1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	CT-6650
1.2 ÁREA:	Técnica y de Gestión
1.3 COORDINACIÓN:	Investigación y Desarrollo
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2012ER11646
1.5 RESPUESTA OFICIAL No.	RO-60106

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	MARIA OLGA ISAZA MERCHÁN - CUSEZAR
2.2 PROYECTO:	Cra 1 No. 64 - 61
2.3 LOCALIDAD:	2. Chapinero
2.4 UPZ:	90. Pardo Rubio
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	María Cristina
2.6 DIRECCIÓN:	Carrera 1 No. 64 - 61 (*)
2.7 CHIP:	AAA0089UWZE
2.8 ÁREA (Ha):	0.448 (*)
2.9 FECHA DE EMISIÓN:	12 de noviembre de 2012
2.10 EJECUTOR DEL ESTUDIO:	LFO Ingenieros de Suelos Ltda.

(*) Información suministrada por el solicitante en el formato de solicitud de emisión de concepto técnico.

3. INTRODUCCIÓN

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.

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 presente concepto técnico corresponde a la SEGUNDA revisión realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE al estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa al predio ubicado en la Carrera 1 No. 64 - 61 de 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, de acuerdo con el plano normativo de amenaza por remoción en masa del Plan de Ordenamiento Territorial P.O.T.

El estudio revisado corresponde a lo que en la Resolución 227 se denomina como Estudio de Fase II (detallado).

La primera revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2011ER18731, ante la cual el FOPAE emitió el 3 de abril de 2012 el concepto técnico CT-6414 de 2012, el cual concluyó que el mismo no cumplía con la totalidad de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa.

Esta revisión del estudio y verificación técnica se hace en atención a la radicación FOPAE 2012ER11646, en la cual la Arquitecta María Olga Isaza Merchán remite una versión del informe del estudio, por estar ubicado el proyecto en una zona de amenaza alta por remoción en masa según el plano normativo "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

Según la descripción realizada en el estudio objeto del presente concepto técnico, el proyecto a construir se localiza aproximadamente en el centro del lote en sentido sur-norte, en el lindero existe un muro de contención, este muro se aparta del lindero en el costado norte. Dentro del predio no se encuentra ninguna corriente de agua y la quebrada Las Delicias corre al sur del predio colíndate al sur de la Carrera 1 No. 63-50 y a una distancia mayor a 150 m del lote en estudio.

Las vías que se encuentran en el área de influencia del proyecto son:

LINDERO	VECINO
Norte	La calle 65
Oriente	La carrera 1
Sur	La calle 64

5. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- Concepto Técnico No. CT-6414 (Fecha Abril/2012)

La primera revisión del *"Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa - Predio Carrera 1 No. 64 - 61"* elaborado por la LFO Ingeniería de Suelos Ltda., fue realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE y se emitió el concepto técnico No. CT-6414.

El concepto técnico No. CT-6414 relacionado con el estudio detallado de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa se transcribe a continuación, con referencia a los requerimientos pertinentes de la Resolución 227 de 2006.

5.1 ESTUDIOS BÁSICOS (NUMERAL 3.2.1 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

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 apartado 3.1.1. Geología Regional, se dice que en la zona de estudio se localiza en el piedemonte de los Cerros Orientales de Bogotá donde afloran rocas sedimentarias del Terciario recubiertas por depósitos cuaternarios y depósitos de origen entrópico. Estructuralmente, el sector está conformado por el anticlinal de Bogotá y la falla de Bogotá.

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

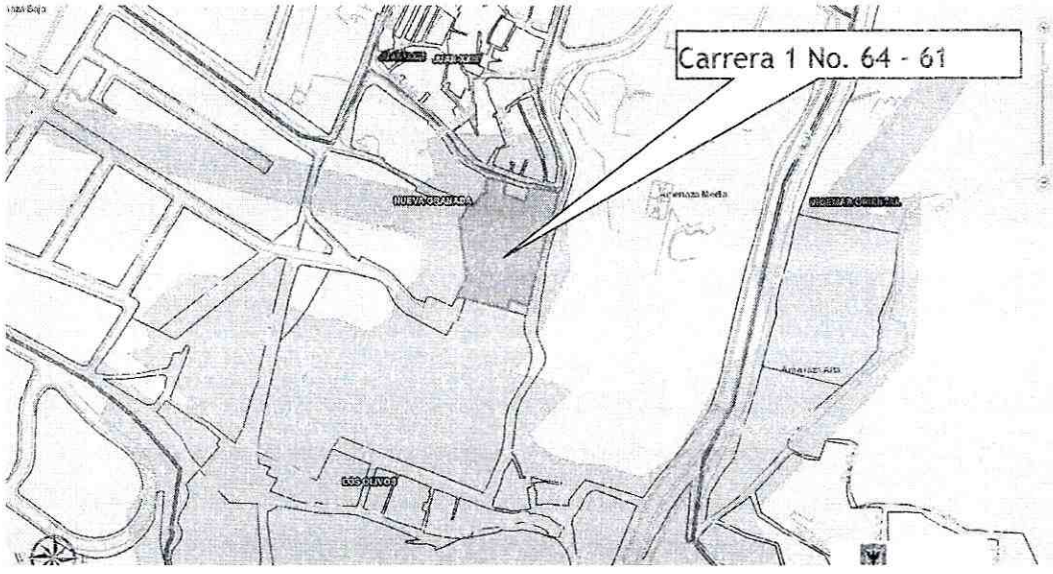

Figura No. 1. *Localización General del Predio de la Carrera 1 No. 64 - 61, donde se construirá el proyecto, según el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa del POT (Decreto 190 de 2004).*

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

En la Figura 1 se presenta la localización general del predio donde se sitúa el proyecto ubicado en la Carrera 1 No. 64 - 61 de localidad de Chapinero, en el mapa de amenaza por remoción en masa del POT.

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

Norte*:	105.444	a	105.540
Este*:	102.573	a	102.646

* Cotas de acuerdo con la georeferenciación.

Descripción del Proyecto, del estudio verificado, el proyecto contempla la construcción de un edificio de cuatro (4) sótanos y dieciséis (16) pisos. El edificio del proyecto, en su área de proyección, transmite un esfuerzo al terreno de 21.4 T/m2 para 19 placas aéreas de 1.1 T/m2 cada una y una cubierta de 0.5 T/m2. Para esta carga en proyección se tienen cargas máximas a nivel de fundación con valor de 770 T, la cimentación del edificio será de tipo superficial formada por zapatas individuales.

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 la Litoestratrigrafía, se resume la estratigrafía regional del sector donde se construirá el proyecto y se resalta que el sitio de estudio se localiza sobre las unidades Formación Guaduas (Tkg) la cual corresponde a un conjunto de arcillolitas rojizas y grises intercaladas, Formación Arenisca del Cacho (Tpc) la cual corresponde a una arenisca friable, de color pardo amarillento a blancocde grano grueso en la base y fino hacia el techo; se presenta en estratos hasta 2m de espesor, intercaladas con arcillolitas amarillentas a blancuzcas, y Formación Bogotá (Teb) la cual corresponde a una sucesión de lodolitas, limolitas y arcillolitas abigarradas separadas por bancos de areniscas arcillosas, blandas.

En el apartado 3.1.2. Geología Local, en el área de estudio se observan las siguientes unidades geológicas superficiales, Depósitos Antrópicos - Relleno (Qb) distribuido sobre la superficie del proyecto en el costado Noroeste. Corresponde al material de antiguas construcciones dispuesto sobre la parte superior de la colina enmascarando la topografía antigua, Depósitos Coluviales (Qcl), los cuales se ubican parcialmente en el área del proyecto sobre el costado Este y Sur, constituido por materiales desintegrados de los cerros orientales y que pertenecen en su gran mayoría al Grupo Guadalupe y la Formacion Guaduas, corresponde a bloques y gravas de areniscas y limolitas principalmente, matriz soportados en arcillas y limos, y Formación Arenisca del Cacho (Tpc), ocurre en la zona de estudio recubierta por depósitos cuaternarios.

En el aparte de Geología Estructural del numeral 3.1.3. del estudio, se menciona que *[...] la zona de estudio está situada en el flanco occidental del anticlinal de Bogotá, estructura que conforma los Cerros Orientales de la ciudad, siendo estos afectados por la falla de Bogotá [...].*

Finalmente, en el estudio se incluye el Plano 2 - Geología Local, el cual es presentado con curvas de nivel cada 0.2 m., a escala 1:500 y es firmado por el Geólogo Jairo Rojas y por el Ingeniero Luis Fernando Orozco, adicionalmente se presenta el Plano 2A - Cortes Geológicos, el cual presenta 4 cortes, a escala 1:500 y es firmado por el Geólogo Jairo Rojas y por el Ingeniero Luis Fernando Orozco, que entiende el FOPAE es el director y analista de riesgos del estudio.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Se solicita al consultor presentar la respectiva justificación de la definición del área de influencia del proyecto a construir en la Carrera 1 No. 64 - 61.

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

- Aunque se presenta la descripción detallada de la geología regional y de la geología local, el estudio se limita únicamente al área del predio, situación que no permite conocer las características geológicas locales referentes al área de influencia del proyecto. Para el FOPAE no es clara la justificación del área de estudio, por lo tanto se requiere que se realice la respectiva aclaración y justificación del área de influencia del proyecto, deberá incluirse las edificaciones vecinas y la Avenida Circunvalar (si es el caso), con el fin de evaluar la influencia del proyecto en estos elementos.

- En los Planos geológicos presentados se aprecian buzamientos del material denominado Formación Cacho, sin embargo en el cuerpo del informe no se menciona ni se especifica dichos datos estructurales que definieron dichos buzamientos. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del informe.

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

El numeral 3.2. Geomorfología, describe las unidades geomorfológicas identificadas en el área, 1. Unidad de relieve colinado de control estructural plegado y 2. Unidad de origen deposicional.

Con relación a la Morfología, se comenta en el aparte 3.2.4. *[...] "El área del proyecto está distribuida sobre una ladera irregular que se expresa localmente como una cresta que contrasta con el relieve ondulado generado por la Formación Guaduas distribuida al este del área y de la carrera 1ª. La urbanización de la ciudad enmascara la morfología originada por la Formacion Cacho."*

Con relación a la Morfometría, se comenta en el aparte 3.2.5. *[...] "El relieve es irregular, y se aprecia una morfologia ondulada, con pendientes que varían entre 10% y 20%."* y *[...] "Los taludes naturales que limitan el predio por la parte oeste presentan pendientes inferiores a 45°".*

Con relación a la Morfodinámica, se comenta en el aparte 3.2.6. *[...] "apreciándose el terreno relativamente estable sin evidencias de procesos de inestabilidad en el área a urbanizar".*

En el estudio se menciona en el numeral 3.7.1. análisis multitemporal - interpretación y análisis morfodinámico, se comenta *[...] "con base en la fotointerpretación geomorfológica de la década de 1970, vuelo C-1675, foto 018, ano 1976, en el area del proyecto no se parecian procesos de inestabilidad como producto de la actividad antrópica generada por el urbanismo de la ciudad"*, adicionalmente se menciona *[...]*

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 aprecia al Este, frentes de explotación en las areniscas del Grupo Guadalupe; además de procesos de erosión por efecto de la construcción de la Avenida Circunvalar". Con relación al análisis de las fotografías de la década de los 90, se comenta *[...] "en el sector del proyecto y su entrono no se detectan procesos de erosión"* y adicionalmente se menciona *[...] "y los frentes de explotación del grupo Guadalupe han sido reforestados mejorando las condiciones de estabilidad"*. Finalmente, en el análisis de la fotografía aérea del 2007 se comenta *[...] "la zona del proyecto se mantiene reservada y sin urbanizar con respecto a su entorno por lo tanto las condiciones de estabilidad se mantienen en la ladera conformada por los estratos de areniscas de la Formación Cacho, cuyo buzamiento es hacia el este generando la contrapendiente estructural"*.

Finalmente, en el estudio se incluye el Plano 3 Geomorfología, el cual es presentado con curvas de nivel cada 0.2 m., a escala 1:500 y es firmado por el Geólogo Jairo Rojas y por el Ingeniero Luis Fernando Orozco, que entiende el FOPAE es el director y analista de riesgos del estudio.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Aunque se presenta la descripción detallada de la geomorfología, el estudio se limita únicamente al área del predio, situación que no permite conocer las características geomorfológicas referentes al área de influencia del proyecto. Para el FOPAE no es clara la justificación del área de estudio, por lo tanto se requiere que se realice la respectiva aclaración y justificación del área de influencia del proyecto.
- Aunque en el plano geomorfológico, es claro que el área afectada por los procesos erosivos se importante y corresponde al área con mayor pendiente dentro del lote, no se realiza una descripción detallada de la dinámica de estos procesos erosivos evidenciados, para el FOPAE no es claro como estos procesos erosivos han avanzado y cuál es el impacto que estos procesos tienen sobre el proyecto a construir.

c. Hidrogeología

El Consultor incluye en el estudio el numeral 3.3. denominado Hidrogeología, en este se menciona que *[...] "Las aguas subterráneas de la urbanización se presentan debido a*

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

dos acuíferos diferentes. Por flujo a través de los rellenos por infiltración en el material no consolidado, estos son acuíferos libres y se presentan con flujo en dirección este-oeste. El otro tipo de flujo es de tipo acuífero confinado y se presenta en la zona de rocas consolidadas de la Formación Bogotá, Cacho y Guaduas. La Formación Cacho debido a las diaclasas, presenta una permeabilidad secundaria".

Adicionalmente en el aparte 3.3.1. se dice que debido a la permeabilidad del depósito coluvial no fue posible encontrar niveles freáticos y además se comenta *[...] "Dada la composición areno arcillosa de la matriz del depósito se puede presentar en estados de alta precipitación pluvial, una tabla de agua casi en superficie, debido a la presencia de materiales arcillosos que sirven de barrera impermeable, pero que es rápidamente abatida como resultado de la porosidad de la fracción gruesa".*

Por lo tanto el consultor consideró el grado de saturación de los materiales por medio los factores Ru, que se calculan para dos condiciones, normal y extrema, siendo los resultados de 0.15 y 0.40 respectivamente.

Con relación a las características climáticas se comenta *[...] "Para determinar la precipitación media anual de la zona del proyecto se utilizó la información registrada en la estación La Vieja (código 2120066 "LVI") en el periodo comprendido entre 1958 y 1990"*. Adicionalmente se menciona *[...]* "La evapotranspiración media en la zona del proyecto es alta (aproximadamente 250 mm/mm) con una insolación media de 4.1horas/día y 1500 horas al año y la humedad relativa es media a baja con un promedio anual de 70%".

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- El FOPAE solicita al consultor la actualización de la información hidrometeorológica para la estación utilizada para describir las condiciones de la zona, al igual que la evaluación de la necesidad de utilización de otras estaciones para realizar el análisis. Se solicita presentar los histogramas de las diferentes estaciones.

- Se presenta una figura con la curva IDF del sector del proyecto del año 2001, sin embargo no se menciona en ninguna parte del documento cual es su utilidad.

- Se recuerda al consultor que debe cumplir con lo solicitado en la resolución 227 de 2006, en relación a que: *"el estudio hidrogeológico fijará los criterios para*

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

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 en términos de su efecto sobre los parámetros iniciales"

d. Drenaje Superficial

En el apartado 3.4. se menciona [...] "En el predio en estudio no existen drenajes naturales".

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio el siguiente aspecto:

- Se recuerda al consultor que debe cumplir con lo solicitado con la Resolución 227 de 2006, en relación a que *"El estudio deberá incluir una evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial, tanto natural como artificial (sistema de alcantarillado sanitario y pluvial) dentro de la zona de influencia del proyecto, de manera de establecer su posible incidencia en los fenómenos de remoción en masa que afectan el área o que se podrían generar". Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda o no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación, a la luz de la información expresamente solicitada por el interesado a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB SA ESP sobre el particular y cuya documentación deberá anexarse al estudio.*
- En este sentido se advierte que no basta con evaluar drenajes naturales, ya que también debe analizarse los artificiales.

e. Sismología

El consultor en el aparte 3.5. se comenta *[...] "Teniendo en cuenta el decreto 523 de diciembre de 2010 el lote en estudio se encuentra ubicado en la zona de respuesta sísmica de zona de Cerros ya que geográficamente el predio se encuentra en esta zona y los espesores de los depósitos no superan los 4 m"*. Adicionalmente menciona que la Aceleración Nominal es 0.18, según los coeficientes espectrales para diseño del Decreto 532 del 16 de diciembre de 2010. Siendo 0.18 el valor el utilizado como coeficiente de aceleración horizontal en los análisis de estabilidad en condiciones extremas, tal como se observa en las salidas gráficas de dichos análisis.

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

El FOPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, definir o asignar los espectros para el diseño estructural de las edificaciones.

f. Uso del Suelo

En el numeral 3.6 se incluye el apartado de Uso Actual del Suelo, en el cual se menciona que la cobertura vegetal es de pastos y árboles predominantemente. El consultor comenta *[...] "De acuerdo con lo anterior en la actualidad se tiene un cubrimiento aproximado del 25% es pastos, un 55% corresponde a arboles y un 20% de escombros y vivienda".*

Finalmente, en el estudio se presenta el Plano 4 Cobertura y usos del suelo, con curvas de nivel cada 0.20 m. a escala 1:500 y es firmado por los profesionales que lo elaboraron.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Aunque se presenta la descripción detallada de las unidades de cobertura vegetal, el estudio se limita únicamente al área del predio, situación que no permite conocer las características geomorfológicas referentes al área de influencia del proyecto. Para el FOPAE no es clara la justificación del área de estudio, por lo tanto se requiere que se realice la respectiva aclaración y justificación del área de influencia del proyecto.

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

5.2 MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

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

En el numeral 3.8 Procesos de Inestabilidad, el consultor menciona que la estabilidad del terreno está controlada por *[...] "La disposición estructural de los niveles de areniscas que conforman la cresta donde yace el proyecto. Estos niveles presentan buzamiento invertido entre 40°- 45° inclinados hacia el oriente siendo favorable para la estabilidad del terreno."* Adicionalmente el consultor menciona que en el área a urbanizar no se observan procesos de inestabilidad, es decir, no existe erosiona hídrica ni movimientos de remoción en masa y finalmente presenta una zonificación de acuerdo a la aptitud urbanística de la siguiente manera *[...] "- Zona Estable de Alta Aptitud Urbanística: Distribuida en la parte más alta del predio, entre las cotas 2647 a 2639 msnm, con pendientes bajas a moderadas, no presenta fenómenos de remoción en masa, su condición es estable. Estas zonas demandan obras mínimas de adecuación urbanística orientadas al manejo de aguas superficiales y de infiltración. En este sector el diseño urbanístico de las construcciones se puede adaptar a las condiciones topográficas del terreno. - Zona inestable con Baja Aptitud Urbanística Distribuida en el talud natural situado al oeste del predio entre las cotas 2633 a 2639 msnm, con pendientes mayores del 50% donde la morfología del terreno no permite la adecuación de obras urbanísticas. Las condiciones de estabilidad son desfavorables debido a la pendiente fuerte."*

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Aunque se presenta la descripción de la existencia de procesos de remoción en masa en el sector de estudio, el estudio se limita únicamente al área del predio, situación que no permite conocer las características geomorfológicas referentes al área de influencia del proyecto. Para el FOPAE no es clara la justificación del área de estudio, por lo tanto se requiere que se realice la respectiva aclaración y justificación del área de influencia del proyecto. Lo anterior teniendo en cuenta que se han venido presentando procesos de remoción en masa que han generado afectación directa en la Avenida Circunvalar, en esta zona de la ciudad.
- Aunque en el plano geomorfológico, es claro que el área afectada por los procesos erosivos es importante y corresponde al área con mayor pendiente dentro del lote, no se realiza una descripción detallada de la dinámica de estos procesos erosivos evidenciados, para el FOPAE no es claro como estos procesos

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

erosivos han avanzado y cuál es el impacto que estos procesos tienen sobre el proyecto a construir y en el área de influencia.

- Dado que se presentan estratos rocosos, se hace necesario realizar un levantamiento de datos estructurales y el análisis de dicha información, en especial no se presenta un análisis cinemático de estabilidad de taludes que permita concluir sobre la posibilidad de caída de bloques ya sea por fallas planares, en cuña o volteo; la anterior observación adquiere relevancia toda vez que se entiende que posiblemente se realizarán cortes importantes de más de 10m, sobre el macizo rocoso. En este sentido, para el FOPAE no es claro qué tipo de procesos de inestabilidad se pueden presentar en los taludes de corte generados para la construcción de las estructuras. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del informe, ya que de acuerdo a los tipos de materiales presentes, se debe evaluar la posibilidad de generación de procesos de inestabilidad tanto del tipo deslizamiento (de las capas superiores - coluviones y rellenos), como del tipo caída de rocas.
- Se recomienda concluir, dentro del cuerpo del estudio, acerca de la estabilidad de los depósitos coluviales que se encuentran en la parte alta del predio los cuales podrían verse afectados por el desarrollo del proyecto, aumentando la velocidad e intensidad de los procesos de reptación detectados, reactivando deslizamientos antiguos y/o potenciando la generación de nuevos procesos d e inestabilidad.

b. Formulación del Modelo

En el numeral 3.9.1, el Consultor menciona que *[...] "se trazaron cuatro (4) secciones o perfiles en el predio y luego de establecer los rasgos geologicos, geomorfologicos, de usos y cobertura del suelo y geotécnicos, se definieron los perfiles geotécnicos para los análisis de estabilidad. La localización en planta de estos perfiles queda indicada en el plano 5 del Anexo 4."*

Adicionalmente el consultor menciona que *[...] "no se toma una sección mayor al oriente por la existencia de un talud de 7° por detrás del muro de cerramiento del colegio y una separación entre este y el predio de 12 m correspondiente a la Carrera 1."*

Finalmente el consultor comenta que [...] "para la formulación del modelo geológico - geotécnico del área de estudio se tuvieron en cuenta los materiales involucrados en las perforaciones realizadas y localizadas sobre o cerca a las secciones transversales (5-5, 8-8, A-A' y C-C'). Así mismo, los contactos de materiales identificados y descritos en 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

capítulo de geología y geotecnia, fueron importantes para la construcción de los diferentes modelos Geológicos - Geotécnicos utilizados posteriormente en la evaluación de estabilidad de los taludes (ver Plano 5A)."

NO CUMPLE

La formulación del modelo debe complementarse con los diferentes aspectos recomendados en la verificación de los términos de referencia de los anteriores capítulos.

En el plano 5 presentado en el estudio, no se referencian las 4 secciones de análisis, se requiere realizar los respetivos ajustes al plano.

El consultor debe tener en cuenta lo descrito en la Resolución 227 de 2006 con relación a la formulación de modelo geológico-geotécnico *[...] "a* partir de todos los estudios básicos requeridos y la caracterización e inventario detallado de los procesos de remoción, se deberá plantear, apoyado en secciones y perfiles transversales del área de interés, el modelo o modelos geológico-geotécnicos de los distintos sectores del área de estudio, estableciendo con claridad la relación entre los rasgos geológicos y los procesos de inestabilidad actuales y potenciales y sus mecanismos de falla." Lo anterior teniendo en cuenta los obervaciones realizadas en el capítulo de Inventario Detallado y Caracterización Geotécnica de los Procesos de Inestabilidad.

c. Exploración Geotécnica

En el numeral 3.9. del estudio se incluye el aparte de Exploración Geotécnica según el cual *[...] Para la exploración del subsuelo a la fecha se han efectuado tres perforaciones a profundidades entre 15.25 y 27.45 m. Estos sondeos fueron realizados con equipo de percusión y lavado dotado de avance por rotación con broca Bx. [...].* Adicionalmente se menciona *[...] Como complemento a esta información se cuenta con los resultados de la exploración del subsuelo del proyecto Kandinsky, localidad al sur del predio en estudio. Esta información se encuentra en el anexo 2 y consta de seis sondeos a 10 m y nueve apiques de 1.1 a 1.5 m de profundidad.*

Adicionalmente el consultor menciona *[...] Teniendo en cuenta que los resultados de los análisis de estabilidad indican factores de seguridad altos, fue posible establecer el grado de estabilidad de estas laderas incluyendo la amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa. Los aspectos que fueron tenidos en cuenta para tomar las decisiones*

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

son los siguientes: La ejecución de ensayos in situ permite caracterizar los suelos de manera adecuada; Son suelos cuyo nivel freático está por debajo del nivel de perforación, es decir que se encuentran parcialmente saturados y cuya consistencia es definitivamente alta, a pesar de que es posible que en algunos casos se haya efectuado el ensayo contra bloques de mayor tamaño, en cuyo caso el conteo de golpes seria muy alto y fue descartado de los promedios obtenidos; La arcillolita se encuentra a profundidades entre 1.85 y 3.65 m bajo la superficie y cuenta con ensayos de penetración estándar SPT mayor a 50 golpes/pie.

Finalmente el consultor presenta una tabla con el número de golpes máximo, mínimo y promedio para cada uno de los estratos cohesivos, seguidamente se muestra un cuadro con la información de SPT y los valores de esfuerzos totales, efectivos y cortantes basados en el ensayo de penetración estándar, datos tomados de las perforaciones ejecutadas de en el proyecto Kandinski; finalmente se presentan los parámetros promedio para las arcillas (suelos residuales de la formación cacho) y arcillolitas y areniscas de la formación cacho, siendo $\phi'=25°$, $c'=0.42kg/cm^2$ y $\phi'=40°$, $c'=0.1kg/cm^2$, respecivamente.

Finalmente, el consultor presenta el Plano 5 Exploraciones, la localización de las perforaciones en el área de estudio. En el anexo 2, se presentan los ensayos de laboratorio y los perfiles de perforación respectivamente.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio teniendo en cuenta las recomendaciones hechas para los estudios básicos.

No se presenta congruencia en el número de sondeos ejecutados, ya que en el informe se menciona que se realizaron 3 sondeos, sin embargo en el plano 5 se presenta un número diferente de sondeos, por lo tanto se hace indispensable que se realice la respectiva corrección; igualmente si se amplía el área de estudio, es necesario revisar si cumple con lo establecido en el parágrafo 3.3.3. de la Resolución 227 de 2006 con relación al número de sondeos mínimo por área de la zona de estudio.

Adicionalmente, se utilizó información de perforaciones y ensayos que se obtuvieron en el predio vecino para el proyecto denominado Kandinski, por lo tanto se hace necesario que se presente la ubicación de estos sondeos en planta y sus respectivos registros de perforación.

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

Es necesario que el consultor presente claridad a la hora de definir los parámetros geomecánicos que caracterizan cada uno de los materiales involucrados en el modelo geológico.geotécnico, sabiendo que estos son fundamentales para el desarrollo de los análisis de estabilidad que se deben desarrollar para la evaluación de la amenaza. Teniendo en cuenta lo anterior, se recuerda que según la Resolución 227 de 2006, para la exploración geotécnica se deberá tener en cuenta, entre otros, el siguiente aspecto: *"el uso de correlaciones para la determinación de los parámetros de los materiales a partir de pruebas de campo de uso frecuente no es restringido por esta Resolución, sin embargo, es entendido que la pertinencia, validez, y confiabilidad del uso de tales correlaciones en un problema especifico es de total responsabilidad del ejecutor de los estudios."*

El FOPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, verificar o validar los parámetros geotécnicos determinados por el consultor como resultado de la exploración y los ensayos de laboratorio ejecutados, por lo que la pertinencia, validez y confiabilidad de los mismos, es de total responsabilidad del ejecutor del estudio.

5.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el Capítulo 4 denominado Evaluación de Amenaza por Fenómenos de remoción en masa, se efectuó el análisis de estabilidad sobre las 4 secciones geológico-geotécnicas definidas bajo las condiciones normal y extrema de agua y sismo para los diferentes escenarios.

En este capítulo el Consultor comenta que *[...] "Los análisis de estabilidad se enfocan a la evaluación del desarrollo de fallas planares y rotacionales, gestadas en el contacto o en la interface entre los horizontes de suelos residuales y el depósito fluvioglaciar del que han evolucionado, adicionalmente se consideran los diferentes procesos de reptación identificados en el sector y areas circundantes, generados por la saturación de los suelos superficiales ante la accion antropica reflejada en el mal manejo de las aguas servidas."*

El consultor presenta los resultados del análisis de estabilidad del escenario actual para la condición normal y extrema, presentando, presentando un resultado de amenaza baja para todas las secciones en las dos condiciones.

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

Posteriormente en el anexo 4 presenta el plano 6 - Amenaza por remoción en masa actual, en el cual se identifica la zona occidental del predio en amenaza media, el resto del área se clasifica en amenaza baja.

Adicionalmente el consultor menciona que *[...] "Con excavación a cielo abierto para construcción de sótanos se han obtenido factores de seguridad mayores a los que reportan la tabla 4.1 de estabilidad actual. Estos análisis se encuentran en las memorias de cálculo."* Y además comenta *[...] "En el plano 9 del anexo 4 se muestra la zonificación de amenaza en la condición de perfilado para desplante del proyecto."*

Además en la tabla 4.3, se observa en los resultados de los análisis que la amenaza para la condición con proyecto sin obras de mitigación, que para todas las secciones de análisis y para las condiciones normal y extrema, el nivel de amenaza es bajo.

El consultor comenta que *[...] "La delimitación de las diferentes zonas de falla fue posible con la estimación de las distancias de viaje asociadas a las posibles superficies de falla evaluadas en los diferentes análisis de estabilidad; Los desplazamientos calculados se ilustran en el Plano 6 del anexo 4 Amenaza en la Condición actual por fenómenos de remoción en masa."*

Finalmente se presenta la evaluación de amenaza con el proyecto, en donde se observa en los resultados de la tabla 4.4, que la amenaza es baja. Y además, en el anexo 4 se presenta El plano 9 del anexo 4 muestra la zonificación de la amenaza para el escenario con proyecto.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Para que el Consultor valide los análisis de estabilidad que le permitan evaluar la amenaza, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos.
- El consultor debe presentar claridad sobre las evaluaciones que mejor le permitan caracterizar y analizar los mecanismos de falla identificados y descritos de acuerdo con los procesos identificados y el desarrollo de los modelos geológico-geotécnicos.
- El consultor debe tener en cuenta lo establecido en los parágrafos 3.4. "Análisis de Estabilidad - Evaluación de Amenaza" y 3.8. "Evaluación de la Condición de Amenaza con Medidas de Mitigación", de la Resolución 227 de 2006, los cuales indica que la Evaluación de la amenaza debe realizarse para los siguientes escenarios: 1. Para la situación actual, 2. Para la situación

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

generada por el cambio de uso y 3. Para la situación con medidas de mitigación.

- Los planos presentados de amenaza por procesos de remoción en masa para los escenarios evaluados (Planos 6, 9 y 14), presentan la misma zonificación de amenaza, igualmente presentan una franja hacia el costado occidental del predio, en amenaza media, situación que no corresponde con los resultados de análisis presentado en el informe, adicionalmente debe haber consistencia entre los resultados de los análisis en las tablas 4.2, 4.3 y 4.4 y los planos mencionados.
- El Consultor debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.4. de la Resolución 227 de 2006, *[...] "La evaluación de la amenaza se deberá realizar para los siguientes escenarios: 1. Para la situación actual y para los procesos de remoción en masa identificados como parte del modelo geológico - geotécnico propuesto para los distintos sectores, bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua, (ver numeral 3.2.1.3.) y de sismo a las que podrá estar expuesta el área de estudio. La aceleración crítica a ser considerada en los análisis de tipo pseudo-estático deberá estar de acuerdo con el numeral 3.2.1.5. y no podrá ser menor a 2/3 de la aceleración máxima (Am), debidamente justificada. 2.) Para la situación generada por el cambio de uso (ver numeral 2.1, obras de urbanismo y plan de construcciones más probables) teniendo en cuenta en cada caso cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas, modificaciones del drenaje, etc. para los fenómenos de remoción en masa, reactivados o inducidos durante y después de la ejecución de las obras, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia, bajo condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo de la misma forma que en el escenario de situación actual."*
- El FOPAE reitera que no realiza la validación de los análisis ejecutados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, por lo que las posibles consecuencias y afectaciones que se presenten por efecto del desarrollo propuesto son responsabilidad exclusiva del consultor tal como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad presentada a esta Entidad.

5.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El capítulo 4.2 del estudio corresponde con el apartado de Evaluación de Vulnerabilidad Física, la cual queda plasmada en los Planos 8, 10, y 15.

En el apartado 4.2.1 del estudio se realiza la evaluación para el escenario actual en donde el consultor menciona *[...] "los elementos expuestos a los fenómenos de inestabilidad potenciales evaluados como las vías existentes Calle 64 y Carrera 1 (en*

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

recebo) no presentan vulnerabilidad por remoción en masa únicamente viviendas localizadas al norte contra la Calle 65 presentan vulnerabilidad y una vivienda en el lote. En anexo 4 se encuentra el plano 7 donde se muestran casas con vulnerabilidad actual media debido a las características de construcción."

De acuerdo con la tabla 4.10, la vía presenta una vulnerabilidad media y las casas presentan vulnerabilidad baja y media.

Adicionalmente se presenta el plano 7 - vulnerabilidad actual, en el cual se observa que con excepción del conjunto residencial los cerros ubicado al costado occidental del predio donde se construirá el proyecto, el cual presenta vulnerabilidad baja, el resto de las estructuras expuestas presentan vulnerabilidad media.

Posteriormente se presenta el análisis de vulnerabilidad para el escenario con proyecto, en donde resulta que las vías presentan una vulnerabilidad media y las edificaciones presentan una vulnerabilidad baja y media, y al respecto el consultor comenta: *[...] "De acuerdo con el resultado anterior, se identifica que todas las viviendas vecinas presentan vulnerabilidad media. La vía presenta igualmente una vulnerabilidad media, por lo tanto es necesario adoptar medidas de mitigación que consisten en obras de drenaje, no es necesario replantear el sitio de la torre ni el área de ocupación del sótano."*

Adicionalmente se presenta el plano 10 - vulnerabilidad con proyecto, en el cual se observa que con excepción del conjunto residencial los cerros y el proyecto a ejecutarse, los cuales presenta vulnerabilidad baja, el resto de las edificaciones vecinas presentan vulnerabilidad media, sin embargo las vías adyacentes al predio donde se desarrollará el proyecto no presentan calificación de vulnerabilidad.

Finalmente en el numeral 6.1 se realiza la evaluación de vulnerabilidad para el escenario con proyecto y medidas de mitigación, dando como resultado una vulnerabilidad baja para el proyecto a ejecutar. Se presenta el plano 15, en el cual se clasifican las vías y las viviendas aledañas con vulnerabilidad media y el conjunto los ceros y el proyecto a ejecutarse con vulnerabilidad baja.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Para que el Consultor valide los análisis es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos y al modelo geológico

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

geotécnico, así como a los análisis de estabilidad y a las evaluaciones de amenaza.

- El consultor debe realizar el análisis de vulnerabilidad para cada uno de los elementos expuestos en el área de estudio, con la suficiente claridad para identificar cual es el elemento analizado.
- El consultor debe presentar consistencia entre los resultados de los análisis presentados en el informe y la zonificación de vulnerabilidad presentada en planos.
- El Consultor debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.5. de la Resolución 227 de 2006, con respecto a que este análisis debe abordar en *"...primer lugar una evaluación del grado de exposición de los elementos del proyecto o de su entorno (estructuras e infraestructura existente) a los distintos procesos identificados (actuales y potenciales) dentro del área de interés y en sus distintos sectores, y en segunda instancia analizará los aspectos de capacidad de respuesta de los elementos del proyecto y de su entorno a partir de las características estructurales específicas frente a las solicitaciones que impondrían los procesos de inestabilidad identificados durante y después de su construcción."*
- El FOPAE reitera que no realiza la validación de los análisis ejecutados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, por lo que las posibles consecuencias y afectaciones que se presenten por efecto del desarrollo propuesto son responsabilidad exclusiva del consultor tal como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad presentada a esta Entidad.

5.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el capítulo 4.3 Evaluación y Clasificación del Riesgo, el consultor asegura que *[...] "riesgo en condiciones actuales no hay dado que tampoco hay vulnerabilidad, por tanto no se presenta plano de Riesgo por remoción en masa actual. El Plano 11 del anexo 4, se presenta el riesgo por remoción en masa con proyecto."*

En los resultados presentados en el análisis de riesgo para escenario con proyecto, todos los elementos presentan una clasificación baja.

En el capítulo 6.2 Evaluación del riesgo en escenario con proyecto y medidas de mitigación, el consultor menciona que *[...] "Para el escenario propuesto y al multiplicar el valor de amenaza por el índice de vulnerabilidad se obtienen las vías con índice de riesgo de 0.0 y para las viviendas y los edificios se obtiene un índice de riesgo de 0.0 con lo se confirma que los edificios no quedarían en riesgo."*

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 presenta en el anexo 4 el plano 16 la zonificación del riesgo con el escenario con proyecto y obras de mitigación.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio el siguiente aspecto:

- Para que el Consultor valide los análisis es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos y al modelo geológico geotécnico, así como a los análisis de estabilidad y a las evaluaciones de amenaza y vulnerabilidad, presentadas en este concepto técnico cumpliendo adicionalmente con lo establecido en el numeral 3.6 de la Resolución 227 de 2006.
- El FOPAE reitera que no realiza la validación de los análisis ejecutados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, por lo que las posibles consecuencias y afectaciones que se presenten por efecto del desarrollo propuesto son responsabilidad exclusiva del consultor tal como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad presentada a esta Entidad.

5.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el estudio se incluye el Capítulo 5 "Plan de medidas de Mitigación de Riesgos", en el cual se cita que no se requiere el diseño de medidas de mitigación par la construcción del Proyecto, sin embargo, el Consultor menciona que hay un plan de medidas que contempla: *[...] "1) Obras de contención como la construcción de muros en concreto reforzado, esto es los muros de contención de los cuatro sótanos y 2) Obras de drenaje superficial y subsuperficial como canales y bajantes de techo y filtros por detrás de muros de contención."*

Con relación a los muros de contención en el perímetro de los sótanos, estos harán parte del sistema estructural de la edificación, el despiece estructural de este muro se presenta en el plano 13 - Detalles medidas de mitigación. En dicho plano también se muestran detalles de cunetas y cañuela.

Adicionalmente se presenta un capítulo de condiciones y recomendaciones particulares de construcción, en donde no se menciona que: *[...] "Se debe garantizar un sistema constructivo de sótanos que soporte los empujes de tierra de la excavación en todas las etapas."*

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 presenta un plan de mantenimiento y monitoreo el cual principalmente se compone de: la revisión y limpieza de las cunetas por lo menos dos veces al año, control topográfico de los muros de contención del edificio, las viviendas vecinas y el muro de cerramiento del Conjunto Residencial Los Cerezos, y el control semestral del amojonamiento de ciertos puntos en el terreno durante la construcción y el primer año de vida útil del proyecto.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Para que el Consultor valide este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas en los ítems anteriores y si es del caso a partir de los nuevos análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo definir el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo, conforme con lo establecido en el numeral 3.7 del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006.
- Para el FOPAE no es clara la intervención que se va a realizar en la zona occidental del predio, que al parecer se trata de la reconformación del talud, sin embargo en ningún lado del informe se presenta el detalle de esta intervención.
- Teniendo en cuenta que las obras de contención planteadas son la solución a una gran intervención necesaria para la implantación del proyecto, y que principalmente corresponden a grandes cortes y excavaciones, el consultor menciona que se deben realizar una serie de recomendaciones para soportar los empujes durante el proceso de la construcción de los sótanos; para el FOPAE es necesario que el consultor presente este proceso constructivo detallado.
- No es claro para el FOPAE porque si en el informe se menciona que: "... no se requiere el diseño de medidas de mitigación par la construcción del Proyecto...", porque se plantea el diseño y construcción de un muro de contención.
- No se presenta el diseño estructural del muro de contención que hace parte de la estructura.

5.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El Consultor en el numeral 5.3 del estudio incluye la Evaluación de Amenaza con medidas de mitigación y proyecto urbanístico, escenario para el cual bajo condición extrema como en condición normal la amenaza es baja, en la zona de influencia del proyecto.

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

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- No es claro para el FOPAE porque si en el informe se menciona que: "... no se requiere el diseño de medidas de mitigación par la construcción del Proyecto...", porque se plantea el diseño y construcción de un muro de contención.
- Considerando que el análisis de estabilidad para el escenario con la implantación del proyecto depende directamente del modelo geológico - geotécnico planteado y que a lo largo del estudio se han realizado varias observaciones referentes a éste, se tiene que el cumplimiento de este aparte del estudio está sujeto al cumplimiento de las observaciones planteadas previamente.

5.8 PROFESIONALES

En el estudio se adjunta la carta de responsabilidad firmada por el ingeniero Luis Fernando Orozco, quien se entiende es el responsable de los análisis de antecedentes históricos de remoción en masa y de evaluación de procesos de inestabilidad, así como la cuantificación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo.

Así mismo se anexan al informe, las hojas de vida de los responsables del estudio, Ingeniero Luis Fernando Orozco y de la ingeniera Marcela Salcedo, los cuales el FOPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Se requiere presentar la hoja de vida del geólogo, quien deberá firmar la carta de responsabilidad como el encargado de realizar los estudios básicos.

5.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los capítulos mínimos recomendados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006; no obstante, el Consultor deberá presentar una nueva versión del informe con los ajustes, aclaraciones o modificaciones recomendadas a lo largo del presente concepto.

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

NO CUMPLE

- Dado que se requiere presentar una nueva versión del estudio, el Consultor deberá atender las observaciones hechas en el presente concepto técnico.

5.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Todos los planos se presentan firmados por los profesionales que se relacionan en los mismos y que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con que se estipula en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006.

También se incluyen dos cartas de responsabilidad firmadas por lo ingenieros Marcela Salcedo y Luis Fernando Orozco, como encargados de la evaluación y cuantificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

NO CUMPLE

- Dado que se requiere presentar una nueva versión del estudio, el Consultor deberá atender las observaciones hechas en el presente concepto técnico.

6. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO- Concepto Técnico No. CT-6650 (Fecha Noviembre/2012)

6.1 ESTUDIOS BÁSICOS (NUMERAL 3.2.1 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

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 apartado 3.1.1. Geología Regional, se dice que en la zona de estudio se localiza en el piedemonte de los Cerros Orientales de Bogotá donde afloran rocas sedimentarias del Terciario recubiertas por depósitos cuaternarios y depósitos de origen entrópico. Estructuralmente, el sector está conformado por el anticlinal de Bogotá y la falla de Bogotá.

En la Litoestratrigrafía, se resume la estratigrafía regional del sector donde se construirá el proyecto y se resalta que el sitio de estudio se localiza sobre 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

Formación Guaduas (Tkg) la cual corresponde a un conjunto de arcillolitas rojizas y grises intercaladas, Formación Arenisca del Cacho (Tpc) la cual corresponde a una arenisca friable, de color pardo amarillento a blancocde grano grueso en la base y fino hacia el techo; se presenta en estratos hasta 2m de espesor, intercaladas con arcillolitas amarillentas a blancuzcas, y Formación Bogotá (Teb) la cual corresponde a una sucesión de lodolitas, limolitas y arcillolitas abigarradas separadas por bancos de areniscas arcillosas, blandas.

En el apartado 3.1.2. Geología Local, en el área de estudio se observan las siguientes unidades geológicas superficiales, Depósitos Antrópicos - Relleno (Qb) distribuido sobre la superficie del proyecto en el costado Noroeste. Corresponde al material de antiguas construcciones dispuesto sobre la parte superior de la colina enmascarando la topografía antigua, Depósitos Coluviales (Qcl), los cuales se ubican parcialmente en el área del proyecto sobre el costado Este y Sur, constituido por materiales desintegrados de los cerros orientales y que pertenecen en su gran mayoría al Grupo Guadalupe y la Formacion Guaduas, corresponde a bloques y gravas de areniscas y limolitas principalmente, matriz soportados en arcillas y limos, y Formación Arenisca del Cacho (Tpc), ocurre en la zona de estudio recubierta por depósitos cuaternarios.

Adicionalmente, el consultor menciona que para la Unidad Tpc: *"...las capas se encuentran invertidas buzando hacia el este 40°- 45° por efecto del levantamiento de la cordillera durante el Terciario generando el plegamiento y fallamiento que dio lugar al antilclinal de Bogotá y la falla de Bogotá, generando la inversión de los estratos en el flanco oeste del anticlinal..."*

En el aparte de Geología Estructural del numeral 3.1.3. del estudio, se menciona que *[...] la zona de estudio está situada en el flanco occidental del anticlinal de Bogotá, estructura que conforma los Cerros Orientales de la ciudad, siendo estos afectados por la falla de Bogotá [...].*

Las capas se encuentran invertidas buzando hacia el este 40°- 45° por efecto del levantamiento de la cordillera durante el Terciario generando el plegamiento y fallamiento que dio lugar al antilclinal de Bogotá y la falla de Bogotá, generando la inversión de los estratos en el flanco oeste del anticlinal.

Finalmente, en el estudio se incluye el Plano 2 - Geología Local, el cual es presentado con curvas de nivel cada 0.2 m., a escala 1:500 y es firmado por el Geólogo Jairo Rojas y por el Ingeniero Luis Fernando Orozco, adicionalmente se presenta el Plano 2A - Cortes Geológicos, el cual presenta 4 cortes, a escala 1:500 y es firmado por el Geólogo Jairo Rojas y por el Ingeniero Luis Fernando Orozco, que entiende el FOPAE es el director y analista de riesgos del estudio.

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

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar, nuevamente en el estudio, los siguientes aspectos:

- Se solicita al consultor presentar la respectiva justificación de la definición del área de influencia del proyecto a construir en la Carrera 1 No. 64 - 61.

- Aunque se presenta la descripción detallada de la geología regional y de la geología local, el estudio se limita únicamente al área del predio, situación que no permite conocer las características geológicas locales referentes al área de influencia del proyecto. Para el FOPAE no es clara la justificación del área de estudio, por lo tanto se requiere que se realice la respectiva aclaración y justificación del área de influencia del proyecto, deberá incluirse las edificaciones vecinas y la Avenida Circunvalar (si es el caso), con el fin de evaluar la influencia del proyecto en estos elementos.

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

El numeral 3.2. Geomorfología, describe las unidades geomorfológicas identificadas en el área, 1. Unidad de relieve colinado de control estructural plegado y 2. Unidad de origen deposicional.

Con relación a la Morfología, se comenta en el aparte 3.2.4. *[...] "El área del proyecto está distribuida sobre una ladera irregular que se expresa localmente como una cresta que contrasta con el relieve ondulado generado por la Formación Guaduas distribuida al este del área y de la carrera 1ª. La urbanización de la ciudad enmascara la morfología originada por la Formacion Cacho."*

Con relación a la Morfometría, se comenta en el aparte 3.2.5. *[...] "El relieve es irregular, y se aprecia una morfologia ondulada, con pendientes que varían entre 10% y 20%."* y *[...] "Los taludes naturales que limitan el predio por la parte oeste presentan pendientes inferiores a 45°".*

Con relación a la Morfodinámica, se comenta en el aparte 3.2.6. *[...] "apreciándose el terreno relativamente estable sin evidencias de procesos de inestabilidad en el área a urbanizar".*

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 el estudio se menciona en el numeral 3.7.1. análisis multitemporal - interpretación y análisis morfodinámico, se comenta *[...] "con base en la fotointerpretación geomorfológica de la década de 1970, vuelo C-1675, foto 018, ano 1976, en el area del proyecto no se parecían procesos de inestabilidad como producto de la actividad antrópica generada por el urbanismo de la ciudad"*, adicionalmente se menciona *[...] "se aprecia al Este, frentes de explotación en las areniscas del Grupo Guadalupe; además de procesos de erosión por efecto de la construcción de la Avenida Circunvalar"*. Con relación al análisis de las fotografías de la década de los 90, se comenta *[...] "en el sector del proyecto y su entrono no se detectan procesos de erosión"* y adicionalmente se menciona *[...] "y los frentes de explotación del grupo Guadalupe han sido reforestados mejorando las condiciones de estabilidad"*. Finalmente, en el análisis de la fotografía aérea del 2007 se comenta *[...] "la zona del proyecto se mantiene reservada y sin urbanizar con respecto a su entorno por lo tanto las condiciones de estabilidad se mantienen en la ladera conformada por los estratos de areniscas de la Formación Cacho, cuyo buzamiento es hacia el este generando la contrapendiente estructural"*.

Finalmente, en el estudio se incluye el Plano 3 Geomorfología, el cual es presentado con curvas de nivel cada 0.2 m., a escala 1:500 y es firmado por el Geólogo Jairo Rojas y por el ingeniero Luis Fernando Orozco, que entiende el FOPAE es el director y analista de riesgos del estudio.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar, nuevamente en el estudio, los siguientes aspectos:

- Aunque se presenta la descripción detallada de la geomorfología, el estudio se limita únicamente al área del predio, situación que no permite conocer las características geomorfológicas referentes al área de influencia del proyecto. Para el FOPAE no es clara la justificación del área de estudio, por lo tanto se requiere que se realice la respectiva aclaración y justificación del área de influencia del proyecto.

c. Hidrogeología

El Consultor incluye en el estudio el numeral 3.3. denominado Hidrogeología, en este se menciona que *[...] "Las aguas subterráneas de la urbanización se presentan debido a dos acuíferos diferentes. Por flujo a través de los rellenos por infiltración en el material no consolidado, estos son acuíferos libres y se presentan con flujo en*

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

dirección este-oeste. El otro tipo de flujo es de tipo acuífero confinado y se presenta en la zona de rocas consolidadas de la Formación Bogotá, Cacho y Guaduas. La Formación Cacho debido a las diaclasas, presenta una permeabilidad secundaria".

Adicionalmente en el aparte 3.3.1. se dice que debido a la permeabilidad del depósito coluvial no fue posible encontrar niveles freáticos y además se comenta *[...] "Dada la composición areno arcillosa de la matriz del depósito se puede presentar en estados de alta precipitación pluvial, una tabla de agua casi en superficie, debido a la presencia de materiales arcillosos que sirven de barrera impermeable, pero que es rápidamente abatida como resultado de la porosidad de la fracción gruesa".*

Por lo tanto el consultor consideró el grado de saturación de los materiales por medio los factores Ru, que se calculan para dos condiciones, normal y extrema, siendo los resultados de 0.15 y 0.40 respectivamente.

Con relación a las características climáticas se comenta *[...] "Para determinar la precipitación media anual de la zona del proyecto se utilizó la información registrada en la estación La Vieja (código 2120066 "LVI") en el periodo comprendido entre 1958 y 1990".* Adicionalmente se menciona *[...]* "La evapotranspiración media en la zona del proyecto es alta (aproximadamente 250 mm/mm) con una insolación media de 4.1horas/día y 1500 horas al año y la humedad relativa es media a baja con un promedio anual de 70%".

Adicionalmente, el consultor presenta: *"...como complemento a esta información y con base en los resultados de estudios realizados por la Universidad Militar para la cuenca del río Salitre se toma la tabla 35 de dicho estudio que presenta los valores de precipitación anual en mm...".* Además, el consultor menciona que: *"...La precipitación media anual es de 1024 mm con dos periodos lluviosos comprendidos entre los meses de marzo y junio y septiembre a noviembre. La precipitación diaria máxima reportada es de 120 mm y el promedio anual de 210 días lluviosos..."*

Finalmente, el consultor menciona que aunque en las perforaciones realizadas no se encontró nivel freático, *"...se asumió un nivel mínimo de agua en la condición normal que define un valor de Ru = 0.15 para los análisis de estabilidad de los taludes, mientras que para condición extrema se tomó un nivel de agua a 30 cm de la superficie con el que se obtiene un valor de Ru = 0.4 para esta condición..."*

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Se recuerda al consultor que debe cumplir con lo solicitado en la resolución 227 de 2006, en relación a que: *"el estudio hidrogeológico fijará los criterios para*

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

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 en términos de su efecto sobre los parámetros iniciales"

d. Drenaje Superficial

En el apartado 3.4. se menciona [...] "En el predio en estudio no existen drenajes naturales".

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio el siguiente aspecto:

- Se recuerda al consultor que debe cumplir con lo solicitado con la Resolución 227 de 2006, en relación a que *"El estudio deberá incluir una evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial, tanto natural como artificial (sistema de alcantarillado sanitario y pluvial) dentro de la zona de influencia del proyecto, de manera de establecer su posible incidencia en los fenómenos de remoción en masa que afectan el área o que se podrían generar". Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda o no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación, a la luz de la información expresamente solicitada por el interesado a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB SA ESP sobre el particular y cuya documentación deberá anexarse al estudio.*
- En este sentido se advierte que no basta con evaluar drenajes naturales, ya que también debe analizarse los artificiales.

e. Sismología

El consultor en el aparte 3.5. se comenta *[...] "Teniendo en cuenta el decreto 523 de diciembre de 2010 el lote en estudio se encuentra ubicado en la zona de respuesta sísmica de zona de Cerros ya que geográficamente el predio se encuentra en esta zona y los espesores de los depósitos no superan los 4 m"*. Adicionalmente menciona que la Aceleración Nominal es 0.18, según los coeficientes espectrales para diseño del Decreto 532 del 16 de diciembre de 2010. Siendo 0.18 el valor el utilizado como coeficiente de aceleración horizontal en los análisis de estabilidad en condiciones extremas, tal como se observa en las salidas gráficas de dichos análisis.

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 DESDE LA VERSIÓN ANTERIOR

El FOPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, definir o asignar los espectros para el diseño estructural de las edificaciones.

f. Uso del Suelo

En el numeral 3.6 se incluye el apartado de Uso Actual del Suelo, en el cual se menciona que la cobertura vegetal es de pastos y árboles predominantemente. El consultor comenta *[...] "De acuerdo con lo anterior en la actualidad se tiene un cubrimiento aproximado del 25% es pastos, un 55% corresponde a arboles y un 20% de escombros y vivienda".*

Finalmente, en el estudio se presenta el Plano 4 Cobertura y usos del suelo, con curvas de nivel cada 0.20 m. a escala 1:500 y es firmado por los profesionales que lo elaboraron.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Aunque se presenta la descripción detallada de las unidades de cobertura vegetal, el estudio se limita únicamente al área del predio, situación que no permite conocer las características geomorfológicas referentes al área de influencia del proyecto. Para el FOPAE no es clara la justificación del área de estudio, por lo tanto se requiere que se realice la respectiva aclaración y justificación del área de influencia del proyecto.

6.2 MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

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

En el numeral 3.8 Procesos de Inestabilidad, el consultor menciona que la estabilidad del terreno está controlada por *[...] "La disposición estructural de los niveles de areniscas que conforman la cresta donde yace el proyecto. Estos niveles presentan*

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

buzamiento invertido entre 40°- 45° inclinados hacia el oriente siendo favorable para la estabilidad del terreno." Adicionalmente el consultor menciona que en el área a urbanizar no se observan procesos de inestabilidad, es decir, no existe erosiona hídrica ni movimientos de remoción en masa y finalmente presenta una zonificación de acuerdo a la aptitud urbanística de la siguiente manera *[...] "- Zona Estable de Alta Aptitud Urbanística: Distribuida en la parte más alta del predio, entre las cotas 2647 a 2639 msnm, con pendientes bajas a moderadas, no presenta fenómenos de remoción en masa, su condición es estable. Estas zonas demandan obras mínimas de adecuación urbanística orientadas al manejo de aguas superficiales y de infiltración. En este sector el diseño urbanístico de las construcciones se puede adaptar a las condiciones topográficas del terreno. - Zona inestable con Baja Aptitud Urbanística Distribuida en el talud natural situado al oeste del predio entre las cotas 2633 a 2639 msnm, con pendientes mayores del 50% donde la morfología del terreno no permite la adecuación de obras urbanísticas. Las condiciones de estabilidad son desfavorables debido a la pendiente fuerte."*

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Aunque se presenta la descripción de la existencia de procesos de remoción en masa en el sector de estudio, el estudio se limita únicamente al área del predio, situación que no permite conocer las características geomorfológicas referentes al área de influencia del proyecto. Para el FOPAE no es clara la justificación del área de estudio, por lo tanto se requiere que se realice la respectiva aclaración y justificación del área de influencia del proyecto. Lo anterior teniendo en cuenta que se han venido presentando procesos de remoción en masa que han generado afectación directa en la Avenida Circunvalar, en esta zona de la ciudad.
- Dado que se presentan estratos rocosos, se hace necesario realizar un levantamiento de datos estructurales y el análisis de dicha información, en especial no se presenta un análisis cinemático de estabilidad de taludes que permita concluir sobre la posibilidad de caída de bloques ya sea por fallas planares, en cuña o volteo; la anterior observación adquiere relevancia toda vez que se entiende que posiblemente se realizarán cortes importantes de más de 10m, sobre el macizo rocoso. En este sentido, para el FOPAE no es claro qué tipo de procesos de inestabilidad se pueden presentar en los taludes de corte generados para la construcción de las estructuras. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del informe, ya que de acuerdo a los tipos de materiales presentes, se debe evaluar la posibilidad de generación de procesos de

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

inestabilidad tanto del tipo deslizamiento (de las capas superiores - coluviones y rellenos), como del tipo caída de rocas.

- Se recomienda concluir, dentro del cuerpo del estudio, acerca de la estabilidad de los depósitos coluviales que se encuentran en la parte alta del predio los cuales podrían verse afectados por el desarrollo del proyecto, aumentando la velocidad e intensidad de los procesos de reptación detectados, reactivando deslizamientos antiguos y/o potenciando la generación de nuevos procesos d e inestabilidad.

e. Formulación del Modelo

En el numeral 3.9.1, el Consultor menciona que *[...] "se trazaron cuatro (4) secciones o perfiles en el predio y luego de establecer los rasgos geologicos, geomorfologicos, de usos y cobertura del suelo y geotécnicos, se definieron los perfiles geotécnicos para los análisis de estabilidad. La localización en planta de estos perfiles queda indicada en el plano 5 del Anexo 4."*

Adicionalmente el consultor menciona que *[...] "no se toma una sección mayor al oriente por la existencia de un talud de 7° por detrás del muro de cerramiento del colegio y una separación entre este y el predio de 12 m correspondiente a la Carrera 1."*

Finalmente el consultor comenta que [...] "para la formulación del modelo geológico - geotécnico del área de estudio se tuvieron en cuenta los materiales involucrados en las perforaciones realizadas y localizadas sobre o cerca a las secciones transversales (5-5, 8-8, A-A' y C-C'). Así mismo, los contactos de materiales identificados y descritos en el capítulo de geología y geotecnia, fueron importantes para la construcción de los diferentes modelos Geológicos - Geotécnicos utilizados posteriormente en la evaluación de estabilidad de los taludes (ver Plano 5A)."

NO CUMPLE

La formulación del modelo debe complementarse con los diferentes aspectos recomendados en la verificación de los términos de referencia de los anteriores capítulos.

En el plano 5 presentado en el estudio, no se referencian las 4 secciones de análisis, se requiere realizar los respetivos ajustes al plano.

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 debe tener en cuenta lo descrito en la Resolución 227 de 2006 con relación a la formulación de modelo geológico-geotécnico *[...] "a* partir de todos los estudios básicos requeridos y la caracterización e inventario detallado de los procesos de remoción, se deberá plantear, apoyado en secciones y perfiles transversales del área de interés, el modelo o modelos geológico-geotécnicos de los distintos sectores del área de estudio, estableciendo con claridad la relación entre los rasgos geológicos y los procesos de inestabilidad actuales y potenciales y sus mecanismos de falla." Lo anterior teniendo en cuenta las observaciones realizadas en el capítulo de Inventario Detallado y Caracterización Geotécnica de los Procesos de Inestabilidad.

f. Exploración Geotécnica

En el numeral 3.9. del estudio se incluye el aparte de Exploración Geotécnica según el cual *[...] Para la exploración del subsuelo a la fecha se han efectuado tres perforaciones a profundidades entre 15.25 y 27.45 m. Estos sondeos fueron realizados con equipo de percusión y lavado dotado de avance por rotación con broca Bx. [...].* Adicionalmente se menciona *[...] Como complemento a esta información se cuenta con los resultados de la exploración del subsuelo del proyecto Kandinsky, localidad al sur del predio en estudio. Esta información se encuentra en el anexo 2 y consta de seis sondeos a 10 m y nueve apiques de 1.1 a 1.5 m de profundidad.*

Adicionalmente el consultor menciona *[...] Teniendo en cuenta que los resultados de los análisis de estabilidad indican factores de seguridad altos, fue posible establecer el grado de estabilidad de estas laderas incluyendo la amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa. Los aspectos que fueron tenidos en cuenta para tomar las decisiones son los siguientes: La ejecución de ensayos in situ permite caracterizar los suelos de manera adecuada; Son suelos cuyo nivel freático está por debajo del nivel de perforación, es decir que se encuentran parcialmente saturados y cuya consistencia es definitivamente alta, a pesar de que es posible que en algunos casos se haya efectuado el ensayo contra bloques de mayor tamaño, en cuyo caso el conteo de golpes seria muy alto y fue descartado de los promedios obtenidos; La arcillolita se encuentra a profundidades entre 1.85 y 3.65 m bajo la superficie y cuenta con ensayos de penetración estándar SPT mayor a 50 golpes/pie.*

Finalmente el consultor presenta una tabla con el número de golpes máximo, mínimo y promedio para cada uno de los estratos cohesivos, seguidamente se muestra un cuadro con la información de SPT y los valores de esfuerzos totales, efectivos y cortantes basados en el ensayo de penetración estándar, datos tomados de las perforaciones ejecutadas de en el proyecto Kandinski; finalmente se presentan los parámetros

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

promedio para las arcillas (suelos residuales de la formación cacho) y arcillolitas y areniscas de la formación cacho, siendo $\phi'=25°$, $c'=0.42kg/cm^2$ y $\phi'=40°$, $c'=0.1kg/cm^2$, respectivamente.

Finalmente, el consultor presenta el Plano 5 Exploraciones, la localización de las perforaciones en el área de estudio. En el anexo 2, se presentan los ensayos de laboratorio y los perfiles de perforación respectivamente.

NO CUMPLE

Se recomienda nuevamente complementar o aclarar en el estudio teniendo en cuenta las recomendaciones hechas para los estudios básicos.

No se presenta congruencia en el número de sondeos ejecutados, ya que en el informe se menciona que se realizaron 3 sondeos, sin embargo en el plano 5 se presenta un número diferente de sondeos, por lo tanto se hace indispensable que se realice la respectiva corrección; igualmente si se amplía el área de estudio, es necesario revisar si cumple con lo establecido en el parágrafo 3.3.3. de la Resolución 227 de 2006 con relación al número de sondeos mínimo por área de la zona de estudio.

Adicionalmente, se utilizó información de perforaciones y ensayos que se obtuvieron en el predio vecino para el proyecto denominado Kandinski, por lo tanto se hace necesario que se presente la ubicación de estos sondeos en planta y sus respectivos registros de perforación.

Es necesario que el consultor presente claridad a la hora de definir los parámetros geomecánicos que caracterizan cada uno de los materiales involucrados en el modelo geológico.geotécnico, sabiendo que estos son fundamentales para el desarrollo de los análisis de estabilidad que se deben desarrollar para la evaluación de la amenaza. Teniendo en cuenta lo anterior, se recuerda que según la Resolución 227 de 2006, para la exploración geotécnica se deberá tener en cuenta, entre otros, el siguiente aspecto: *"el uso de correlaciones para la determinación de los parámetros de los materiales a partir de pruebas de campo de uso frecuente no es restringido por esta Resolución, sin embargo, es entendido que la pertinencia, validez, y confiabilidad del uso de tales correlaciones en un problema especifico es de total responsabilidad del ejecutor de los estudios."*

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 FOPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, verificar o validar los parámetros geotécnicos determinados por el consultor como resultado de la exploración y los ensayos de laboratorio ejecutados, por lo que la pertinencia, validez y confiabilidad de los mismos, es de total responsabilidad del ejecutor del estudio.

6.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el Capítulo 4 denominado Evaluación de Amenaza por Fenómenos de remoción en masa, se efectuó el análisis de estabilidad sobre las 4 secciones geológico-geotécnicas definidas bajo las condiciones normal y extrema de agua y sismo para los diferentes escenarios.

En este capítulo el Consultor comenta que *[...] "Los análisis de estabilidad se enfocan a la evaluación del desarrollo de fallas planares y rotacionales, gestadas en el contacto o en la interface entre los horizontes de suelos residuales y el depósito fluvioglaciar del que han evolucionado, adicionalmente se consideran los diferentes procesos de reptación identificados en el sector y areas circundantes, generados por la saturación de los suelos superficiales ante la accion antropica reflejada en el mal manejo de las aguas servidas."*

El consultor presenta los resultados del análisis de estabilidad del escenario actual para la condición normal y extrema, presentando, presentando un resultado de amenaza baja para todas las secciones en las dos condiciones.

Posteriormente en el anexo 4 presenta el plano 6 - Amenaza por remoción en masa actual, en el cual se identifica la zona occidental del predio en amenaza media, el resto del área se clasifica en amenaza baja.

Adicionalmente el consultor menciona que *[...] "Con excavación a cielo abierto para construcción de sótanos se han obtenido factores de seguridad mayores a los que reportan la tabla 4.1 de estabilidad actual. Estos análisis se encuentran en las memorias de cálculo."* Y además comenta *[...] "En el plano 9 del anexo 4 se muestra la zonificación de amenaza en la condición de perfilado para desplante del proyecto."*

Además en la tabla 4.3, se observa en los resultados de los análisis que la amenaza para la condición con proyecto sin obras de mitigación, que para todas las secciones de análisis y para las condiciones normal y extrema, el nivel de amenaza es bajo.

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 comenta que *[...] "La delimitación de las diferentes zonas de falla fue posible con la estimación de las distancias de viaje asociadas a las posibles superficies de falla evaluadas en los diferentes análisis de estabilidad; Los desplazamientos calculados se ilustran en el Plano 6 del anexo 4 Amenaza en la Condición actual por fenómenos de remoción en masa."*

Finalmente se presenta la evaluación de amenaza con el proyecto, en donde se observa en los resultados de la tabla 4.4, que la amenaza es baja. Y además, en el anexo 4 se presenta El plano 9 del anexo 4 muestra la zonificación de la amenaza para el escenario con proyecto.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Para que el Consultor valide los análisis de estabilidad que le permitan evaluar la amenaza, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos.
- El consultor debe presentar claridad sobre las evaluaciones que mejor le permitan caracterizar y analizar los mecanismos de falla identificados y descritos de acuerdo con los procesos identificados y el desarrollo de los modelos geológico-geotécnicos.
- El consultor debe tener en cuenta lo establecido en los parágrafos 3.4. "Análisis de Estabilidad - Evaluación de Amenaza" y 3.8. "Evaluación de la Condición de Amenaza con Medidas de Mitigación", de la Resolución 227 de 2006, los cuales indica que la Evaluación de la amenaza debe realizarse para los siguientes escenarios: 1. Para la situación actual, 2. Para la situación generada por el cambio de uso y 3. Para la situación con medidas de mitigación.
- Los planos presentados de amenaza por procesos de remoción en masa para los escenarios evaluados, escenario actual y con proyecto (Planos 6 y 9 respectivamente), presentan la misma zonificación de amenaza, igualmente presentan una franja hacia el costado occidental del predio, en amenaza media, situación que no corresponde con los resultados de análisis presentado en el informe, adicionalmente debe haber consistencia entre los resultados de los análisis en las tablas 4.2, 4.3 y 4.4 y los planos mencionados.
- El Consultor debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.4. de la Resolución 227 de 2006, *[...] "La evaluación de la amenaza se deberá realizar para los siguientes escenarios: 1. Para la situación actual y para los procesos de remoción en masa identificados como parte del modelo geológico - geotécnico propuesto para los distintos sectores, bajo las condiciones*

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

normales y extremas de niveles de agua, (ver numeral 3.2.1.3.) y de sismo a las que podrá estar expuesta el área de estudio. La aceleración crítica a ser considerada en los análisis de tipo pseudo-estático deberá estar de acuerdo con el numeral 3.2.1.5. y no podrá ser menor a 2/3 de la aceleración máxima (Am), debidamente justificada. 2.) Para la situación generada por el cambio de uso (ver numeral 2.1, obras de urbanismo y plan de construcciones más probables) teniendo en cuenta en cada caso cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas, modificaciones del drenaje, etc. para los fenómenos de remoción en masa, reactivados o inducidos durante y después de la ejecución de las obras, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia, bajo condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo de la misma forma que en el escenario de situación actual."

- El FOPAE reitera que no realiza la validación de los análisis ejecutados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, por lo que las posibles consecuencias y afectaciones que se presenten por efecto del desarrollo propuesto son responsabilidad exclusiva del consultor tal como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad presentada a esta Entidad.

6.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El capítulo 4.2 del estudio corresponde con el apartado de Evaluación de Vulnerabilidad Física, la cual queda plasmada en los Planos 7, 10, y 15.

En el apartado 4.2.1 del estudio se realiza la evaluación para el escenario actual en donde el consultor menciona *[...] "los elementos expuestos a los fenómenos de inestabilidad potenciales evaluados como las vías existentes Calle 64 y Carrera 1 (en recebo) no presentan vulnerabilidad por remoción en masa únicamente viviendas localizadas al norte contra la Calle 65 presentan vulnerabilidad y una vivienda en el lote. En anexo 4 se encuentra el plano 7 donde se muestran casas con vulnerabilidad actual media debido a las características de construcción."*

De acuerdo con la tabla 4.10, la vía presenta una vulnerabilidad media y las casas presentan vulnerabilidad baja y media.

Adicionalmente se presenta el plano 7 - vulnerabilidad actual, en el cual se observa que con excepción del conjunto residencial los cerros ubicado al costado occidental del predio donde se construirá el proyecto, el cual presenta vulnerabilidad baja, el resto de las estructuras expuestas presentan vulnerabilidad media.

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

Posteriormente se presenta el análisis de vulnerabilidad para el escenario con proyecto, en donde resulta que las vías presentan una vulnerabilidad media y las edificaciones presentan una vulnerabilidad baja y media, y al respecto el consultor comenta: *[...] "De acuerdo con el resultado anterior, se identifica que todas las viviendas vecinas presentan vulnerabilidad media. La vía presenta igualmente una vulnerabilidad media, por lo tanto es necesario adoptar medidas de mitigación que consisten en obras de drenaje, no es necesario replantear el sitio de la torre ni el área de ocupación del sótano."*

Adicionalmente se presenta el plano 10 - vulnerabilidad con proyecto, en el cual se observa que con excepción del conjunto residencial los cerros y el proyecto a ejecutarse, los cuales presenta vulnerabilidad baja, el resto de las edificaciones vecinas presentan vulnerabilidad media, sin embargo las vías adyacentes al predio donde se desarrollará el proyecto no presentan calificación de vulnerabilidad.

Finalmente en el numeral 6.1 se realiza la evaluación de vulnerabilidad para el escenario con proyecto y medidas de mitigación, dando como resultado una vulnerabilidad baja para el proyecto a ejecutar. Se presenta el plano 15, en el cual se clasifican las vías y las viviendas aledañas con vulnerabilidad media y el conjunto los ceros y el proyecto a ejecutarse con vulnerabilidad baja.

NO CUMPLE

Se recomienda nuevamente complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Para que el Consultor valide los análisis es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos y al modelo geológico geotécnico, así como a los análisis de estabilidad y a las evaluaciones de amenaza.
- El consultor debe realizar el análisis de vulnerabilidad para cada uno de los elementos expuestos en el área de estudio, con la suficiente claridad para identificar cual es el elemento analizado.
- El consultor debe presentar consistencia entre los resultados de los análisis presentados en el informe y la zonificación de vulnerabilidad presentada en planos.
- El Consultor debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.5. de la Resolución 227 de 2006, con respecto a que este análisis debe abordar en *"...primer lugar una evaluación del grado de exposición de los elementos del proyecto o de su entorno (estructuras e infraestructura existente) a los distintos procesos identificados (actuales y potenciales) dentro del área de*

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

interés y en sus distintos sectores, y en segunda instancia analizará los aspectos de capacidad de respuesta de los elementos del proyecto y de su entorno a partir de las características estructurales específicas frente a las solicitaciones que impondrían los procesos de inestabilidad identificados durante y después de su construcción."

- El FOPAE reitera que no realiza la validación de los análisis ejecutados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, por lo que las posibles consecuencias y afectaciones que se presenten por efecto del desarrollo propuesto son responsabilidad exclusiva del consultor tal como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad presentada a esta Entidad.

6.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el capítulo 4.3 Evaluación y Clasificación del Riesgo, el consultor asegura que *[...] "riesgo en condiciones actuales no hay dado que tampoco hay vulnerabilidad, por tanto no se presenta plano de Riesgo por remoción en masa actual. El Plano 11 del anexo 4, se presenta el riesgo por remoción en masa con proyecto."*

En los resultados presentados en el análisis de riesgo para escenario con proyecto, todos los elementos presentan una clasificación baja.

En el capítulo 6.2 Evaluación del riesgo en escenario con proyecto y medidas de mitigación, el consultor menciona que *[...] "Para el escenario propuesto y al multiplicar el valor de amenaza por el índice de vulnerabilidad se obtienen las vías con índice de riesgo de 0.0 y para las viviendas y los edificios se obtiene un índice de riesgo de 0.0 con lo se confirma que los edificios no quedarían en riesgo."*

El consultor presenta en el anexo 4 el plano 16 la zonificación del riesgo con el escenario con proyecto y obras de mitigación.

NO CUMPLE

Se recomienda nuevamente complementar o aclarar en el estudio el siguiente aspecto:

- Para que el Consultor valide los análisis es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos y al modelo geológico geotécnico, así como a los análisis de estabilidad y a las evaluaciones de amenaza y vulnerabilidad, presentadas en este concepto técnico cumpliendo

Diagonal 47 No. 778 -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

adicionalmente con lo establecido en el numeral 3.6 de la Resolución 227 de 2006.

- El FOPAE reitera que no realiza la validación de los análisis ejecutados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, por lo que las posibles consecuencias y afectaciones que se presenten por efecto del desarrollo propuesto son responsabilidad exclusiva del consultor tal como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad presentada a esta Entidad.

6.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el estudio se incluye el Capítulo 5 "Plan de medidas de Mitigación de Riesgos", en el cual se cita que no se requiere el diseño de medidas de mitigación par la construcción del Proyecto, sin embargo, el Consultor menciona que hay un plan de medidas que contempla: *[...] "1) Obras de contención como la construcción de muros en concreto reforzado, esto es los muros de contención de los cuatro sótanos y 2) Obras de drenaje superficial y subsuperficial como canales y bajantes de techo y filtros por detrás de muros de contención."*

Con relación a los muros de contención en el perímetro de los sótanos, estos harán parte del sistema estructural de la edificación, el despiece estructural de este muro se presenta en el plano 13 - Detalles medidas de mitigación. En dicho plano también se muestran detalles de cunetas y cañuela.

Adicionalmente se presenta un capítulo de condiciones y recomendaciones particulares de construcción, en donde no se menciona que: *[...] "Se debe garantizar un sistema constructivo de sótanos que soporte los empujes de tierra de la excavación en todas las etapas."*

El consultor presenta un plan de mantenimiento y monitoreo el cual principalmente se compone de: la revisión y limpieza de las cunetas por lo menos dos veces al año, control topográfico de los muros de contención del edificio, las viviendas vecinas y el muro de cerramiento del Conjunto Residencial Los Cerezos, y el control semestral del amojonamiento de ciertos puntos en el terreno durante la construcción y el primer año de vida útil del proyecto.

NO CUMPLE

Se recomienda nuevamente complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

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 que el Consultor valide este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas en los ítems anteriores y si es del caso a partir de los nuevos análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo definir el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo, conforme con lo establecido en el numeral 3.7 del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006.
- Para el FOPAE no es clara la intervención que se va a realizar en la zona occidental del predio, que al parecer se trata de la reconformación del talud, sin embargo en ningún lado del informe se presenta el detalle de esta intervención.
- Teniendo en cuenta que las obras de contención planteadas son la solución a una gran intervención necesaria para la implantación del proyecto, y que principalmente corresponden a grandes cortes y excavaciones, el consultor menciona que se deben realizar una serie de recomendaciones para soportar los empujes durante el proceso de la construcción de los sótanos; para el FOPAE es necesario que el consultor presente este proceso constructivo detallado.
- No es claro para el FOPAE porque si en el informe se menciona que: "... no se requiere el diseño de medidas de mitigación par la construcción del Proyecto...", porque se plantea el diseño y construcción de un muro de contención.
- No se presenta el diseño estructural del muro de contención que hace parte de la estructura.
- No se presenta el diseño de los anclajes de los diferentes niveles, durante el proceso de construcción de los sótanos, ni de las obras de drenaje superficial y subsuperficial.

6.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El Consultor en el numeral 5.3 del estudio incluye la Evaluación de Amenaza con medidas de mitigación y proyecto urbanístico, escenario para el cual bajo condición extrema como en condición normal la amenaza es baja, en la zona de influencia del proyecto.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- No es claro para el FOPAE porque si en el informe se menciona que: "... no se requiere el diseño de medidas de mitigación para la construcción del Proyecto...", porque se plantea el diseño y construcción de un muro de contención y de anclajes.

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

- Considerando que el análisis de estabilidad para el escenario con la implantación del proyecto depende directamente del modelo geológico - geotécnico planteado y que a lo largo del estudio se han realizado varias observaciones referentes a éste, se tiene que el cumplimiento de este aparte del estudio está sujeto al cumplimiento de las observaciones planteadas previamente.

6.8 PROFESIONALES

En el estudio se adjunta la carta de responsabilidad firmada por el ingeniero Luis Fernando Orozco, quien se entiende es el responsable de los análisis de antecedentes históricos de remoción en masa y de evaluación de procesos de inestabilidad, así como la cuantificación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo.

Así mismo se anexan al informe, las hojas de vida de los responsables del estudio, Ingeniero Luis Fernando Orozco y de la ingeniera Marcela Salcedo, los cuales el FOPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Se requiere presentar la hoja de vida del geólogo, quien deberá firmar la carta de responsabilidad como el encargado de realizar los estudios básicos.

6.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los capítulos mínimos recomendados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006; no obstante, el Consultor deberá presentar una nueva versión del informe con los ajustes, aclaraciones o modificaciones recomendadas a lo largo del presente concepto.

NO CUMPLE

- Dado que se requiere presentar una nueva versión del estudio, el Consultor deberá atender las observaciones hechas en el presente 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

6.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Todos los planos se presentan firmados por los profesionales que se relacionan en los mismos y que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con que se estipula en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006.

También se incluyen dos cartas de responsabilidad firmadas por lo ingenieros Marcela Salcedo y Luis Fernando Orozco, como encargados de la evaluación y cuantificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

NO CUMPLE

- Dado que se requiere presentar una nueva versión del estudio, el Consultor deberá atender las observaciones hechas en el presente concepto técnico.

7. CONCLUSIONES

El FOPAE, luego de evaluar los distintos aspectos presentados en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa denominado *"Estudio de Amenaza y Riesgo por Procesos de Remoción en Masa del Predio de la Carrera 1 No. 64 - 61"*, para el proyecto localizado en la Carrera 1 No. 64 - 61, de la Localidad de Chapinero, presentado por la firma LFO Ingenieros de Suelos Ltda., **NO CUMPLE** con la totalidad de los términos de referencia establecidos por el FOPAE 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 el presente concepto.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda complementar el estudio presentado, teniendo en cuenta cada una de las observaciones descritas en este concepto y presentarlo nuevamente al FOPAE, 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.

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

9. ADVERTENCIA

A la luz de la normatividad vigente, 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 y estructurales 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 los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006 en concordancia con lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004.

Elaboró:	Revisó:
JAIME RAFAEL CASAS SALAMANCA Ingeniero Civil - Grupo de Conceptos Técnicos M. P.:No.25202123706 CND	NUBIA LUCÍA RAMÍREZ CRIOLLO Profesional Especializado Investigación y Desarrollo - Conceptos
Avaló: DUVAN HERNAN LOPEZ MENESES Subdirector Técnico y de Gestión - FOPAE	

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