

1. INTRODUCCION

El presente informe se presenta como producto final, del contrato “Diseños detallados, presupuestos y especificaciones técnicas, de las obras de mantenimiento para proteger la parte superior del talud de las obras de mitigación de riesgo construidas por el FOPAE, en el CED Jerusalén Plan Canteras, de Localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C.” de acuerdo a lo consignado en los términos de referencia FOPAE-7302-05-2007.

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 proteger la parte superior del talud. 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 realizaron las siguientes actividades:

- Levantamiento topográfico detallado de la zona de estudio a escala 1:250, con curvas de nivel cada 0.50 m.
- Exploración del subsuelo por medio de métodos directos (perforaciones, y apiques)
- Ejecución de ensayos de laboratorio que permitan determinar los niveles, calidad y tipo de suelo roca existentes y elaborar el perfil geotécnico y geológico de la zona, así como la caracterización geomecánica de los materiales.
- Inventario y cartografía de variables como: geología, geomorfología e inventario de viviendas.
- Análisis de estabilidad de taludes por fenómenos de remoción en masa.
- Determinación y evaluación de alternativas de reducción del riesgo en la zona.
- Diseño detallado de obras
- Presupuesto detallado y especificaciones.

2. DIAGNOSTICO

2.1 ASPECTOS GENERALES

La zona de estudio se encuentra localizada en las inmediaciones del Centro Educativo Distrital del Barrio Jerusalén Plan Canteras en la Transversal 49 D Bis No. 68 G – 59 Sur, Localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá Distrito Capital (ver Figura 2.1 y Figura 2.2)

Desde finales de la década de los 90 se tienen registrados problemas de inestabilidad sobre el escarpe rocoso, a lo cual la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE, ha atendido las situaciones de emergencia y ha realizado desde entonces diferentes diagnósticos, conceptos, estudios y obras a saber:

Contrato/ Diagnóstico	Tipo/ Autor	Fecha	Recomendaciones/Obras implementadas
G-797-99-98	(Obra) Inversiones Setema Ltda.	1998	Desabombe del talud, concreto neumático, perrado, malla electrosoldada, cuneta revestida y arborización en el talud adyacente al jardín infantil Nuevos Valores Transv. 49D Bis con calle 68G sur.
1314-01-98	(Diseño) INGETEC	1999	Se recomienda la realización de un perfilado de talud, la instalación de un recubrimiento del escarpe en concreto lanzado y malla perrada para la zona central del afloramiento rocoso.
CO-460-1999	(Obra) COIMPETROL	2000	Se materializaron las recomendaciones del diseño en la zona central del escarpe rocoso.
CT-3744	Concepto Técnico DPAE	Jun - 2002	Se recomendó adelantar obras de estabilización del talud en la zona desprotegida, aislar el colegio del escarpe rocoso mediante una malla de cerramiento o una barrera viva. A su vez se recomienda asignar uso recreativo pasivo.
CO-410-2002	(Obra) Fernando Vera	2002	Construcción obras de emergencia, Barrio Jerusalén Canteras, Ciudad Bolívar.
DI-1998	Diagnóstico Técnico DPAE	Abr-2004	Desprendimiento de material desde la parte alta del talud en el costado sur de la protección con malla mortero. Se recomienda adelantar obras de mantenimiento y retirar los materiales sueltos. Se demarcó una zona de aislamiento y se recomendó cerrar la institución hasta garantizar la estabilidad del talud.
CO-218-2004	(Obra) TECNOBRAS	Jun-2004	Se realizaron obras de emergencia y mantenimiento consistentes en: Retiro de bloques de roca. Mejoramiento del drenaje, sellado de fisuras. Construcción de una barrera de protección y aislamiento tipo parapeto metálico.
CONS-183/2004	(Diseño) Moya y García LTDA	Agosto -2004	Se recomienda la continuación del parapeto metálico en toda la extensión del afloramiento rocoso, el recubrimiento de la parte superior del talud con malla mortero y pernos, sellado de grietas e instalación de lloraderos.
DI-2180	Diagnóstico Técnico DPAE	Oct./2004	Se presentó un desprendimiento de material desde la parte alta del talud que no se encontraba recubierto. Se recomendó el retiro de materiales sueltos y adelantar la construcción de las obras de mitigación recomendadas en el estudio de Moya Y García Ltda.
CO-451-2004	(Obra) TECNOBRAS	Junio/2005	Se materializaron las medidas recomendadas en el estudio CONS-183/2004.
DI-2557-2005	DPAE	Dic./2005	Ocurrió un deslizamiento que desprendió el recubrimiento en malla mortero y deformó el parapeto metálico construido. Se recomienda el retiro de los bloques inestables y la reconfiguración del parapeto metálico. Se restringió el uso de los salones contiguos al movimiento.
CO/674/2005	(Obra mantenimiento) CONSORCIO KOSILCO	Mayo-2006	Reconstrucción de parapeto metálico, sellado de grietas, retiro de bloques sueltos en la parte alta del talud.

2.2 PROBLEMÁTICA ACTUAL

Según visita realizada al sitio de la obra el día 13 de septiembre de 2007 se pueden evidenciar zonas en las cuales el recubrimiento existente fallo (ver Fotografía 2.1) producto del lavado del material de apoyo, dejando expuestos los anclajes existentes (ver Fotografía 2.2), este fenómeno se desarrolla en los materiales de la parte alta del talud que corresponde a la zona de las arcillolitas y las lodolitas.

En la zona de las areniscas se observa un mayor fracturamiento hacia el costado suroeste por la presencia de un lineamiento de falla local. Se observan los planos de discontinuidad que han generado cuñas.

Al recorrer la parte superior se observan grietas que se han producido en el recubrimiento, que han sido selladas constantemente con asfalto (ver Fotografía 2.3), adicionalmente se observa como la corona presenta un basculamiento respecto a la cuneta existente. En la zona noreste del talud donde se conserva el recubrimiento, se detectan fisuras en la pata y parte intermedia de este. En algunos puntos de la corona el recubrimiento ya perdió el material de apoyo, producto del lavado del material.

Al observar el comportamiento actual de la zona, de estudio se puede hacer una diferencia clara del comportamiento de los dos materiales predominantes la arcillolita y la arenisca:

2.2.1 Problemática de Arcillolita

La arcillolita corresponde a la parte superior del talud, ha estado sometidos a procesos de de gradación y cambio en las condiciones del material producto del proceso de lavado del material

En general la arcillolita es un material muy competente y compacta, sin fisilidad y formada por partículas del tamaño de la arcilla, pero cuando los contenidos de humedad son bajos o fluctúan de se facilita el proceso de fisuración en la misma, permitiendo que las partícula más finas disminuyan sus fuerzas de adhesión

La zona de estudio al presentar baja pluviosidad, el agua ocasional proveniente de la lluvia al infiltrarse arrastra los finos del suelo a velocidades menores, de lo que ocurre en un material saturado, la velocidad promedio de erosión para un perfil arcilloso se encuentra en el rango de 0.9 m/s y para un arenoso de 0.5 m/s, en los primeros metros existe un material con predominio arcilloso pero con presencia de arenas lo que nos ubicaría en un velocidad de erosión cercana a 0.7 m/s en condiciones de humedad normal pero al estar el suelo en humedades del 7% o menos esta velocidad puede ser menor, lo que ha ocasionado que se produzca el lavado de los finos generando cambios en la estructura de los materiales a lo largo del tiempo y deteriorando las obras existentes.

Al observar las tonalidades existentes de la arcillolita, los colores grises en los primeros metros pueden deberse a la presencia de hierro no oxidado.

2.2.2 Problemática de Arenisca

El material existente en la parte baja del talud corresponde a areniscas con un alto fracturamiento, este fracturamiento a generado la caída de bloques en el pasado lo que obligo la mitigación mediante las obras previamente implementadas, las cuales han

INFORME EJECUTIVO DISEÑOS DETALLADOS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, DE LAS OBRAS DE MANTENIMIENTO PARA PROTEGER LA PARTE SUPERIOR DEL TALUD DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO CONSTRUIDAS POR EL FOPAE, EN EL CED JERUSALÉN PLAN CANTERAS, DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN BOGOTÁ D.C.

contenido adecuadamente los bloques .de esto se ve en las gritas de tracción del recubrimiento (Fotografía 2.4), el que esta conteniendo los bloques de tamaño medio.

Al generarse los movimientos internos de estos bloques se han generado procesos de desacomodamiento del talud que han generado bloques más grandes que están presionado el talud en algunas zonas deteriorando el recubrimiento existente, y exponiendo el refuerzo requiriendo un mantenimiento y reforzamiento que no permita su mayor degradación por acciones climáticas.



Figura 2.1 Vista aérea del área de estudio Fuente Google earth

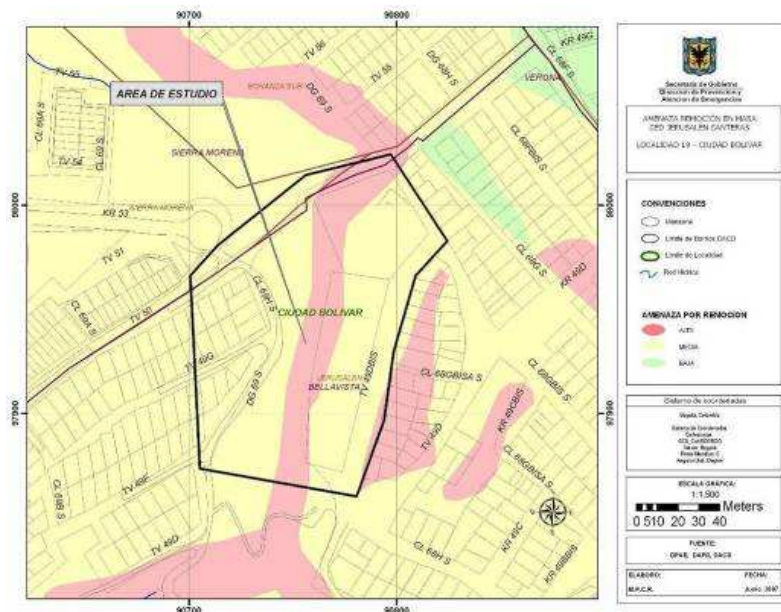


Figura 2.2 Mapa de localización del área de estudio. Fuente términos de referencia



Fotografía 2.1 Vista General



Fotografía 2.2 Detalle de la falla del material por erosión



Fotografía 2.3 Grietas en la parte superior del talud y levantamiento respecto a la cuneta



Fotografía 2.4 Grietas de tracción en le concreto lanzado existente

3. TOPOGRAFIA

3.1 ALCANCE ESPECÍFICO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO

Se Llevo 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 CODAZZI 2010
- 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

.Tabla 3.1. Mojones materializados en campo

MOJON	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (msnm)
D1	97819.085	90701.193	2640.355
D2	97939.420	90738.822	2644.363

Tabla 3.2. Listado de coordenadas de los puntos de amarre

MOJON	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (msnm)
CODAZZI 2010	104696.284	99732.359	2588.6

4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

4.1 INTRODUCCIÓN

El sitio denominado como Plan Jerusalén – Canteras se localiza en el extremo sur de la ciudad, y borde septentrional del Cerro de Piedra Parada, vertiente occidental del valle del Río Tunjuelo. Hace contacto neto entre la terminación montañosa y la parte baja y plana de la Sabana de Bogotá. Territorialmente queda incluida dentro de la alcaldía de Ciudad Bolívar.

Geológicamente se dispone en la parte externa de una curiosa estructura con geometría circular, y delimitada por una serie de fallas inversas, distribuidas de manera concéntrica. Inmediatamente al oriente se dispone el fondo plano o escalonado correspondiente al complejo de conos Fluvio- glaciales del Río Tunjuelo. Más hacia el oriente, se dispone la Serranía de Guacamayas – Juan Rey.

4.2 METODOLOGÍA

Inicialmente se consultó la información existente acerca del sitio de interés, compuesta por:

- INGEOMINAS, 1995, Estudio Geotécnico, Barrio Jerusalén - Sectores Canteras y Nueva Argentina - Fase II.

- INGETEC S.A., 1997, Estudios y Diseños de Taludes, control de erosión y manejo de Aguas para la Estabilización de diferentes sitios en la ciudad de Santafé de Bogotá. Grupo 1: Ciudad Bolívar – Sitio 1.3.
- INGEOMINAS, 1998, Mapa Geológico, escala 1:100.000 Plancha 246 – Fusagasugá.
- INGEOMINAS, 2001, Memoria explicativa de la Plancha 246 – Fusagasuga.
- MOYA Y GARCÍA LTDA., 2004, Estudio de Riesgo por Remoción en Masa, CED-Plan Canteras, Ciudad Bolívar.

Posteriormente se realizaron visitas de reconocimiento y de toma de información en el sitio de interés, así como la revisión de los sitios de muestreo, y la identificación de los materiales obtenidos.

Finalmente se adelantó la comparación de toda la información disponible a la fecha y se procedió a la elaboración del informe correspondiente.

4.3 GEOLOGÍA

El sitio de interés se localiza hacia la esquina superior izquierda . Nótese el contorno de la estructura con geometría circular y afectado por una serie de fallas inversas concéntricas (?). La unidad predominante es *KPggg*, Formación Guaduas. Tomado de la Plancha 246 – Fusagasuga, Ingeominas.

4.3.1 Estratigrafía

El sitio en estudio se localiza en la parte septentrional del cerro de Piedra Parada, el cual se encuentra constituido básicamente por la Formación Guaduas (*KPggg*), y en contacto contra la unidad denomina como Complejo de Conos del Tunjuelo (*Qcc*), según Ingeominas (1998 y 2001)

Regional

A continuación se presenta un resumen y relación de la estratigrafía a nivel regional, correspondiente a las descripciones realizadas por Ingeominas (op.cit.).

INGEOMINAS (Memoria Explicativa Plancha 246 – Fusagasuga, 2001), describe a esta unidad estratigráfica de la siguiente manera: “*La formación Guaduas se puede dividir en tres niveles: uno inferior, con espesor de 70 m., constituido por arcillolitas grises amarillentas, con intercalaciones de areniscas de cuarzo, finas, en capas medias a muy gruesas; suprayacido por una secuencia alternante de limolitas de cuarzo, en capas delgadas a medias y arcillolitas grises oscuras. La parte media está constituida por areniscas de cuarzo, finas a gruesas, en capas muy gruesas, plano paralelas a onduladas, con intercalaciones de arcillolitas grises oscuras y amarillentas. Y la parte superior consta de lodolitas rojas con esporádicas intercalaciones de areniscas de cuarzo. En este sector no se observan carbones en la unidad. El espesor total de esta formación, en cortes geológicos es de 500m*”.

Ingeominas, 1988, en MGL (2004) se refieren a las condiciones tectónicas del área de influencia: “...Según el Mapa geológico de la Zonificación Geotécnica de Bogotá (Ingeominas, 1988), en esta zona aflora el Conjunto Medio de la Formación Guaduas, la cual está afectada por una serie de fallas geológicas y alineamientos que configuran varios pliegues estrechos, y cubierta a su vez por extensos depósitos coluviales. Dentro de las fallas regionales las más destacadas son la de Terreros, localizada en la parte alta de la ladera y con rumbo general noroeste-sureste, que pone en contacto a las Formaciones superiores del Grupo Guadalupe (Areniscas de Labor y Tierna) con la Formación Guaduas, y la Falla inversa del Mochuelo cuyo trazo se infiere sobre la parte plana, cubierta por depósitos Cuaternarios y con rumbo hacia el noroeste.

Local

Formación Guaduas

De acuerdo al informe de Ingeominas (1995), el sitio de interés corresponde a la secuencia de la parte media de la Formación Guaduas, donde presentan la siguiente descripción al respecto: “... *constituida en la parte inferior por una secuencia de areniscas que conforman los taludes de las canteras, de color gris claro y amarillo, oxidadas, cuarzosa, de grano fino a muy fino, localmente grano medio a grueso (5 cm a 6 m de espesor); y se presentan intercalaciones lenticulares de arcillolitas de color gris amarillento con espesores entre 2 y 10 cm.*”.

Más adelante se refiere a la litología que continúa hacia la parte superior: “... *Hacia la parte superior del área y suprayaciendo la secuencia anterior afloran arcillolitas y lodolitas grises amarillentas, con bandas grises-verdosas, con delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino; la secuencia arcillolítica aflorante en la parte superior de los taludes de las canteras alcanzan espesores hasta de 5m.*”.

La litología expuesta corresponde a capas gruesas a muy gruesas, desde 0.6 hasta 2 metros de espesor, de cuarzo arenita de grano medio a grueso, color habano, bien seleccionada, maciza y competente. Presenta algunos niveles de limolita arcillosa de color gris, dispuesta en capas delgadas de 0.05 a 0.1 m de espesor y con geometría lenticular

En la parte superior y lateral, los taludes de corte que representan los antiguos frentes de excavación de la cantera, presentan un estado avanzado de meteorización. Con un espesor de unos 5 a 7 m., se registra la presencia de arcillolita y arenisca con desarrollo de los horizontes VI y V de meteorización, según Deerman. Corresponde a arcillas rojizas por oxidación profunda, que varían verticalmente hacia abajo a colores habano y gris claro, con frecuentes manchas rojizas. En la parte superior del talud de corte, aparece en algunos sitios el trazo de algunos estratos delgados de arenisca. Este nivel exhibe una alta susceptibilidad a la erosión hídrica, con la consecuente conformación de zanjones y eventualmente cárcavas.

Depósitos Coluviales

Corresponden a acumulaciones naturales, y segregadas durante el desgaste o degradación de las laderas, afectadas por procesos de erosión hídrica y de algunos eventos de remoción en masa. Se tratan de depósitos matriz-soportado con bloques angulares de cuarzo arenita de grano medio, color café, en medio de una matriz limo arenosa de color habano. El coluvión cubre a las rocas de la Formación Guaduas, y en algunos casos, este se encuentra cubierto por los diferentes botaderos y rellenos generados por la actividad antrópica. Su espesor debe oscilar entre 0.4 y 1.0 m.

Conos de Deyección

Se tratan de acumulaciones generadas desde las caras del talud de corte hacia la base del mismo. Obedecen a procesos de erosión hídrica – pluvial principalmente y al deslaves o desprendimientos de fragmentos líticos. Corresponden a bloques, guijos y guijarros de cuarzo arenita y lodolita laminada de color habano y rojizo por meteorización, color gris. Predomina la composición arcillosa en el depósito por existir un alto porcentaje de aporte del material desprendido de la parte alta del talud donde aflora el nivel de arcillolita y existe presencia de roca altamente meteorizada y suelo residual.

Botaderos y rellenos (Qrm+Qb)

Corresponde a las acumulaciones de tipo antrópico y relacionadas a la explotación minera que se desarrollo en el sitio. Es un depósito matriz-soportado de composición limo arcilloso, conformado por antiguos botaderos mezclados con rellenos de minería y algo de basuras. Se encuentran ubicados hacia la parte baja del escarpe principal y presenta algunos bloques angulares de cuarzo arenita (hasta de 1.0m de lado) producto de la inestabilidad del talud. A partir de la exploración del subsuelo se determinó un espesor promedio de 1.1m.

4.3.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Regional

El sitio de estudio queda dentro del bloque tectónico denominado por Ingeominas (2001), como “El sistema de Fallas del río Tunjuelito”, el cual representa : “...un conjunto de fallas ubicado al sur y suroriente de Municipio de Soacha, entre el río Tunjuelito y el embalse de El Muña; y consiste en un sistema de fallas de cabalgamiento con dirección aproximada N-S, que en su prolongación hacia el norte, cambia a una dirección N30°W; las fallas presentan su plano inclinado al occidente y ponen a cabalgar rocas del Grupo Guadalupe entre sí y estas sobre rocas de edad terciaria, pertenecientes a la formaciones Guaduas, Bogotá y La Regadera”.

Local

En términos generales el sitio de interés corresponde a un talud o frente de excavación minero, actualmente sin ninguna labor, y localizado dentro de terreno totalmente urbano en condiciones que varían de normal a subnormal

Estratificación

La explotación original tenía una longitud total de por lo menos 400 m, representados en varios frentes de laboreo. La altura promedio de estos taludes es de uno 20 m. El tramo que interesa tiene una disposición fundamental N-S, con desviaciones locales al E y al W, hasta de unos 55°, y predominio de unos 10° a 15°.

Diaclasamiento

Con respecto al diaclasamiento se observa la presencia de por lo menos cuatro sistemas, según las proyecciones polares realizadas por los diferentes estudios antes mencionados.

4.4 GEOMORFOLOGÍA

El modelado del paisaje actualmente ante la intensa intervención antrópica ha sido modificado. El sitio corresponde al borde de una ladera rocosa de pendiente constante y extensión amplia. El talud minero se estableció hace unos 40años, en el frente rocoso que establece la mencionada ladera contra el terreno bajo y plano, que establecen depósitos fluviales y lagunares de la Sabana de Bogotá.

La superficie de la ladera rocosa es más o menos uniforme como expresión y concordancia de los planos de estratificación de la formación Guaduas. Hacia el **NW** la superficie es más amplia, al **NE** es un tanto más angosta, estas dos sutiles laderas convergen hasta formar una angosta y tenue depresión, que conforma un valle local primario. Este valle, recoge las aguas de la ladera de unas 6-8 Ha, y concentran su caudal para drenar en el cauce/quebrada inmediatamente al sur del sitio de interés.

La misma cubierta de roca meteorizada y suelo residual es extremadamente sensible a la erosión hídrica. Donde se conserva, produce zanjones profundos y cárcavas amplias. Esto ocurre en áreas vecinas, ninguno dentro de la zona de influencia directa al talud minero del colegio Jerusalen.

El talud minero se ha acomodado a las discontinuidades rocosas, principalmente planos de estratificación, diaclasas y zona de falla. Estas discontinuidades tectónicas varían a lo largo del talud y de allí que la geoforma “arqueada” se fue desarrollando. Se han identificado cinco unidades geomorfológicas:

- **Qan:** Acumulaciones antrópicas como resultado de rellenos y disposición de sobrantes, se encuentran apoyados sobre roca y suelo.
- **Qcd:** Cono de deyección generados a expensas de la degradación local del talud rocoso, suelo residual y suelo.
- **Qd:** Acumulaciones transpuestas y caídas de bloques.
- **Tm:** Talud rocoso, meteorizado y suelo residual.
- **Tr:** Talud Rocosos fresco a ligeramente meteorizado, con desprendimientos planares.

4.4.1 Condiciones multitemporales

El frente rocoso que se produce en el talud minero, exhibe condiciones constantes en la Imágenes examinadas. Es evidente que la cubierta “Dura” que se estableció del desarrollo urbano, establecen una superficie “uniforme”, donde los rasgos naturales han desaparecido.

De los rasgos naturales se aprecia el desarrollo de erosión hídrica que ha conformado zanjones profundos y con remate no muy expresivo de algunos nichos (Actualmente).

En las diferentes fotografías ó imágenes no se identifican procesos degradacionales importantes sobre las caras de los taludes.

4.4.2 Hidrogeología

Al recordar que la porción estratigráfica más superior, esta conformada por un perfil de meteorización derivado de arcillolitas y areniscas (Disgregadas), seguramente pueden absorber alguna cantidad de agua, la cual drena en forma sub-superficial. El flujo se concentra hacia la parte baja del talud.

5. CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA

5.1 EXPLORACIÓN

El proceso de exploración geotécnica planteado, consistió de la elaboración de perforaciones mecánicas, complementando con apiques, en la Tabla 5.1 se presenta un inventario de la exploración realizada, el objetivo de este fue conocer mejor el perfil de los materiales en la parte interna del talud, debido a que en los estudios precedentes sólo se realizaron apiques por estar expuesto el talud.

Tabla 5.1 Relación de exploración

Sondeo Apique	Profundidad (m)	Norte	Este	Cota (msnm)
S1	15.7	97970.0	90748.1	2642.5
S2	13.1	97910.5	90737.1	2642.0
S3	20.5	97881.5	90705.1	2641.5
S4	10.0	97881.5	90705.1	2641.5
S5	6.0	97896.3	90748.3	2616.0
A1	3.2	97956.3	90752.7	2644.0
A2	3.2	97905.8	90735.3	2641.5
A3	3.2	97878.8	90725.2	2639.0
A4	1.0	98001.9	90753.2	2635.0
A5	1.0	97897.6	90748.9	2616.0
A6	1.2	98013.3	98013.3	2632.0

5.2 CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

Con el fin de caracterizar los materiales encontrados a las muestras extraídas de los sondeos y apiques realizados se les realizaron ensayos de laboratorio con el fin de identificar sus propiedades índice y de resistencia. En la Tabla 5.2 se relaciona la cantidad de ensayos realizados.

Tabla 5.2 Ensayos de laboratorio

Ensayo	Cantidad
Humedad natural	78
Limites Atterberg	21
Limites sobre pasa 200	3
Expansión controlada	3
Corte directo con parámetros pico	4
Corte directo con parámetros residuales	4
Compresión Inconfinada	5
Pesos unitarios	4

5.3 PERFIL GEOTÉCNICO PROMEDIO

De acuerdo con la exploración y los resultados de los ensayos de laboratorio desarrollados se realizó siguiente perfil geotécnico para la zona de estudio.

5.3.1 Material 1

En el nivel superior se detectó un Limo orgánico de color café oscuro con gravas de arenisca y raíces, de espesor variable. Este material coincide con el reportado en el estudio de MGL como "horizonte superficial cuyo espesor varía de 0.2 a 0.75 m, con textura limoarenosa con algo de arcilla (franco limoso), de color café claro".

5.3.2 Material 2

Suprayaciendo el limo se detecta una arcillolita fracturada de color habano tendiendo en algunos puntos a ser gris, fracturada con vetas rojizas de consistencia muy firme. Corresponde al material reportado en el estudio de MGL como "horizonte transicional B-C (residual de arcillolita, bastante degradado), arcilloso con algo de arenas entre un 10-20 % en promedio, de color pardo amarillo (10YR5/8), con manchas pardo pálido (10YR6/3), con estructura en bloques angulares" alcanzando espesores de 1 metro en algunos de los sitios.

5.3.3 Material 3

Arcillolita con arena de grano medio de color habano con vetas de oxidación, corresponde al material que aparece entre 2 a 4 metros de profundidad con un 30 % de retenido en el tamiz 200 máximo

5.3.4 Material 4

Corresponde Arcillolita arenosa de color gris con naranja rojiza, con algunos lentes de gravas de arenisca de color gris de humedad media, de consistencia firme. Su espesor es variable de hasta 8 metros o más. Se reporta en el estudio de MGL como " arcillolita (Horizonte R, roca) de color gris",. El material clasifica como arcilla de baja plasticidad CL, al someterlo a saturación, este no exhibe porcentajes de expansión importantes.

5.3.5 Material 5

Corresponde Arenisca fracturada de grano medio de color café con intercalaciones de arcillolita. En la Figura 5.1 se presenta de manera gráfica el perfil geotécnico definido.

5.3.6 Relación de materiales con la Inestabilidad

En general la mayor concentración de erosión se observa en los materiales 1,2 y3, que han generado en gran medida los problemas de inestabilidad de la parte superior.La generación de bloques y cuñas se encuentra asociada al material 5.

5.4 PARÁMETROS DEFINIDOS DE RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

Partiendo de los valores de resistencia reportados en los estudios previos a partir de penetrómetro y veleta de laboratorio que no son adecuados para estos suelos, se decidió revisar el comportamiento de los materiales en condición natural y saturada, analizando sus valores pico y residuales, en ensayos de corte directo. Para esto se realizaron a tres muestras diferentes de la arcillolita ensayos de corte en humedad natural y a la muestra con menores valores de resistencia a humedad natural se le realizó un ensayo adicional bajo condición saturada. Obteniendo los valores resumidos en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 Resumen de resultados ensayos de Corte Directo

Muestra	Profundidad (m)	Condición de Humedad	Valor Pico		Valor residual	
			ϕ (°)	C (kg/cm ²)	ϕ (°)	C (kg/cm ²)
A1-6	3.2	Wn	30.1	1.12	19	0.55
A2-2	1.25	Wn	37.6	0.49	20.2	0.27
A3-2	1.4	Wn	25	1.02	18	0.62
A3-2	1.4	Saturada	17.6	0.22	11	0.2

5.4.1 Parámetros de resistencia Arcillolita

La cohesión sufre una reducción de casi el 70% en condiciones de saturación en tanto que el ángulo de fricción en un 30%, los valores de resistencia más desfavorables en condición residual se obtuvieron para la muestra 2 del apique 2 que coincide con la zona del talud en donde se evidencian los mayores problemas.

Partiendo de los resultados anteriores, la zona de arcillolita se subdividió en 2 zonas de acuerdo con la profundidad, la primera zona ubicada entre 0 y 2 metros de profundidad a la cual se le asignaron los valores más críticos obtenidos en condición residual a humedad natural, lo anterior debido a la fisuración existente en este nivel del talud.

Para la profundidad de 2-4 metros para el ángulo de fricción se tomó el promedio de los resultados pico teniendo en cuenta que la desviación estándar de esto es de un 30%, mientras que para la cohesión se tomó el valor pico más bajo presentado correspondiente a 0.49kg/cm², ya que la desviación estándar de los promedios es superior al 60%, si se tomará este se corre el riesgo de sobrediseñar ya que no se tendría en cuenta superficies de fisuración más profundas que pueden presentarse. En la Tabla 5.4 se presenta el resumen de propiedades.

Tabla 5.4 Valores de resistencia para análisis de estabilidad

Profundidad	Material	C (kg/cm ²)	ϕ (°)
0-2 m	Arcillolita	0.27	20.2
2-10m (variable)	Arcillolita	0.49	28

5.4.2 Parámetros de resistencia del macizo rocoso en Arenisca

Teniendo en cuenta las condiciones reportadas para el macizo rocoso para los análisis de estabilidad se dividió el talud en dos zonas, la primera zona para la Brecha y la segunda zona de macizo no brechado. Para caracterizar el talud se realizó el análisis utilizando el criterio de Hoek y Brown:

Zona no brechada

Hoek Brown Classification

sigci 30 MPa
GSI 45
mi 13
D 0

Hoek Brown Criterion

mb 1.82333
s 0.00221808
a 0.508086

Failure Envelope Range

Application Slopes
sig3max 0.525813 MPa
Unit Weight 0.02 MN/m³
Slope Height 30 m

Zona de Brecha

Hoek Brown Classification

sigci 25 MPa
GSI 31
mi 13
D 0

Hoek Brown Criterion

mb 1.1059
s 0.000468176
a 0.520889

Failure Envelope Range

Application Slopes
sig3max 0.502507 MPa
Unit Weight 0.02 MN/m³
Slope Height 30 m

Mohr-Coulomb Fit

c 0.285228 MPa
phi 52.6137 degrees

Rock Mass Parameters

sigt -0.0364951 MPa
sigc 1.34478 MPa
sigcm 5.32666 MPa
Em 4107.34 MPa

Mohr-Coulomb Fit

c 0.181647 MPa
phi 47.2528 degrees

Rock Mass Parameters

sigt -0.0105835 MPa
sigc 0.460885 MPa
sigcm 3.21878 MPa
Em 1674.83 MPa

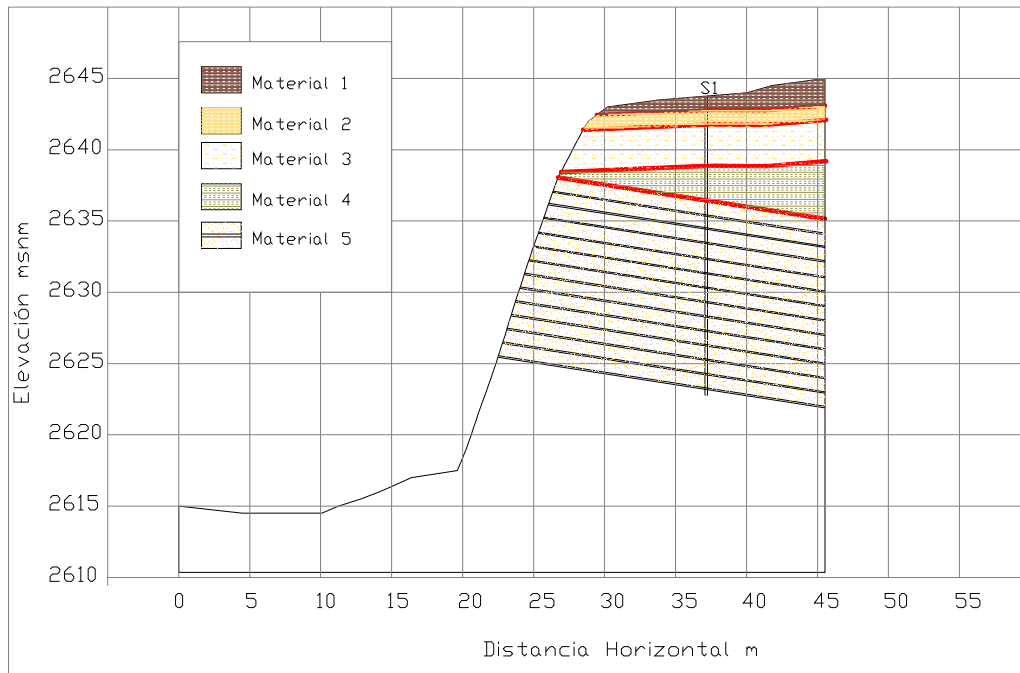


Figura 5.1 Perfil Geotécnico Promedio

6. ESCENARIOS DE ANALISIS

Teniendo como referencia la normatividad actual se deben considerar dos escenarios básicos para la evaluación de la amenaza. Amenaza en condiciones actuales y la amenaza con Obras de mitigación ente estudio se analizarán estos dos escenarios bajo condiciones normales y condiciones extremas como se describe a continuación.

6.1.1 Escenario sin obras de mitigación:

Condiciones normales: nivel terreno actual, con sobre cargas y sin nivel freático.

Condiciones extremas: nivel terreno actual, con sobre cargas, saturado y acción sísmica.

6.1.2 Escenario con obras de mitigación:

Condiciones normales: nivel del terreno con obras, con sobre cargas y sin nivel freático.

Condiciones extremas: nivel terreno con obras, con sobre cargas, saturado y acción sísmica.

6.2 VALORES EXTREMOS DE VARIABLES ALEATORIAS

De acuerdo con el número de datos de laboratorio disponibles para cada uno de los materiales, de la información de las condiciones geológicas observadas y después de analizar cuáles son los factores que más inciden en la estabilidad de los depósitos, se definieron las siguientes condiciones para las variables de tipo aleatorio:

6.2.1 Nivel Freático

El nivel freático no se reportó en ninguno de los sondeos realizados para este proyecto. Con el fin de simular la saturación del talud, la cual puede ocurrir debido episodios de lluvias o por falla en las redes de acueducto, se utilizó un valor para el coeficiente R_u de 0.4 que equivale a la saturación total del talud.

Hacia los 10 metros de profundidad la condición de permeabilidad en el talud cambia por el fracturamiento de los materiales, esto se evidencio por la perdida del agua de lavado que sucedió de durante la realización de las perforaciones.

6.2.2 Sismo

De acuerdo con el Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, la zona de estudio se ubica hacia lo que se conoce como Zona 1 – Cerros. Para esta zona el parámetro A_m tiene un valor de 0.24g, para un periodo de retorno $T_r = 475$ años. Para los análisis de estabilidad se tomo este valor de aceleración horizontal del 66% del A_m , debido aceleración máxima se presenta solo durante una fracción muy pequeña del evento sísmico, y tomar el 100% seria demasiado conservador.

6.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

Para el presente estudio los criterios de evaluación de amenaza usados fueron los que se proponen en la guía técnica general para la elaboración de los estudios de zonificación de riesgos por procesos de remoción en masa (resolución 227 de 2006).

Para condiciones normales:

AMENAZA	CONDICIONES NORMALES F de S
<i>BAJA</i>	>1.9
<i>MEDIA</i>	1.2-1.9
<i>ALTA</i>	<1.2

Para condiciones extremas:

AMENAZA	CONDICIONES NORMALES F de S
<i>BAJA</i>	>1.3
<i>MEDIA</i>	1.0-1.3
<i>ALTA</i>	<1.0

7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ESTADO ACTUAL

Teniendo en cuenta las características expuestas en el talud y los tipos de falla que presenta (Planar en el estrato de Arcillolita (talud superior) y Cuñas en la arenisca (talud inferior) se realizaron los análisis de manera independiente. A continuación se presentan la metodología utilizada en los análisis y los resultados.

7.1 ANÁLISIS TALUD SUPERIOR (ARCILLOLITA)

La evaluación de estabilidad se planteó con métodos de equilibrio límite utilizando superficies de falla de tipo planar. Para tal efecto, se empleó la aplicación numérica Slide v5.0, seleccionando la metodología de Janbu. En la modelación se asignaron a todas las capas de arcillolita, los parámetros de resistencia de Mohr-Coulomb: intercepto de cohesión y ángulo de fricción, para la capa de arenisca se utilizó el modelo de Hoek and Brown.

7.1.1 Revisión condición existente

De acuerdo a los resultados obtenidos de la etapa de modelación se encuentra que para las secciones analizadas en una condición "normal" ($R_u=0.2$ y sin sismo) se obtiene una condición de estabilidad en el talud (F de S entre 1.61 sección 4-4 y 1.01 sección 7-7 el cual se ve reducido frente al incremento del nivel freático ($R_u=0.4$) hasta un valor de 0.80 (sección 7-7). Esto evidencia una condición de equilibrio límite y la necesidad de implementación de medidas de mitigación.

Al incluir en los análisis el efecto de una acción sísmica los factores de seguridad se reducen hasta en un 19% presentando una situación crítica especialmente en la sección 7-7, en la cual se obtiene el factor de seguridad mínimo de todos los análisis realizados es de 0.64 ($R_u=0.4$ y sismo de 0.16g).

7.2 ANÁLISIS TALUD INFERIOR (ARENISCA)

En este análisis se evaluó el modo de falla en cuña para el conjunto de taludes en los que se expresa el macizo rocoso, contrastándolos con los posibles planos de movilización detectados en el levantamiento estructural.

Una vez definidas las familias de discontinuidades y las intersecciones de discontinuidades y los taludes de estudio se puede proceder a la realización del análisis cinemática.

En este análisis se evidencia que bajo las condiciones geométricas mencionadas para los taludes (ver Figura 7.1) y consecuentemente con las disposiciones de las diaclasas ocurren mecanismos de falla tipo cuña en los diferentes taludes. La condición de volcamiento no se presenta. Para este análisis se consideró un ángulo de fricción igual a 30° .

Los factores de seguridad se obtienen mediante el empleo de la metodología propuesta por Hoek y Bray (1977). La cual parte de la geometría de la cuña, las consideraciones mecánicas de cada discontinuidad y el manejo del parámetro de agua.

Con el fin de verificar la estabilidad del talud se procedió a incluir el concreto lanzado existente considerando un espesor de 0.025m con una resistencia al corte 100 ton/m^2 , en la Tabla 7.4 se resumen los resultados. En esta condición sin la acción sísmica

DISEÑOS DETALLADOS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, DE LAS OBRAS DE MANTENIMIENTO PARA PROTEGER LA PARTE SUPERIOR DEL TALUD DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO CONSTRUIDAS POR EL FOPAE, EN EL CED JERUSALÉN PLAN CANTERAS, DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN BOGOTÁ D.C.

únicamente dos (TA07-TA09) de 15 taludes tienen F de S inferior a 1 (0.745-0.971 respectivamente), pero con el efecto de un sismo de 0.16g el 50% de los taludes analizados tendrían F de S inferior a 1, situación que evidencia la necesidad de implementar medidas de mitigación en este macizo.

Tabla 7.1 Resumen de resultados análisis de estabilidad estado actual

ESTADO ACTUAL				
Sección	Caso	Saturado (RU arcillolita 0.4)	Sismo (2/3 Am = 0.16g)	F de S (Janbu)
2-2	1			1.33
	2	X		1.18
	3		X	1.14
	4	X	X	0.96
4-4	5			1.61
	6	X		1.39
	7		X	1.30
	8	X	X	1.11
5-5	9			1.13
	10	X		0.92
	11		X	0.93
	12	X	X	0.75
7-7	13			1.01
	14	X		0.80
	15		X	0.82
	16	X	X	0.64

Tabla 7.2 Discontinuidades Características del macizo

PL No	AZ. BUZ.	BUZ.	C	PHI
61	35.0	89.0	5.0	30.0
71	48.0	70.0	0.0	30.0
76	65.0	86.0	5.0	30.0
89	125.0	72.0	0.0	30.0
117	160.0	60.0	0.0	30.0
130	170.0	81.0	0.0	30.0
135	185.0	90.0	0.0	30.0
141	235.0	80.0	5.0	30.0
184	355.0	85.0	0.0	30.0

DISEÑOS DETALLADOS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, DE LAS OBRAS DE MANTENIMIENTO PARA PROTEGER LA PARTE SUPERIOR DEL TALUD DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO CONSTRUIDAS POR EL FOPAE, EN EL CED JERUSALÉN PLAN CANTERAS, DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN BOGOTÁ D.C.

Tabla 7.3 Factores de seguridad del macizo (sin concreto lanzado)

Talud	Az. Buz.	Buz.	F de S	PL 01	PL 02	F de S Eq.	PL 01	PL 02	T (ton)	F de S Est.	F de S EQ
TA01	180.00	76.52	2.17	76	117	1.91	76.00	117.00	0.00	2.17	1.91
TA02	153.05	75.24	0.91	117	141	0.75	117.00	141.00	19.85	1.60	1.32
TA03	175.22	83.33	0.18	61	89	0.09	61.00	89.00	4.76	1.60	1.39
TA04	125.06	81.47	0.59	71	130	0.38	71.00	130.00	137.16	1.60	1.22
TA05	114.63	83.13	0.72	71	135	0.46	71.00	135.00	130.72	1.60	1.21
TA06	99.43	83.53	0.72	71	135	0.46	71.00	135.00	236.44	1.60	1.20
TA07	83.63	83.43	0.59	71	130	0.38	71.00	130.00	601.92	1.60	1.21
TA08	66.56	84.15	0.36	89	135	0.20	89.00	135.00	172.49	1.60	1.29
TA09	61.67	84.49	0.61	89	184	0.39	89.00	184.00	254.53	1.60	1.22
TA10	98.60	81.15	0.59	71	130	0.38	71.00	130.00	128.57	1.60	1.21
TA11	103.22	80.47	0.72	71	135	0.46	71.00	135.00	70.03	1.60	1.20
TA12	108.58	81.25	0.72	71	135	0.46	71.00	135.00	68.28	1.60	1.20
TA13	127.90	80.90	0.72	71	135	0.46	71.00	135.00	45.32	1.60	1.21
TA14	120.88	81.44	0.72	71	135	0.46	71.00	135.00	55.53	1.60	1.21
TA15	110.57	80.13	0.59	71	130	0.38	71.00	130.00	123.88	1.60	1.22

Tabla 7.4 Factores de seguridad del macizo (con concreto lanzado)

TALUD	Altura talud (m)	Concreto lanzado actual (e=0.025m resistencia al corte 100ton/m2)	
		F de S sin sismo	F de S con sismo
TA01	5.5	2.639	2.305
TA02	5.5	1.411	1.206
TA03	9.5	6.325	5.841
TA04	16.5	1.140	0.892
TA05	20	1.310	1.009
TA06	21	1.109	0.824
TA07	22.5	0.745	0.529
TA08	22	1.045	0.839
TA09	21.5	0.971	0.719
TA10	15.5	1.088	0.844
TA11	16.5	1.612	1.288
TA12	16.5	1.642	1.315
TA13	16.5	2.137	1.771
TA14	16.5	1.868	1.524
TA15	16	1.174	0.923

DISEÑOS DETALLADOS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, DE LAS OBRAS DE MANTENIMIENTO PARA PROTEGER LA PARTE SUPERIOR DEL TALUD DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO CONSTRUIDAS POR EL FOPAE, EN EL CED JERUSALÉN PLAN CANTERAS, DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN BOGOTÁ D.C.

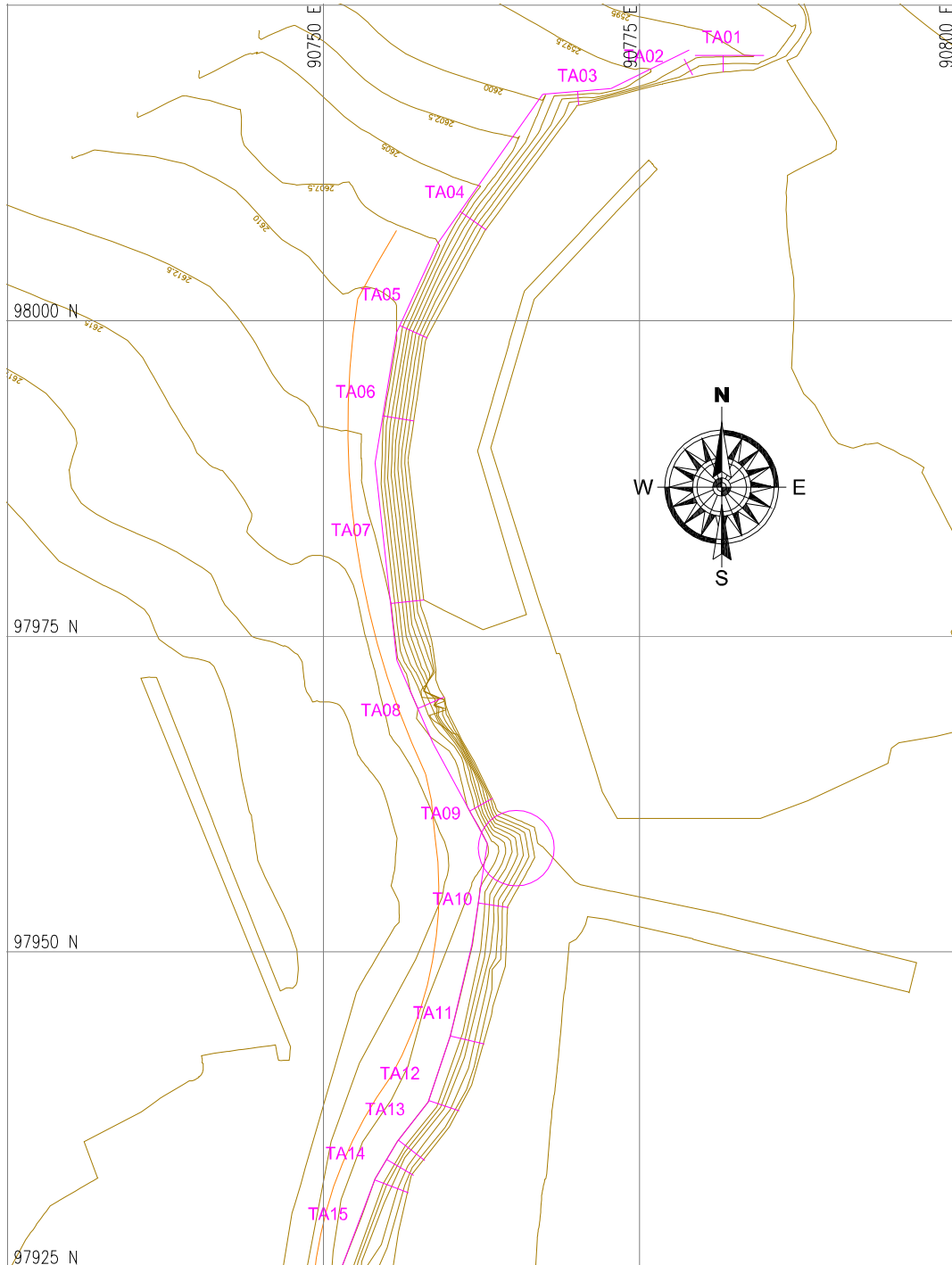


Figura 7.1 Localización de los Taludes de Análisis

8. OBRAS PROPUESTAS

Al tratarse de un talud Mixto, las obras requeridas para su estabilización son diferentes para cada material. Para el caso del talud inferior (arenisca) se evaluaron dos alternativas, de las cuales en reunión con el FOPAE y la Interventoría se seleccionó la más económica. A continuación se describen las obras definitivas:

8.1 TALUD SUPERIOR (ARCILLOLITA)

Como se mencionó la falla que se genera en esta parte del talud es producto de la combinación de proceso erosivos y fracturamiento de la arcillolita, por efecto de humedecimiento y secado. Para minimizar la vulnerabilidad a la erosión y para aliviar los esfuerzos que se generan debido a que los espesores de este material alcanzan (superiores a los 10 metros) en algunos puntos las medidas recomendadas están enfocadas a descargar el terreno, mediante la generación de terrazas, y la inclinación a un menor talud del existente, la selección de la inclinación del talud se realizó teniendo en cuenta que ángulos muy altos pueden generar condiciones de agrietamiento y taludes muy tendidos generan superficies expuestas mayores a la acción del agua. Al mismo tiempo se buscó no afectar las construcciones existentes. De acuerdo con lo expuesto se seleccionó como solución un talud 0.75H:1V.

Debido a la cercanía del talud en algunas zonas a la vía, como se evidencia en la sección 5-5, para esta área se optó por tender el talud con una inclinación de 0.3H:1V, debido a las condiciones de estabilidad con esta inclinación se requiere un refuerzo adicional el cual consistente en una pantalla en concreto lanzado de 15cm de espesor reforzada con anclajes,.

Las obras incluyen la construcción de una terraza en la cota 2632msnm de un ancho variable, por debajo de la cual se considera inicia la capa de arenisca.

Con el fin de evitar la infiltración del agua de escorrentía en el talud esta terraza en su totalidad debe ser recubierta en concreto. En la pata del talud de arcillolita se recomienda la construcción de una cuneta en concreto la cual entregará a la cuneta existente en la cota 2632msnm. Adicional a esto todos los taludes expuestos una vez finalizados los cortes deben ser protegidos con empradización.

Es de resaltar que las obras se presentan en dos alternativas las cuales presentan cambios únicamente en el talud de arenisca, conservando de manera idéntica las obras localizadas por encima de la cota 2632msnm.

Con el fin de corroborar la eficiencia de las obras propuestas se realizó la modelación de las secciones 2-2, 5-5, y 7-7 por ser en las que se puede apreciar mejor las obras propuestas. De los resultados se evidencia que se logra aumentar el F de S en todos los casos en más de un 49%. Como era de esperarse la condición más crítica continúa siendo la condición con saturada ($R_u=0.4$) y con la acción sísmica con la cual en la sección 7-7 se obtiene el factor de seguridad mínimo de los análisis (F de $S = 1.04$). En la sección 5-5 en la cual puede apreciarse los anclajes el factor de seguridad para condición saturada ($R_u=0.4$) y con sismo se obtuvo un F de S igual a 1.31

Esto evidencia la efectividad de las obras planteadas para el talud superior. En la Tabla 8.1 se presenta el resumen de los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad,

adicionalmente se presenta de manera gráfica la variación de sus valores estadísticos para cada una de las condiciones analizadas. Obras Talud Inferior (Arenisca)

8.1.1 Alternativa 1

Esta contempla la reconfiguración total del talud con una pendiente de 1H:3V y recubrimiento en concreto lanzado de 0.075m de espesor y resistencia al corte 150ton/m². Para la reconfiguración se diseñó a partir de 18 taludes con lo cual se logra la uniformidad del talud eliminando salientes y cuñas susceptibles a desprenderse. Con la nueva configuración del talud se un aumento significativo de los factores de seguridad en el talud, en la Tabla 8.3 representan los resultados **sin considerar el concreto lanzado** recomendado. De acuerdo a los resultados los taludes críticos (por requerir una mayor tensión para lograr un F de S de 1.6) son el T03 y el T015 por esto únicamente se realizó la revisión de estos con concreto lanzado pues con lograr la estabilidad de estos se garantiza que los demás taludes con el mismo recubrimiento serán estables. Con el recubrimiento el talud T03 alcanzaría un F de S de 2.28 sin sismo el cual se reduce a 1.89 con sismo y el talud T015 F de S de 2.33 sin sismo y 1.93 con sismo. Estos resultados muestran que las obras propuestas son adecuadas para la problemática.

Adicional a lo descrito es necesario la construcción de un sistema de sub drenaje compuesta por drenes sub horizontales de 6m de longitud localizados en dos hileras separados cada 6m en la horizontal.

8.1.2 Alternativa 2

Con el fin de disminuir los costos debido a las excavaciones se evaluó la conservación de parte del terreno actual (Zona protegida con concreto lanzado). De la evaluación se encuentra que los taludes con la adición de una segunda capa de concreto lanzado (0.04m de espesor) se obtienen factores de seguridad con sismo superiores a 1.3 con lo cual se logra cumplir con la normativa actual (ver Tabla 8.4). En el caso del talud TA-07 este requerirá un refuerzo adicional consistente en dos hileras de anclajes. Con lo cual se alcanzaría dicho factor de seguridad. Para las zonas que actualmente se encuentran desprovistas de protección se plantea una reconfiguración en 8 taludes con una pendiente 1H:3V y protegidos con concreto lanzado de 0.075m de espesor. Para el caso de la zona comprendida entre el talud TA-10 y TA-09 (ver Figura 7.1) se plantea la realización de nuevo talud con el fin de eliminar la protuberancia existente en esta zona, este nuevo talud a su vez se considera con una protección en concreto lanzado de 0.075m.

Adicional a lo descrito es necesario la construcción de un sistema de sub drenaje compuesta por drenes sub horizontales de 6m de longitud localizados en dos hileras separados cada 6m en la horizontal.

8.1.3 ALTERNATIVA SELECCIONADA

De acuerdo con las reuniones sostenidas con la interventoría y el FOPAE, después de evaluados los costos y los requerimientos de cada una de las alternativas se decidió la que la alternativa más viable es la denominada como **Alternativa 2 + obras talud superior (arcillolita)** por ser la más económica, y por que implica menos afectación sobre las estructuras existentes.

DISEÑOS DETALLADOS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, DE LAS OBRAS DE MANTENIMIENTO PARA PROTEGER LA PARTE SUPERIOR DEL TALUD DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO CONSTRUIDAS POR EL FOPAE, EN EL CED JERUSALÉN PLAN CANTERAS, DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN BOGOTÁ D.C.

Tabla 8.1 Resumen de resultados análisis de estabilidad con obras (Talud Arcillolita)

ESTADO CON OBRAS DE MITIGACIÓN (Alternativa 1-2)				
Sección	Caso	Saturado (RU arcillolita 0.4)	Sismo (2/3 Am = 0.16g)	F de S (Janbu)
2-2	17			2.16
	18	X		2.06
	19		X	1.70
	20	X	X	1.62
5-5	21			1.93
	22	X		1.59
	23		X	1.58
	24	X	X	1.31
7-7	25			1.65
	26	X		1.40
	27		X	1.26
	28	X	X	1.04

Tabla 8.2 Familias de discontinuidades

No	AZBUZ	BUZ	C	PHI
71	48.0	70.0	0.0	30.0
89	125.0	72.0	0.0	30.0
117	160.0	60.0	0.0	30.0
130	170.0	81.0	0.0	30.0
135	185.0	90.0	0.0	30.0
164	292.0	55.0	0.0	30.0
184	355.0	85.0	0.0	30.0

Tabla 8.3 Resumen de resultados análisis de cuñas con Obras (Alternativa 1)

TALUD	AZBUZ	BUZ	H	B	HCUÑ	FS	PL01	PL02	Tapx (tn)	FSEST
T01	35.52982	63.43495	7.0	14.000	5.819	0.8808	71	164	0.540	1.6
T02	62.97501	71.56505	15.0	8.812	15.000	0.6132	89	184	14.340	1.6
T03	85.67339	71.56505	15.0	33.689	15.000	0.7372	71	117	146.973	1.6
T04	130.07689	71.56505	15.0	11.699	7.672	0.7372	71	117	29.734	1.6
T05	113.61072	71.56505	15.0	8.568	14.526	0.5851	71	130	24.777	1.6
T06	86.70286	71.56505	15.0	3.076	5.285	0.7157	71	135	0.957	1.6
T07	94.96721	71.56505	15.0	6.911	13.880	0.7157	71	135	14.801	1.6
T08	107.72213	71.56505	15.0	9.688	15.000	0.5851	71	130	30.699	1.6
T09	127.28080	71.56505	15.0	5.260	14.200	0.7157	71	135	4.799	1.6
T10	117.63711	71.56505	15.0	2.863	7.373	0.7157	71	135	1.143	1.6
T11	107.11517	71.56505	15.0	8.560	14.218	0.5851	71	130	26.416	1.6
T12	86.76881	71.56505	15.0	8.257	14.206	0.7157	71	135	18.686	1.6
T13	60.73951	71.56505	17.0	8.501	17.000	0.6132	89	184	19.682	1.6
T14	70.11184	71.56505	17.0	5.908	12.114	0.6132	89	184	8.798	1.6
T15	82.23498	71.56505	17.0	18.258	14.751	0.7372	71	117	136.401	1.6
T16	98.31769	71.56505	17.0	11.815	10.467	0.7372	71	117	54.397	1.6
T17	118.37722	71.56505	17.0	10.626	17.000	0.5851	71	130	35.240	1.6
T18	126.14054	71.56505	17.0	12.426	8.824	0.7372	71	117	42.613	1.6

DISEÑOS DETALLADOS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, DE LAS OBRAS DE MANTENIMIENTO PARA PROTEGER LA PARTE SUPERIOR DEL TALUD DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO CONSTRUIDAS POR EL FOPAE, EN EL CED JERUSALÉN PLAN CANTERAS, DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN BOGOTÁ D.C.

Tabla 8.4 Resumen de resultados análisis de cuñas con Obras (Alternativa 2)

TALUD	Altura talud (m)	Concreto lanzado reforzado (e=0.05m resistencia al corte 125ton/m ²)		
		F de S sin sismo	F de S con sismo	Tensión requerida anclajes (F de S 1.6 sin sismo, 1.3 con sismo)
T01	5.5	6.10	5.43	
T02	5.5	3.03	2.68	
T03	9.5	15.53	14.47	
T04	16.5	1.97	1.66	
T05	20	2.20	1.83	
T06	21	1.70	1.37	
T07	22.5	0.98	0.75	414
T08	22	2.07	1.80	
T09	21.5	1.51	1.22	
T10	15.5	1.84	1.54	
T11	16.5	2.96	2.53	
T12	16.5	3.03	2.60	
T13	16.5	4.27	3.74	
T14	16.5	3.60	3.12	
T15	16	2.06	1.74	

9. PRESUPUESTO

El presupuesto general de obras para cada una de las alternativas propuestas se presenta en el ANEXO del Informe con los Análisis de precios Unitarios correspondientes.

El presupuesto total para las obras recomendadas es de:

ALTERNATIVA 1 + OBRAS TALUD SUPERIOR (ARCILLOLITA):

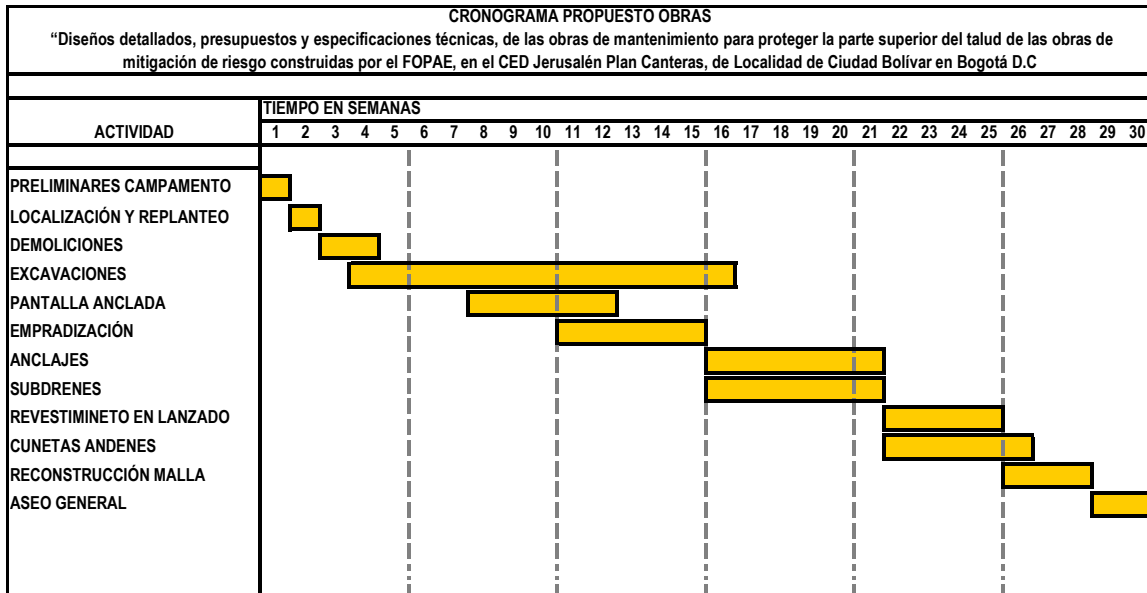
MIL TRESCIENTOS VEINTIÚN MILLONES NOVECIENTOS VEINTISIETE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y SEIS PESOS (\$ 1.353.040.558.oo).

ALTERNATIVA 2 + OBRAS TALUD SUPERIOR (ARCILLOLITA):

MIL CIENTO SETENTA Y UN MILLONES OCHOCIENTOS SETENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y SEIS PESOS (\$ 1.206.967.417.oo)

Por ser la **ALTERNATIVA 2** la más económica (\$146'073.141 menor que la alternativa 1) es la seleccionada (por FOPAE, Interventoría y Consultoría) para llevarse a cabo.

9.1 CRONOGRAMA



La duración propuesta para la obra es de 30 semanas que equivale a 7 meses

DISEÑOS DETALLADOS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, DE LAS OBRAS DE MANTENIMIENTO PARA PROTEGER LA PARTE SUPERIOR DEL TALUD DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO CONSTRUIDAS POR EL FOPAE, EN EL CED JERUSALÉN PLAN CANTERAS, DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN BOGOTÁ D.C.

PRESUPUESTO OBRAS MITIGACIÓN JERUSALÉN 2007 ALTERNATIVA 2 (SELECCIONADA PARA CONSTRUCCIÓN)					
Descripcion					
	Unidad	Valor unitario	Cantidad	Valor parcial	
ITEM	ACTIVIDAD				
1	GENERALES				
1.1	Localización y replanteo	m2	\$ 147	9000.0	\$ 1 323 000
1.2	Desmonte y limpieza en zona no boscosa	m2	\$ 1 133	5677.7	\$ 6 432 839
1.3	Demolición de estructuras	m3	\$ 95 532	60.0	\$ 5 731 920
1.4	Aislamiento y Protección de la Zona Intervenida, H=2.0m en repisa y lona verde (ML)	ml	\$ 3 909	430.0	\$ 1 680 870
1.5	Desmonte Y Remontaje malla de protección inferior y superior	GL	\$ 2 500 000	1.0	\$ 2 500 000
1.6	Desmonte y remontaje de Gavion (incluye todos los cuerpos por unidad de longitud ml)	ml	\$ 59 637	165.0	\$ 9 840 105
1.7	tala de arboles y reforestación	Un	\$ 361 000	5.0	\$ 1 805 000
	Sub total Generales				\$ 29 313 734
2	RECONFORMACIÓN DEL TERRENO				
2.1	Excavaciones Arcillolita	m3	\$ 21 975	8813.0	\$ 193 666 224
2.2	Excavaciones Arenisca	m3	\$ 54 809	2330.3	\$ 127 718 672
2.3	Excavación manual sin clasificar	m3	\$ 39 550	285.7	\$ 11 300 424
2.4	Transporte (10 KM)	m3	\$ 7 920	12833.5	\$ 101 641 300
	Sub total Reconformación del terreno				\$ 434 326 621
3	OBRAS DE PROTECCIÓN TALUDES ARCILLOLITA				
3.1	Empradización de taludes con bloques de césped	m2	\$ 28 966	1070.0	\$ 30 993 620
3.2	Muro en concreto lanzado e=0.15m	m2	\$ 146 328	370.0	\$ 54 141 360
3.3	Anclajes 3 Torones	ml	\$ 217 590	542.0	\$ 117 933 780
3.4	Instalación y suministro de Taches Acero (Taches Empradización y Protección en concreto)	ml	\$ 22 891	814.0	\$ 18 633 274
3.5	Pases de Drenaje	un	\$ 47 533	124.0	\$ 5 894 092
	Sub total Obra de protección taludes Arcillolita				\$ 227 596 126
4	OBRA DE PROTECCIÓN TALUDES EN ARENISCA				
4.1	Muro en concreto lanzado e=0.075m	m2	\$ 113 671	1451.0	\$ 164 936 621
4.2	Anclajes 4 Torones	ml	\$ 236 577	160.0	\$ 37 852 320
4.3	Anclajes 3 Torones	ml	\$ 217 590	200.0	\$ 43 518 000
4.4	Muro en concreto lanzado e=0.04m	m2	\$ 98 431	1209.0	\$ 119 003 079
4.5	Instalación y suministro de Taches Acero	ml	\$ 22 891	1998.0	\$ 45 736 218
4.6	Pases de Drenaje	un	\$ 47 533	887.0	\$ 42 161 771
	Sub total Obra de protección taludes Arenisca				\$ 453 208 009
5	OBRAS DE DRENAJE				
5.1	Cunetas en Concreto	ml	\$ 66 733	296.0	\$ 19 752 968
5.2	Subdrenes de PVC de 2", incluidos los accesorios	ml	\$ 108 947	348.0	\$ 37 913 556
5.3	Cajas de entrega	un	\$ 596 702	2.0	\$ 1 193 404
	Sub total Obra de Empradización				\$ 58 859 928
6	ASEO				
6.1	Aseo general	m2	\$ 407	9000.0	\$ 3 663 000
	Sub total Aseo				\$ 3 663 000
	COSTO TOTAL ACTIVIDADES (1+2+3+4+5+6)				\$ 1 206 967 417

10. ANALISIS DE VIABILIDAD

La zona de estudio se encuentra ubicada en la localidad de ciudad Bolívar, en la Diagonal 69 Sur y calle 68HS, compromete infraestructura de servicios públicos, Vías, Predios Privados y Predios Publicos” CED JERUSALEN CANTERAS”, la obras propuestas fueron planteadas para causar la menor afectación a esta infraestructura por los costos que estos implica:

10.1 VÍAS, ZONAS PEATONALES Y DRENAJE SUPERFICIAL

El terrazo propuesto no afecta la vía, pero si afecta el sendero peatonal existente en adoquín el cual requiere demolición de 20 metros, el tramo a demoler es usado como atajo en la subida luego su demolición no genera, problemas en la movilidad de la comunidad ni demoras muy altas de tiempo, el ramal de la escalera de concreto de la parte alta ubicada en el Nor Este será demolida en un tramo aproximado de 48 metros, la cuneta perimetral existente debe ser demolida y reconstruida tal como se muestra en los planos (ver Fotografía 10.1).

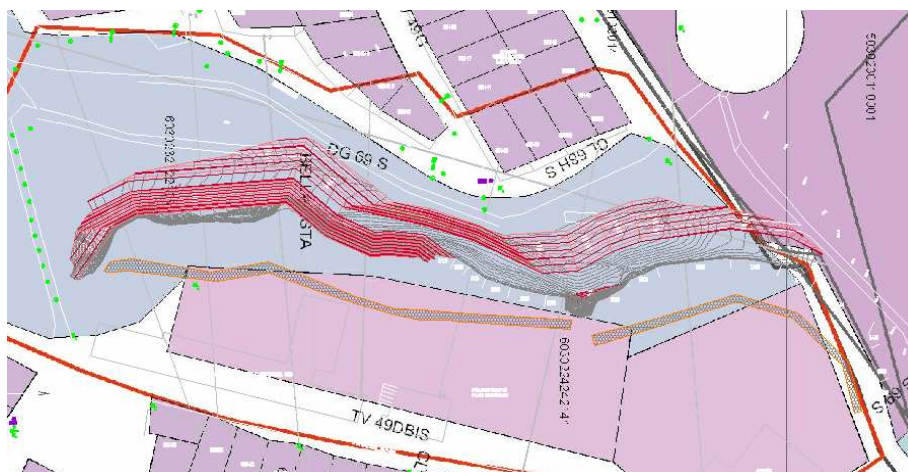
10.2 REDES DE ENERGÍA, ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

De acuerdo a inspección visual y revisión del SIG del acueducto, el área a intervenir no se afectara tuberías. Ni redes eléctricas.

10.3 PREDIOS PRIVADOS

De acuerdo con la revisión el plano de zonas homogéneas físicas. al superponer las obras se observa que la mayoría de la obra casi el 90% del area corresponde al predio de código 6030232122103 que corresponde a no edificado, no urbanizable, y una fracción al norte correspondiente a la zona final al predio de código 5030230110001 (ver Figura 10.1).

Es importante tener presente actualmente el FOPAE esta realizando la consulta ante el DADEP para obtener la titularidad de cada uno de los predios.





Fotografía 10.1 detalle de la afectación sendero peatonal y cuneta

11. LIMITACIONES

El presente estudio se basó en la información obtenida en campo y los ensayos de laboratorio de muestras representativas.

Los análisis de estabilidad realizados son aproximados y la totalidad de los resultados obtenidos se han incluido en el informe. Debe entenderse que los materiales térreos son materiales inelásticos, heterogéneos y no isotrópicos, en los cuales su comportamiento no es fácilmente predecible, ni independiente del entorno climático y antrópico en el cual se encuentran.

En consecuencia, aunque se ha realizado el mejor trabajo posible, de todas formas los modelos, son limitados tanto intrínsecamente como por el factor escala del trabajo y es de esperar que durante la implantación de las obras o el desarrollo de la evolución del terreno, se presenten discrepancias localizadas con los modelos y los planos que los representan.

Cualquier cambio obtenido en las condiciones del terreno producto de intervención antrópica, actividad sísmica u obras de ingeniería diferentes a las planteadas aquí pueden cambiar las condiciones de riesgo y por lo tanto deben ser reportadas a la entidad competente y por ende al consultor.

