CONCEPTO TÉCNICO No. CT- 5175

Revisión de Estudio Particular de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa Artículo 141 - Decreto 190 de 2004

1. INFORMACIÓN GENERAL

FASE:	**II (Dos)**
ENTIDAD SOLICITANTE:	**Curaduría Urbana No. 2**
LOCALIDAD:	**2. Chapinero**
PROYECTO:	**Carrera 3 No. 52A-20**
BARRIO:	**Pardo Rubio**
DIRECCIÓN	**Carrera 3 No. 52A-20 y Transversal 1 Este No. 54A- 04**
UPZ:	**90. Pardo Rubio**
ÁREA (Ha):	**1.25**
FECHA DE EMISIÓN:	**11 de enero de 2008**
TIPO DE RIESGO:	**REMOCIÓN EN MASA**
EJECUTOR DEL ESTUDIO:	**ALFONSO URIBE S. Y CÍA S.A. ESTUDIOS DE SUELOS**

De acuerdo con el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 (compilación del Plan de Ordenamiento Territorial - POT), para los futuros desarrollos urbanísticos que se localicen en zonas de amenaza alta y media por remoción en masa, se debe anexar el estudio detallado de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para la solicitud de licencias de urbanismo. Adicionalmente establece que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias – DPAE, realizará la verificación y emitirá concepto sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.

La DPAE adelantó la primera revisión del estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II, presentado por la Firma Alfonso Uribe S. y Cía S.A. Estudios de Suelos, para el Proyecto **"Carrera 3 No. 52A-20"**, para lo cual emitió el concepto técnico CT – 5126 de 2008, por medio del cual se concluyó que el estudio NO CUMPLÍA con los términos de referencia establecidos en la normatividad vigente.

El presente concepto técnico corresponde a la **SEGUNDA** revisión realizada por la DPAE al Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II del Proyecto "**Carrera 3 No. 52A-20"** ubicado en la Localidad de Chapinero, en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 y en el marco de lo establecido en la Resolución 227 de julio 13 de 2006, por estar localizado en una zona de amenaza ALTA y MEDIA, de acuerdo al plano normativo de amenaza por remoción en masa del POT.

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO "CARRERA 3 No. 52A-20"

En la Figura 1 se presenta la localización general del predio en el mapa de amenaza por remoción en masa del POT.

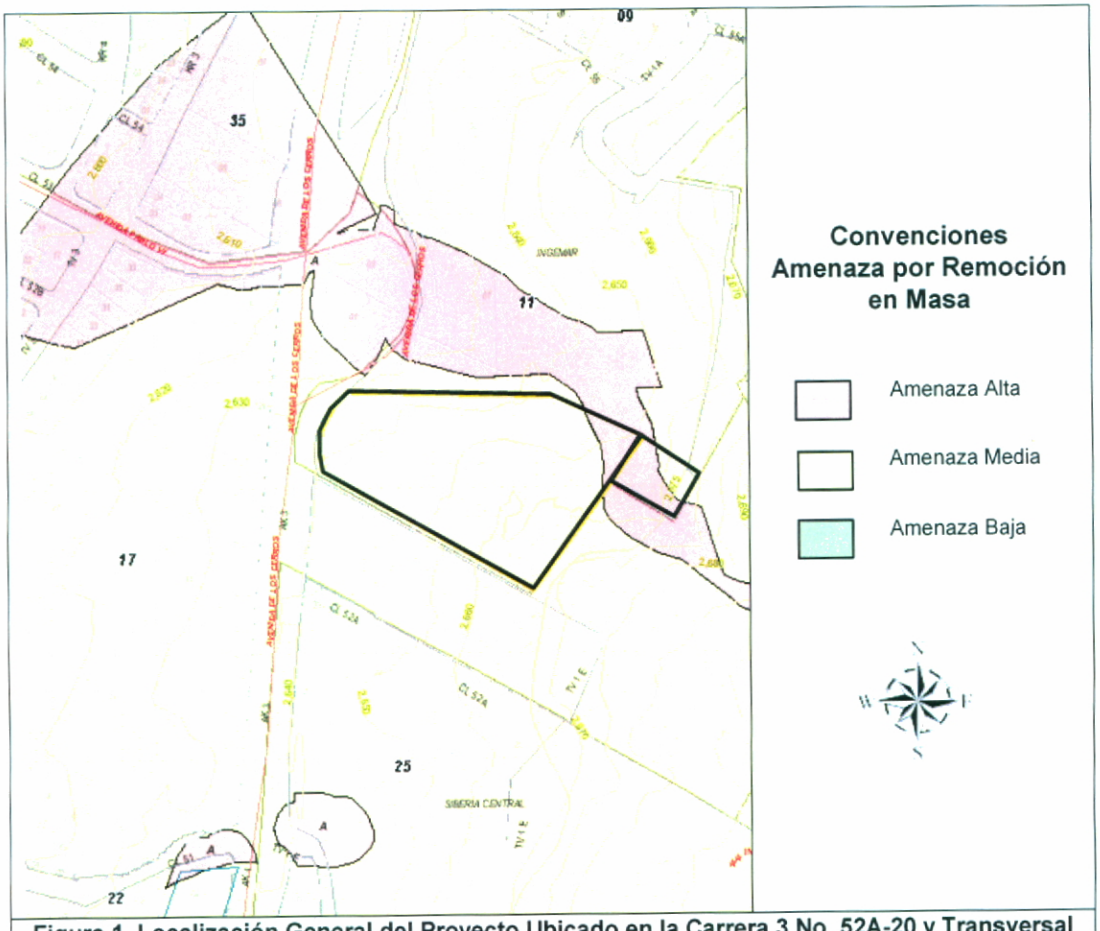

Figura 1. Localización General del Proyecto Ubicado en la Carrera 3 No. 52A-20 y Transversal 1 Este No. 54A- 04 Int. 1, en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa (Decreto 190 de 2004)

De acuerdo con la información suministrada en los planos, el Proyecto "Carrera 3 No. 52A-20", se encuentra ubicado en la Carrera 3 No. 52A-20 y en la Transversal 1 Este No. 54A- 04 Int. 1 de la Localidad de Chapinero, la cual está localizada al nororiente del Distrito Capital. Es importante anotar que dicha información de nomenclatura predial, coincide con la cobertura que se cuenta en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias – SIRE; no obstante, en la solicitud de la Curaduría se indica que la dirección del predio es Carrera 3 No. 52A-30, por lo que se aclara que se utilizará como nomenclatura del proyecto la presentada en el estudio (Carrera 3 No. 52A-20).

El proyecto se ubica aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas con origen

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

en Bogotá:

Norte*:	104490	a	104610
Este*:	101980	a	102200
Cotas* (msnm):	2631	a	2670

* Coordenadas y Cotas de acuerdo con el Plano No. 2. Mapa Geológico.

El proyecto contempla la construcción de un edificio de uso residencial de doce (12) pisos de altura, con dos (2) niveles de sótanos para el uso de parqueaderos, los cuales requerirán cortes en el terreno inferiores a 3m de altura. El edificio contará con una estructura en concreto reforzado con luces entre columnas menores a 9m de longitud.

Para la construcción de las viviendas se prevén cortes no mayores a 3m de altura y rellenos inferiores a 1m.

Preliminarmente se estimó un peso de la edificación de 14 Ton/m^2, con cargas en pedestales con valores máximos de 800 Ton.

3. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO – CT – 5126 DE 2008

El concepto técnico No. 5126 del 11 de enero de 2008, relacionado con el estudio de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa se transcribe a continuación, con referencia a los requerimientos pertinentes de la resolución.

3.1. ESTUDIOS BÁSICOS

a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica a escala adecuada (1:500 o 1:1000) con curvas de nivel cada 1.0m o con mayor detalle.

En el numeral 4.1 del capítulo 4: Estudios Básicos, se presenta el capítulo de Geología, en donde se realiza una descripción general de las condiciones geológicas regionales del sector donde se busca desarrollar el proyecto, indicando que la zona de estudio hace parte del piedemonte de los cerros orientales de Bogotá, en donde se encuentran rocas de la Formación Bogotá cubierta casi totalmente por suelos transportados y rellenos antrópicos hacia la parte más baja del lote; sin embargo en el plano No. 2, Mapa Geológico, estos materiales se ubican en la parte alta del predio.

Dentro del desarrollo del estudio se presenta la descripción geológica local, en la cual se identificaron las siguientes unidades: Formación Bogotá – Lodolitas (Teb-lod), Depósitos Coluviales (Qco), Unidad de Suelos Negros con Influencia de Cenizas Volcánicas (Qcv), Unidad de Depósitos Antrópicos (Qda).

En la descripción que se presenta en el numeral 4.1.2.1.2.2 de la Unidad de Suelos Negros con Influencia de Cenizas Volcánicas (Qcv), se indica que "*Dado el bajo espesor y cubrimiento en área de estos materiales, no fueron tenidos en cuenta en los modelos para el análisis de estabilidad*"; en este sentido, se recomienda que se indique de que forma no se consideró en el modelo (se asoció con otro material, se removió, etc). Por otra parte, en este mismo numeral se menciona que estos depósitos se "*conservan en sectores poco*

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

intervenidos demostrando condiciones de relativa estabilidad en la ladera", lo cual no es consistente con el Diagnóstico Técnico DI-2419 de mayo de 2005, emitido por la DPAE, en el que se reportó un deslizamiento superficial de aproximadamente $10m^3$, en un talud de corte que separa los dos (2) predios ubicados en la parte suroccidental del área del área del proyecto y sobre los que se cartografió en el plano No. 2, Mapa Geológico, los Suelos Negros con Influencia de Cenizas Volcánicas. Considerando los procesos de inestabilidad sobre estos materiales, el tener en cuenta éstos en la formulación del modelo geológico-geotécnico se considera necesario.

El levantamiento geológico es presentado sobre una base cartográfica en planta escala 1:750, con curvas de nivel cada 1.0m, debidamente firmado por el profesional que lo elaboró. Esta información es complementada con tres (3) secciones transversales en el informe a escala 1:500. En este levantamiento se presenta la distribución de los materiales identificados.

Desde el punto de vista de la geología estructural local, se buscaron marcadores estructurales fuera del área del lote, ladera arriba sobre los afloramientos de areniscas de la Formación Cacho, que no aflora dentro del área del lote, encontrando datos de estratificación, planos estriados y fracturas.

CUMPLE PARCIALMENTE

Adicionalmente, se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- En la descripción presentada de la Unidad de Depósitos Antrópicos (Qda), en el plano No. 2, Mapa Geológico, se indica que el espesor máximo de los mismos es de 2.5m; sin embargo, en el numeral 4.1.2.1.2.3 de estudio, se indica que existen montículos aislados con espesores de hasta 4m, lo cual no sería consistente con lo inicialmente planteado. Esta misma inconsistencia se presenta en la descripción de los Depósitos Antrópicos, incluida en la Figura No. 1, Cortes Geológicos.
- En la parte superior del área del proyecto, en el plano No. 2, Mapa Geológico, se identifican Depósitos Antrópicos, los cuales no se encuentran representados en las secciones B-B' y C-C' de la Figura No. 1, Cortes Geológicos, con las cuales se formuló el modelo y se efectuaron los análisis de estabilidad. Se solicita aclarar este aspecto.
- Se recomienda complementar la descripción de la Unidad de Depósitos Antrópicos (Qda), en cuanto a descripción litológica, referencia de edad y origen, espesor, distribución y posición en la secuencia, de acuerdo con lo especificado en el numeral 3.2.1.1 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

b. Evaluación Geomorfológica del sitio de estudio, que debe incluir una caracterización morfométrica, morfológica y morfodinámica.

En el numeral 4.2 se presenta el capítulo de geomorfología, donde se enmarca la zona de estudio dentro de laderas denudacionales y coluviales de piedemonte. Las unidades

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

geomorfológicas identificadas corresponden con la Unidad de Ladera Denudacional – Coluvial no Intervenida (Ldc-ni) y la Unidad de Ladera Denudacional – Coluvial Intervenida (Ldc-i); en esta última se definieron las subunidades de Ladera Denudacional – Coluvial Intervenida por Cortes Viales (Ldc-ic), de Ladera Denudacional – Coluvial Intervenida por Rellenos Antrópicos (Ldc-ira) y de Ladera Denudacional – Coluvial Intervenida por Explanación (Ldc-ie).

Dentro de los análisis presentados se realizó un análisis multitemporal de fotografías aéreas para los años de 1952, 1955, 1977, 1989 y 2004, descrito en detalle dentro del capítulo 5. Modelo Geológico – Geotécnico, en el que se identificó principalmente una antigua cárcava adyacente al predio, hacia su costado norte, que fue rellenada y una antigua zona de explotación de areniscas de la Formación Cacho, ubicada en la parte superior de la ladera. Este proceso de extracción también se observó al suroriente del predio.

De la fotointerpretación realizada en la imagen del año 2004, se destaca que "*El deslizamiento ubicado al suroriente del predio alcanza a ser perceptible en la imagen y es el único proceso dentro del predio*".

El levantamiento geomorfológico se presenta en un plano con vista en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 1.0m, debidamente firmado por el profesional que lo elaboró, en el cual se identificaron además de las unidades geomorfológicas referenciadas anteriormente, el deslizamiento ubicado al suroriente del predio y los procesos de erosión hídrica concentrada (surcos), especificados en el numeral 4.3.2 del estudio. Considerando que de acuerdo con lo solicitado en el numeral 3.2.1.2 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, "*de manera precisa serán cartografiados los procesos, con énfasis en los de remoción en masa y erosión*", hace falta incluir el proceso de inestabilidad identificado en el Diagnóstico de Técnico DI-2419 de mayo de 2005, emitido por la DPAE.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar esta parte del estudio con lo descrito anteriormente y lo presentado a continuación.

- En el numeral 4.2.3 Unidad de Ladera Denudacional – Coluvial Intervenida (Ldc-i), se indica que "Otro aspecto de la intervención fue el emplazamiento de rellenos en la parte baja del predio con el fin de nivelar zonas con el fin de construir viviendas"; no obstante, esta apreciación no se ve reflejada en las unidades aflorantes en el Mapa Geológico; asimismo, se recomienda evaluar la presencia de estos materiales en el proceso de inestabilidad identificado en el Diagnóstico de Técnico DI-2419 de mayo de 2005, de la DPAE, al igual que en la formulación del modelo geológico geotécnico.
- En el numeral 4.2.3.1, la nomenclatura con que se identifica la Subunidad de Ladera Denudacional – Coluvial Intervenida por Cortes Viales es "Ldc-ic" y por otra parte en el plano No. 3, Mapa Geomorfológico, ésta se identifica como "Ldc-icv". Por lo tanto se recomienda presentar una única nomenclatura de la subunidad.
- En el plano No. 3, Mapa Geomorfológico se indica que la Subunidad de Ladera Denudacional – Coluvial Intervenida por Cortes Viales, presenta taludes con alturas

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

menores a 10m, lo cual no es correspondiente con lo presentado en el numeral 4.2.3.1, donde se indica que los taludes cuentan con alturas inferiores a 6m. Se recomienda revisar esta inconsistencia.

c. Hidrogeología

Dentro de la definición hidrogeológica de la zona, se indica que los Cerros Orientales corresponden al área de influencia, los cuales hacen parte del área de recarga para los acuíferos de la sabana, localizados sobre rocas de la Formación Bogotá, cubiertas por depósitos de ladera.

De acuerdo con lo presentado en este capítulo, el nivel freático se encuentra entre 1 y 3m de profundidad, principalmente sobre Depósitos Coluviales y suelos residuales de la Formación Bogotá. Asimismo, se indica que la Formación Bogotá corresponde a una unidad con pobre almacenamiento de agua subterránea, generalmente con permeabilidad baja, al contrario de los Depósitos Coluviales, los cuales presentan una mayor permeabilidad y se precisa que "*con dichas características es de esperar que la interfase coluvión – lodolita sea una zona con concentración de aguas freáticas y que la parte superior de la lodolita (su suelo residual) puede tener concentraciones estacionales de humedad, la cual disminuye sus características geomecánicas, pudiendo generar deslizamientos de coluvión sobre los suelos residuales. Es importante anotar que esta situación únicamente se puede presentar donde los cortes hagan aflorar las lodolitas o sus suelos residuales*". Frente a este último aspecto, se recomienda sustentar claramente dicha afirmación, basados en las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas de la zona.

Como parte de la definición de las condiciones climáticas de la zona de estudio, en el numeral 4.5 Condiciones Climáticas, se presentan de manera general las características de temperatura, humedad relativa y precipitación de la zona.

Las conclusiones sobre las condiciones hidroclimatológicas e hidráulicas del sector se presentan en el numeral 4.6, en el cual indica que existe un régimen de aguas superficiales y subsuperficiales y que para los análisis de estabilidad se adoptó un nivel de agua crítico a -1m como nivel máximo en condición actual y bajo condiciones normales se adoptó un nivel de agua a -2m bajo la superficie del terreno. Para el escenario con proyecto se adoptó un nivel de agua normal a -2m bajo el nivel de piso fino de sótano en cada sitio, debido a la construcción de los filtros. Dentro la definición de los niveles freáticos para los análisis, hace falta indicar el nivel de agua extrema para el escenario con proyecto.

Considerando que se establece una condición de flujo en el terreno y las presiones de poros en éste dependen de las características hidrogeológicas, se solicita aclarar la compatibilización entre las presiones de poros generadas por la red de flujo establecida y los niveles freáticos adoptados.

Adicionalmente es necesario fijar los criterios para definir y diseñar el tipo de medidas de drenaje que mejor se adecuen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio y que harán parte del plan de obras de prevención y estabilización, estableciendo el rango de eficacia de las mismas.

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar estos aspectos con lo anotado anteriormente.

d. Drenaje Superficial

En la evaluación del drenaje superficial se menciona que en la parte superior de la ladera no existen obras para el manejo del agua de escorrentía y que en la parte baja del lote, sobre la Avenida Circunvalar se encuentran los colectores de aguas lluvias y negras sobre las que se conectarán las obras hidráulicas que se desarrollen para el proyecto. En este capítulo se indica que en el área de influencia del proyecto no se identificaron cursos de agua ni rondas hidráulicas, los cuales se localizan de acuerdo con lo mostrado en el plano No. 1 Localización del Proyecto, a más de 250m.

En el numeral 4.7.1 se presentan los parámetros de diseño para las obras de drenaje, en donde se indica la metodología con la cual se evaluarán los caudales y se especifica que estos se determinarán con una intensidad de lluvia para un período de retorno de 3 años. Se recomienda que se justifique la adopción del período de retorno considerado para los diseños, teniendo en cuenta la capacidad hidráulica de los colectores y las condiciones extremas de agua y lluvia para las cuales se realizan los análisis.

La DPAE considera que este aspecto del estudio debe ser complementado especificando la posible incidencia del drenaje superficial en los fenómenos de remoción en masa que afecten el área o se podrían generar. Lo anterior atendiendo lo expresado en el numeral 3.2.1.4. del artículo segundo de la resolución 227.

CUMPLE PARCIALMENTE

e. Sismología

En el numeral 4.8, se presentan las características sísmicas; allí se indica que el proyecto se encuentra ubicado en la zona de transición entre la zona 1 y 2 del mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, especificando que de acuerdo con el Decreto 193 de 2003, se utilizó el promedio de los dos espectros. Como resultado de ésta caracterización el consultor expresa: *"Lo anterior resulta en una aceleración máxima en condiciones normales de 0.27g. Al existir una probabilidad de excedencia no mayor al 10%, se escoge como aceleración máxima para un período de recurrencia de 50 años un valor de 0.30g".*

CUMPLE

Se recomienda que en este aparte del informe se haga referencia al Decreto 193 de 2006 el cual deroga al Decreto 074 de 2001 y sobre el cual se debe definir por el consultor el valor de la aceleración máxima y no al Decreto 193 de 2003.

La DPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, definir o asignar los espectros para el diseño estructural de las edificaciones, para lo cual, se debe cumplir con lo establecido en el Decreto 193 de 2006. Por otra parte, aunque se cumple con los términos de referencia de la Resolución 227 para la parte sismológica y los análisis son conservadores de la forma planteada, la interpretación realizada por el consultor para definir

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

los coeficientes de aceleración para las condiciones planteadas no es del todo correcta. Se recomienda revisar estos aspectos.

f. Uso del Suelo

En el numeral 4.9 se describe el uso actual del suelo, en donde se especifica que la cobertura vegetal predominantemente en el predio la constituyen Chilcos, pasto Kikuyo y Retamo Espinoso. Adicionalmente se indica que en el área del proyecto se encuentran "*algunas construcciones de un piso para vivienda con muy bajas especificaciones técnicas, las cuales serán demolidas para construir el proyecto*".

Dentro de la descripción del uso del suelo se hace énfasis que en el terreno en ningún momento en su historia ha tenido un uso de explotación minera o de cantera.

El levantamiento de esta información es presentado en un plano con vista en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 1.0m, debidamente firmado por el profesional que lo elaboró.

Aunque se presenta en el estudio una descripción de la cobertura vegetal en el predio y del uso actual en el mismo, la información presentada en el mapa de usos del suelo no se encuentra del todo descrita en el estudio.

CUMPLE PARCIALMENTE

3.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

a. Inventario Detallado y Caracterización Geotécnica de los Procesos de Inestabilidad

Este capítulo se desarrolló empleando como herramienta principal, la fotointerpretación de imágenes aéreas en diferente escala temporal para la zona de estudio, para lo cual se analizaron fotografías aéreas de los años 1952, 1955, 1977, 1989 y 2004. Producto de este análisis multitemporal, el consultor concluye que "*en los últimos 30 años el predio de interés de este estudio ha sufrido cambios [...] que han generado la degradación de los suelos por pérdida de cobertura vegetal y por actividad urbanística, sin embargo el único proceso de inestabilidad evidenciado ha sido el deslizamiento rotacional de material coluvial sobre el talud sur del carreteable...*"; asimismo, se señala que los "*suelos residuales han perdido las estructuras geológicas de la roca parental y pueden deslizarse a lo largo de la pendiente, no como falla general, sino como deslizamientos de pequeña magnitud, involucrando el coluvión suprayacente*".

Este capítulo debe ser complementado con lo solicitado en el numeral 3.3.1 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, en el que se especifica que se debe incluir "*la descripción y clasificación de todos los procesos de inestabilidad identificados en el área de estudio, clasificándolos en antiguos y recientes, de acuerdo con su estado de actividad, y según los mecanismos de falla y forma de propagación, considerando por ejemplo la retrogresividad del proceso y el área de influencia directa con su actividad*", en particular para el proceso de inestabilidad identificado en el Diagnóstico de Técnico DI-2419 de mayo de 2005, emitido por la DPAE.

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Dentro de la descripción y clasificación de todos los procesos de inestabilidad en el área de estudio, se solicita conceptuar sobre las condiciones de estabilidad (procesos de inestabilidad actuales y potenciales) y su incidencia en el área del proyecto; del mismo modo, de la antigua zona de explotación de material ubicada al costado suroriental del proyecto, considerando su cercanía al mismo, de acuerdo con lo mostrado en la fotografía aérea del año de 1989.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar esta parte del estudio con lo descrito anteriormente y lo presentado a continuación.

- En el análisis multitemporal realizado para la fotografía aérea de 1989 se indica que "*por la escala de la foto se hace evidente una elevación del relieve del lote hacia el borde de la avenida circunvalar, que corresponde a la estructura del terraplén para su construcción*"; sin embargo, este aspecto no se ve reflejado en la información cartográfica presentada en los planos No. 2 y 3 del estudio (Mapa Geológico y Geomorfológico), ni en la formulación del modelo geológico geotécnico. Por otro lado en este mismo aparte, se menciona que "*el lote sigue vegetado y se aprecia la aparición de un nuevo proceso hacia el norte de la vía, para lo cual se tomaron medidas de control construyendo un muro en gaviones que se observa actualmente en buen estado*". Frente a lo anterior es necesario aclarar si el proceso de inestabilidad descrito, se encuentra dentro del área de influencia del estudio, en particular si tiene o podría tener incidencia sobre el proyecto y de ser así, incluirlo en el inventario de procesos de inestabilidad y considerarlo dentro de la formulación del modelo geológico geotécnico.
- Aunque en le Mapa Geomorfológico se presenta el proceso de inestabilidad descrito en el estudio, es necesario presentar un plano de "Inventario y Caracterización Detallado de Procesos de Remoción Actuales", de acuerdo con lo estipulado en el numeral 5, del artículo segundo la Resolución 227 de 2006 y adicionalmente incluir los procesos de inestabilidad que hagan falta en ambos planos.

b. Formulación del Modelo

En el numeral 5.4 el consultor presenta la formulación del modelo, en el cual hace referencia al plano No. 2 (Mapa Geológico) y a la Figura No. 1 del informe, en la que se presentan tres (3) secciones transversales representativas, que muestran la distribución de los materiales y las propiedades geomecánicas adoptadas para los análisis de estabilidad. Para los cuatro (4) materiales considerados (Rellenos Antrópicos, Depósito Coluvial, Suelos Residuales y Roca Lodolita) en la formulación del modelo, a excepción de los Rellenos Antrópicos, los parámetros de resistencia fueron basados en los resultados de los ensayos de corte directo. Los parámetros de resistencia para los rellenos antrópicos fueron obtenidos por medio de correlaciones de los resultados del ensayo de penetración estándar, las cuales se encuentran debidamente soportadas.

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Al considerar los resultados de los ensayos de corte directo, los cuales de acuerdo con lo presentado en los respectivos registros, corresponden con valores pico de resistencia, estos son mucho menores a los reportados en los mismos y por ende a los adoptados en la formulación del modelo, es así que para los Depósitos Coluviales se presenta un ángulo de fricción <35° (ángulo de fricción adoptado 35°), el cual al efectuar la respectiva correlación para los valores pico de resistencia presenta una ángulo de fricción interno aproximado de 26°; asimismo, para la Lodolita: ϕ'<25° (ángulo de fricción adoptado 25°) y el valor encontrado es de 16° aproximadamente y para los Suelos Residuales: ϕ'<20° (ángulo de fricción adoptado 20°) y el valor encontrado es de 10° aproximadamente. En este orden de ideas no se encuentran justificados los parámetros de resistencia escogidos para los análisis. De igual forma, se deben justificar los valores de peso unitario adoptados para los Rellenos Antrópicos y para los Suelos Residuales.

En la formulación del modelo se describen los procesos de inestabilidad potenciales y los mecanismos de falla analizados, numeral 5.4.1, en donde se menciona que se ha identificado como proceso de inestabilidad potencial una falla rotacional en los depósitos coluviales y residuales y que "*dada la composición del depósito coluvial, éste se comporta como un suelo fino y por lo tanto el mecanismo de falla más crítico es de tipo rotacional y se descarta cualquier otro mecanismo de falla. En la roca no se realizarán cortes y por lo tanto no se realizan análisis de estabilidad sobre este material*". Frente a lo anteriormente señalado por consultor, esté no consideró para los análisis el mecanismo de falla descrito en el numeral 4.4 Hidrogeología, en el cual se indica que por las concentraciones estaciónales de humedad, se pueden presentar perdidas de las características geomecánicas de los suelos residuales de la Formación Bogotá, pudiéndose generar deslizamientos de coluvión sobre los suelos residuales, situación que "*únicamente se puede presentar donde los cortes hagan aflorar las lodolitas o sus suelos residuales*" (situación que se evidencia en las secciones de análisis que involucran la adecuación del terreno con terrazas). Teniendo en cuenta que los deslizamientos se pueden presentar en el contacto suelo residual coluvión, no sería apropiado considerarlo como un mecanismo de falla rotacional.

Teniendo en cuenta la presencia de procesos de inestabilidad dentro del área del proyecto, se recomienda en estas zonas evaluar la conveniencia de realizar los análisis de estabilidad considerando parámetros de resistencia determinados para condiciones diferentes a las de resistencia pico de los materiales (por ejemplo parámetros residuales), partiendo del hecho que en estas zonas los materiales involucrados han presentado un proceso de falla.

CUMPLE PARCIALMENTE

La formulación del modelo debe complementarse con los diferentes aspectos solicitados en la revisión de los términos de referencia de los anteriores capítulos y lo presentado a continuación.

- En la tabla resumen presentada en la página 76 del numeral 5.4 Formulación del Modelo, se indica que el espesor del Depósito Coluvial es de 0.0 a 2.0m; sin embargo, en el numeral 4.1.2.1.2.1 Depósitos Coluviales se indica para estos materiales que "*el*

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

espesor observado es muy variable llegando a alturas de 6 metros en los sectores de mayor altitud del predio". Por lo tanto se solicita aclarar esta inconsistencia.

- En la tabla resumen presentada en la página 76 del numeral 5.4 Formulación del Modelo, se indica que el espesor del Suelo Residual es de 1.0 a 5.0m; sin embargo, en el numeral 4.1.2.1.1 Formación Bogotá – Lodolitas, se indica para estos materiales que "es importante anotar que el suelo residual de esta formación fue asumido de manera conservadora en 3m, el cual fue el espesor máximo detectado en perforaciones". Por lo tanto se solicita aclarar esta inconsistencia.
- De acuerdo con el registro de la perforación P1, se identificó superficialmente un "relleno en arcillas varias café con lentes de piedras" de 4m de espesor, la cual se encuentra localizada sobre Depósitos Coluviales en el plano No. 2, Mapa Geológico. Por lo tanto la caracterización de estos materiales superficiales no se encuentra correlacionada con la unidad de Depósitos Antrópicos. En este sentido se solicita aclarar este aspecto.

c. Exploración Geotécnica

El programa de exploración incluyó la ejecución de ocho (8) perforaciones que alcanzaron una profundidad de 15m por medio de taladro rotatorio. Dentro de la etapa de exploración del subsuelo se realizaron ensayos de penetración estándar y se obtuvieron muestras para la ejecución de ensayos de corte directo y para la evaluación de propiedades índice.

Para la caracterización geomecánica de los rellenos antrópicos, se utilizaron los resultados de los ensayos de penetración estándar y para los otros materiales definidos en la formulación del modelo geológico geotécnico, los obtenidos en ensayos de corte directo.

Aunque por la reseña general que se hace de los planes de investigación geotécnica en el informe, es aparente que éstos habrían resultado de utilidad y ser suficientes para el presente estudio, el Consultor no presenta **explícitamente** la justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio de acuerdo con el numeral 3.3.3. del artículo segundo de la resolución 227.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar esta parte del estudio con lo descrito anteriormente.

La DPAE aclara que no es del alcance de esta revisión, a la luz de la resolución 227 de 2006, la comprobación y validación de los parámetros geotécnicos de resistencia, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en la carta de compromiso.

3.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

La evaluación de las condiciones de amenaza se realizó para dos (2) escenarios, basados el modelo geológico – geotécnico propuesto; no obstante, el modelo se debe ajustar de acuerdo con lo solicitado en los anteriores capítulos de éste concepto técnico.

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En relación con los análisis presentados, el primer escenario corresponde a la condición actual y el segundo al generado por el cambio de uso del terreno (involucrando los cortes que se realizarán en el terreno) sin obras de mitigación; sin embargo, para este último escenario falto incluir la sobrecarga generada por las edificaciones proyectadas, según lo estipulado en el parágrafo 2 del numeral 3.4 del articulo segundo de la Resolución 227 de 2006. Para cada una de estas condiciones se evaluaron cuatro (4) escenarios, los cuales involucran condiciones normales y críticas tanto de agua como de sismo. La condición normal de agua corresponde a la cota 2m bajo la superficie del terreno y para la condición crítica o extrema a -1m de la superficie del terreno. La condición de sismo normal corresponde a un coeficiente de aceleración sísmico 0.27g y la de sismo extremo, a un coeficiente de aceleración sísmico de 0.30g.

Para cada uno de estos escenarios, se evaluaron las condiciones de estabilidad en términos de factores de seguridad, para los mecanismos de falla descritos en la definición del modelo geológico geotécnico y se presenta la zonificación de amenaza considerando los criterios definidos para este aspecto en la resolución 227 de 2006; sin embargo, para los diferentes análisis en el escenario con agua critica y sismo normal, la clasificación de amenaza correspondería a condiciones extremas y no a las condiciones presentadas (condiciones normales), con lo cual la categoría de amenaza presentada en el estudio se ve modificada. Producto de esta zonificación de amenaza se presentan los mapas de amenaza No. 5 y 8 a escala 1:750 con curvas de nivel cada 1.0m.

No obstante, como lo estipula el numeral 3.4 del artículo segundo de la Resolución 227, hace falta realizar los análisis de estabilidad para condiciones normales y extremas sin carga sísmica y especificar dentro del informe que escenarios fueron considerados por el consultor como condiciones normales y cuales como condiciones extremas, ya que en el documento es confusa esta interpretación, lo cual es necesario para definir la categoría de amenaza.

En los análisis de estabilidad se indica que los planos de amenaza se elaboraron para el "[...] *escenario más critico de acuerdo con las combinaciones consideradas de agua y sismo, que no precisamente son agua critica y sismo extremo, sino aquellas combinaciones cuyos factores de seguridad eran los más bajos*"; sin embargo, de acuerdo con el numeral 3.4 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, "*como mínimo para la condición más extrema se elaborarán y presentaran mapas de amenaza en escala 1:500 o 1:1000 (igual a la del plano topográfico exigido por Planeación Distrital) y curvas de nivel cada 1.0 m como mínimo...*", en este sentido no es lo mismo considerar para la elaboración de los mapas de amenaza, los factores de seguridad mínimos, a presentarlos como mínimo para la condición más extrema en cada escenario, por lo tanto se solicita cumplir con lo estipulado en el numeral 3.4 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE PARCIALMENTE

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Se recomienda complementar esta parte del estudio con lo descrito anteriormente y lo presentado a continuación.

- En el mapa de zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa para el escenario con cortes temporales sin obras de mitigación, en la parte superior del área de estudio se presenta una zonificación de amenaza media; no obstante, de acuerdo con lo presentado en el numeral 6.2.1, para las diferentes combinaciones de carga analizadas la categoría de amenaza es baja, lo cual sería contrario a lo presentado en el plano referenciado.
- Considerando que el único mecanismo de falla considerado por el consultor corresponde a una falla de tipo rotacional en los Depósitos Coluviales y Suelos Residuales (aunque no se encuentra justificado porque no se consideraron los Rellenos Antrópicos), los análisis y por ende la zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa, no se encuentra justificada, cuando las superficies críticas de falla involucran las rocas de la Formación Bogotá.

3.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Para la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física, se realizó la tipificación de viviendas y definición de índices de daño, utilizando la metodología propuesta por Leone (1996), para lo cual se evaluó el índice de vulnerabilidad físico (IVF), con la expresión empírica propuesta por Soler et al (1998), el cual es una función del índice de daño y un coeficiente de importancia, que a su vez es función de las condiciones de amenaza por remoción en masa.

De acuerdo con el estudio, la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física se realizó para las vías aledañas al proyecto, junto con la infraestructura asociada y edificaciones existentes y proyectadas. Para las edificaciones solo se presentan los análisis para las edificaciones existentes (escenario actual), encontrando una categoría media de vulnerabilidad física, para un IVF = 0.505; no obstante, este valor corresponde a 0.65, según las variables y la formulación definida por el Consultor en este capítulo y por otra parte la categoría de amenaza para las edificaciones existentes, localizadas dentro del predio, es baja, con lo cual el IVF se ve modificado y posiblemente la categoría de vulnerabilidad. En este mismo sentido, se solicita aclarar si la tipología de las viviendas existentes en el predio del proyecto, es la misma que de las viviendas existentes aledañas al mismo, al igual que el índice de daño ID, el cual define el IVF y por ende la categoría de vulnerabilidad.

Dentro de la metodología planteada no es clara la relación entre las tablas de "Matriz de Índice de Daño" y "Matriz de Porcentaje de Daño Utilizada para el Estudio", de la cual se infiere que reporta el Índice de Daño (ID) para evaluar el IVF.

Para las vías aledañas al proyecto y la infraestructura asociada, se menciona que se siguió la misma metodología planteada para las edificaciones; no obstante, solo se presenta una tabla con porcentajes de daño y no se establecen índices de daño ni tipologías de las "vías" analizadas. Se debe incluir la referencia bibliográfica de esta metodología y de acuerdo con

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

lo especificado en el numeral 3.5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, se debe incluir una descripción detallada de los criterios adoptados.

Producto de los análisis realizados se elaboraron mapas de vulnerabilidad física a escala 1:750, con curvas de nivel cada 1.0m, para la situación actual, para el escenario con cortes temporales, para el escenario con cortes temporales y obras de mitigación, y para el escenario con proyecto y obras de mitigación; sin embargo, no se presenta la evaluación del IVF para los tres (3) últimos escenarios y por lo tanto las zonificaciones presentadas no se encuentran justificadas.

CUMPLE PARCIALMENTE

Este aspecto se deberá complementar con base en los comentarios anteriores. Adicionalmente, como conclusión del análisis de vulnerabilidad el estudio deberá ser **explícito** al fijar pautas específicas sobre:

i. Las condiciones de adecuación del terreno para el mejor emplazamiento y ubicación de las construcciones en relación con las amenazas identificadas.

ii. La necesidad o no de obras de mitigación y control de las amenazas identificadas.

iii. El tipo y el propósito específico de tales medidas.

Considerando, que de acuerdo con la metodología presentada, la evaluación del índice de vulnerabilidad físico es función del grado de amenaza, la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad deberá ser ajustada considerando las correcciones a que haya lugar, según lo presentado en el numeral 3.3 de este concepto técnico.

3.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el capítulo No. 8 Evaluación de Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa, se indica que para la evaluación del riesgo se consideran el grado de amenaza y su influencia espacial y el grado de vulnerabilidad de los elementos expuestos y que "*en los planos No. 7, 10, 14 y 17 se presenta la zonificación del riesgo obtenida mediante el cruce cartográfico del mapa de riesgo y el mapa de vulnerabilidad*"; sin embargo, para esto último se solicita que se aclare con más detalle lo precisado, ya que aparentemente el Consultor se refiere al cruce cartográfico del mapa de amenaza con el de vulnerabilidad y no al de riesgos con el de vulnerabilidad. Los planos se presentaron para los escenarios para la situación actual, con cortes temporales, con cortes temporales y obras de mitigación, y para el escenario con proyecto y obras de mitigación.

En este capítulo se incluye la matriz de riesgo utilizada por el consultor para el cruce cartográfico con el cual se realizó la zonificación de riesgo por fenómenos de remoción en masa presentada en lo anexos. Con respecto a lo anterior, la DPAE considera que tal evaluación es cualitativa y obtenida a criterio del consultor, donde no se referencia ninguna metodología que la soporte; por lo tanto, las consecuencias que se deriven de tal evaluación son responsabilidad del analista de riesgo quien avala el estudio.

CUMPLE PARCIALMENTE

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Para la evaluación de Riesgo se deben cumplir los aspectos de Amenaza y Vulnerabilidad para luego realizar su determinación. No obstante, se reitera que el estudio deberá cumplir con lo solicitado expresamente en el numeral 3.6 del artículo segundo de la resolución 227.

3.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el capítulo No. 8 se presentan las obras de mitigación de riesgo, entre las que se incluyen filtros, cunetas y lloraderos. Dentro de las medidas de mitigación se incluye la adecuación del terreno por medio de terrazas y cortes para lo sótanos, estos primeros con alturas menores a 5m y los últimos con alturas menores a 3m. Estos taludes se realizarán con pendientes menores a 45' con la horizontal; sin embargo, con el objetivo de que las hipótesis planteadas en los análisis de estabilidad sean correspondientes con las obras proyectadas, se recomienda que en los planos de diseño se presenten las coordenadas, cotas y dimensiones completas de los cortes propuestos, complementados con secciones transversales. Igualmente, se recomienda que se presente la descripción del proceso constructivo, para adelantar los mismos.

Los filtros propuestos corresponden a tres niveles de filtros tipo francés con geotextil y tubería, ubicados transversalmente en la ladera, que de acuerdo con lo presentado en el numeral 9.2 Manejo de Aguas, tendrán una profundidad de 2m; no obstante, en el plano No. 11, Mapa de Localización de Obras y Medidas de Mitigación, el detalle de los filtros cuenta con una profundidad de 3m. Aunque se presenta un capítulo denominado Diseño de Filtros, en el que se presentan características del filtro propuesto, dimensiones, localización y "criterios de escogencia del geotextil", se recomienda determinar el caudal de diseño, justificar la selección del tipo de geotextil, en el que se evalúe las condiciones de retención, permeabilidad, colmatación, supervivencia y tasa de flujo (permitividad), y por último la determinación del diámetro de la tubería a utilizar, tanto de la propia del filtro como de la red de conducción al sistema principal colector de la zona.

Adicionalmente, para los filtros se recomienda presentar un detalle con la localización y detalles de los filtros tipo espina de pescado, propuestos bajo la placa de contrapiso de la edificación.

Para las cunetas propuestas se presentan los criterios de diseño y en el plano No. 11, Mapa de Localización de Obras y Medidas de Mitigación, se presenta su localización y una sección típica; sin embargo, en el plano no se indica la calidad y tipo de materiales para su fabricación, espesor de la sección, tipo de malla electrosoldada propuesta, pendientes, etc. y en el informe no se presenta una memoria completa de cálculos, en las que se indiquen las variables utilizadas para los diseños planteados, tales como áreas de drenaje, intensidades de precipitación, coeficientes de escorrentías, pendientes de diseño, número de maninng, etc. Por otra parte, no es claro ni en el informe ni en el plano si todas las cunetas contarán con sección transversal trapezoidal, ya que la cuneta propuesta en la parte superior del terreno, en la corona de un terraplén tiene sección de 0.8x0.8, la cual no se sabe si es rectangular, o trapezoidal, considerando que el único detalle mostrado es trapezoidal.

Aunque en el numeral 9.3.2 Cunetas en Concreto, se indica que en el anexo D se adjuntan las especificaciones para la construcción de las cunetas, esta información no se presenta.

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Para los lloraderos propuestos en los terraplenes, se recomienda incluir los planos de detalles correspondientes, en los que se muestre entre otros aspectos, diámetros, longitud, distribución en corte y en planta, pendientes, si cuentan con orificios y geotextil. Adicionalmente, se recomienda incluir las respectivas memorias de cálculo y las especificaciones de construcción.

En los capítulos 9.4 y 9.5 el consultor presenta una plan de mantenimiento y de monitoreo, este último basado en la colocación de tres (3) piezómetros tipo Casagrande a una profundidad de 10m.

Los anteriores aspectos se solicitan, considerando lo estipulado en el numeral 3.7 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, en el que se indica que:

La presentación y caracterización de las obras y planes de mitigación del riesgo deberán incluir de manera explícita los siguientes aspectos:

i. Planos de Ubicación que muestren el tipo y localización (altimétrica y planimétrica) de las obras necesarias, mostrando las etapas o secuencias en que se adelantarán las distintas intervenciones y su relación con las obras de adecuación urbana y las construcciones como tales.

ii. Planos de Detalle que ilustren las características de su diseño básico. (dimensiones, profundidad de emplazamiento, profundidad y diámetros de drenes y anclajes, etc.)

ii. Parámetros bajo los cuales tenga que adelantarse el diseño estructural detallado de las Obras de Mitigación que requiera este tipo de diseño.

iii. Condiciones y Recomendaciones Particulares de Construcción, especificaciones técnicas o las normas de construcción existentes que deban cumplirse en su ejecución. Secuencia en que deben adelantarse las obras de estabilización y mitigación en relación con el programa de construcción de las obras de urbanismo y de las construcciones o edificaciones mismas.

iv. Plan de Mantenimiento recomendaciones sobre las necesidades y periodicidad de las labores de mantenimiento de las obras recomendadas

v. Plan de Monitoreo El informe final deberá ser explícito en los planes de monitoreo que los dueños de los desarrollos deberán realizar periódicamente para verificar la estabilidad y adecuado comportamiento de las obras de estabilización, así como las situaciones después de sismos principalmente cuya intensidad local deberá indicarse, después de hacerse una inspección específica de los sitios por un especialista. El informe de esta evaluación podrá ser solicitado por la Subdirección de Control de Vivienda del DAMA si ésta lo requiere.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar con lo anotado anteriormente.

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

3.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el Capítulo 6.3 y 6.4 se presenta la evaluación y clasificación de amenaza con los taludes temporales con obras de mitigación y para el proyecto con obras de mitigación, encontrando que la amenaza por procesos de remoción en masa es baja, no obstante, para estos análisis se presentan las mismas observaciones planteadas en los análisis de estabilidad y evaluación de amenaza para los otros escenarios.

Teniendo en cuenta que los taludes propuestos en el terreno con obras de mitigación, consistentes estas últimas en obras hidráulicas, reflejan una condición de amenaza baja por procesos de remoción en masa, los muros de contención considerados en el proyecto arquitectónico no harían parte de las obras de mitigación como tal; sin embargo, este aspecto será evaluado y revisado una vez se atiendan las observaciones planteadas en el presente concepto técnico.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar con lo anotado anteriormente.

3.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida de los responsables del estudio, Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña y Geólogo Julio Fierro Morales, los cuales la DPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227.

CUMPLE

3.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado no incluye todos los capítulos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del articulo segundo de la resolución 227 de 2006, lo anterior debido a que no se incluyen todos los diseños generales de las obras y no se incluye el plano de inventario y caracterización detallado de procesos de remoción en masa.

CUMPLE PARCIALMENTE

El informe debe ser estructurado, presentando como mínimo, los capítulos exigidos en el numeral 5 del artículo segundo de la resolución 227 de 2006, los cuales internamente pueden ser organizados y desarrollados de acuerdo con el criterio del analista.

3.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Los planos de las distintas temáticas se encuentran firmados por los responsables del proyecto.

Se presentan dos cartas de responsabilidad dirigidas por los responsables del estudio, no obstante la DPAE entiende que el profesional que realizó la evaluación y cuantificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo es el ingeniero Alfonso Uribe Sardiña.

CUMPLE

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

4. REVISIÓN DEL ESTUDIO RADICADO EL 19 DE FEBRERO DE 2008

4.1. ESTUDIOS BÁSICOS

a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica a escala adecuada (1:500 o 1:1000) con curvas de nivel cada 1.0m o con mayor detalle.

Se reitera la observación realizada en la revisión anterior pues no existe consistencia entre lo mencionado en la página 22 del informe: "La secuencia rocosa se halla casi totalmente cubierta por suelos transportados (coluviones) de diferente composición y textura, al igual que de rellenos antrópicos hacia la parte más baja del lote" y el Plano No. 2, pues en éste se muestra la unidad de rellenos antrópicos en la parte alta del lote.

El consultor aclara que la Unidad de Suelos Negros con Influencia de Cenizas Volcánicas (Qcv) no fue considerada en los modelos de análisis y en el modelo geológico – geotécnico ya que estos depósitos se asociaron a materiales coluviales. En el informe se aclara que el espesor promedio de la Unidad de depósitos antrópicos es 2.5 y que sólo existe un sitio donde el espesor es de 4m y corresponde con un montículo.

En la Figura No. 1 se presentan los cortes del plano geológico, esta figura fue modificada respecto a la entregada en la primera versión, y en la versión actual se presenta la unidad de Depósitos Antrópicos en todos los cortes. Esta unidad también fue considerada en los análisis de estabilidad que se tomaron como referencia en la zonificación de amenaza y se complementan los aspectos relacionados con dicha unidad.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda realizar las modificaciones del caso de acuerdo con los comentarios realizados previamente.

b. Evaluación Geomorfológica del sitio de estudio, que debe incluir una caracterización morfométrica, morfológica y morfodinámica.

En el Plano 2: Mapa geomorfológico, se cartografía el deslizamiento reportado en el diagnóstico técnico DI-2419 en mayo de 2005, el cual de acuerdo con la información proporcionada por el consultor se encuentra localizado fuera del sector que va a ser intervenido en el proyecto; adicionalmente, en el informe se menciona que "Se considera que este proceso no influye dentro de la estabilidad del proyecto". No obstante, la DPAE aclara que las omisiones, interpretaciones y suposiciones realizadas por el consultor respecto a la influencia del movimiento precedente en la zona adyacente al proyecto y las consecuencias que de éstas se deriven son responsabilidad del ejecutor del estudio.

Con relación al numeral 4.2.3 se aclara que no se emplazaron rellenos sino que se ejecutaron cortes en la parte baja del predio, lo cual es consistente con el Mapa Geológico.

El consultor en el informe denominó a la Sub-unidad de Ladera Denudacional – Coluvial intervenida por Cortes Viales – Ldc-icv, atendiendo la sugerencia realizada en la primera

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

revisión del informe. Adicionalmente, se modificó la descripción dada en el plano de esta unidad, aclarando que los cortes tienen alturas menores a 6m.

CUMPLE

c. Hidrogeología

En el numeral 4.4 el consultor aclara que la afirmación realizada sobre la posibilidad de deslizamientos de coluvión sobre suelos residuales, se basa en la experiencia obtenida por la compañía, pues en el informe se indica que *"[...]se ha observado por las propiedades geotécnicas de los materiales, que al efectuar cortes en los mismos y quedar expuestos a cambios de humedad por un período de tiempo prolongado, pierden su resistencia y generan pequeños deslizamientos locales. Por consiguiente, es importante la implementación de obras de drenaje [...]".*

En el informe, el consultor aclara que para la condición proyectada el nivel del agua para el escenario extremo está 2m por debajo del nivel del terreno, considerando que *"[...] mediante el programa de monitoreo y mantenimiento se garantizará el funcionamiento de los filtros que mantendrán el nivel del agua a dicha profundidad [...]".*

En el numeral 4.6.1. del informe se muestran los criterios de diseño de las obras de drenaje, es decir, los canales y los filtros proyectados como obras de mitigación, utilizando para el diseño de los canales la intensidad para un tiempo de retorno de 3 años y para el diseño de los filtros los resultados del ensayo de permeabilidad. Las memorias de cálculo del diseño del canal y del ensayo de permeabilidad se adjuntan en los anexos del informe.

El consultor en el informe aclara que dentro de su modelo de análisis no consideró una red de flujo y únicamente adoptó las presiones generadas por la profundidad del nivel freático, al respecto la DPAE reitera que los análisis, resultados y las consecuencias de los mismos son responsabilidad del consultor.

CUMPLE

d. Drenaje Superficial

En el numeral 4.6.1 el consultor justifica un período de retorno de 3 años teniendo en cuenta la norma NS-085 "Criterios de Diseño del Sistema de Alcantarillado" de la EAAB, pues de acuerdo con la tabla presentada en la página 58 del informe cuya fuente es la citada norma, para tramos de alcantarillado con área tributaria inferior a 3Ha y localizadas en la zona de cerros, se sugiere un período de retorno de 3 años.

El consultor en el numeral 4.7 menciona que dadas las condiciones de drenaje superficial, la estabilidad de la ladera se ve afectada de forma directa, y por lo tanto, es necesario implementar medidas de mitigación.

CUMPLE

e. Sismología

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

f. Uso del Suelo

El consultor complementó la descripción de usos del suelo en el informe, mencionando la presencia de la vía de acceso y el escarpe de un antiguo deslizamiento, por lo anterior, se concluye que el consultor atendió la solicitud realizada en la revisión anterior del estudio.

CUMPLE

4.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

a. Inventario Detallado y Caracterización Geotécnica de los Procesos de Inestabilidad

En el numeral 4.3.3.1 se hace una descripción del deslizamiento localizado dentro del área del proyecto, mencionando sus dimensiones y posibles causas, no obstante, dicho movimiento no se clasifica como antiguo o reciente, no se menciona su mecanismo de falla, retrogresividad y área de influencia directa, lo cual es solicitado de forma explícita en la Resolución 227 de 2006.

En cuanto al movimiento reportado en el diagnóstico técnico DI-2419 de la DPAE, el consultor menciona, que dicho deslizamiento se encuentra por fuera del área del proyecto y además *"[...] considera que este proceso no influye en la estabilidad del proyecto [...]"*; no obstante, teniendo en cuenta que dicho movimiento limita con el proyecto, la DPAE considera que se debe determinar su tipo de mecanismo de falla, su área de influencia y su carácter retrogresivo.

Respecto al análisis de la fotografía aérea de 1989, en el informe, el consultor aclara que la elevación del terreno y el proceso de inestabilidad en el norte de la vía, están localizados por fuera del proyecto; además, reitera que dicho proceso no tiene incidencia en la estabilidad del proyecto.

Finalmente, el consultor presentó el Plano 3.1 correspondiente con el Inventario y caracterización detallada de procesos de remoción en masa, en este plano se cartografían dos deslizamientos uno dentro del área del proyecto y otro por fuera del mismo.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar esta parte del estudio con lo descrito anteriormente.

b. Formulación del Modelo

Con el fin de verificar los parámetros de resistencia, el consultor realizó la perforación 6A y efectuó ensayos de corte sobre las muestras recuperadas en dicha perforación. Los resultados de los ensayos de corte coinciden con los parámetros empleados en los análisis, no obstante, para la DPAE no es claro por qué en esta versión del estudio no se anexan ni se incluyen en los análisis los resultados de los ensayos de corte ejecutados para las muestras recuperadas en las perforaciones 6, 7 y 8; lo anterior, teniendo en cuenta que éstos arrojaban parámetros de resistencia menores. Al respecto se considera prudente que el consultor realice las justificaciones, aclaraciones y/o correcciones del caso.

El consultor no justifica los parámetros de resistencia empleados en el análisis de la sección C-C, lo anterior se debe hacer teniendo en cuenta que en esta zona se presentó una

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

condición previa de falla por lo que la adopción de los parámetros de resistencia a partir de las muestras recuperadas en la perforación 6A no refleja la condición actual del terreno, pues para la situación actual con el nivel de agua crítico y con un sismo del 0.27g, se esperaría un factor de seguridad cercano a 1.0; sin embargo, de acuerdo con los análisis presentados por el consultor para una condición con sismo de 0.27g y agua crítica el factor de seguridad es de 1.738. Al respecto se solicita al consultor justificar los parámetros de resistencia de tal forma que estos sean consistentes con la situación actual del terreno (zona deslizada).

El consultor atendiendo la solicitud realizada en la revisión anterior, adjunta el ensayo de peso unitario para los rellenos y menciona que el peso unitario del estrato de suelos residuales se determinó a partir del ensayo de corte directo.

El consultor efectuó los análisis de estabilidad considerando una superficie de falla traslacional en el contacto coluvión – suelo residual, las salidas de dichos análisis de estabilidad fueron incluidas en el Anexo B del informe. Además, para la sección de análisis C-C se efectuaron análisis de estabilidad considerando parámetros de resistencia residuales para el coluvión teniendo en cuenta el proceso de inestabilidad existente.

En el informe se modificó la tabla resumen, indicando que el espesor del depósito coluvial es variable y que el espesor del estrato de suelos residuales es de 1 a 3m, lo cual es consistente con lo plasmado en la cartografía.

En el Plano No. 2: Mapa geológico, el consultor modificó la localización del sondeo P-1, de tal forma que en la nueva versión del plano existe consistencia entre la información proporcionada por el sondeo y el mapa.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda realizar las modificaciones y/o correcciones del caso tal forma que el modelo geológico – geotécnico refleje las condiciones actuales del terreno, lo anterior, considerando que éste es la base de los análisis de estabilidad y por tanto de la zonificación de amenaza y riesgo.

c. Exploración Geotécnica

Aunque el consultor con el fin de verificar los parámetros utilizados efectuó una perforación adicional, en el informe no se presenta de forma explícita la justificación técnica del programa exploratorio.

CUMPLE PARCIALMENTE

De acuerdo con el numeral 3.3.3. de la Resolución 227 de 2006 *"La justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio, deberán ser explícitos en el informe final de resultados"*, por lo anterior, el consultor debe realizar las justificaciones del caso para dar cumplimiento a este aparte.

4.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el informe se incluyen los análisis de estabilidad para el escenario con proyecto y sin obras de mitigación.

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El consultor adjunta los planos de zonificación de amenaza para los diferentes escenarios considerando los factores de seguridad obtenidos para las condiciones extremas. Sin embargo, en el plano 5.1 que corresponde al "Mapa de Zonificación de Amenaza – Condición actual – Condición más extrema", se observa que el sector donde se localiza el deslizamiento reportado en el DI-2419 tiene una calificación de amenaza baja, al respecto la DPAE considera que existe una inconsistencia en el informe, pues si bien en varias oportunidades se menciona que dicho deslizamiento no afecta la estabilidad del proyecto, en ningún momento se realizan análisis para determinar en esta zona una categoría de amenaza baja, de igual forma, se reitera la observación realizada en un aparte anterior, en cuanto a que el consultor debe mencionar de forma explícita el carácter retrogresivo que pueda tener dicho movimiento lo cual además se debe ver reflejado en el mapa de amenaza para la condición actual.

El consultor explica los escenarios para la condición normal y para la condición extrema de la siguiente manera: *"Se aclara que en el presente estudio de manera Muy conservadora, la condición normal de sismo se escogió la aceleración máxima dada por el decreto 193 de 2006 y la condición extrema para una excedencia del 10% de la misma"*

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda realizar las modificaciones, correcciones y/o justificaciones del caso de acuerdo con las observaciones anteriores.

Adicionalmente, la DPAE considera que el cumplimiento del aparte de amenaza está condicionado al cumplimiento del aparte del modelo geológico - geotécnico, en especial a las justificaciones o correcciones que se realicen de los parámetros de resistencia.

4.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El consultor realizó la evaluación de vulnerabilidad tanto para las edificaciones existentes en el predio como para las edificaciones aledañas, como resultado de dicha evaluación se tiene que las edificaciones existentes presentan una vulnerabilidad alta ante fenómenos de remoción en masa, lo cual se ve reflejado en el plano de zonificación de vulnerabilidad para la condición actual.

Se reitera la observación realizada en la revisión anterior en cuanto a que dentro de la metodología planteada no es clara la forma como se utiliza la "Matriz de intensidad de daño" en la evaluación de vulnerabilidad. Al respecto, se recomienda al consultor hacer las aclaraciones del caso.

El informe aclara que la tabla "Tipificación general de las vías" es adaptada por Alfonso Uribe S. y Cía. S.A., no obstante, en al aparte de Bibliografía no se incluye la referencia de la cual se adaptó dicha tabla.

En el informe se incluyen tablas justificando la categoría de vulnerabilidad para el escenario con cortes temporales, para el escenario con cortes temporales y obras de mitigación, y para el escenario con proyecto y obras de mitigación.

CUMPLE PARCIALMENTE

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Se recomienda realizar las modificaciones, correcciones y/o justificaciones del caso de acuerdo con las observaciones anteriores.

Adicionalmente, la DPAE considera que el cumplimiento del aparte de vulnerabilidad está condicionado al cumplimiento del aparte del modelo geológico - geotécnico y del aparte de amenaza.

4.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el aparte de riesgo se explica que la zonificación de riesgo se obtiene del cruce cartográfico del mapa de amenaza y del mapa de vulnerabilidad

CUMPLE PARCIALMENTE

Se reitera que el cumplimiento del aparte de Riesgo está sujeto al cumplimiento de los apartes de vulnerabilidad y amenaza, dada la relación directa que estos aspectos tienen en la determinación del riesgo.

4.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

El consultor modificó el Plano No. 11 que contiene la "Localización de obras y medidas de mitigación", en la nueva versión se incluyen las coordenadas y tres secciones transversales de los cortes propuestos. Adicionalmente, en el numeral 9.3.1 del informe se dan recomendaciones del sentido de avance durante la construcción y se menciona que inicialmente se excavarán las terrazas 5 y 6, pero no menciona en que etapas se construirán las terrazas restantes.

Se modificó el detalle del filtro en el Plano No. 11 de acuerdo con el diseño planteado en el informe, es decir, una profundidad de 2m y en la parte superior de éste una canal de 25x25cm de sección cuadrada. De igual forma, en el Anexo C de memorias de cálculo se presentan los criterios de selección del geotextil propuesto para el filtro.

Aunque el consultor incluye un detalle de la sección del filtro que se localizará bajo las placas de contrapiso, en éste se especifica que se debe emplear geodrén; no obstante, en el texto del informe se menciona *"Estos filtros están compuestos por un geotextil o geodrén cubriendo perimetralmente la zanja"*. Respecto al detalle de este filtro se recomienda, especificar si se trata de un geotextil o un geodren y además proporcionar la referencia de éste, de igual forma, se recomienda presentar la localización de dichos drenes en planta.

En el Plano No. 11, en los detalles de las cunetas se especifica la sección típica, el tipo de concreto y acero que se debe emplear. Además, se presenta en el Anexo C, una memoria de cálculo del diseño de todas las cunetas empleando para el cálculo de los caudales la información proporcionada por la EAAB.

El consultor incluyó en el Anexo D las especificaciones de construcción de los filtros y las cunetas.

En la primera versión del estudio el consultor mencionó que en los terraplenes planteados se debían implementar una serie de lloraderos; no obstante, en la última versión del informe no se menciona nada al respecto, por esto en el plano de obras de mitigación no se incluyen

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

detalles de la distribución y localización de dichos lloraderos, por lo que no es claro para la DPAE por qué dichas medidas de drenaje no se incluyen.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se debe complementar con lo anotado anteriormente; además, en caso de que se presenten cambios en la zonificación de amenaza y riesgo el plan de obras de mitigación puede cambiar, por lo tanto, el cumplimiento de este aparte está condicionado al cumplimiento de los apartes antes mencionados.

4.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El cumplimiento de este aparte está condicionado al cumplimiento del aparte de la formulación del modelo geológico – geotécnico.

CUMPLE PARCIALMENTE

En caso de que el modelo geológico – geotécnico se modifique se deberán realizar los ajustes pertinentes.

4.8 PROFESIONALES

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

4.9 CONTENIDO DEL INFORME

En el informe se incluyen el Plano 10 donde se presentan la localización de las obras y medidas de mitigación y el Plano 3.1 donde es presentado el inventario y caracterización detallado de procesos de remoción en masa. No obstante, dentro de las referencias bibliográficas no se encuentra la fuente de la "Tabla general de las vías" que es empleada en la evaluación de vulnerabilidad de las vías, pues la única fuente que se da para dicha tabla corresponde con lo siguiente *"adaptada de AUS y CIA"*.

CUMPLE PARCIALMENTE

4.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

5. CONCLUSIONES

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias - DPAE, luego de evaluar los distintos aspectos en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para el proyecto "Carrera 3 No. 52A-20", presentado por la Firma ALFONSO URIBE S. Y CÍA S.A. ESTUDIOS DE SUELOS, **NO CUMPLE** con los términos de referencia establecidos por la DPAE para la elaboración de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004; por las consideraciones estipuladas en cada uno de los puntos anteriormente revisados.

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

La DPAE se permite informar que la caracterización geomecánica y los análisis y evaluaciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, así como de los diseños de las obras y medidas de mitigación del riesgo son responsabilidad de la firma que adelantó el estudio.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda complementar el estudio presentado, teniendo en cuenta cada una de las observaciones escritas en este concepto y presentarlo nuevamente a la DPAE, con el fin de emitir el respectivo concepto técnico sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo en cumplimiento de lo establecido en el artículo 141 del Decreto 190 de 2004.

7. ADVERTENCIA

Se aclara, que no es del alcance de esta revisión la comprobación y validación de los parámetros, los análisis de estabilidad, el empleo de software, los resultados de los análisis y los diseños geotécnicos de las medidas de mitigación, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad y compromiso, anexa al informe del estudio, limitándose la revisión a verificar el cumplimiento de la Resolución.

Elaboró	**ANA CAROLINA RIVERA AGUIRRE** Ingeniera Civil Especialista en Geotecnia M.P. 25202106733 CND	
Revisó	**CÉSAR FERNANDO PEÑA PINZÓN** Coordinador Grupo Conceptos Técnicos	César F. Peña P.
Aprobó	**GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ** Subdirector Área Investigación y Desarrollo	
VoBo	**GUILLERMO ESCOBAR CASTRO** Director	

Diagonal 47 No. 77B - 09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co