

**SECRETARIA DE GOBIERNO
FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIA
FOPAE**

CONTRATO No. CCS – 632/99

**ESTUDIO DE RIESGOS POR REMOCIÓN EN MASA Y DISEÑOS
DETALLADOS DE LAS OBRAS DE CONTROL, PROTECCIÓN Y
ESTABILIZACIÓN EN EL BARRIO JUAN PABLO II SECTOR**

LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

INFORME FINAL



LA VIALIDAD LIMITADA
Ingenieros Consultores

Santa Fé de Bogotá, Mayo 18 del 2000



INDICE

1	INTRODUCCIÓN	8
1.1	GENERALIDADES	8
1.2	OBJETIVOS	9
1.2.1	Objetivos Específicos	9
1.3	ALCANCE DEL ESTUDIO	9
1.4	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	9
2	DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL	12
2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SUS POSIBLES CAUSAS	12
2.2	DELIMITACIÓN GEOMÉTRICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	13
3	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	14
3.1	MÉTODO DE TRABAJO	14
4	ESTUDIO GEOLÓGICO	16
4.1	METODO DE TRABAJO	16
4.2	GEOLOGÍA DEL ÁREA	16
4.2.1	Geología Regional	16
4.2.2	Geología Local	18
4.2.3	Condiciones Estructurales	19
4.2.4	Procesos y Geomorfología del Talud	20
5	ESTUDIO HIDROLÓGICO	24
5.1	LLUVIAS MEDIAS	24
5.2	LLUVIAS EXTREMAS	24
6	ESTUDIO GEOTÉCNICO	26
6.1	INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO	26
6.1.1	Exploración	26
6.1.2	Pruebas de Laboratorio	26



6.1.3	Análisis de Resultados.	27
6.2	INVENTARIO DE PROCESOS	28
6.3	MECANISMOS DE FALLA Y EVALUACIÓN DE FACTORES DETONANTES	29
7	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA	31
7.1	CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS MATERIALES.	31
7.2	ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE INESTABILIDAD	32
7.2.1	Análisis de Caída de Bloques	32
7.2.2	Análisis Deslizamiento Rotacional.	33
8	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA	36
8.1	ANTECEDENTES HISTÓRICOS.	37
8.2	NATURALEZA DE LAS SOLICITACIONES.	37
8.2.1	Tipos de Movimiento y Solicitaciones.	38
8.3	VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES.	39
8.3.1	Tipología de Vivienda.	40
8.3.2	Porcentaje de daño	40
9	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA	43
10	ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN	44
10.1	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS Y PRESUPUESTO APROXIMADO	44
10.1.1	Zona I y Zona II	44
10.1.2	Zona III	48
10.1.3	Zona IV	49
10.2	ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE ESTABILIDAD CON OBRAS DE MITIGACIÓN	54
10.2.1	Zona I – II (Alternativa 1) y Zona IV (Alternativa 2)	54
10.2.2	Zona I (Alternativa 2) y Zona IV (Alternativa 1)	54
10.2.3	Zona III (Alternativa 1)	54
10.3	ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO DE LAS ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN	54
10.4	COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS.	55
10.4.1	Zonas I y II	55



10.4.2	Zona III	56
10.4.3	Zona IV	56
10.5	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA DISEÑO	57
10.5.1	Zonas I y II	57
10.5.2	Zona III	58
10.5.3	Zona IV, Sector Sur	60
10.5.4	Zona IV, Sector Norte	61
11	DISEÑO DETALLADO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA	63
11.1	CONDICIONES GENERALES	63
11.2	PLAN GENERAL DE ACCIONES	64
11.3	ESTABILIZACIÓN	64
11.4	MANEJO HIDRÁULICO	65
11.4.1	Diseño estructuras de captación.	66
11.5	CONSOLIDACIÓN URBANA	67
11.6	PLANOS Y ESPECIFICACIONES	67
11.6.1	Especificaciones Particulares	68
11.7	CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO	75
11.8	PROCESO CONSTRUCTIVO	76
11.8.1	Zona I y II	76
11.8.2	Zona III	77
11.8.3	Zona IV – Sector Sur	78
11.8.4	Zona IV - Sector Norte	78
12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79

APENDICE No. 1

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS



INDICE DE TABLAS

Tabla No. 5.1	IDF Zona IV	24
Tabla No. 7.1	Parámetros de resistencia adoptados	32
Tabla No. 7.2	Longitudes de Recorrido y Probabilidad de Llegada de Bloques y Afectación por Deslizamiento Rotacional	33
Tabla No. 7.3	Niveles de Amenaza por FRM	34
Tabla No. 8.1	Intensidad de las Solicitaciones	39
Tabla No. 8.2	Tipología de Viviendas.	40
Tabla No. 8.3	Porcentaje de Daño a las Edificaciones por la Intensidad de las Solicitaciones	40
Tabla No. 8.4	Niveles de Vulnerabilidad	41
Tabla No. 8.5	Nivel de Afectación de las viviendas a 1 Año y a 20 Años sin Construcción de Obras de Mitigación	42
Tabla No. 8.6	Inventario de Viviendas	
Tabla No. 8.7	Evaluación de Riesgos a 1 Año	
Tabla No. 8.8	Evaluación de Riesgos a 20 Años	
Tabla No. 9.1	Niveles de Riesgo – Predios Afectados a 1 Año	43
Tabla No. 9.2	Niveles de Riesgo – Predios Afectados a 20 Años	43
Tabla No. 10.1	Zonas I y II - Cantidades de Obra Alternativa 1	45
Tabla No. 10.2	Zonas I y II - Cantidades de Obra Alternativa 2	46
Tabla No. 10.3	Zonas I y II - Cantidades de Obra Alternativa 3	47
Tabla No. 10.4	Zona III - Cantidades de Obra	48
Tabla No. 10.5	Zona IV, Sector Sur - Cantidades de Obra Alternativa 1	50
Tabla No. 10.6	Zona IV, Sector Sur - Cantidades de Obra Alternativa 2	51
Tabla No. 10.7	Zona IV, Sector Norte - Cantidades de Obra Alternativa 1	52
Tabla No. 10.8	Zona IV, Sector Norte - Cantidades de Obra Alternativa 2	53
Tabla No. 10.9	Costo Alternativas / Costo Daños Sin Obras en miles de pesos	55
Tabla No. 10.10	Zonas I y II - Cantidades de Obra Alternativa Seleccionada	57
Tabla No. 10.11	Zona III - Cantidades de Obra Alternativa Seleccionada	59
Tabla No. 10.12	Zona IV, Sector Sur - Cantidades de Obra Alternativa Seleccionada	60
Tabla No. 10.13	Zona IV, Sector Norte - Cantidades de Obra Alternativa Seleccionada	61
Tabla No. 11.1	Cantidades de Obra y Presupuesto General	75



INDICE DE CUADROS

Cuadro No. 10.1	Factores de Seguridad y Probabilidad de Falla – Con Drenaje
Cuadro No. 10.2	Factores de Seguridad y Probabilidad de Falla – Con Drenaje y Construcción de Bermas
Cuadro No. 10.3	Arbol de Decisiones – Zonas I y II Alternativa 1
Cuadro No. 10.4	Arbol de Decisiones – Zonas I y II Alternativa 2
Cuadro No. 10.5	Arbol de Decisiones – Zonas I y II Alternativa 3
Cuadro No. 10.6	Arbol de Decisiones – Zona III Alternativa 1
Cuadro No. 10.7	Arbol de Decisiones – Zona IV, Sector Sur Alternativa 1
Cuadro No. 10.8	Arbol de Decisiones – Zona IV, Sector Sur Alternativa 2
Cuadro No. 10.9	Arbol de Decisiones – Zona IV, Sector Norte Alternativa 1
Cuadro No. 10.10	Arbol de Decisiones – Zona IV, Sector Norte Alternativa 2



INDICE DE FIGURAS

Figura No. 4.1	Gráfico de localización del Área de Estudio
Figura No. 4.2	Mapa Geológico Regional
Figura No. 4.3	Fotointerpretación Geológica Regional
Figura No. 4.4	Fotointerpretación Geológica – Base Plancha Topográfica L-45 IGAC
Figura No. 10.1	Sector I y II, Alternativa 1
Figura No. 10.2	Sector I y II, Alternativa 2
Figura No. 10.3	Sector I y II, Alternativa 3
Figura No. 10.4	Sector III
Figura No. 10.5	Sector IV, Alternativa 1 Tramo Sur
Figura No. 10.6	Sector IV, Alternativa 2 Tramo Sur
Figura No. 10.7	Sector IV, Alternativa 1 Tramo Norte
Figura No. 10.8	Sector IV, Alternativa 2 Tramo Norte



INDICE DE ANEXOS

1. REGISTRO FOTOGRÁFICO
2. TOPOGRÁFICO
 - 2.1 Certificación Placas Topográficas
 - 2.2 Reportes de Coordenadas de la Poligonal
 - 2.3 Reportes de Coordenadas de las Radiaciones
 - 2.4 Listado de Descripciones para Levantamientos Topográficos
 - 2.5 Carteras de Campo
3. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
4. ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE CAÍDA DE BLOQUES
5. ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE DESLIZAMIENTO SUPERFICIE DE FALLA ROTACIONAL
6. ANÁLISIS CINEMÁTICO
7. INVENTARIO PREDIAL
8. PLANOS
 1. Plano Topográfico y de Localización de Apiques
 2. Plano Geológico General
 3. Plano de procesos y Geomorfología del Talud
 4. Inventario de Procesos, Mecanismos de Falla y Solicitaciones
 5. Mapa de Amenaza, Posibilidad de Falla a 1 Año
 6. Mapa de Amenaza a 20 Años
 7. Tipología de Vivienda
 8. Riesgo a 1 Año
 9. Vulnerabilidad a 1 Año
 10. Vulnerabilidad a 20 Años
 11. Riesgo a 20 Años
 12. Localización de Obras y Detalles de Diseño (Topografía Existente)
 13. Localización de Obras y Detalle de Diseño
 14. Plano de Planteamiento Paisajístico y Mejoramiento Urbano



ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCIÓN EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE LAS OBRAS DE CONTROL, PROTECCIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN EL BARRIO JUAN PABLO II, SECTOR LA LAGUNA

LOCALIDAD CIUDAD BOLÍVAR

RESUMEN EJECUTIVO

1 INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de consultoría No. CCS-632 de 1999 suscrito entre la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias – DPAE y La Vialidad Limitada, se presentan los resultados del estudio de riesgo por remoción en masa y los diseños detallados de las obras de control, protección y estabilización del Barrio Juan Pablo II, sector La Laguna de la localidad de Ciudad Bolívar localizado entre las Calles 67 Sur y 66A Sur con Carrera 18I y 18K, donde se desarrollo una antigua cantera de explotación de materiales.

El objetivo general del estudio consistió en el análisis y evaluación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa para las diferentes viviendas localizadas en la parte alta e inferior del talud; considerando el diseño de las diferentes obras de control, protección y estabilización.

2 DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO

Dentro de los límites laterales del escarpe rocoso dejado por la antigua cantera se delimitaron cuatro zonas que permitieron el análisis de la amenaza a nivel sectorial.

ZONA I

Corresponde al talud localizado en el costado sur, donde este presenta una altura de 10 m formando un escarpe casi vertical. El tipo de falla predominante corresponde a la caída de bloques de forma aproximadamente tabular.

ZONA II

Sector del talud donde se exponen a su parte media niveles de areniscas con bloques tabulares de longitudes mayores de 1.5m. Los procesos identificados corresponden a desprendimientos de bloques, cuyo alcance puede afectar una vivienda.

ZONA III

Dentro de esta zona se establecen dos tipos de procesos: un deslizamiento de tipo rotacional que involucra los niveles de arcillolitas, suelos residuales de la parte alta del talud y el nivel de areniscas y arcillolitas muy fracturadas que configuran la parte media e inferior del corte; con una afectación de dos (2) viviendas en la parte inferior y dos (2) en la parte superior.

El segundo mecanismo se asocia a los desprendimientos de bloques con una afectación por impacto de las viviendas localizadas en la base del talud.



ZONA IV

Configura el sector Norte del talud, donde se ha presentado desprendimiento y rodamiento de bloques, con recorridos importantes por la topografía de la ladera, con una afectación por impacto de nueve (9) viviendas localizadas en la base del talud.

3 EVALUACIÓN Y ANALISIS DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD

La mayor parte de las viviendas construidas en el área de influencia, corresponden a construcciones con muros cargueros, sin confinamiento lateral; en segundo lugar se destacan las construcciones con estructuras de pórtico de concreto y sólo tres viviendas son informales o subnormales.

Para el sector inferior del talud sobre la calle 66A sur se identificaron 19 viviendas que se pueden afectar por los desprendimientos de bloques y dentro de éstas dos por el deslizamiento rotacional. Adicional a la vulnerabilidad de los elementos estructurales se identifica para estas viviendas una alta vulnerabilidad asociada a los elementos corporales (por movilidad de las personas en los patios de las diferentes construcciones)

En el análisis de amenaza y vulnerabilidad se identificaron los siguientes mecanismos de falla.

- Deslizamiento rotacional de poca profundidad que afecta la parte media del talud; se identifica un componente vertical importante en la parte superior que afecta dos construcciones (Nos. 49 y 52) y un componente de empuje en la pata del deslizamiento que afecta dos viviendas (Nos. 39 y 40.)
- Desprendimiento por volteo y caída de bloques que afectan las zonas II, III y IV donde se identifica una afectación por impacto de los diferentes elementos estructurales de las viviendas localizadas en la parte baja del talud (18 viviendas localizadas sobre las calles 66A Sur).

De acuerdo con el análisis de amenaza a un Año para las zonas III y IV, es inminente la afectación de las viviendas por el deslizamiento de tipo rotacional y por la caída de bloques.

A 20 Años el nivel de vulnerabilidad de las viviendas aumenta notoriamente ante la evolución de las diferentes solicitaciones identificadas.

4 PLANTEAMIENTO DE OBRAS Y MEDIDAS CORRECTIVAS

Las diferentes alternativas para el diseño de las obras fueron orientadas en los siguientes aspectos:

- a) Un control de la amenaza, tanto de los desprendimientos, caídas de bloques y la inestabilidad del talud, mediante obras correctivas.



- b) Un control de la vulnerabilidad para los sectores donde se identifica una alta exposición de elementos corporales asociados a la dinámica diaria de movimiento de la población (niños) en los patios traseros aledaños al talud.

Se plantearon las siguientes obras:

ZONAS I Y II

- Compra del solar de la casa No. 32
- Construcción de un cerramiento de la zona de influencia de caída de bloques, mediante postes metálicos de 4 m, de altura con malla eslabonada. Esta medida esta orientada a aislar la zona máxima de llegada de los bloques.
- Costo de \$ 24.593.830.

ZONA III

- Compra de tres viviendas (Nos. 49, 52 y 54)
- Construcción de un filtro en trinchera.
- Abatimiento y descarga del talud mediante la construcción de una berma intermedia de 3 m de amplitud.
- Revestimiento de los taludes y de la berma con concreto lanzado y el manejo de las aguas superficiales mediante cunetas revestidas en concreto.
- Instalación de pernos de anclaje (pasivos de 3 m de longitud),
- Costo: \$ 108.591.218

ZONA IV, SECTOR SUR

- Compra de la vivienda No. 47.
- Revestimiento del talud mediante el uso de malla, concreto lanzado y pernos de anclaje de 3 m, de longitud.
- Costo: \$ 27.483.035

ZONA IV, SECTOR NORTE

- Compra del lote (No. 14) ubicado en la parte superior
- Protección del corte superior mediante concreto lanzado y pernos de anclaje. Esta medida requiere la limpieza manual y retiro de los bloques sueltos.
- Costo: \$ 26.199.274

4.1 COSTO TOTAL Y ORDEN DE PRIORIDAD DE LAS OBRAS

El costo total de las obras es de(\$186.867.356) CIENTO OCHENTA Y SIES MILLONES OCHOCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS PESOS M/CTE.)



Orden de Prioridad	Costo
Zona III	\$ 108 591 218.00
Zona IV, Sector Sur	\$ 27 483 035.00
Zona IV, Sector Norte	\$ 26 199 274.00
Zonas I y II	\$ 24 593 830.00
COSTO TOTAL	\$186 867 356.00