Secretaría

GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

FOPAE

TITULO: 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. 4 NUEVA ESPAÑA

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 Nueva España, de la localidad de San Cristobal, de acuerdo con los alcances de los términos de referencia de la invitación publica para contratación directa No.FOPAE 7302-04-2006.

PALABRAS CLAVES: NUEVA ESPAÑA, 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:**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 5
1 INTRODUCCIÓN 6
2 DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL 8
3 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO 11
3.1 GENERALIDADES 11
3.2 ALCANCE ESPECÍFICO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO 11
3.3 METODOLOGÍA DE CAMPO 11
3.4 TRASLADO DE COORDENADAS REALES 12
3.5 TRABAJOS DE CAMPO Y OFICINA 12
3.5.1 Altimetria y planimetria 13
3.5.2 Trabajo de oficina 13
4 ESTUDIO GEOLÓGICO 14
4.1 INTRODUCCION 14
4.2 GEOLOGIA REGIONAL 14
4.3 ESTRATIGRAFÍA 15
4.4 GEOMORFOLOGÍA 17
4.5 GEOLOGIA LOCAL. 17
4.6 ESTRATIGRAFÍA 17
4.6.1 Deposito Glacio-Fluvial. (Qgf) - 18
4.7 ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS 18
5 ESTUDIO GEOTÉCNICO 20
5.1 EXPLORACIÓN DE CAMPO 20
5.2 ENSAYOS DE LABORATORIO 21
5.3 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 22
6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO 24
6.1 SECCIONES Y MODELO DE ANÁLISIS (MECANISMOS DE FALLA) 24
6.2 ESCENARIOS DE ANÁLISIS 25
6.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SITUACIÓN ACTUAL 25
6.3.1 Parámetros de Diseño Sísmico 26
6.3.2 Resultados Condición actual 26
7 OBRAS PROPUESTAS 28
7.1.1 Alternativa 1 : Muro de contención y camino peatonal en gaviones 28
7.1.2 Alternativa 2 : Muro - Escalera 29
7.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SITUACIÓN FUTURA (CON OBRAS) 29
8 MEDIDAS CORRECTIVAS RECOMENDADAS 31
9 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO 31
10 ANALISIS DE VIABILIDAD DE CONSTRUCCION E INTERFERENCIAS 32
10.1 AFECTACIÓN DE PREDIOS 33
10.2 INTERFERENCIAS CON SERVICIOS PUBLICOS 33

10.2.1 ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO 33
10.2.2 ENERGIA Y TELEFONOS 33
10.2.3 GAS NATURAL 33
11 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO 34
12 CONCLUSIONES 35
13 RECOMENDACIONES 35
14 LIMITACIONES 37
15 BIBLIOGRAFÍA 38

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 - Registro fotográfico

Anexo 2 – Registro de sondeos y Ensayos de Laboratorio

Anexo 3 - Análisis de estabilidad

Anexo 4 - Presupuesto

Anexo 5 - Especificaciones de construcción

Anexo 6 – Datos Topográficos

Anexo 7 - Planos

LISTA DE PLANOS

Plano 1 Mapa Base

Plano 2 Geología

Plano 3 Obras – Planta y secciones

Plano 4 Detalle obras

SITIO 4 – BARRIO NUEVA ESPAÑA – LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL

RESUMEN

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 m^2, 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 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 y exploración del subsuelo.

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.

Con base en el modelo geotécnico definido y los mecanismos de falla identificados se plantea como medida de mitigación con el fín 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 revegetalizacíón del talud con especies ornamentales.

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 4 – BARRIO NUEVA ESPAÑA – 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 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 m^2, 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 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 y exploración del subsuelo. 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.

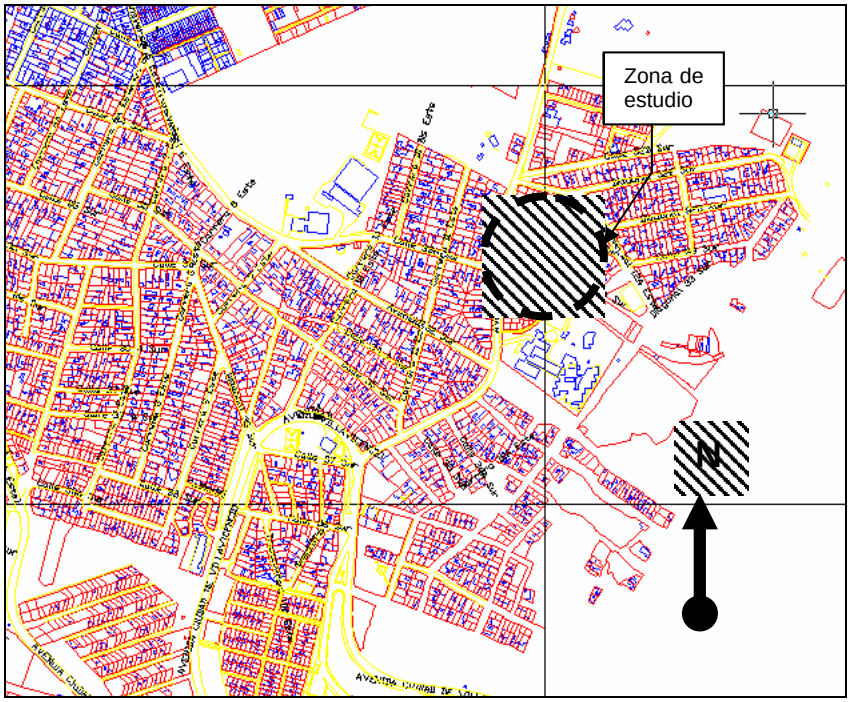


Figura 1.1 Localización de la zona de estudio – Barrio Nueva España

2 DIAGNÓSTICO CONCEPTUAL

El área en estudio se localiza en una franja de terreno adyacente al costado Occidental de la calle 36 sur con carrera 12 A Este. Este sitio se localiza en el borde sur-oriental de la Sabana de Bogotá, y piedemonte occidental de la Serranía de Guadalupe. El acceso se puede realizar desde la localidad desde el sitio denominado como la Y, punto donde se iterceptan la antigua carretera de Oriente y la carretera que actualmente continua hacia la ciudad de Villavicencio.

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

Antecedentes

El antecedente principal que motivo la realización de este estudio en este sitio, de acuerdo con el diagnostico 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.

Información de referencia

En el marco del contrato No. G-1152-181-98 celebrado entre la UPES y el Consorcio Consultor CIVILES Ltda – HIDROCONSULTA Ltda. ejecuto un estudio de riesgo en la zona que comprende la parte baja del barrio Nueva España y la parte oriental del barrio Los Alpes Futuro. El área de estudio está localizada en la carrera 12 D Este, entre las calles 34A y 38 sur, localidad de San Cristóbal.

El trabajo desarrollado tuvo como objetivo estudiar la zona ya referida a fin de proponer las medidas correctivas y de mitigación tendientes a estabilizar el área en estudio. El presente estudio se llevó hasta el nivel de diseño de las obras y medidas recomendadas para garantizar la estabilidad de la zona.

Para el año 1977, la zona contenía dos procesos de explotación industrial de materiales térreos. Una de ellas, ubicada en el costado nororiental de la zona en estudio, sobre el depósito fluviotorrencial y la otra, de mayor tamaño que la anterior, en
el costado suroccidental, sobre la arcillolita de la formación Bogotá. En la actualidad estas explotaciones se encuentran suspendidas. De la explotación del fluviotorrencial para

recebos se encuentra todavía el patio de extracción, constituido por dos pequeñas terrazas. De la explotación de la arcillolita no se evidencia rasgo alguno.

La zona está afectada por un movimiento superficial de carácter reptacional que involucra un espesor aproximado de 2.0 de material residual, producto de la degradación de la arcillolita de la formación Bogotá. El movimiento en la actualidad esta afectando algunas casas de la parte baja del barrio Nueva España, ubicadas en la parte alta de la zona de estudio, así como algunas casas del barrio Los Alpes Futuro, las cuales están ubicadas en la parte baja de la misma zona.

En el costado norte del sector en estudio se presentó una avalancha, la cual arrastró materiales provenientes de la cantera y el cual se extendió hasta el patio sobre el cual hoy en día se encuentra la Urbanización Bosque de los Alpes. En el costado sur de la zona en estudio se encuentran algunos remanentes de una antigua explotación de arcilla. De esta explotación queda un gran deslizamiento, el cual se extiende desde la vía al llano hasta el límite sur del área en estudio.

Se estableció que a través del fluviotorrencial se infiltra el agua lluvia y la escorrentía, la cual aflora por el contacto con la arcillolita en el costado oriental de la zona de estudio, afectando la parte superior del subsuelo. Lo anterior se evidencia por una serie de afloramientos de agua y vegetación de pantano en cercanías del contacto.

El movimiento que se presenta en el barrio Nueva España es bastante antiguo, de carácter superficial y lento; sin embargo este no representa amenaza significativa para la comunidad que habita el sector en las condiciones actuales. De hecho, la tasa es lenta y el movimiento es de carácter esencialmente estacional, por lo cual su influencia sobre las construcciones actuales es muy escasa.

Se estableció que el efecto detonante del movimiento es básicamente el agua que se infiltra en el subsuelo. Por tanto las medidas tendientes a estabilizar la ladera se enfocan hacia la construcción de obras de manejo y conducción del agua en el sector. Se identificó que el aporte de agua a la masa en movimiento tiene dos fuentes: • La primera de ellas, es el agua que se escapa de las tuberías y mangueras provisionales instaladas artesanalmente por los vecinos del sector, lo mismo que de las aguas negras infiltradas, dado que no se cuenta con sistema de alcantarillado.

La segunda se trata del agua lluvia, tanto de escorrentía causando erosión superficial y cárcavas, como la infiltrada a través del fluviotorrencial, la cual encuentra una arrera en el contacto del material granular con la arcillolita.

En vista de lo anterior se diseñaron las siguientes soluciones tendientes a garantizar la estabilidad de la ladera, y no se contempla la necesidad de reubicar ninguna vivienda. Las medidas presentadas adicionalmente buscan brindar a la comunidad condiciones de vida adecuadas.

- Drenes horizontales.
- Cunetas con filtro interceptor.
- Drenaje subsuperficial en espina de pescado.
- Construcción el sistema de acueducto y alcantarillado para la zona en estudio.
- Reconformación de la superficie de la parte baja de la ladera.
- Obras urbanísticas y paisajísticas.

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 los cuales alcances 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.

Las viviendas dispuestas en la parte superior se encuentran a unos 5 a 6 m de distancia del borde del escarpe y aparentemente se encuentran cimentadas sobre materiales glacio-fluviales. Las que se localizan a la parte inferior algunas limitan contra el escarpe y a la vez sirven de contención para los materiales de relleno superficial.

El talud se encuentra actualmente cubierto de pasto y algunas especies arbustivas a manera de rastrojo. A la base del escarpe se identifica la acumulación de material que atenúa ligeramente la pendiente del terreno.

El origen de este escarpe aparentemente corresponde del trazo de un antiguo movimiento en masa, sin embargo actualmente no se observan rasgos o evidencias que permitan establecer inestabilidad alguna.

De acuerdo con el diagnostico 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 perdida del material superficial.

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 NUEVA ESPAÑA

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 azimut 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 12 de diciembre se realizo el traslado de coordenadas y amojonamiento de los dos (2) vértices a referenciar de acuerdo como aparece en la Tabla 1 y se definieron los auxiliares para la radiación de los detalles.

Tabla 1. Mojones materializados en campo

MOJON	NORTE	ESTE	COTA
E1	95013.359	99116.742	2858.343
E2	95055.391	99073.650	2846.808

Durante el día12 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. Anexo se presenta el registro fotográfico de los puntos materializados.





3.4 TRASLADO DE COORDENADAS REALES

Para realizar el traslado de coordenadas del levantamiento topográfico se empleó la información suministrada por el IGAC del 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 el 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 trascripción y 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

4.1 INTRODUCCION

Geográficamente el sitio se localiza en la vertiente occidental de la Serranía de Guadalupe, a una cota aproximada de 2750 m.s.n.m. Esta serranía se eleva hasta unos 3200 m.s.n.m, y se prolonga en dirección SN unos 40 Km.

4.2 GEOLOGIA REGIONAL

El sitio de interés se localiza en el borde oriental del la Sabana de Bogotá, y piedemonte de la Serranía de Guadalupe. Para esta faja de terreno se ha identificado que la vertiente de la mencionada serranía está compuesta por una ladera rocosa escarpada alta, y una amplia y extensa ladera cóncava de origen glacio-fluvial que empalma con la Sabana de Bogota, ésta de condición lacustre.

De manera intermitente o discontinua se registra la presencia de protuberancias rocosas pertenecientes a rocas sedimentarias blandas de edad terciaria.

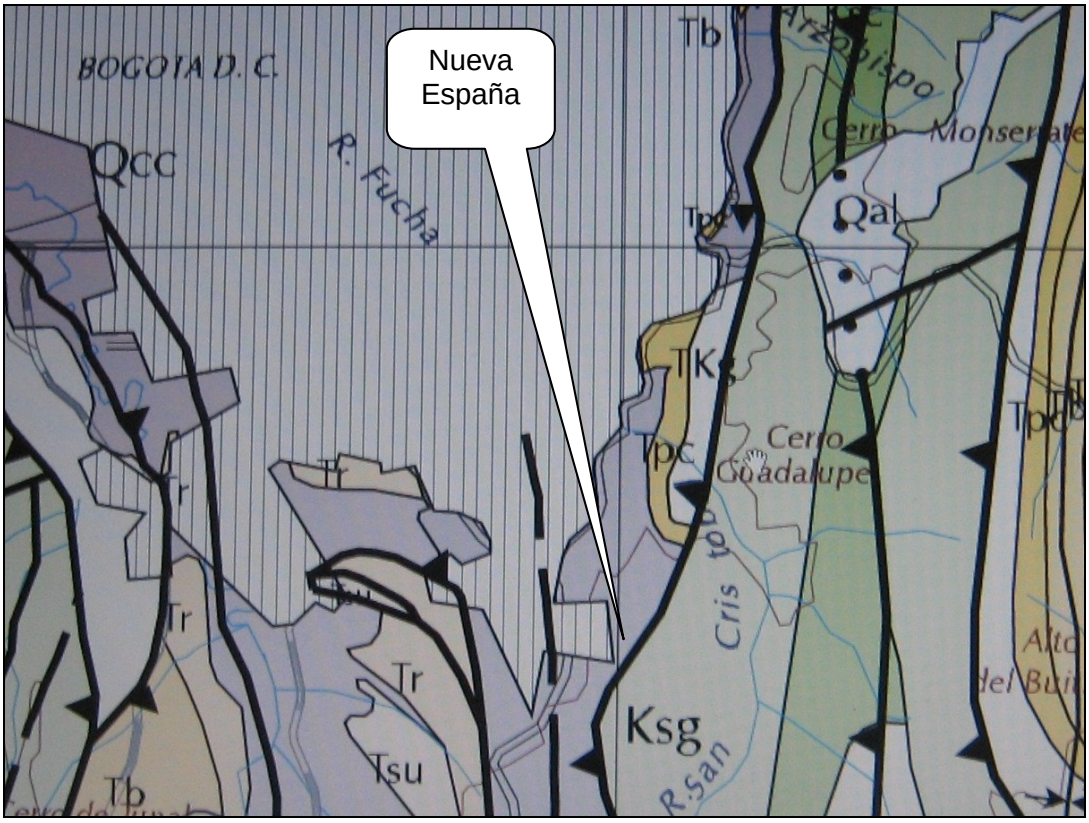


Figura No. 1 . Mapa Geológico – Tomado del Mapa Geológico de Cundinamarca, Ingeominas (2002)

4.3 ESTRATIGRAFÍA

- Formación Guadalupe (Ksgs) - : En la parte superior (*correspondiente a la que compone el flanco occidental de la Serranía de Guadalupe*), aflora arenisca cuarzosa, dura a friable, de grano medio a grueso, gris clara, localmente maciza, comúnmente con estratificación cruzada, en la parte media, limolita cuarzosa, silícea, en capas delgadas y localmente arcillolita limosa gris oscura; en la parte inferior, arenisca cuarzosa, generalmente maciza, de grano medio, gris claro y localmente arcillolita, gris oscura.

- Formación Guaduas (TKgu) - Arcillolita y limolita arcillosa, abigarrada, con areniscas cuarzosa, de grano fino a medio, comúnmente friable, localmente con estratificación cruzada; en la parte superior comúnmente gris rojiza, en la parte inferior hay mucho carbón.

- Formación Guaduas (TKgu) - se subdivide en tres niveles: (a) Inferior: con un espesor de 70 m., constituido por arcillolitas grises amarillentas con intercalaciones de areniscas de cuarzo finas, en capas medias a gruesas; suprayacidos por una

secuencia alternante de limolitas de cuarzo en capas delgadas a medias y arcillolitas grises oscuras; (b) Media: constituida por areniscas de cuarzo, de granos finos a gruesos, en capas muy gruesas plano paralelas a ondulosas, con intercalaciones de arcillolitas grises, oscuras y amarillentas; (c) Superior: Consta de lodolitas rojas, con esporádicas intercalaciones de arenisca de cuarzo. El espesor estimado para toda la formación es del orden de 500 m.

- Formación Cacho (Tpc): Principalmente arenisca cuarzosa, de grano medio, gris clara a gris naranja, estratificación cruzada común, localmente capas ínter-estratificadas de conglomerados con cantos de cuarzo de veta; localmente hay dos miembros de arenisca separadas por una capa de arcillolita limosa.

- En la memoria explicativa de la Plancha 208, de Ingeominas, asume que el segmento inferior de la Formación Bogotá al occidente de la cordillera Oriental es equivalente con la Formación Cacho, que aflora en el oriente, y descrita en la Plancha K-11, Zipaquira.

- Formación Bogotá (Tb): Se trata de lodolita abigarrada y arcillolita limosa con lentes de arenisca, generalmente friable, abigarrada, de grano fino a medio; raras veces lentes de conglomerado arenoso y capas delgadas de carbón de baja calidad.

- Depósitos Recientes (Qgf): Corresponden principalmente a acumulaciones Glacio-fluviales (Qgf) y coluviales (Qc). Las primeras conformadas principalmente hacia los fondos de los principales valles (Ríos San Francisco y San Cristóbal), y en la parte inferior y en el empalme con la superficie de la Sabana, se tratan de acumulaciones heterométricas matriz soportados, con bloques líticos de la Formación Guadalupe Superior y tamaños de hasta de 3 m de diámetro. Las acumulaciones coluviales son de extensión moderada a local, y se relacionan a acumulaciones derivadas de movimientos en masa antiguos y a la acumulación de materiales segregados por la acción de la escorrentía. Estos depósitos se concentran principalmente hacia cuencas de 1er y 2º. Orden, a manera de rellenos sin estratificación.

2.2 Geología Estructural

Las formaciones descritas se disponen dominantemente con rumbos NS a N10ºE, con buzamientos moderados a bajos hacia el oriente. El bloque occidental, conformado por las formaciones Guaduas, Cacho y Bogotá. El Bloque oriental por la Formación Guadalupe principalmente.

La interpretación estructural del borde Oriental de la Sabana de Bogota se ha considerado como la expresión de una falla de cabalgamiento o inversa, la cual establece el contacto de la Formación Guadalupe Superior, sobre la Formación Guaduas. a esta falla se le denomina como la **Falla Bogotá**. Se trata de una estructura de condición regional, y con implicación de una importante fracturación en las rocas adyacentes. Esta fractura se localiza en el cambio de la pendiente rocosa rectilínea que establece la Formación Guadalupe, y la pendiente menor o tendida por su menor resistencia a la erosión, le corresponde a la Formación Guaduas, véase Figuras Nos. 2 a 4.

El bloque oriental, coincide de manera general con el desarrollo de un pliegue tumbado o inverso, denominado como Anticlinal de Bogotá. El occidental, únicamente se encuentra expuesto en una secuencia homoclinal, con buzamientos al E. El espesor de las formaciones es muy irregular, así mismo, los afloramientos se presentan segmentados.

En el sitio de interés, se aprecia una ligera modificación a la mencionada, dado el cambio de los planos estructurales de la estratificación con dirección hacia el W. Esta condición puede reflejar las condiciones tectónicas de la Falla Bogotá.

4.4 GEOMORFOLOGÍA

El borde oriental de la ciudad de Bogotá, se caracteriza por los farallones rocosos que establece la formación Guadalupe principalmente, y las formaciones Guaduas y Bogota, a manera de cerros o prominencias fisiográficas menores y locales. En el segmento adyacente de la Serranía de Guadalupe, donde se localiza el barrio Nueva España, la pendiente topográfica se presenta de manera moderadamente tendida como consecuencia de la cubierta de suelos de origen gladio-fluvial, que han establecido una superficie de aspecto uniforme y pendiente moderada.

Los mencionados depósitos glacio – fluviales establecen una cubierta más o menos uniforme disecada por algunos zanjones locales o de canales de 1er. Orden. Se identifican una serie de superficies más o menos lisas con bordes aterrazadas e inclinadas. Las áreas topográficamente deprimidas, están ocupadas principalmente por suelos de origen coluvial.

Los ríos San Cristóbal, y San Francisco, son las corrientes que cruzan y disecan la serranía de manera profunda. Estas corrientes tienen amplias áreas aferentes y presentan acumulaciones de suelos de origen glacial y aluvio-torrencial en el fondo de sus valles.

A esta altura los depósitos de origen glacial presentan bloques y fragmentos líticos hasta de tamaños de unos 0.2 m. y menores soportados en matriz arcillo - limosa.

4.5 GEOLOGIA LOCAL.

4.6 ESTRATIGRAFÍA

Dentro del marco de referencia indicado de Geología Regional, se describen a continuación las condiciones particulares del sitio de interés. Cabe recordar que por tratarse de una zona de condición urbana, los afloramientos o exposiciones de los materiales naturales, se restringen básicamente a lo observado en el sitio del fenómeno de inestabilidad en estudio.

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 relícticas muy tenues, y asociadas a delgadas intercalaciones de arenisca cuarzosa, que permiten identificar la orientación de los planos de estratificación.

4.6.1 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.

3.1.3. 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.

4.7 ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS

Como se indicó anteriormente, dada la cubierta de suelos recientes no se presentan afloramientos de roca en el sitio de interés. De acuerdo a la información de Ingeominas, las formaciones rocosa allí presentes deben mantener un rumbo de NS a N20ºE y buzamientos hacia el E, con valores de 20º a 40º.

3.3 Geomorfología y Procesos de Inestabilidad -

El sitio de estudio en el Barrio Nueva España consiste de un talud con alto riesgo de inestabilidad para una serie de viviendas que se encuentran localizadas a la parte anterior de este.

El talud se encuentra actualmente cubierto de pasto y algunas especies arbustivas a manera de rastrojo.

Entre la calle y las viviendas que se localizan a la parte alta y la calle inferior se encuentra un callejón sobre terreno natural, y limitado por un escarpe de unos 3 a 5 m de altura. Las viviendas dispuestas en la parte superior se encuentran a unos 5 a 6 m de distancia del borde abarrancado. Las que se localizan a la parte inferior algunas limitan contra el escarpe.

El origen de este escarpe parece que se tratara del trazo de un antiguo movimiento en masa, como se puede deducir de la interpretación que se realizó sobre la topografía que se levantó para el estudio. Actualmente no hay rasgos o evidencias que permitan establecer inestabilidad alguna.

A la base del escarpe se identifica la acumulación de material que atenúa ligeramente la pendiente del terreno. En la parte inferior, la casa que se encuentra contra el escarpe, allí se aprecia la explanación y ésta limita directamente contra el terreno natural. No hay evidencia de actividad o inestabilidad.

La cimentación de las viviendas que se localizan a la parte alta parece que se encuentran sobre estos materiales glacio-fluvial. Son viviendas con altura promedio de tres pisos.

Dadas las condiciones mencionadas, el sitio se encuentra bajo condiciones críticas. Modificaciones en la humedad de estos suelos o ante algún sismo, estos taludes presentan una condición de estabilidad precaria. Es por lo tanto necesario la realización de medidas correctivas y preventivas.

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 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 5-1 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

Durante las perforaciones se llevó a cabo el ensayo de penetración estándar (SPT) donde fue posible, 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 2.5 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 fluvioglacial principalmente, sin embargo el muestreo en este tipo de materiales fue dificultoso.

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.

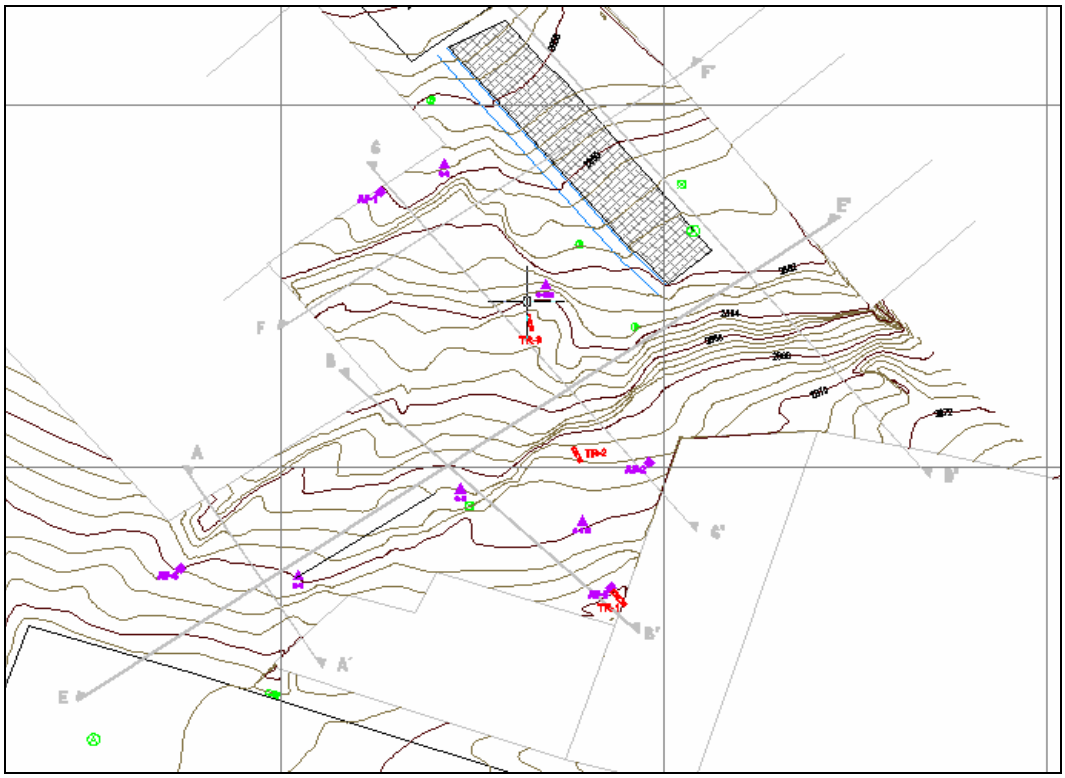


Figura 5.1 Localización Investigaciones del Subsuelo

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

ºPrueba 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 en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2 Resumen de Resultados de laboratorio

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Humedad natural %	Límite líquido (%)	Límite plástico %	Indice plásticidad %	Clasificación USCS	Peso unitario (t/m3)	Resistencia qu (t/m2)	Parámetros	
										c' (t/m2)	∠'
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			

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 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 kg/cm^2, Angulo de fricción ϕ= 24,6 grados, Peso unitario γ=19 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 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 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 kg/cm^2, Angulo de fricción ϕ= 27 grados, Peso unitario γ=21 KN/m^3.

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, 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 pude clasificar como un movimiento complejo lento con combinación de flujo tierra y caída de bloques.

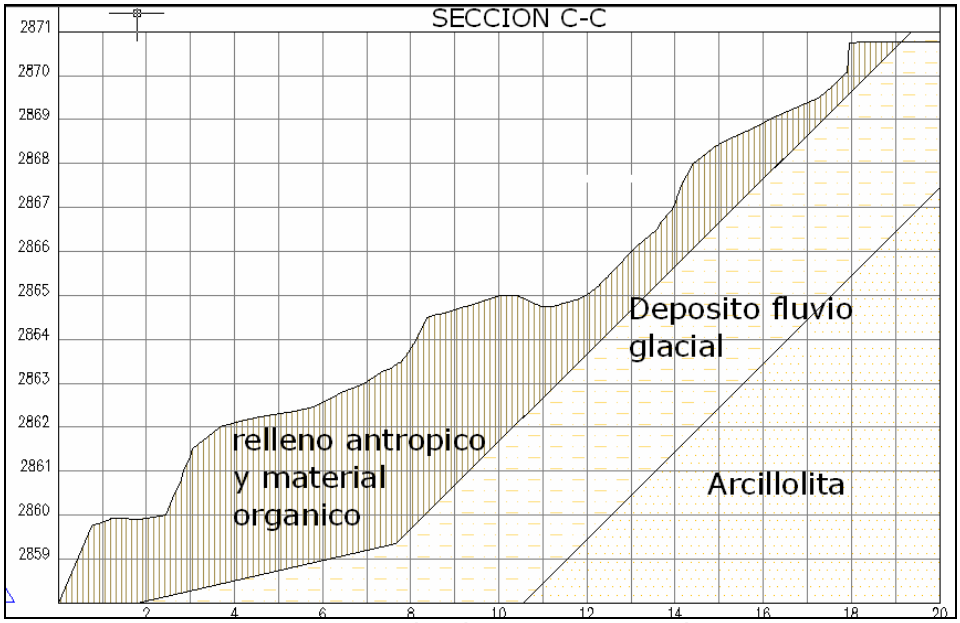


Figura 6.1 Sección Típica Modelo Geotécnico

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 dos 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 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	
Amenaza	***F.S***
BAJA	> 1.9
MEDIA	1.2-1.9
ALTA	<1.2

Para condiciones extremas:

CONDICIONES EXTREMAS	
Amenaza	***F.S (50Años)***
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 Nueva España actualmente, consiste en la generación de movimientos de tipo rotacional en los materiales orgánicos dispuestos en la parte superficial que afectan a los taludes de la zona cercanos al camino peatonal, poniendo en riesgo las viviendas ubicadas en la parte superior. Contribuyen a los fenómenos de inestabilidad la ausencia de obras de drenaje superficial, la alta pendiente de los taludes.

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 6-1. Para la determinación de los parámetros se realizó un análisis de los resultados de ensayos de laboratorio ejecutados en este estudio así como en la información de referencia 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.

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 orgánico	18	5	18
Deposito Glacial	20	460	24,6
Arcillolita	21	20	27

Los niveles de agua se tomaron a una profundidad aproximada de 2,0 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
- 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
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

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 C-C con condición de amenaza alto y para la sección 2-2 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, presentándose condiciones de amenaza alta en las secciones A-A y 2-2, 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 y camino peatonal en gaviones

Con base en el modelo geotécnico definido y los mecanismos de falla identificados se plantea como medida de mitigación con el fín 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 revegetalizacíón del talud con especies ornamentales.

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

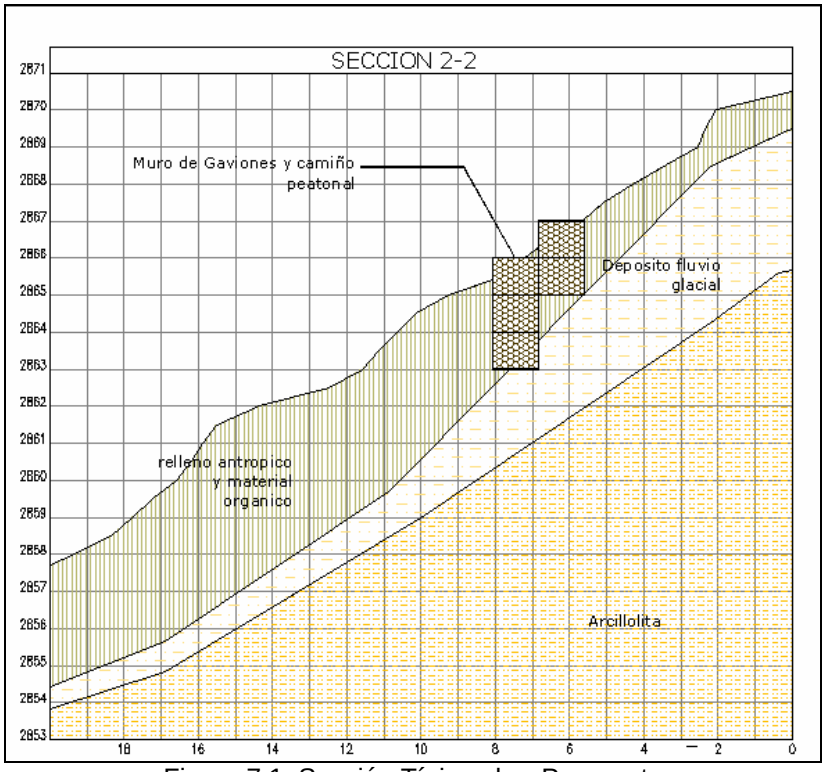


Figura 7.1: Sección Típica obra Propuesta

7.1.2 Alternativa 2 : Muro - Escalera

Como propuesta alternativa se considero la construcción de una escalera con un muro integrado hacia la parte alta del talud en concreto reforzado y colocación de pilotes en concreto reforzado a todo lo largo de la escalera. De esta forma el muro sirve de contención de la parte superior del relleno y a la vez la escalera de camino peatonal

Como obras complementarias se requería la construcción de obras de drenaje superficial consistentes en la construcción de una cuneta en la parte inferior del talud con el fin de captar y conducir de aguas de escorrentía y su entrega al sistema de aguas lluvias del sector.

Debido a los elevados costos de construcción, además de las dificultades que se podrían tener en el proceso constructivo, finalmente se descarto esta alternativa.

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/m³)	Cohesión c´ (ton/m²)	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 7-2. En el Anexo 3 se presentan los resultados gráficos de los análisis de estabilidad ejecutados para evaluar la estabilidad de la ladera.

Tabla 7-2. 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 los resultados se concluye que para la condición futura con obras para la condición normales, sin agua y sin sismo el caso más crítico corresponde al talud de la sección 2-2, presentando valores de factores de seguridad que representa un nivel de amenaza baja

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 del muro de gaviones logra estabilizar el talud bajo las condiciones más extremas posibles representado por un nivel de amenaza medio.

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 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.

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 revegetalizacíón 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.

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 lo 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 gaviones de acuerdo con las cotas y pendientes establecidas en los planos de diseño. Se recomienda realizar las excavaciones por sectores no mayores de 3,0 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.

A continuación se procederá a la instalación de las canastas y colocación de piedra rajón dentro de esta. Se deberán seguir todos los procedimientos constructivos y normas establecidos en los términos de referencia.

Luego se procederá a conformar el relleno a colocar detrás del muro de gaviones. 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 de acceso peatonal publica que no afecta ningún predio privado.

10.2 INTERFERENCIAS CON SERVICIOS PUBLICOS

10.2.1 ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

En el área de influencia del sendero peatonal 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 la escalera existente, sin embargo en este sector no habrá afectación de la obra. Específicamente en el sendero 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, A continuación se relacionan los costos asociados a las obras de mitigación propuestas tanto para el colegio como para la zona norte del área de estudio, estas últimas consideradas obras externas. Los costos directos de la obra planteada son aproximadamente de Veinte Millones de pesos, Novecientos Cuarenta y Cuatro mil pesos.

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 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.

- 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 fín de mejorar la estabilidad de la ladera y 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.

13 RECOMENDACIONES

- 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 revegetalizacíón del talud con especies ornamentales y la construcción de obras de drenaje superficial.

- Teniendo en cuenta que se va a trabajar en una zona urbana se recomienda seguir lo lineamientos establecidos para toda obra pública en cuanto a normas de señalización y seguridad.
- Se recomienda realizar las excavaciones por sectores no mayores de 3,0 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.
- Se recomienda 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.
- Los rellenos se deberán conformar en capas horizontales no mayores de 30 cm y compactado a una densidad igual o mayor al 95 % del ensayo de Proctor Modificado

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.

ANEXO 1
REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO 2
REGISTRO DE SONDEOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO 3
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

ANEXO 4
PRESUPUESTO

ANEXO 5
ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

ANEXO 6
DATOS TOPOGRAFICOS

ANEXO 6-I
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO

ANEXO 6-II
CERTIFICACION DEL IGAC

ANEXO 6-III
DATOS CRUDOS

LEVANTAMIENTO NUEVA ESPAÑA

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 7
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.