

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..



Secretaría

GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

FOPAE

TÍTULO: 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. SITIO No. 2 LAURELES SURORIENTAL

AUTOR: UNIÓN TEMPORAL GEOTÉCNIA SAN CRISTOBAL

RESUMEN: En este informe se presenta el estudio de riesgo por fenómenos de remoción en masa, la evaluación de alternativas de mitigación y diseños de las medidas recomendadas en el barrio Laureles Suroriental, de la localidad de San Cristobal, de acuerdo con los alcances de los términos de referencia de la invitación pública para contratación directa No.FOPAE 7302-04-2006.

PALABRAS CLAVES: LAURELES SURORIENTAL, SAN CRISTOBAL, RIESGO, FENOMENOS, REMOCIÓN, MASA, DISEÑOS, OBRAS.

TERMINOS PARA GLOSARIO E INDICE: RIESGO, FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, VULNERABILIDAD, AMENAZA.

CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD: CLASIFICADO	CONTRATO: No:512-2006	IDIOMA: ESPAÑOL	NUMERO DE PAGINAS: 165	NUMERO DE COPIAS:
--	--------------------------	--------------------	------------------------	-------------------

**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 DE CONTENIDO

RESUMEN	5
1 INTRODUCCIÓN	6
2 DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL	8
3 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	10
3.1 GENERALIDADES	10
3.2 ALCANCE ESPECÍFICO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO	10
3.3 METODOLOGÍA DE CAMPO.....	10
3.4 TRASLADO DE COORDENADAS REALES	11
3.5 TRABAJOS DE CAMPO Y OFICINA	11
3.5.1 Altimetria y planimetria	11
3.5.2 Trabajo de oficina.....	11
4 ESTUDIO GEOLÓGICO	13
4.1 LOCALIZACIÓN	13
4.2 LITOLOGIA.....	13
4.3 ESTRUCTURAS	14
4.4 GEOMORFOLOGÍA.....	14
4.5 GEOLOGIA APLICADA.....	15
5 ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	16
5.1 EXPLORACIÓN DE CAMPO	16
5.2 ENSAYOS DE LABORATORIO	17
5.3 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....	18
6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO	20
6.1 SECCIONES Y MODELO DE ANÁLISIS (MECANISMOS DE FALLA).....	20
6.2 ESCENARIOS DE ANÁLISIS	20
6.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SITUACIÓN ACTUAL.....	21
6.3.1 Parámetros de Diseño Sísmico	22
6.3.2 Resultados Condición actual	23
7 OBRAS PROPUESTAS.....	24
7.1.1 Alternativa 1 : Muro de contención en concreto reforzado.....	24
7.1.2 Alternativa 2 Muro de contención en gaviones	25
7.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SITUACIÓN FUTURA (CON OBRAS).....	25
8 MEDIDAS CORRECTIVAS RECOMENDADAS.....	27
9 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	28
10 ANALISIS DE VIABILIDAD DE CONSTRUCCION E INTERFERENCIAS	29
10.1 AFECTACIÓN DE PREDIOS.....	29
10.2 INTERFERENCIAS CON SERVICIOS PUBLICOS	29
10.2.1 ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	29
10.2.2 ENERGÍA Y TELEFONOS	29

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..

10.2.3	GAS NATURAL	30
11	CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO	30
12	CONCLUSIONES	31
13	RECOMENDACIONES	31
14	LIMITACIONES	33
15	BIBLIOGRAFÍA	34

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..

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1 - Registro fotográfico
- Anexo 2 – Registro de sondeos y Ensayos de Laboratorio
- Anexo 3 - Análisis de estabilidad
- Anexo 4 - Memorias de cálculo diseño estructural
- Anexo 5 - Presupuesto
- Anexo 6 - Especificaciones de construcción
- Anexo 7 – Datos Topográficos
- Anexo 8 - Planos

LISTA DE PLANOS

- Plano 1 Topografía
- Plano 2 Geología
- Plano 3 Planta y secciones de obras
- Plano 4 Localización general de obras
- Plano 5 Dimensiones y Refuerzo

SITIO 2 – BARRIO LAURELES SURORIENTAL – LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL

RESUMEN

El presente informe corresponde al Sitio 2 – 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.

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 y la exploración del subsuelo.

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.

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.

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..

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.

SITIO 2 – BARRIO LAURELES SURORIENTAL – LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL

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, presupuestos y especificaciones técnicas en sitios críticos de riesgo inminente por remoción en masa en la Localidad de San Cristobal

El presente informe corresponde al Sitio 2 – 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 1-1, y en el Anexo 1 se presenta un registro fotográfico de la zona afectada.

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.
- Cartografía de variables como geología y geomorfología
- 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.

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..

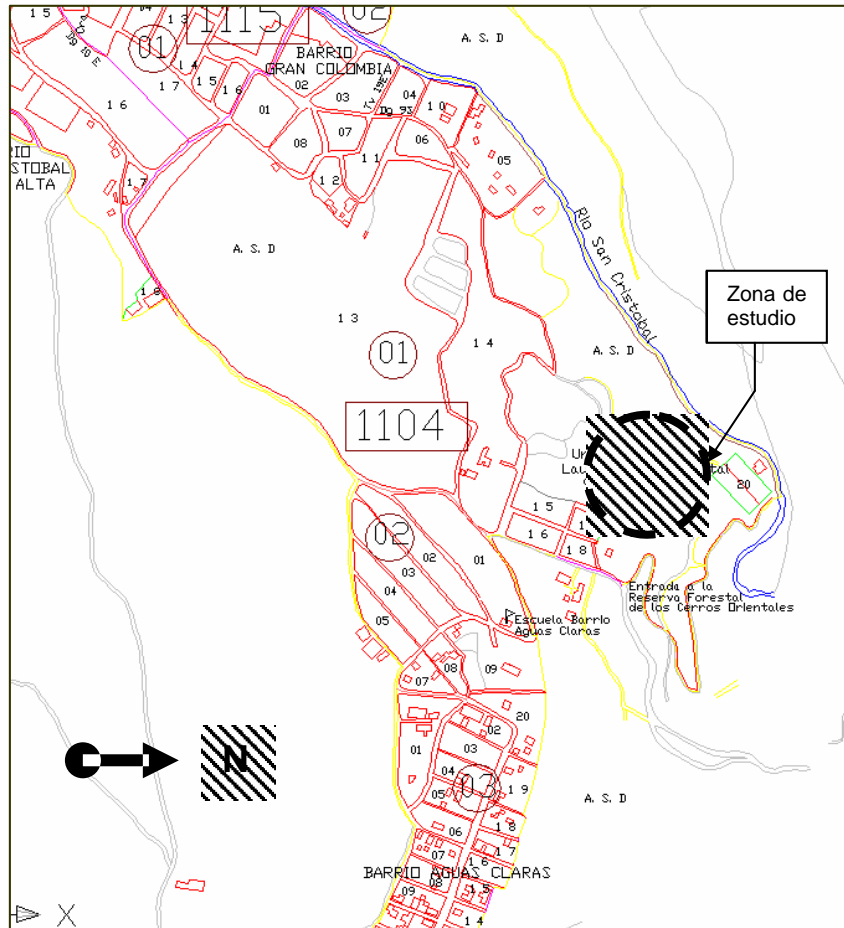


Figura 1.1 Localización de la zona de estudio – Barrio Laureles Sur Oriental

2 DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL

El área en estudio se localiza en una franja de terreno adyacente al costado Occidental de la Diagonal 9 A sur con carrera 20 A Este. Esta franja corresponde a una zona a ladera del piedemonte de la formación Guadalupe superior

El alcance del estudio es proporcionar una solución al área de amenaza media y revisar la estabilidad de la ladera, así como proponer las obras para mitigar el riesgo.

Antecedentes

En febrero de 2005 el Consorcio Colectivo de Ingenieros desarrolló bajo contrato suscrito con la Secretaria de Gobierno, el contrato de consultoría SGCD-C-04-18-0030-00-04 cuyo objeto fue “Estudios y Diseños para las obras de Mitigación en las localidades de San Cristóbal y Rafael Uribe”.

El Talud de estudio en la fecha que se realizó el estudio mencionado anteriormente, correspondía a un talud de corte realizado por la comunidad que presentó una falla de tipo rotacional involucrando materiales de relleno y deposito tipo fluvioglacial, infiriendo que la falla se generó sobre el depósito debido a la perdida de material de matriz arcillo-limosa generada principalmente por infiltraciones de escorrentía.

El antecedente principal que motivo la realización de este estudio en este sitio, de acuerdo con el diagnostico Técnico DI-1887 del Depae, correspondió a un deslizamiento de tipo rotacional que se presento 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.

La principal fuente de información secundaria utilizada en dicho estudio correspondió al estudio de amenaza realizado en la zona por la firma Civiles Ltda., en el año 2000.

El programa de exploración del subsuelo realizado en dicho estudio comprendió la ejecución de dos trincheras en el escarpe principal y un sondeo manual. Igualmente se realizó un levantamiento geológico y validación del modelo geotécnico establecido en el estudio de Civiles Ltda.

Con base en el modelo geotécnico definido y los mecanismos de falla identificados se formularon las recomendaciones y se diseñaron a nivel de detalle las medidas de mitigación con el fin de mejorar la estabilidad de la ladera y las vías de acceso al barrio. La alternativa seleccionada consistió en la construcción de un muro en concreto reforzado construido e la base del talud con altura variable entre 1,0 y 5,4 m en una longitud aproximada de 40 m y construcción de andén-cuneta 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..

Situación actual

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.

De acuerdo con lo observado la solución implementada con el muro de contención en concreto ha trabajado satisfactoriamente y con el fin de evitar que este mecanismo de inestabilidad progrese y se amplíe, se deben proyectar medidas correctivas las cuales pueden consistir en la prolongación del muro existente hasta confinar todo el talud de corte mencionado o la colocación de otro tipo de estructura de contención con el fin de evitar que el proceso de inestabilidad aumente.

3 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

3.1 GENERALIDADES

Se presenta en este informe una descripción del trabajo de campo y oficina desarrollado para la elaboración del plano topográfico de LAURELES

3.2 ALCANCE ESPECÍFICO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO

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

- Amarre de coordenadas reales utilizando el punto CD-831-A con señal azimuth a Monserrate.
- Información topográfica tomada para cada punto, levantado en las 3 dimensiones: X (Este), Y (Norte), Z (Cota).
- Levantamiento topográfico detallado del sitio con: postes, hidrantes, válvulas, cajas, pozos, vías, paramentos, cercas, y demás detalles.
- Generación de curvas de nivel cada 0.5 m

3.3 METODOLOGÍA DE CAMPO

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

El día 13 de diciembre se realizó el traslado de coordenadas y amojonamiento de los dos (2) vértices a referenciar de acuerdo como aparece en la Tabla 3.1 y se definieron los auxiliares para la radiación de los detalles.

Tabla 3.1. Mojones materializados en campo

MOJON	NORTE	ESTE	COTA
D2	96774.907	101082.065	2762.177
D3	96799.198	101064.387	2761.356

Durante el día 13 de diciembre se movilizó la comisión de Topografía al área de estudio para adelantar labores de levantamiento topográfico y altimétrico tomando en detalle redes de agua, luz y teléfono, así como vías, viviendas y otras características visibles y de importancia para este trabajo.

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..

3.4 TRASLADO DE COORDENADAS REALES

Para realizar el traslado de coordenadas del levantamiento topográfico se empleó la información suministrada por el IGAC de el vértice CD-831-A localizado Sobre la carrera 10 con calle 27 sur.

A continuación se presenta en la Tabla 3.2 las coordenadas del vértice utilizado IGAC, punto CD-831-A

Tabla 3.2. Listado de coordenadas de los puntos de amarre

MOJON	NORTE	ESTE	COTA
CD 831A	97314.029	97724.641	2585.600

3.5 TRABAJOS DE CAMPO Y OFICINA

3.5.1 Altimetria y planimetria

El equipo y los recursos utilizados por la comisión para realizar el levantamiento topográfico son los que se relacionan en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Relación de equipos y elementos por comisión

DESCRIPCIÓN	Cantidad
Estación TOPCON GTS-235W	1
Topógrafo	1
Cadenero primero	1
Cadenero segundo	2
Vigilante	2
Radios de onda corta	4
Vehículo	1

Se realizó el levantamiento de todos los detalles por radiación para la elaboración del plano respectivo utilizando una estación total TOPCON GTS-235W, estos detalles fueron: vías, paramentos, postes, hidrantes, válvulas, cajas, pozos, y puntos de topografía para generar curvas de nivel cada 0.5 m, el total de puntos levantados fue de 353. Los detalles del levantamiento fueron almacenados en cartera electrónica, lo cual garantiza su veracidad. Las cotas fueron calculadas por nivelación trigonométrica a partir de los datos de la estación, mediante el software *SURFACE MODELING*.

3.5.2 Trabajo de oficina

Los datos del levantamiento topográfico realizado, se bajaron directamente desde el colector de datos de la estación total al computador, evitando así errores de transcripción y

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..

agilizando este proceso; en el Anexo III se presentan los datos crudos de la estación, y en el Anexo IV se presenta el listado de coordenadas del levantamiento topográfico.

Los puntos topográficos fueron interpolados utilizando el software *SURFACE MODELING*, hallando las curvas de nivel, y con las carteras de campo y se realizó la planimetría del sitio, obteniendo como resultado el Plano No 1. Levantamiento topográfico.

4 ESTUDIO GEOLÓGICO

A continuación se presentan los resultados del levantamiento geológico, realizado entre el día 12 de diciembre de 2006.

4.1 LOCALIZACIÓN

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.

4.2 LITOLOGIA

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.

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.

La porción más cercana al terreno natural presenta decoloración a amarillo claro, ligeramente rojiza, y la compactación algo reducida con respecto a la condición observada en sitios más profundos. Siempre aparece cubierta por un horizonte de suelo orgánico con espesor variable hasta de unos 1.5m., el cual incluye raíces y restos vegetales en vía de descomposición.

4.3 ESTRUCTURAS

No se observan estructuras geológicas dentro del sitio y zona de influencia directa. De manera general, en el mapa Geológico de Ingeominas (2002), Plancha 246 – Fusagasuga, se aprecia el trazo de la Falla Bogotá, la cual se localiza entre la citada Serranía y la Sabana de Bogotá. Es asumida como de tipo inverso o de cabalgamiento. Su trazo o evidencia de efectos en los depósitos recientes no es evidente. Cabe mencionar adicionalmente, que de existir esta fractura, parece que se trate de una falla de rumbo. No obstante, para efectos del sitio de interés, y del caso en particular, se considera que no afecta o incide en el presente estudio.

4.4 GEOMORFOLOGÍA

La parte superior de la vertiente, está compuesta por una ladera rocosa, con pendiente escarpada correspondiente a la contra pendiente del buzamiento de los planos de estratificación que presentan las rocas del Grupo Guadalupe principalmente. Tiene una altura de unos 200 m. Esta secuencia presenta una cima irregular, conformada por entrantes y salientes rocosas, como producto de fracturas o de sistemas de fracturación.

En aquellos sitios en que se ha establecido un mayor desgaste y por lo que es notoria la presencia de “entrantes” o “boquerones” en la masa rocosa, se aprecian geoformas de nichos de erosión glacial o de “circos glaciales” de pequeña extensión. Hacia abajo se concentran las acumulaciones de morrenas locales como consecuencia de los glaciales locales que allí se alcanzaron a conformar. Estas acumulaciones varían hacia abajo a depósitos de till de ablación, como consecuencia del deshielo y de los procesos mixtos de tipo glacio-fluvial.

En la ladera rocosa se reconocen los trazos de nichos de erosión que producen una ligera geoforma cóncava. En ninguno de los vuelos se aprecia actividad, pérdida de la cobertura vegetal o exposición de roca fresca. Los depósitos que generaron estas geoformas aun se registran a manera de morrenas, compuestas por suelos heterométricos de bloques y guijarros angulares, matriz soportados en arcilla arenosa.

Los depósitos glaciales han sido sometidos a erosión hídrica vertical concentrada. Se encuentran canales con cauces angostos y profundos. Las superficies de estos depósitos presentan pendientes más o menos lisas y moderadamente inclinadas

Su expresión parece corresponder a lóbulos distales de acumulaciones glaciales y parcialmente de tipo fluvio-glacial, generados durante la etapa de retroceso de la última glaciación.

Como consecuencia de la invasión urbanística de condición sub-normal, el terreno ha sido intervenido de manera severa. Se han establecido una serie de explanaciones y taludes de corte de manera indiscriminada. Así como, las acometidas de las redes de acueducto y alcantarillada, estos siempre bajo condiciones técnicas reducidas, mediante mangueras, muchas se encuentran expuestas a condiciones sub-aéreas.

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 vía principal de acceso a todo el 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. No se aprecian procesos de erosión hídrica activa o que puedan haber inducido o contribuido a la inestabilidad del terreno.

Las condiciones o rasgos iterativos relacionados a la inestabilidad, se mencionan las huellas o trazos de escalonamiento en algunas laderas, asociados a movimientos rotacionales someros. El proceso de inicia al establecer la explanación o talud de corte. Afecta principalmente a la porción de suelo orgánico y del material lixiviado principalmente.

4.5 GEOLOGIA APLICADA.

Como se indicó anteriormente el fenómeno de inestabilidad que genera condiciones de alto riesgo en el barrio Laureles, consiste en la generación de movimientos en masa que afectan a los taludes de corte y áreas anexas.

Inicialmente, esta condición fue corregida mediante la instalación de muros de “pata” en gavión.

Bajo las condiciones actuales, la vía de acceso hacia la parte alta del barrio fue afectada ante la explanación requerida para el desarrollo urbanístico que se localiza en la parte inferior. Con este propósito se construyó un muro en concreto que permitió asegurar la banca de la vía, y el talud dispuesto entre esta y la explanación mencionada a la base.

El muro solo se prolongó hasta donde se consideró que la banca de la vía quedase asegurada. No obstante, se han presentado inestabilidades y o movimientos en masa someros, hacia el oriente. En estos sitios se comprometen además de la vía de acceso, y algunas viviendas.

Es evidente que la solución implementada con el muro ha trabajado satisfactoriamente, y para evitar que este mecanismo de inestabilidad progrese y se amplié, debe prolongarse el muro hasta confinar todo el talud de corte mencionado.

En el plano 2 se presenta la planta geológica y las secciones geológicas deducidas a partir de las observaciones de campo y las exploraciones del subsuelo realizadas.

5 ESTUDIO GEOTÉCNICO

En el presente capítulo se presentan los resultados de la investigación de campo y laboratorio, así como los análisis correspondientes para la obtención de los parámetros de resistencia del subsuelo y los análisis de estabilidad del talud en la zona de estudio.

5.1 EXPLORACIÓN DE CAMPO

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 5-1 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

Durante las perforaciones se llevó a cabo el ensayo de penetración estándar (SPT), y la recuperación de muestras en tubo de cuchara partida para los ensayos de clasificación y muestras de roca en núcleos para los ensayos de resistencia.

La profundidad promedio de los 4 apiques fue 2.0 m, sobre los cuales se recuperaron muestras en bolsa para los ensayos de clasificación y bloques, la localización de los apiques se distribuyó en el depósito fluvio-glacial principalmente, sin embargo el muestreo en este tipo de materiales fue difícil.

Las trincheras se realizaron igualmente sobre el depósito fluvio-glacial, tomando muestras representativas para la ejecución de ensayos de laboratorio.

En la Figura 5.1 se presenta la localización de investigaciones realizadas y en el Anexo 2 se presentan los perfiles estratigráficos.

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..

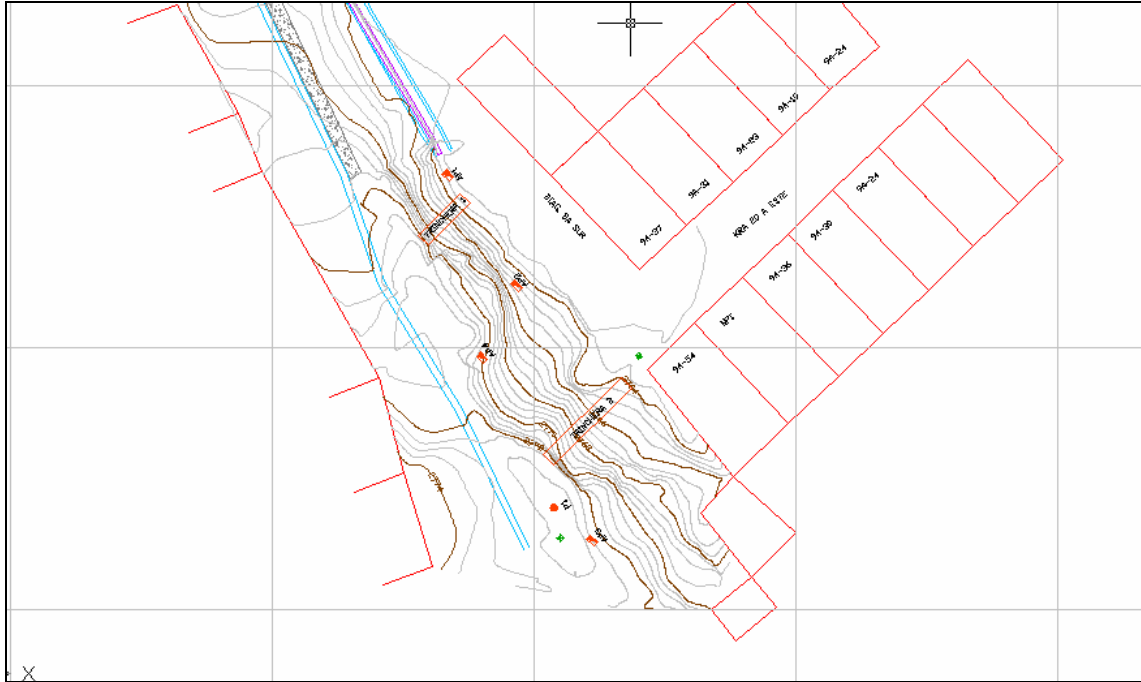


Figura 5.1 Localización Investigaciones del Subsuelo

5.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

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. 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 fluvioglaciares no fue posible realizar mayor número de ensayos de resistencia. En la Tabla 5-1 se presenta el tipo y número de ensayos realizados.

Tabla 5-1 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 5-2. De igual forma se presenta en el Anexo 2 el resumen de resultados de laboratorio ejecutados por el Consorcio Colectivo de Ingenieros.

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 %	Límite líquido (%)	Límite plástico %	Índice de plasticidad %	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			
	m4	2,00	16,60								
AP3	m2	1,00	24,80								
	m3	1,20	11,10								
	m4	1,90	13,50								
	m2	0,60	35,50								
AP4	m3	1,50	34,70					1,60			
	m4	2,00	34,60	47,20	34,70	12,50	ML				
	m1	1,30	42,70								
TR1	m2	2,40	21,90								
	m3	3,90	15,10								
	m4	4,40	21,30					1,96			
	m2	2,70	23,90						14,00		
TR2	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				
PT1	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			

5.3 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

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.

A continuación se presentan los valores máximo, mínimo y promedio de las propiedades índice y de resistencia de este estrato:

<i>Propiedad</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Promedio</i>
Humedad natural (%)	11.1	42.7	22.9
Límite líquido (%)	25.1	66.9	38.7
Límite plástico (%)	16.2	50.5	25.7
Índice de plasticidad (%)	8.8	19.4	13.1
RPI (Kg/cm ²)	2.0	5.0	3.5
Numero de golpes, N	8	>50	20
Cohesion (Kg/cm ²)	0,13	1,4	0,75
Angulo Fricción			41

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

A continuación se presentan los valores máximo, mínimo y promedio de las propiedades índice y de resistencia de este estrato tomado del informe Consorcio Colectivo de ingenieros:

<i>Propiedad</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Promedio</i>
Humedad natural (%)	23.4	25.6	24
Límite líquido (%)	40.0	52.0	46
Límite plástico (%)	15.0	18.0	52.1
Índice de plasticidad (%)	25.0	34	30
RPI (Kg/cm ²)	1.7	3.8	2.75
Numero de golpes, N	10	32	21
Cohesion (ton/m ²)			0.07
Angulo Fricción			22

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

6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

6.1 SECCIONES Y MODELO DE ANÁLISIS (MECANISMOS DE FALLA)

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 (veáse 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, de acuerdo con la clasificación de Varnes corresponde a un deslizamiento de tipo rotacional retrogresivo.

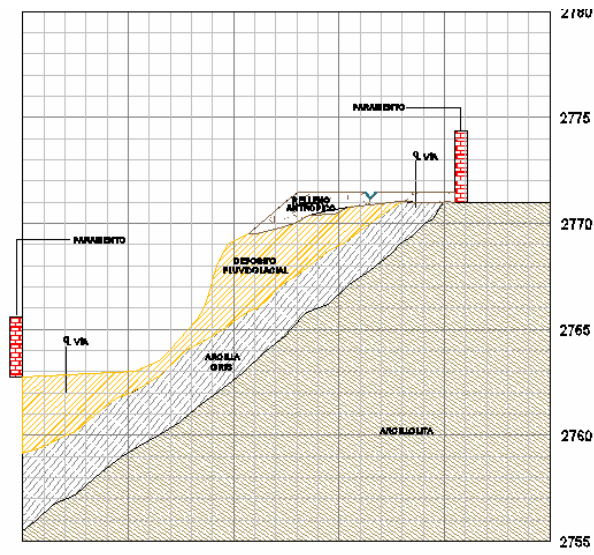


Figura 6.1 Sección Típica Modelo Geotécnico

La evaluación de las condiciones de estabilidad contempló análisis de falla considerando deslizamientos de tipo rotacional que son los que se presentan en la zona de estudio. Las condiciones de estabilidad en la zona se evaluaron sobre cuatro secciones representativas como las más críticas en cuanto a pendientes, geomorfología y perfil estratigráfico. Las secciones de análisis se presentan en el Plano 2, en el que se ilustra la estratificación típica del sector.

6.2 ESCENARIOS DE ANÁLISIS

Teniendo como referencia la normatividad actual se consideran dos escenarios básicos para la evaluación de la amenaza que son: i) La amenaza en condiciones actuales y ii) la

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..

amenaza en condiciones futuras con la ejecución del proyecto. Para el presente estudio se analizaron estos dos escenarios bajo condiciones normales (nivel freático a 1,50 m de profundidad y sin sismo) y condiciones extremas (suelo saturado y con sismo)

Para el presente estudio los criterios de evaluación de amenaza usados fueron los que se proponen en el decreto 227 de 2006.

Para condiciones normales:

CONDICIONES NORMALES	
<i>Amenaza</i>	<i>F.S</i>
BAJA	> 1.9
MEDIA	1.2-1.9
ALTA	<1.2

Para condiciones extremas:

CONDICIONES EXTREMAS	
<i>Amenaza</i>	<i>F.S (50Años)</i>
BAJA	> 1.3
MEDIA	1.0-1.3
ALTA	<1.0

Se considera que con la construcción de las obras correctivas en la zona el nivel de amenaza debe ser bajo aun para condiciones extremas.

6.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SITUACIÓN 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

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.

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 parámetros empleados en los análisis de estabilidad para todas las secciones, se muestran en la Tabla 6-1. Para la determinación de los parámetros se realizó un análisis de los resultados de ensayos de laboratorio, y adicionalmente se ejecutó un análisis retrospectivo considerando materiales sin saturar (antes de la falla), ajustándolo mediante un análisis de la sensibilidad sobre la respuesta de la variación de cada uno de los parámetros. Los resultados obtenidos del análisis retrospectivo se pueden observar en la Figura 6.2

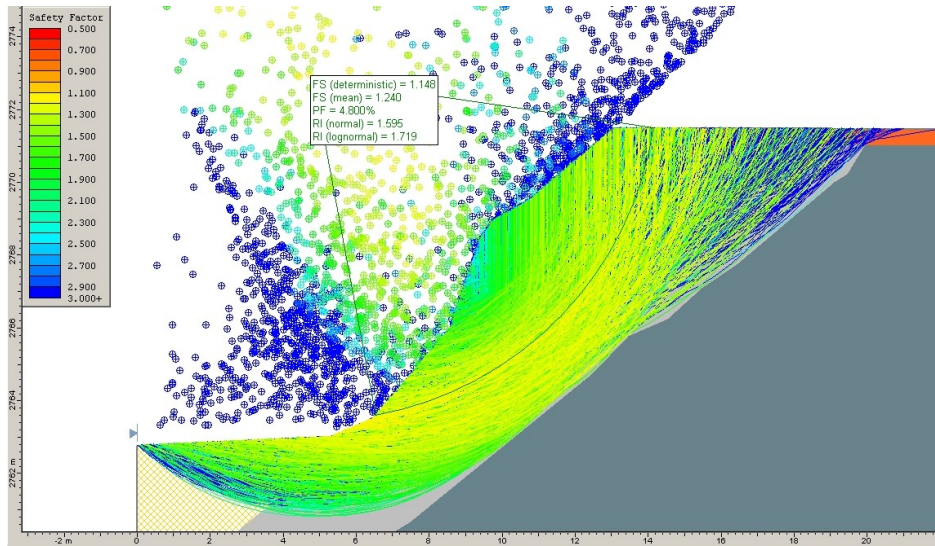


Figura 6.2 Análisis Retrospectivo sin saturar (antes de falla)

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 6-1. 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 niveles de agua se tomaron a una profundidad de 1.5 m, la cual representa el estado promedio del nivel freático en la ladera.

6.3.1 Parámetros de Diseño Sísmico

Teniendo en cuenta la información de la norma NSR 98, a continuación se presentan los parámetros de diseño sísmico, para la zona de estudio.

- Coeficiente de Aceleración Pico Efectiva (Aa): 0.25g

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..

- Perfil de suelo para la Zona de Suelos residual: S2

De acuerdo con el estudio de Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá la parte alta de la zona de estudio corresponde a la Zona 1 (cerros) y la Aceleración máxima (Am) es de 0.25g. Para propósitos de análisis de estabilidad para un periodo de retorno de 50 años se puede utilizar de manera aproximada una aceleración de 0.12g.

6.3.2 Resultados Condición actual

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 6-2.

En el Anexo 3 se presentan los resultados gráficos de los análisis de estabilidad ejecutados para evaluar la estabilidad de la ladera.

Tabla 6-2. 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

De los resultados se concluye que para la condición normal actual (sin agua y sin sismo) el caso más crítico corresponde al talud de la sección A-A con condición de amenaza alto y para el resto de secciones un nivel de amenaza medio, sin embargo, se observa que en el caso de presentarse una saturación parcial o total y en especial en el caso con sismo (condiciones extremas), los valores de FS decrecen considerablemente, presentandose condiciones de amenaza alta en las secciones A-A y B-B y condición de amenaza media para las secciones C-C y D-D, pudiendo presentarse secciones en condiciones inestables.

7 OBRAS PROPUESTAS

Para la solución del problema de inestabilidad, se plantean dos alternativas posibles:

7.1.1 Alternativa 1 : Muro de contención en concreto reforzado

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.

En la figura 7.1 se presenta la sección típica del modelo geotécnico con el muro de contención propuesto como obra correctiva.

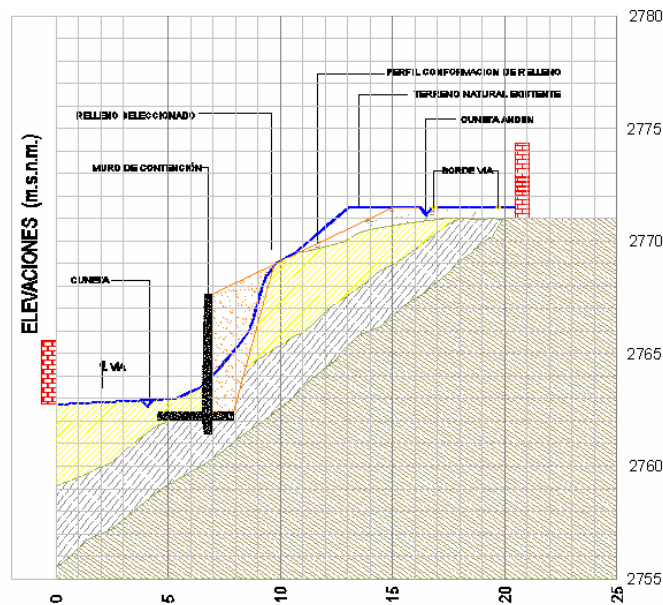


Figura 7.1: Sección Típica obra Propuesta

7.1.2 Alternativa 2 Muro de contención en gaviones

Como propuesta alternativa se considero la construcción de un muro de contención en gaviones con altura de 4,0 a 5,0 m y con ancho de 2,0 m a 3,0 m y longitud total de 20 m. Para la construcción de esta estructura igualmente se requiere de la excavación de parte del material movilizado y luego un relleno para conformar el talud superior.

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 consistentes en la construcción de un andén cuneta tanto en la parte superior como inferior del talud 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.

7.2 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 7-1.

Tabla 7-1. 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 7-2. En el Anexo 3 se presentan los resultados gráficos de los análisis de estabilidad ejecutados para evaluar la estabilidad de la ladera. Los resultados de la alternativa de muro de contención con gaviones arrojaron resultados desfavorables en todos los casos con factores de seguridad menores a los permisibles, por lo cual se descarto esta alternativa.

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 7-2. 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 los resultados se concluye que para la condición futura con obras para la condición extrema con agua y con sismo el caso más crítico corresponde al talud de la sección B-B y con valores similares a la sección A-A, sin embargo se presentan valores de FS superiores a 1,3 para las condiciones más extremas lo que representa un nivel de amenaza bajo

No obstante lo anterior, se observa que en el caso de presentarse una saturación parcial o total y en especial en el caso con sismo 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 se garantice el correcto funcionamiento de todas las obras de drenaje y subdrenaje existentes en la zona, para evitar la generación de nuevos problemas en sitios aledaños.

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.

8 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.

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.

El muro de concreto se construirá respetando derecho de vía del actual corredor y en lo posible lo más cercano al talud inestable actual con el fin de evitar rellenos excesivos contra el muro. Sobre el muro en concreto se conformará un relleno en material seleccionado el cual permitirá garantizar la estabilidad de la banca de la vía ubicada en la parte superior del talud, la pendiente del muro será 2 Horizontal : 1 Vertical.

Para la construcción de la solución se requiere el retiro de material deslizado y la capa de limo orgánico o rellenos antrópicos presentes en el sector en una longitud igual a la longitud del muro

Los taludes que se generan durante la ejecución de las excavaciones son muy similares a los taludes actuales, por lo cual el contratista deberá contemplar algún tipo de estructura de soporte temporal durante los trabajos de excavación.

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 material granular del relleno se colocará por capas no mayores a 20 cm logrando una densidad como mínimo del 95% de la máxima obtenida en el ensayo de Próctor Modificado y deberá presentar un CBR igual o superior al 30%.

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.

En el anexo 4 se presentan las memorias de diseño estructural del muro y en el plano 5 se presentan los detalles constructivos.

9 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

A continuación se presentan algunos aspectos generales del proceso constructivo, sin embargo el proceso constructivo final deberá ser acordado entre el Contratista y el Interventor de la obra teniendo en cuenta la disponibilidad de materiales y condiciones climáticas de la obra, aunque lo recomendable es que las obras se realicen en temporada seca.

Teniendo en cuenta que se va a trabajar en una zona urbana se recomienda seguir los lineamientos establecidos para toda obra pública en cuanto a normas de señalización y seguridad

Inicialmente se deberá limpiar toda la zona de trabajo y construir un cerramiento del sector a intervenir. Previamente se debería haber realizado labor social informándole a la comunidad de las obras a construir.

Al inicio de las obras se deberá definir en conjunto entre interventoría y contratista los sitios para almacenamiento de materiales y sitios para disposición temporal de materiales procedentes de las excavaciones.

Seguidamente se realizará el replanteo de la obra con base en las referencias topográficas y los planos de localización.

Con base en el replanteo se procederá a realizar las excavaciones de los taludes para la construcción del muro de acuerdo con las cotas y pendientes establecidas en los planos de diseño. Se recomienda realizar las excavaciones por sectores no mayores de 5,0 m con el fin de evitar inestabilidades. Durante construcción se determinará la conveniencia o no de obras de contención de acuerdo con las condiciones encontradas in situ. Igualmente se debe tener en cuenta el manejo de aguas de escorrentía y de infiltración durante las excavaciones.

Una vez determinado el nivel de cimentación y con la asesoría de un ingeniero geotécnista se verificarán las condiciones del suelo de fundación con el fin de establecer si el suelo es apto para la cimentación del muro o si requiere algún tipo de mejoramiento.

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..

A continuación se procederá a la instalación de formaleta armada del refuerzo y fundida del muro de concreto propiamente dicho. Se deberán seguir todos los procedimientos constructivos y normas establecidos en los términos de referencia.

Luego y una vez alcanzado el tiempo de curado necesario para el muro, se procederá a conformar el filtro y relleno a colocar detrás del muro. El relleno se deberá hacer en capas horizontales no mayores de 30 cm y compactado a una densidad igual o mayor al 95 % del ensayo de Proctor Modificado

De igual forma una vez terminada la estructura del muro y rellenos de conformación de los taludes se procederá a la construcción de todas las obras de drenaje superficial proyectadas.

Como parte final se deberá reconformar los taludes con las pendientes proyectadas uniformes compactando el área con equipos manuales y empradizar con césped donde se indique en los planos. Finalmente se deberá realizar un aseo general de toda la obra.

10 ANALISIS DE VIABILIDAD DE CONSTRUCCION E INTERFERENCIAS

10.1 AFECTACIÓN DE PREDIOS

De acuerdo con las investigaciones realizadas en las oficinas de la Defensoría del Espacio Público, la obra propuesta se ejecutará en una zona que no afecta ningún predio privado.

10.2 INTERFERENCIAS CON SERVICIOS PUBLICOS

10.2.1 ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

En el área de influencia de la construcción del muro no se encontró la presencia de redes de acueducto, ni alcantarillado, como tampoco aparecen localizados en los planos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, sin embargo durante las excavaciones no se descarta encontrar algún tipo de tubería no legalizada.

10.2.2 ENERGIA Y TELEFONOS

En la parte media alta y baja de la zona se encuentra ubicados postes de energía y teléfono, que se podrán ver afectados por las excavaciones y perfilado del terreno, por lo tanto se deberán tomar medidas para asegurar la cimentación mediante algún tipo de protección y/o relocalizarlos para ajustarse a las condiciones de la obra propuesta.

10.2.3 GAS NATURAL

Redes de gas natural se observaron en las viviendas de la parte baja adyacentes a las viviendas, sin embargo en este sector no habrá afectación de la obra. Específicamente en la zona a intervenir no se observaron redes de gas sin embargo se deberán tomar medidas preventivas durante las excavaciones para evitar interferencias con cualquier tipo de redes no legalizadas.

11 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

Las cantidades de obra reportadas en el presente estudio refieren a las actividades de los requerimientos para mitigar riesgo, En el Anexo 5 se relacionan los costos asociados a las obras de mitigación propuestas para mejorar las condiciones de estabilidad de la zona de estudio, estas últimas consideradas obras externas. Los costos directos de la obra planteada son de ciento veintitrés millones, quinientos ochenta y nueve mil, cincuenta y cuatro pesos. En el Anexo 6 se presentan las especificaciones de construcción particulares a seguir en la construcción de las obras

12 CONCLUSIONES

- 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 antrópicos y materiales de origen orgánico.
- 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.
- De los resultados de los análisis de estabilidad se concluye que para la condición actual (sin agua y sin sismo) se obtienen condiciones críticas de estabilidad con factores de seguridad que representan niveles de amenaza media a alta. En el caso de presentarse una saturación parcial o total y en especial en el caso con sismo, los factores de seguridad decrecen considerablemente, pudiendo llevar a tramos de las secciones a condiciones inestables (amenaza alta)
- 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.

13 RECOMENDACIONES

- 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.
- El muro de concreto se construirá respetando derecho de vía del actual corredor y en lo posible lo más cercano al talud inestable actual con el fin de evitar rellenos excesivos contra el muro. Sobre el muro en concreto se conformará un relleno en material seleccionado el cual permitirá garantizar la estabilidad de la banca de la vía

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..

ubicada en la parte superior del talud, la pendiente del muro será 2 Horizontal : 1 Vertical.

- Para la construcción de la solución se requiere el retiro de material deslizado y la capa de limo orgánico o rellenos antrópicos presentes en el sector en una longitud igual a la longitud del muro
- Los taludes que se generan durante la ejecución de las excavaciones son muy similares a los taludes actuales, por lo cual el contratista deberá contemplar algún tipo de estructura de soporte temporal durante los trabajos de excavación.
- El material granular del relleno se colocará por capas no mayores a 20 cm logrando una densidad como mínimo del 95% de la máxima obtenida en el ensayo de Próctor Modificado y deberá presentar un CBR igual o superior al 30%.
- 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.
- Una vez determinado el nivel de cimentación y con la asesoría de un ingeniero geotécnista se verificarán las condiciones del suelo de fundación con el fin de establecer si el suelo es apto para la cimentación del muro o si requiere algún tipo de mejoramiento.

14 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.

15 BIBLIOGRAFÍA

- Dalrymple (1968). Clasificación de pendientes.
- INGEOMINAS, Universidad de los Andes (1997). Proyecto Microzonificación Sísmica de Santa Fé de Bogotá, Mapa Geológico de a escala 1:50.000.
- Moya y García Ltda. (2002). Estudio de riesgo por remoción en masa para los barrios Cerro Norte y Villa Nidia, de la localidad de Usaquén y diseño de obras de control, protección y estabilización.
- PAVCO (2002). Manual de diseño con geosintéticos.
- SLIDE Versión 5.0 (Stability analysis for soil and rock slopes, de Rocscience, Geomechanics Software Solutions).
- Ramírez y modificada por González - Millán (1998). Sistema semicuantitativo de evaluación de estabilidad a escala intermedia.
- www.sire.gov.co Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá.

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..

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..

**ANEXO 1
REGISTRO FOTOGRÁFICO**

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..

**ANEXO 2
REGISTRO DE SONDEOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO**

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..

**ANEXO 3
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

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..

**ANEXO 4
MEMORIAS DE DISEÑO**

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..

**ANEXO 5
PRESUPUESTO**

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..

ANEXO 6 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

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..

**ANEXO 7
DATOS TOPOGRAFICOS**

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..

**ANEXO 7-I
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO**

**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..**

**ANEXO 7-II
CERTIFICACION DEL IGAC**

**ANEXO 7-III
DATOS CRUDOS**

LEVANTAMIENTO LAURELES

LISTADO DE DATOS CRUDOS

LISTADO DE ABREVIATURAS

HA-----	ANGULO HORIZONTAL
HD-----	DISTANCIA HORIZONTAL
AZ-----	AZIMUT
VD -----	DISTANCIA VERTICAL
OCCPT-----	PUNTO OCUPADO
E-----	ESTE
N-----	NORTE
PTID-----	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO
PT#-----	NUMERO DEL PUNTO

**ANEXO 8
PLANOS**

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.