*).

Tabla No. 6.3 INTENSIDADES DE DAÑO

INTENSIDAD DE DAÑO	MODOS DE DAÑO	PORCENTAJE DE DAÑO
1	Daños ligeros no estructurales. Estabilidad no afectada	0,01 – 0,1
2	Fisuración de muros. Reparaciones no urgentes	0,2 – 0,3
3	Deformaciones importantes, fisuras en elementos estructurales	0,4 –0,6
4	Fracturación de la estructura, evacuación inmediata	0,7 – 0,8
5	Derrumbe parcial o total de la estructura	0,9 – 1,0

Tomada de Leone, 1996

Donde el porcentaje de daño se define como la diferencia entre el valor inicial del bien antes del evento y el valor final del bien después del evento, dividida por el valor inicial del bien.

6.3.1 Asignación de Solicitación

La asignación de solicitaciones se realiza definiendo una zona de interacción entre el fenómeno y el elemento expuesto para el mecanismo de falla que arroje la condición más crítica en los análisis de estabilidad.

Tipo de Movimientos y Solicitaciones

Para el modelo de vulnerabilidad es necesario establecer los deslizamientos rotacionales y traslacionales como los eventos generadores de daño, para los cuales -en cada zona geotécnica o condición local- de manera cualitativa y/o cuantitativa se le define su área de afectación, teniendo en cuenta tanto la magnitud del evento como la morfometría del frente de viaje del movimiento y su influencia en cuanto al retroceso de la corona del movimiento.

Se definen dos tipos de solicitaciones:

- Desplazamientos verticales–DV.
- Desplazamientos de componente lateral-CDL.
- Empujes-E.

Los desplazamientos verticales son experimentados por los elementos localizados sobre la corona de los deslizamientos y su posible área de retroceso; su valoración se hace a partir de la dinámica de los movimientos, que para este caso específico se considera que se desencadenarían de manera súbita y rápida.

Los desplazamientos con componente lateral son experimentados por los elementos localizados en el cuerpo del movimiento. Su valoración cualitativa se realiza en función de la superficie de rotura y la intensidad de deformación de la superficie, estableciendo de esta forma tres posibles niveles de afectación:

Nula La superficie original se conserva en parte o en su totalidad.
Media La superficie original se deforma pero la superficie de falla es superficial.
Alta La superficie original presenta altas deformaciones y la superficie de rotura tiene una profundidad mayor a 1 m.

Las solicitaciones por empuje son experimentadas por los elementos que se encuentran al frente de la masa en movimiento sobre la dirección de avance; su magnitud se establece con criterios geométricos en función de la relación entre la altura de la acumulación del material movido y la del elemento expuesto, sobre la base de tres niveles:

Alta Altura de acumulación mayor a los 2/3 de la altura del elemento.
Media Altura de acumulación entre 1/3 y 2/3 de la altura del elemento.
Baja Altura de acumulación menor a 1/3 de al altura del elemento.

Cualificación de los Daños

La cualificación de los daños se realiza generando una matriz que permite adelantar la asignación de los índices correspondientes en función de la tipología de las viviendas y el tipo de solicitación. La tipología de las viviendas representa la capacidad de asimilación de la estructura a solicitaciones impuestas por el fenómeno amenazante. Con estos criterios se define la siguiente matriz: (*Ver Tabla No. 6.4*).

Tabla No. 6.4. MATRIZ DE INDICES DE DAÑOS

	TIPOLOGIA					
SOLICITACION	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Desplazamiento Vertical	3	4	4	4		1/3
Empujes	2	2	3	4	1	1
Desplazamientos Laterales	2	2/4	3	2		1
No Solicitación						1

Nota: Indice de daño asociado según la Tabla No. 6.3

6.3.2 Evaluación de Vulnerabilidad

Con base en la matriz de daños se establece el algoritmo de asignación en cada caso en particular, definiendo el índice de vulnerabilidad como el porcentaje de pérdida esperado, evaluado en función del valor inicial de la vivienda antes del evento y el valor final una vez que ocurre el daño, con base en el área construida de cada predio tomado como dato básico en el formulario de inventario.

Como variable discriminante en este proceso se introduce el área de afectación del predio por efectos de la solicitación, ya que los movimientos en masa son de pequeña magnitud. Adicionalmente se tienen en cuenta que los costos de reparación son mayores si se hiciera obra nueva, por lo tanto, el costo de daño se afecta por un multiplicador de 1.2. La *Tabla No. 6.5* muestra los resultados obtenidos. Los intervalos de clasificación se establecen según la información contenida en la *Tabla No. 6.6*:

Tabla No. 6.6 CATEGORIZACION NIVELES DE VULNERABILIDAD

NIVELES	VULNERABILIDAD
MB Muy Bajo	< 0.1
B Bajo	< 0.3
M Medio	< 0.6
A Alto	< 0.8
MA Muy Alto	< 1.0

Tomada de UPES / INGEOCIM, 1998

La representación de estos resultados sobre la base cartográfica se presenta en el *Plano No. 6*, empleando el criterio semáforo, esto es:

Tonos rojos: Niveles de vulnerabilidad altos.
Tonos amarillos: Niveles de vulnerabilidad medios.
Tonos verdes y azules: Niveles de vulnerabilidad bajos.

6.4 EVALUACION DE RIESGO

Una vez definida la amenaza en términos de probabilidad de ocurrencia y establecidos los índices de vulnerabilidad en términos de costo de daño, (*Ver Tabla No. 6.5*), el riesgo por fenómenos de remoción en masa en términos de costo esperado de falla se define como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad (*Ver Plano No. 7*).

Adicionalmente se establece un índice de riesgo **IR** definido como el porcentaje de daño esperado, el cual permite establecer intervalos de riesgo.

TABLA No. 6.5 EVALUACION DE VULNERABILIDAD Y RIESGO

										CONDICION ACTUAL ESTRUCTURA					AMENAZA ACTUAL						SOLICITACION					VULNERABILIDAD				RIESGO		
Cód.	Ficha	No. de la manzana	No. del lote		Estado de la construc. %	Area bruta de la construcción (m2)	Area lote catastro (m2)	Número de pisos	Edad de la const. (Años)	Estado de la const.	Ha sufrido daño por	Inestabilidad del suelo	Nivel de exposición x FRM	TIPO ESTRUCTURA	Z. Geotecnica x evento amenazante	Tipo de FRM	Perfil análisis	Fs mínimo	Pf (4 años)	Amenaza	Localización vs. FRM.	Tipo	Intensidad daño	Tasa de daño	Area afectada (%)	Vi ($*1000)	Vd ($*1000)	Indice de daño	Vulnerabilidad	$ Esperado (*1000)	Indice de riesgo	Riesgo Actual
		2,2	3		8	13		14	15	23	24	25	27								26											
	1	C	8	C8	100	140		2	12	Buena	Infiltración		Nulo	C	ZMr	Dtr	7	1,608	0,149	A	Corona	DV	4	0,75	1	4.200	3.780	0,90	MA	563	0,13	M
	2	C	7	C7	100	100	110,60	1	4	Regular			Nulo	D	ZMr	Dtr	7	1,608	0,149	M	Corona	DV	5	0,95	1	3.000	3.420	1,14	MA	510	0,17	M
	3	C	5	C5	50	111	52,97	2	3	Buena			Medio	B	ZMr	Dtr	7	1,608	0,149	M	Corona	DV	4	0,75	1	3.330	2.997	0,90	MA	447	0,13	M
	4	C	4	C4	50	72	74,76	1	3	Buena	Infiltración		Medio	B	ZACeda	Drs	2	1,007	0,485	A	Corona	DV	4	0,75	1	2.160	1.944	0,90	MA	943	0,44	A
	5	A	6	A6	50	50	57,93	2	6	Regular		Deslizamiento	Medio	B	ZMs	Drs	4	1,043	0,47	A	Corona	DV	3	0,5	0,5	1.500	450	0,30	M	212	0,14	M
	6	C	1	C1	100	72	57,01	1	2	Regular	Deslizamiento	Deslizamiento	Medio	C	ZACeda	Drs	2	1,007	0,485	A	1/2 ladera	E	5	0,95	1	2.160	2.462	1,14	MA	1.194	0,55	MA
	7	A	7	A7	100	100	57,96	2	3	Buena			Medio	B	ZACeda	Drs	2	1,007	0,485	A	Pie	E	1	0,05	0,3	3.000	45	0,02	MB	22	0,01	B
	8	A	5	A5	65	72	57,79	1	0	Regular			Medio	C	ZMs	Drs	4	1,043	0,47	A	Corona	DV	3	0,5	0,5	2.160	648	0,30	M	305	0,14	M
	9	A	4	A4	100	57	57,62	1	1	Buena	Infiltración		Nulo	C	ZMs	Drs	4	1,043	0,47	A	Corona	DV	3	0,5	0,5	1.710	513	0,30	M	241	0,14	M
	10	A	2	A2	50	35	56,14	1	6	Regular			Medio	C	ZMs	Drs	4	1,043	0,47	A	Corona	DV	3	0,5	0,5	1.050	315	0,30	M	148	0,14	M
	11	A	3	A3	50	30	57,21	1	3	Regular			Medio	C	ZMs	Drs	4	1,043	0,47	A	Corona	DV	3	0,5	0,5	900	270	0,30	M	127	0,14	M
	12	F	20	F20	50	90	64,09	2	7	Regular			Medio	C	ZACeda	Drs	1	0,992	0,513	A	Pie	E	1	0,05	0,1	2.700	16	0,01	MB	8	0,00	B
	13	F	19	F19	100	140	67,75	2	6	Buena			Medio	C	ZAsr/d	Drs	5b	0,334	1,00	MA	Pie	E	3	0,5	0,3	4.200	630	0,15	B	630	0,15	M
	14	F	18	F18	100	140	63,57	2	0					C	ZAsr/d	Drs	5b	0,334	1,00	MA	Pie	E	3	0,5	0,3	4.200	630	0,15	B	630	0,15	M
	15	F	17	F17	20	40	64,97	1	10	Regular			Medio	C	ZAsr/d	Drs	5b	0,334	1,00	MA	Pie	E	3	0,5	0,3	1.200	180	0,15	B	180	0,15	M
	16	F	15	F15	100	66	68,07	1	2	Regular			Medio	B	ZMrqde	Drs	6a	1,668	0,083	M	Pie	E	1	0,05	0,1	1.980	12	0,01	MB	1	0,00	B
	17	F	14	F14	100	140		2	8	Regular			Medio	C	ZMrqde	Drs	6a	1,668	0,083	M	Pie	E	1	0,05	0,1	4.200	25	0,01	MB	2	0,00	B
	18	E	2	E2	30	48		1	1	Regular			Nulo	C	ZMr						Corona					1.440	-	-	MB	-	0,00	B
	19	D	5	D5	60	98	53,52	2	3	Buena			Nulo	A	ZACeda						Corona					2.940	-	-	MB	-	0,00	B
	20	D	3	D3	100	50	72,47	1	7	Buena	Sismo		Nulo	C	ZACeda						Corona					1.500	-	-	MB	-	0,00	B
	21	D	2	D2	70	50	45,98	1	2	Buena			Medio	A	ZACeda						Corona					1.500	-	-	MB	-	0,00	B
	22	D	1	D1	60	30	48,31	1	40	Regular	Deslizamiento	Deslizamiento	Alto	C	ZACeda						Corona					900	-	-	MB	-	0,00	B
	23	J	2	J2	30	30	51,25	1	1	Mala			Medio	D	ZACeda	Drs	2	1,007	0,485	A	1/2 ladera	E	5	0,95	1	900	1.026	1,14	MA	498	0,55	MA
	24	B	9	B9	50	60	62,91	1	1	Regular	Inundación		Alto	A	ZACeda	Drs	2	1,007	0,485	A	Pie	E	2	0,25	0,3	1.800	135	0,08	MB	65	0,04	B
	25	B	7	B7	100	60	64,14	1	0	Regular				D	ZARqre	Dts	3	2,095	0,001	B	1/2 ladera	CDL	2	0,25	1	1.800	540	0,30	M	1	0,00	B
	26	B	5	B5	100	50	66,45	1	1	Buena			Medio	D	ZARqre	Dts	3	2,095	0,001	B	1/2 ladera	CDL	2	0,25	1	1.500	450	0,30	M	0	0,00	B
	27	B	4	B4	60	60	61,50	1	7	Buena	Deslizamiento	Deslizamiento	Nulo	C	ZARqre	Dts	3	2,095	0,001	B	1/2 ladera	CDL	2	0,25	1	1.800	540	0,30	M	1	0,00	B
	28	B	8	B8	100	110	71,99	2	2	Buena			Nulo	A	ZACeda	Drs	2	1,007	0,485	A	Pie	E	2	0,25	0,3	3.300	248	0,08	MB	120	0,04	B
	29	B	6	B6	30	40	49,22	1	5	Regular		Deslizamiento	Medio	D	ZACeda	Drs	1	0,992	0,513	A	Corona	DV	4	0,75	1	1.200	1.080	0,90	MA	554	0,46	A
	30	B	3	B3	60	96	47,93	2	0	Buena		Deslizamiento	Alto	B	ZACeda	Drs	1	0,992	0,513	A	Corona	DV	4	0,75	1	2.880	2.592	0,90	MA	1.330	0,46	A
	31	F	1	F1	100	72	65,84	1	0				Alto	A	ZAsr/d	Drs	5b	0,334	1,00	MA	Pie	E	3	0,5	1	2.160	1.296	0,60	A	1.296	0,60	MA
	32	F	2	F2	40	50	66,61	1	0	Regular	Inundación		Alto	D	ZAsr/d	Drs	5b	0,334	1,00	MA	Pie	E	2	0,25	0,3	1.500	113	0,08	MB	113	0,08	B
	33	F	3	F3	50	36		1	0				Medio	C	ZARqre						Pie					1.080	-	-	MB	-	0,00	B
	34	G	14	G14	60	108	73,45	2	7	Buena	Infiltración		Nulo	A	ZARqre						Pie					3.240	-	-	MB	-	0,00	B
	35	G	13	G13	70	60	73,21	1	6	Regular		Deslizamiento	Medio	A	ZARqre						Pie					1.800	-	-	MB	-	0,00	B
	36	F	4	F4	30	50		1	4	Regular	Infiltración		Medio	D	ZARqre						Pie					1.500	-	-	MB	-	0,00	B
	37	G	16	G16	20	70	68,08	2	5	Regular		Deslizamiento	Alto	C	ZAsr/d	Drs	4	1,043	0,47	A	Pie	E	3	0,5	1	2.100	1.260	0,60	A	592	0,28	A
	38	F	21	F21	50	100	69,19	2	0	Bueno			Alto	B	ZACeda	Drs	1	0,992	0,513	A	Pie	E	3	0,5	1	3.000	1.800	0,60	A	923	0,31	A
	39	F	16	F16	100	70	69,10	1	0	Regular			Nulo	C	ZMrqde	Drs	6a	1,668	0,083	M	Pie	E	1	0,05	0,3	2.100	32	0,02	MB	3	0,00	B
	40	F	22	F22	0	69,19		0	0	lote				F	ZACeda	Drs	1	0,992	0,513	A	Pie	E	5	0,95	1	2.076	2.366	1,14	MA	1.214	0,58	MA
	41	G	15	G15	0	73,59	73,59	0	0	lote				F	ZAsr/d	Drs	4	1,043	0,47	A	Pie	E	1	0,05	0,3	2.208	33	0,02	MB	16	0,01	B
	42	A	1	A1	0	56,14		0	0	lote				F	ZARqre	Dts	3	2,095	0,001	B	1/2 ladera	CDL	1	0,05	1	1.684	101	0,06	MB	0	0,00	B
	43	A	8	A8	0	55,89	55,89	0	0	lote				F	ZACeda	Drs	2	1,007	0,485	A	Pie	E	1	0,05	0,3	1.677	25	0,02	MB	12	0,01	B
	44	B	1	B1	0	85,71	85,71	0	0	lote				F	ZACeda	Drs	4	1,043	0,47	A	Corona	DV	5	0,95	1	2.571	2.931	1,14	MA	1.378	0,54	A
	45	B	2	B2	0	97,85	97,85	0	0	lote x Reub.				F	ZACeda	Drs	1	0,992	0,513	A	Corona	DV	5	0,95	1	2.935	3.346	1,14	MA	1.717	0,58	MA
	46	B	10	B10	0	37,45	37,45	0	0	lote				F	ZACeda	Drs	2	1,007	0,485	A	Pie	E	1	0,05	0,3	1.124	17	0,01	MB	8	0,01	B
	47	C	2	C2	0	68,95	68,95	0	0	lote x Reub.				F	ZACeda	Drs	2	1,007	0,485	A	1/2 ladera	E	5	0,95	1	2.069	2.358	1,14	MA	1.144	0,55	MA
	48	C	3	C3	0	68,95		0	0	lote				F	ZACeda	Drs	2	1,007	0,485	A	Corona	DV	5	0,95	1	2.069	2.358	1,14	MA	1.144	0,55	MA
	49	C	6	C6	0	42,00		0	0	lote				F	ZMr	Dtr	7	1,608	0,149	M	Corona	DV	5	0,95	1	1.260	1.436	1,14	MA	214	0,17	M
	50	D	4	D4	0	93,11	93,11	0	0	lote				F	ZACeda						Corona					2.793	-	-	MB	-	0,00	B
	51	D	6	D6	0	77,02	77,02	0	0	lote				F	ZACeda						Corona					2.311	-	-	MB	-	0,00	B
	52	E	1	E1	0	75,89	75,89	0	0	lote				D	ZMr						Corona					2.277	-	-	MB	-	0,00	B

INDICE GENERAL

		Página
7	**INTRODUCCION**	**1**
7.1	**ANALISIS Y CONSIDERACIONES GENERALES**	**1**
7.2	**PLAN GENERAL DE ACCIONES**	**2**
7.2.1	Medidas preventivas	2
7.2.2	Medidas de mitigación	3
7.3	**PLANEAMIENTO DE MEDIDAS**	**4**
7.3.1	Manejo de la escorrentía superficial	4
7.3.2	Perfilado de taludes y empradización	4
7.3.3	Diseño obras de estabilización	4
7.3.4	Reubicación de viviendas	5
7.3.5	Consolidación urbana	5
7.3.6	Política de no intervención	6
7.4	**ANALISIS DE ALTERNATIVAS**	**7**

CAPITULO 7

MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DEL RIESGO

7 INTRODUCCION

Con los diferentes factores y elementos que se tuvieron en cuenta para la determinación del riesgo en el sector estudiado, especialmente con el conocimiento adquirido de cada uno de los procesos de remoción en masa y en general de erosión, se plantearon las diferentes alternativas de mitigación y control. Entre los parámetros más importantes que siempre se tuvieron presentes en la escogencia de las obras de mitigación estuvo la funcionalidad de la obra frente al aspecto humano–social, la factibilidad de la medida mitigante y la relación costo/beneficio.

7.1 ANALISIS Y CONSIDERACIONES GENERALES

Los resultados de la evaluación del riesgo en el área estudiada muestran que los niveles de amenaza actual se generan por la alta intervención del hombre sobre el medio físico. En general, la condición de estabilidad de las laderas naturales que conforman el sector tiende a la estabilidad. Las zonas inestables están asociadas principalmente a dos actividades antrópicas: los cortes mineros producto de la explotación de materiales y las áreas conformadas con depósitos de rellenos en materiales tipo estéril, desechos de construcción y basuras, construídos sin un control técnico adecuado.

La baja consolidación urbana sin manejo urbanístico, la falta de pavimentación de las vías de acceso sumado a la ausencia de manejo de las aguas de escorrentía, junto con el mal uso que la comunidad da a las zonas comunes del barrio (botadero de basuras, tapado de cunetas), configuran agentes aceleradores de los procesos de inestabilidad y en ocasiones magnifican los eventos generadores de daño.

Los procesos generadores de la amenaza por fenómenos de remoción en masa en el sector estudiado se caracterizan por ser superficiales y de pequeña magnitud. La mayoría de los eventos movilizan masa entre 20 y 60 m^3, pero el movimiento principal involucró un volumen de 313 m^3. Los mecanismos de falla de los depósitos son de carácter progresivo y de poca velocidad, exceptuando aquellos más superficiales en rellenos sueltos que se caracterizan por ser más rápidos. Los procesos presentan bajo poder destructivo de acuerdo con las características de los mecanismos de falla, especialmente su baja energía potencial como se

deduce de los eventos que ocasionaron las ultimas emergencias en el barrio, las cuales se debieron a la alta vulnerabilidad de las viviendas afectadas.

El riesgo asociado a los eventos amenazantes se configura dada la alta exposición de las viviendas construídas, bien sea en la base de los taludes (muy próximas al pie del talud), o sobre el escarpe de las laderas inestables, sin haber dejado el aislamiento mínimo necesario para determinar una franja de seguridad.

7.2 PLAN GENERAL DE ACCIONES

El plan de acciones establece las medidas preventivas, correctivas y de mitigación que buscan en primera instancia, bajar al mínimo los niveles de riesgo a que está expuesta la comunidad, bien sea controlando los procesos o anulando los niveles de exposición de las viviendas y, en segunda instancia, busca corregir las condiciones del entorno físico y ambiental que favorecen la ocurrencia de los procesos de inestabilidad.

Cada una de las medidas se deben convertir en planes y proyectos, los cuales en su conjunto se consideran esenciales para un manejo integral y sistemático de la problemática de riesgo actual del sector estudiado. En la medida en que los proyectos no sean llevados a cabo el problema se puede magnificar de tal forma que la población afectada se multiplicaría considerablemente.

7.2.1 Medidas preventivas y correctivas

Dentro de este grupo se proponen las siguientes acciones:

Regulación del espacio público: Se refiere a la restricción de uso del suelo que se debe aplicar en las áreas no urbanizadas y en los predios producto de la reubicación.

Reubicación de familias: Comprende la reubicación de las familias y adquisición de predios que se localizan en áreas de alto riesgo, labor que ha venido adelantando la DPAE a raíz de las emergencias atendidas en el Barrio.

Obras de protección y control: Este grupo de medidas busca la consolidación urbana, mediante obras en el ámbito de infraestructura, como la conformación de la vía de acceso y el manejo de aguas de escorrentía, mediante el control de erosión y reforestación de las áreas aledañas y a través de la definición de zonas de aislamiento de los frentes de explotación aledaños que presentan una actividad minera.

Información pública: Esta actividad busca mediante campañas educativas darle a la comunidad la información y capacitación necesaria para mejorar la actitud de ésta frente a su medio físico, su entorno habitacional y frente al cuidado y mantenimiento de las obras de prevención y mitigación que se lleguen a adelantar en el sector.

7.2.2 Medidas de mitigación

Este tipo de medidas tienden a disminuir en forma directa el riesgo y buscan modificar las características de los eventos amenazantes o las características de los elementos expuestos.

Teniendo en cuenta las características de los eventos amenazantes en el área y que su afectación se limita a las áreas inmediatamente adyacentes, se establecieron como medidas de mitigación obras físicas de intervención y control de los fenómenos de remoción en masa. Dichas medidas se subdividieron en:

I. Control de Erosión

- Obras para el control de la escorrentía Superficial.
- Conducción de aguas de escorrentía superficial.
- Perfilado de Taludes y empradización.

II. Estabilización

- Retiro o compactación de masas pequeñas inestables.
- Estabilización mediante estructuras de contención.
- Manejo de aguas sub–superficiales.
- Retiro de Materiales Botados.
- Arborización.

Es evidente que la puesta en marcha y la ejecución de este esquema de medidas de prevención y mitigación debe ser compartida por las diferentes entidades del orden Distrital además del DPAE y naturalmente, como actor principal, la comunidad interesada. Dentro de este contexto se establecieron niveles de responsabilidad para la ejecución de las medidas planteadas. En la *Tabla No. 7.1* se presenta una matriz en la que a cada proyecto se le asigna los responsables directos e indirectos y su nivel de injerencia. Esta matriz ha sido, igualmente, la base para que esta consultoría haya definido los proyectos y planes que podrían ser atendidos por el DPAE y que están dentro de los alcances de este estudio.

Como puede apreciarse al nivel de proyecto que involucre la ejecución de obras físicas de mitigación, se identificaron dos principales tipos de obras: el control de la escorrentía superficial y la estabilización de los sitios críticos.

7.3 PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS.

Como planteamiento de medidas se presentan a escala general las diferentes alternativas establecidas como parte de la solución de la problemática de los riesgos del sector en estudio y que deben ser tenidas en cuenta para un manejo integral del sitio (*Ver Plano No. 8*).

7.3.1 Manejo de la escorrentía superficial

Consiste en el diseño y construcción de una red de drenaje superficial, compuesta por cunetas revestidas en concreto reforzado y localizadas a lo largo de todas las vías vehiculares y algunas peatonales, la cual entrega las aguas a la red de alcantarillado del barrio.

7.3.2 Perfilado de taludes y empradización.

Se recomienda en los sectores o taludes de mayor pendiente afectados por procesos intensos de erosión, localmente cubiertos con materiales botados o rellenos con sobrantes .

El perfilado de los taludes mediante el retiro parcial o total de las masas susceptibles al movimiento, permite eliminar el evento amenazante. Esta medida se aplica a las zonas definidas con grados de amenaza alta a muy alta por procesos de pequeña magnitud, asociados a materiales botados.

En este numeral se incluye la plantación de árboles con la finalidad de controlar el agua de escorrentía y estabilizar los rellenos existentes. La arborización, a su vez, se constituye en un elemento ornamental para el manejo del aspecto urbanístico y su equipamiento.

7.3.3 Diseño de Obras de Estabilización.

Se propone implementar este tipo de medidas en la zona hoy inestable, definida geomorfológicamente como ZACeda, donde se ha dado lugar a la ocurrencia de desastres y atención de la emergencia por parte de la DPAE, afectando en forma directa a cuatro familias.

Se pretende, que la zona del deslizamiento mayor, localizada en el centro del área estudiada, sea estabilizada mediante la construcción de un muro en gaviones y la reconformación del talud.

El muro de gaviones aumenta la masa pasiva dándole estabilidad al relleno y la reconformación minimiza el movimiento de material y adecúa el talud, de tal forma que permite la construcción de una escalera para acceso peatonal al Barrio y sectores aledaños.

La zona que corresponde al talud localizado entre la vía de acceso al Bario Villas del Sol y la carrera 8^{a} formando un triángulo, presenta pequeños deslizamientos de los materiales botados y rellenos que afectan la banca de la vía y viviendas construídas en su área de influencia. La solución propuesta es similar a la adelantada por la DPAE en el barrio Villas del Sol el año pasado, la cual contempla el retiro total de los materiales sueltos y movidos, la recuperación de la banca de la vía mediante la construcción de un muro en gaviones, la reconformación del talud y el acondicionamiento del área como zona comunal del barrio.

Estas obras se complementan mediante la construcción de sistemas de subdrenes formados por trincheras embebidas en los cuerpos a estabilizar, que buscan mantener constantes y en bajos niveles las condiciones de saturación del suelo.

7.3.4 Reubicación de viviendas.

Para este caso se define como necesario optar por este tipo de medida, teniendo en cuenta que la DPAE ya inició este proceso. Además los resultados muestran, aún, niveles de riesgo altos de ciertas viviendas. Se contempla tanto la reubicación de viviendas como la compra de predios o lotes.

7.3.5 Consolidación urbana

El plan de obras de prevención contempla acciones tendientes a consolidar el barrio como un área residencial con los servicios mínimos requeridos y el establecimiento de unas normas, también mínimas, que permitan un ordenamiento urbanístico tendiente a erradicar los agentes físicos de riesgo, además de la regularización del barrio dentro de los parámetros exigidos por la oficina de Planeación Distrital, la preservación del entorno y la mejor convivencia ciudadana.

A continuación se relacionan las obras y medidas que cumplen los objetivos expuestos:

- Construcción de la vía de acceso, cuya mayor injerencia corresponde al IDU en su Programa de Pavimentos Locales, y cuya implementación mejorará la conducción de las aguas superficiales y de infiltración, disminuyendo de esta forma, el aporte de agua a las zonas inestables.

- Restricción del uso de algunas áreas en beneficio de la estabilidad física del sector y cuya responsabilidad recae en el DPAE; estas áreas recomendadas se definen como zonas verdes y de recreación pasiva, las cuales se muestran en el *Plano No. 8* y han sido restringidas no sólo por el grado de amenaza y riesgo establecido, sino por su importancia en el establecimiento de la estructura urbanística del barrio.

- Regulación e intervención de las áreas aledañas al área de estudio que hoy presentan un uso minero y que se están expuestas a procesos de inestabilidad aledaños al área en estudio, como son el talud del parqueadero y el costado oriental del barrio que limita con una zona inestable relativamente de mayor afectación con similares características al deslizamiento principal del área en estudio.

- Dadas las características de acceso al barrio, es necesario implementar un sistema de acceso peatonal adecuado mediante caminos y escaleras localizadas en las áreas hoy inestables, permitiendo un uso comunal para éstas e impidiendo nuevamente la construcción de viviendas en dichas áreas. Estas obras se plantearán como manejo paisajístico del sector, junto con el perfilado y empradización de taludes y la plantación de árboles como ayuda para mejorar la estabilización.

- Establecimiento de campañas educativas que lleven a la comunidad a entender claramente:

  1) El nivel de riesgo a que están expuestos
  2) Identificar los agentes detonantes y cómo debe ser el comportamiento frente a los mismos.
  3) Entender y conocer las bondades de las obras recomendadas para la mitigación del riesgo y cómo debe ser la construcción y el mantenimiento de las mismas.

  Estas campañas deben ser realizadas por la DPAE a través del CLE correspondiente, mediante charlas, talleres y/o cartillas de fácil entendimiento y divulgación.

7.3.6 Política de no-intervención.

Este tipo de acción es válida como ejercicio técnico para establecer los niveles de riesgo que pueden llegar a ser asumidos por parte de la Ciudad en el sector estudiado, pero pierde total validez del planteamiento, en el siguiente contexto:

- La DPAE ya inició un proceso de reubicación en el sector.
- La degradación del medio físico adelantada por la acción del hombre, es de carácter exponencial y en un futuro próximo puede llegar a magnificar la problemática de riesgo en el sector y por ende, la misma problemática social.
- La comunidad está en su derecho de que el Estado intervenga su hábitat para mejorar su calidad de vida.
- El avance de los procesos amenazantes como los fenómenos de remoción en masa, al no ser tratados pueden llegar a cobrar vidas humanas.

7.4 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

En este numeral se establecen los indicadores que, desde el punto de vista de mitigación de riesgos por fenómenos de remoción en masa, se deben seguir para la atenuación de los efectos que puedan generar la ocurrencia de eventos amenazantes. Dentro de este contexto sólo se tienen en cuenta las obras que buscan estabilizar los movimientos o disminuir la vulnerabilidad actual (*Ver numerales 7.3.1 a 7.3.4*).

Para éste ejercicio la consultoría se apoyó en la técnica de los árboles de decisión. Estos permiten establecer un análisis beneficio/costo de las diferentes alternativas y con base en los resultados obtenidos, se puede definir o recomendar la línea de acción que debe entrar a seguir la DPAE. Lo anterior no significa que se deje de lado en la toma de decisiones, los aspectos sociales como elementos básicos de la función pública.

El numeral correspondiente a las obras planteadas para la consolidación urbana se considera básico para el manejo integral del problema, pero no se tiene en cuenta como variable decisoria, ya que la responsabilidad principal no recae en la DPAE. Además, entran en el juego entidades como el IDU, Juntas de Acción Local (JAL) y los Fondos de Desarrollo Local (FDL).

Para establecer los criterios de decisión se realizó un análisis prospectivo comparativo entre la condición actual y escenarios con la implementación de obras y reubicación de viviendas, y se compararon los riesgos asumidos en términos de los costos de cada alternativa. Para el caso estudiado, se tienen las siguientes hipótesis:

H_1 Condición actual.
H_2 Condición futura sin adelantar ningún tipo de acción.
H_3 Condición actual con la implementación de obras de mitigación.
H_4 Condición futura con obras.

Para la condición actual se cuenta con los resultados obtenidos en los numerales de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. La condición futura se establece con un tiempo de diseño o de exposición al evento de 25 años, por consiguiente, se estableció una probabilidad de falla para 25 años con y sin obras.

Para cada zona geotécnica se aplicaron las medidas enumeradas en los numerales anteriores y se evaluaron las nuevas condiciones de estabilidad. Se obtuvieron nuevos datos de Factores de Seguridad y Probabilidades de falla que se usaron en los análisis condicionales (*Ver Tablas Nos. 7.2 y 7.3*).

Igualmente, de manera aproximada se establecieron los costos de las obras de estabilización, como se resume en la *Tabla No. 7.4*. En la *Figura No. 7.1* se muestran los resultados del modelo de decisión.

TABLA No 7.1 MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

RESPONSABLES		COMUNIDAD	FOPAE -DPAE		IDU	FDL	IDRD
			Niv. Resp.	Tip. Acción			
ACCIONES							
1	**MEDIDAS PREVENTIVAS**						
1,1	Regulación del Espacio Publico	2	1	Rec			
1,2	Reubicación de Viviendas		1	Ad			
1,3	Planes de Desarrollo - Equipamento Urbano		3	R			
1.3.1	Vías Peatonales	2				1	2
1.3.1.1	Escaleras	2				1	2
1.3.1.2	Senderos	2				1	2
1.3.2	Zonas Comunes de Recreación	3				2	1
1,3,3	Adecuación vías de acceso				1	2	
1,4	Información Pública		1	T,E		2	
2	**MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION**						
2,1	Manejo de Aguas de Escorrentia	2	1	D,C		3	
2,2	Empradización y Recuperación	1	2	R		3	
2,3	Arborización	2	2	R,E		3	1
3	**MEDIDAS DE MITIGACION**						
3,1	Perfilado de Taludes	1	2	D		3	
3,2	Obras de Contención		1	D,C		2	
3,6	Drenaje Subsuperficial		1	D,C		2	

NIVEL DE RESPONSABILIDAD
1 Responsabilidad principal
2 Responsable de segunda instancia
3 Responsable de tercera instancia

FOPAE Fondo de Prevención y Atención de Emergencias
IDU Intituto de Desarrollo Urbano
FDL Fondo de Desarrollo Local
IDRD Instituto de Recreación y Deporte

TIPO DE ACCION
D Diseño
C Construcción
R Recomendaciones y Pautas
E Ejecución
Ad Adquisición Terrenos
Rec Restricción Uso
T Talleres

TABLA No 7.2 - ANALISIS DE ESTABILIDAD CON OBRAS POR ZONA HOMOGENEA

PERFIL	ZONA	MATERIAL	TIPO DE FALLA	TIPO DE MOVIMIENTO	c' (kpa)	ϕ' (°)	RANGO	SISMO	FS	OBRAS DE SOLUCION
2-2	ZAsre/d	SUELO RESIDUAL	TALUD	ROTACIONAL	4,5	32,5	13-16/22-29	NO	1,432	DRENAJE
2-2	ZAsre/d	SUELO RESIDUAL	TALUD	ROTACIONAL	4,5	32,5	13-16/22-29	SI	0,965	DRENAJE
2-2	ZARqre	RELLENO ARCILLOSO	PIE	TRASLACIONAL	1	26,85	BLOQUES	NO	3,042	DRENAJE
2-2	ZARqre	RELLENO ARCILLOSO	PIE	TRASLACIONAL	1	26,85	BLOQUES	SI	1,304	DRENAJE
2-2	ZACeda	RELLENO	PIE	ROTACIONAL	1	26,85	123-126/130-136	NO	1,534	DRENAJE
2-2	ZACeda	RELLENO	PIE	ROTACIONAL	1	26,85	123-126/130-136	SI	0,867	DRENAJE
2'-2'	ZAsre/d	RELLENO	PIE	ROTACIONAL	1	26,85	3-4.5/7-11	SI	2,529	DRENAJE
2'-2'	ZAsre/d	RELLENO	PIE	ROTACIONAL	1	26,85	3-4.5/7-11	NO	1,665	DRENAJE
4-4	ZMr	RELLENO	CORONA	TRASLACIONAL	4,5	32,5	BLOQUES	NO	2,898	DRENAJE
4-4	ZMr	RELLENO	CORONA	TRASLACIONAL	4,5	32,5	BLOQUES	SI	1,796	DRENAJE
6-6	ZACeda	RELLENO ARCILLOSO	FONDO	ROTACIONAL	20	28	15-22/27-33	NO	1,899	DRENAJE-GAVION-PERFILADO
6-6	ZACeda	RELLENO ARCILLOSO	FONDO	ROTACIONAL	20	28	15-22/27-33	SI	1,263	DRENAJE-GAVION-PERFILADO
6-6	ZACeda	RELLENO COMPACTADO	FONDO	ROTACIONAL	20	28	15-22/27-33	NO	1,881	DRENAJE-PERFILADO
6-6	ZACeda	RELLENO COMPACTADO	FONDO	ROTACIONAL	20	28	15-22/27-33	SI	1,255	DRENAJE-PERFILADO
6-6	ZACeda	RELLENO ARCILLOSO	FONDO	ROTACIONAL	20	28	15-22/27-33	NO	1,923	DRENAJE-GAVION TIPO 2
6-6	ZACeda	RELLENO ARCILLOSO	FONDO	ROTACIONAL	20	28	15-22/27-33	SI	1,346	DRENAJE-GAVION TIPO 2
A-A	ZMrqde	RELLENO ARCILLOSO	CORONA	ROTACIONAL	1	26,85	123-126/130-136	NO	0,968	DRENAJE
A-A	ZMrqde	RELLENO ARCILLOSO	CORONA	ROTACIONAL	1	26,85	123-126/130-136	SI	0,633	DRENAJE
A-A	ZMrqde	RELLENO ARCILLOSO	CORONA	ROTACIONAL	1	26,85	13-15/16-18	NO	2,115	DRENAJE
A-A	ZMrqde	RELLENO ARCILLOSO	CORONA	ROTACIONAL	1	26,85	13-15/16-18	SI	1,368	DRENAJE
7-7	ZACeda	RELLENO ARCILLOSO	PIE	ROTACIONAL	20	28	28.5-32.5/48-58	NO	1,52	DRENAJE-GAVION-PERFILADO
7-7	ZACeda	RELLENO ARCILLOSO	PIE	ROTACIONAL	20	28	28.5-32.5/48-58	SI	1,025	DRENAJE-GAVION-PERFILADO
7-7	ZACeda	RELLENO ARCILLOSO	PIE	ROTACIONAL	20	28	28.5-32.5/48-58	NO	1,424	DRENAJE-PERFILADO
7-7	ZACeda	RELLENO ARCILLOSO	PIE	ROTACIONAL	20	28	28.5-32.5/48-58	SI	0,973	DRENAJE-PERFILADO

TABLA No 7.3 - ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION
PROBABILIDADES Y COSTOS DE FALLA

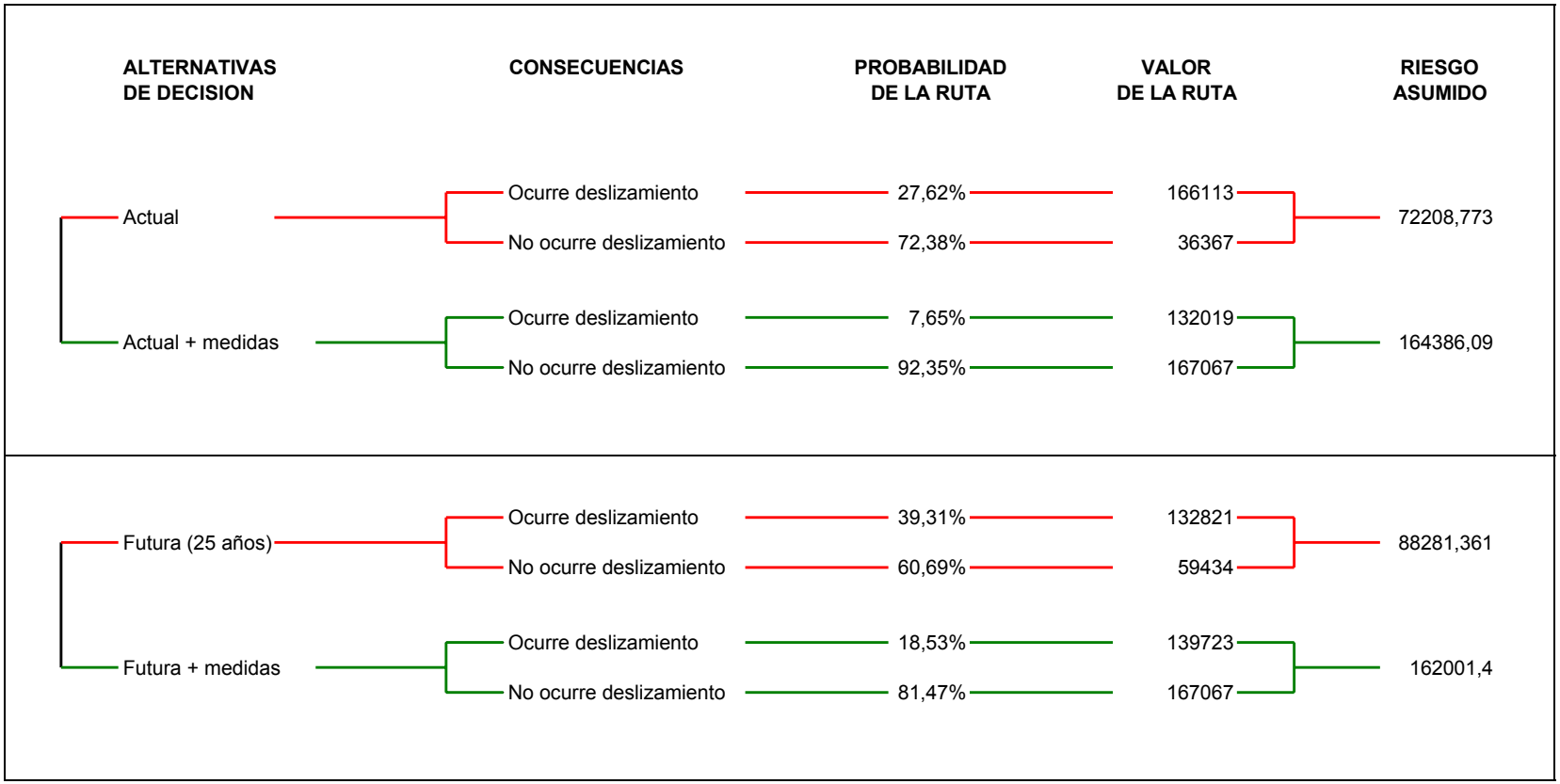
	Perfil	1	4	3	5	2	6	7	
	Sec.	7- 7	2 - 2	2- 2	2- 2	2- 2	A - A	4- 4	
	zona	ZACeda	ZAsre / d	ZARqre	Zasre / d	ZACeda	Zmrqde	ZMr	PROMEDIOS
CONDICION									
Actual	**Pf**	0,38	0,31	0,00	0,99	0,08	0,02	0,08	0,28
Actual + medidas	**Pf**	0,16	0,20	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,08
Futura (25 años)	**Pf**	0,48	0,42	0,03	1,00	0,34	0,07	0,14	0,39
Futura + medidas	**Pf**	0,32	0,35	0,00	0,05	0,34	0,00	0,03	0,19

		Costos en Miles de pesos				OBSERVACIONES
		Inicial	Reub.	Daño Esp.	Riesgo	
CONDICION						
Actual		462866	36367	166113	45888	Rubicación c1+c2+b2
Actual + obras		433662	59434	60019	4591	Rubicación c1+c2+b2+b2+b3+b6+j2+f22
						Costo obras 144000
Futura (25 años)		433662	59434	132821	52210	Rubicación c1+c2+b2+b2+b3+b6+j2+f22
Futura + obras		433662	59434	67723	12546	Rubicación c1+c2+b2+b2+b3+b6+j2+f22
						Costo obras 144000

TABLA No 7.4 - PRESUPUESTO ALTERANTIVA MEDIDAS DE MITIGACION

CAPITULO	ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	VALOR TOTAL
1		PRELIMINARES	M2	460,00	$1.500	$690.000
2		DRENAJE CUNETAS	ML	368,00	$30.500	$11.224.000
3		DRENAJE DREN FRANCES (FILTRO TIPO II)	ML	154,50	$75.157	$11.611.757
4		ENTREGA DE CUNETA	ML	19,00	$22.500	$427.500
5		CONTENCION MURO EN GAVIONES	M3	955,50	$85.000	$81.217.500
6		ESTABILIZACION POR ARBOLIZACION	UN	38,00	$22.500	$855.000
7		ESTABILIZACION POR EMPRADIZACION	M2	2011,00	$2.900	$5.831.900
8		ESTABILIZACION PERFILADO				
	8,1	Corte Manual	M3	70,00	$22.500	$1.575.000
	8,2	Relleno Tipo II Material Seleccionado	M3	70,00	$27.000	$1.890.000
					Subtotal	$115.322.657
					AIU (25 %)	$28.830.664
					Total	$144.153.321

FIGURA 7.1 - ARBOL DE DECISIONES
OBRAS DE ESTABILIZACION DESLIZAMIENTOS ACTIVOS



INDICE GENERAL

Página

8 INTRODUCCION 1

8.1 PLANTEAMIENTO DE OBRAS 1

8.2 DISEÑOS DE OBRAS 3
8.2.1 Obras de control de aguas de escorrentía superficial y subsuperficial. 3
8.2.2 Obras de Estabilización 4
8.2.3 Perfilado de taludes y empradización 4
8.2.4 Obras complementarias 5

8.3 ESPECIFIACIONES 5

8.4 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO 6

8.5 PLANTEAMIENTO URBANISTICO Y PAISAJISTICO 6

CAPITULO 8

DISEÑO DETALLADO DE OBRAS

8 INTRODUCCION

De acuerdo con lo establecido en los dos capítulos anteriores y especialmente los resultados del análisis beneficio–costo en términos de reducción del riesgo, la intervención en el área de estudio contempla la implementación de acciones y medidas preventivas y de mitigación tipo reubicación de viviendas, que tienden a mejorar la vulnerabilidad de la comunidad, y la construcción de obras de estabilización, encaminadas a controlar o eliminar los eventos amenazantes.

Como resultado de la intervención se tendría una reducción de los altos niveles de riesgo actual al que está expuesto la comunidad en forma localizada, hasta llegar a niveles muy bajos, logrando una reducción del riesgo del 90 %. *Ver Tabla No. 7.3*.

Este capítulo presenta los resultados de los diseños detallados de las obras de mitigación planteadas en él capitulo anterior y que deben ser implementadas en el área de estudio. Las obras contemplan estructuras hidráulicas tipo cunetas y filtros, muros de contención en gaviones y en llantas, retiro de materiales sueltos, obras de protección contra la erosión como la conformación de zonas duras y empradización y plantación de árboles.

8.1 PLANTEAMIENTO DE OBRAS.

El planteamiento de obras se presenta en el *Plano No 9*. El área de estudio se dividió en tres sectores de intervención, así:

Sector 1

Corresponde a la zona geotécnica definida como ZACeda, con presencia de un deslizamiento rotacional activo sobre suelos de relleno que provocó la emergencia de fin de año 1999, afectando la vivienda B2. En este sector se plantea intervenir mediante las siguientes acciones o medidas:

- Reubicación de viviendas, B1, B2, B3, B6 y F22.
- Muro de contención en gaviones en la pata del deslizamiento.

- Perfilado y reconformación del talud resultante.
- Sellado de grietas
- Obras de drenaje superficial y subsuperficial, zanjas, cunetas y filtros.
- Obras de protección y control de erosión y plantación de arboles.

En este sector se recomienda la construcción de la escalera para el acceso de la comunidad del Barrio Villas de Recuerdo y de los Barrios aledaños localizados en la parte alta de la zona.

Sector 2

Se localiza entre la vía de acceso al Barrio Villas Del Sol y la carrera 8ª, y corresponde a un talud conformado por rellenos sueltos de poco espesor potencialmente inestables, que generan pequeños deslizamientos rotacionales por acumulación de agua y desconfinamiento. En este sector la DPAE reubicó dos viviendas.

El diseño de obras de contención buscó por una parte confinar los rellenos de la parte superior del talud protegiendo las viviendas de la Manzana C, y por la otra, confinar el pie del talud de forma tal que evite la invasión del espacio. En este sector se propone dar un tratamiento similar al implementado por la DPAE en el Barrio Villas del Sol, diferenciado por el nivel de patio para uso recreativo, el cual en este caso quedaría en un nivel intermedio.

Las obras que se deben adelantar en este sector son:

- Reubicación de viviendas, C1, C2, C3, J2
- Muro de contención en gaviones en la parte alta del escarpe.
- Muro en llantas de confinamiento del pie del escarpe.
- Obras de drenaje superficial y subsuperficial, zanjas, cunetas–andén, filtros y sumideros.
- Construcción de zonas duras de protección contra las viviendas.
- Protección de erosión con malla tipo ecomatrix.

Sector 3

Se localiza en la parte norte del área colindando con las Manzanas F y G; definido geotécnicamente como Zasre/d con un nivel de amenaza por FRM alto a muy alto y procesos de erosión intensos.

Teniendo en cuenta que la magnitud de los procesos de inestabilidad probables es baja, con poder de destrucción igualmente bajo, y el tipo de material involucrado, se plantea la

eliminación de los eventos amenazantes mediante el retiro total de las materiales inestables y la reconformación del talud. Como obras se proponen:

- Muro en llantas de confinamiento del pie del escarpe.
- Perfilado y reconformación del talud resultante.
- Obras de drenaje superficial y subsuperficial, zanjas, cunetas y filtros.
- Protección de erosión con malla tipo ecomatrix.

8.2 DISEÑOS DE OBRAS

El diseño de las obras en detalle, una vez seleccionada la alternativa de mitigación de riesgos, guarda los conceptos presentados en el Capítulo 7; por lo tanto, en este numeral se presentan los aspectos adicionales que se consideran importantes dentro del proceso del diseño.

Los diseños en planta se presentan en el *Plano No. 9*, mientras los detalles constructivos se presentan en los *Planos Nos. 10, 11 y 12*.

8.2.1 Obras de control de aguas de escorrentía superficial y subsuperficial.

Consiste en el diseño y construcción de una red de drenaje superficial, compuesta por cunetas revestidas en concreto reforzado y localizadas a lo largo de todas las vías vehiculares y algunas peatonales, la cual entrega las aguas a la red de alcantarillado del barrio, y por el sistema de subdrenes formados por trincheras embebidas en los cuerpos a estabilizar, que buscan mantener constantes y en bajos niveles las condiciones de saturación del suelo.

Para la determinación de los caudales de diseño se empleo el método racional asignado a cada tramo, el área aferente y el caudal acumulado correspondientes; el coeficiente de escorrentía se tomó de acuerdo al tipo de suelo y a la impermeabilidad de la zona. La intensidad del aguacero de diseño se determinó a partir de las curvas I-D-F presentadas en el Capítulo 3, para un tiempo de concentración adoptado de 5 minutos y períodos de retorno de 10 y 25 años.

Finalmente, las dimensiones para las secciones transversales de los diferentes tipos de cunetas adoptados, fueron definidos de tal manera que además de cumplir con los requerimientos de capacidad hidráulica más un borde libre de 10 cm, se minimizara en lo posible la profundidad de las excavaciones y se mantuviera un ancho razonable de las vías vehiculares y peatonales, dentro de las restricciones físicas y de ordenamiento existentes.

En el Anexo F de Memorias de Cálculo, se presenta el cuadro general del dimensionamiento hidráulico.

Las trincheras son construídas con excavaciones de sección normalizada de algunos metros de ancho, las cuales se llenan con material granular seco, recubierto con geotextil no tejido. Sobre este material se esparce una capa de material del sitio compactado que sirva como sello y, finalmente, una capa de suelo orgánico. Su función principal es la eliminación del agua capilar y de percolación que se encuentra en el talud o ladera. Las dimensiones de las trincheras de drenaje se establecieron de acuerdo con los requerimientos del abatimiento del agua y teniendo en cuenta el proceso constructivo.

8.2.2 Obras de Estabilización.

Teniendo en cuenta los procesos a controlar y los empujes a soportar, y por facilidad constructiva y economía, se definió como sistemas de contención los conformados por muros en gavión y muros en llantas.

El muro de gaviones aumenta la masa pasiva del material a estabilizar dándole estabilidad al relleno y la reconformación del talud minimiza el movimiento de material, de tal forma que permite la construcción de una escalera para acceso peatonal al barrio y sectores aledaños.

Los muros en llanta se concibieron por la facilidad constructiva que representan y por la parte económica, siendo un sistema de contención barato con relación a otros y frente a los mismos gaviones. Su principal función es la de confinar los rellenos en material seleccionado que se construirán para la conformación de zonas comunitarias y reconformación de taludes como el caso del sector 3.

Las memorias de diseño se presentan en el Anexo F y los detalles constructivos en los planos correspondientes.

8.2.3 Perfilado de taludes y empradización.

El perfilado de los taludes mediante el retiro parcial o total de las masas susceptibles al movimiento, permite eliminar el evento amenazante. Se recomienda en los sectores o taludes de mayor pendiente afectados por procesos intensos de erosión y por procesos de pequeña magnitud, asociados a materiales botados. Esta medida se aplica a las zonas definidas con grados de amenaza alta a muy alta.

En este numeral se incluye la plantación de árboles y la empradización con la finalidad de controlar el agua de escorrentía y estabilizar los rellenos existentes. La arborización, a su vez, se constituye en un elemento ornamental para el manejo del aspecto urbanístico y su equipamiento. El tipo de árbol recomendado se presenta en el plano paisajístico.

En la figura anexa se presentan fotocopias de las fichas técnicas de los tipos de árboles recomendados establecidas por el Jardín Botánico de Bogotá.

8.2.4. Obras complementarias

Dentro de este grupo de obras se encuentran la impermeabilización de ciertos sectores mediante la construcción de áreas duras en concreto o en adoquín y la conformación de andenes a lo largo de la vías internas del barrio, el sellado de grietas y la empradización con ecomatrix en el talud posterior a las casas de Villa del Sol, Manzana C

8.3 ESPECIFICACIONES

Las obras planteadas son de común implementación en el medio y por lo tanto no requieren especificaciones de construcción especiales, excepto el muro en llantas. Para las especificaciones generales se pueden tomar como base el Estudio “Especificaciones Generales de Construcción” de INVIAS-1996, o del IDU que cubren la totalidad de las obras recomendadas.

Las siguientes son las especificaciones particulares del INVIAS aplicables a este tipo de obras:

Excavaciones	INVIAS 210-96
Rellenos	INVIAS 610-96
Concretos	INVIAS 630-96
Aceros	INVIAS 640-96
Cunetas Revestidas	INVIAS 671-96
Filtros de Drenaje	INVIAS 673-96
Gaviones	INVIAS 681-96

Para el caso específico del presente estudio, se generaron las especificaciones correspondientes a los diferentes tipos de obras establecidas en los diseños y se presentan en el Anexo G.

8.4 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

Las cantidades de obra se obtuvieron a partir de los planos de construcción, planta y detalles, empleando las unidades de medidas establecidas en las especificaciones adoptadas y ya referidas. El cálculo de cantidades de obra se adelantó con ayuda del AUTOCAD, una vez establecidas las coberturas necesarias para tal fin.

En la *Tabla No. 8.1* se presentan las cantidades de obra aproximadas y el presupuesto estimado para la construcción de las diferentes tipos de obras establecidas en los diseños; los precios unitarios establecidos para este fin, han sido generados de acuerdo con las condiciones que imponen las características del sector y de las mismas obras. Los análisis de precios unitarios se presenta en la *Tabla No. 8.2*.

Las cantidades de obra y presupuesto se presentan por cada sector definido al inicio de éste capítulo.

8.5 PLANTEAMIENTO URBANÍSTICO Y PAISAJÍSTICO

El sector de Villas del Recuerdo y barrios vecinos se caracteriza por presentar un acceso preferencialmente peatonal desarrollado sobre senderos con fuertes pendientes, lo mismo que por la carencia de espacios recreativos, equipamiento comunal, andenes, pasos peatonales y vías de acceso. El terreno está muy erosionado, en gran parte sin cobertura vegetal, lo que ha impedido la siembra de especies vegetales. Esta falta de equipamiento urbano y de espacio comunal influye en la baja calidad de vida de las familias que allí viven y han retrasado la adecuada consolidación de este sector de la ciudad.

En la parte sur del sector y limitando con el área de estudio, se encuentra un zona de explotación de materiales, cuya operación influye directamente sobre cualquier planteamiento de mejorar el entorno urbano. El limite nor-oriental del área lo configura una zona sin ocupación definida con procesos erosivos intensos y de inestabilidad. De sureste a noroeste atraviesa la zona un carreteable que conecta la parte baja con los barrios de arriba, elemento que se ha constituído en un efectivo medio de comunicación que se debe reforzar, equipar y consolidar.

El Barrio Villas del Recuerdo es el vecino sur del Barrio Marco Fidel Suárez, al sur de Bogotá; a éste último se puede llegar por la Avenida Caracas o por la Carrera Décima, conectándose por el par vial de la calle 48 Sur, sobre la cual se encuentra el paradero de buses y el comercio local.

El Barrio Marco Fidel Suárez se convierte el punto de encuentro, comercio, transporte y acceso para los habitantes de Villas del Recuerdo y vecinos. Identificadas estas conexiones que la comunidad viene usando y las necesidades del sector en cuanto a espacio público, aunado a la situación de desalojo de viviendas que el Consultor sugiere reubicar, el grupo asesor en Urbanismo y Paisajismo ha propuesto tres frentes de acción para mejorar las condiciones de habitabilidad de la zona:

- La consolidación de vías y andenes del Barrio especialmente la vía de acceso. Como se trata no de obra nueva, sino de paramentaciones ya dadas, el ancho de las vías se ajustó al espacio existente. Donde este lo permitió se trazaron vías V-9 (DAPD) con ancho de 6 metros. La prioridad la debe tener el andén peatonal, de tal manera que cuando la vía no alcanza el ancho permitido, esta tiene paso vehicular pero restringido.

  El alineamiento de la vía principal de acceso debe de ser corregido, se propone andenes de confinamiento y para uso peatonal, así como la definición de sobreanchos en las curvas, acceso a los sectores y arborización. Recomendamos el uso de la cartilla de andenes que elaboró el Taller del Espacio Público (DAPD), para la modulación de las piezas prefabricadas que el Distrito viene usando en diferentes sectores de la ciudad. En ella se definen las especificaciones para sardineles, rampas, sumideros y trabajos de piso, que podrían ser aplicados aquí.

  A esta vía principal llegan o confluyen, los senderos peatonales que atraviesan el barrio y que han sido trazados siguiendo los actuales caminos utilizados por la comunidad. Los senderos se conformarían con escaleras y rampas para resolver la dificultad de la pendiente, y en su entorno desarrollar un amoblamiento urbano conformado con canecas, bancas y luminarias, regidos por los diseños reglamentados por el Taller del Espacio Público, del Departamento Administrativo de Planeación Distrital (Decreto 170 del 17 de marzo de 1999).

- La construcción de Parques de carácter local en el terreno que se conformará en el sector 2 y en la zona donde se reubicarán familias de la Manzana B. El estudio muestra que no es un terreno apto para ser urbanizado por lo cual, el grupo asesor de Urbanismo y Paisajismo sugiere el uso de este terreno para fines recreativos comunales y de esparcimiento. El diseño de los parque debe estar dirigido especialmente a la comunidad infantil.

  Igualmente se propone construír una amplia zona verde arborizada, con senderos peatonales y miradores, para permitir actividades al aire libre, en el sector que se encuentra circundando la vía de acceso al barrio.

- Finalmente, el planteamiento paisajístico incluye la plantación de especies vegetales discriminadas según su porte, resistencia, necesidades, configuración de sus raíces, disponibilidad y la experiencia que de ellas se ha tenido en otras zonas de la ciudad.

  Las Especies escogidas o recomendadas son: Ver folletos Jardín Botánico.

  Calisteno.
  Corono
  Caucho Sabanero
  Hayuelo

  De igual forma. alrededor de los muros en llantas se propone la siembra de especies ornamentales usando las mismas llantas como materas.

  La plantación y reforestación en estas zonas garantizan no sólo el mejoramiento en el paisaje y en los suelos, sino que evitan futuras invasiones en estos terrenos y garantizan nuevos espacios de esparcimiento comunales. La propuesta incluye la siembra masiva de pasto Kikuyo en los terrenos que lo permitan, con el fin de recuperar la capa vegetal de la montaña. Insistimos en la necesidad de adelantar con la comunidad campañas cívicas que instruyan sobre la necesidad y conveniencia de cuidar las cuencas de agua, la arborización y por supuesto el equipamiento urbano; que enseñen una correcta disposición de las basuras y la valoración del espacio público y el medio ambiente como un factor importante en el logro de una mejor calidad de vida.

TABLA No 8.1
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CAPITULO	ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. DIRECTO	V. TOTAL
1	1	PRELIMINARES	G			
	1,1	Localización Replanteo	M2	1	1.500	**$1.500**
	1,2	Campamento	G	1	1.100.000	**$1.100.000**
	1,3	Cerramiento	ML	1	2.750	**$2.750**
					TOTAL	
2	2	EXCAVACION Y RETIRO DE MATERIALES	M3			
	2,1	Reconformación y perfilado (Incluye retiro, cargue y transporte a escombreras aprobada por el DAMA)	M3	1	17.000	**$17.000**
	2,2	Excavación para estructuras de Contención(Incluye retiro, cargue y transporte a escombreras aprobadas por el DAMA.)	M3	1	17.625	**$17.625**
					TOTAL	
3	3	RELLENOS	M3			
	3,1	Relleno de material seleccionado	M3	1	22.100	**$22.100**
	3,2	Conformación con material de sitio	M3	1	17.696	**$17.696**
					TOTAL	
	4	DRENAJE				
4	4,1	FILTRO	ML		SECCION 1.5x0.7	
	4.1.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	1,05	17.625	18.506
	4.1.2	Geotextil tejido tipo pavco 2000	M2	4,2	2.500	10.500
	4.1.3	Relleno de Material Filtrante	M3	0,84	22.500	18.900
	4.1.4	Tuberia ranurada tipo PVC 4" de 6 ml	ML	1	1.812	1.812
	4.1.5	Material de sello del sitio compactado	M3	0,26	4.400	1.144
	4.1.6	Mano de obra AA	HC	0,8	8.150	6.520
					TOTAL	**$57.382**
4	4,2	FILTRO BASE	ML		SECCION 0.6x0.7	
	4.2.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,42	17.625	7.403
	4.2.2	Geotextil tejido tipo pavco 2000	M2	3	2.500	7.500
	4.2.3	Relleno de Material Filtrante	M3	0,42	22.500	9.450
	4.2.4	Tuberia ranurada tipo PVC 4" de 6 ml	ML	1	1.812	1.812
	4.2.5	Material de sello del sitio compactado	M3	0	4.400	0
	4.2.6	Mano de obra AA	HC	0,6	8.150	4.890
					TOTAL	**$31.055**
4	4,3	CUNETA ANDEN SECCION TRIANGULAR EN CONCRETO	ML		SECCION 0.7x0.4	
	4.3.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,24	17.625	4.230
	4.3.2	Material de relleno granular recebo compactado	M3	0,24	22.500	5.400
	4.3.3	Concreto simple de 2500 PSI	M3	0,14	275.700	38.598
	4.3.4	Acero de Refuerzo F'y 37000 PSI (Incluye suministro figurado y armado)	KG	5,3	790	4.187
	4.3.5	Sello de juntas	ML	2,7	525	1.418
	4.3.6	Formaleta	ML	1	500	500
	4.3.7	Mano de obra AA	HC	1,2	8.150	9.780
					TOTAL	**$64.113**
4	4,4	CUNETA TRIANGULAR EN CONCRETO	ML		SECCION 0.6X0.3	
	4.4.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,27	17.625	4.759
	4.4.2	Material de relleno granular recebo compactado	M3	0,14	22.500	3.150
	4.4.3	Concreto simple de 2500 PSI	M3	0,11	275.700	30.327
	4.4.4	Acero de Refuerzo F'y 37000 PSI (Incluye suministro figurado y armado)	KG	0,55	790	435
	4.4.5	Sello de juntas	ML	1	525	525
	4.4.6	Formaleta	ML	1	500	500
	4.4.7	Mano de obra AA	HC	0,6	8.150	4.890
					TOTAL	**$44.585**

TABLA No 8.1
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CAPITULO	ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. DIRECTO	V. TOTAL
4	4,5	**CUNETA RECTANGULAR EN CONCRETO**	**ML**	**SECCION 0.40x0.3**		
	4.5.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,16	17.625	2.820
	4.5.2	Material de relleno granular recebo compactado	M3	0,05	22.500	1.125
	4.5.3	Concreto simple de 2500 PSI	M3	0,1	275.700	27.570
	4.5.4	Acero de Refuerzo F'y 37000 PSI (Incluye suministro figurado y armado)	KG	3,3	790	2.607
	4.5.5	Sello de juntas	ML	1,7	525	893
	4.5.6	Formaleta	ML	1	500	500
	4.5.7	Mano de obra AA	HC	0,8	8.150	6.520
					TOTAL	**$42.035**
4	4,6	**CUNETA BOX EN CONCRETO**	**ML**	**SECCION 0.50x0.5**		
	4.6.1	Material de relleno granular recebo compactado	M3	0,06	22.500	1.350
	4.6.2	Concreto simple de 2500 PSI	M3	0,12	275.700	33.084
	4.6.3	Acero de Refuerzo F'y 37000 PSI (Incluye suministro figurado y armado)	KG	3,9	790	3.081
	4.6.4	Sello de juntas	ML	2,7	525	1.418
	4.6.5	Adoquin rejilla 40x36x8	M2	0,4	16.560	6.624
	4.6.6	Formaleta	ML	1	500	500
	4.6.7	Mano de obra AA	HC	1,1	8.150	8.965
					TOTAL	**$55.022**
4	4,7	**CUNETA FILTRO EN TIERRA**	**ML**	**SECCION 0.45x 0.15**		
	4.7.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,05	17.625	881
	4.7.2	Relleno de Material Filtrante en gravilla	M3	0,05	36.619	1.831
	4.7.3	Mano de obra AA	HC	1	8.150	8.150
					TOTAL	**$10.862**
4	4,8	**ZANJA DE CORONACION EN CONCRETO**	**ML**	**SECCION 0.88x0.3**		
	4.8.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,3	17.625	5.288
	4.8.2	Material de relleno granular recebo compactado	M3	0,14	22.500	3.150
	4.8.3	Concreto simple de 2500 PSI	M3	0,12	275.700	33.084
	4.8.4	Acero de Refuerzo F'y 37000 PSI (Incluye suministro figurado y armado)	KG	3,14	790	2.481
	4.8.5	Sello de juntas	ML	1,2	525	630
	4.8.6	Formaleta	ML	1	500	500
	4.8.7	Mano de obra AA	HC	0,8	8.150	6.520
					TOTAL	**$51.652**
4	4,9	**FILTRO CUNETA EN CONCRETO**	**ML**	**SECCION 1.9x0.6**		
	4.9.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	1,14	17.625	20.093
	4.9.2	Relleno de Material Filtrante	M3	0,72	22.500	16.200
	4.9.3	Material de sello del sitio compactado	M3	0,22	4.400	968
	4.9.4	Geotextil tejido tipo pavco 2000	M2	4,2	2.500	10.500
	4.9.5	Concreto simple de 2500 PSI	M3	0,12	275.700	33.084
	4.9.6	Acero de Refuerzo F'y 37000 PSI (Incluye suministro figurado y armado)	KG	3,85	790	3.042
	4.9.7	Sello de juntas	ML	1,2	525	630
	4.9.8	Formaleta	ML	1	500	500
	4.9.9	Mano de obra AA	HC	1,6	8.150	13.040
					TOTAL	**$98.056**
4	4,10	**TRINCHERA DRENANTE**	**ML**	**SECCION 3.0x1.0**		
	4.10.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	3	17.625	52.875
	4.10.2	Geotextil tejido tipo pavco 2000	M2	5	2.500	12.500
	4.10.3	Relleno de Material Filtrante	M3	1,3	22.500	29.250
	4.10.4	Material de sello del sitio compactado	M3	2,04	4.400	8.976
	4.10.5	Mano de obra AA	HC	1,1	8.150	8.965
					TOTAL	**$112.566**

TABLA No 8.1
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CAPITULO	ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. DIRECTO	V. TOTAL
4	4,11	**FILTRO DE LECHO**	**ML**	**SECCION 3.0x0.5**		
	4.11.1	Relleno de Material Filtrante	M3	1	22.500	22.500
	4.11.2	Geotextil tejido tipo pavco 2000	M2	5	2.500	12.500
	4.11.3	Tuberia ranurada tipo pavco 6" de 6 ml	ML	0,6	3.545	2.127
	4.11.4	Mano de obra AA	HC	0,8	8.150	6.520
					TOTAL	**$43.647**
4	4,12	**CAJA DE PASO EN CONCRETO**	**UN**	**SECCION 1x1x1,6**		
	4.12.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	1,6	17.625	28.200
	4.12.2	Concreto simple de 2500 PSI	M3	0,92	275.700	253.644
	4.12.3	Acero de Refuerzo F'y 37000 PSI (Incluye suministro figurado y armado)	KG	40	790	31.600
	4.12.4	Formaleta	ML	1	500	500
	4.12.5	Mano de obra AA	HC	8	8.150	65.200
					TOTAL	**$379.144**
4	4,13	**SUMIDERO EN CONCRETO**	**UN**	**SECCION 0.85x0.8**		
	4.13.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,76	17.625	13.395
	4.13.2	Material de relleno granular recebo compactado	M3	0,1	22.500	2.250
	4.13.3	Concreto simple de 2500 PSI	M3	0,27	275.700	74.439
	4.13.4	Acero de Refuerzo F'y 37000 PSI (Incluye suministro figurado y armado)	KG	5,5	790	4.345
	4.13.5	Rejilla Y Marco 0.8x0.36	UN	1	144.000	144.000
	4.13.6	Formaleta	ML	1	500	500
	4.13.7	Mano de obra AA	HC	8	8.150	65.200
					TOTAL	**$304.129**
4	4,14	**CAJA DE INSPECCION DE PASO ***	**UN**	**SECCION 0.60x0.60**		
					TOTAL	**$81.225**
4	4,15	**ENTREGA Y CONEXIONES A ALCANTARILLA**	**ML**			
	4.15.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,4	17.625	7.050
	4.15.2	Material de relleno granular recebo compactado	M3	0,32	22.500	7.200
	4.15.3	Tuberia en Concreto 8", instalada.	ML	1	18.600	18.600
	4.15.4	Mano de obra AA	HC	0,8	8.150	6.520
					TOTAL	**$39.370**
4	4,16	**CUNETA EN TIERRA**	**ML**	**SECCION 0.40x 0.15**		
	4.16.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,05	17.625	881
	4.16.2	Base de Arena Cemento relación 1:20	M3	0,02	51.413	1.028
					TOTAL	**$1.910**
	5	**ESTRUCTURAS DE CONTENCION**				
5	5,1	**MURO DE GAVIONES CURVO**	**M3**			
	5.1.1	Malla para gavión C-12 2x1x1 (Incluye suministro figurado y armado)	M2	5	4.495	22.475
	5.1.2	Material de Relleno Piedra media Zonja	M3	1	22.000	22.000
	5.1.3	Mano de obra AA	HC	2,6	8.150	21.190
					TOTAL	**$65.665**
5	5,2	**MURO DE GAVIONES**	**M3**			
	5.2.1	Malla para gavión C-12 2x1x1 (Incluye suministro figurado y armado)	M2	5	4.495	22.475
	5.2.2	Material de Relleno Piedra media Zonja	M3	1	22.000	22.000
	5.2.3	Mano de obra AA	HC	2,6	8.150	21.190
					TOTAL	**$65.665**

TABLA No 8.1
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CAPITULO	ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. DIRECTO	V. TOTAL
5	5,3	**MURO DE CONTENCION EN LLANTAS**	**M2**			
	5.3.1	Llantas de desecho	UN	13	1.200	15.600
	5.3.2	Manila de nylon	ML	16	800	12.800
	5.3.3	Conformación con material de sitio	M3	0,4	17.696	7.078
	5.3.4	Mano de obra AA	HC	1	8.150	8.150
					TOTAL	**$43.628**
	6	**OBRAS COMPLEMENTARIAS**				
6	6,1	**ZONAS DURAS EN CONCRETO**	**M2**			
	6.1.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,3	17.625	5.288
	6.1.2	Material de relleno granular recebo compactado	M3	0,24	22.500	5.400
	6.1.3	Concreto simple de 2500 PSI	M3	0,1	275.700	27.570
	6.1.4	Acero de Refuerzo F'y 37000 PSI (Incluye suministro figurado y armado)	KG	3,5	790	2.765
	6.1.5	Sello de juntas	ML	1	525	525
	6.1.6	Formaleta	ML	1	500	500
	6.1.7	Mano de obra AA	HC	0,2	8.150	1.630
					TOTAL	**$43.678**
6	6,2	**ZONAS DURAS EN ADOQUIN**	**M2**			
	6.2.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,3	17.625	5.288
	5.3.2	Material de relleno granular recebo compactado	M3	0,24	22.500	5.400
	5.3.3	Arena Fina	M3	0,02	18.000	360
	5.3.4	Adoquin rustico 20x11.5x5.5	UN	44	272	11.968
	5.3.5	Mano de obra AA	HC	1,05	8.150	8.558
					TOTAL	**$31.573**
6	6,3	**SELLADO DE GRIETAS**	**ML**			
	6.3.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,05	17.625	881
	6.3.2	Material de relleno granular recebo compactado	M3	0,06	22.500	1.350
	6.3.3	Mano de obra AA	HC	0,25	8.150	2.038
					TOTAL	**$4.269**
	7	**COBERTURA VEGETAL**				
7	7,1	**EMPRADIZACION**	**M2**			
	7.1.1	Relleno en Tierra Negra	M3	0,05	4.400	220
	7.1.2	Suministro de cespedon	M2	1	1.500	1.500
	7.1.3	Mano de obra AA	HC	0,2	8.150	1.630
					TOTAL	**$3.350**
7	7,2	**PLANTACION DE ARBOLES**	**UN**			
	7.2.1	Excavación a mano (Incluye retiro, cargue y transporte)	M3	0,125	17.625	2.203
	7.2.2	Relleno en Tierra Negra	M3	0,125	4.400	550
	7.2.3	Arbol	UN	1	15.000	15.000
	7.2.4	Mano de obra AA	HC	0,3	8.150	2.445
					TOTAL	**$20.198**
7	7,3	**EMPRADIZACION CON ECOMATRIZ**	**M2**			
	7.3.1	Relleno en Tierra Negra	M3	0,05	4.400	220
	7.3.2	Malla ecomatriz tipo pavco	M2	1	1.205	1.205
	7.3.3	Mano de obra AA	HC	0,25	8.150	2.038
					TOTAL	**$3.463**

* Fuente Construdata, LEGIS.

TABLA No 8.2
PRESUPUESTO DE OBRA PROPUESTAS BARRIO VILLAS DEL RECUERDO

					SECTOR 1		SECTOR 2		SECTOR 3		
CAPITULO	ITEM	DESCRIPCCION	UNIDAD	C. DIRECTO	CANTIDAD	V. TOTAL1	CANTIDAD	V. TOTAL2	CANTIDAD	V. TOTAL3	V. TOTAL
	1	**PRELIMINARES**									
1	1,1	Localización Replanteo	M2	1500	900	1350000	680	1020000	300	450000	2820000
	1,2	Campamento	G	1100000	0,35	385000	0,35	385000	0,35	385000	1155000
	1,3	Cerramiento	ML	2750	100	275000	150	412500	120	330000	1017500
	2	**EXCAVACION Y RETIRO DE MATERIALES**									
2	2,1	Reconformación y perfilado (Incluye retiro, cargue y transporte a escombreras aprobada por el DAMA)	M3	17000	63	1071000	0	0	0	0	1071000
	2,2	Excavación para estructuras de Contención(Incluye retiro, cargue y transporte a escombreras aprobadas por el DAMA.)	M3	17625	1.172	20652975	1.004	17695500	504	8874187,5	47222662,5
	3	**RELLENOS**									
3	3,1	Relleno de material seleccionado	M3	22100	123	2707250	193	4265300	0	0	6972550
	3,2	Conformación con material de sitio	M3	17696	586	10368086,4	334	5910464	504	8909936	25188486,4
	4	**DRENAJE**									0
4	4,1	Filtro	ML	57382,25	68	3924945,9	14	803351,5	18	1032880,5	5761177,9
	4,2	Filtro Base	ML	31054,5	0	0	62	1909851,75	0	0	1909851,75
	4,3	Cuneta Anden Seccion Triangular En Concreto	ML	64112,5	50	3205625	142	9071918,75	82	5270047,5	17547591,3
	4,4	Cuneta Triangular En Concreto	ML	44585,25	0	0	42	1885956,075	0	0	1885956,08
	4,5	Cuneta Rectangular En Concreto	ML	42034,5	67	2816311,5	0	0	50	2101725	4918036,5
	4,6	Cuneta Box En Concreto	ML	55021,5	26	1430559	0	0	0	0	1430559
	4,7	Cuneta Filtro En Tierra	ML	10862,2	0	0	0	0	115	1249153	1249153
	4,8	Zanja De Coronacion En Concreto	ML	51652,1	82	4250967,83	21	1079528,89	0	0	5330496,72
	4,9	Filtro Cuneta En Concreto	ML	98056	0	0	0	0	30	2941680	2941680
	4,10	Trinchera Drenante	ML	112566	11	1283252,4	0	0	0	0	1283252,4
	4,11	Filtro De Lecho	ML	43647	39	1689138,9	0	0	26	1126092,6	2815231,5
	4,12	Caja De Paso En Concreto	UN	379144	0	0	0	0	0	0	0
	4,13	Sumidero En Concreto	UN	304129	2	608258	2	608258	0	0	1216516
	4,14	Caja De Inspeccion De Paso *	UN	81225	2	162450	1	81225	2	162450	406125
	4,15	Entrega Y Conexiones A Alcantarilla	ML	39370	8	314960	15	586613	16	618109	1519682
	4,16	Cuneta En Tierra	ML	1909,51	251	479287,01	0	0	0	0	479287,01
	5	**ESTRUCTURAS DE CONTENCION**									
5	5,1	Muro De Gaviones Curvo	M3	65665	434	28498610	0	0	0	0	28498610
	5,2	Muro De Gaviones	M3	65665	0	0	691	45374515	0	0	45374515
	5,3	Muro De Contencion En Llantas	M2	43628,4	35	1535719,68	141	6157712,376	54	2347207,92	10040640
	6	**OBRAS COMPLEMENTARIAS**									
6	6,1	Zonas Duras En Concreto	M2	43677,5	63	2751682,5	62	2708005	0	0	5459687,5
	6,2	Zonas Duras En Adoquin	M2	31573	114	3607215,25	305	9629765	0	0	13236980,3
	6,3	Sellado De Grietas	ML	4268,75	55	234781,25	0	0	0	0	234781,25
	7	**COBERTURA VEGETAL**									
7	7,1	Empradizacion	M2	3350	670	2244500	0	0	988	3309800	5554300
	7,2	Plantacion De Arboles	UN	20198,125	10	201981,25	0	0	0	0	201981,25
	7,3	Empradizacion Con Ecomatriz	M2	3462,5	204	706350	123	425887,5	690	2389125	3521362,5
			SUBTOTAL			96.755.907		110.011.352		41.497.394	248.264.653
			A.I.U (25%)			24.188.977		27.502.838		10.374.349	62.066.163
			TOTAL			120.944.884		137.514.190		51.871.743	310.330.816

* Fuente Construdata, LEGIS.

INDICE GENERAL

Página

9.1 CONCLUSIONES **1**

9.2 RECOMENDACIONES **3**

CAPITULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

El principal objetivo del estudio de riesgos por fenómenos de remoción en masa es el planteamiento y definición de las acciones y obras para la mitigación y control de los actuales niveles de riesgo a que está expuesta la comunidad involucrada. La base de los análisis se sustentan en los estudios de evaluación geotécnica de estabilidad combinado con el entendimiento de la evolución del modelado del terreno por la intervención antrópica presente, mediante el análisis morfométrico multitemporal.

Los resultados del estudio permiten establecer las zonas altamente predispuestas a la presencia procesos de movimientos en masa y los niveles de riesgo asociados a éstos en función de las características de vulnerabilidad física de los elementos expuestos. La predisposición al movimiento se establece como la amenaza en términos de probabilidades de falla de las diferentes tipologías, de la magnitud de la masa movilizada y de la distancia de viaje, mientras la vulnerabilidad se cualifica en términos de valor esperado de daño en función del nivel de solicitación impuesto por el evento amenazante.

De los resultados de los análisis geotécnicos se establece que para la ladera natural, la condición de estabilidad es buena, determinada principalmente por la disposición semi horizontal de los estratos que conforman el macizo rocoso, y la inestabilidad presente en el área se configura por el deterioro del medio físico, producto de la actividad minera que se ha desarrollado y que aún se presenta en el sector. Dentro de los principales factores que condicionan la inestabilidad se encuentran:

- La explotación del recurso sin control técnico, dejando taludes de corte pseudoverticales y eliminando la cobertura vegetal.
- La inadecuada disposición de estériles y basuras, conformando áreas altamente susceptibles a moverse.
- La falta de un manejo de las aguas de escorrentía producto de las lluvias y aguas servidas, acelerando los procesos de erosión y aumentando la infiltración en las zonas de disposición de estériles.

En general, en la zona estudiada el manejo de las aguas de escorrentía es muy deficiente. Son transportadas a través de pequeñas zanjas, sin llegar a ninguna parte, o simplemente se disponen sobre el terreno. Estas aguas se infiltran saturando los diferentes materiales y superficialmente, al no existir estructuras de disipación y de entrega.

La estabilidad en términos de amenaza presenta niveles altos a muy altos en las áreas con pendientes entre moderadas y altas, y que corresponden a zonas conformadas por materiales tipo estériles y basuras dispuestos sobre áreas de corte.

Los procesos amenazantes se caracterizan por ser superficiales y de pequeña magnitud. La mayoría de los eventos movilizan masa entre 20 y 60 m3, pero el movimiento principal involucró un volumen de 313 m3. Los mecanismos de falla de los depósitos son de carácter progresivo y de poca velocidad, exceptuando aquellos más superficiales en rellenos sueltos que se caracterizan por ser de mayor velocidad. Los procesos presentan bajo poder destructivo de acuerdo con las características de los mecanismos de falla, especialmente su baja energía potencial como se deduce de los eventos que ocasionaron las últimas emergencias en el barrio, las cuales obedecieron a la alta vulnerabilidad de las viviendas afectadas.

Los niveles de riesgo asociados a los eventos amenazantes se originan principalmente por la alta exposición de las viviendas construídas. Se encontró que las construcciones se localizan principalmente en:

- ➔ Lugares de alta pendiente transversal sobre materiales de depósito o de rocas alteradas.
- ➔ Sitios muy cercanos al pie y a la corona del talud.
- ➔ Sitios con mal manejo de aguas (Residuales, de escorrentía superficial y de consumo humano).
- ➔ Sitios de apertura de vías sin drenaje ni subdrenaje y sin la debida estabilización de taludes de corte y terraplén.

Las manzanas C y B y las casas F1 y G16 presentan altos a muy altos niveles de vulnerabilidad. En general, los niveles de daño asociados a las viviendas de muy alta vulnerabilidad representan pérdidas totales en caso de ocurrir el evento amenazante y se asocian a desplazamientos verticales que afectan la cimentación de las estructuras, como es el caso de la emergencia de la casa B2, (*Ver Anexo Fotográfico*), mientras las viviendas categorizadas de alta vulnerabilidad se localizan en la base de los taludes y se someten a empujes laterales que parcialmente afectan los muros y estructuras de las mismas.

En conclusión, los niveles de riesgo actual por fenómenos de remoción en masa altos a muy altos, corresponden a los predios ubicados alrededor de los dos sectores con procesos de movimientos en masa activos y sobre el sector de alta pendiente conformado por suelos residuales y rellenos localizados al norte y en la parte baja del área, lo que confirma el programa de reubicación adelantado por el DPAE a raíz de la emergencia cubierta a finales de C3, J2 y F22 categorizadas con niveles de riesgo muy alto y alto.

El análisis de alternativas de mitigación muestra que el menor riesgo asumido en términos de mitigación de efectos por la ocurrencia de los eventos amenazantes, lo representa la eliminación de los elementos vulnerables por medio de la reubicación y que su efecto en el tiempo, si se mantuvieran los niveles actuales de densidad de viviendas, sería mínimo, es decir, los niveles de riesgo aumentarían en un 20%, mientras, si se adelantan las obras propuestas, los niveles de riesgo se mantendrían estables.

Al implementar medidas de mitigación como obras de control de los procesos activos y de los potenciales, el riesgo asumido se duplica en términos de costos, pero el efecto sobre la comunidad es la reducción del riesgo a niveles muy bajos, lo que justifica la implementación de las obras de estabilización propuestas, con las siguientes ventajas para la comunidad y la ciudad:

- ➔ Con las obras propuestas se mejoran las condiciones del medio físico y se detienen los procesos degradacionales.
- ➔ Se generan espacios para la recreación de la población y para el mismo mejoramiento de los espacios urbanos.
- ➔ De controlar los procesos de urbanización o de consolidación del asentamiento urbano en condiciones que generan altos niveles de riesgo.
- ➔ De aprovechar la oportunidad para involucrar a la comunidad como actor principal para el mejoramiento de la problemática del riesgo, y mejorar el sentido de pertenencia frente a su entorno.

Lo anteriormente expuesto nos lleva a que la DPAE abandere una solución integral a la problemática de riesgos del sector objeto de estudio, en los términos expresados por el consultor en el Capítulo 7 mediante la matriz de responsabilidades, convirtiendo cada una de las medidas o acciones en programas o proyectos, cuya ejecución sea compartida con la comunidad y/u otras entidades del orden Distrital o del sector privado.

Dentro del contexto anterior, el Consultor considera que la delimitación del área de estudio, inicialmente establecida por la DPAE y luego redefinida en el desarrollo del estudio, limita los alcances de un manejo integral de la problemática tratada; de hecho, las zonas adyacentes al área estudiada presentan problemas de estabilidad, como el caso del talud del parqueadero y que se presenten movimientos en masa a lo largo del talud sur que corresponde al Barrio Villa del Sol, de forma similar a los procesos estudiados en la Manzana C.

Igualmente, el área de estudio se encuentra influenciada por la actividad minera que persiste al costado sur, al otro lado de la vía de acceso, la cual limita el desarrollo urbanístico del sector.

9.2 RECOMENDACIONES

Una vez establecidas las obras y acciones de mitigación del riesgo que como mínimo se deben llevar a cabo por parte de la DPAE, esta Consultoría considera necesario plantear una serie de recomendaciones generales para el manejo integral de la problemática de riesgos.

Con base en la experiencia adquirida a través del presente estudio y el conocimiento allegado sobre el medio físico, su estabilidad, las condiciones de vulnerabilidad y riesgo a que está expuesta la comunidad, se establecen las siguientes recomendaciones:

9.2.1 Area de estudio.

En este aspecto se recomienda a la DPAE, el estudio de los procesos de degradación, fenómenos de remoción en masa y actividad minera, que se están presentando en las áreas adyacentes al sector estudiado y su posible influencia, directa o indirecta, sobre la comunidad que involucrarían dichos procesos, sobre los sectores donde se implementarán las acciones o medidas de mitigación del riesgo, producto de este estudio, así como el efecto de las obras propuestas sobre las áreas adyacentes.

9.2.2 Medidas preventivas

Regulación del espacio público.

En cuanto a la regulación del espacio público, se recomienda que las zonas verdes existentes, predios sin construír y los predios comprados por la DPAE en el programa de reubicaciones y los recomendados para reubicación por este estudio, deben ser definidos como zonas de uso comunitario o verdes de protección ambiental o recreativas. Estas zonas se constituyen en las áreas de aislamiento con relación a las zonas de influencia directa de los eventos amenazantes. El proyecto resultante de estas medidas se puede desarrollar con el Fondo de Desarrollo Local y el Instituto de Recreación y Deporte.

Se recomienda incluír dentro del programa de reubicaciones, los predios y las viviendas B1, B2, B3, B6, C1, C2, C3, J2 y F22 categorizadas con niveles de riesgo muy alto y alto. (*Ver Tabla No. 9.1*).

Obras de protección y control

La principal obra de este ítem se relaciona con la construcción de la estructura de pavimento de la vía de acceso al barrio, con la cual se tendría un manejo adecuado de las aguas de escorrentía superficial y alrededor de la misma se consolidaría el mejoramiento del

equipamiento urbano. La construcción de esta obra se puede adelantar por intermedio del IDU o del Fondo de Desarrollo Local.

Dentro de este numeral, se considera igualmente la plantación de árboles y obras de protección contra la erosión en las zonas de baja pendiente y a lo largo del talud sur oriental paralelo a las viviendas del Barrio Villas del Sol. Su ejecución se puede implementar mediante el manejo urbanístico y paisajístico del área y forma un complemento con las obras de este tipo implementadas en el diseño detallado de obras presentado en el Capítulo 8.

Información pública.

El consultor considera que este tipo de estudios de riesgo y obras de mitigación que adelanta la DPAE deben convertirse en la base para mejorar los canales de comunicación con la comunidad a quien van dirigidas las soluciones propuestas, las cuales buscan mejorar la aptitud de los habitantes del sector frente a su entorno y a la problemática de riesgos.

Se propone que por intermedio de los CLE se adelanten campañas informativas y educativas frente a las obras de prevención y mitigación de riesgo, su cuidado y mantenimiento, y frente a la misma percepción del riesgo.

9.2.3 Medidas de mitigación

Teniendo en cuenta la dinámica de la acción del hombre sobre el medio físico y de los mismos procesos degradacionales que se presentan en el área en estudio, se recomienda al DPAE adelantar o poner en marcha, con la mayor brevedad, las medidas y acciones de mitigación y prevención de riesgos diseñadas y recomendadas. De hecho, en las visitas adelantadas para la verificación de las obras propuestas en la primera semana de Abril del 2000, se encontró que se han activado pequeños movimientos en masa sobre los depósitos superficiales y suelos residuales y el movimiento mayor sigue desarrollándose localmente y en forma lenta, producto de la época invernal característica de ésta época del año.

En general, las recomendaciones de las obras propuestas para la mitigación del riesgo se contemplan en las especificaciones de obra presentadas.

Se recomienda al DPAE adelantar las obras que se diseñaron en su conjunto y en lo posible incluír la construcción de las escaleras de acceso planteadas en el diseño. La construcción de éstas, permite mejorar las condiciones de acceso a la comunidad, no solamente del Barrio Villas del Recuerdo, sino de los barrios que se encuentran más altos.

Especialmente se hace referencia a las obras de drenaje, puntualmente al manejo de las aguas de escorrentía, las cuales se deben manejar con el concepto de cumplir con su función de conducción y DISPOSICION; por lo tanto, se recomienda complementar dichos aspectos en los sectores límites del área en estudio, donde el Consultor no cuenta con información adecuada, y garantizar la disposición de las aguas y evitar trasladar el problema más adelante como lo sucedido con la obra de drenaje que se construyó en el Barrio Villas del Sol.

Por las características de las obras diseñadas se puede involucrar a la comunidad en el desarrollo de algunas de ellas, como son el retiro de materiales sueltos, perfilado de taludes y empradización, construcción de muro en llantas y las obras de protección contra la erosión. Esto permitiría desarrollar en la comunidad un mayor sentido de pertenencia.

9.3 ALCANCES Y LIMITACIONES.

Los resultados del presente estudio se basan en los resultados de la interpretación morfológica adelantada mediante el levantamiento topográfico realizado en la última semana de diciembre de 1999, en la investigación del subsuelo, en la condición física de las viviendas establecidas en las encuestas, en las condiciones ambientales imperantes en el sector (manejo de aguas y disposición de basuras) y especialmente en el grado de desarrollo y actividad de los deslizamientos identificados y de los procesos de erosión presentes.

Si en el momento de iniciar la implementación de las obras cambian o difieren las condiciones encontradas y presentadas en éste informe se debe avisar al consultor para adelantar los análisis respectivos y estudiar las modificaciones o adiciones que sean necesarias.

10. BIBLIOGRAFIA

ACOSTA, J., & BELTRÁN, W., 1987. Estratigrafía de la Formación La Regadera en el flanco occidental del Sinclinal de Usme. Trabajo de grado No. 182, Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. p. 58 Estudios Geológicos de la Cordillera Oriental de Colombia (Cordillera de Bogotá). Departamento de Minas y Petróleos, Bogotá. 58 pp.

ASIAN TECHNICAL COMMITTEE ON GEOTECHNOLOGY FOR NATURAL HAZARD IN ISSMFE, 1997. Manual for Zonation on Areas Susceptibles to Rain Induced Slope Failure. Japón.

ASTÉ J. et al., 1994. Riegos Naturales y Vulnerabilidad. I Simposio Panamericano de Deslizamientos de Tierras, Guayaquil.

BRABB E.E., 1984. Innovative Approaches to Landslide Hazard and Risk Mapping. Fourth International Symposium on Landslide, Canadian Geotechnical Society, Toronto Canadá.

BUREAU OF RECLAMATION, 1982. Diseño de Presas Pequeñas.

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. Gráficos Hidráulicos para diseño de Alcantarillas. Report No. TPI-43-74-01. Washington D.C.

D.N.P.A.P., 1988. Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Bogotá.

HOEK & BRAY, J., 1977. Rock Slope Engineering.

E.A.A.B., 1985. Normas de Diseño, Construcción y Materiales para Alcantarillados.

GONZALEZ A., 1990. Conceptos sobre la Evaluación de Riesgo por Deslizamientos. IV Jornadas Geotécnicas SCI. Memorias Tomo I.

GONZALEZ A., 1990. Metodología para la Evaluación de Riesgo por Deslizamientos a Nivel Intermedio, VI Jornadas Geotécnicas SCI. Memorias Tomo II.

GONZALEZ A. & MILLÁN J., 1999. Procedimiento para la Evaluación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa en Santafé de Bogotá, Colombia. XI Conferencia Panamericana de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, Foz do Iguacu, Brasil.

GONZALEZ A. & MILLÁN J., 1999. Resultados de la Evaluación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa en Santafé de Bogotá, Colombia. XI Conferencia Panamericana de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, Foz do Iguacu, Brasil.

GONZALEZ A. & MILLÁN J., 1999. Evaluación de Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa en Santafé de Bogotá–Colombia. X Jornadas Geotécnicas, Santafé de Bogotá.

GUERRERO, J., & SARMIENTO, G., 1996. Estratigrafía Física, Palinológica, Sedimentológica y Secuencial del Cretácico Superior y Paleoceno del Piedemonte Llanero. Implicaciones en exploración petrolera. Revista: Geología Colombiana, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. No. 20, p.39.

GUEVARA C., 1986. Aspectos Fotogeológicos y Estratigráficos al sur de Payandé-Tolima-Colombia. Revista: CIAF Vol. 10 (1). pp 59-72.

HERNÁNDEZ, P., & USCÁTEGUI, J., 1976. Geología de un sector del área urbana de Bogotá y sus posibles implicaciones geotécnicas. Trabajo de grado No. 15. Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

HETTNER, A., 1892. Die Kordillere von Bogotá. Petermanns Mitteilungen, Erganzungsheft 104. Justus Pertha, Gotha, p. 229.

HUBACH, E., 1957. Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y sus alrededores. Boletín Geológico Vol. V (2). INGEOMINAS, Bogotá. pp. 92-112.

IGAC, 1995. Análisis Geográficos No. 24, Plioceno y Cuaternario del Altiplano de Bogotá y Alrededores.

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA. 1998. Zonificación De Riesgo Por Movimientos de Remoción En Masa En 101 Barrios De La Localidad de Usme. Vol. 1 Para la UPES.

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA. 1998. Zonificación De Riesgo Por Movimientos de Remoción En Masa En 27 Barrios De La Localidad de Usme. Vol. 1 Para la UPES.

INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS LTDA., 1996. Estudio para el Análisis y Caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P.

INGEOCIM Ltda., 1998. Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad del Terreno para varias Localidades de Santa Fe de Bogotá, UPES-FOPAE.

INGEOMINAS, UPES, Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres., 1997. Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá. Convenio Interadministrativo 01-93.

JULIVERT, M. 1968. Lexique Stratigraphique International. Vol. V, Fascicule 4A, Colombie, 651 pp. París.

JULIVERT, M., PORTA, J., & TELLEZ, N., 1963. Los rasgos tectónicos de la región de la Sabana de Bogotá y los mecanismos de formación de las estructuras. Boletín de Geología, No. 13-14. pp. 101.

LEONE F., 1996. Concept de Vulnerabilite Applique a L. Evaluation Des Risques Generes par les Phenomenes de Mouvements de Terrain. Université Joseph Fourier Grenoble; These de Doctorat, Grenoble.

MAZA, J., 1990. "Manual del Usuario Hymo-10"-Curso de Técnicas Modernas de Predicción en Hidrología-Universidad de Padova-Italia.

MAZA, J. 1992. Curso de Precongreso Universidad del Norte, Barranquilla. XV Congreso en Hidráulica de Ríos.

MILLÁN, J., 1998. Lineamientos Metodológicos para la Evaluación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa. Tesis de Maestría en Geotecnia, Universidad Nacional de Colombia.

MILLÁN J. & LOZANO J., 1997. La contrastación de mapas en la Evaluación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa. IX Jornadas Geotécnicas, Sociedad Colombiana de ingenieros.

MILLÁN J. Y LOZANO J., 1996. La Erosión en los Estudios de Zonificación de Areas Urbanas por Fenómenos de Remoción en Masa, VI Congreso Colombiano de Geotecnia, Bucaramanga.

MILLÁN J. & Otros., 1999. Cartografía de procesos en los estudios de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para Santafé de Bogotá. X Jornadas Geotécnicas.

MILLÁN J., 1999. Lineamientos metodológicos para la evaluación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa. X Jornadas Geotécnicas, Santafé de Bogotá.

MONSALVE G., 1985. "Hidrología en Ingeniería-Escuela Colombiana de Ingeniería-Bogotá Colombia.

MEDINA, A., & PEÑA, G., 1989. Análisis geológico estructural de los Sinclinales de Usme y Chipaque, Departamento de Cundinamarca. Trabajo de grado No. 216, Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

PORTA, J., 1974. Léxico estratigráfico de Colombia, 690 pp.

RENZONI, G., 1962. Apuntes acerca de la litología y tectónica de la zona al este y sureste de Bogotá. Boletín Geológico Vol. X, No. 1-3. INGEOMINAS, Bogotá. p. 59-80.

SCHEIBE, E., 1938.

SOETERS, R. P.N.W. VERHOEF, ESCOBAR. A. & GUEVARA C. 1988 "Slope stability hazard mapping of the eastern slopes of the Cauca river, southern Antioquia Colombia". Vol. 13 No. 1 pp. 283-296.

SUAREZ J., 1992. Manual de Ingeniería para el Control de la Erosión. UIS.

TOMAS SHUK, 1994. Evolución y el estado actual de la metodología basado en taludes naturales para el análisis de estabilidad en masa de materiales geológicos. Estudios Geológicos de la Cordillera Oriental de Colombia (Cordillera de Bogotá). Departamento de Minas y Petróleos, Bogotá. 58 pp.

UJUETA, G., 1962. Geología del noreste de Bogotá. Servicio Geológico Nacional, Informe 1412, Bogotá. 44 pp.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Proyecto de Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá. Subproyecto No. 11, 1996. Estabilidad Sísmica de Taludes no Intervenidos de los Cerros Orientales de Santa Fe de Bogotá D. C. Informe Definitivo.

RAMOS F., 1991. "Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico". Centro de Estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. CEOTMA, Madrid, Julio de 1991.

SHUK T. & GONZALEZ A., 1993. Cuantificación de Parámetros de Riesgo por Inestabilidad de Taludes y de Costos para Aplicaciones Geotécnicas en una Carretera y un Sitio Regional. Boletín Colombiano de Geotecnia No. 5.

Van der HAMMEN, T., 1957. Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá (Cordillera Oriental de Colombia). Boletín Geológico Vol. V, No. 2. INGEOMINAS, Bogotá. p. 189-207.

VARNES, D. J., 1978. Slopes Movement Types and Processes in Landslides: Alnalysis and Control. TRB Special Report 176.

VEN Te CHOW., 1982. Hidráulica de Canales Abiertos. Mc. Graw Hill.

VEN Te CHOW., 1964. Handbook of Applied Hydrology. Mc. Graw Hill.

ANEXO G.
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION

CAPITULO 1

TRABAJOS PRELIMINARES

1.1. Alcance del Trabajo

De acuerdo con las especificaciones contenidas en este capítulo, el CONTRATISTA debe realizar por su cuenta las siguientes actividades, y el costo de ellas debe estar incluido en los precios unitarios.

a) Hacer por su cuenta y riesgo el suministro y la movilización permanente a los sitios de las obras, de todo el personal que se requiera para la correcta ejecución de ellas, así como el suministro de todos los equipos, herramientas, transportes y demás recursos que sean necesarios para realizar los trabajos.

b) Planear, construir y mantener en buen estado las instalaciones temporales que se requieran para alojamientos, depósitos, oficinas, así como las respectivas demoliciones de estas obras que deban realizar al finalizar los trabajos y la limpieza y organización de las áreas que hubiere ocupado.

c) Negociar a su nombre y pagar los derechos de paso a los propietarios de los predios que deba cruzar para llegar a los sitios de las obras, así como los daños que llegare a causar durante la construcción de los trabajos. Igualmente quedan incluidos dentro de este literal los costos de todos los permisos, para la utilización de fajas o áreas que, para la realización de estos trabajos, tenga que ocupar el CONTRATISTA. Al finalizar los trabajos debe el CONTRATISTA presentar los Paz y Salvos correspondientes.

   Antes de iniciar los trabajos debe hacer un registro fotográfico del terreno y se determinará el uso del suelo, de lo cual se suscribirá un acta con el propietario del predio.

e) Ejecutar todos los montajes que se requieran para la correcta construcción de las obras y luego, al finalizar el trabajo, retirarlos dejando las áreas ocupadas limpias y ordenadas.

f) Los trabajos se deben realizar conforme a los diseños de construcción dados por la Interventoría, los cuales solo podrán ser modificados por ésta.

g) Equipos y métodos de construcción: tanto los equipos como los programas y métodos de construcción deben ser previamente aprobados por el Interventor.

h) La desmovilización debe efectuarse inmediatamente se terminen los trabajos tomando todas las precauciones necesarias para evitar daños tanto a las obras como a los terrenos por donde se pase. Cualquier daño causado debe ser reparado por el CONTRATISTA, o su valor se descuenta de las sumas que se le adeuden o con cargo a la póliza de cumplimiento.

i) Las basuras provenientes de los campamentos, así como los desperdicios de los refrigerios y comidas del personal en el frente de trabajo u otros residuos sólidos, se deben disponer en rellenos sanitarios.

Si durante el transcurso del trabajo, se observan deficiencias o mal funcionamiento del equipo utilizado por el CONTRATISTA, el Interventor podrá ordenar que sean retirados o reemplazados los elementos deficientes.

CAPITULO 2

EXCAVACIONES

2.1. Generalidades

Esta parte comprende el suministro de toda la mano de obra, plantas, equipos, materiales y la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo las excavaciones en corte abierto o la remoción de rellenos requeridos por la obra y el transporte de los materiales excavados, incluyendo la distancia de acarreo libre.

Dentro de los trabajos para la ejecución de las excavaciones se incluyen los siguientes conceptos:

- Manejo del agua superficial y subterránea durante todo el proceso de construcción.

- Remoción de derrumbes y suministro de la mano de obra, herramientas y materiales para la reconstrucción de cualquier soporte lateral para garantizar la estabilidad de los taludes de las excavaciones.

- Reconformación y perfilado de taludes.

- Cimentación de muros de gaviones y muros de llantas.

- Remoción y retiro de rellenos.

- Disposición de materiales en botaderos.

Las excavaciones se debe ejecutar de acuerdo con los lineamientos y dimensiones indicadas en los diseños u ordenados por el interventor. El CONTRATISTA no debe excavar más allá de las líneas y pendientes indicadas por la interventoría. Cualquier excavación (sobreexcavación) hecha por fuera de las líneas y pendientes ordenadas y que el CONTRATISTA lleve a cabo por cualquier propósito o razón u ocurra por cualquier otra causa, es por cuenta del CONTRATISTA, aunque haya sido aprobada por la INTERVENTORIA.

Si en opinión de la INTERVENTORIA dicha excavación debe rellenarse a fin de completar la obra, el relleno correspondiente previamente aprobado por la INTERVENTORIA, debe ser realizado por cuenta del CONTRATISTA y a satisfacción de la INTERVENTORIA.

El CONTRATISTA debe adoptar los métodos de excavación y las precauciones que sean necesarios para obtener superficies excavadas que sean regulares y estables y que se ajusten a las dimensiones requeridas.

Cuando la excavación se realice en las inmediaciones de estructuras u obras existentes o de futuras excavaciones, el CONTRATISTA debe emplear métodos de excavación apropiados y tomar las precauciones que sean necesarias para evitar que las estructuras u obras sufran daños o que se alteren las condiciones naturales del terreno donde se realicen las excavaciones futuras; cualquier daño en este sentido debe ser reparado por cuenta del CONTRATISTA a satisfacción de la INTERVENTORIA.

Si en opinión de la INTERVENTORIA los métodos de excavación adoptados por el CONTRATISTA no son satisfactorios porque ocasionan una sobre-excavación excesiva ó porque causan daños a las estructuras u obras existentes, a las excavaciones continuas, o porque no producen una superficie de excavación regular y estable aunque la INTERVENTORIA haya aprobado previamente dichos métodos, el CONTRATISTA debe adoptar las técnicas revisadas y los procedimientos que se indiquen para obtener los resultados que se requieran y, a menos que se especifique algo diferente, todos los costos en que incurra el CONTRATISTA para adoptar esas nuevas técnicas y procedimientos corren por su cuenta.

Cuando las excavaciones se ejecuten mediante el empleo de equipo mecánico se debe dejar el margen suficiente para pulir y perfilar manualmente las superficies de acuerdo con los lineamientos y dimensiones especificadas.

El CONTRATISTA debe emplear el sistema de excavación que considere conveniente previa autorización de la INTERVENTORIA, sin que de ello dependa la clasificación para efectos de pago.

El CONTRATISTA es responsable de la estabilidad de todos los taludes temporales y permanentes y debe soportar y proteger, a satisfacción de la Interventoría, todas las superficies expuestas por las excavaciones hasta la terminación de la obra; así mismo, debe evitar la contaminación del material de fundación antes de la colocación de los respectivos rellenos. Por consiguiente, asume todos los costos y riesgos por estos conceptos.

El soporte y protección incluye el suministro y remoción de todos los soportes temporales, incluyendo los entibados y acodalamientos que sean necesarios, la desviación de aguas superficiales y la remoción de aguas subterráneas de las excavaciones, y el suministro y mantenimiento de los sistemas de drenaje y bombeo que se requieran para estabilizar los taludes y evitar que el agua penetre en las excavaciones.

Los taludes permanentes deben terminarse cuidadosamente hasta obtener superficies estables y a satisfacción de la INTERVENTORIA y las bermas se mantendrán drenadas y libres de material suelto.

El CONTRATISTA es responsable por el control, durante el período de construcción, de todos los cauces naturales y de aguas que existan en la zona de trabajo, y debe construir todos los

sistemas temporales de drenaje superficial y suministrar, instalar, mantener y operar todo el equipo de bombeo así como cualesquiera otros elementos necesarios para desaguar las distintas partes de las obras, para propósitos de inspección, seguridad y cualesquiera otros motivos que la INTERVENTORIA considere justificables.

La INTERVENTORIA no aprueba la iniciación de las diferentes excavaciones si el CONTRATISTA no dispone en el sitio de tales equipos de bombeo ó si no ha controlado con la debida anticipación, a satisfacción de la INTERVENTORIA todas las fuentes de agua existente.

El CONTRATISTA debe construir y mantener todas las obras de drenaje necesarias a juicio del Interventor para protección de los taludes en las excavaciones en corte abierto. No hay pago por separado para el manejo del agua; su costo debe estar incluido dentro de los precios unitarios de los ítems que lo requieran.

2.2. Excavación en Tierra

Se entiende como tierra todos los materiales para cuya remoción sólo sea necesario utilizar equipo manual (picas y garlancha), tales como arenas, limos, arcillas, capa vegetal ó cualquiera de sus mezclas formadas por agregación natural, con piedras sueltas de diámetro hasta 15 cm. También se considera dentro de esta clasificación cualquier material que no pueda clasificarse como conglomerado o roca.

2.3. Excavaciones a cielo abierto

Incluyen:

a) Excavaciones en Zanja

Son las excavaciones ejecutadas para la construcción de trincheras, filtros, tuberías de drenaje, subdrenes, muros de contención u otras excavaciones que deban quedar bajo la superficie del terreno y que por lo tanto han de rellenarse con materiales provenientes de la misma, de otras excavaciones o con materiales seleccionados.

El CONTRATISTA debe llevar a cabo estas excavaciones en etapas, de forma que la profundidad de cada etapa no sea mayor de dos (2) m. El CONTRATISTA no puede iniciar una nueva etapa, hasta que no haya terminado la excavación total de la etapa anterior y realizado la protección primaria o definitiva e instalado los soportes tanto de los taludes temporales, como de los permanentes. En ningún momento se permitirá que haya superficies excavadas sin protección en extensiones mayores de 20 m^2.

El CONTRATISTA debe mantener en todo momento drenada la excavación, para lo cual debe disponer en el sitio de los equipos de bombeo que sean necesarios a juicio de la INTERVENTORIA. No se permite la iniciación de la excavación si no se encuentran en el sitio los equipos de protección y de bombeo.

Si por cualquier circunstancia el CONTRATISTA suspende la excavación, el piso de dicha excavación debe protegerse por cuenta del CONTRATISTA, por los sistemas que determine la D.P.A.E.

La excavación de la zanja para tuberías de drenaje y subdrenaje debe conformarse de modo que cumpla con los lineamientos y pendientes mostrados en los planos. La zanja, ya sea en terreno natural o en terraplén, tendrá las dimensiones indicadas en los planos y sus paredes deberán ser verticales. Las excavaciones para los subdrenes deberán programarse de tal manera que al final de cada día no queden partes en la zanja sin rellenar o revestir.

Debe excavarse cualquier material blando o inestable que se encuentre debajo de la línea de rasante del fondo, y debe rellenarse con los materiales que indique la D.P.A.E y conforme a lo estipulado en la especificación de RELLENOS. El costo de la excavación adicional, aprobada por la INTERVENTORIA, se pasa en este ítem.

b) Excavaciones para conformación de taludes

Son las excavaciones ejecutadas para modificar las pendientes y accidentes topográficos de un área determinada.

c) Excavaciones para corrección de Cauces

Son las excavaciones que se ejecutan en cauces permanentes o intermitentes, para su canalización, rectificación, o para la construcción de cualquier tipo de estructura de corrección.

d) Cimentación de Muros de Estabilización

Son las excavaciones ejecutadas para modificar el suelo de soporte en la cimentación de las estructuras de contención en el área determinada.

2.4. Disposición de los Materiales

Los materiales provenientes de las excavaciones cuyo retiro no se haga de inmediato, se almacenan lateralmente a las excavaciones, a una distancia mínima de 1 m. del borde de la excavación, que puede ser mayor a juicio de la INTERVENTORIA y de acuerdo con la profundidad y estabilidad del talud; es de responsabilidad del CONTRATISTA la disposición de

materiales para que su acumulación no ocasione derrumbes y daños a las obras ejecutadas o a terceros.

Cuando el ritmo de la excavación, haga que éstas permanezcan sin cumplir su propósito, por un lapso de tiempo de 24 horas o aquel que a juicio de la INTERVENTORIA ponga en peligro su estabilidad, o perjudique obras construidas o a terceros, el Interventor puede suspenderlas durante el tiempo que estime conveniente, sin que este hecho sea causa justificable para conceder plazo adicional.

Los materiales provenientes de las excavaciones que no vayan a ser utilizados para rellenos compactados en la obra, se deben retirar a los sitios indicados por la INTERVENTORIA. Los que apruebe la INTERVENTORIA para rellenos compactados se trasladarán a su sitio de utilización, debiendo prever el CONTRATISTA la ejecución de los rellenos de tal modo que no se presenten acumulaciones de material sin disponer en ningún sitio de la obra.

2.5. Excavaciones a mano para Cimentaciones de Estructuras

Se considera como excavación a mano para cimentación de estructuras la remoción de suelo de acuerdo con las cotas, alineamientos y pendientes que se muestran en los planos, o indicados por la interventoría, en los sitios en que se cimentarán estructuras.

El Contratista deberá examinar las características del material a excavar y asumir la responsabilidad sobre las deducciones y conclusiones a que llegue en relación con la naturaleza de los materiales que se van a excavar, las dificultades para hacer y mantener las excavaciones requeridas y la ejecución de los demás trabajos que puedan afectarse por las características geotécnicas de los suelos existentes en el sitio de las obras.

a. Excavación

El fondo y los taludes de excavaciones a mano deberá terminarse exactamente de acuerdo con los alineamientos y pendientes establecidas.

El Contratista deberá notificar al Interventor, quien procederá a inspeccionar dicha excavación. La excavación no deberá cubrirse mientras no se haya dado por terminada la inspección y el Contratista haya obtenido del Interventor una autorización por escrito para la realización del trabajo de construcción de estructuras. El contratista deberá retirar y reemplazar por su cuenta, los materiales con los cuales haya cubierto cualquier excavación sin la previa inspección y aprobación por escrito del Interventor. Todos los daños derivados de las operaciones del contratista durante la excavación, incluyendo daños a cimentaciones superficiales excavadas o a cualquier estructura existente, deberán ser reparados por y a cuenta del Contratista y a completa satisfacción del Interventor.

Si en cualquier sitio y por cualquier razón la excavación se ejecutare más allá de las líneas establecidas para recibir la estructura, sin que el Contratista hubiere recibido previa autorización del Interventor, aquél deberá rellenar con concreto ciclópeo y por su cuenta, todo el volumen correspondiente a las sobreexcavaciones hasta reconstruir las líneas establecidas para el corte. El contratista no recibirá pago alguno por las sobreexcavaciones hechas sin orden previa del Interventor.

El Contratista hará todas las zanjas para desagües que se requieran, construirá el entibado necesario para sostener los taludes y tomará todas aquellas precauciones convenientes para impedir que se presenten derrumbes en las excavaciones. Si a pesar de todo llegaren a ocurrir, será por cuenta del Contratista el costo de la remoción del material de derrumbes y la colocación de los rellenos adicionales a que éstos den lugar.

2.5. Medida y Pago:

Excepto cuando se trate de la remoción y el retiro de rellenos, el pago de las excavaciones no se efectúa por separado y su costo debe incluirse en los ítems en que se requiera su ejecución como son las zanjas, descoles, cunetas, cajas colectoras, filtros, estructuras de gaviones, adecuación de caminos, relleno de cárcavas, peinado de escarpes, sellado de grietas, etc. El ítem correspondiente se paga cuando los materiales excavados hayan sido dispuestos a satisfacción de la INTERVENTORIA en los sitios fijados en los planos o determinados por ésta.

Los precios unitarios consignados en el formulario de precios comprenden la remuneración total y única por el suministro de la mano de obra, planta, equipo, explosivos, control de agua, soportes laterales, pulida y perfilada de superficies y todos los demás gastos necesarios para la ejecución de las excavaciones.

Solamente se efectúa por separado el pago de remoción y retiro del relleno heterogéneo según el valor establecido en el formulario de precios unitarios. La medida es el metro cúbico (m^3)**.**

CAPITULO 3

RELLENOS

3.1 Objeto

Esta especificación establece las normas para la disposición de material común compactado para el relleno de zanjas y rellenos alrededor de estructuras en los sitios fijados en los diseños o determinados por el Interventor.

3.2. Alcance de los trabajos

Los siguientes trabajos están incluidos dentro del concepto de construcción de rellenos.
Preparación del terreno de cimentación.

Esparcida del material en capas uniformes, entremezclándolo para obtener una adecuada distribución de tamaños.

Retiro de los sobretamaños o materiales objetables, a juicio de la Interventoría.

Control de la humedad de compactación del material.

Compactación de las sucesivas capas.

3.3. Materiales

Para la ejecución de los rellenos, se utilizarán materiales provenientes de excavaciones, los cuales deben estar libres de basuras, materia orgánica, raíces, suelos orgánicos, escorias y bloques de roca de diámetro mayor de 10 centímetros.

Los materiales utilizados deben someterse previamente a la aprobación del Interventor, informando su procedencia.

Si los materiales provenientes de excavaciones en las obras no reúnen las características para su utilización, el Interventor autorizará el o los bancos de préstamo que se requieran para su obtención. En tal caso el Contratista hará la explotación del banco de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

3.4. Preparación de la superficie de cimentación

Se extraerán los materiales inadecuados para la fundación de los rellenos o terraplenes hasta la profundidad que el Interventor estime suficiente.
La Interventoría determinará el tratamiento que debe darse a la fundación o superficie donde se cimentará el relleno o terraplén.

3.5. Normas de construcción

El material utilizado se extenderá en capas de espesor tal que, con el equipo de compactación utilizado, permita obtener el grado de compactación especificado más adelante. El contenido de humedad del material debe estar siempre cercano a la humedad óptima de compactación.

Una vez comprobado el estado óptimo de humedad se procederá a la compactación con el equipo adecuado, a juicio del Interventor, hasta obtener una densidad no inferior al 90% de la densidad seca máxima obtenida en el Ensayo de Proctor Modificado.

3.6. Control de calidad de los trabajos

La Interventoría ordenará los ensayos que considere necesarios para el control de la construcción de los rellenos para su verificación. El costo de estos ensayos correrá por cuenta del Contratista.

3.7. Medida

Se utilizará el método del promedio de las áreas extremas entre estaciones colocadas a distancias según la naturaleza de la obra, tomadas antes y después de ejecutados los trabajos, dentro de los alineamientos dados en los diseños o los aprobados por el Interventor. La unidad de medida será el metro cúbico compactado con aproximación a un decimal.

Si hubiere necesidad de mezclar materiales de diferentes lugares de procedencia para obtener el tipo de material necesario en el relleno o terraplén, se medirá el volumen total de material mezclado y compactado.

CAPITULO 4

OBRAS DE DRENAJE

4.1 FILTRO DE DRENAJE

4.1.1. Generalidades

Se refiere a los trabajos relacionados con el suministro de materiales, construcción y la puesta en funcionamiento de filtros en zonas en las que se deba proteger el terreno de flujos de agua subterránea que puedan originar deslizamientos o donde sea necesario bajar y mantener el nivel freático hasta una profundidad determinada. Estos filtros se deben construir en los sitios indicados en los planos o donde los solicite la INTERVENTORIA, de acuerdo con los diseños del proyecto.

Los filtros deben desaguar a una estructura de salida o caja de inspección desde la cual se puedan conducir las aguas recolectadas hasta una corriente natural cercana.

4.1.2. Tipos de filtros

4.1.2.1. Filtro con material granular

Se emplea en los sitios en que se encuentre disponible este tipo de material granular. Estos filtros o sub-drenes se pueden construir con tubería perforada y material filtrante (geotextil) o mediante trincheras y lechos filtrantes de piedra o gravilla cubiertos con geotextil, para interceptar y drenar flujos concentrados de aguas subterráneas o para disminuir y mantener el nivel freático a una profundidad determinada.

4.1.2.2. Filtro con geocompuesto (Dren Geofort)

En los sitios en que se dificulte conseguir material granular, se puede emplear un geocompuesto o dren Geofort para la construcción de los filtros.

4.1.3 Resumen de Criterios de Diseño para filtros

Recomendado por	Criterio de Filtración	Ctriterio de Permeabilidad
U.S. Corps of Engineers Manual (1955 y 1986)	$D_{15}^{F} \leq 5\ D_{85}^{S}$ $D_{50}^{F} \leq 25\ D_{50}^{S}$	$D_{15}^{F} \geq 5\ D_{15}^{S}$

4.1.4 Gradación del Material Filtrante

En la selección del material del filtro se deben tener en cuenta las normas establecidas al respecto, con criterio de que sea un material lo suficientemente permeable para permitir el paso del agua con facilidad pero al mismo tiempo lo suficientemente impermeable para impedir el paso de las partículas del suelo. Al aplicar las normas se llega a un filtro gradado constituido por diferentes materiales arreglados en capas, que no es practico, por esta razón se buscó un material que cumpliera aproximadamente con los requisitos comentados y que fuera fácilmente obtenibles en las cercanías de la obra. Y esto se puede lograr empleando la especificación granulometrica que se presenta a continuación:

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA , EN PESO
1 ½''	100
1''	80 a 100
¾''	65 a 100
3/8''	40 a 80
No 4	20 a 55
No 10	0 a 35
No 20	0 a 20
No 40	0 a 12
No 100	0 a 7
No 200	0 a 5

4.1.5. Materiales

4.1.5.1. Tubería perforada

La tubería perforada debe ser flexible, según lo indiquen los planos o la INTERVENTORIA, y debe cumplir con las dimensiones y detalles mostrados en los diseños. Las perforaciones del tubo deben ser cuadradas (de 1 cm de lado) o redondas (de ?=3/8"), pero bien determinadas y sin que afecten la resistencia del tubo. En ningún caso se permite la perforación del tubo por medio de golpes, pero sí se puede hacer mediante el uso de taladros o cualquier otro método que apruebe la INTERVENTORIA.

Las perforaciones del tubo deben estar dispuestas en dos hileras a cada lado, paralelas al eje del tubo, con una separación de 10 cm entre centro y centro de dos perforaciones consecutivas de la misma hilera. Las perforaciones de una hilera con respecto a la otra deben quedar alternadas. Las hileras superiores de perforación deben estar 1/4 de cuadrante del círculo debajo de la horizontal (22.5°), y las inferiores deben estar a 1/2 cuadrante del círculo debajo de la horizontal (45°).

4.1.5.2. Geotextil

El geotextil drenante se debe instalar entre materiales filtrantes y el suelo natural. Este geotextil debe tener unas características mínimas iguales a las del PROPIBAC 1600, en especial en lo referente a la ruptura, desgaste, tensión y coeficiente de permeabilidad. No se acepta la instalación de tramos de geotextil con roturas o desgarraduras.

4.1.5.3. Material granular

Como material filtrante se debe utilizar gravilla conformada por partículas duras y libres de piedra desintegrada, sales, materia orgánica o revestimientos adheridos, y deben cumplir con los requisitos que a juicio de la INTERVENTORIA sean aplicables a los materiales para filtros según la norma ICONTEC 174. El tamaño de las partículas debe tener un diámetro máximo de 0.15 m o se debe ajustar a lo indicado en los diseños.

En todo momento debe tenerse especial cuidado para que durante el transporte, almacenamiento y la colocación del material filtrante, éste se debe mantener limpio.

4.1.6 Construcción

Para construir los filtros con tubería perforada se deben excavar zanjas en los sitios y con las dimensiones, pendientes y alineamientos indicados en los planos u ordenados por la INTERVENTORIA.

Una vez nivelado el fondo de la zanja se debe desenrollar el geotextil sobre la zanja en una longitud inicial de 10 a 15 m y fijar la tela en un sitio con piedras. El traslapo longitudinal de los rollos de tela debe ser de 1 m.

Posteriormente a la instalación del geotextil se debe colocar una primera capa de relleno (material filtrante) permitiendo que el peso del agregado acomode la tela contra las paredes de la zanja. Si el filtro se va a construir únicamente con material filtrante, el resto del relleno debe colocarse en forma gradual y cuidadosa para evitar rotura del geotextil. Si el filtro se va a construir con tubería perforada, ésta se coloca sobre la capa base del filtro con el cuadrante perforado hacia abajo. A continuación se completa el llenado de la zanja con el material filtrante hasta la altura indicada. El material filtrante se debe humedecer con agua y compactar regularmente en capas de 20 cm.

Una vez completado el relleno del dren, éste debe envolverse con la tela para evitar su contaminación. Los bordes de la tela deben traslaparse transversalmente como mínimo 0.35 m. Finalmente, el dren debe cubrirse con una capa de material del sitio de 0.3 m de espesor.

En algunos sitios la construcción del filtro debe hacerse en tramos cortos debido a los problemas de inestabilidad del terreno. En este caso se debe preparar la zanja en la longitud fijada y colocar un tablero para permitir el llenado de la zanja con material filtrante sin que se mezcle con el material de excavación del tramo siguiente.

Al completar la jornada diaria de trabajo, el extremo de la tela debe dejarse afuera de la zanja y enrollada, para evitar contaminación del relleno.

4.1.7. Medida y pago

Los filtros se miden y pagan por metro lineal instalado (m), con aproximación a un decimal. El precio unitario debe incluir todos los costos por adecuación del sitio de emplazamiento, transporte y suministro de materiales (material granular, tubería perforada, geotextil), mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos. La excavación y relleno de las zanjas para filtros se paga en este ítem, y los trabajos deben estar de acuerdo no las especificaciones de EXCAVACION y RELLENO.

4.2 CUNETAS PARA DRENAJE SUPERFICIAL

4.2.1 Generalidades

Donde lo muestren los planos o donde indique el Interventor, se construirán cunetas revestidas para drenaje superficial, de la forma y dimensiones mostradas en los planos. Se construirán en sitio, de concreto, colocadas sobre el fondo y paredes de la excavación realizada para el efecto, previo mejoramiento mediante operaciones de compactación de las condiciones de apoyo si a juicio del interventor resultare necesario.

Las cunetas se construirán cuidadosamente con el fin de conseguir alineamientos y pendientes uniformes, con cambios suaves y graduales, según las instrucciones del Interventor. En los planos se indican tentativamente las longitudes y sitios de descarga de las cunetas; sin embargo, será el Interventor quien determinará dichas longitudes y descargas y además las medidas de protección que se requieran en los sitios de descarga para evitar erosión indeseable.

Habrá juntas de construcción cada tres metros o cada cambio de pendiente o de alineación. En los planos se indican los detalles y dimensiones de las cunetas, las cuales se deberán construir en concreto de 210 Kg/cm2 de resistencia a los 28 días y refuerzo con resistencia a la fluencia de 2600 Kg/cm2. El Contratista se obliga a construir estas obras según las determinaciones del Interventor y a su satisfacción.

El Interventor podrá exigir la destrucción y reconstrucción de cunetas cuyos alineamientos y/o pendientes no sean satisfactorios o que hayan sido construidas en forma defectuosa. En estos casos se pagarán las cunetas cuando hayan sido reconstruidas a satisfacción del Interventor, sin que haya lugar a reclamos por extensiones de plazo o por los costos de la destrucción o de la remoción de los escombros, costos éstos que serán por cuenta del Contratista.

4.2.2 Materiales

El diseño de las mezclas que se utilicen, se hará por cuenta del Contratista y bajo su completa responsabilidad; el diseño y control de las mezclas se realizará según la norma ACI-318-77 teniendo en cuenta los tamaños máximos de los agregados que puedan admitir las estructuras y la consistencia que debe tener la mezcla de concreto para que pueda colocarse fácilmente. Se requerirá una resistencia de 210 Kg/cm2 a los 28 días.

4.2.3 Unidades de pago

El pago de los trabajos de cunetas se efectuará de acuerdo con las unidades de los items que la componen, como se indica a continuación, dependiendo también del tipo de sección hidráulica diseñada:

ITEM	UNIDAD
Excavación	m3
Concreto 210 Kg/cm2	M3
Acero de refuerzo 2600 Kg/cm2	Kg
Sello de juntas	m3
Retiro de sobrantes	m3

4.3 TRINCHERAS DRENANTES

4.3.1 Descripción

Son estructuras de captación de aguas subsuperficiales con las dimensiones indicadas en los diseños y rellenas con material filtrante.

Las trincheras drenantes deberán disponer de un desagüe a una corriente natural o a un punto que no ofrezca peligro de erosión o inestabilidad.

4.3.2 Materiales

Las trincheras drenantes requerirán de los siguientes materiales:

Geotextil drenante no tejido, tipo Propibac 1.600 o similar.
Piedra limpia, dimensión variable entre 5 y 15 cm. El material filtrante estará conformado por partículas duras, recias y durables y exentas de piedra desintegrada, sales, álcalis, materias orgánicas o revestimientos adheridos, y deberán cumplir con los requisitos que a juicio del Interventor sean aplicables a materiales para filtros según la norma ICONTEC 174.

Los materiales granulares para trincheras drenantes se obtendrán por trituración de material de cantera.

4.3.3 Construcción

La zanja se rellenará con material de filtro hasta el nivel indicado en los planos. El material de filtro deberá colocarse en forma tal que no produzca segregación y se procurará darle alguna compactación con cualquier sistema que se acomode a las dimensiones de la zanja.

Estos materiales no requerirán de ningún control de cantidad de humedad para su colocación, pero se deberá procurar que presenten una humedad homogénea antes de colocarlos.

Se deberá iniciar con la construcción del desagüe y luego comenzar de abajo hacia arriba la excavación de la trinchera y proceder a colocar el Geotextil, el material filtrante y el relleno con material del sitio.

4.3.4 Unidades de pago

El pago de los trabajos de trincheras drenantes se efectuará de acuerdo con las unidades de los items que la componen, como se indica a continuación:

ITEM	UNIDAD
Excavación	m3
Geotextil	m2
Relleno material filtrante	m3
Relleno material del sitio	m3
Retiro de sobrantes	m3

4.4 CAJAS DE PASO

4.4.1 Generalidades

Esta especificación trata sobre los procedimientos que se deben seguir para la construcción de cajas de paso cuyas tapas queden a nivel con la superficie del terreno.

4.4.2 Tipos de estructuras

Los distintos tipos de estructuras que se deben construir, se encuentran ubicados en los planos generales con diseños especiales detallados. Cada caja de paso será construida de acuerdo con los detalles y con los materiales indicados en los planos, a las profundidades requeridas según los perfiles.

4.4.3 Etapas de construcción

Cualquier tipo de caja de paso puede ser construido por etapas o en su totalidad, según el programa aprobado por la Interventoría. En todo caso, el Contratista tomará todas las precauciones necesarias para evitar accidentes, por medio de señales debidamente colocadas y por iluminación nocturna, frente a toda excavación, sumidero o caja sin tapa. El Contratista mantendrá en buen estado todas las señales y luces de cada obra, a satisfacción del Interventor, hasta el momento en que queden colocadas las tapas correspondientes sobre las obras terminadas.

4.4.4 Materiales

El concreto para la construcción de cajas de paso deberá cumplir con la especificación correspondiente a "Concreto para Estructuras".

El acero de refuerzo cumplirá con los requisitos de la especificación correspondiente, a menos que el diseño y los planos indiquen lo contrario, o la Interventoría apruebe el empleo de otro tipo de acero.

4.4.5 Construcción

En general, la construcción de las cajas de paso deberá cumplir con los diseños y normas que fijen las empresas de servicios públicos de Santa Fe de Bogotá, según se trate de sumideros que recojan el agua de pozos de subdrenaje o de trincheras drenantes.

La colocación de todas las tapas se hará de modo que queden perfectamente a ras con el piso en todo su perímetro.

4.5 ZANJA DE CORONACION

4.5.1 Descripción

Este trabajo consiste en el acondicionamiento y el recubrimiento con una capa de concreto simple de las zanjas de coronación del proyecto, de acuerdo con las dimensiones y en los sitios señalados en los planos o determinados por el Interventor. En terrenos húmedos, el revestimiento de las zanjas normalmente estará precedido de la construcción de filtros. Este trabajo incluye también las canales, cuando se requieran, que se colocarán en los taludes de los cortes y/o terraplenes, para conducir las aguas lluvias provenientes de la superficie.

4.5.2 Materiales

Los materiales requeridos para el acondicionamiento de las zanjas serán seleccionados de los cortes adyacentes o de sub-base, según lo determine el Interventor. El concreto será concreto simple de 140 Kg/cm². el sello de juntas será de asfalto sólido.

4.5.3 Procedimientos de Construcción

Las zanjas se deben acondicionar mediante los cortes o rellenos que sean necesarios para obtener la sección transversal, las cotas y los alineamientos especificados. Los materiales excavados se desecharán de manera aceptable para el Interventor, fuera de las zonas de la calzada y de los drenajes del proyecto. Las depresiones debajo de las cotas especificadas se rellenarán con materiales aceptados por el Interventor. La sub-rasante satisfactoriamente conformada se debe compactar cuidadosamente hasta que quede sólida y firme antes de colocar el concreto. El interventor verificará la pendiente y la sección transversal de la zanja o canal antes de colocar el concreto.

El concreto se debe mezclar con mezcladora mecánica y colocar en los espesores indicados en los planos. La superficie debe quedar bien acabada, de sección uniforme y ajustada a los alineamientos de la calzada adyacente, libre de desperfectos visuales.

Las juntas de expansión del concreto serán verticales y normales al alineamiento de la zanja. Se dispondrán a intervalos no mayores de seis (6) metros y su espesor no será mayor de seis milímetros. Las juntas del concreto se deben sellar con asfalto sólido. En terrenos húmedos se podrán disponer huecos a través del revestimiento, para el drenaje de los taludes o bases adyacentes.

4.5.4 Medida

La medida será el número de metros lineales de zanja revestida, aproximado a, metro lineal completo, satisfactoriamente terminada de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Interventor.
La medida de la zanja se hará sobre la superficie terminada. No se medirá trabajo ejecutado fuera de los limites especificados.

4.5.5 Pago

El pago se hará al precio unitario del contrato para zanjas revestidas o canales de concreto simple por toda obra aceptada a satisfacción del Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de materiales, mano de obra y equipos requeridos para la satisfactoria ejecución de los trabajos especificados.

CAPITULO 5

OBRAS DE CONTENCION

5.1 MURO DE GAVIONES

5.1.1 Generalidades

El trabajo incluido en esta especificación comprende la realización de todas las operaciones necesarias para la construcción de estructuras de gaviones, (las cuales constan de canastas rectangulares de alambre galvanizado rellenas de piedra o de sacos de polipropileno rellenos de suelo-cemento), de acuerdo con los perfiles y secciones que se indiquen en los diseños y los que ordene la INTERVENTORIA. Por consiguiente, el CONTRATISTA debe suministrar todos los equipos, materiales y mano de obra que se requieran para ejecutar estos trabajos.

5.1.2. Clasificación

Según las dimensiones de las canastas empleadas y su colocación dentro de la estructura, los gaviones se dividen en dos clases:

Gaviones de base, de dimensiones 2.0x1.0x0.5 m.
Gaviones de cuerpo, de dimensiones 2.0x1.0x1.0 m.

5.1.3. Materiales

a. Canasta para gavión

Debe ser fabricada con malla "Ciclón" o "Eslabonada" de triple torsión calibre 10, con abertura máxima de 7.5 cm de lado. Esta malla debe tener un recubrimiento en P.V.C. para protegerla de la acción corrosiva del agua.

b. Relleno

El relleno de las canastas debe consistir de fragmentos de roca o cantos rodados, sanos, resistentes y durables. El material empleado debe ser duro y resistente a los efectos del agua, por consiguiente el CONTRATISTA no puede utilizar material descompuesto, fracturado o agrietado. No se aceptan fragmentos de lutita, arcillolita o "pizarra", o de otras rocas blandas.

La dimensión mínima de cada fragmento de roca o canto rodado debe ser por lo menos 3 cm mayor que la abertura de la malla y se deben disponer de modo que entre ellos quede el menor espacio posible; debe evitarse usar piedra demasiado grande que restaría flexibilidad a la placa de fundación; la dimensión máxima deberá ser de 30 cm.

c. Alambre de amarre y tirantes

Se debe emplear alambre del mismo calibre y calidad del utilizado en la fabricación de las mallas.

5.1.4. Construcción

a. Preparación de la fundación

El terreno de fundación debe ser razonablemente nivelado suprimiéndole las depresiones o salientes. Los materiales sueltos u orgánicos que se encuentren deben ser retirados.

Los gaviones de base deben colocarse en forma tal que por lo menos la mitad de su altura quede por debajo del nivel del terreno existente, a menos que los planos o el Interventor indiquen expresamente otra forma de colocación.

b. Relleno

Las canastas deben ser llenadas y amarradas en el sitio exacto donde han de quedar definitivamente y no se permite ningún transporte de las mismas una vez se haya efectuado el relleno.

Durante la operación de llenado, las canastas deben mantenerse firmes y en posición correcta por medio de formaletas y tensores transversales adecuadamente espaciados. Las aristas, tanto verticales como horizontales de cada gavión, deben ligarse firmemente con las correspondientes de los gaviones adyacentes.

El llenado de las canastas debe efectuarse a mano, colocando cuidadosamente las piedras de mayor tamaño en la periferia y el resto de tal forma que se obtenga una masa rocosa bien gradada, para obtener superficies de contacto entre gaviones parejas y libres de entrantes o salientes. El relleno debe permitir la máxima deformabilidad de la estructura, dejar el mínimo porcentaje de vacíos asegurando así el máximo de peso.

Se debe tener especial cuidado de no formar zonas con acumulación de piedras pequeñas. En ningún caso se permite el llenado por medio de canalones o cualquier otro método que pueda producir una segregación arbitraria de tamaños.

c. Costuras

Las costuras de las aristas deben llevarse a cabo de manera que el alambre de cosido amarre un módulo completo de la malla.

d. Tirantes transversales y longitudinales

Se deben colocar tirantes o templetes transversales cada 50 cm en el primer tercio y los 2/3 de la altura de cada gavión y longitudinalmente en la mitad de la altura.

Durante el relleno deben ser colocados tirantes de alambre de la siguiente manera:

Rellene cada celda del gavión de 1.0 m de alto hasta un tercio de su capacidad. Después, coloque normalmente dos tirantes uniendo paredes opuestas, con las extremidades atadas alrededor de dos nudos de la malla. Repita esta operación cuando el gavión esté lleno hasta dos tercios. En casos particulares los tirantes pueden unir paredes adyacentes. Eventualmente, los tirantes pueden colocarse en posición vertical; después de completar el relleno, se debe coser la tapa a los bordes superiores y de los diafragmas.

Los gaviones vacíos colocados arriba de una camada de gaviones ya terminados, deben ser cosidos a lo largo de las aristas en contacto con la camada inferior de gaviones ya llenos, para lograr contacto continuo entre los mismos que asegure una estructura monolítica.

5.1.5. Medida

Para efectos de pago, se debe computar el volumen de las estructuras de gaviones que hayan sido construidas en un todo de acuerdo con lo indicado en los diseños, lo prescrito en esta especificación o lo ordenado por el Interventor. La unidad de medida es el metro cúbico (m^3).

5.1.6. Pago

La construcción de gaviones, medidas como indica el numeral anterior, se paga al CONTRATISTA al precio unitario consignado por éste en el ítem correspondiente. Este precio se cancela para la estructura de gavión incluida en los diseños. Este pago constituye la única compensación que reciba el CONTRATISTA por los conceptos de trabajo que se indican y por consiguiente en el precio unitario deben incluir los costos ocasionados por la explotación, rajoneo, transporte y suministro de materiales hasta el sitio de utilización, colocación de formaletas, ensayos, llenado y amarre de las canastas de gaviones.

Las excavaciones necesarias para la construcción de los gaviones se pagan en este ítem y deben estar de acuerdo con la especificación.

5.2 MURO EN LLANTAS

5.2.1 Generalidades

El trabajo incluido en esta especificación comprende el empleo de llantas para la construcción de una estructura de contención, (la cual constan de una serie de llantas amarradas entre si, formando una cortina que a su vez esta amarrada a otras llantas embebidas dentro del terreno, las cuales proporcionan la resistencia a manera de macizo de anclaje, o como contrafuertes o espolones de fricción.), de acuerdo con los perfiles y secciones que se indiquen en los diseños y los que ordene la INTERVENTORIA. Por consiguiente, el CONTRATISTA debe suministrar todos los equipos, materiales y mano de obra que se requieran para ejecutar estos trabajos.

5.2.2. Materiales

a. Llantas de desecho

Llantas de desecho con relleno de suelo compactado

b. Cable de Amarre

Los cables de amarre podrán realizarse con alambre, cables, lianas lazos y manila de nylon. Teniendo esta ultima características de resistencia y durabilidad compatible con las llantas.

c. Relleno

Para la ejecución de los rellenos, se utilizarán materiales provenientes de excavaciones, los cuales deben estar libres de basuras, materia orgánica, raíces, suelos orgánicos, escorias y bloques de roca.

Los materiales utilizados deben someterse previamente a la aprobación del Interventor, informando su procedencia.

Si los materiales provenientes de excavaciones en las obras no reúnen las características para su utilización, el Interventor autorizará el o los bancos de préstamo que se requieran para su obtención. En tal caso el Contratista hará la explotación del banco de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

5.2.3. Construcción

a. Preparación de la fundación

El terreno de fundación debe ser razonablemente nivelado suprimiéndole las depresiones o salientes. Los materiales sueltos u orgánicos que se encuentren deben ser retirados.

b. Muro de contención

Estos estarían conformados por una cortina de llantas amarradas entre sí que a su vez se amarren a otras embebidas dentro del terreno que suministran la resistencia a manera de macizo de anclaje o como contrafuerte o espolones de fricción . Dentro y alrededor de las llantas se debe colocar suelo compactado, y para facilitar la compactación es conveniente retirar la tapa superior de las llantas. Los amarres podrán realizarse con alambre, cables, lianas, lazos, manilas, y etc. Sin embargo la manila de nylon posee características de resistencia y durabilidad compatible con las llantas por lo cual puede ser atractivo su empleo.

Una vez conformada la cortina de llantas amarradas entre sí que a su vez se amarren a otras embebidas dentro del terreno, se compacta el material de relleno cada vez que se entraben las llantas para alcanzar un nuevo nivel. Como lo indiquen en los diseños y los que ordene la INTERVENTORIA.

5.1.5. Medida

Para efectos de pago, se debe computar la cantidad de llantas y la longitud de manila en nylon para la realización de la estructuras de contención que hayan sido construidas en un todo de acuerdo con lo indicado en los diseños, lo prescrito en esta especificación o lo ordenado por el Interventor. La unidad de medida es el metro cúbico (m^3).

5.1.6. Pago

La construcción del muro en llantas, medidas como indica el numeral anterior, se paga al CONTRATISTA al precio unitario consignado por éste en el ítem correspondiente. Este precio se cancela para la estructura de contención incluida en los diseños. Este pago constituye la única compensación que reciba el CONTRATISTA por los conceptos de trabajo que se indican y por consiguiente en el precio unitario deben incluir los costos ocasionados por la adquisición de llantas de desecho, manila de nylon, transporte y suministro de materiales hasta el sitio de utilización, ensayos, llenado y amarre de dicha estructura.

Las excavaciones necesarias para la construcción del muro de contención en llantas se pagan en este ítem y deben estar de acuerdo con la especificación.

CAPITULO 6

OBRAS COMPLEMENTARIAS

6.1 ZONAS DURAS

6.1.2 Descripción

De acuerdo con esta Sección, el Contratista deberá construir los sardíneles, andenes y pisos requeridos, de acuerdo con los materiales, alineamientos, dimensiones, elevaciones y demás detalles indicados en los planos y aprobados por la Interventoría.

6.1.3 Materiales

Concreto de cemento Portland.-

El concreto para los sardíneles, andenes y pisos, deberá cumplir con todos los detalles indicados en los planos y aprobados por la Interventía. El agregado grueso para la mezcla, tendrá un tamaño máximo de 25 mm. La resistencia del concreto a la compresión a los 28 días, será como mínimo la requerida en los planos.

Concreto asfáltico.-

La mezcla de concreto asfáltico para andenes y pisos, deberá cumplir con todos los detalles indicados en los planos y aprobados por la Interventía. Se utilizará para la mezcla, agregado que cumpla con una cualquiera de las gradaciones para capa de rodadura. La mezcla deberá tener una estabilidad Marshall a 60^{o} C de 250 Kg. Como mínimo.

Ladrillo.-

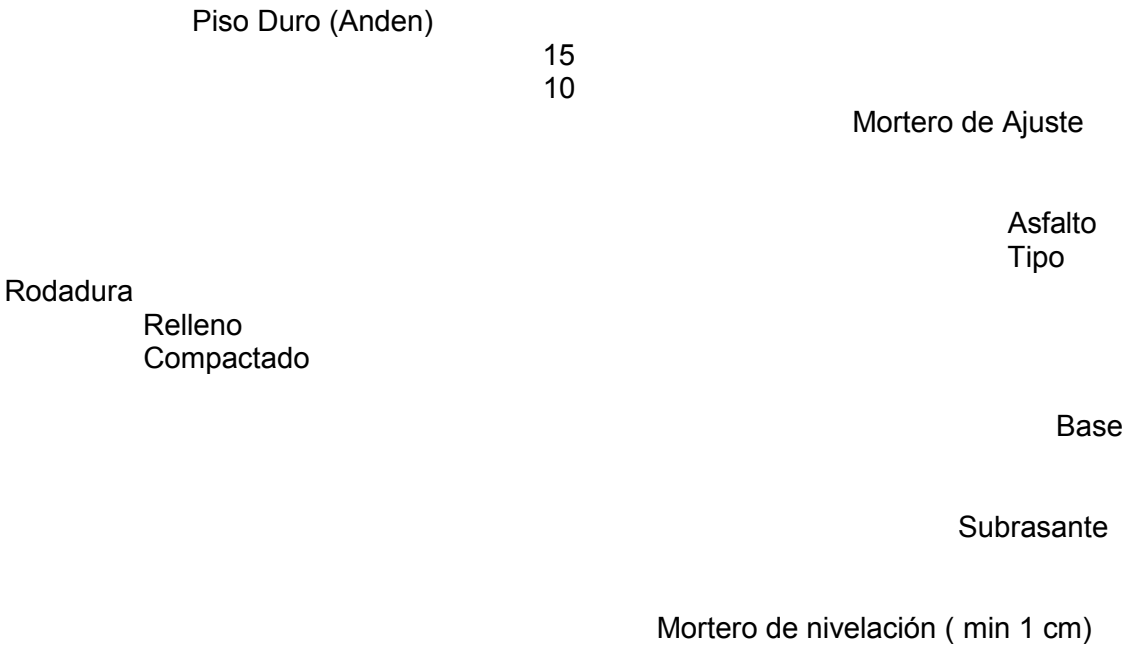
Los ladrillos que deberán utilizarse en los sardíneles o pisos en los cuales, se requieran, serán hechos a máquina de primera calidad, sólidos, bien cocidos, de forma y dimensiones regulares y textura compacta y satisfactoria pata la Interventoría.

Deberán estar exentos de resquebrajaduras, fisuras, grietas y defectos similares.

Los ladrillos deberán cumplir con los siguientes requisitos, al ensayarlos según la norma AASHTO T 32-70.

- Mínima resistencia a la compresión
  (área bruta) 175 Kg / cm^2
- Absorción de agua – máximo (5 horas en agua hirviendo) 22 %

Figura Zona Dura



6.1.4 Construcción

Preparación de la base.- los sardineles, andenes y pisos, solo se podrán construir, una vez que la superficie de la base respectiva haya sido terminada de acuerdo con las normas, las secciones y alineamientos de los planos y la aprobación.

Sardineles.- De acuerdo con los detalles de los planes, se construirán sardineles de los siguientes tipos :

De concreto, fundidos sobre las losas de pavimento de concreto.

De concreto, fundidos directamente sobre la sub-base del pavimento.

De ladrillo tolete. Se colocarán en general, adyacentes a andenes y pisos, para separar las zonas verdes.

En caso de sardineles de concreto su construcción de deberá realizar de acuerdo en un todo con las normas pertinentes. Para su construcción deberán utilizarse formaletas metálicas, excepto en casos especiales aprobados por la interventoría.

En el caso de sardineles fundidos sobre las losas del pavimento, al fundir estas se deberán dejar ancladas las varillas de refuerzo del sardinel, así mismo, se deberá dejar formada una llave a todo lo largo del fondo del sardinel, de acuerdo con los detalles de los planos.

Los sardineles se deberán construir en tramos de 1.50 a 1.80 metros de longitud de acuerdo con la Interventoría. Entre ellos, se dejará una junta de expansión de 5 mm. De ancho, la cual se llenará con material sellante para juntas.

En el caso de sardineles fundidos sobre pavimentos de concreto, deberá hacerse coincidir las juntas del sardinel, con todas las juntas transversales del pavimento.

Del mismo modo, deberán colocarse juntas, en los puntos de tangencia de los tramos en recta y en curva de los sardineles. En tales casos, el sardinel deberá reforzarse de acuerdo a los detalles de los planos.

En el caso de sardineles de ladrillo se construirán de conformidad con la localización, dimensiones y detalles de los planos. Se utilizarán ladrillos toletes aprobados. El mortero para la base y la pega, estará compuesto de cemento y arena mezclados en proporción por volumen 1:4.

El espesor de la pega en juntas verticales, será de un (1) cm. Las juntas por el lado visto, serán pulidas y moldeadas con herramienta especial y se enrasarán en los costados cubiertos.

Andenes y pisos.- Se construirán de conformidad con los materiales, dimensiones, espesores elevaciones y pendientes indicados en los planos y aprobados por la Interventoría.

Las losas de concreto de cemento portland, la capa de concreto asfáltico u otro material bituminoso, para los andenes o pisos, se colocarán sobre una sub-base construida en material

seleccionado compactado, del espesor indicado en los planos. Esta capa deberá construirse en un todo de acuerdo con los requisitos de los planos y aprobados por la Interventoría.

a) Andenes y pisos de concreto de cemento portland: Las losas de concreto para andenes y pisos, se construirán de acuerdo con los diseños de los planos y aprobados por la Interventorí

Las juntas de construcción y contracción se realizarán de acuerdo con los detalles de los planos. En los casos en que se requieran juntas en ladrillo tolete, éstos se colocarán con mortero 1:4 en la posición correcta indicada en los planos.
El terminado final de la superficie deberá realizarse con llana de madera, dejándola uniforme y pareja pero nó excesivamente pulida.

En el caso en que se prevea su revestimiento en ladrillo tablón u otro material, la superficie deberá dejarse suficientemente rugosa, para lograr una buena pega del material de revestimiento.

b) Andenes y pisos asfálticos : Los andenes y pisos en concreto asfáltico se construirán de acuerdo con los planos de construcción, utilizando métodos manuales para la colocación de la mezcla y equipos de compactación adecuados a las características del trabajo.

c) Andenes y pisos revestidos en ladrillo : el revestimiento en ladrillo tablón vitrificado, se construirá una vez terminada la losa de concreto de base, de acuerdo con el parágrafo a), de este numeral.

En el caso de pisos revestidos en ladrillos toletes, estos se colocarán sobre la sub-base debidamente terminada de acuerdo a las normas y aprobada por la Interventoría.

Los ladrillos, se colocarán sobre una base de mortero 1:4 extendida sobre la superficie de la respectiva base, previamente humedecida. Los ladrillos deberán permanecer sumergidos en agua, desde una hora antes de su colocación.

La superficie deberá quedar perfectamente uniforme, lisa y con la pendiente adecuada, de acuerdo con los planos y la aprobación de la Interventoría.

Deberá lograrse con exactitud, la disposición en planta exigida en los planos para cada tipo de piso de esta clase, con todas las juntas empatadas rigurosamente y las estrías limpias y nítidas. Las juntas deberán emboquillarse con mortero coloreado. Deberá ejercerse el máximo cuidado para evitar cualquier tipo de mancha de mortero u otras, en el piso terminado.

Para asegurar lo anterior, antes de la emboquilladura, deberá aplicarse a la superficie de los ladrillos una película de aceite ligero o A.C.P.M. cuidando de que no penetre en las juntas. Finalmente, la superficie deberá lavarse con una solución de ácido clorhídrico diluido.

Será causa de rechazo de los pisos revestidos en ladrillo, incrustaciones o manchas de mortero, irregularidades y defectos en su terminado.

d) Elementos prefabricados para pisos. Los elementos prefabricados de mortero, para proteger la base de los árboles, en zonas de andenes o para otras áreas, se deberán construir de acuerdo en un todo a las normas aplicables.

Se colocarán en su sitio, una vez plantado el árbol, sobre el relleno de tierra negra, a ras con la superficie del piso adyacente.

6.1.4 Tolerancias

Solo se admitirán diferencias $^{+}_{-}$1.0 cm. Entre las cotas de los sardineles, andenes y pisos terminados y las del proyecto.

Al comprobar la superficie con una plantilla o reglón de 3 mts. De largo no deberán encontrarse irregularidades mayores a 0.5 cm.

El contratista deberá corregir o reemplazar satisfactoriamente, con la aprobación de la Interventoría, cualquier área defectuosa en calidad, construcción o terminado , de acuerdo con las normas.

6.1.5 Control

La Interventoría comprobará durante la construcción, el cumplimiento de los requisitos de las normas, realizando en la frecuencia necesaria, los ensayos de laboratorio requeridos.

6.1.6 Medidas y pagos

La unidad de medida de los sardineles será el metro lineal, y la de los andenes y pisos será el metro cuadrado (M2).

Las medidas se realizarán con base en la obra realizada, de acuerdo con las dimensiones de los planos y la aprobación de la Interventoría.

No se medirá ni pagará por aparte el acero de refuerzo requerido según los planos, cuyo precio estará incluido dentro del correspondiente precio unitario del anden o sardinel.

Los prefabricados para la base de árboles, se medirán por las unidades suministradas y colocadas, de acuerdo a los detalles de los planos y la aprobación de la Interventoría.

6.2 SELLADO DE GRIETAS

6.2.1 Generalidades

Consiste en el taponamiento de las grietas que se presenten por movimientos del terreno. El sellamiento se hace retirando parte del material del borde superior y colocarlo en la grieta apisonándolo de forma tal que se obtenga una superficie regular.

6.2.2 Medida y pago

Esta actividad se mide por metro lineal (m) con aproximación a la décima, y su valor unitario debe contemplar el suministro de materiales, mano de obra, herramientas y cualquier otro costo directo o indirecto en que pueda incurrir el CONTRATISTA para la correcta ejecución de esta actividad.

6.3 RECONFORMACION DEL TERRENO

6.3.1 Alcance

Esta especificación se refiere a las excavaciones ejecutadas para modificar la pendiente y los accidentes topográficos de un área determinada.

6.3.2 Procedimiento

Las excavaciones destinadas a la reconformación y “peinado” de taludes se deben ejecutar de acuerdo con los alineamientos y dimensiones indicadas en los diseños u ordenadas por la INTERVENTORIA. Cualquier excavación hecha por fuera de las líneas y pendientes indicadas al CONTRATISTA corren por cuenta de éste, así hayan sido ordenadas por la INTERVENTORIA.

Si en opinión de la INTERVENTORIA es necesario realizar algún trabajo adicional para reparar los efectos desfavorables de la sobreexcavación, estos trabajos también corren por cuenta del CONTRATISTA.

Cuando la reconformación se realice en las inmediaciones de estructuras u obras existentes o de futuras excavaciones, el CONTRATISTA debe emplear métodos apropiados y tomar las precauciones necesarias para evitar que dichas estructuras u obras existentes sufran daños o

que se alteren las condiciones de estabilidad del terreno. Cualquier daño en este sentido debe ser reparado por cuenta del CONTRATISTA a satisfacción de la INTERVENTORIA.

Los taludes permanentes deben terminarse cuidadosamente hasta obtener superficies estables y a satisfacción de la INTERVENTORIA. Las bermas, si las hay, deben permanecer drenadas y libres de material suelto.

El CONTRATISTA es responsable, durante el periodo de construcción, del control de todos los cauces naturales que existan en la zona de influencia de los trabajos.

6.3.3 Disposición de los materiales

Los materiales provenientes de la excavación, cuyo retiro o disposición no se hagan de inmediato, se deben almacenar en botaderos temporales o trinchos aprobados por la INTERVENTORIA.

Los materiales provenientes de la excavación que no vayan a ser utilizados en rellenos compactados dentro de la obra, se deben llevar y disponer en sitios aprobados explícitamente por la INTERVENTORIA.

6.3.4 Medida y pago

El pago se hace por metro cúbico (m^3). La determinación de este volumen se realiza por el método del promedio de áreas entre estaciones a distancia adecuada, según se requiera, de acuerdo con la configuración del terreno y las indicaciones de la INTERVENTORIA. Las áreas se obtienen de secciones transversales tomadas antes y después de la excavación.

Solo se pagan las excavaciones de reconformación cuando los materiales removidos hayan sido dispuestos a satisfacción de la INTERVENTORIA y en los sitios previamente aprobados por ésta.

Los precios unitarios consignados en el contrato deben incluir la remuneración total y única por el suministro de mano de obra, herramientas y equipo, explosivos, control de agua, soportes laterales, perfilada de superficies y demás gastos en que incurra el CONTRATISTA para la ejecución de las excavaciones.

CAPITULO 7

OBRAS DE PROTECCION

7.1 EMPRADIZACION CON ECOMATRIX

7.1.1 Descripción

De acuerdo con esta sección, el contratista deberá suministrar y plantar el manto tejido abierto en las zonas verdes que forman parte del proyecto, de acuerdo con los planos y aprobación de la Interventoría. El trabajo incluye el mantenimiento completo de la ecomatrix hasta su entrega definitiva y recibo por parte de la Interventoría.

7.1.2 Materiales

Los materiales que se utilizarán para este trabajo son semillas para césped, fertilizantes y geotextil de tejido abierto Ecomatrix.

7.1.3 Construcción

Para la ejecución de estos trabajos, el Contratista deberá contar con la colaboración de personal experimentado en labores similares, aprobado por la Interventoría.

7.1.4 Preparación del terreno.-

Con anterioridad a la iniciación de las operaciones de siembra, el relleno de tierra negra deberá estar completa y terminado, sujeta la aprobación de la Interventoría.

Si fuera necesario, inmediatamente antes de iniciar la siembra, el contratista deberá añadir y extender a su propia costa, material adicional, con la aprobación de la Interventoría

7.1.5 Siembra.-

a) El Contratista podrá sembrar la grama por medio de semillas o por cespedones.

El uso de una u otra alternativa o combinación de ambas, dependerá del sitio por sembrar, el programa de trabajo y las características del proyecto, con la aprobación de la Interventoría.

b) La siembra por semilla, consistirá en la colocación sobre el terreno de la semilla, el fertilizante y/o los mejoradores del suelo apropiados según recomendaciones del personal

idóneo, antes del proceso de instalación. (Las semillas pueden colocarse después de la instalación, cuando se usa la malla contra erosión Ecomatrix.)
Simultáneamente con la siembra, deberá aplicarse a la superficie, abono químico en proporciones adecuadas y riego abundante.

El área se deberá compactar ligeramente, dentro de las 24 horas después de completada la siembra, por medio de un cilindro manual del peso conveniente, con la aprobación de la Interventoría.

La grama deberá regarse diariamente y se deberá podar por primera vez, aproximadamente 45 días después de sembrada, cilindrando nuevamente el área. Posteriormente, se deberá repetir el proceso de la poda y cilindrado, corrigiendo cualquier irregularidad o desperfecto y si fuera el caso, resembrando las áreas necesarias, con la aprobación de la Interventoría.

c) Una vez adecuado el terreno se instala el manto tejido abierto Ecomatrix en sentido longitudinal o transversal del alineamiento del talud. Traslape los bordes por lo menos 15 cm teniendo en cuenta que el geotextil que se encuentra en el talud arriba cubra al que está abajo. Grape a lo largo del eje del traslapo cada 30 cm usando el patrón general de colocación de grapas.

Una vez plantada, la superficie deberá regarse abundantemente y en lo sucesivo diariamente y se deberá cilindrar frecuentemente con un cilindro manual, con el fin de emparejarla y hacer resaltar irregularidades y defectos que deberán corregirse a satisfacción de la Interventoría.

d) Para asegurar un óptimo rendimiento de la malla de control de erosión Ecomatrix, esta se debe grapar con grapas metálicas en forma de “U” de 15 cm x 2.5 cm x 15 cm, No 11 o estacas de madera si es el caso. En caso de que los suelos sean sueltos, rocosos o altamente compactados puede ser necesario la colocación de grapas mas largas y fuertes.

7.1.6 Mantenimiento

El contratista deberá mantener y conservar en perfecto estado las zonas verdes, de acuerdo con estas normas, hasta su entrega y recibo definitivo por parte de la D.P.A.E, la cual no tendrá lugar sino 90 días, por lo menos, después de efectuada la siembra.

Para tal fin deberá aplicar el riego, insecticidas, fertilizantes y cualquier otro material necesario y deberá tomar las medidas apropiadas para impedir su deterioro, por causa de sus propias actividades o por acciones de terceros.

El contratista deberá reparar satisfactoriamente y a su propia costa, cualquier área defectuosa o deteriorada con la aprobación de la Interventoría.

7.1.7 Medidas y pagos

El manto de tejido abierto Ecomatrix se medirá por el área en metros cuadrados (M2) con aproximación a un decimal, efectivamente cubierta y terminada, de acuerdo con los planos, las especificaciones y la aprobación de la Interventoría. Las medidas se tomarán en el terreno, paralelamente a la superficie.

El pago se efectuará al respectivo precio unitario del contrato, el cual incluirá la remuneración completa, por el suministro de la grama, abonos, agua y otros materiales, acarreos, siembra y mantenimiento, equipos y herramientas, mano de obra, desperdicios e imprevistos, y demás gastos necesarios para completar en un todo esta parte de la obra, de acuerdo a los planos y las especificaciones.

7.2 SIEMBRA DE ARBOLES.

7.2.1 Descripción

De acuerdo con esta sección, el contratista deberá plantar los árboles, arbustos y plantas, de las especies indicadas y en las localizaciones señaladas en los planos y aprobadas por la Interventoría. El trabajo incluye el mantenimiento de los árboles, arbustos y plantas hasta su entrega definitiva y recibo por parte de la Interventoría.

7.2.2 Materiales

Los árboles, arbustos y plantas, serán suministrados por el contratista listos para su trasplante.

7.2.3 Trasplantes y siembra

7.2.3.1 Arboles.- El trasplante y siembra de los árboles será una tarea cuidadosa, la cual deberá hacerse por medio de personal experimentado en este tipo de labores. En lo posible se sembrarán arboles con una altura mínima de 1.50 m. ,aprobados por la Interventoría.

Para el trasplante deberá hacerse una poda al árbol y luego deberá retirarse la tierra necesaria hasta conformar un “pan de tierra“ alrededor de las raíces. El cual deberá envolverse cuidadosamente con costales, fuertemente amarrados con lazos. Con estos últimos se formarán dos argollas para el levante y manejo del árbol, el cual se realizará exclusivamente por tal medio. El “ pan de tierra “ deberá mantenerse húmedo durante toda la operación. En el sitio de colocación y con suficiente anticipación, deberá prepararse la excavación para la siembra.

Dentro de los separadores, andenes, zonas de relleno o de piso natural muy compactado, los huecos para plantar los árboles tendrán un diámetro y profundidad de 1.20 m. En otras zonas, de piso blando, tendrá las dimensiones adecuadas para el "pan de tierra" y en todo caso. 0.60 m. de diámetro mínimo. Inmediatamente después de abierto, se le deberá aplicar "Aldrin", en las proporciones adecuadas, aprobadas por la Interventoría.

El hueco deberá rellenarse en todos los casos con tierra negra labrantía escogida, que cumpla los requisitos de las especificaciones, con excepción de una capa de 15 cm. de espesor aproximadamente, colocada inmediatamente por debajo del " pan de tierra ", la cual tendrá la siguiente composición.

7 partes de tierra negra labrantía
2 2/3 partes de " Compost"
1/3 parte de abono 12-24-12 o similar.

Una vez colocado el árbol en su sitio y eliminada cuidadosamente la envoltura del " pan de tierra ", el resto de la excavación, se rellenará con tierra negra labrantía, que quede firme pero sin compactar.

El árbol se debe fijar a una pieza de madera, o tutor, de acuerdo con los planos. El trasplante se deberá realizar preferentemente en menguante y en época de lluvia. En el caso de tener que hacerlo en época seca, se deberá aplicar diariamente abundante riego, preferentemente en horas de la mañana.

7.2.3.2 Arbustos y plantas.- La altura mínima recomendada para la siembra, será 0.50 m. El trasplante y plantación consistirá de las siguientes operaciones :

a) Se removerá la planta, dejando un "pan de tierra ", adecuado el cual se asegurará debidamente para el transporte.

b) Se preparará la excavación en sitio definitivo, de las dimensiones adecuadas, y en ningún caso menores de 0.40 m. de diámetro y profundidad. En el fondo, se deberá colocar una capa de 15 cm. de espesor, compuesta de :

5 partes de tierra negra labrantía
4 ¾ partes de " Compost "
¼ parte de abono 12-24-12 o similar.

Una vez colocada la planta, el resto del foso se rellenará con tierra negra labrantía.

c) En el caso de los " Agaves ", el hueco para su siembra tendrá 30 X 30 cm. El relleno se hará con una mezcla de 5 partes de arena y 5 partes de tierra negra labrantía.

d) Como en el caso de los árboles, deberá aplicarse el riego necesario, durante todo el tiempo que las condiciones de las plantas lo requieran . Además un mes después de la siembra y en lo sucesivo cada dos meses, deberá aplicarse a cada planta 5 gramos de abono 12-24-12 o similar.

7.2.4 Mantenimiento y conservación

El contratista deberá mantener en perfecto estado la totalidad de los árboles, arbustos y plantas hasta la entrega y recibo definitivo de los trabajos, lo cual no tendrá lugar en ningún caso, antes de 90 días después de terminada la siembra. Con tal propósito, deberá aplicar el riego, fertilizantes, insecticidas y cualquier otro material necesario y deberá tomar todas las medidas necesarias para la protección del trabajo.

El contratista deberá reemplazar a satisfacción del D.P.A.E. cualquier árbol, arbusto o planta que no presentare condiciones satisfactorias una vez plantada, a juicio de la Interventoría. En tal caso el D.P.A.E. recibirá en forma definitiva tales árboles o plantas, a los 90 días después de ejecutado el cambio.

7.2.5 Medias y pagos

La medida por la siembra de árboles, arbustos y plantas se realizará por las unidades de cada tipo, de acuerdo a los términos del contrato, efectivamente plantadas de conformidad con los detalles de los planos, las especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

Su pago se realizará de acuerdo con el respectivo precio unitario de acuerdo con el respectivo precio unitario contractual, el cual incluirá la remuneración completa por el trasplante y siembra, preparación del sitio, suministro y colocación de tierra, abono, agua y cualquier otro material, el mantenimiento requerido, cargue y acarreo, equipos y herramientas, mano de obra, desperdicios e imprevistos y cualquier otro costo necesario para completar satisfactoriamente esta parte del trabajo.



ROLLO 261
FOTOGRAFÍAS Nos. 1 y 2.
UBICACIÓN: Barrio Villas del recuerdo.

DESCRIPCIÓN: Zona del deslizamiento. Se observa antiguo acceso durante la explotación minera. El material deslizado es un relleno para la conformación de lava. Parte de la vivienda deslizada se mantiene en su en la parte posterior, se presume que se encuentra sobre la roca. A la izquierda de la fotografía se observa un afloramiento de litoarenita de 2 metros de espesor.



ROLLO 261
FOTOGRAFIA No. 2



ROLLO 261
FOTOGRAFIA No. 3
UBICACIÓN: Barrio Villas del Recuerdo.
DESCRIPCION: Obsér-vese la vía que conduce al barrio Villa del Sol. A la izquierda vía de acceso al sector este del barrio Villas del Recuerdo. La falta de un adecuado sistema de drenaje a ocasionado la erosión y deterioro de las vias.



ROLLO 261
FOTOGRAFIAS Nos. 4 y 5.
UBICACIÓN: Villas del Recuerdo.
DESCRIPCION: Detalle del fondo de la fotografía anterior.



ROLLO 261
FOTOGRAFIA No. 5.



ROLLO 261
FOTOGRAFIA No. 6
UBICACIÓN: Villas del Recuerdo.
DESCRIPCION: La carencia de un sistema de drenaje ha deteriorado la vía, colocando en riesgo la vivienda de la parte baja, cuyos habitantes fueron reubicados.



ROLLO 261
FOTOGRAFIA No. 7
UBICACIÓN: Barrio Villas del Recuerdo.
DESCRIPCION: Detalle de la Fotografía No.6.



ROLLO 261
FOTOGRAFIA No. 8
UBICACIÓN: Barrio Villas del Recuerdo.
DESCRIPCION: Vista al sur occidente del sector estudiado. (Ver detalle en la Fotografía No .9).



ROLLO 261
FOTOGRAFIA No. 9
UBICACIÓN: Barrio Villas del Recuerdo.
DESCRIPCION: Zona donde se propone el control de erosión mediante cunetas con gravilla.



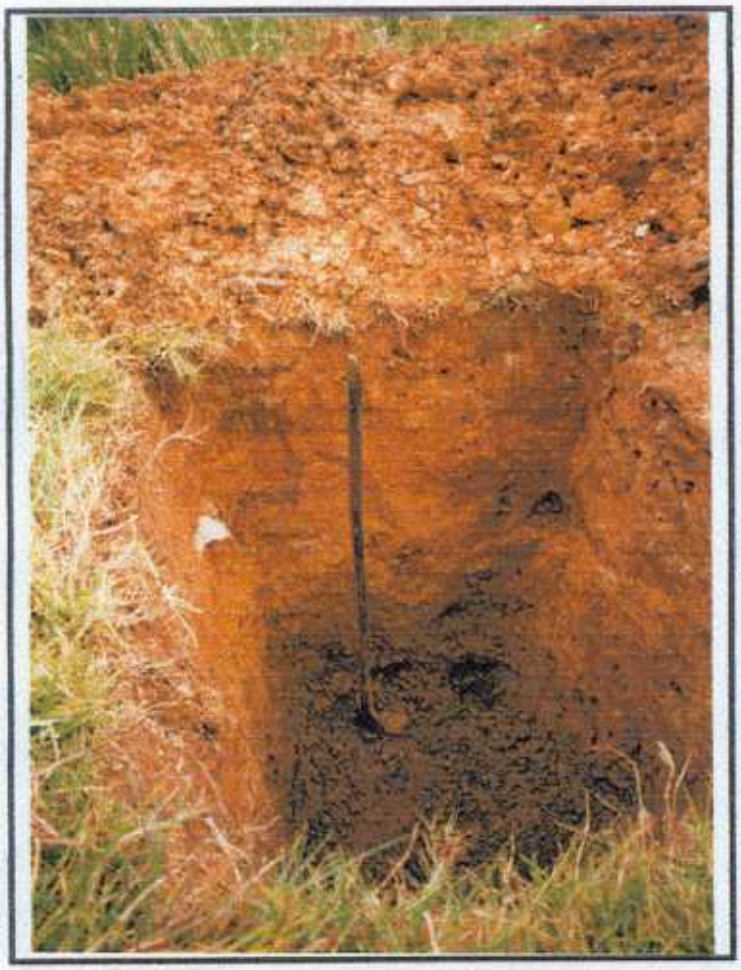
ROLLO 261
FOTOGRAFIA No. 10
UBICACIÓN: Barrio Villas del Recuerdo.
DESCRIPCIÓN: Detalle de la Fotografía No. 9 vista al sur oriente.



ROLLO 261
FOTOGRAFIA No. 11
UBICACIÓN: Barrio Villas del Recuerdo.
DESCRIPCION: Desplome de la vivienda ocurrido por el último movimiento en Oct./99.



ROLLO 261
FOTOGRAFIA No. 12
UBICACIÓN: Barrio Villas del Recuerdo.
DESCRIPCION: Vivienda tipo de recuperación, cuyos habitantes han sido reubicados. En la parte superior obsérvese en la parte superior de la fotografía la vía que conduce al Barrio Villa del Sol.



ROLLO 9791
FOTOGRAFIA No. 13
UBICACIÓN: Barrio Villas del Recuerdo.
DESCRIPCION: Apique No. 1 sector Noreste del área de estudio.



ROLLO 9791
FOTOGRAFIA No. 14
UBICACIÓN: Barrio Villas del Recuerdo.
DESCRIPCION: Vivienda tipo prefabricada. Para esta zona se proponen obras para protección del suelo contra la erosión.



ROLLO 9791
FOTOGRAFIA No. 15
UBICACIÓN: Barrio Villas del Recuerdo.
DESCRIPCION: Vivienda con estructura tipo muros portantes sin una técnica constructiva adecuada.



ROLLO 9791
FOTOGRAFIA No. 16
UBICACIÓN: Barrio Villas del Recuerdo.
DESCRIPCION: Tipo de Vivienda con estructura aporticada.

ANEXO C

RESULTADOS DE LABORATORIO

TABLA No 4.1 DATOS ESTRUCTURALES POR ESTACION

No ESTACION	TIPO DE DATO	AZIMUT DEL BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO (cm)	PERSISTENCIA (m)	ABERTURA (mm)	RUGOSIDAD	CONDICION DE AGUA
1	D1	45	47	2 - 5	>1m	2mm	Ondulada	Húmeda
	D2	50	44	2 - 5	>1m	2mm	Ondulada	Húmeda
	D3	352	10	10	>1m	Cerrada	Ondulada con óxido	Seca
	D4	10	45	10 - 15	1m	Cerrada	Ondulada	Seca
	D5	263	24	10	2m	Cerrada	Lisa	Seca
	D6	45	62	5 - 10	>1m	Cerrada	Ondulada	Seca
	D7	145	75	5 - 10	1m	Cerrada	Ondulada	Seca
	E8	260	25					
	D9	260	10					
2	D1	66	22	10	2m	Cerrada	Semi - lisa	Seca
	D2	148	41	10 - 15	2m	Cerrada	Ondulada	Seca
	D3	190	46	10 - 15	2m	Cerrada	Ondulada	Seca
	DP4	30	33	10 - 15	>2	Cerrada	Semi - lisa	Seca
	D5	38	45	10 - 15	>2	Cerrada	Semi - lisa	Seca
3	D1	227	77	15	>2	2 - 5	Semi - lisa	Seca
	D2	172	90	20 - 30	>2	Cerrada	Lisa	Seca
	D3	205	75	15 - 30	2m	Cerrada	Ondulada	Seca
	F4	225	72					
	F5	200	60	Desplazamiento=30 cm				
	D6	330	70					
	D7	152	8					

CONVENCIONES:

E: ESTRATIFICACION
D.P. : DIACLASA PRINCIPAL
F: FALLA
D: DIACLASA

DPAE DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS FOPAE

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE.

TABLA No 4.2 RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

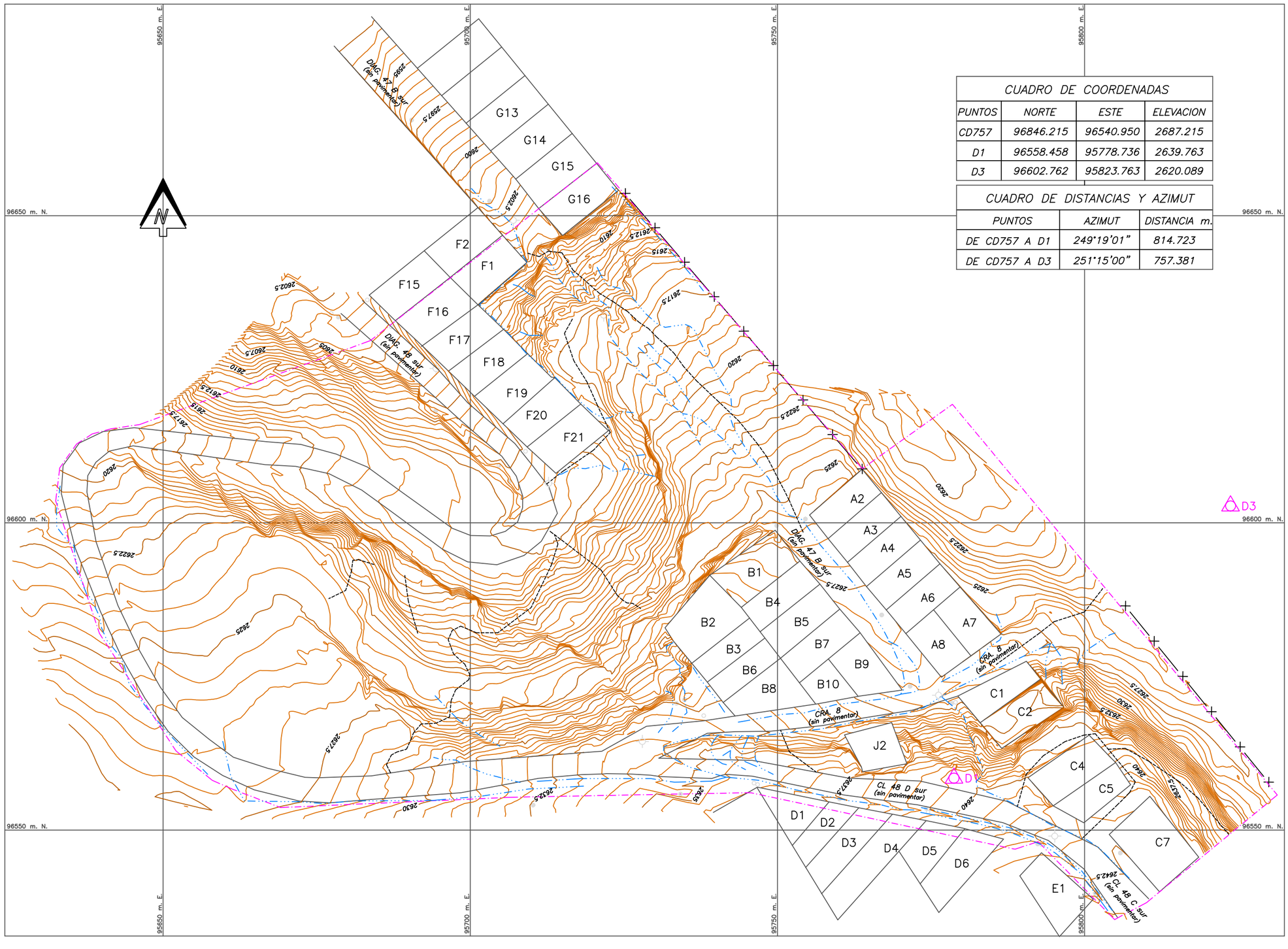
							LÍMITES					COMPRESIÓN INCONFINADA		CORTE DIRECTO					
SONDEO	MUESTRA	Tipo	PROF (m)		γ	γd	LL	LP	IP	Wn	USC	σ_c	E 1%	c´	ϕ´	c´r	ϕ´r	SPT, N	DESCRIPCION
#	#	Muestra	Inicial	Final	(ton/m³)	(ton/m³)	(%)	(%)	(%)	(%)		(kg/cm²)	(kg/cm²)	(kg/cm²)	(°)	(kg/cm²)	(°)	golpes/pie	
1	1	SH	0,70	1,05	2,075	1,700	43,7	18,7	25,0	22,1	CL	2,202	45						Arcilla habana gris con manchas rojizas, arenosa y de consistencia frime
	2	SH	1,60	1,90															
	3	SS	2,05	2,35	1,995		74,7	27,0	47,7	23,9	CH							20	Arcilla habana rojiza con oxidaciones
	4	SS	2,50	2,80														24	
	5	SS	2,95	3,25														16	
	6	SS	3,40	3,70	2,046		67,7	25,0	42,7	26,8	CH							20	Arcilla gris habana con oxidaciones
				5,50															Fin del sondeo
2	1	B	1,00	1,20															
	2	SH	1,30	1,70	1,973	1,610	61,7	22,4	39,3		CH			0,15	20,1	0,054	19,9		Arcilla de color gris con oxidaciones de consistencia firme y alta plasticidad
	3	SS	1,70	2,15	2,053		69,6	28,3	41,3	18,2	CH							16	
	4	SH	2,20	2,50	2,091	1,731				20,8									Arcillolita de color gris con manchas rojizas y consistencia firme
				3,10														50	Fin del sondeo
3	1	B	1,10	1,20															
	2	B	1,40	1,60															
	3	SS	2,05	2,35														6	
	4	SS	2,65	2,95														6	
	5	SS	3,05	3,50	1,963		51,7	23,4	28,3	22,0	CH							5	Arcilla de color habano rojizo
4	1	SS	0,10	0,55															
	2	SS	0,90	1,15														5	
	3	SS	1,40	1,85														26	
	4	SS	2,00	2,45														50	
	5	SS	2,60	3,05														80	
	6	SS	3,60	4,05														48	
	7	SS	4,05	4,35														50	
5	1	SS	0,00	0,50														9	
	2	SS	0,50	1,00	2,182					17,7								8	Relleno arcillo limoso de color habano oscuro con arena
	3	SS	1,00	1,50														5	
	4	SS	1,50	2,00														14	
	5	SS	2,00	2,50	1,962		34,7	17,7	17,0	13,4	CL							28	Arcilla limosa habana rojiza con oxidaciones
	6	SS	2,50	3,00														80	
6	1	SS	0,20	0,70														6	
	2	SS	0,70	1,20														5	
	3	SS	1,30	1,80	2,069		34,7	17,4	17,3	15,0	CL							5	Arcilla limosa algo arenosa de color habano rojizo
	4	SS	1,80	2,30														6	Arcilla o limo arenoso habano, fragmentos de arenisca
	5	SS	2,30	2,80														9	
	6	SS	2,80	3,30														20	
	7	SS	3,30	3,80														25	
	8	SS	3,80	4,30														29	

CONVENSIONES:

γ	:	Peso unitario	σ_c	:	Resistencia a la compresión
LL	:	Límite líquido	E 1%	:	Módulo de elasticidad al 1% de deformación
LP	:	Límite Plástico	c´	:	Cohesión
IP	:	Índice de plasticidad	ϕ´, ϕ r	:	Angulo de fricción pico y residual
Wn	:	Humedad Natural	SPT	:	Ensayo de Penetración Estándar
USC	:	Clasificación Unificada de Suelos			

Tipo de muestra
SH
SS
B

Nota: Los ensayos de corte directo se realizaron en condición de muestra inundada



CUADRO DE COORDENADAS			
PUNTOS	NORTE	ESTE	ELEVACION
CD757	96846.215	96540.950	2687.215
D1	96558.458	95778.736	2639.763
D3	96602.762	95823.763	2620.089

CUADRO DE DISTANCIAS Y AZIMUT		
PUNTOS	AZIMUT	DISTANCIA m.
DE CD757 A D1	249°19'01"	814.723
DE CD757 A D3	251°15'00"	757.381



Secretaria
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTA D.C.
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS DE RIESGO & SIG

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISENO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE SANTAFE DE BOGOTA D.C.

CONTRATO No. CCS-558/99

MAPA BASE

FUENTE: TOPOGRAFIA ENERO DE 2000

TOPOGRAFIA: TOP. JOSE PINEDA MAT.00-1988

INTERVENTORIA : ING. JAIRO ALBERTO LOZANO G.

CONVENCIONES

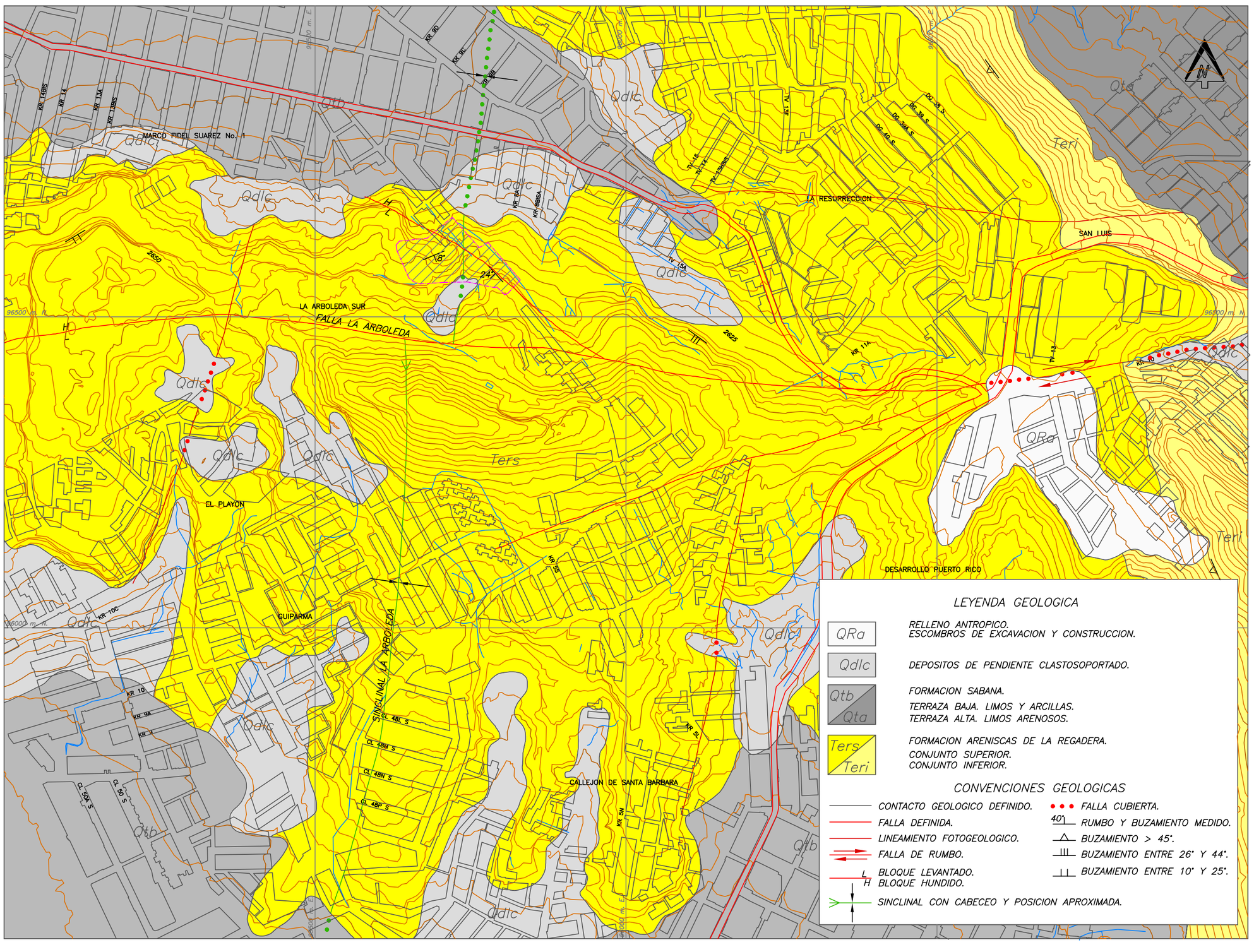
- CURVA DE NIVEL — 2610
- SENDERO ----------
- LOTE C1
- CANAL
- DRENAJE
- POZO ALCANTARILLADO
- CERCA
- POSTE ALUMBRADO
- POSTE TELEFONO
- POSTE ENERGIA
- AREA DE ESTUDIO
- PUNTO TOPOGRAFICO D1

0 2 4 10 20
1 3 5 15 25
ESCALA GRAFICA EN METROS

ESCALA 1:500

FEBRERO 2000

PLANO 1



D: \inteciro\Logo.GIF

Secretaria
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE SANTAFE DE BOGOTA D.C.

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS LTDA
ESTUDIOS DE RIESGO & SIG

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISENO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO VILLAS DEL RECUERDO, LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE SANTAFE DE BOGOTA D.C.

CONTRATO No. CCS-558/99

MARCO GEOLOGICO GENERAL

FUENTE: CATASTRO DISTRITAL

GEOLOGIA : GEOL. CARLOS A. GUEVARA

INTERVENTORIA : ING. JAIRO ALBERTO LOZANO G.

LEYENDA GEOLOGICA

QRa	RELLENO ANTROPICO. ESCOMBROS DE EXCAVACION Y CONSTRUCCION.
Qdlc	DEPOSITOS DE PENDIENTE CLASTOSOPORTADO.
Qtb	FORMACION SABANA.
Qta	TERRAZA BAJA. LIMOS Y ARCILLAS. TERRAZA ALTA. LIMOS ARENOSOS.
Ters	FORMACION ARENISCAS DE LA REGADERA. CONJUNTO SUPERIOR.
Teri	CONJUNTO INFERIOR.

CONVENCIONES GEOLOGICAS

- CONTACTO GEOLOGICO DEFINIDO.
- FALLA DEFINIDA.
- LINEAMIENTO FOTOGEOLOGICO.
- FALLA DE RUMBO.
- L BLOQUE LEVANTADO. H BLOQUE HUNDIDO.
- SINCLINAL CON CABECEO Y POSICION APROXIMADA.
- FALLA CUBIERTA.
- 40° RUMBO Y BUZAMIENTO MEDIDO.
- BUZAMIENTO > 45°.
- BUZAMIENTO ENTRE 26° Y 44°.
- BUZAMIENTO ENTRE 10° Y 25°.

CONVENCIONES

- CURVA DE NIVEL — 2650
- VIA PRINCIPAL
- DRENAJE
- MANZANA
- NOMENCLATURA — TV 14
- NOMBRE DE BARRIO — EL PLAYON
- AREA DE ESTUDIO

0 20 40 100 200
10 30 50 150 250
ESCALA GRAFICA EN METROS

ESCALA 1:5000

FEBRERO 2000

PLANO 2