

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	3
2	SITIO 1 – BARCELONA II	4
2.1	DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL	5
2.2	ESTUDIO GEOLOGICO	5
2.3	ESTUDIO GEOTECNICO.....	6
2.4	ANÁLISIS GEOTÉCNICO Y SISMICO	7
2.5	OBRAS PROPUESTAS.....	7
2.5.1	Perfilado.....	7
2.5.2	RECUBRIMIENTO EN PIEDRA PEGADA.....	7
2.5.3	Obras de drenaje	8
2.5.4	Filtros	8
2.5.5	Cunetas.....	8
2.5.6	Sumidero.....	8
2.5.7	Construcción de andenes	8
2.6	EVALUACION DE LA AMENAZA	8
2.7	ANALISIS DE VIABILIDAD DE CONSTRUCCION E INTERFERENCIAS	9
2.8	CANTIDADES DE OBRA , PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA.....	9
3	SITIO 2 – LAURELES SURORIENTAL	11
3.1	DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL	11
3.2	ESTUDIO GEOLOGICO.....	12
3.3	ESTUDIO GEOTECNICO.....	13
3.4	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CONDICION ACTUAL	14
3.5	OBRAS PROPUESTAS.....	16
3.6	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SITUACIÓN FUTURA (CON OBRAS).....	16
3.7	MEDIDAS CORRECTIVAS RECOMENDADAS	17
3.8	ANALISIS DE VIABILIDAD DE CONSTRUCCION E INTERFERENCIAS	18
3.9	CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO	18
4	SITIO 3 – BARCELONA I	20
4.1	DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL	20
4.2	ESTUDIO GEOLOGICO	21
4.3	ESTUDIO GEOTECNICO.....	21
4.4	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	23
4.5	OBRAS PROPUESTAS.....	23
4.5.1	Reubicación Vivienda	23
4.5.2	Muro de contencion	23
4.5.3	Obras de drenaje	24
	<input type="checkbox"/> Filtros.....	24
	<input type="checkbox"/> Cuneta sardinel	24
4.6	EVALUACION DEL FACTOR DE SEGURIDAD	24
4.6.1	CONDICION ACTUAL	24
4.6.2	CONDICION CON OBRAS.....	25
4.7	ANALISIS DE VIABILIDAD DE CONSTRUCCION E INTERFERENCIAS	25
4.8	CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA.....	25

Elaboración de Diseños de Obras, Presupuestos y Especificaciones Técnicas en Sitios Críticos de Riesgos inminente por Remoción en Masa en la localidad de San Cristóbal de la Ciudad De Bogotá D.C.

4.9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
5	SITIO 4 – NUEVA ESPAÑA.....	27
5.1	DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL	27
5.2	ESTUDIO GEOLOGICO.....	28
□	Deposito Glacio-Fluvial. (Qgf).....	29
5.3	ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	29
5.4	ANÁLISIS GEOTÉCNICO	31
5.4.1	Análisis de estabilidad situación actual.....	31
5.5	OBRAS PROPUESTAS.....	32
5.6	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SITUACIÓN FUTURA (CON OBRAS).....	32
5.7	MEDIDAS CORRECTIVAS RECOMENDADAS	33
5.8	ANALISIS DE VIABILIDAD DE CONSTRUCCION E INTERFERENCIAS	34
5.9	CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO	34
5.10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
6	LIMITACIONES	36

1 INTRODUCCIÓN

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE a través de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias del Distrito - DPAE suscribió el Contrato de Consultoría No. 512 de 2006 con el Unión Temporal Geotecnia San Cristobal, conformado por HILDEBRANDO CIENDÚA CIENDÚA y EDGAR EDUARDO RODRÍGUEZ GRANADOS, la ejecución del estudio titulado “Elaboración de diseños de obras nuevas y diseños para el mantenimiento de obras existentes, presupuestos y especificaciones técnicas en sitios críticos de riesgo inminente por remoción en masa en las Localidad de San Cristobal

El objetivo general del estudio es realizar la evaluación de alternativas de mitigación del riesgo y la realización de los diseños detallados de las medidas recomendadas para el sector afectado, orientadas a reducir el nivel de riesgo. Para este fin se utilizó como insumo toda la información topográfica, levantamiento geológico y geomorfológico, exploración del subsuelo e inventario de viviendas. En general se empleo los siguientes documentos:

- Levantamiento topográfico detallado de la zona de estudio a escala 1:500, con curvas de nivel cada 0.50 m.
- Exploración del subsuelo por medio de métodos directos (perforaciones, apiques, y trincheras) y la ejecución de ensayos de laboratorio que permitan determinar los niveles, calidad y tipo de suelo existente y elaborar el perfil geotécnico y geológico de la zona, así como la caracterización geomecánica de los materiales.
- Inventario y cartografía de variables como: geología, geomorfología e inventario de viviendas.
- Análisis de estabilidad de taludes por fenómenos de remoción en masa.
- Determinación y evaluación de alternativas de reducción del riesgo en la zona.
- Diseño detallado de obras
- Presupuesto detallado y especificaciones.

2 SITIO 1 – BARCELONA II

El Sitio 1 – ubicado en el barrio Barcelona de la localidad de San cristobal, El área del sitio de la emergencia es de aproximadamente 0.5 Ha, la cual se localiza en el costado norte del barrio Barcelona, la nomenclatura del sector es Cll 39 S x Kr. 9. La localización en planta de la zona de estudio se muestra en la Figura 1-1..

De acuerdo con diagnostico de la DPAE DI- 2542 de 23 de noviembre Deslizamiento superficial de 3 m3 de material (coluvión y relleno) en un talud de aproximadamente 20 m de longitud y 4 m de altura, ubicado en la Calle 39 B Sur con Carrera 9B, del barrio Barcelona de la Localidad de Rafael Uribe. El citado talud presenta dos niveles de corte paralelos a la vía, la cual es peatonal

Al parecer el desprendimiento fue ocasionado por fugas en mangueras del acueducto, ya que sobre la superficie de deslizamiento se observa filtraciones que coinciden con trazos de estas mangueras, en la parte superior del talud, a unos 40 cm del escarpe, se observa una grieta con abertura de 0,5 cm, lo que indica que una porción adicional de aproximadamente 2 m3 de material puede desplazarse en el mismo sitio. A lo largo del talud se observa material suelto en diferentes puntos e incluso ligera inclinación en el tallo de algunos arbustos, indicando un desplazamiento lento.

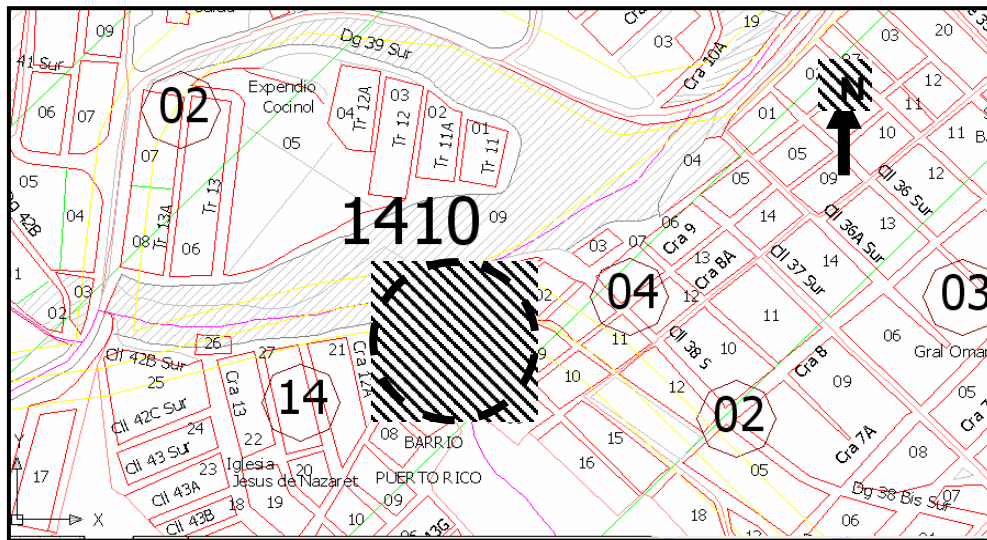


Figura 2-1 Localización de la zona de estudio – barrio Barcelona

2.1 DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL

El área en estudio se localiza en una franja de terreno entre las viviendas que se ubican a cada lado de la Diagonal 39 A sur entre la carrera 9 y 50m al occidente. Esta franja corresponde a un talud de altura media 6.0m, en cuyo subsuelo se encuentra, hasta una profundidad media de 2.0m, un depósito de tipo coluvial que sobreyace arenisca de la Formación Regadera. Dadas las condiciones geométricas del contacto entre estas dos capas –un plano buzando hacia la ladera, en condición cinemática desfavorable-, el depósito coluvial se encuentra en condición de estabilidad precaria en condición estática seca. De presentarse fuertes lluvias o rotura de tuberías que acarreen humedecimiento de los materiales, o bien un sismo, es probable que el talud se inestabilice y afecte las viviendas del costado norte de la diagonal 39A S, así como sus habitantes

El alcance del estudio es proporcionar una solución al área de amenaza alta y revisar la estabilidad de la ladera, así como proponer las obras para mitigar el riesgo. De acuerdo con la clasificación de Varnes clasifica como Hundimiento de tierra, con tendencia a la falla rotacional.

2.2 ESTUDIO GEOLOGICO

El barrio Barcelona queda localizado en la parte superior de un cerro rocoso, que puede considerarse “aislado”, en el extremo sur de la avenida 10ª.

En la zona se encuentran las siguientes formaciones : Formación Arenisca de la Regadera (Tar), Formación Usme (Tu), Depósitos Coluviales (Qc), Rellenos y Sobrantes de Antrópicos (Qra):

El sitio de interés se localiza hacia el extremo nor-oriental del denominado Sinclinal de Tunjuelo – Usme. Resalta la disposición estructural por la presencia de los crestos rocosos que expone la Formación Regadera.

En Barcelona I, el sitio se localiza inmediatamente por debajo del filo rocoso, el cual presenta rumbo EW y buzamiento de 50° a 60°, hacia el S. Esta condición debe mantenerse hacia el sitio de Barcelona II, dispuesto a menos de 100 m de distancia. El barrio Barcelona queda localizado sobre una ladera rocosa cubierta por suelos coluviales, la pendiente de la superficie corresponde a un sistema de diaclasamiento normal a la estratificación de una masa rocosa de roca sedimentaria.

El proceso de inestabilidad se relaciona directamente a los suelos de tipo coluvial. Compuestos por bloques y guijarros de diferentes granulometrías, todos matriz soportados. La matriz, corresponde a arcilla y limo de color rojizo y de compactación moderada a baja.

2.3 ESTUDIO GEOTECNICO

La exploración de campo consistió en la ejecución de 2 sondeos mecánicos, 5 apiques y 2 trincheras exploratorias Y 4 sondeos manuales, distribuidos en el área de influencia. A continuación se relacionan las profundidades alcanzadas en cada sondeo:

Tabla 2.1 Profundidades ejecutados

SONDEO	PROF
1	2
2	4.3
3	1.5
4	0.8
5	2.7
Sm1	7.5
Sm2	2.5

A partir de las muestras obtenidas de la exploración de campo se programó una serie de ensayos de laboratorio con el fin de obtener las propiedades índice de clasificación y los parámetros de resistencia de los materiales existentes. En la Tabla 2.3-1 se presenta el número de ensayos realizados.

Tabla 2.3-1 Cantidad de ensayos de laboratorios ejecutados

°Prueba de laboratorio	No. de ensayos
Humedad natural	25
Límites de consistencia	8
Peso unitario	4
Resistencia a la compresión simple suelos	1
Resistencia a la compresión simple Rocas	0
Granulometría	2
Cortes directos en suelo	3
Cortes directos en roca	0

Con base en la evaluación geológica y geomorfológica, la exploración del subsuelo y los resultados de los ensayos de laboratorio, el área de estudio se caracterizó en 2 materiales que se describen a continuación:

Material 1 Depósito coluvial se encuentra constituido por materiales que varían de limo arcillosos o arcillo limosos de color claro con espesor variable, en algunas zonas presenta gravas en algunas zonas los subyacen capas de arena producto de la meteorización de la roca subyacente. Según los resultados de los ensayos de laboratorio este se puede clasificar como CL y en algunas zonas SC-SM, el limite liquido promedio de este material es 22 y su limite plástico de 14 véase anexo 2 resúmenes gráficos.

Material 2 Residual arenisca es una capa de arena producto de la meteorización, de la roca subyacente es de color habano y su espesor variables de 1 hasta 4 metros su valor de ángulo de fricción varia de 47° a 72° dependiendo del grado de saturación. La cohesión similarmente varía de 0.9 a 3.ton /m2

Material 3 Roca arenisca de grano fino a medio friable, por este hecho se trabaja con los parámetros de material 2

2.4 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

De acuerdo con la topografía del sitio, la evaluación geológica y geotécnica de campo, y en la caracterización de materiales, se definieron 5 secciones de análisis representativas de los cambios de pendientes más sobresalientes en la topografía y que reflejan las condiciones de estabilidad de las laderas en el área de estudio.

El análisis de estabilidad consistió en el determinación de las superficies de falla crítica para todas las secciones de análisis, empleando el programa de análisis de estabilidad SLIDE Versión 5.0 (Stability analysis for soil and rock slopes, de Rocscience, Geomechanics Software Solutions) mediante el método de equilibrio límite de Bishop (1955). Esta herramienta de análisis permite definir diferentes modelos de falla para distintas configuraciones y propiedades de los materiales, condiciones de agua, y de cargas tanto estáticas como dinámicas.

Los parámetros empleados en los análisis de estabilidad para todas las secciones, se muestran en la Tabla 2.4-2

Tabla 2.4-2. Parámetros geomecánicos para análisis de estabilidad condición seca.

Material	Peso Unitario (kN/m ³)	Cohesión (kN/m ²)	Angulo de fricción
Coluvión	19	52	34
Residual Arenisca	22	60	47

Tabla 2.4-2. Parámetros geomecánicos para análisis de estabilidad condición saturada inicial.

Material	Peso Unitario (kN/m ³)	Cohesión (kN/m ²)	Angulo de fricción
Coluvión	21	14	30
Residual Arenisca	22	60	47

2.5 OBRAS PROPUESTAS

2.5.1 Perfilado

Al tratarse de un talud con una pendiente muy fuerte, se requiere de un proceso de reconformación del mismo, para disminuir su susceptibilidad al deslizamiento, el ángulo máximo del talud será el de 51°, el perfilado se realizará teniendo presente que se debe conservar el acceso a las casas de la corona del talud para tal fin se debe garantizar un ancho mínimo de 1m para permitir la circulación y el acceso a las viviendas.

2.5.2 RECUBRIMIENTO EN PIEDRA PEGADA

Al perfilar el talud este queda expuesto a la erosión por tal motivo se requiere de l recubrimiento de talud con piedra pegada, tal como se muestra en el plano N°4 de Obras.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

El Revestimineto en piedra pegada debe ser provisto de lloraderas que complementan las estructuras de filtro longitudinales propuestas.

2.5.3 Obras de drenaje

El material presenta cambios de consistencia drásticos en presencia de agua, por esto se hace necesaria la utilización de estructuras de drenaje, que protejan el talud de aportes futuros de agua que puedan hacer que el sistema de fracturas abiertas se llene de agua, aumentando el nivel de agua y la presión de poros en las superficies potenciales de falla.

Las obras de drenaje que se plantean son:

2.5.4 Filtros

A lo largo del talud se plantea la ubicación de una estructura de drenes sobre la cara del talud de sección cuadrada de 50 cm, los cuales se construirán con piedra y Geotextil y entregaran a un filtro tipo francés ubicado en la pata del talud, el cual se conecta a las cunetas de las escaleras existentes. Veáse plano N°4.

2.5.5 Cunetas

Para manejar las aguas que escurren por el talud se construirá una cuneta en la pata del talud la cual se ubicara encima del filtro veáse planos N° 4 Y 5.

2.5.6 Sumidero

En la parte alta en la zona de las casas se plantea la construcción de un sumidero para interceptar el agua veáse planos N° 4 Y 5.

2.5.7 Construcción de andenes

En la parte alta y en la parte baja se construirán los andenes en concreto para proteger y garantizar el transito de los peatones. El espesor propuesto para estos es de 10 cm.

2.6 EVALUACION DE LA AMENAZA

En la Tabla 2.6.1y 2.6.2 se reseñan los factores de seguridad obtenidos para la condición actual y con obras sometida a diferentes escenarios.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

Tabla 2.6.1 Factores de Seguridad para diferentes condiciones de análisis sin obras

Nº	SECCIÓN	FACTORES DE SEGURIDAD					
		ESTATICA			SISMO Aa = 0.16		
		SECO	SATURADO	NF ABATIDO	SECO	SATURADO	NF ABATIDO
1	A-A	2.0	1.74	1.936	1.56	1.28	1.53
Amenaza		BAJA	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA	BAJA
4	D-D	1.6	0.9	1.27	1.28	0.603	0.82
Amenaza		Media	Alta	Media	Media	Alta	Alta

Tabla 2.6.2 Factores de Seguridad para diferentes condiciones de análisis con obras

Nº	SECCIÓN	FACTORES DE SEGURIDAD				
		ESTATICA			SISMO Aa = 0.16	
		SECO	SATURADO	NF ABATIDO	SATURADO	NF ABATIDO
3	A-A	2.7	1.97	3.0	2.97	2.48
AMENAZA		Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
4	D-D	2.6	2.5	2.5	1.7	2.1
AMENAZA		Baja	Baja	Baja	Baja	Baja

2.7 ANALISIS DE VIABILIDAD DE CONSTRUCCION E INTERFERENCIAS

La obra propuesta se ejecutará en una zona verde no interfiriendo ningún predio privado, la única interferencia que se observa, es la presencia de una escalera en concreto realizada sobre el talud para acceder a la terraza de una vivienda; la escalera debe ser reubicada.

2.8 CANTIDADES DE OBRA , PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Las cantidades de obra reportadas en el presente estudio refieren a las actividades de los requerimientos para mitigar riesgo. Los costos directos de la obra planteada son de cincuenta y tres millones seiscientos veinte mil ochocientos ochenta y seis pesos. (**\$ 53 620 886.00**), el costo total es de sesenta y siete millones ochocientos cuarenta y cuatro mil cuarenta y un pesos con siete centavos (**\$ 67 844 041.7**)

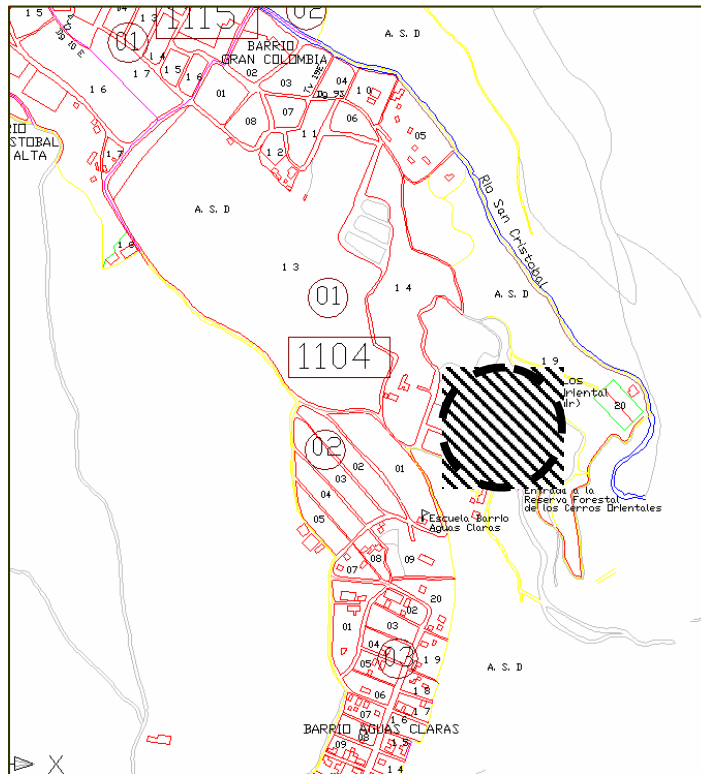
2.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio se realizó para dar solución a una emergencia registrada en noviembre de 2005, De acuerdo con diagnóstico de la DPAE DI- 2542 consistió de un Deslizamiento superficial de 3 m³ de material (coluvión y relleno) en un talud de aproximadamente 20 m de longitud y 4 m de altura, ubicado en la Calle 39 B Sur con Carrera 9B, del barrio Barcelona de la Localidad de Rafael Uribe. El citado talud presenta dos niveles de corte paralelos a la vía, la cual es peatonal

Para dar solución a este problema el grupo de profesionales participante seleccionó la alternativa de perfilado del talud para disminuir, acompañado de estructuras de drenaje para proteger de saturación el talud y un recubrimiento en piedra pegada para proteger de la erosión.

3 SITIO 2 – LAURELES SURORIENTAL

El Sitio 2 está ubicado en el barrio Laureles Suroriental, UPZ San Blas de la localidad de San Cristóbal. El área del sitio de la emergencia es de aproximadamente 600 m², la cual se localiza en el barrio Laureles en la Carrera 20B Este entre calles 9 sur y 9 A sur. La localización en planta de la zona de estudio se muestra en la Figura 3.1-1, y en el Anexo 1 se presenta un registro fotográfico de la zona afectada.



3.1 DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL

El antecedente principal que motivo la realización de este estudio en este sitio, de acuerdo con el diagnóstico Técnico DI-1887 del Depae, correspondió a un deslizamiento de tipo rotacional que se presentó el 2 de Diciembre de 2003, de aproximadamente 25 m de ancho en un talud de 5,0 m de altura involucrando un volumen aproximado de 50 m³, dejando un escarpe de 0,30 m de altura y una abertura de 0,1 m afectando la vía en afirmado y la cimentación de un poste de energía ubicados en la parte alta del talud y poniendo en peligro las viviendas ubicadas en la parte baja.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

La zona de estudio está conformada básicamente por acumulaciones de origen glacial conformado por bloques y gravas angulares, matriz soportados en matriz limo arcillosa, depositados a la base o piedemonte de la serranía de Guadalupe. Superficialmente se disponen indistintamente algunos rellenos antropicos y materiales de origen orgánico.

Como consecuencia de la invasión urbanística de condición sub-normal, la zona del barrio los laureles ha sido intervenida de manera severa requiriendo la ejecución explanaciones y taludes de corte de manera indiscriminada, así como redes de acueducto y alcantarillado construidos bajo condiciones técnicas reducidas.

La vía principal de acceso al barrio, implicó la conformación de taludes de corte hasta de unos 12 m de altura. Simultáneamente, la construcción de la mayoría de las viviendas se efectuó mediante el corte en la parte superior y relleno hacia la porción inferior.

El fenómeno de inestabilidad que genera condiciones de riesgo en el barrio Laureles actualmente, consiste en la generación de movimientos de tipo rotacional en los materiales de tipo glacial que afectan a los taludes de corte y áreas anexas en la zona inmediatamente que sigue al muro de contención existente. Contribuyen a los fenómenos de inestabilidad la falta de obras de drenaje superficial, la alta pendiente de los taludes y procesos erosivos.

Debido a procesos de remoción en masa presentados anteriormente en la zona, se construyó un muro en concreto que permitió estabilizar la banca de la vía, y el talud dispuesto entre esta y la explanación mencionada a la base hasta un determinado punto. Dado que en el sector que sigue a inmediatamente finaliza el muro existente, corresponde igualmente a un talud de corte en depósitos fluvioglaciales, se han venido presentado inestabilidades y o movimientos en masa someros, hacia el oriente debido a la pérdida de material de matriz arcillo-limosa generada principalmente por infiltraciones de escorrentía y la alta pendiente, comprometiendo la vía de acceso y algunas viviendas cercanas.

3.2 ESTUDIO GEOLOGICO

El barrio Laureles Queda localizado inmediatamente aguas debajo de la angostura topográfica que establece el río San Cristóbal al cruzar la Serranía de Guadalupe – Chipaque. Igualmente se dispone al pie de la ladera rocosa que conforma la mencionada serranía, sobre terreno con topografía montañosa a ligeramente ondulada.

Los materiales naturales se restringen básicamente a acumulaciones de origen glacial, depositados a la base o piedemonte de la serranía de Guadalupe.

Grupo Guadalupe Superior (Ksgs)

Corresponde a una secuencia compuesta por arenisca cuarzosa gris clara de grano fino a medio, con escaso cemento y de condición friable, con intercalaciones de limolitas y lodolitas silíceas, en la parte superior se presentan frecuentes intercalaciones de bancos de limolitas silíceas y de liditas habanas, hacia la base. El espesor total es variable hasta de unos 300 m.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

Depósito Glacial (Qg)

Corresponden a una acumulación de bloques y guijarros angulares, matriz soportados. Los fragmentos líticos son de arenisca cuarzosa y cuarcítica y de liditas, color crema habano, moderadamente duros, tamaños hasta de 0.5 m., angulares. La matriz es de carácter arcillo-limosa, con humedad natural moderada y consolidación moderada.

3.3 ESTUDIO GEOTECNICO

La exploración del subsuelo se programó con base en las características observadas en el área del proyecto y teniendo en cuenta la información de referencia. La exploración de campo consistió en la ejecución de 1 sondeo mecánico, 4 apiques y 2 trincheras exploratorias, distribuidos en el área de influencia. A continuación se relacionan las profundidades alcanzadas en cada sondeo:

Tabla 3.3-1 Profundidades sondeos ejecutados

SONDEO	PROF
PER1	7,0
AP1	2,0
AP2	2,0
AP3	2,0
AP4	2,0
TR-1	8,50 (*)
TR-2	8,0 (*)

(*) Longitud de trinchera

de ensayos de laboratorio con el fin de obtener las propiedades índice de clasificación y los parámetros de resistencia de los materiales existentes. Los ensayos realizados consistieron en humedad natural, límites de consistencia, peso unitario, granulometría, resistencia a la compresión simple y corte directo en suelo. Debido a la dificultad de obtener muestras inalteradas representativas en los depósitos fluvio-glaciares no fue posible realizar mayor número de ensayos de resistencia. En la Tabla 3.3-2 se presenta el tipo y número de ensayos realizados.

Tabla 3.3-2 Cantidad de ensayos de laboratorios ejecutados

°Prueba de laboratorio	No. de ensayos
Humedad natural	19
Límites de consistencia	8
Peso unitario	6
Resistencia a la compresión simple suelos	1
Granulometría	2
Cortes directos en suelo	1

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en este estudio se resumen en la Tabla 3.3-2

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

**TABLA 5,2
RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO**

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Humedad natural %	Limite líquido (%)	Limite plástico %	Indice plásticidad %	Clasificación USCS	Peso unitario (t/m3)	Resistencia qu (t/m2)	Parámetros	
										c' (t/m2)	φ
AP1	m1	0,40	23,67	25,10	16,20	8,90	CL				
	m3	1,50	20,50	34,20	16,50	17,70	CL	1,63			
	m4	1,90	20,30								
AP2	m1	0,20	23,10	35,70	16,30	19,40	CL				
	m2	1,00	23,30								
	m3	1,25	18,90	25,90	16,50	9,40	CL	2,16			
AP3	m2	2,00	16,60								
	m3	1,00	24,80								
	m4	1,20	11,10								
AP4	m2	1,90	13,50								
	m3	0,60	35,50								
	m4	1,50	34,70					1,60			
TR1	m2	2,00	34,60	47,20	34,70	12,50	ML				
	m1	1,30	42,70								
	m3	2,40	21,90								
TR2	m3	3,90	15,10								
	m4	4,40	21,30					1,96			
	m2	2,70	23,90						14,00		
PT1	m3	4,00	15,30							1,30	41,62
	m4	1,30	17,80								
	m2	1,0-1,5		66,94	50,50	16,40	MH				
	m3	1,75-2,20		47,00	38,20	8,80	ML	2,01			
	m5	3,5-5,2		27,90	16,50	11,50	CL	2,01			

Con base en la evaluación geológica y geomorfológica, la exploración del subsuelo y los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en este estudio, así como de la información de referencia, el área de estudio se caracterizó en 3 materiales que se describen a continuación:

Material 1 Depósito Fluvioglacial: Conformado por bloques y gravas de arenisca moderadamente duros, con tamaños hasta de 0.5 m, angulares, matriz soportados. La matriz es de carácter arcillo-limosa, con humedad natural moderada y consolidación moderada.

Material 2: Arcilla gris de consistencia media a firme, plasticidad media a baja, humedad natural media a baja.

Material 3: rellenos antrópicos conformados por desechos de construcción y basuras en matriz limo-arenosa orgánica.

3.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CONDICION ACTUAL

Como se mencionó anteriormente, el fenómeno de inestabilidad que genera condiciones de riesgo en el barrio Laureles actualmente, consiste en la generación de movimientos de tipo rotacional en los materiales de tipo glacial que afectan a los taludes de corte y áreas anexas en la zona contigua al muro de contención existente. Contribuyen a los fenómenos de inestabilidad la ausencia de obras de drenaje superficial, la alta pendiente de los taludes y procesos erosivos que afectan la superficie del talud

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

El análisis de estabilidad consistió en el determinación de las superficies de falla crítica para todas las secciones de análisis, empleando el programa de análisis de estabilidad SLIDE Versión 5.0 (Stability analysis for soil and rock slopes, de Rocscience, Geomechanics Software Solutions) mediante el método de equilibrio límite de Bishop (1955).

Con base en los anteriores análisis así como en los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados en este estudio así como de la información de referencia se establecieron los siguientes parámetros geomecánicos.

Tabla 3.4-1. Parámetros geomecánicos para análisis de estabilidad.

Material	Peso Unitario (kN/m3)	Cohesión (kN/m2)	Angulo de fricción
Relleno	18	5	30
Deposito Glacial	20	10	35
Arcilla gris	19	20	22
Arcillolita	21	infinita	infinito

Los resultados de los Factores de Seguridad (FS) teniendo en cuenta condiciones estáticas, dinámicas y de variaciones del nivel freático para las condiciones actuales, se presentan en la Tabla 3.4-2.

Tabla 3.4-2. Factores de seguridad para las secciones de análisis

Sección	obras	saturado	sismo	F de S
A-A				0,99
		x		0,74
		x	x	0,64
B-B				1,23
		x		0,75
		x	x	0,62
C-C				1,65
		x		1,44
		x	x	1,17
D-D				1,01
		x		0,74
		x	x	0,68

3.5 OBRAS PROPUESTAS

Con base en el modelo geotécnico definido y los mecanismos de falla identificados se plantea como medida de mitigación con el fin de mejorar la estabilidad de la ladera y las vías de acceso al barrio, la alternativa consistente en la construcción de un muro en concreto reforzado haciendo las veces de prolongación del muro existente construido en la base del talud con altura de 5,0 m en una longitud aproximada de 30 m y construcción de andenes y cunetas tanto en la parte superior como en la pata del talud.

El muro será construido en concreto reforzado convencional apoyado sobre el nivel de depósito glacial y/o sobre el suelo residual arcilloso aproximadamente en la cota 2762. En el Plano 4 se presentan los detalles del muro. Para la construcción de esta estructura se requiere de la excavación de parte del material movilizado y luego un relleno en material seleccionado para conformar el talud superior con talud 2 Horizontal . 1 vertical.

Como obras complementarias a esta obra se recomienda la empedradización y revegetalización del talud con especies ornamentales y la construcción de obras de drenaje superficial y subsuperficial.

3.6 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SITUACIÓN FUTURA (CON OBRAS)

El análisis de estabilidad para la situación con obras, igualmente consistió en el determinación de las superficies de falla crítica para todas las secciones de análisis, empleando el programa de análisis de estabilidad SLIDE Versión 5.0. La condición saturada total se analizó en la condición con obras anticipando posibles daños en las obras de drenaje, durante la vida útil

Los parámetros empleados de los materiales utilizados en los análisis de estabilidad con obras para las secciones críticas, se muestran en la Tabla 3.6-1.

Tabla 3.6-1. Parámetros geomecánicos de materiales de construcción.

Material	Peso unitario (ton/m ³)	Cohesión c' (ton/m ²)	Ángulo de fricción (°)
Concreto reforzado	2.4	35	35
Relleno granular	1.8	0	33
Muro en gaviones	18	0	32

Los resultados de los Factores de Seguridad (FS) teniendo en cuenta condiciones estáticas, dinámicas y de variaciones del nivel freático para la condición actual y futura (con obras), considerando la construcción del muro de contención en concreto reforzado y relleno de conformación, se presentan en la Tabla 3.6-2. En el Anexo 3 se presentan los resultados gráficos de los análisis de estabilidad ejecutados para evaluar la estabilidad de la ladera.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

Tabla 3.6-2. Factores de seguridad para las secciones de análisis

Sección	obras	saturado	sismo	F de S
A-A				1,0
		x		0,7
		x	x	0,6
A-A	X			1,9
		x		1,6
		x	x	1,3
B-B				1,2
		x		0,8
		x	x	0,6
B-B	X			1,8
		x		1,5
		x	x	1,3
C-C				1,7
		x		1,4
		x	x	1,2
C-C	X			1,9
		x		1,7
		x	x	1,4
D-D				1,0
		x		0,7
		x	x	0,7
D-D	X			2,0
		x		1,7
		x	x	1,4

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que para el caso de la zona de estudio donde se presenta la inestabilidad, la construcción de la estructura de contención recomendada (muro de concreto reforzado) logra estabilizar el talud bajo las condiciones más extremas posibles representado por un nivel de amenaza bajo.

3.7 MEDIDAS CORRECTIVAS RECOMENDADAS

Tendiendo presente las alternativas evaluadas y los mecanismos de falla identificados en la zona de estudio, se propone como medida correctiva la construcción de un muro de contención en concreto reforzado; si bien esta obra requiere procesos constructivos especiales para su desarrollo, esta alternativa garantiza una reducción del riesgo por fenómenos de remoción en masa en la zona a un nivel bajo.

La alternativa consistente en la construcción de un muro en concreto reforzado complementado con obras de drenaje y subdrenaje, haciendo las veces de prolongación del muro existente construido en la base del talud con altura de 5,0 m en una longitud aproximada de 30 m y construcción de andenes y cunetas tanto en la parte superior como en la pata del talud.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

El muro será construido en concreto reforzado convencional apoyado sobre el nivel de depósito glacial y/o sobre el suelo residual arcilloso aproximadamente en la cota 2762. En el Plano 5 se presentan los detalles del muro. Para la construcción de esta estructura se requiere de la excavación de parte del material movilizado y luego un relleno en material seleccionado para conformar el talud superior.

Como obras complementarias al muro de contención propuesto, se recomienda la empradización y revegetalización del talud con especies ornamentales y la construcción de obras de drenaje superficial y subsuperficial.

Las obras de drenaje superficial consisten en la construcción de un andén-cuneta tanto en la parte superior como inferior del talud y en la base del muro, con el fin de que sirvan para la captación y conducción de aguas de escorrentía y su entrega al sistema de aguas lluvias del sector. Por su parte el andén sirve para delimitar el espacio vial y sirve como barrera para evitar el escurrimiento de agua al talud evitando su erosión. El sistema de drenaje subsuperficial consistirá en colocación de un filtro detrás del muro de contención con el fin de recolectar y conducir las posibles aguas de infiltración que se generen en el sector. Las aguas de infiltración igualmente deberán ser entregadas al sistema de alcantarillado del sector.

Se deberá proveer el drenaje en la parte posterior del muro de concreto con un filtro que recoja el agua desde la parte inferior del muro hasta su descarga al sistema de alcantarillado de la zona, permitiendo de esta forma el control de las aguas que se puedan acumular en el relleno.

3.8 ANALISIS DE VIABILIDAD DE CONSTRUCCION E INTERFERENCIAS

De acuerdo con las investigaciones realizadas, la obra propuesta se ejecutará en una zona que no afecta ningún predio privado ni habrá interferencias con servicios públicos, sin embargo se deberán tomar medidas preventivas durante las excavaciones para evitar interferencias con cualquier tipo de redes no legalizadas.

3.9 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

Las cantidades de obra reportadas en el presente estudio refieren a las actividades de los requerimientos para mitigar riesgo. Los costos directos de la obra planteada son de ciento veintitrés millones, quinientos ochenta y nueve mil, cincuenta y cuatro pesos.

3.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El fenómeno de inestabilidad que genera condiciones de riesgo en el barrio Laureles actualmente, consiste en la generación de movimientos de tipo rotacional en los materiales de tipo glacial que afectan a los taludes de corte y áreas anexas en la zona inmediatamente que sigue al muro de contención existente. Contribuyen a los fenómenos de inestabilidad la falta de obras de drenaje superficial, la alta pendiente de los taludes y procesos erosivos.
- Con base en el modelo geotécnico definido y los mecanismos de falla identificados se plantea como medida de mitigación con el fin de mejorar la estabilidad de la ladera y las vías de acceso al barrio, la alternativa consistente en la construcción de un muro en concreto reforzado haciendo las veces de prolongación del muro existente construido en la base del talud con altura de 5,0 m en una longitud aproximada de 30 m y la construcción de obras de drenaje y subdrenaje.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

paralelas a la carrera 9 A. El material deslizado ocupó parte del patio posterior y causó grietas en el muro lateral de la vivienda marcada con nomenclatura Carrera 9 A No. 39 A – 29 Sur , propiedad de la Señora Blanca Nelcy Ramírez

4.2 ESTUDIO GEOLOGICO

El barrio Barcelona queda localizado en la parte superior de un cerro rocoso, que puede considerarse “aislado”, en el extremo sur de la avenida 10ª.

En la zona se encuentran las siguientes formaciones : Formación Arenisca de la Regadera (Tar), Formación Usme (Tu), Depósitos Coluviales (Qc), Rellenos y Sobrantes de Antrópicos (Qra):

El sitio de interés se localiza hacia el extremo nor-oriental del denominado Sinclinal de Tunjuelo – Usme. Resalta la disposición estructural por la presencia de los crestones rocosos que expone la Formación Regadera. En el sitio de interés y de acuerdo a la cartografía geológica de Ingeominas, Plancha 246 – Fusagasuga, el mencionado cerro corresponde a un bloque tectónico del flanco NE del mencionado pliegue.

En Barcelona, el sitio se localiza inmediatamente por debajo del filo rocoso, el cual presenta rumbo EW y buzamiento de 50° a 60°, hacia el S. Esta condición debe mantenerse hacia el sitio de Barcelona II, dispuesto a menos de 100 m de distancia. El barrio Barcelona queda localizado sobre una ladera rocosa cubierta por suelos coluviales, la pendiente de la superficie corresponde a un sistema de diaclasamiento normal a la estratificación de una masa rocosa de roca sedimentaria.

4.3 ESTUDIO GEOTECNICO

La exploración de campo consistió en la ejecución de, 1 apique, 2 trincheras exploratorias y 1 sondeo manual, distribuidos en el área de influencia. A continuación se relacionan las profundidades alcanzadas en cada sondeo, los registros se anexan:

Tabla 4.3-1 Profundidades ejecutados

SONDEO	PROF
S1	1.2
A1	1.2
T1	3.2
T2	3.6

A partir de las muestras obtenidas de la exploración de campo se programó una serie de ensayos de laboratorio con el fin de obtener las propiedades índice de clasificación y los parámetros de resistencia de los materiales existentes. En la Tabla 4.3-2 se presenta el número de ensayos realizados.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

Tabla 4.3-2 Cantidad de ensayos de laboratorios ejecutados

°Prueba de laboratorio	No. de ensayos
Humedad natural	10
Límites de consistencia	8
Peso unitario	5
Resistencia a la compresión simple suelos	
Resistencia a la compresión simple Rocas	
Granulometría	4
Cortes directos en suelo	2
Cortes directos en roca	

Con base en la evaluación geológica y geomorfológica, de los análisis de los afloramientos de roca en la parte alta del barrio, de la exploración del subsuelo y los resultados de los ensayos de laboratorio, el área de estudio se ubica tres materiales que se describen a continuación:

Material 1 Material de relleno que conforma el soporte de la tubería de alcantarillado y la escalera su espesor es de 1 m, que por su ubicación en el talud y sus malas propiedades geomecánicas es susceptible a inestabilizarse cuando pierde confinamiento lateral o condición de apoyo.

Material 2 arcillolita altamente meteorizada que varía de clasificación de CL a CH, con zonas de alto contenido de humedad, presente zonas de fisuración alta, su color varía de color café rojizo a vino tinto, con un espesor variable 0.5 metros en la zona sur occidental de la vivienda hasta 3 metros o más en la zona sur oriental que es la más afectada. No pudiéndose detectar los afloramientos de roca subyacente.

Material 3 De acuerdo con el recorrido de campo subyaciendo a estos materiales se encuentra niveles de Roca arenisca de grano fino a medio friable la cual se espera de acuerdo con los buzamientos medidos no se encuentre a más de 3 metros en la pata y 4 en la zona del talud afectado, este material tiene un comportamiento geomecánico mucho mejor.

Tabla 4.3-3. Parámetros geomecánicos para análisis de estabilidad condición seca. Original sin fisuración

Material	Peso Unitario (kN/m ³)	Cohesión (kN/m ²)	Angulo de fricción
Relleno	18	5	18
Arcillolita	21	52	34
Residual Arenisca	22	60	47

Tabla 4.3-4. Parámetros geomecánicos para análisis de estabilidad condición saturada

Material	Peso Unitario (kN/m ³)	Cohesión (kN/m ²)	Angulo de fricción
relleno	20	0	16
Arcillolita	21	5	30
Residual Arenisca	22	60	47

4.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

De acuerdo con el modelo y con los parámetros disponibles se realizó el análisis de estabilidad, mediante la determinación de las superficies de falla crítica figura 6.2, empleando el programa de análisis de estabilidad SLIDE Versión 5.0 (Stability analysis for soil and rock slopes, de Rocscience, Geomechanics Software Solutions) mediante el método de equilibrio límite de Bishop (1955).

4.5 OBRAS PROPUESTAS

Las obras planteadas fueron escogidas después de evaluar varias alternativas menos invasivas como los anclajes pero se descartó el uso pues la calidad de la rocas subyacente no es la mejor pues es friable tal como se detectó en las partes altas del barrio donde aflora luego se requerirían perforaciones profundas y no habría garantía, y en el momento de la inyección se podían generar problemas con las viviendas de la parte superior. Adicionalmente, por tal razón se optó por una alternativa del muro de contención cimentados en niveles competentes y que controle los empujes que ocasionen el material.

4.5.1 Reubicación Vivienda

Por encontrarse ubicado en un predio privado de nomenclatura Carrera 9 A No. 39 A – 29 Sur, propiedad de la Señora Blanca Nelcy Ramírez, con código AAA0155PFOM, hace difícil la intervención, las obras requeridas requiere ocupar parte del área de la vivienda por tal motivo para garantizar la construcción de las obras adecuadas, para mitigar el riesgo, se requiere de la Reubicación de esta vivienda.

4.5.2 Muro de contención

El talud en su actualidad es prácticamente vertical, y el espacio de Intervención es muy limitado, por tal motivo se requiere de la construcción de un muro de contención reforzado tal como se muestra en detalle en el plano N° 3 de obras. El muro deber ser acompañado de un sistema de drenaje y lloraderos para controlar la saturación, adicionalmente le andén debe ser reconstruido y remato con un cuneta sardinel.

El muro debe quedar cimentado en los niveles mostrados en el plano N°3, el nivel de cimentación para la mayoría de la estructura es la cota 2685.5 msnm, salvo para la zona de la aleta que tiene cimentación escalonada.

Se realizarán las demoliciones pertinentes de la zona de la escalera existente que coincida con el muro tal como se muestra en la planta y en las secciones del material de relleno sobre el que se apoya la escalera solo será remplazado por un material granular tipo B200, en las zonas donde se afecte o se produzca su desconfiamiento lateral y se

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

deba reconstruir el andén. Esta capa de relleno solo tiene un metro de espesor su comportamiento ha sido aceptable para cargas verticales. Muestra de ello es que le andén no ha sufrido asentamientos, el intervenir con cortes mayores la capa de relleno puede afectar la estabilidad de las viviendas de la parte superior.

4.5.3 Obras de drenaje

El material presenta cambios de consistencia drásticos en presencia de agua, por esto se hace necesaria la utilización de estructuras de drenaje, que protejan el talud de aportes futuros de agua que puedan hacer que el sistema de fracturas abiertas se llene de agua, aumentando el nivel de agua y la presión de poros en las superficies potenciales de falla.

Las obras de drenaje que se plantean son:

- **Filtros**

A lo largo del muro se plantea la ubicación de una estructura de drenes sobre la cara del talud de sección cuadrada de 50 cm, los cuales se construirán con piedra y Geotextil y entregaran a un filtro tipo francés ubicado en la pata del talud, el cual se conecta a las cunetas de las escaleras existentes. Véase plano N°4.

- **Cuneta sardinel**

Para manejar las aguas que escurren de la parte alta de la zona se debe reconstruir la cuneta complementándola con un sardinel para proteger la zona del muro..

4.6 EVALUACION DEL FACTOR DE SEGURIDAD

4.6.1 CONDICION ACTUAL

En la Tabla 2.6.1 se reseñan los factores de seguridad obtenidos para la condición actual sometida a diferentes escenarios. De ellos se desprende que:

Tabla 4.6.1 Factores de Seguridad para diferentes condiciones de análisis sin obras

Nº	SECCIÓN	FACTORES DE SEGURIDAD					
		ESTATICA			SISMO $A_a = 0.16$		
		SECO	SATURADO	NF ABATIDO	SECO	SATURADO	NF ABATIDO
1	A-A	1.17	0.136	0.740	0.99	0.11	0.418

4.6.2 CONDICION CON OBRAS

La condición saturada total se analizó en la condición con obras anticipando posibles daños en los subdrenes, durante la vida útil en este caso no se presentará falla pero si cambiará la amenaza.

Sin embargo, se observa que en el caso de presentarse una saturación parcial o total de las otras secciones los valores de FS decrecen considerablemente, pudiendo llevar a tramos de las secciones a condiciones inestables. Esto implica la necesidad de que en el futuro la EAAB garantice el correcto funcionamiento de todas las redes de acueducto y alcantarillado existentes a lo largo de la vía, para evitar la generación de nuevos problemas en sitios aledaños.

Tabla 4.6.2 Factores de Seguridad para diferentes condiciones de análisis con obras

SECCIÓN	FACTORES DE SEGURIDAD				
	ESTÁTICA			SISMO Aa = 0.16	
	SECO	SATURADO	NF ABATIDO	SATURADO	NF ABATIDO
A-A	1.996	1.35	1.55	1.038	1.16

4.7 ANALISIS DE VIABILIDAD DE CONSTRUCCION E INTERFERENCIAS

La obra propuesta se ejecutará en un predio privado, de nomenclatura Carrera 9 A No. 39 A – 29 Sur, propiedad de la Señora Blanca Nelcy Ramírez, con código AAA0155PFOM.

En el área de influencia existe la presencia de redes de acueducto de gravedad, La red de gravedad alcantarillado de 0.2 metros pasa por la parte superior del talud siendo causante en gran parte del problema de saturación que se ocasiona, esta tubería debe ser intervenida por la EAAB, y se debe Garantizar un adecuado funcionamiento para evitar procesos de infiltración

4.8 CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Las cantidades de obra reportadas en el presente estudio refieren a las actividades de los requerimientos para mitigar riesgo, El costo total de la obra incluyendo la reubicación es de sesenta y un millones novecientos cincuenta y cuatro mil novecientos treinta y siete pesos con siete centavos de febrero del año 2007 (**\$ 61 954937.7**)

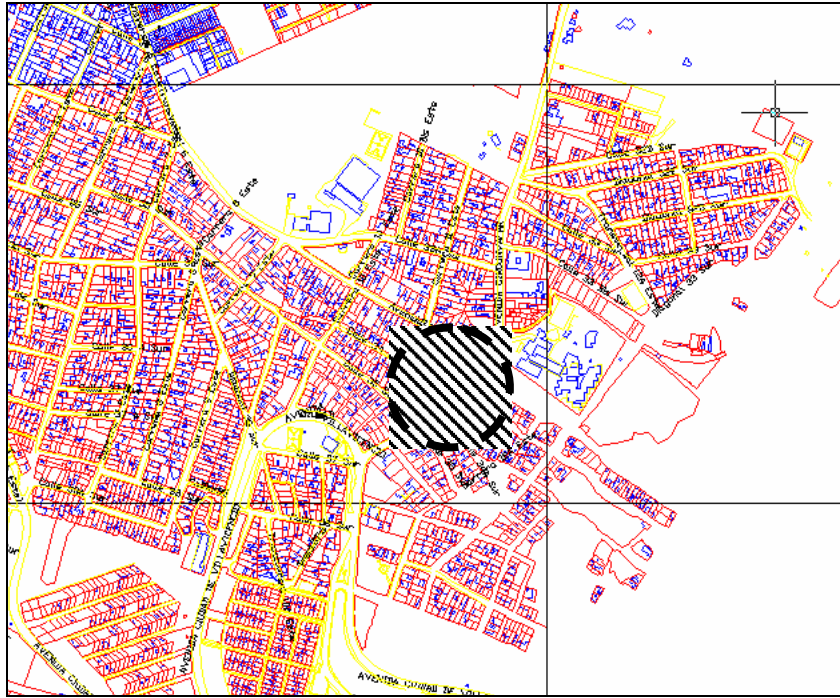
4.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio se realizó para dar solución a una emergencia registrada en enero de 2006, De acuerdo con diagnóstico de la DPAE DI- 2598 consistió de un desprendimiento de material que afectó la vivienda marcada con nomenclatura Carrera 9 A No. 39 A – 29 Sur, propiedad de la Señora Blanca Nelcy Ramírez,. El desprendimiento del material se produjo como consecuencia de la posible filtración de aguas servidas, provenientes de las tuberías de alcantarillado que van paralelas a la carrera 9 A. El material deslizado ocupó parte del patio posterior y causó grietas en el muro lateral de la vivienda

Para dar solución a este problema el grupo de profesionales participante seleccionó la alternativa de construcción de un muro de contención, cimentado en niveles competentes cercanos a la roca, esta obra implica la reubicación de la vivienda pues las obras ocupan parte del predio.

5 SITIO 4 – NUEVA ESPAÑA

El presente informe corresponde al Sitio 4 – ubicado en el barrio Nueva España, UPZ San Blas de la localidad de San Cristóbal. El área del sitio de la emergencia es de aproximadamente 30 m², la cual se localiza en el barrio Nueva España en la Carrera 36 Sur con carrera 12 A Este. La localización en planta de la zona de estudio se muestra en la Figura siguiente:



5.1 DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL

El antecedente principal que motivo la realización de este estudio en este sitio, de acuerdo con el diagnóstico Técnico DI-2517 del Depae de Noviembre 1 de 2005, correspondió a un desprendimiento en la capa superficial de un talud de 4,0 m aproximadamente y alta pendiente causado por la saturación del material “(colusión matriz soportado compuesto por bloques angulares de tamaño máximo 1,50 m y una matriz limosa algo orgánica) luego de las intensas lluvias registradas en el sector. Dentro del materia deslizado con un volumen aproximado de 6,0 m³ se destacó la presencia de un bloque de 1,20x1,0x0,50 m aproximadamente.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

La zona de estudio está conformada básicamente por acumulaciones de origen glacial conformado por bloques y gravas angulares, matriz soportados en matriz limo arcillosa, depositados a la base o piedemonte de la serranía de Guadalupe. Superficialmente se disponen indistintamente algunos rellenos antropicos y materiales de origen orgánico los cuales alcanzan espesores hasta de 4,0 m en algunos sectores.

El sitio de estudio en el Barrio Nueva España corresponde a un talud a media ladera donde se localizan una serie de viviendas de dos a tres pisos en la parte alta y otras viviendas en la parte baja, separadas por un camino peatonal en terreno natural limitado por un escarpe de unos 3 a 5 m de altura.

De acuerdo con el diagnóstico Técnico del Depae, en octubre de 2005, se presentó un desprendimiento en la capa superficial del talud de unos 6,0 m³ conformado por limos orgánicos y bloques, causado por la saturación del material luego de las intensas lluvias registradas en el sector.

Dadas las condiciones mencionadas, se puede concluir que el sitio presenta susceptibilidad a movimientos de remoción en masa que comprometen principalmente los materiales orgánicos superficiales presentes en el sector, en especial cuando se presentan condiciones de lluvia debido a la saturación de estos materiales, al espesor importante de estos materiales en algunos sectores y la alta pendiente del escarpe. A pesar de que los movimientos registrados solo han afectado los depósitos superficiales, de no tomar medidas correctivas y preventivas la estabilidad de las viviendas principalmente las ubicadas en la parte superior se puede ver afectada debido a la pérdida del material superficial.

5.2 ESTUDIO GEOLOGICO

Dentro del marco de referencia indicado de Geología Regional, se describen a continuación las condiciones particulares del sitio de interés.

- **Formación Bogotá (Tb)**

De acuerdo a la cartografía indicada por Ingeominas (1999 y 2002), el área de influencia al sitio de estudio, debe encontrarse esta formación. No se observan afloramientos en los alrededores, y seguramente debe encontrarse por debajo de los suelos glacio-fluviales, mencionados. Esta formación se caracteriza por la presencia de arcillolitas abigarradas con intercalaciones de algunos bancos de arenisca friable.

Esta roca se encuentra afectada por meteorización intensa, con la presencia de gruesos horizontes VI y V. El material para el horizonte VI es una arcilla rojiza bastante homogénea con espesor de hasta uno 8 m. El horizonte V expone un material violáceo grisáceo, masivo muy disgregado, y ligeramente pastoso, con estructuras relicticas muy tenues, y asociadas a delgadas intercalaciones de arenisca cuarzosa, que permiten identificar la orientación de los planos de estratificación.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

▪ **Deposito Glacio-Fluvial. (Qgf)**

Se tratan de un suelo de condición heterométrico de bloques y guijarros de arenisca y de limonitas silíceas, matriz soportados en arcilla-limo-arenosa. En general se trata de una acumulación glacio-fluvial, asociado a la más reciente glaciación. Se registran algunos bloques líticos de arenisca hasta de unos 3 m de diámetro que se identifican esporádicamente en la ladera y guijarros de limonita y arcillolita de 1 a 3 cm. La matriz es arenosa ligeramente arcillosa, y limosa, de colores habano y rojizos. En general se aprecia una consolidación y compactación moderada a baja. Es de esperar la presencia de algunos cuerpos lenticulares donde predominan las condiciones de materiales de tamaños granulares y guijarros.

En la parte superior externa se registra la presencia de un horizonte de suelo orgánico, con espesores variables hasta de 2.0 m.

▪ **Depósitos Antrópicos**

De manera irregular, se aprecia la acumulación de escombros de materiales producidos por la explanación de los lotes, y basura que incluye residuos de plástico, papeles y fragmentos de ladrillos y de concreto.

5.3 ESTUDIO GEOTÉCNICO

La exploración del subsuelo se programó con base en las características observadas en el área del proyecto y teniendo en cuenta la información de referencia. La exploración de campo consistió en la ejecución de 2 sondeos mecánicos, tres sondeos manuales, 4 apiques y 2 trincheras exploratorias, distribuidos en el área de influencia. A continuación se relacionan las profundidades alcanzadas en cada sondeo:

Tabla 5.3-1 Profundidades sondeos ejecutados

SONDEO	PROF (m)
P-1	5,0
P-2	5,0
S-1(Manual)	2,80
S-2 (Manual)	3,20
S-3(Manual)	5,20
AP1	2,5
AP2	2,5
AP3	2,5
AP4	2,5
TR-2	2,50 (*)
TR-3	2,50 (*)

(*) Longitud de trinchera

A partir de las muestras obtenidas de la exploración de campo se programó una serie de ensayos de laboratorio con el fin de obtener las propiedades índice de clasificación y los parámetros de resistencia de los materiales existentes. En la Tabla 5.3-2 se presenta el tipo y número de ensayos realizados.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

Tabla 5.3-2 Cantidad de ensayos de laboratorios ejecutados

°Prueba de laboratorio	No. de ensayos
Humedad natural	15
Límites de consistencia	9
Peso unitario	5
Resistencia a la compresión simple suelos	0
Granulometría	2
Cortes directos en suelo	1

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en este estudio se resumen a continuación

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Humedad natural %	Límite líquido (%)	Límite plástico %	Índice de plasticidad %	Clasificación USCS	Peso unitario (t/m3)	Resistencia qu (t/m2)	Parámetros	
										c' (t/m2)	φ
AP1	m2	2,50	34,30	40,40	22,40	17,90	CL				
AP2	m1	0,40	26,90								
	m2	0,70	21,30								
	m3	1,50	18,30								
	m4	2,00	15,20	23,40	15,50	7,90	CL	2,14			
AP3	m2	1,40	22,90	34,90	15,20	19,70	CL	1,97			
AP4	m3	1,80	22,10								
TR-1	m1	3,00	29,80	43,00	25,00	18,00	CL			4,60	24,6
S1	m1	0,8-1,0	33,90								
	m2	1,4-1,6						2,14			
	m3	2,40-2,60	46,30	36,90	26,80	10,00	ML				
S2	m2	1,80-2,0	41,60	38,40	NP	NP	ML				
S3	m1	0,90	3,90								
	m2	1,40	74,50	36,60	17,30	19,30	CL				
	m3	2,50	45,20								
	m4	3,60	33,10								
	m5	5,15	86,00								
P1	m4	2,5-3,0	33,17	35,20	19,30	15,90	CL	1,78			
	m5	3,0-3,5	34,78	35,80	20,10	15,70	CL				
P2	m4	4,0-4,5	29,50	31,50	NP	NP	ML	1,99			

Con base en la evaluación geológica y geomorfológica, la exploración del subsuelo y los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en este estudio, así como de la información de referencia, el área de estudio se caracterizó en 3 materiales que se describen a continuación:

Material 1 Depósito Fluvioglacial: Conformado por bloques y gravas de arenisca y de limonitas silíceas moderadamente duros, con tamaños hasta de 0.5 m, angulares, matriz soportados en arcilla-limo-arenosa de colores habano y rojizos. En general se aprecia una consolidación y compactación moderada a baja. De acuerdo con los resultados de los ensayos de laboratorio y la información de referencia, se adoptaron los siguientes parámetros: Cohesión, $c=4,6 \text{ kg/cm}^2$, Angulo de fricción $\phi= 24,6$ grados, Peso unitario $\gamma=19 \text{ KN/m}^3$.

Material 2: Rellenos antrópicos: Dispuestos de manera irregular conformados por desechos de construcción y basuras en matriz limo-arenosa orgánica. En la parte

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

superior externa se registra la presencia de un horizonte de suelo orgánico, con espesores variables hasta de 3.0 m. De acuerdo con los resultados de los ensayos de laboratorio y la información de referencia, se adoptaron los siguientes parámetros: Cohesión, $c=0,05 \text{ kg/cm}^2$, Angulo de fricción= 18 Peso unitario 18 KN/m^3 .

Material 3: Arcillolita: Arcillolita de grano fino medianamente meteorizada. De acuerdo con los resultados de los ensayos de laboratorio y la información de referencia, se adoptaron los siguientes parámetros: Cohesión, $c=0,2 \text{ kg/cm}^2$, Angulo de fricción $\phi= 27$ grados, Peso unitario $\gamma=21 \text{ KN/m}^3$.

5.4 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Con base en la topografía del sitio, la evaluación geológica y geotécnica de campo, y en la caracterización de materiales, se definió el modelo geotécnico del sitio de estudio (véase figura 6.1), en el cual se estableció la estratificación y tipos de materiales presentes en el talud, con sus correspondientes parámetros geomecánicos, las pendientes típicas de los taludes, los mecanismos de falla identificados y la susceptibilidad del material al agua.

El tipo de movimiento observado en la zona de estudio, corresponde a un deslave debido a la saturación del material limo-arcilloso orgánico dispuesto en la parte superior y a la alta pendiente del talud. De acuerdo con la clasificación de Varnes el movimiento se puede clasificar como un movimiento complejo lento con combinación de flujo tierra y caída de bloques.

5.4.1 Análisis de estabilidad situación actual

El análisis de estabilidad consistió en el determinación de las superficies de falla crítica para todas las secciones de análisis, empleando el programa de análisis de estabilidad SLIDE Versión 5.0 (Stability analysis for soil and rock slopes, de Rocscience, Geomechanics Software Solutions) mediante el método de equilibrio límite de Bishop (1955). Esta herramienta de análisis permite definir diferentes modelos de falla para distintas configuraciones y propiedades de los materiales, condiciones de agua, y de cargas tanto estáticas como dinámicas.

Con base en los anteriores análisis así como en los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados en este estudio así como de la información de referencia se establecieron los siguientes parámetros geomecánicos.

Tabla 5.4-1. Parámetros geomecánicos para análisis de estabilidad.

Material	Peso Unitario (kN/m3)	Cohesión (kN/m2)	Angulo de fricción
Relleno orgánico	18	5	18
Deposito Glacial	20	460	24,6
Arcillolita	21	20	27

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

Los resultados de los Factores de Seguridad (FS) teniendo en cuenta condiciones estáticas, dinámicas y de variaciones del nivel freático para las condiciones actuales, se presentan en la Tabla 5.4-2

Tabla 5.4-2. Factores de seguridad para las secciones de análisis

Sección	obras	saturado	sismo	F de S
C-C				1,08
			x	0,91
		x		1,08
		x	x	0,80
2-2				1,27
			x	1,10
		x		1,07
		x	x	0,81

5.5 OBRAS PROPUESTAS

Con base en el modelo geotécnico definido y los mecanismos de falla identificados se plantea como medida de mitigación con el fin de mejorar la estabilidad de la ladera y el acceso peatonal de la zona, la alternativa consistente en la construcción de un muro en gaviones que sirva a la vez como contención del material orgánico dispuesto indistintamente en la parte superior y a la vez sirva de camino peatonal de la zona

Como obras complementarias a esta obra, se recomienda la construcción de una cuneta paralela al gavion en la parte baja, el perfilado de la superficie de los rellenos empradización y revegetalización del talud con especies ornamentales.

5.6 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SITUACIÓN FUTURA (CON OBRAS)

El análisis de estabilidad para la situación con obras, igualmente consistió en el determinación de las superficies de falla crítica para todas las secciones de análisis, empleando el programa de análisis de estabilidad SLIDE Versión 5.0. La condición saturada total se analizo en la condición con obras anticipando posibles daños en las obras de drenaje, durante la vida útil

Los parámetros empleados de los materiales utilizados en los análisis de estabilidad con obras para las secciones críticas, se muestran en la Tabla 5.6-1

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

Tabla 5.6-1. Parámetros geomecánicos de materiales de construcción.

Material	Peso unitario (ton/m ³)	Cohesión c' (ton/m ²)	Ángulo de fricción (°)
Relleno granular	1.8	0	33
Muro en gaviones	18	0	32

Los resultados de los Factores de Seguridad (FS) teniendo en cuenta condiciones estáticas, dinámicas y de variaciones del nivel freático para la condición actual y futura (con obras), considerando la construcción del muro de gaviones, se presentan en la Tabla 5.6-2

Tabla 5.6-2. Factores de seguridad para las secciones de análisis

Sección	obras	saturado	sismo	F de S
C-C	x			1,60
			x	1,21
		x		1,63
		x	x	1,23
2-2	x			1,37
			x	1,20
		x		1,40
		x	x	1,10

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que para el caso de la zona de estudio donde se presenta la inestabilidad, la construcción del muro de gaviones logra estabilizar el talud bajo las condiciones más extremas posibles representado por un nivel de amenaza medio a bajo.

5.7 MEDIDAS CORRECTIVAS RECOMENDADAS

Tendiendo presente las alternativas evaluadas y los mecanismos de falla identificados en la zona de estudio, se propone como medida correctiva la construcción de un muro de gaviones que sirva de contención para los rellenos superficiales y a la vez de camino peatonal para la zona; si bien esta obra requiere procesos constructivos especiales para su desarrollo, esta alternativa garantiza una reducción del riesgo por fenómenos de remoción en masa en la zona a un nivel bajo.

El muro de gaviones será construido mediante combinación de módulos de 2,0x1,0x1,0 m de 1,0x1,0x1,0 m y de 1,0x1,0x0,50 m de 1,0x1,0x1,0 m apoyado sobre el nivel de depósito glacial y/o sobre el suelo residual arcilloso. El muro constará de dos cuerpos de gaviones, uno con una altura media de 3,0 m y una longitud aproximada de 27 m y el otro de una altura de 2,0 m en una longitud de 19 m. Los gaviones se revestirán superficialmente con una capa de concreto para mayor comodidad de los peatones y para evitar la infiltración de aguas superficiales. En los Planos 3 y 4 se presentan los detalles del muro.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

Para la construcción de esta estructura se requiere de la excavación de material de relleno superficial en profundidades aproximadas de 2,0 m a 3,0 m y luego la construcción del muro de gaviones. La construcción se debe adelantar por tramos para evitar excavaciones muy largas y preferiblemente en periodo seco para evitar la alteración de los materiales. La cara lateral del gavión será protegida mediante un geotéxtil no tejido con el fin evitar el lavado de finos.

Como obras complementarias al muro de contención propuesto, se recomienda el perfilado del material de relleno superficial, la empradización y revegetalización del talud con especies ornamentales y la construcción de obras de drenaje superficial.

Las obras de drenaje superficial consisten en la construcción de una cuneta paralela a las escaleras en gaviones en la parte inferior del talud, con el fin de que sirvan para la captación y conducción de aguas de escorrentía del sendero peatonal y su entrega al sistema de aguas lluvias del sector, pasando por la cuneta existente paralela a las escaleras existente de la calle 36 sur este.

5.8 ANALISIS DE VIABILIDAD DE CONSTRUCCION E INTERFERENCIAS

De acuerdo con las investigaciones realizadas, la obra propuesta se ejecutará en una zona de acceso peatonal publica que no afecta ningún predio privado ni presentará interferencias con servicios públicos, embargo se deberán tomar medidas preventivas durante las excavaciones para evitar interferencias con cualquier tipo de redes no legalizadas.

5.9 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

Las cantidades de obra reportadas en el presente estudio refieren a las actividades de los requerimientos para mitigar riesgo. Los costos directos de la obra planteada son aproximadamente de Veinte Millones de pesos, Novecientos Cuarenta y Cuatro mil pesos.

5.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El fenómeno de inestabilidad que genera condiciones de riesgo en el barrio Nueva España actualmente, consiste en la generación de movimientos de tipo rotacional debido a la saturación de los materiales de rellenos antrópicos y materiales orgánicos dispuestos en la parte superior de la ladera. Contribuyen a los fenómenos de inestabilidad la falta de obras de drenaje superficial y la alta pendiente de los taludes.
- Con base en el modelo geotécnico definido y los mecanismos de falla identificados se plantea como medida de mitigación con el fin de mejorar la estabilidad de la ladera y

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGOS INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C..

el acceso peatonal, la alternativa consistente en la construcción de un muro de gaviones de dos cuerpos y la construcción de obras de drenaje y subdrenaje.

6 LIMITACIONES

Los resultados, conclusiones y recomendaciones fueron obtenidos a partir de la información recopilada y de los resultados de los sondeos manuales, trincheras y ensayos de laboratorio ejecutados para la elaboración de este informe.

Debido al carácter puntual de la exploración, y a la variabilidad del subsuelo, en caso de encontrarse condiciones del subsuelo diferentes a las descritas en este informe durante el proceso de construcción del muro, se deberá avisar al consultor para realizar las modificaciones que sean necesarias.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.