1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	7075
1.2 ÁREA:	Técnica y de Gestión
1.3 COORDINACIÓN:	Investigación y Desarrollo
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2013ER16329
1.5 RESPUESTA OFICIAL No.	RO – 65804

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Ing. JUAN PABLO GAONA
2.2 PROYECTO:	ESTUDIO DE AMENAZA Y RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EDIFICIO B SEDE LA MACARENA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
2.3 LOCALIDAD:	3. Santa Fe
2.4 UPZ:	92. La Macarena
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	La Macarena
2.6 DIRECCIÓN:	Carrera 4 No. 26B-54
2.7 CHIP:	AAA0087LXKC
2.8 ÁREA (Ha):	0.490
2.9 FECHA DE EMISIÓN:	07 de Noviembre de 2013
2.10 EJECUTOR DEL ESTUDIO:	Ing. JUAN PABLO GAONA GÓMEZ

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, actualmente Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE, realizará la verificación y emitirá concepto sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.

El presente concepto técnico corresponde a la QUINTA revisión realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE al Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II, titulado *"Estudio de Amenaza y Riesgo por Remoción en Masa Edificio B Sede La Macarena de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Localidad de Santa Fe"*, de Octubre de 2013 elaborado por el Ingeniero Juan Pablo Gaona Gómez, en cumplimiento de 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

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

zona de amenaza MEDIA y ALTA, de acuerdo con el plano normativo de amenaza por remoción en masa del Plan de Ordenamiento Territorial POT.

La primera revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2012ER4260, ante la cual el FOPAE, emitió en Abril de 2012 el Concepto Técnico CT - 6430, 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.

La segunda revisión técnica del estudio se realizó atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2012ER12514, ante la cual el FOPAE, emitió en Julio de 2012 el Concepto Técnico CT - 6528, 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.

La tercera revisión técnica del estudio se realizó atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2012ER18088, ante la cual el FOPAE, emitió en Noviembre de 2012 el Concepto Técnico CT - 6627, 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.

La cuarta revisión técnica del estudio se realizó atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2013ER5780, ante la cual el FOPAE, emitió en Junio de 2013 el Concepto Técnico CT - 6897, 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.

El estudio corresponde a lo que en la Resolución 227 se denomina como Estudio de Fase II (detallado). Esta revisión del estudio y verificación técnica se hace en atención a la radicación FOPAE 2013ER16329, por solicitud del consultor del estudio, el Ingeniero Juan Pablo Gaona Gómez.

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

En la Figura 1 se presenta la localización general del predio ubicado en la Carrera 4 No. 26B - 54, en el plano normativo de amenaza por remoción en masa del POT. El sector se encuentra en zona de AMENAZA MEDIA por procesos de remoción en masa.

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

Norte:	101850	a	101970
Este:	101350	a	101430
Cotas* (msnm):	2.649	a	2.660

* Coordenadas y Cotas de acuerdo con lo mencionado en el documento revisado (numeral 1.1 y 1.4).

De acuerdo con lo presentado en el estudio elaborado por el Ingeniero Juan Pablo Gaona Gómez, el predio se encuentra ubicado al costado occidental de la Avenida Circunvalar en el sentido sur-norte, sobre los cerros orientales de Bogotá, colindando con el barrio La Macarena. Limita al occidente con las instalaciones de la

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

Universidad Distrital (edificio laboratorio), al oriente con la Avenida Circunvalar sentido sur-norte, al sur con predios de la Universidad y el parqueadero actual y al norte con edificios de Apartamentos San Diego.

Según la información contenida en el numeral 1.6 "Justificación del área de influencia", el área del lote a intervenir es de 4174 m^2, mientras que el área total de influencia se estima en 7531m^2.

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de una edificación de tipo educativo de cinco pisos con un sótano. Se menciona que la estructura de la edificación es convencional en concreto reforzado, tipo pórtico con vigas y columnas separadas por luces que varían entre 5,0 y 7,5m de longitud; adicionalmente, se indica que la implantación de la estructura requiere la realización de cortes de excavación que varían de 4 a 4.5m de profundidad y que la cimentación más conveniente tanto para la plataforma como para la torre está conformada por caissons o pilares excavados. La capacidad de soporte o carga de fatiga del terreno para el dimensionamiento de los caissons tiene un valor de 8,0 kg/cm^2 (80 ton/m^2).

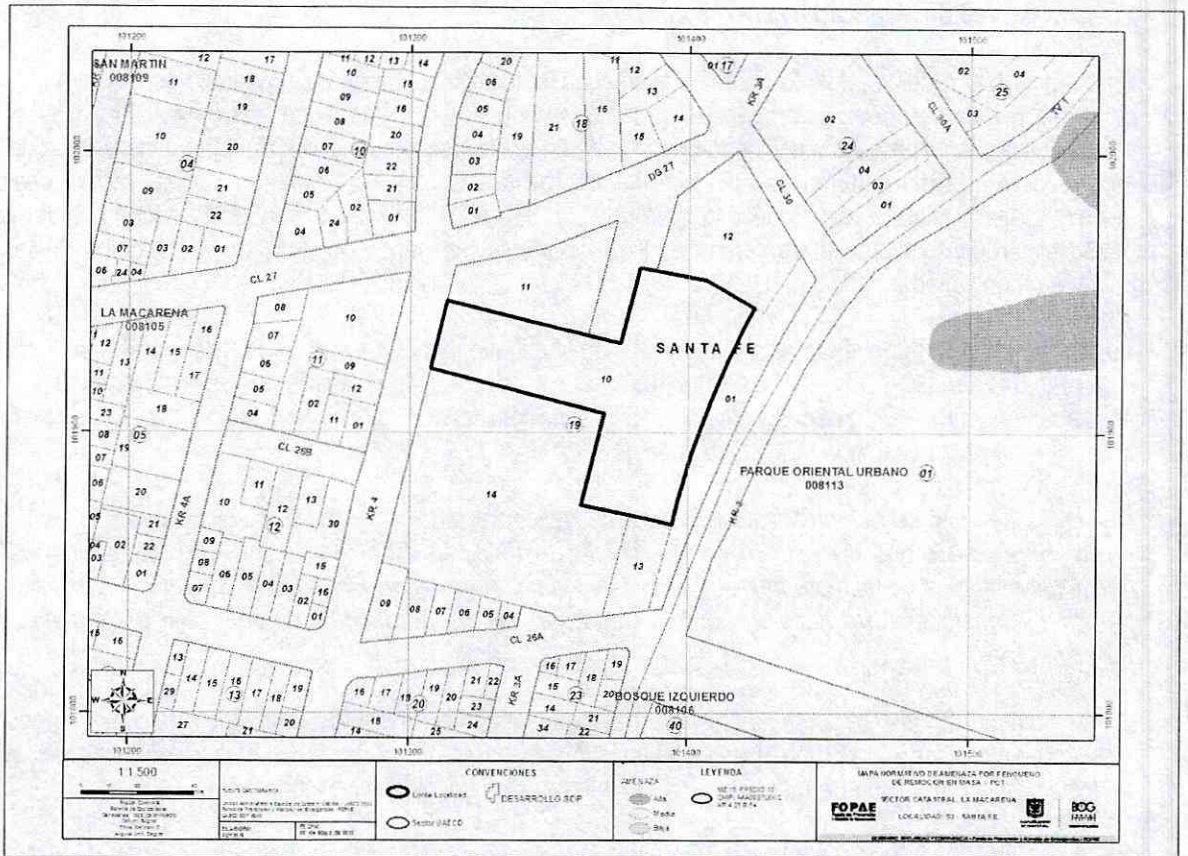


Figura 1. Localización del predio del proyecto *"Edificio B Sede La Macarena Universidad Distrital Francisco José de Caldas"* ubicado en la Carrera 4 No. 26B - 54, Localidad de Santa Fe, en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa (Decreto 190 de 2004).

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

5. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO – Concepto Técnico CT-6430 (Abril 30 de 2012)

La primera revisión del "Estudio de Amenaza y Riesgo por Remoción en Masa Edificio B sede La Macarena de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas", de Julio de 2012 elaborado por la firma Unión Temporal Fénix, fue realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE y se emitió el Concepto Técnico No. CT-6430.

El Concepto Técnico No. CT-6430, 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

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

En el numeral 2.1 del capítulo 2: Modelo Geológico-Geotécnico, se presenta el capítulo de Geología, en donde se realiza una descripción general de las condiciones geológicas regionales del sector donde se busca desarrollar el proyecto, indicando que la zona de estudio se encuentra localizada en las laderas del flanco occidental del cinturón montañoso que bordea la ciudad de Bogotá, en donde yacen rocas sedimentarias cubiertas con depósitos antrópicos y depósitos coluviales, con edades comprendidas desde el Cretácico hasta el Cuaternario. Posteriormente, se hace una descripción litológica de las unidades mencionadas.

En lo que refiere a la geología estructural regional, el estudio menciona que *"[...] El Centro Universitario, está inmerso en la vertiente occidental de los cerros orientales, tallada en laderas forjadas en contrapendientes estructurales con gradientes que divagan desde los veinte grados hasta los sesenta grados, en la proximidad a la traza de la falla de Bogotá, [...].*

El comportamiento de la estratificación en el orbe regional, es homogéneo; su buzamiento es inverso y hacia el noreste, lo que da lugar a contrapendientes estructurales. Sumado a este conjunto sobresalen pocos lineamientos de falla organizados en un sistema con rumbo NE-SW a NNW-SSE, cuasi paralelo a la falla de Bogotá, sus trazas se encuentran enmascaradas por la cobertura de depósitos cuaternarios y por obras civiles [...]."

En el numeral 2.1.3 "Geología Local – Estratigrafía aparecen descritas unidades de suelo y roca: Rellenos Antrópicos para Vías (Qarv), Rellenos Antrópicos Mixtos (Qarm), Suelos Residuales de las Lodolitas de la Formación Bogotá (Qtpb–sr–Ld) y Formación Bogotá-Niveles lodolíticos (Tpb-Ld).

En el numeral 2.1.3.3 del estudio se presenta todo lo referente a Geología Estructura Local, donde se señala que *"[...] La información estructural, acopiada fue precaria debido a las pocas exposiciones del macizo rocoso. Así las cosas, fue imposible el modelamiento cinemático de las laderas o taludes existentes, esto soportado además, en que los mismos están forjados principalmente es suelos residuales, materiales que poseen propiedades o características cinemáticas diferentes a las de una*

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

roca, y los mismos son los que abarcan la mayor extensión del área de estudio y recubren – con espesores promedio cercanos a los 10 metros – las unidades de roca [...]."

El levantamiento geológico es presentado en el Plano 2: "Geología Local", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 0.5 metros. Los perfiles geológicos son presentados en los Planos 3.1 y 3.2. Los planos se presentan con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de aprobación de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

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

- Se recomienda que el Consultor delimite claramente el polígono objeto de estudio en todos los planos presentados, e incluya en el estudio una justificación del área de influencia estudiada, teniendo en cuenta todas las consideraciones técnicas del caso en lo que refiere a geología, geomorfología y modelo geológico geotécnico, de acuerdo a la revisión y análisis de la información disponible.

- Se recomienda que el Consultor presente una nomenclatura consistente entre las diferentes unidades descritas en el texto y cartografiadas en el Plano 2, ya que en dicho plano se identifica la unidad denominada Qpb-Sr-Ld en el sector occidental del área cartografiada; sin embargo, dicha unidad no se encuentra descrita en el texto ni se encuentra en el cuadro de las convenciones del Plano 2.

- De acuerdo a lo presentado en el Plano 2 "Geología Local" el consultor muestra en planta la orientación de los diferentes perfiles geológicos realizados, Perfiles: "A" a "E" (se aclara que el rótulo con la leyenda obstruye la identificación de los otros perfiles en dicho plano); no obstante, en los planos 3.1 y 3.2 sólo se presentan los perfiles A, B, C y F. Se solicita que el consultor presente todas las secciones referenciadas en el Plano 2. Adicionalmente, que dichas secciones incluyan la nomenclatura asignada a cada unidad cartografiada con el fin de facilitar su identificación y que se delimiten los contactos entre las unidades.

- De acuerdo con lo expresado en varias secciones dentro del estudio las unidades litológicas se encuentran en contrapendiente estructural, sin embargo al observar los diferentes perfiles geológicos dicha condición no es evidente por lo que se solicita una aclaración por parte del Consultor.

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

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 numeral 2.2.1 del estudio se presenta el análisis de la geomorfología local, donde señala que la zona se caracteriza por ubicarse sobre geoformas de origen estructural que han sido transformadas a modelados denudativos.

El estudio presenta la identificación de cinco tipos de unidades geomorfológicas: Unidad de Laderas en Suelos Residuales (Cel-Lf-Qtb-Sr), Unidad de Explanación Antrópica en Suelos Residuales (Cel-Ea-Qtb-Sr), Unidad de Explanación Antrópica en Rellenos Antrópicos Mixtos (Cel-Ea-Qarm), Unidad de Explanación para Corredores Viales y Peatonales (Cel-Ea-Qra) y Unidad de Laderas en Suelos residuales (Cel-Qtb-Sr).

En el numeral 2.2.1.4 "Meteorización", se señala que *"[...] El macizo rocoso ha sido lavado de manera constante, de manera tal, que se ha despojado al mismo de ciertos minerales, y se ha permitido la concentración de otros, todo esto lleva al cambio de la roca original a suelos residuales. [...] Los suelos residuales son escenario preferencial para la formación de deslizamientos traslacionales, deslaves y flujos de tierra gestados toda vez que se saturen o se reblandezcan, en especial durante la temporada de lluvias."* Por otra parte, en el numeral 2.2.1.6 "Procesos de Remoción en Masa (FRM)", el consultor indica que *"[...] la exposición de los diferentes niveles de suelos residuales y rellenos antrópicos no evidencian manifestación alguna que indique la gestación o incubación de algún tipo de proceso de remoción en masa.*

En el mapa de procesos que sirvió de soporte para la elaboración del plano de Amenaza del POT se identifica dos deslizamientos rotacionales hacia el costado nororiental de los predios de la Universidad.

[...] Otros procesos eventuales, son los pequeños flujos de material y deslaves, estos comprometen los niveles más superiores de los suelos orgánicos y residuales [...]".

En la página 39 del estudio el consultor indica que de acuerdo al inventario de procesos se encontró rectamiento leve y superficial que no obedece a ningún deslizamiento de gran magnitud.

El levantamiento geomorfológico es presentado en el Plano No. 3: "Mapa Geomorfológico", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 0.5 metros. El plano se presenta con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de aprobación de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio

NO CUMPLE

- Se recomienda que el Consultor delimite claramente el polígono objeto de estudio en todos los planos presentados, e incluya en el estudio una justificación del área que se tuvo en cuenta para la elaboración del estudio, teniendo en cuenta todas las consideraciones técnicas del caso en lo que refiere a geología, geomorfología y modelo geológico geotécnico, de acuerdo a la revisión y análisis de la información disponible.

- El FOPAE considera necesario complementar los aspectos geomorfológicos teniendo en cuenta lo expresado en un aparte del numeral 3.2.1.2. del artículo segundo de la resolución 227 el cual

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

cita lo siguiente: *"De manera precisa serán cartografiados los procesos, con énfasis en los de remoción en masa y erosión"*. (Subrayado fuera del texto).

- Se recomienda verificar en el Plano 4 "Geomorfología Local" que los colores asignados a las convenciones de las diferentes unidades geomorfológicas observados en el cuadro de la leyenda coincidan con la representación en planta de dichas unidades.

c. Hidrogeología

En el numeral 2.3 del estudio denominado "Hidrogeología", el consultor indica que desde el punto de vista hidrogeológico es de destacar la tendencia del agua a estabilizarse en el contacto relleno – suelos arcillosos. Ratificando la condición de alta permeabilidad y saturación de los rellenos.

Como resultado del análisis de condiciones climáticas, precipitación, temperatura y humedad relativa, el consultor presenta en los numerales 2.3.2 y 2.9 del estudio las conclusiones sobre las condiciones hidroclimatológicas e hidráulicas del sector, mencionando que la precipitación media anual es de 1000 mm, que el régimen es bimodal y que la temperatura media mensual varia a lo largo del año y está entre 14° y 15°C. El valor medio mensual de la humedad relativa es de 73%.

El estudio expresa en el numeral 2.9 de estudio que "*[…] de las perforaciones se registró nivel freático entre 1.5m y 3.2m de profundidad y dadas las características antes descritas de los rellenos se asumió para la* ***condición normal*** *en los análisis de estabilidad de los taludes un nivel de agua construido con los valores de nivel reportado en los registros de perforación, mientras para la* ***condición extrema*** *se asume un incremento de 1 a 2m de altura de esta tabla de agua, lo cual arroja un próximo a la superficie del terreno. Considerando que se trata de una contrapendiente estructural la roca no se considera saturada. […]*".

En cuanto al criterio para el diseño de obras de drenaje, el consultor precisa que "*[…] teniendo en cuenta el área de aporte de escorrentía hacia el predio de estudio calculado en 36800 m2, a partir de la cartografía IGAC, los caudales de aporte para las posibles obras de drenaje son del orden de 0.62m3/seg. […]. La eficacia de las obras de drenaje radica en evitar la infiltración y por ende evitar la posibilidad de niveles freáticos. Se espera que el nivel freático para la condición extrema asumido para el escenario con proyecto y obras de mitigación se abata, lo cual mejora la estabilidad.*"

NO CUMPLE

- Se ratifica la necesidad de que el Consultor acate lo recomendado en el numeral 5.1 del presente concepto técnico.

- Para el FOPAE no es claro, cuáles serán las posiciones de niveles de agua en condiciones normales y extremas o factores R_u que el Consultor utilizará en los análisis de amenaza. Teniendo en cuenta lo establecido en el numeral 3.2.1.3 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, el Consultor deberá ser explícito en definir posiciones de niveles de agua o factores R_u en condiciones normales y

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

extremas de lluvias críticas y el periodo de recurrencia de esta situación. En cualquier caso el Consultor deberá justificar adecuadamente los niveles de agua a utilizar en los análisis.

d. Drenaje Superficial

En el numeral 2.4 del estudio, el consultor señala que:
"En el sitio del estudio se encontró una gran presencia de vegetación que controla el agua superficial y sub-superficial. El sector cuenta con redes para el manejo de aguas lluvias y negras. De acuerdo con el comunicado No. 24300-21011-3093 emitido por el Acueducto de Bogotá el predio no discurre ningún cuerpo de agua o afectación por ronda. […].

Debido a la ubicación del sitio de estudio que esta al costado occidental de la Avenida Circunvalar a la altura de la calle 26B, la red de alcantarillado principal de referencia se encuentra en el recorrido de la Avenida"

NO CUMPLE

- Se recomienda que el Consultor delimite claramente el polígono objeto de estudio en todos los planos presentados, e incluya en el estudio una justificación del área que se tuvo en cuenta para la elaboración del estudio, teniendo en cuenta todas las consideraciones técnicas del caso en lo que refiere a geología, geomorfología y modelo geológico geotécnico, de acuerdo a la revisión y análisis de la información disponible.

- Se recomienda dar cumplimiento con lo establecido en la Resolución 227 en cuanto a "*[…] incluir una evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial, tanto natural como artificial (sistemas 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 afecten el área o que se podrían generar. […]*".

e. Sismología

De acuerdo con lo presentado en el numeral 2.5 del estudio, el terreno se encuentra ubicado en gran porcentaje en la Zona de ladera y en menor porcentaje en la Zona de Cerros del Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, según lo establece el Decreto 523 de 2010, por lo que el consultor utiliza el espectro sísmico correspondiente a la aceleración promedio, lo que resulta en una aceleración de 0.22g.

NO CUMPLE

- Se recomienda que el Consultor se pronuncie y justifique la asignación de los espectros de diseño conforme con lo establecido en los numerales 5.6 y 5.7 del Artículo 5º del Decreto 523 de 2010.

  El FOPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, definir o asignar los espectros para el diseño estructural de las edificaciones, para lo cual, se debe cumplir con lo establecido en el

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

Decreto 523 de 2010.

f. Uso del Suelo

En el numeral 2.6 el Consultor hace una descripción breve de los aspectos de cobertura y uso del suelo, diferenciando tres unidades: Pastos Naturales, Institucional Educativa, Rastrojo Bajo e Institucional Urbana Vías (subdividida en las siguientes áreas: peatonal, infraestructura eléctrica, institucional escaleras y anden) dichas unidades están cartografiadas en el Plano 5 con vista en planta a escala 1:500, con curvas de nivel cada 0.5m, si bien presenta la firma de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano que entiende el FOPAE es la directora del estudio, carece de la firma del profesional que lo elaboró. No obstante, no menciona en el estudio el uso precedente del suelo, así como tampoco, hace referencia alguna a la existencia o no de procesos de minería y explotación de canteras.

NO CUMPLE

- Se recomienda que el Consultor delimite claramente el polígono objeto de estudio en todos los planos presentados, e incluya en el estudio una justificación del área de influencia estudiada, teniendo en cuenta todas las consideraciones técnicas del caso en lo que refiere a geología, geomorfología y modelo geológico geotécnico, de acuerdo a la revisión y análisis de la información disponible.

- El FOPAE recomienda complementar la evaluación del uso del suelo teniendo en cuenta lo expresado en el numeral 3.2.1.6 del artículo segundo de la resolución 227 el cual señala que: *"[...] en ausencia de estudios preliminares deberán realizarse mapas en la escala que corresponda (1:500 o 1:1:000) donde se presente la situación actual del suelo, con énfasis en procesos de minería o canteras actuales o abandonadas [...]"*.

5.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

Se presenta un análisis multitemporal de fotografías aéreas, en el numeral 2.2.2 del estudio, en el cual se lleva a cabo el análisis de fotografías aéreas de los años 1943 y 1990 así como las imágenes de Google Earth del año 2000 y 2005.

Como conclusión de este análisis el consultor no identifica que para el año 1940 ya existía explotación minera en el predio, la cual se vio disminuida en la década del 70, evidenciando el abandono de algunas explotaciones excepto la que corresponde al escarpe principal que se identifica actualmente en el predio.

El levantamiento geomorfológico es presentado en el Plano 4: "Geomorfología", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 0.5 metros. El plano se presenta con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de aprobación de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora 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 en el estudio teniendo en cuenta las recomendaciones hechas para los estudios básicos (numeral 5.1 del presente concepto técnico).

- Se requiere que el consultor se manifieste sobre la posible incidencia que para el proyecto objeto del presente concepto técnico, tienen los procesos de inestabilidad identificados en el estudio de Ingeocim Ltda. 1998, y mencionados en por el consultor en la página 25, toda vez que de acuerdo a lo observado en la Foto 2 (página 25) del estudio, existen indicios de inestabilidad (presencia de un poste inclinado), lo que difiere con lo expresado en la página 26 del estudio en donde el consultor manifiesta que "*De acuerdo a lo observado estos deslizamientos están estabilizados con la implementación de medidas como obras de drenaje. […]*".

- Se solicita dar claridad con respecto a porqué razón los flujos de materiales, deslaves y reptamiento a que hace referencia el estudio no se plasman el plano de inventario de procesos.

- El FOPAE aclara que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

b. Formulación del Modelo

En el numeral 2.10 del estudio, el consultor establece el modelo geológico geotécnico que presenta en los planos 6-1 y 6-2 (secciones transversales A, B, C y F), lo anterior basado en los resultados de la exploración del subsuelo y el levantamiento geológico.

En la tabla de las página 50 del estudio se presenta el resumen de las propiedades geomecánicas de densidad, resistencia y permeabilidad de los materiales en el modelo geológico geotécnico.

En este acápite el consultor no es claro o específico sobre la generación de procesos de inestabilidad potenciales en el predio, así como tampoco, hace mención de los mecanismos de falla considerados en el análisis de estabilidad.

En el Plano 6-1 y 6-2 "Modelo Geológico Geotécnico", se presentan los perfiles geológicos. Estos planos se presenta con la firma del Ingeniero Juan Pablo Gaona y con la firma de aprobación de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

- Se recomienda complementar o aclarar en el estudio teniendo en cuenta las recomendaciones hechas para los estudios básicos (numeral 5.1 del presente concepto técnico). Especialmente se solicita dar claridad con respecto a cuál es el potencial de ocurrencia de procesos tipo flujos de materiales, deslaves y reptamiento, a los cuales se hace referencia en el 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

- El FOPAE considera que este ítem del estudio debe ser complementado teniendo en cuenta lo estipulado en el numeral 3.3.2. del artículo segundo de la resolución 227 el cual menciona que: "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" (subrayado fuera del texto).

c. Exploración Geotécnica

Si bien en la página 47 del estudio se presenta una tabla con el resumen de la exploración del subsuelo NO se presenta un acápite específico relacionado con este ítem. Señala el estudio que los resultados de las perforaciones se complementaron con ensayos de resistencia a la penetración estándar (SPT) y que la variabilidad de los parámetros de los diferentes materiales se determinó a partir de correlaciones con dicho ensayo y como validación de los valores a utilizar se revisaron los obtenidos para materiales similares en proyectos cercanos como información secundaria.

Según lo presentado en la Tabla 6 "Resumen de Exploración del Subsuelo" se realizaron 6 sondeos por parte de la Firma Alfonso Uribe S. y Cía. S.A., con profundidades que varían de 15m hasta 22m y una perforación adicional con una profundidad registrada de 6.21m.

Asimismo, sobre las muestras se realizaron ensayos de clasificación y humedad.

NO CUMPLE

- Se recomienda complementar o aclarar en el estudio teniendo en cuenta las recomendaciones hechas para los estudios básicos (numeral 5.1 del presente concepto técnico).

- Conforme a lo establecido en el numeral 3.3.3 de la Resolución 227 de 2006, la justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio, deben ser explícitos en el informe final de resultados.

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

El consultor presenta la evaluación de amenaza únicamente para el mecanismo de falla correspondiente a deslizamiento rotacional a partir de análisis de estabilidad en los perfiles B, D y F para las condiciones normal y extrema de agua y sismo. Para el escenario con cambio de uso y cortes temporales, se lleva a cabo el mismo tipo de 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

En el aparte 4.1.4 del estudio denominado "Distancia de viaje" se menciona *"Para evaluar las zonas de amenaza fue necesario estimar la distancia de viaje de las posibles superficies de falla evaluadas en el análisis de estabilidad, para lo que se utilizó la metodología propuesta por Finlay, Mostyn y Fell, 1999".*

La zonificación de amenaza para la condición actual se presenta en el Plano 7 a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel 0.5 metros, con firma de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es el analista de riesgos del estudio. En el citado plano se cartografían zonas con una condición de amenaza baja, media y alta por fenómenos de remoción en masa.

En el estudio se incluye el Plano 12: Amenaza condición con proyecto, en el cual se aprecia que en el sector sur del predio se presenta dos zonas con una condición de amenaza media, una franja con una condición de amenaza alta por fenómenos de remoción en masa y el resto del predio presenta una condición de amenaza baja, el citado plano es presentado a escala 1:500 y este plano aparece firmado por el responsable del proyecto la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano.

NO CUMPLE

- 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 y al modelo geológico geotécnico.

- En la página 60 del informe en el numeral 3.2 Evaluación de Amenaza para el escenario con Proyecto, el consultor especifica que "*[...] Los resultados demostraron que la adecuación del terreno que comprende cortes de excavación hasta de 2m de altura [...]*". No obstante lo anterior, en la página 3 el consultor manifiesta "*[...] La implantación de la estructura requiere realizar cortes de excavación entre 4 y 4.5m de profundidad [...]*". El FOPAE considera necesario que el consultor se pronuncie y especifique la profundidad de las excavaciones necesarias para el desarrollo del proyecto.

- Si bien el consultor presenta la evaluación de amenaza únicamente para el mecanismo de falla correspondiente a deslizamiento rotacional, en el Anexo 3 "Memorias de Calculo" se cita como mecanismo de falla el tipo "traslacional". El FOPAE considera necesario que el Consultor aclare este aspecto.

5.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El Consultor presenta el numeral 4.2 - Evaluación y Clasificación de Vulnerabilidad, en este aparte se explica que se empleó la metodología propuesta por Leone (1996) y Soler et. Al. (1998) para evaluar la vulnerabilidad de los elementos expuestos frente a fenómenos de remoción en masa, por lo anterior se determinó el Índice de Daño (ID) en función de la tipología de las viviendas, posteriormente se evaluó el Índice de Vulnerabilidad Física – IVF el cual es una función del ID y del grado de amenaza.

Para la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física, se presenta el sustento teórico de la metodología a utilizar, que consiste en la tipificación de viviendas, la calificación de los daños, la

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

definición de las solicitaciones y definición de índices de daño, utilizando la metodología propuesta por Leone (1996), para lo cual se evalúa el índice de vulnerabilidad físico (IVF), con la expresión propuesta por Soler et al (1998).

De acuerdo con el estudio, la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física se realizó para el Edificio de laboratorio, la vía de acceso, escaleras, un tramo del andén y la Av. Circunvalar dando como resultado una vulnerabilidad media para el escenario actual. Para el escenario con proyecto a partir de los análisis realizados por el consultor se obtuvieron condiciones de vulnerabilidad media.

Producto de los análisis realizados se elaboraron planos de vulnerabilidad física No. 8 y 13 a escala 1:500 debidamente firmados por los profesionales que participaron en su elaboración. Es de anotar que en el Plano 8 - Vulnerabilidad para escenario actual, el consultor plasmó una la condición de vulnerabilidad baja para el Edificio de laboratorio y en el texto se indica que dicha condición es baja.

El estudio concluye que se requiere implementar un plan de medidas de mitigación de riesgo, consistentes en obras de drenaje sub-superficial y superficial y estructuras de contención en los cortes de implantación del proyecto.

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

- Considerando, que de acuerdo con la metodología presentada, la evaluación del índice de vulnerabilidad físico es función del grado de amenaza, la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad deberá ser ajustada considerando las correcciones a que haya lugar, según lo presentado en el numeral 5.3 de este concepto técnico.

- Se recomienda que el consultor en el texto corrija el número de los planos a los que hace referencia en las páginas 64 y 67 del estudio con el fin de que dicha numeración sea coincidente con la numeración de los planos anexados.

5.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el numeral 4.4 del estudio denominado "Evaluación y Clasificación de Riesgo" se menciona *"El riesgo se evaluó a partir del cálculo del Índice de Riesgo (IR), expresado en función del IVF y la probabilidad de falla del fenómeno amenazante, con la expresión siguiente IR=Pf.IVF"*, adicionalmente, se presenta la Tabla 21 en la que se asigna una categoría de riesgo en función de los rangos de variación del IR.

El consultor no hace referencia en este ítem a la evaluación del riesgo en el escenario con 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

Finalmente, en el estudio se presenta el Plano 9: "Riesgo actual" y el Plano 14: "Riesgo con proyecto". Dichos planos son presentados a escala 1:500, y debidamente firmados por los profesionales que participaron en su elaboración.

NO CUMPLE

- 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.

- Se recomienda que el consultor en el texto corrija el número de los planos a los que hace referencia en la página 68 del estudio con el fin de que dicha numeración sea coincidente con la numeración de los planos anexados.

5.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el capítulo No. 5 del estudio denominado "Plan de medidas de mitigación de riesgo" se menciona *"El plan de medidas contemplan 1) Obras de contención como la construcción de un muro en concreto reforzado en los cortes y 2) Obras de drenaje superficial y subsuperficial como cunetas y filtros"*. En este aparte del estudio también se incluyen los apartes denominados "Condiciones y recomendaciones particulares de construcción" y "Plan de Mantenimiento y Monitoreo"

NO CUMPLE

- 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 y definir el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo. Todas las medidas que se sugieran deben estar ubicadas y detalladas en planos del predio con la construcción de las nuevas edificaciones.

5.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Este ítem se presentó incluido en el capítulo 5 del estudio, el consultor indica que "El escenario analizado con proyecto y medidas de mitigación, presenta los resultados de factores de seguridad superiores a 1.3 para la condición extrema. Como se observa en la tabla 23 *[...]"*; no obstante lo anterior, no hace referencia a los factores de seguridad para la condición normal.

NO CUMPLE

- 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 ajustar el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo. Todas las medidas

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

que se sugieran deben estar ubicadas y detalladas en planos del predio con la construcción de las nuevas edificaciones.

- El FOPAE considera necesario que el Consultor cumpla con lo contemplado en el numeral 3.8 del artículo segundo de la resolución 227.

5.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida del Ingeniero Civil con Maestría en Ingeniería Civil Especialización en Geotecnia Marcela Salcedo Quijano y del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo, los cuales, de acuerdo con la información suministrada, el FOPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

5.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los contenidos mínimos solicitados 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 solicitadas a lo largo del presente concepto.

El FOPAE recomienda que la presentación del informe del estudio se ajuste al orden estipulado en el numeral 5 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006, dividiendo adecuadamente la información por capítulos.

NO CUMPLE

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 incluye una carta de responsabilidad firmada por el encargado de la evaluación y cuantificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo que entiende el FOPAE es la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano.

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 CT-6528 (Julio 26 de 2012)

6.1. ESTUDIOS BÁSICOS

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

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.

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- El Consultor delimita de forma clara el polígono de estudio en todos los planos presentados, razón por la cual el FOPAE considera que esta solicitud planteada en la primera revisión del documento queda subsanada en la presente revisión.
- El Consultor presenta una nomenclatura consistente entre las diferentes unidades geológicas descritas en el documento y las que se encuentran cartografiadas en el Plano 2 "*Geología Local*", por lo que el FOPAE considera que la solicitud planteada en la primera revisión queda subsanada.
- El Consultor presenta en el Plano 2 "*Geología Local*" la orientación en planta de los perfiles geológicos a realizar para la generación de dicho modelo, identificados como "*Perfil A, B, C y F*". En los "*Planos 3-1 y 3-2*" se presentan los cuatro (4) perfiles geológicos relacionados en el "*Plano 2*". Aunque las secciones geológicas cuentan en su mayoría con nomenclatura consistente a la incluida en el plano de "*Geología Local*", el FOPAE identifica que el basamento rocoso en color amarillo ilustrado en el Plano 3-2 (Tpc-Ld) difiere en simbología con el incluido en la leyenda geológica del Plano 2 (Tpb-Ld), razón por la cual considera que aún no se ha subsanado en su totalidad la solicitud planteada en la primera revisión del documento.

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

En lo referente a *Geología Estructural* (Pág. 17): *"El Centro Universitario, está inmerso en la vertiente occidental de los cerros orientales, tallada en laderas forjadas en contrapendientes estructurales con gradientes que divagan desde los veinte grados hasta los sesenta grados, en la proximidad a la traza de la falla de Bogotá, […].*

En lo referente a *Geología Estructural* (Pág. 17): "*El comportamiento de la estratificación en el orbe regional, es homogéneo; su buzamiento es inverso y hacia el noreste, lo que da lugar a contrapendientes estructurales. […]."*

- Con base en lo anterior, el FOPAE solicita al Consultor (tal como se realizó en la primera revisión del documento) hacer claridad porqué dentro de los perfiles geológicos se observa que la unidad "*Formación Bogotá – Niveles de Lodolita (Tpb-Ld)*" se ilustra con una pendiente estructural respecto a la ladera asociada al área de estudio, presentando inconsistencia con lo previamente mencionado sobre la condición de contrapendiente estructural incluida dentro del documento.

El levantamiento geológico es presentado en el Plano 2 "Geología Local", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 0.5 metros. Los perfiles geológicos son presentados en los Planos

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

3-1 y 3-2. Los planos se presentan con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

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

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- El Consultor presenta en el Plano 4 "*Geomorfología*" la delimitación del polígono correspondiente al área objeto de estudio, razón por la cual el FOPAE considera subsanada la solicitud realizada en la primera revisión del documento.

- Aunque el Consultor presenta como producto del estudio el Plano 4 "*Geomorfología*", el FOPAE considera necesario complementar los aspectos geomorfológicos locales existentes en el área, teniendo en cuenta lo expresado en un aparte del numeral 3.2.1.2. del artículo segundo de la resolución 227 el cual cita lo siguiente: *"De manera precisa serán cartografiados los procesos, con énfasis en los de remoción en masa y erosión"*. (Subrayado fuera del texto).

- El Consultor asigna dentro de la leyenda geomorfológica del Plano 4 "Geomorfología", una codificación en color que coincide con las diferentes unidades geomorfológicas observadas en dicho plano, razón por la cual el FOPAE considera que la solicitud planteada en la primera revisión del documento queda subsanada.

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

> En lo referente al numeral 2.2.1.2 *Morfoestructural (Formas): "Es sin lugar a dudas el principal y más relevante tipo de relieve en el sector. Su evolución está ligada a la dinámica estructural y tectónica de la Sabana de Bogotá y del cinturón de los cerros orientales, los que en conjunto, configuran y rasgan pliegues, fracturan macizos, izan y hunden bloques, y basculan monolitos. El resultado de todos estos eventos queda representado por contrapendientes estructurales (Ce), y en menor proporción por conspicuos escarpes (E)*".

- Con base en lo anterior, el FOPAE solicita al Consultor hacer claridad porqué dentro del documento, así como dentro del Plano 4 *"Geomorfología"*, las unidades geomorfológicas descritas se representan como "*Tipo de Ladera Contrapendiente Estructural*", condición que no se ve reflejada en los perfiles geológicos presentados dentro del documento.

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

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 lo referente al numeral 2.1.3.3 *Geología Estructural Local*: "*La información estructural, acopiada fue precaria debido a las pocas exposiciones del macizo rocoso. Así las cosas, fue imposible el modelamiento cinemático de las laderas o taludes prexistentes, esto soportado además, en que los mismos están forjados principalmente en suelos residuales, materiales que poseen propiedades o características diferentes a las de una roca, y los mismos son los que abarcan la mayor extensión del área de estudio y recubren – con espesores promedio cercanos a los 10 metros – las unidades de roca.*".

En lo referente al numeral 2.2.1.3 *Procesos Morfodinámicos: "[...] Las laderas naturales no sólo se transfiguraron en su morfometría, por la disposición de cortes y rellenos y por la adecuación para la construcción de viviendas y vías tanto vehiculares como peatonales, sino por la mayor predisposición a los agentes de intemperismo, y por la modificación en el patrón de drenaje. Como resultado de la convolución de tales eventos acaecen diversas expresiones morfodinámicas así: Meteorización, Erosión en surcos y cárcavas, Procesos de Remoción en Masa: caída de bloques, reptamientos, deslizamientos traslacionales en roca y suelo y deslizamientos rotacionales en suelos.*".

- Con base en lo anterior, el FOPAE solicita al Consultor que aclare porqué a pesar de mencionar que no se realiza ningún tipo de análisis cinemático de estratificación y/o diaclasas, en el documento también se indica que dentro de las expresiones morfodinámicas en lo referente a procesos de remoción en masa existen deslizamientos traslacionales en roca. Esta inconsistencia dificulta la comprensión del estudio y no permite hacer claridad sobre la integración de la condición geológica y geomorfológica existente en el área del proyecto.

El levantamiento geomorfológico es presentado en el Plano No. 4 "Geomorfología", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 0.5 metros. El plano se presenta con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

c. Hidrogeología

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

En lo referente al numeral 2.9 *Análisis de la Hidrogeología*: "*[...] de las perforaciones se registró nivel freático entre 1.5m y 3.2m de profundidad y dadas las características antes descritas de los rellenos se asumió para la* ***condición normal*** *en los análisis de estabilidad de los taludes un nivel de agua construido con los valores de nivel reportado en los registros de perforación, mientras para la* ***condición extrema*** *se asume un incremento de 1 a 2m de altura de esta tabla de agua, lo cual arroja un nivel*

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

próximo a la superficie del terreno. Considerando que se trata de una contrapendiente estructural la roca no se considera saturada. [...]".

- El FOPAE reitera (tal como se realizó en la primera revisión del documento) que no es claro cuáles serán las posiciones de niveles de agua en condiciones normales y extremas que el Consultor utilizará en los análisis de estabilidad, razón por la cual le solicita tener en cuenta lo establecido en el numeral 3.2.1.3 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, donde se expresa que el estudio deberá determinar y evaluar las condiciones del agua subsuperficial en condiciones normales y extremas más probables en el período de análisis del proyecto, esto es 50 años, así como fijar los parámetros correspondientes a posiciones de niveles de agua o factores R_u en condiciones normales y extremas de lluvias críticas y el periodo de recurrencia de esta situación. En cualquier caso el Consultor deberá justificar adecuadamente los niveles de agua a utilizar en los análisis.

- El FOPAE solicita al Consultor hacer claridad cuando expresa "*Considerando que se trata de una contrapendiente estructural la roca no se considera saturada*". Aunque esta afirmación continúa siendo consistente dentro del documento, esta condición no se ve reflejada dentro de los perfiles geológicos presentados en los planos 3-1 y 3-2, razón por la cual se requiere que esta inconsistencia sea clarificada dentro del estudio y que todos los productos sean coherentes entre sí (documento y planos).

NO CUMPLE

d. Drenaje Superficial

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- El Consultor delimita claramente el polígono objeto de estudio en todos los planos presentados, razón por la cual el FOPAE considera subsanada esta solicitud realizada en la primera revisión del estudio.

- El FOPAE reitera (tal como se hizo en la primera revisión del documento) al Consultor, tener presente lo establecido en la Resolución 227 en cuanto a "*[...] incluir una evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial, tanto natural como artificial (sistemas 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 afecten el área o que se podrían generar. [...]*". Con base en lo contenido en el documento revisado el FOPAE considera que esta solicitud no ha sido subsanada.

NO CUMPLE

e. Sismología

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

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

> Con relación al numeral 2.5 *Sismología: "Según el Decreto 523 de 2010, el proyecto se localiza* en un gran porcentaje en la zona de ladera (Figura 2.8) y en menor porcentaje en la zona de cerros, por lo tanto se considera ubicado en la transición entre estas dos zonas Cerros y Depósito de Ladera del Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá. Para el diseño se utilizará el espectro definido por el decreto 523 del 16 de diciembre de 2010. Por tanto para los análisis de estabilidad se utilizó el valor de aceleración promedio a=0,20g".

- Con relación a lo anterior, el FOPAE solicita al Consultor hacer claridad y justificar dentro del documento el porqué de la asignación de los coeficientes de diseño sísmico a tener en cuenta dentro de sus análisis, de conformidad con lo establecido en los numerales 5.6 y 5.7 del Artículo 5 del Decreto 523 de 2010.

NO CUMPLE

f. Uso del Suelo

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

> Con relación al numeral 2.6.1 *Uso actual del suelo*: "*[…] En la zona objeto de estudio se encuentran las siguientes unidades: Pastos Naturales, Institucional Educativa, Rastrojo bajo e Institucional Urbana Vías (subdividida en las siguientes áreas: Peatonal, Infraestructura eléctrica, Institucional escaleras y Anden). En el inventario detallado y caracterización de procesos de remoción en masa, se encontró rectamiento leve y superficial que no obedece a ningún deslizamiento de gran magnitud. En cuanto al uso precedente del suelo no se evidencia en el predio que haya existido procesos de minería o de explotación de canteras".*

- El consultor presenta la cartografía de las unidades mencionadas en el Plano 5 "*Uso y Cobertura del Suelo*" con vista en planta a escala 1:500, con curvas de nivel cada 0.5m. En dicho plano se encuentra delimitado el polígono objeto de estudio. No toda el área contenida dentro del polígono tiene asociada una unidad de cobertura de uso de suelo, observando espacios en blanco que no tienen ninguna identificación, razón por la cual el FOPAE considera que la solicitud planteada al Consultor en la primera revisión del documento no ha sido subsanada en su totalidad.

- El FOPAE solicita al Consultor explicar dentro del documento, a qué tipo de proceso de remoción en masa se refiere cuando menciona que se encontró un rectamiento leve y superficial, y además, solicitar que de claridad al porqué este proceso que se menciona fue observado dentro del inventario

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

detallado y caracterización de procesos realizado por el Consultor no se ve reflejado dentro del Plano 4 "*Geomorfología*", en el cual deberían enmarcarse todos los procesos morfodinámicos existentes dentro del área de estudio. El FOPAE solicita que el inventario detallado y caracterización de procesos de remoción en masa (llevado a cabo por el Consultor según se asume por lo expresado en el estudio en la página 40) forme parte del documento y que tales fichas sean presentadas en un anexo al final del texto.

- Con relación al numeral 3.2.1.6 del artículo segundo de la resolución 227 el cual señala que: *"[...] en ausencia de estudios preliminares deberán realizarse mapas en la escala que corresponda (1:500 o 1:1:000) donde se presente la situación actual del suelo, con énfasis en procesos de minería o canteras actuales o abandonadas [...]"*, el Consultor menciona al respecto en la página 40 del documento revisado que "*En cuanto al uso precedente del suelo no se evidencia en el predio que haya existido procesos de minería o explotación de canteras*". Bajo esta afirmación realizada por el Consultor el FOPAE considera que la solicitud planteada en la primera revisión queda subsanada, aunque le solicita que tenga presente lo que se menciona dentro del numeral 6.2, literal a, último punto, del presente Concepto Técnico.

El Uso y Cobertura del Suelo es presentado en el Plano No. 5, el cual se encuentra con la firma del Ingeniero Juan Pablo Gaona y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

6.2 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- Con respecto a la solicitud planteada al Consultor en la primera revisión, la cual hacía referencia a la posible incidencia que para el proyecto objeto de estudio tienen los procesos de inestabilidad identificados en el estudio de Ingeocim Ltda. 1998, y mencionados en la página 26 del documento (Figura 3 "Mapa de procesos – Tomado de Ingeocim, 1998" y Foto 2 "Escarpe de los deslizamientos identificados en el estudio de Ingeocim Ltda"), el Consultor manifiesta en la página 27 que "*De acuerdo con lo observado estos deslizamientos están estabilizados con la implementación de medidas como obras de drenaje. [...]*". De acuerdo con lo anterior, El FOPAE reitera que el Consultor no concluye, ni hace claridad a la solicitud planteada al respecto.

- El FOPAE reitera al Consultor (tal como se realizó en la primera revisión del documento), que de claridad al porqué a pesar de mencionar en la página 27 "*[...] Otros procesos eventuales, son los pequeños flujos de material y deslaves, estos comprometen los niveles superiores de los suelos*

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

orgánicos y residuales;[...]", estos procesos de inestabilidad mencionados en el documento no se ven reflejados en un plano que contenga el inventario de procesos llevado a cabo para el área de estudio.

- El FOPAE hace claridad que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

Con relación al numeral 2.2.2 *Análisis Multitemporal:* "*El análisis del sector en estudio se fundamenta en el análisis multitemporal de fotografías aéreas de escalas 1:5000, producidas por el IGAC y complementado con las imágenes Google 2000 y 2005 del sector.[...] La fotografía aérea del año 1943 indica y plasma el pulso colonizador de la ciudad de la época, el que no solo se enfoca en el emplazamiento de infraestructura en las franjas planas de la sabana, sino que se traslada al aprovechamiento de las zonas de piedemonte y de las laderas de los cinturones montañosos que circundan la capital. De igual manera se evidencian algunos escarpes de los taludes forjados por la explotación y acumulación local de escombreras, estos asociados a la perdida de algunos drenajes naturales [...]*".

Con relación a lo mencionado en la Página 40: "*En cuanto al uso precedente del suelo no se evidencia en el predio que haya existido procesos de minería o explotación de canteras*".

- Con relación a lo anterior, el Consultor continua desconociendo lo que se señaló dentro de la primera revisión del estudio y que fue planteado en el numeral 5.2, literal a, del Concepto Técnico CT-6430 que expresaba lo siguiente: "*Como conclusión de este análisis el consultor no identifica que para el año 1940 ya existía explotación minera en el predio, la cual se vio disminuida en la década del 70, evidenciando el abandono de algunas explotaciones excepto la que corresponde al escarpe principal que se identifica actualmente en el predio*". El FOPAE considera que la solicitud planteada en la primera revisión del estudio no ha sido subsanada.

El levantamiento geomorfológico es presentado en el Plano No. 4 "Geomorfología", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 0.5 metros. El plano se presenta con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

b. Formulación del Modelo

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

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 reitera al Consultor (tal como se realizó en la primera revisión del documento), complementar o aclarar en el estudio teniendo en cuenta las recomendaciones hechas para los estudios básicos (numeral 6.1 del presente concepto técnico), cuál es el potencial de ocurrencia de procesos tipo flujos de materiales, deslaves y reptamiento para el área objeto del presente concepto, a los cuales se hace referencia en el estudio revisado.

- El FOPAE considera que este ítem del estudio debe ser complementado teniendo en cuenta lo estipulado en el numeral 3.3.2. del artículo segundo de la resolución 227 el cual menciona que: "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" (subrayado fuera del texto).

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

Con relación al numeral 2.10 *Formulación del Modelo Geológico-Geotécnico:* "*Para la formulación del modelo geológico-geotécnico del área de estudio se tuvieron en cuenta los materiales involucrados en las perforaciones realizadas localizadas sobre la secciones transversales (Perfil A, perfil B, perfil D y Perfil F). (Ver Plano 7)*".

- El FOPAE solicita al Consultor aclarar por qué se menciona que uno de los modelos geológico-geotécnicos realizados se presenta en el perfil D, cuando en los Planos 6-1 y 6-2 incluidos dentro del estudio sólo aparecen los perfiles A, B, C y F.

- Aunque se relaciona que las secciones transversales se pueden ver en el Plano 7, en este se encuentra es la zonificación de "*Amenaza por Remoción en Masa Condición Actual*". El FOPAE solicita al consultor realizar un trabajo de revisión de todo el documento, donde se verifique que la referencia de planos coincida con los productos presentados.

El Consultor presenta dentro del documento lo siguiente:

Con relación al numeral 2.10.1 *Determinación de parámetros a partir del SPT*: Se definen cuatro (4) diferentes tipos de materiales para los cuales se presenta por cada uno de ellos una relación gráfica entre el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante, que les permite obtener el ángulo de fricción efectivo y la cohesión efectiva de cada material. Los materiales establecidos dentro del análisis fueron: Relleno, Arcilla arenosa, Arena arcillosa y Arcilla de color gris.

En los numerales 2.10.2, 2.10.3 y 2.10.4, el Consultor realiza una descripción de los materiales tipo Rellenos, Suelo arcilloso color café y Arcillolita, respectivamente. En la Tabla 9 "*Materiales Identificados*" el Consultor identifica tres (3) materiales identificándolos con la unidad geológica correspondiente, a saber: Relleno (Qarm y Qarv), Arcilla de color café (Qtpb-Sr-Ld) y Arcillolita color rojizo morado, Formación Bogotá (Tpb).

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 Tabla 10 "*Parámetros geotécnicos adoptados en los análisis de estabilidad*", el Consultor relaciona los siguientes materiales: Relleno, Arcilla de color habano, Arena arcillosa, Arcilla gris.

En los Planos 6-1 y 6-2 *"Modelo Geológico-Geotécnico"* el Consultor relaciona en la leyenda de dichos planos los siguientes materiales: Relleno, Arcilla, Arcilla gris y Arcillolita.

- Con relación a lo anterior, el FOPAE solicita que se haga claridad porqué los materiales definidos dentro del documento para ser tenidos en cuenta dentro de los análisis de estabilidad, no coinciden con los materiales incluidos en la leyenda de los planos que contienen los modelos geológico-geotécnicos, los cuales entiende el FOPAE, son los modelos que se utilizarán para dichos análisis.

- Los Planos 6-1 y 6-2 en los cuales se presenta el modelo geológico-geotécnico del área de estudio no incluyen información referente a los parámetros geomecánicos adoptados para cada material, razón por la cual el FOPAE solicita que sean corregidos y complementados, teniendo en cuenta la observación planteada previamente.

- El FOPAE solicita al consultor hacer claridad porqué el Perfil B contenido en el Plano 6-1, es diferenciado en el modelo geológico-geotécnico con cuatro (4) diferentes tipos de materiales, y los perfiles A y C presentados en los planos 6-1 y 6-2 respectivamente, sólo cuentan dentro de su modelo con tres (3) tipos de materiales, más aun, cuando estas tres (3) secciones de análisis son adyacentes entre sí, tal como se aprecia en el Plano 1 "*Topografía*" y Plano 2 "*Geología Local*", entre otros.

En el Plano 6-1 y 6-2 "Modelo Geológico-Geotécnico", se presentan los perfiles geológicos de las secciones A, B, C y F. Estos planos se presentan con la firma del Ingeniero Juan Pablo Gaona y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

c. Exploración Geotécnica

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- Aunque el Consultor presenta en la Tabla 6 "*Resumen de Exploración del Subsuelo*" un cuadro en el cual se indica el trabajo de exploración realizado, la cantidad de perforaciones y la profundidad de las mismas, en el Anexo 1 "*Registro de Perforación y Ensayos*" no se encuentra el soporte físico de la perforación P1 realizada a una profundidad de 6.21m, según lo contenido en la Tabla 6. Con base en lo anterior el FOPAE solicita la Consultor complementar el Anexo 1 con el registro de la perforación P1 faltante.

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 reitera al Consultor (tal como se realizó en la primera revisión del documento), que según lo establecido en el numeral 3.3.3 de la Resolución 227 de 2006, "*La justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio, deberán ser explícitos en el informe final de resultados*", razón por la cual se solicita que se cumpla con este requisito dentro del documento.

- El FOPAE llama la atención que aunque de forma previa el Consultor definió los materiales a emplear dentro de los análisis de estabilidad, así como adoptó parámetros geomecánicos para dicha modelación, NO se evidencia dentro del Anexo 1, ningún ensayo de laboratorio que se haya realizado dentro del estudio y que permita establecer adecuadamente las características esfuerzo-deformación y/ resistencia de los materiales involucrados en el modelo geológico-geotécnico formulado. Se solicita dar claridad y justificar el porqué del programa de ensayos de laboratorio llevado a cabo dentro del estudio se considera suficiente, o si por el contrario, las correlaciones realizadas con información obtenida del ensayo de SPT para la obtención de parámetros geomecánicos se consideran pertinentes para adoptarlas en el estudio.

NO CUMPLE

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

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- El FOPAE llama la atención al Consultor, en relación a que dentro del documento él expresa en el numeral 3.1.1 *Mecanismos de Falla,* que el mecanismo más probable es de tipo rotacional y es sobre esta consideración que basa sus modelaciones de estabilidad, pero no evalúa en ninguna forma procesos morfodinámicos de tipo flujos de materiales, deslaves y rectamiento, tal como lo menciona dentro del texto como eventos probables a presentarse en el área de estudio analizada. El FOPAE solicita que se dé claridad al porqué menciona este tipo de procesos dentro del documento, pero no realiza ningún tipo de modelación al momento de evaluar y clasificar la amenaza.

- El FOPAE reitera al Consultor, que si bien se presenta la evaluación de amenaza únicamente para el mecanismo de falla correspondiente al deslizamiento rotacional, tal como se muestra en el Anexo 2 "Análisis de Estabilidad", el Consultor también cita dentro del documento en la página 24, numeral 2.2.1.3 "*Procesos Morfodinámicos,*" como mecanismo de falla "deslizamientos traslacionales en roca y suelo". El FOPAE considera necesario que el Consultor aclare porqué a pesar de mencionar este tipo de mecanismo de falla, los análisis de estabilidad no reflejan este modelo de evaluación.

El Consultor presenta dentro del documento lo siguiente:

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 página 61 del informe revisado correspondiente al numeral 3.2 *Evaluación de Amenaza para el escenario con Proyecto,* el consultor especifica que "*[…] Los resultados demostraron que la adecuación del terreno que comprende cortes de excavación hasta de 4.5m de altura conlleva el retiro de los relleno antrópicos lo cual mejora la estabilidad. […].*"

En la página 3 dentro del numeral 1.4 *Topografía,* el Consultor manifiesta "*[…] Con los niveles establecidos para primer piso y sótano los cortes tendrán alturas no mayores de 4.0m. […].*"

En la página 4 en el numeral 1.6 *Justificación del área de influencia,* el Consultor expresa que "*[…] como es la presencia de parqueaderos al oriente de la Avenida Circunvalar que corresponde a una zona plana lo que arroja una franja entre 21m y 32m al oriente del predio donde se proyecta un corte de excavación de 5m altura aproximadamente, […]*".

- Con relación a lo anterior, el FOPAE considera necesario que el consultor se pronuncie y haga claridad sobre cuál es la profundidad real de las excavaciones a realizarse dentro del área de estudio y que permitirán la implantación de la obra proyectada.

El Consultor presenta en el Anexo 2 "*Análisis de Estabilidad*" lo siguiente:

En este anexo, el consultor presenta una tabla en la cual resume los factores de seguridad obtenidos de la modelación para cada sección de análisis definida, así como relaciona la probabilidad de falla para condición normal (1 año) y extrema (50 años), lo que le permite categorizar la amenaza.

El Consultor presenta en cuadros resumen y de forma individual la evaluación de amenaza para cada sección de análisis, en el que relaciona que el coeficiente de aceleración empleado es de 0,20g, consistente con lo mencionado en el numeral 2.5 "*Sismología*".

Se presenta en dos hojas (para cada sección de análisis) el cálculo de la probabilidad total de falla para condición actual por los métodos Lognormal, Normal y Weibull, previamente discriminada para las siguientes condiciones: 1. Sin sismo y sin lluvia, 2. Con sismo y sin lluvia, 3. Con lluvia y sin sismo y 4. Con lluvia y con sismo.

Con relación a lo anterior, el FOPAE debe realizar las siguientes observaciones:

- No es claro para el FOPAE, porqué el Consultor a pesar de definir que se va a adoptar como coeficiente sísmico de aceleración horizontal 0,20g, en las tablas que incluyen el cálculo de la probabilidad total de falla se señala dentro de los datos básicos que "*SISMO(a/g)=0.30*". Se requiere que el Consultor realice una explicación al respecto.

- No es claro para el FOPAE, al observar los análisis de estabilidad individuales, porqué el Consultor incorpora dentro de la modelación un coeficiente sísmico vertical de 0,12g, cuando en ninguna parte dentro del documento hace referencia a la adopción adicional de este componente sísmico y NO presenta una justificación sólida que permita soportar la inclusión de este parámetro adicional (al

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

coeficiente sísmico horizontal de 0,20g propuesto), el cual condiciona un mayor efecto sísmico para el área de estudio.

- No es claro para el FOPAE, porqué al momento de realizar el análisis de probabilidad total en condición actual para cada modelo, el Consultor determina que la probabilidad de lluvia=0.63583032 y la probabilidad de sismo=0.100012241, empleando para ello un período de retorno de lluvia de 50 años y un período de diseño de 50 años, cuando previamente se había definido en el numeral 3.1.3 "*Cálculo de la probabilidad de falla*" que el período de retorno de lluvia adoptado era de 10 años, y por otra parte, si se está analizando una condición actual porqué no se considera es un periodo de diseño de 1 año. Bajo la anterior consideración, el FOPAE solicita al Consultor que revalúe todos los valores de probabilidad de falla obtenidos, ya que los mismos fueron evaluados a partir de consideraciones o datos de entrada no consistentes, con lo que había expresado el Consultor de forma previa en varios apartes dentro del documento.

- En los modelos de estabilidad presentados no es claro para el FOPAE como se incorpora el agua dentro de los análisis, ya que se observa para todos los modelos la misma lámina de agua (con un valor de Hu=1) y no se evidencia una diferencia clara entre las condiciones normales y extremas más probables, más aún, cuando el Consultor expresa en la página 58, numeral 3.1.3 "*Cálculo de la probabilidad de falla*" que el evento detonante de lluvia se verá representado por el parámetro de presión de poros RU, el cual no se indica ni relaciona en ninguna parte dentro de la modelación. El FOPAE solicita al Consultor hacer claridad sobre la forma en la cual se incorpora el agua en los análisis de estabilidad, ya que en las modelaciones no existe consistencia ni claridad respecto a lo contenido en el documento.

En el estudio se incluye el Plano 7 "*Amenaza por Remoción en Masa Condición Actual*" y el Plano 12 "*Amenaza por Remoción en Masa Condición con Proyecto*", los citados planos son presentados a escala 1:500 y estos planos aparecen firmados como responsable la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, quién entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Para que el Consultor valide los análisis de estabilidad que le permitan evaluar la amenaza, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas en los estudios básicos y al modelo geológico geotécnico. Adicionalmente, se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

6.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- El FOPAE reitera al Consultor que con el fin de validar los análisis de vulnerabilidad presentados, es necesario que tenga en cuenta las observaciones realizadas en los estudios básicos, relacionados con la forma en la cual se incorpora el agua para las condiciones normales y extremas más probables, con relación a la definición del modelo geológico geotécnico asociado al condicionante

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

estructural o no del macizo, la definición de todos los mecanismo de falla que se puedan presentar en el área tal como se expresa en los procesos morfodinámicos, en la verificación y/o revaluación de la determinación de la probabilidad de falla en los análisis de estabilidad, la definición clara de los coeficientes sísmicos a emplear en el estudio así como su criterio de adopción, y por último la integración de todas las observaciones anteriores en las evaluaciones de amenaza realizadas.

- Con relación a lo anterior, el FOPAE reitera con base en la consideración de la metodología presentada (la evaluación del índice de vulnerabilidad físico - IVF es función del grado de amenaza), que la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad deberá ser ajustada considerando las correcciones a que haya lugar, según lo presentado en el numeral 6.3 de este concepto técnico.

- El Consultor presenta en la Tabla 20 "*Evaluación de Vulnerabilidad para Escenario con Proyecto*" que el elemento correspondiente al nuevo edificio de laboratorio cuenta con una vulnerabilidad media, lo cual no es consistente con lo observado en el Plano 13 "*Vulnerabilidad con Proyecto*", donde se observa en donde se emplazará la edificación una franja en color amarilla y otra de mayor área en color verde, lo que representada dos (2) grados de vulnerabilidad definidos, medio y bajo respectivamente. El FOPAE solicita al respecto que la evaluación de vulnerabilidad realizada en el documento sea consistente con la presentada en los planos.

- En el Plano 13, también se observa que el edificio de laboratorios existente hacia el costado occidental del área de estudio cambió de vulnerabilidad baja y media en el escenario actual, a vulnerabilidad baja en el escenario con proyecto, pero no se aprecia dentro del documento la evaluación que justifique este cambio de categorización, razón por la cual el FOPAE solicita al Consultor que toda modificación que se realice respecto a la evaluación de vulnerabilidad para los diferentes escenarios, debe estar soportado de forma debida dentro del documento.

En el estudio se presenta el Plano 8 "*Vulnerabilidad para Escenario Actual*" y el Plano 13 "*Vulnerabilidad con Proyecto*", los citados planos son presentados a escala 1:500 y estos planos aparecen firmados como responsable la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, quién entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

6.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- Se reitera que para que el Consultor valide los análisis de riesgo llevados a cabo en el estudio, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos, al modelo geológico geotécnico, así como a los análisis de estabilidad y a las evaluaciones de amenaza y vulnerabilidad presentadas en el presente concepto técnico, cumpliendo adicionalmente con lo establecido en el numeral 3.6 de la Resolución 227 de 2006.

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 el Consultor presenta en la Tabla 22 "*Resultados de la Evaluación de Vulnerabilidad y Riesgo*", ésta no es explícita en definir para que escenario (actual o con proyecto) se está realizando dicho análisis, razón por la cual el FOPAE solicita que se dé claridad a cada una de las condiciones evaluadas, ya que el Consultor sí presenta dos (2) planos de riesgo para escenarios diferentes.

- No es claro para el FOPAE porqué en el plano de Riesgo con Proyecto, se observa que el área donde se construirá la nueva estructura para laboratorio cuenta con dos (2) diferentes valoraciones de riesgo, medio y bajo; así como el porqué se modifica el riesgo para el edificio de laboratorios ubicado al costado occidental del área de estudio, pasando de medio y bajo para el escenario actual y sólo bajo para el escenario con proyecto.

- El FOPAE solicita al Consultor que realice una espacialización de la valoración del riesgo tanto para el escenario actual como con proyecto, a toda el área de estudio; ya que se observan zonas sin categorización (definidas en color blanco) dentro de los planos presentados, o en su defecto, considere la opción de incluir aquellas áreas dentro de una leyenda que asocie una valoración de no riesgo o riesgo nulo.

En el estudio se presenta el Plano 9 "*Riesgo para Escenario Actual*" y el Plano 14 "*Riesgo con Proyecto*", los citados planos son presentados a escala 1:500 y estos planos aparecen firmados como responsable la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, quién entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

6.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- El FOPAE reitera que el Consultor deberá validar este ítem, teniendo en cuenta las observaciones realizadas en los numerales anteriores del presente concepto técnico y si es del caso, a partir de nuevos análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, definir el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo. Se recuerda que todas las medidas que se sugieran deben estar ubicadas y detalladas en planos del predio con la construcción de las nuevas edificaciones.

En el estudio se incluye el Plano 15 "*Medidas de Mitigación*" y el Plano 16 "*Detalles Medidas de Mitigación*", los citados planos son presentados a escala 1:500 y estos planos aparecen firmados como responsable la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, quién entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

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

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

6.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Con base en las solicitudes planteadas en la primera revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- Se reitera que para que el Consultor valide este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas en los ítems anteriores y si es del caso, realizar nuevos análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo que ajusten el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo. Se recuerda que todas las medidas que se sugieran deben estar ubicadas y detalladas en planos del predio con la construcción de las nuevas edificaciones.

- Aunque el Consultor menciona en el numeral 5.3 "*Evaluación de Amenaza con Medidas de Mitigación y Proyecto" que "El escenario analizado con proyecto y medidas de mitigación, presenta los resultados de factores de seguridad superiores a 1.3 para la condición extrema.",* al revisar la Tabla 23 "*Evaluación del Amenaza para el Escenario con Proyecto y Obras"* se aprecia que varios de los factores de seguridad presentados son menores a 1.3 y por lo tanto asocian un nivel de amenaza medio, además, al revisar el Plano 17 "*Amenaza por Remoción en Masa Condición con Proyecto y Medidas de Mitigación"* toda el área de estudio se encuentra categorizada en amenaza baja. Con base en lo anterior, el FOPAE solicita al Consultor atender el requerimiento inicial planteado en el numeral 6.7, y corregir o aclarar las inconsistencias que se presentan al respecto entre el documento y los planos generados.

En el estudio se presenta el Plano 17 "*Amenaza por Remoción en Masa Condición con Proyecto y Medidas de Mitigación"*, el citado plano es presentado a escala 1:500 y este plano aparece firmado como responsable la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, quién entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

6.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida de la Ingeniera Civil con Maestría en Ingeniería Civil y Especialización en Geotecnia, Marcela Salcedo Quijano; del Ingeniero Geólogo - Geotecnista José Manuel Naranjo, los cuales, de acuerdo con la información suministrada, el FOPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

6.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los contenidos mínimos solicitados 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

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

nueva versión del informe con los ajustes, aclaraciones o modificaciones solicitadas a lo largo del presente concepto.

El FOPAE recomienda que la presentación del informe del estudio se ajuste al orden estipulado en el numeral 5 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006, dividiendo adecuadamente la información por capítulos.

NO CUMPLE

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 incluye una carta de responsabilidad firmada por el encargado de la evaluación y cuantificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo que entiende el FOPAE es la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano.

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. TERCERA REVISIÓN DEL ESTUDIO – Concepto Técnico CT-6627 (08 de Noviembre de 2012)

7.1 ESTUDIOS BÁSICOS

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

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- El Consultor delimita de forma clara el polígono de estudio en todos los planos presentados, razón por la cual el FOPAE considera que esta solicitud planteada en la primera revisión del documento queda subsanada en la presente revisión.

- El Consultor presenta una nomenclatura consistente entre las diferentes unidades geológicas descritas en el documento y las que se encuentran cartografiadas en el Plano 2 "*Geología Local*", por lo que el FOPAE considera que la solicitud planteada en la primera revisión queda subsanada.

- El Consultor presenta en el Plano 2 "*Geología Local*" la orientación en planta de los perfiles geológicos a realizar para la generación de dicho modelo, identificados como "*Perfil A, B, C y F*". En los "*Planos 3-1 y 3-2*" se presentan los cuatro (4) perfiles geológicos relacionados 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

"*Plano 2*". Las secciones geológicas cuentan con nomenclatura consistente a la incluida en el plano de "*Geología Local*". Con base en lo anterior se considera que se ha subsanado la solicitud planteada en la primera y segunda revisión del documento.

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

En lo referente a *Geología Estructural* (Pág. 17): *"El Centro Universitario, está inmerso en la vertiente occidental de los cerros orientales, tallada en laderas forjadas en contrapendientes estructurales con gradientes que divagan desde los veinte grados hasta los sesenta grados, en la proximidad a la traza de la falla de Bogotá, […].*

En lo referente a *Geología Estructural* (Pág. 17): "*El comportamiento de la estratificación en el orbe regional, es homogéneo; su buzamiento es inverso y hacia el noreste, lo que da lugar a contrapendientes estructurales. […]."*

- En los planos 3-1 y 3-2 donde se presentan los perfiles geológicos, se observa que el material rocoso denominado "*Formación Bogotá – Niveles de Lodolita (Tpb-Ld)*", cuenta con un buzamiento que representa una condición de contrapendiente estructural, la cual es consistente con lo mencionado para esta unidad dentro del documento. Con base en lo anterior, se considera que se ha subsanado la solicitud planteada en la primera y segunda revisión del documento.

El levantamiento geológico es presentado en el Plano 2 "Geología Local", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 0.5 metros. Los perfiles geológicos son presentados en los Planos 3-1 y 3-2. Los planos se presentan con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

CUMPLE

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

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- El Consultor presenta en el Plano 4 "*Geomorfología*" la delimitación del polígono correspondiente al área objeto de estudio, razón por la cual el FOPAE considera subsanada la solicitud realizada en la primera revisión del documento.

- Aunque el Consultor presenta como producto del estudio el Plano 4 "*Geomorfología*", el FOPAE considera necesario complementar los aspectos geomorfológicos locales existentes en el área, teniendo en cuenta lo expresado en un aparte del numeral 3.2.1.2. del artículo segundo de la resolución 227 el cual cita lo siguiente: *"De manera precisa serán cartografiados los procesos, con énfasis en los de remoción en masa y erosión"*. (Subrayado fuera del texto). Con relación 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

lo anterior, el Consultor menciona en la página 24: "Al interior del área de estudio no se encontró registro de dichos procesos, por tal razón no se presenta un inventario de éstos en el Plano 4 que corresponde a la geomorfología local". Teniendo en cuenta todo lo expresado el FOPAE considera que se ha subsanado la solicitud planteada en la primera y segunda revisión del documento.

El FOPAE aclara que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

- El Consultor asigna dentro de la leyenda geomorfológica del Plano 4 "Geomorfología", una codificación en color que coincide con las diferentes unidades geomorfológicas observadas en dicho plano, razón por la cual el FOPAE considera que la solicitud planteada en la primera revisión del documento queda subsanada.

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

En lo referente al numeral 2.2.1.2 *Morfoestructural (Formas): "Es sin lugar a dudas el principal y más relevante tipo de relieve en el sector. Su evolución está ligada a la dinámica estructural y tectónica de la Sabana de Bogotá y del cinturón de los cerros orientales, los que en conjunto, configuran y rasgan pliegues, fracturan macizos, izan y hunden bloques, y basculan monolitos. El resultado de todos estos eventos queda representado por contrapendientes estructurales (Ce), y en menor proporción por conspicuos escarpes (E)*".

- El Consultor incorpora la condición de Ladera en Contrapendiente Estructural en los planos 3-1 y 3-2 "Perfiles Geológicos", razón por la cual se considera que la observación planteada al respecto en la segunda revisión del documento ha sido subsanada en la presente revisión.

En lo referente al numeral 2.1.3.3 *Geología Estructural Local*: "*La información estructural, acopiada fue precaria debido a las pocas exposiciones del macizo rocoso. Así las cosas, fue imposible el modelamiento cinemático de las laderas o taludes existentes, esto soportado además, en que los mismos están forjados principalmente en suelos residuales, materiales que poseen propiedades o características cinemáticas diferentes a las de una roca, y los mismos son los que abarcan la mayor extensión del área de estudio y recubren – con espesores promedio cercanos a los 10 metros – las unidades de roca.*".

En lo referente al numeral 2.2.1.3 *Procesos Morfodinámicos: "[…] Las laderas naturales no sólo se transfiguraron en su morfometría, por la disposición de cortes y rellenos y por la adecuación para la construcción de viviendas y vías tanto vehiculares como peatonales, sino por la mayor predisposición a los agentes de intemperismo, y por la modificación en el patrón de drenaje. Como resultado de la convolución de tales eventos acaecen diversas expresiones morfodinámicas así: Meteorización, Erosión en surcos y cárcavas, Procesos de Remoción en Masa: caída de bloques, reptamientos y deslizamientos rotacionales en suelos, siendo este último el proceso más probable*".

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 menciona que no se pudo realizar ningún tipo de análisis cinemático de estratificación y/o diaclasas, e indica que la expresión morfodinámica más probable con relación a procesos de remoción en masa son los deslizamientos rotacionales. Con base en lo anterior, el FOPAE considera que la solicitud planteada en la segunda revisión del documento en lo pertinente al análisis de deslizamientos traslacionales en roca queda subsanada.

El levantamiento geomorfológico es presentado en el Plano No. 4 "Geomorfología", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 0.5 metros. El plano se presenta con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

CUMPLE

c. Hidrogeología

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

En lo referente al numeral 2.9 *Análisis de la Hidrogeología*: "*[…] de las perforaciones se registró nivel freático entre 1.5m y 3.2m de profundidad y dadas las características antes descritas de los rellenos se asumió para la* ***condición normal*** *en los análisis de estabilidad de taludes un nivel de agua construido con los valores de nivel reportado en los registros de perforación, es decir a un promedio de 3m de profundidad, mientras para la* ***condición extrema*** *se asume un incremento de 1 a 2m de altura de esta tabla de agua, esto es a 1m de profundidad en promedio. Lo cual arroja un nivel próximo a la superficie del terreno. Considerando que se trata de una contrapendiente estructural la roca no se considera saturada. […]*".

- Con base en lo anterior, aunque el Consultor hace claridad sobre cuáles serán las posiciones de niveles de agua en condiciones normales y extremas que utilizará en los análisis de estabilidad, el FOPAE solicita que aclare por qué los niveles de agua (m) presentados en la Tabla 6, no concuerdan con lo presentado en el Anexo 1 "Registros de Exploración y Ensayos de Laboratorio". Teniendo en cuenta que los valores del nivel freático aparente consignados en los registros de exploración son la base para la definición del nivel de agua en condición normal, se requiere que el Consultor tenga en cuenta estos registros y revalúe de ser necesario, el nivel de agua propuesto en el numeral 2.9.

El FOPAE aclara, que se da por entendido que el Consultor, teniendo en cuenta la definición de los niveles de agua propuestos para condiciones normales y extremas, incorporó dichos niveles dentro de los análisis de estabilidad realizados dentro del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

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

d. Drenaje Superficial

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- El Consultor delimita claramente el polígono objeto de estudio en todos los planos presentados, razón por la cual el FOPAE considera subsanada esta solicitud realizada en la primera revisión del estudio.

- El FOPAE reitera (tal como se hizo en la primera y segunda revisión del documento) al Consultor, tener presente lo establecido en la Resolución 227 en cuanto a "*[…] incluir una evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial, tanto natural como artificial (sistemas 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 afecten el área o que se podrían generar. […]*". Con base en lo contenido en el documento revisado el FOPAE considera que esta solicitud no ha sido subsanada.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

e. Sismología

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

Con relación al numeral 2.5 *Sismología: "Según el Decreto 523 de 2010, el proyecto se localiza* en un gran porcentaje en la zona de ladera (Figura 2.8) y en menor porcentaje en la zona de cerros, por lo tanto se considera ubicado en la transición entre estas dos zonas Cerros y Depósito de Ladera del Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá. Para el diseño se utilizará el espectro definido por el decreto 523 del 16 de diciembre de 2010. Por tanto para los análisis de estabilidad se utilizó el valor de aceleración promedio de ambas zonas, a=0,2g, esto es (0.22+0.18)/2=0.2. Adicional a esto se asume una componente vertical de sismo, de forma que no se desprecie esta componente que, a su vez, genera un análisis más conservador.".

- Con relación a lo anterior, el FOPAE considera subsanada la observación que requería hacer claridad y justificar dentro del documento el valor del coeficiente de diseño sísmico a tener en cuenta dentro de los análisis de estabilidad.

CUMPLE

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

f. Uso del Suelo

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

> Con relación al numeral 2.6.1 *Uso actual del suelo*: "*[...] En la zona objeto de estudio se encuentran las siguientes unidades: Pastos Naturales, Institucional Educativa, Rastrojo bajo, Institucional Urbana Vías y Edificaciones. En cuanto al uso precedente del suelo no se evidencia en el predio que haya existido procesos de minería o de explotación de canteras".*

- El consultor presenta la cartografía de las unidades mencionadas en el Plano 5 "*Uso y Cobertura del Suelo*" con vista en planta a escala 1:500, con curvas de nivel cada 0.5m. En dicho plano se encuentra delimitado el polígono objeto de estudio. Toda el área contenida dentro del polígono tiene asociada una unidad de cobertura de uso de suelo. Con base en lo anterior el FOPAE considera subsanada la observación de delimitar adecuadamente la zona de estudio y el área de influencia propuesta por el Consultor.

- El FOPAE destaca que el Consultor no hace referencia dentro del documento a la presencia procesos de remoción en masa que se presente actualmente dentro del área de estudio, según lo contenido en la página 26: *"[...] en la zona de estudio, no evidencian manifestación alguna que indique la gestación o incubación de algún tipo de proceso de remoción en masa. [...]*".

- Con relación al numeral 3.2.1.6 del artículo segundo de la resolución 227 el cual señala que: *"[...] en ausencia de estudios preliminares deberán realizarse mapas en la escala que corresponda (1:500 o 1:1:000) donde se presente la situación actual del suelo, con énfasis en procesos de minería o canteras actuales o abandonadas [...]"*, el Consultor menciona al respecto en la página 40 del documento revisado que "*En cuanto al uso precedente del suelo no se evidencia en el predio que haya existido procesos de minería o explotación de canteras".* Bajo esta afirmación realizada por el Consultor el FOPAE considera que la solicitud planteada en la primera revisión queda subsanada, aunque le solicita que tenga presente lo que se menciona dentro del numeral 7.2, literal a, último punto, del presente Concepto Técnico.

El Uso y Cobertura del Suelo es presentado en el Plano No. 5, el cual se encuentra con la firma del Ingeniero Juan Pablo Gaona y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

CUMPLE

7.2 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

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

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- Con respecto a la solicitud planteada al Consultor, la cual hacía referencia a la posible incidencia que para el proyecto objeto de estudio tienen los procesos de inestabilidad identificados en el estudio de Ingeocim Ltda. 1998, y mencionados en la página 26 del documento (Figura 4 "Mapa de procesos – Tomado de Ingeocim Ltda, 1998" y Foto 2 "Escarpe de los deslizamientos identificados en el estudio de Ingeocim Ltda"), el Consultor manifiesta en la página 27 del documento: "*De acuerdo con lo observado estos deslizamientos están estabilizados con la implementación de medidas como obras de drenaje y por lo tanto no tienen incidencia para el proyecto planteado en el área de estudio.*". De acuerdo con lo anterior, El FOPAE considera que se subsana la observación planteada al respecto en la primera y segunda versión del documento.

- Con relación a la solicitud planteada al Consultor, en el cual se requería que diera claridad al porqué a pesar de mencionar en la página 27 "*[...] Otros posibles procesos eventuales, son los pequeños flujos de material y deslaves, estos comprometen los niveles superiores de los suelos orgánicos y residuales;[...]*", estos procesos de inestabilidad mencionados en el documento no se veían reflejados en un plano de inventario de procesos para el área de estudio, el Consultor presenta en la tercera versión del estudio lo siguiente: "*[...] su desarrollo se da principalmente luego de fuertes lluvias, su recorrido en muy corto, en términos generales no se desplazan más que unos pocos metros de la base de los diferentes taludes, y algunos compuestos por material más fino logran mayores desplazamientos al ser arrastrados por las aguas lluvias hasta las vías que disectan la universidad (i.e: Av. Circunvalar), pero sin causar mayor tipo de afectación o traumatismo a la vía ni a las edificaciones vecinas, tal como sucede sobre el mismo corredor más al norte y al sur del claustro, sin embargo no se halla registro de eventos similares en el área de estudio*". Con base en lo anterior, el FOPAE considera subsanada la observación realizada sobre la cartografía de tales de procesos de inestabilidad en el área de estudio.

El FOPAE hace claridad que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

> Con relación al numeral 2.2.2 *Análisis Multitemporal:* "*El análisis del sector en estudio se fundamenta en el análisis multitemporal de fotografías aéreas de escalas 1:5000, producidas por el IGAC y complementado con las imágenes Google de 2000 y 2005 del sector. [...] La fotografía aérea del año 1943 indica y plasma el pulso colonizador de la ciudad de la época, el que no solo se enfoca en el emplazamiento de infraestructura en las franjas planas de la sabana, sino que se traslada al aprovechamiento de las zonas de piedemonte y de las laderas de los cinturones montañosos que circundan la capital. Las redes viales son en su mayoría de dos carriles y forman redes que diferencian calles y carreras. [...]*".

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 Página 40 del documento, el Consultor expresa lo siguiente: "*En cuanto al uso precedente del suelo no se evidencia en el predio que haya existido procesos de minería o explotación de canteras*".

- Con relación a lo anterior, el Consultor señala que no hay evidencia de canteras dentro del área de estudio y/o que hayan sido abandonadas con el paso del tiempo, razón por la cual tampoco identifica este tipo de procesos morfodinámicos en un mapa de procesos, o en su defecto, en el Plano 4 Geomorfología. El FOPAE considera subsanada la solicitud planteada al respecto en la presente versión del estudio.

El levantamiento geomorfológico es presentado en el Plano No. 4 "Geomorfología", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 0.5 metros. El plano se presenta con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

CUMPLE

b. Formulación del Modelo

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- Con relación al numeral 2.2.1.3 "Procesos Morfodinámicos", el Consultor indica lo siguiente: *"[...] Como resultado de la convolución de tales eventos acaecen diversas expresiones morfodinámicas así: [...] Procesos de Remoción en Masa: caída de bloques, reptamientos y deslizamientos rotacionales en suelos, siendo éste último el proceso más probable. Al interior del área de estudio no se encontró registro de dichos procesos, por tal razón no se presenta un inventario de éstos en el* ***Plano 4*** *que corresponde a la geomorfología local.".* Con relación a lo anterior, el FOPAE considera subsanada la observación realizada respecto al potencial de ocurrencia de procesos al interior del área de estudio.

El Consultor expresa dentro del documento lo siguiente:

Numeral 2.10 *Formulación del Modelo Geológico-Geotécnico:* "*Para la formulación del modelo geológico-geotécnico del área de estudio se tuvieron en cuenta los materiales involucrados en las perforaciones realizadas localizadas sobre la secciones transversales (Perfil A, perfil B, perfil C y Perfil F). (Ver Planos 6-1 y 6-2)*".

- En los planos 6-1 y 6-2 se presentan las cuatro (4) secciones mencionadas por el Consultor en el numeral 2.10, razón por la cual el FOPAE considera subsanada la observación realizada al respecto en la segunda revisión del documento.

Con relación al numeral 2.10.1 *Determinación de parámetros a partir del SPT*: Se definen dos (2) diferentes tipos de materiales para los cuales se presenta por cada uno de ellos una relación gráfica entre el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante, que permite obtener el ángulo de fricción efectivo y la cohesión

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

efectiva de cada material. Los materiales establecidos dentro del análisis fueron: Relleno y Arcilla color café.

En los numerales 2.10.2, 2.10.3 y 2.10.4, el Consultor realiza una descripción de los siguientes materiales respectivamente: Rellenos, Suelo arcilloso color café y Arcillolita. En la Tabla 9 *"Materiales Identificados"* el Consultor identifica tres (3) materiales asociándolos con la unidad geológica correspondiente, a saber: Relleno (Qarm y Qarv), Arcilla de color café (Qtpb-Sr-Ld) y Arcillolita color rojizo morado, Formación Bogotá (Tpb).

En la Tabla 7 *"Cálculo de parámetros a partir del resultado del SPT"*, el Consultor presenta cuatro diferentes tipos de materiales, para los cuales presenta su peso unitario, ángulo de fricción y cohesión. Los materiales definidos en dicha tabla son: Relleno, Arcilla color café, Arcilla color gris con vetas moradas y Relleno arcilloso de color habano con gravas.

En la Tabla 10 *"Parámetros geotécnicos adoptados en los análisis de estabilidad"*, el Consultor relaciona los siguientes materiales: Relleno, Arcilla color café y Arcillolita.

En los Planos 6-1 y 6-2 *"Modelo Geológico-Geotécnico"* el Consultor relaciona en la leyenda de dichos planos los siguientes materiales: Relleno, Arcilla y Arcillolita; e identifica estos tres materiales dentro de los perfiles A, B, C y F.

En el Anexo 2 *"Análisis de Estabilidad"*, el Consultor presenta en los resultados de sus análisis que incorpora dentro del modelo tres (3) diferentes materiales: Arcillolita, Relleno y Arcilla gris.

- Con relación a lo anterior, el FOPAE solicita que se haga claridad sobre la ubicación de los resultados de Corte Directo presentados en la Tabla 7, denominados CD(AP5-M1)IGL, 1992 (dos resultados para Arcilla gris con vetas moradas) y CD(AP6-M1)IGL, 1992 (un resultado para Relleno arcilloso de color habano con gravas). Esta solicitud se realiza ya que el Consultor expresa en el documento que algunos parámetros son obtenidos de estudios cercanos, sin considerar, por ejemplo, si la adopción de tales valores es pertinente o no, y sin comparar si los materiales ensayados son representativos de los encontrados al interior del área de estudio.

- El FOPAE requiere que el Consultor aclare por qué, si presenta en la Tabla 7 para el material Relleno tres (3) pares de parámetros geomecánicos (dos por correlaciones con SPT y uno por ensayo de Corte Directo), así como un rango de valores de ángulo de fricción (de 19° a 24°) a partir de SPT (según el numeral 2.10.2); los valores de los parámetros geomecánicos adoptados para los análisis de estabilidad presentados en la Tabla 10 no guardan una relación clara y coherente con los valores presentados y mencionados con anterioridad.

- La observación anterior, se hace extensiva para los materiales presentados en la tabla 9, denominados Arcilla color café y Arcillolita.

- No es claro para el FOPAE porqué, aunque el Consultor presenta en la Tabla 10 un material denominado Arcillolita, en la Tabla 7 así como en los análisis posteriores no se presentan los

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

ensayos de laboratorio realizados a este material que permitieran la obtención de los parámetros geomecánicos presentados en el tabla inicialmente mencionada. El FOPAE hace claridad que no es igual con base en su comportamiento esfuerzo-deformación, identificar un material como arcilla que como arcillolita.

- No es claro por qué si el Consultor define en la Tabla 9 un material como Arcilla de color café; en el numeral 2.10.3 "Suelo arcilloso color café", se indica que *"Corresponde a la arcilla de color rojizo a gris verdosa, [...]"*.

- No es claro por qué el Consultor presenta en los resultados de los anexos de los análisis de estabilidad, un material identificado como Arcilla Gris, cuando tal dicho material no se encuentra dentro de los materiales presentados en la Tabla 9 "*Materiales Identificados*".

- Tal como se solicitó en la segunda revisión del documento, el FOPAE requiere que en los Planos 6-1 y 6-2 en los cuales se presenta el modelo geológico-geotécnico del área de estudio, se incluya en la leyenda temática de los materiales identificados, la información referente a los parámetros geomecánicos adoptados para cada material, teniendo en cuenta las observaciones previamente realizadas.

En los Planos 6-1 y 6-2, el Consultor presenta los cuatro perfiles de trabajo (A, B, C y F) y discrimina en cada modelo geológico-geotécnico tres (3) diferentes tipos de materiales, a saber: Relleno, Arcilla y Arcillolita. Esta identificación es consistente con la presentada en la Tabla 10 *"Parámetros geotécnicos adoptados en los análisis de estabilidad*"; aunque se debe mencionar que en la Tabla 9, la Unidad Geológica presentada para el material Arcillolita (Tpb) no corresponde con la presentada en la descripción realizada en el numeral 2.1.3.2.1 *"Formación Bogotá – Niveles Lodolíticos (Tpb-Ld)"*.

En el Plano 6-1 y 6-2 "Modelo Geológico-Geotécnico", se presentan los perfiles geológicos de las secciones A, B, C y F. Estos planos se presentan con la firma del Ingeniero Juan Pablo Gaona y con la firma de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora y responsable del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

c. Exploración Geotécnica

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- El Consultor presenta en la Tabla 6 "*Resumen de Exploración del Subsuelo*" un cuadro en el cual se indica el trabajo de exploración realizado, la cantidad de perforaciones y la profundidad de las mismas. En el Anexo 1 "*Registros de Exploración y Ensayos de Laboratorio*", se encuentra consignado el soporte físico de la perforación P1 realizada a una profundidad de 6.21m, así como los demás registros de exploración mencionados en la Tabla 6. Con base en lo anterior, el 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

considera subsanada la observación realizada al respecto en la presente revisión.

- El FOPAE reitera al Consultor (tal como se realizó en la primera y segunda revisión del documento), que según lo establecido en el numeral 3.3.3 de la Resolución 227 de 2006, "*El trabajo de campo se complementará con un programa de ensayos de laboratorio (propiedades índice y mecánicas) que permita establecer adecuadamente las características esfuerzo-deformación, resistencia u otras propiedades… […]. La justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio, deberán ser explícitos en el informe final de resultados*", razón por la cual se solicita que se cumpla con este requisito dentro del documento. El anterior requerimiento se realiza teniendo en cuenta lo expresado por el Consultor en la página 49 del documento revisado: *"Debido al análisis por SPT y su correlación son los parámetros obtenidos de estudios cercanos no se considero necesario la realización de más ensayos de laboratorio".*

- El FOPAE reitera el requerimiento planteado en la segunda revisión del documento, en el cual llama la atención al Consultor, ya que no se evidencia dentro de los anexos, ningún tipo de ensayo de laboratorio que se haya realizado dentro del estudio y que permita establecer adecuadamente las características esfuerzo-deformación y/o resistencia de los materiales involucrados en el modelo geológico-geotécnico formulado.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

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.

7.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- El Consultor expresa lo siguiente en el numeral 3.1.1 "*Mecanismos de Falla": Teniendo en cuenta los materiales a evaluar en la estabilidad de taludes que corresponden principalmente para rellenos antrópicos se estableció que el mecanismo más probable es de tipo rotacional involucrando los materiales que constituyen dicho depósito. Igualmente, para los suelos residuales se considero un mecanismo rotacional, teniendo en cuenta la naturaleza arcillosa de la formación, así como el hecho de que las estructuras como diaclasas no controlan los mecanismos de falla. Se evalúa únicamente el mecanismo de falla rotacional dado que se considera que posee la probabilidad de ocurrencia más alta en el área de estudio y por lo tanto se considera como el más crítico.".* Con relación a lo anterior, el FOPAE considera que se subsana la observación que hacía referencia al tipo de proceso que se modelaría para la evaluación y clasificación de la amenaza.

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 dentro del documento lo siguiente:

En la página 59 del informe revisado correspondiente al numeral 3.2 *Evaluación de Amenaza para el escenario con Proyecto,* el consultor especifica que "*[…] Los resultados demostraron que la adecuación del terreno que comprende cortes de excavación hasta de 4.5m de altura conlleva el retiro de los relleno antrópicos lo cual mejora la estabilidad. […].*"

En la página 3 dentro del numeral 1.4 *Topografía,* el Consultor manifiesta "*[…] Con los niveles establecidos para primer piso y sótano los cortes tendrán alturas no mayores a 4.5 m. […].*"

En la página 4 en el numeral 1.6 *Justificación del área de influencia,* el Consultor expresa que "*[…] como es la presencia de parqueaderos al oriente de la Avenida Circunvalar que corresponde a una zona plana lo que arroja una franja entre 21m y 32m al oriente del predio donde se proyecta un corte de excavación de 4.5m altura aproximadamente, […]*".

- Con relación a lo anterior, el FOPAE considera subsanado el requerimiento de hacer claridad sobre cuál es la profundidad real de las excavaciones a realizarse dentro del área de estudio y que permitirán la implantación de la obra proyectada.

El Consultor presenta en el Anexo 2 "*Análisis de Estabilidad*" lo siguiente:

En este anexo, el Consultor presenta una serie de tablas en las cuales resume los factores de seguridad obtenidos de la modelación para cada sección de análisis definida, así como relaciona la probabilidad de falla para una condición actual y con proyecto, lo que le permite categorizar la amenaza.

El Consultor presenta en cuadros resumen y de forma individual la evaluación de estabilidad para cada sección de análisis, en el que relaciona que el coeficiente de aceleración empleado es de 0,20g, lo cual es consistente con lo mencionado en el numeral 2.5 "*Sismología*". En este mismo numeral el Consultor expresa que: "*Adicional a esto se asume una componente vertical de sismo, de forma que no se desprecie esta componente que, a su vez, genera un análisis conservador.*".

Se presenta en dos hojas (para cada sección de análisis) el cálculo de la probabilidad total de falla mediante el método de Estimativos Puntuales, para condición actual y con proyecto, por los procedimientos Lognormal, Normal y Weibull, previamente discriminada para las siguientes condiciones: 1. Sin sismo y sin lluvia, 2. Con sismo y sin lluvia, 3. Con lluvia y sin sismo y 4. Con lluvia y con sismo.

- Con relación a lo anterior, el FOPAE considera que se subsana la observación realizada y orientada a la definición del coeficiente sísmico de aceleración horizontal (0,20g) a utilizar en los análisis de estabilidad.

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 lo consignado por el Consultor en el documento (numeral 2.5 *Sismología*), se considera subsanada la observación que requería explicar por qué se incluía dentro de los análisis de estabilidad un coeficiente sísmico vertical, adicional al coeficiente sísmico de aceleración horizontal.

- Continúa sin ser claro para el FOPAE (tal como se solicitó en la segunda revisión del documento), por qué al momento de realizar el análisis de probabilidad total en condición actual para cada modelo, el Consultor determina que una probabilidad de lluvia=0.63583032 y una probabilidad de sismo=0.100012241, empleando para ello un período de retorno de lluvia de 50 años y un período de diseño de 50 años, cuando previamente se había definido en el numeral 3.1.3 "*Cálculo de la probabilidad de falla*" que el período de retorno de lluvia era de 10 años (el cual coincide con lo presentado en la Tabla 3); y por otra parte, si se está analizando una condición actual por qué no se considera un período de diseño de 1 año. Bajo la anterior consideración, el FOPAE solicita al Consultor que revalúe todos los valores de probabilidad de falla obtenidos, ya que los mismos fueron evaluados a partir de consideraciones o datos de entrada (aparentemente) no consistentes, con lo previamente expresado por el Consultor en algunos apartes dentro del documento.

- En los modelos de estabilidad presentados, aunque es claro para el FOPAE que el Consultor define unos niveles de agua para condiciones normales y extremas, éste nivel debe ser corregido según las observaciones realizadas en el numeral 7.1, literal c, del presente Concepto Técnico.

El FOPAE aclara, que se da por entendido que el Consultor, teniendo en cuenta la definición de los niveles de agua propuestos para condiciones normales y extremas (según las observaciones planteadas), incorporará dichos niveles dentro de los análisis de estabilidad presentados en la próxima versión del documento.

En el estudio se incluye el Plano 7 "*Amenaza por Remoción en Masa Condición Actual*" y el Plano 12 "*Amenaza por Remoción en Masa Condición con Proyecto*". Los citados planos son presentados a escala 1:500 y aparecen con la firma de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, quién entiende el FOPAE es la directora y responsable del estudio.

NO CUMPLE

Para que el Consultor valide los análisis de estabilidad que le permitan evaluar la amenaza, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas en los estudios básicos y al modelo geológico geotécnico. Adicionalmente, se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

7.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- En el numeral 4.1 "*Evaluación y Clasificación de la Vulnerabilidad*" el Consultor expresa lo siguiente: *"[...] para lo cual cabe recordar el concepto de vulnerabilidad definido como el nivel o grado al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza (Cardona, 1992).".* Con relación a lo anterior el FOPAE solicita que la evaluación de 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

de vulnerabilidad deberá ser ajustada considerando las correcciones a que haya lugar, según las observaciones realizadas en el presente Concepto Técnico a los estudios básicos, al modelo geológico-geotécnico y en la evaluación de amenaza.

- Se requiere que el Consultor sea consistente en la evaluación de vulnerabilidad presentada entre el escenario actual y con proyecto, ya que se observa que existen elementos evaluados con vulnerabilidad media con escenario actual (área de parqueaderos costado nororiental del plano) y en el escenario con proyecto se presentan con vulnerabilidad baja. Además, se debe indicar que en el plano de vulnerabilidad con proyecto, se presenta la planta de la nueva edificación una parte con vulnerabilidad media y otros elementos sin evaluación de vulnerabilidad. Una condición similar se presenta al costado noroccidental del área de estudio, donde un área que aparenta no presentar intervención, es evaluada con vulnerabilidad baja en el plano con proyecto y no cuenta con evaluación en el plano de vulnerabilidad actual. El FOPAE solicita hacer claridad al respecto.

En el estudio se presenta el Plano 8 "*Vulnerabilidad para Escenario Actual*" y el Plano 13 "*Vulnerabilidad con Proyecto*"; los citados planos son presentados a escala 1:500 y aparecen con la firma de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, quién entiende el FOPAE es la directora y responsable del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

7.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- Se reitera que para que el Consultor valide los análisis de riesgo llevados a cabo en el estudio, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos, al modelo geológico geotécnico, así como a la evaluación de amenaza y vulnerabilidad presentados en el presente Concepto Técnico, cumpliendo adicionalmente con lo establecido en el numeral 3.6 de la Resolución 227 de 2006.

  El Consultor presenta en la Tabla 22 los "*Resultados de la Evaluación de Vulnerabilidad y Riesgo Escenario Actual*", categorizando los elementos evaluados con riesgo medio y bajo.

- No es claro para el FOPAE porqué en el plano de Riesgo con Proyecto, se observa que el área donde se construirá la nueva estructura cuenta con un área con valoración de riesgo bajo y otra zona sin categorización. Además sigue presentándose una inconsistencia con relación a un elemento evaluado con riesgo bajo en el plano de Riesgo con Proyecto, el cual no aparece en el plano de Riesgo Actual, haciendo claridad que esta zona ubicada el costado noroccidental del área de estudio parece que no es intervenida o forma parte de las nuevas obras.

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 los planos en los cuales evalúa el riesgo con cuatro convenciones temáticas a saber: Riesgo nulo, Riesgo bajo, Riesgo medio y Riesgo alto.

En el estudio se presenta el Plano 9 "*Riesgo para Escenario Actual*" y el Plano 14 "*Riesgo con Proyecto*". Los citados planos son presentados a escala 1:500 y aparecen con firma de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, quién entiende el FOPAE es la directora y responsable del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

7.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- El FOPAE reitera que el Consultor deberá validar este ítem, teniendo en cuenta las observaciones realizadas en los numerales anteriores del presente Concepto Técnico, y si es del caso, a partir de nuevos análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, definir el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo. Se recuerda que todas las medidas que se sugieran deben estar ubicadas y detalladas en planos del predio con la construcción de las nuevas edificaciones.

En el estudio se incluye el Plano 15 "*Medidas de Mitigación*" y el Plano 16 "*Detalles Medidas Mitigación*"; los citados planos son presentados a escala 1:500 y estos planos aparecen con la firma de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, quién entiende el FOPAE es la directora y responsable del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

7.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Con base en las solicitudes planteadas en la primera y segunda revisión del estudio, el FOPAE hace las siguientes observaciones al documento revisado:

- Se reitera que para que el Consultor valide este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas en los ítems anteriores y si es del caso, realizar nuevos análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo que ajusten el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo. Se recuerda que todas las medidas que se sugieran deben estar ubicadas y detalladas en planos del predio con la construcción de las nuevas edificaciones.

El Consultor menciona en el numeral 5.3 "*Evaluación de Amenaza con Medidas de Mitigación y Proyecto*" que "*El escenario analizado con proyecto y medidas de mitigación, presenta los resultados de factores de seguridad superiores a 1.3 para la condición extrema. Como se observa en la Tabla 23 (Ver Plano 17)*".

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 dicha tabla se presenta un resumen de los factores de seguridad obtenidos para el Perfil B con Proyecto, todos mayores a 1.3..

En el estudio se presenta el Plano 17 "*Amenaza por Remoción en Masa Condición con Proyecto y Medidas de Mitigación*". El citado plano es presentado a escala 1:500 y aparece con firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, quién entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al Consultor dar alcance a las observaciones expuestas anteriormente.

7.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida de la Ingeniera Civil con Maestría en Ingeniería Civil y Especialización en Geotecnia, Marcela Salcedo Quijano; del Ingeniero Geólogo - Geotecnista José Manuel Naranjo, los cuales, de acuerdo con la información suministrada, el FOPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

7.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los contenidos mínimos solicitados 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 solicitadas a lo largo del presente concepto.

El FOPAE recomienda que la presentación del informe del estudio se ajuste al orden estipulado en el numeral 5 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006, dividiendo adecuadamente la información por capítulos.

NO CUMPLE

7.10 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 incluye una carta de responsabilidad firmada por el encargado de la evaluación y cuantificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo que entiende el FOPAE es la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano.

NO CUMPLE

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

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

hechas en el presente concepto técnico.

8. CUARTA REVISIÓN DEL ESTUDIO – Concepto Técnico CT-6897 (04 de Junio de 2013)

8.1 ESTUDIOS BÁSICOS

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

En el numeral 2.1 "Estudio Geológico", se realiza una descripción general de las condiciones geológicas regionales del sector donde se busca desarrollar el proyecto, indicando que la zona de estudio se encuentra localizada en las laderas del flanco occidental del cinturón montañoso que bordea la ciudad de Bogotá, en donde yacen rocas secuencias intercaladas de areniscas y lodolitas parcialmente cubiertas con niveles de suelo residual, rellenos antrópicos y depósitos coluviales.

Posteriormente, se hace una descripción litológica de las siguientes unidades: Grupo Guadalupe (Ksg), Formación Guaduas (KTgs), Formación Cacho (Tpc), Formación Bogotá (Tpb), Conos de Deyección (Qcd) y Coluviones (Qcl).

En lo que refiere a la geología estructural regional, el estudio menciona que "[...] El Centro Universitario, está inmerso en la vertiente occidental de los cerros orientales, tallada en laderas forjadas en contrapendientes estructurales con gradientes que divagan desde los veinte grados hasta los sesenta grados, en la proximidad a la traza de la falla de Bogotá, [...].

En la página 18 se menciona lo siguiente: "[...] El comportamiento de la estratificación en el orbe regional, es homogéneo; su buzamiento es inverso y hacia el noreste, lo que da lugar a contrapendientes estructurales. Sumado a este conjunto sobresalen pocos lineamientos de falla organizados en un sistema con rumbo NE-SW a NNW-SSE, cuasi paralelo a la falla de Bogotá, sus trazas se encuentran enmascaradas por la cobertura de depósitos cuaternarios y por obras civiles".

En el numeral 2.1.3 "Geología Local – Estratigrafía" aparecen descritas las unidades de suelo y roca existentes en el área exclusiva de la Universidad, a saber: Rellenos Antrópicos para Vías (Qarv), Rellenos Antrópicos Mixtos (Qarm), Suelos Residuales de las Lodolitas de la Formación Bogotá (Qtpb–sr–Ld) y Formación Bogotá-Niveles lodolíticos (Tpb-Ld).

En el numeral 2.1.3.3 "Geología Estructura Local" se señala lo siguiente: "[...] La información estructural, acopiada fue precaria debido a las pocas exposiciones del macizo rocoso. Así las cosas, fue imposible el modelamiento cinemático de las laderas o taludes existentes, esto soportado además, en que los mismos están forjados principalmente es suelos residuales, materiales que poseen propiedades o características cinemáticas diferentes a las de una roca, y los mismos son los que abarcan la mayor extensión del área de estudio y recubren – con espesores promedio cercanos a los 10 metros – las unidades de roca".

El levantamiento geológico es presentado en el Plano 2: "Geología Local", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 0.5 metros y en el cual se delimita el área de influencia

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

del proyecto según lo contenido en el numeral 1.6 del documento. Los perfiles geológicos son presentados en los Planos 3-1 y 3-2. Los planos se presentan con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

CUMPLE

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

En el numeral 2.2.1 "Geomorfología Local" se señala: "[...] El paisaje ha sido delineado a partir de una geoformas estructurales que han sido transformadas a modelados denudativos., estos en conjunto y coadyuvados por agentes erosivos y meteorizantes ... [...]".

En lo referente al numeral 2.2.2 Morfoestructural (Formas), se menciona lo siguiente: "Es sin lugar a dudas el principal y más relevante tipo de relieve en el sector. Su evolución está ligada a la dinámica estructural y tectónica de la Sabana de Bogotá y del cinturón de los cerros orientales, los que en conjunto, configuran y rasgan pliegues, fracturan macizos, izan y hunden bloques, y basculan monolitos. El resultado de todos estos eventos queda representado por contrapendientes estructurales (Ce), y en menor proporción por conspicuos escarpes (E)".

El estudio identifica cinco unidades geomorfológicas: Unidad de Laderas fuertes en Suelos Residuales (Cel-Lf-Qtb-Sr), Unidad de Explanación Antrópica en Suelos Residuales (Cel-Ea-Qtb-Sr), Unidad de Explanación Antrópica en Rellenos Antrópicos Mixtos (Cel-Ea-Qarm), Unidad de Explanación para Corredores Viales y Peatonales (Cel-Ea-Qra) y Unidad de Laderas en Suelos residuales (Cel-Qtb-Sr).

En el numeral 2.2.3 "Procesos Morfodinámicos", el Consultor menciona lo siguiente: "[...] Las laderas naturales no sólo se transfiguraron en su morfometría, por la disposición de cortes y rellenos y por la adecuación para la construcción de viviendas y vías tanto vehiculares como peatonales, sino por la mayor predisposición a los agentes de intemperismo, y por la modificación en el patrón de drenaje. Como resultado de la convolución de tales eventos acaecen diversas expresiones morfodinámicas así: Meteorización; Erosión en surcos y cárcavas; Procesos de Remoción en Masa: caída de bloques, reptamientos y deslizamientos rotacionales en suelos, siendo este último el proceso más probable. Al interior del área de estudio no se encontró registro de dichos procesos, por tal razón no se presenta un inventario de éstos en el Plano 4 que corresponde a la geomorfología local".

En el numeral 2.2.4 "Meteorización", se señala que "[...] El macizo rocoso ha sido lavado de manera constante, de manera tal, que se ha despojado al mismo de ciertos minerales, y se ha permitido la concentración de otros, todo esto lleva al cambio de la roca original a suelo residual. [...] Los suelos residuales son escenario preferencial para la formación de deslizamientos traslacionales, deslaves y flujos de tierra gestados toda vez que se saturaren o se reblandezcan, en especial durante las temporadas de lluvias."

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 numeral 2.2.6 "Procesos de Remoción en Masa (FRM)", el consultor indica que "[...] la exposición de los diferentes niveles de suelos residuales y rellenos antrópicos, en la zona de estudio, no evidencian manifestación alguna que indique la gestación o incubación de algún tipo de proceso de remoción en masa. En el mapa de procesos que sirvió de soporte para la elaboración del plano de Amenaza del POT se identifica dos deslizamientos rotacionales hacia el costado nororiental de los predios de la Universidad [...] De acuerdo con lo observado estos deslizamientos están estabilizados con la implementación de medidas como obras de drenaje y por tanto no tienen incidencia para el proyecto planteado en el área de estudio. [...] Otros procesos eventuales, son los pequeños flujos de material y deslaves, estos comprometen los niveles más superiores de los suelos orgánicos y residuales; [...] pero sin causar mayor tipo de afectación o traumatismo a la vía ni a las edificaciones vecinas, [...]".

El levantamiento geomorfológico es presentado en el Plano No. 4: "Geomorfología", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro y en el cual se delimita el área de influencia del proyecto según lo contenido en el numeral 1.6 del documento. El plano se presenta con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio

El FOPAE aclara que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

CUMPLE

c. Hidrogeología

En el numeral 2.3 "Hidrogeología", el consultor menciona: "A nivel regional el área de estudio se localiza sobre el Acuífero Bogotá – Regadera, el cual corresponde sedimentos de la Formación Bogotá Superior e Inferior, y los sedimentos de la Formación regadera".

En el numeral 2.3.1 "Rasgos Topográficos" se señala lo siguiente: "La exploración geotécnica realizada evidencia una marcada tendencia a la concentración de agua especialmente en el contacto entre los rellenos y los suelos arcillosos. Esta característica se debe fundamentalmente a que los rellenos en este caso son bastante permeables, teniendo como basamento un material poco permeable como lo son los suelos y arcillolitas de la Formación Bogotá. [...] Desde el punto de vista hidrogeológico es de destacar la tendencia del agua a estabilizarse en el contacto entre el relleno y el Suelo arcilloso, ratificando la condición de alta permeabilidad y saturación de los rellenos".

En el numeral 2.3.2 "Clima", el Consultor presenta las siguientes conclusiones: 1) el proyecto se localiza en una zona que presenta una precipitación promedio anual 1000 mm, 2) De acuerdo con la estación San Diego, en la zona del proyecto se presenta un comportamiento bimodal de precipitación, 3) La temperatura media presenta valores muy estables que oscilan entre 14° y 15°C, 4) La humedad relativa presenta un valor medio de 73%.

En el numeral 2.9 "Análisis de la Hidrogeología" se menciona lo siguiente: "[...] de las perforaciones se

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

registró nivel freático entre 1.5m y 3.2m de profundidad y dadas las características antes descritas de los rellenos se asumió para la **condición normal** en los análisis de estabilidad de taludes un nivel de agua construido con los valores de nivel reportado en los registros de perforación, es decir a un promedio de 3m de profundidad, mientras para la **condición extrema** se asume un incremento de 1 a 2m de altura de esta tabla de agua, esto es a 1m de profundidad en promedio. Lo cual arroja un próximo a la superficie del terreno. Considerando que se trata de una contrapendiente estructural la roca no se considera saturada".

En cuanto al criterio para el diseño de obras de drenaje, el consultor precisa dentro del numeral 2.9 lo siguiente: "[...] teniendo en cuenta el área de aporte por escorrentía hacia el predio de estudio calculado en 36800 m2, a partir de la cartografía IGAC, los caudales de aporte para las posibles obras de drenaje son del orden de 0.62m3/seg. [...] La eficacia de las obras de drenaje radica en evitar la infiltración y por ende evitar la posibilidad de niveles freáticos. Se espera que el nivel freático para la condición extrema asumido para el escenario con proyecto y obras de mitigación se abata, lo cual mejora la estabilidad".

El FOPAE aclara, que se da por entendido que el Consultor, teniendo en cuenta la definición de los niveles de agua propuestos para condiciones normales y extremas, incorporó dichos niveles dentro de los análisis de estabilidad realizados dentro del estudio.

CUMPLE

d. Drenaje Superficial

En el numeral 2.4 "Evaluación del Drenaje Superficial" el Consultor señala: "En el sitio de estudio se encontró una gran presencia de vegetación que controla el agua superficial y sub-superficial, el área de drenaje corresponde a un total de 36860 m^2 para el cual se determinó un caudal de aporte de 0.62m^3/s, [...] El sector cuenta con redes para el manejo de aguas lluvias y negras. De acuerdo con el comunicado No. 24300-21011-3093 emitido por el Acueducto de Bogotá en el predio no discurre ningún cuerpo de agua o afectación por ronda. Debido a la ubicación del sitio de estudio que esta al costado occidental de la Avenida Circunvalar a la altura de la calle 26B, la red de alcantarillado principal de referencia se encuentra en el recorrido de la Avenida"

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar el estudio con relación a los siguientes aspectos:

- El FOPAE reitera al Consultor (tal como se hizo en la primera, segunda y tercera revisión del documento), tener presente lo establecido en la Resolución 227 en cuanto a "[...] incluir una evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial, tanto natural como artificial (sistemas 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 afecten el área o que se podrían generar. [...]". Con base en lo contenido en el documento revisado el FOPAE considera que esta solicitud no ha sido subsanada.

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

e. Sismología

En el numeral 2.5 "Sismología" se presenta lo siguiente: "Según el Decreto 523 de 2010, el proyecto se localiza en un gran porcentaje en la zona de ladera (Figura 11) y en menor proporción en la zona de cerros, por lo tanto se considera ubicado en la transición entre estas dos zonas Cerros y Depósito de Ladera del Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá. Para el diseño se utilizará el espectro definido por el decreto 523 del 16 de diciembre de 2010. Por tanto para los análisis de estabilidad se utilizó el valor de aceleración promedio de ambas zonas, a=0,2g, esto es (0.22+0.18)/2=0.2. Adicional a esto se asume una componente vertical de sismo, de forma que no se desprecie esta componente que, a su vez, genera un análisis más conservador".

CUMPLE

f. Uso del Suelo

El Consultor desarrolla este ítem en el numeral 2.6 "Cobertura y Uso del Suelo".

En el numeral 2.6.1 "Uso actual del suelo" el Consultor menciona que la zona de interés cuenta con un uso de suelo urbano, destacando la presencia de las siguientes unidades: Pastos Naturales, Institucional Educativa, Rastrojo bajo, Institucional Urbana Vías, Edificaciones, Peatonal, Infraestructura eléctrica, Institucional Escaleras y Andén. Para finalizar este ítem el Consultor expresa: "En cuanto al uso precedente del suelo no se evidencia en el predio que haya existido procesos de minería o explotación de canteras".

En el Plano 5 "Uso y Cobertura del Suelo", el Consultor delimita dentro del área de influencia las unidades previamente mencionadas. El plano es presentado en escala 1:500, con curvas de nivel cada medio (0.5) metro, con firma de elaboración del Ing. Juan Pablo Gaona y firma de responsable de la Ing. Marcela Salcedo Quijano, la cual entiende el FOPAE es la directora del estudio.

CUMPLE

8.2 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el numeral 2.2.7 "Análisis Multitemporal", el Consultor señala que para el análisis del sector de estudio se emplearon fotografías aéreas producidas por el IGAC, complementadas con imágenes Google de 2000 y 2005. El Consultor presenta entre las páginas 29 y 32 las siguientes imágenes empleadas dentro del análisis multitemporal: Foto 3 – Aerofotografía vuelo C-335 de 1943, Figura 5 – Plancha J-81 IGAC 1981, Foto 4 – Vuelo R-1131 de 1990, Foto 5 – Imagen Google Earth 2000 y Foto 6 – Imagen Google Earth 2005.

Al final de la página 31 y con relación al análisis realizado para el año 2000, el Consultor menciona lo siguiente: "[...] El terreno, en términos generales, se ha acondicionado con zonas verdes y bosques, los

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

drenajes han sido canalizados, y no se evidencian procesos de remoción en masa relevantes y que puedan llegar a comprometer la infraestructura de la Universidad".

En el numeral 2.2.6 "Procesos de Remoción en Masa (FRM)", el consultor indica que "[…] la exposición de los diferentes niveles de suelos residuales y rellenos antrópicos, en la zona de estudio, no evidencian manifestación alguna que indique la gestación o incubación de algún tipo de proceso de remoción en masa. En el mapa de procesos que sirvió de soporte para la elaboración del plano de Amenaza del POT se identifica dos deslizamientos rotacionales hacia el costado nororiental de los predios de la Universidad […] De acuerdo con lo observado estos deslizamientos están estabilizados con la implementación de medidas como obras de drenaje y por tanto no tienen incidencia para el proyecto planteado en el área de estudio. […] Otros procesos eventuales, son los pequeños flujos de material y deslaves, estos comprometen los niveles más superiores de los suelos orgánicos y residuales; su desarrollo se da principalmente luego de fuertes lluvias, su recorrido es muy corto, en términos generales no se desplazan más que unos pocos metros de la base de los diferentes taludes, y algunos compuestos por material más fino logran mayores desplazamientos al ser arrastrados por las aguas lluvias hasta las vías que disectan la universidad (i.e: Av. Circunvalar), pero sin causar mayor tipo de afectación o traumatismo a la vía ni a las edificaciones vecinas, […]".

El levantamiento geomorfológico es presentado en el Plano No. 4: "Geomorfología", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro y en el cual se delimita el área de influencia del proyecto según lo contenido en el numeral 1.6 del documento. El plano se presenta con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio

El FOPAE hace claridad que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

CUMPLE

b. Formulación del Modelo

En el numeral 2.10 del documento el Consultor define el modelo geológico-geotécnico del área de estudio. Estos modelos son presentados en los planos 6-1 y 6-2, a lo largo de las secciones transversales A, B, C y F. Estos modelos fueron elaborados teniendo en cuenta los materiales involucrados en las perforaciones realizadas, así como con la información obtenida del trabajo geológico.

Con relación al numeral 2.10.1 "Determinación de parámetros a partir del SPT", el Consultor realiza un análisis para determinar los parámetros geomecánicos de dos (2) diferentes materiales: Relleno y Arcilla café. Para cada material se presenta una relación (gráfica) entre el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante (Figuras 12 y 13), de la cual se obtiene el valor del ángulo de fricción y cohesión a emplear dentro de los análisis de estabilidad.

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 los numerales 2.10.2, 2.10.3 y 2.10.4, el Consultor realiza una breve descripción de los siguientes materiales e incluye algunos resultados de sus propiedades índices y geomecánicas: Rellenos, Suelo arcilloso color café y Arcillolita. En la Tabla 9 "Materiales Identificados" el Consultor incluye tres (3) materiales asociándolos con la unidad geológica correspondiente, a saber: Relleno (Qarm y Qarv), Arcilla de color café (Qtpb-Sr-Ld) y Arcillolita color rojizo morado, Formación Bogotá (Tpb-Ld).

En la Tabla 8 "Resultados gráficos de los parámetros a partir del SPT para los materiales", el Consultor presenta un análisis paramétrico con información obtenida del actual proyecto, así como de información secundaria, la cual es empleada para la determinación de los parámetros geomecánicos asociados al material de Relleno y a la Arcilla color café.

En la Tabla 10 "Parámetros geotécnicos adoptados en los análisis de estabilidad", el Consultor relaciona los siguientes materiales: Relleno (Φmín 21°, Φmáx 26°, Cmín 0.15t/m2, Cmáx 0.30t/m2), Arcilla color café (Φmín 24.6°, Φmáx 30°, Cmín 1.0t/m2, Cmáx 1.60t/m2) y Arcillolita (Φmín 34.6°, Φmáx 34.6°, Cmín 0.0t/m2, Cmáx 0.0t/m2).

En el numeral 2.2.6 "Procesos de Remoción en Masa (FRM)", el consultor indica lo siguiente: "[...] la exposición de los diferentes niveles de suelos residuales y rellenos antrópicos, en la zona de estudio, no evidencian manifestación alguna que indique la gestación o incubación de algún tipo de proceso de remoción en masa".

En el numeral 3.1.1 "Mecanismos de Falla", el Consultor expresa: "Teniendo en cuenta los materiales a evaluar en la estabilidad de taludes que corresponden principalmente para rellenos antrópicos se estableció que el mecanismo más probable es de tipo rotacional involucrando los materiales que constituyen dicho depósito. Igualmente, para los suelos residuales se considero un mecanismo rotacional, teniendo en cuenta la naturaleza arcillosa de la formación, así como el hecho de que las estructuras como diaclasas no controlan los mecanismos de falla. Se evalúa únicamente el mecanismo de falla rotacional dado que se considera que posee la probabilidad de ocurrencia más alta en el área de estudio y por lo tanto se considera como el más crítico".

El modelo geológico-geotécnico es presentado en los Planos 6-1 y 6-2. Los perfiles realizados corresponden a las secciones A, B, C y F, los cuales se presentan con firma de elaboró del Ingeniero Juan Pablo Gaona y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio. En los planos se aprecian tres (3) diferentes materiales: Relleno, Arcilla y Arcillolita.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar el estudio con relación a los siguientes aspectos:

- Se reitera al Consultor hacer claridad dentro de la Tabla 7 sobre la ubicación de los resultados de Corte Directo allí presentados y denominados CD(AP5-M1)IGL, 1992 (dos resultados para Arcilla gris con vetas moradas), CD(AP6-M1)IGL, 1992 (un resultado para Relleno arcilloso de color habano con

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

gravas) y CD(S1-M5), 2013 (un resultado para grava en matriz arcillo arenosa de color habano). Con base en lo anterior se solicita tener presente las siguientes observaciones:

1) Esta solicitud se realiza ya que aunque el Consultor expresa en el documento que se utiliza como información secundaria los datos obtenidos del proyecto "Jardín Belvedere" – Tv 4ª No 43-60, el FOPAE considera que no es claro (en el texto) si los datos allí consignados obedecen o no al proyecto anterior.

2) Aunque se menciona en el documento que para comparar los resultados obtenidos de la exploración y los ensayos de laboratorio realizados en el área de estudio, se emplean los resultados obtenidos del proyecto "Jardín Belvedere" por su cercanía al presente proyecto; no es claro para el FOPAE la condición de cercanía manifestada, ya que el proyecto Belvedere se localiza sobre la Tv 4ª Con Calle 43, mientras el proyecto al interior de Universidad se localiza en la Cra 4 con Calle 26B.

3) El FOPAE no encuentra dentro del documento un soporte que justifique de manera clara y contundente la comparación de los parámetros mencionados en el punto 2, por lo que solicita al Consultor que revalúe si tal comparación de valores es pertinente o no, o en caso de continuar su interés por incluirlos en el estudio soportar de manera precisa tal comparación.

- Se reitera al Consultor que no es claro para el FOPAE porqué, aunque presenta en la Tabla 10 un material denominado Arcillolita, en la Tabla 7 así como en los análisis posteriores no se presentan los ensayos de laboratorio realizados a este material que permitieran la obtención de los parámetros geomecánicos presentados en el tabla inicialmente mencionada. Con relación a lo anterior se debe realizar la siguiente observación:

  1) Aunque el Consultor menciona en el numeral 2.10.4 que las características promedio del material (peso unitario, cohesión y ángulo de fricción) se adoptaron a partir de los datos del estudio de suelos AUS-9908, el FOPAE solicita que el análisis realizado para su obtención, así como los soportes correspondientes del estudio en mención deben estar incluidos dentro del documento, siempre y cuando se certifique que los materiales ensayados en laboratorio son representativos de muestras extraídas para este mismo material dentro del área actual de estudio.

c. Exploración Geotécnica

Este ítem se desarrolla en el numeral 2.8 en el cual el Consultor menciona que como parte del estudio se realizó un programa de exploración que se distribuyó en planta y en profundidad, con el objeto de caracterizar los materiales presentes en el área. En la Tabla 6 se presenta el resumen del trabajo de exploración del subsuelo realizado, señalando la elaboración de seis (6) perforaciones realizadas por Alfonso Uribe en el año 2011, un sondeo realizado en el año 2013 y otro sondeo adicional son identificar en que año fue realizado. La profundidad de la exploración varió entre 6.21 y 22.0m.

En el Anexo 1 el Consultor presenta los "Registros de Exploración y Ensayos de Laboratorio" realizados dentro del estudio. Al revisar tales soportes se puede mencionar la ejecución de la siguiente exploración y ensayos de laboratorio: Seis (6) perforaciones realizadas por Alfonso Uribe, Dos (2) sondeos realizados por el Ingeniero Juan Pablo Gaona, Ensayos de Limites de Atterberg, Ensayos de granulometría, Ensayos de determinación de contenido de humedad, Ensayos de determinación de Peso Unitario parafinado, Ensayos de lavado sobre tamiz No 200 y un Ensayo de Corte Directo en suelo.

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 el estudio con relación a los siguientes aspectos:

- Se reitera al Consultor que según lo establecido en el numeral 3.3.3 de la Resolución 227 de 2006, se debe incluir dentro del documento "La justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio, [...]" realizados para el área de estudio. Esta observación debe dar alcance a las siguientes consideraciones:
  1) Aunque el Consultor obtiene los parámetros geomecánicos del Relleno y la Arcilla color café de correlaciones con SPT, no justifica por qué no llevó a cabo ensayos de laboratorio sobre muestras extraídas de las perforaciones que permitieran establecer las características esfuerzo-deformación de tales materiales y poder comparar de esta forma los resultados obtenidos por ambos procedimientos, lo que ofrecería una mayor confiabilidad en los parámetros adoptados.
  2) La observación anterior se hace extensiva al material Arcillolita, cuyos parámetros geomecánicos fueron obtenidos de información secundaria.
  3) Aunque el Consultor realiza un ensayo de Corte Directo sobre una muestra descrita como "Grava en matriz arcillo-arenosa de color habano", no es claro dentro del documento que relación guarda este material ensayado con alguno de los materiales que forman parte del modelo geológico-geotécnico propuesto, por ejemplo ver Tabla 8 ó Tabla 10.

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.

8.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

El consultor desarrolla en el numeral 3 la "Evaluación de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa" y menciona que los análisis de estabilidad fueron realizados sobre las secciones geológico-geotécnicas A, B, C, D y F, bajo condiciones normales y extremas de agua y sismo para los diferentes escenarios.

El Consultor expresa lo siguiente en el numeral 3.1.1 "Mecanismos de Falla": "Teniendo en cuenta los materiales a evaluar en la estabilidad de taludes que corresponden principalmente para rellenos antrópicos se estableció que el mecanismo más probable es de tipo rotacional involucrando los materiales que constituyen dicho depósito. Igualmente, para los suelos residuales se considero un mecanismo rotacional, teniendo en cuenta la naturaleza arcillosa de la formación, así como el hecho de que las estructuras como diaclasas no controlan los mecanismos de falla. Se evalúa únicamente el mecanismo de falla rotacional dado que se considera que posee la probabilidad de ocurrencia más alta en el área de estudio y por lo tanto se considera como el más crítico".

En la Tabla 12 el Consultor presenta los "Factores de seguridad, FS para el escenario actual". La evaluación de amenaza se realizó sobre los perfiles A, B, C y F, obteniendo para la condición extrema (con agua y sismo) una categorización alta, media y baja para el área de 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

En el numeral 3.1.3 "Cálculo de la probabilidad de falla" el Consultor menciona que la amenaza se determinó en términos de probabilidades de falla mediante el método de estimativos puntuales de resistencia y eventos detonantes, basado en el método de Rosenblueth.

En el numeral 3.1.4 "Distancia de viaje" se menciona lo siguiente: "Para evaluar las zonas de amenaza fue necesario estimar la distancia de viaje de las posibles superficies de falla evaluadas en el análisis de estabilidad, para lo que se utilizó la metodología propuesta por Finlay, Mostyn y Fell, 1999".

En el numeral 3.2 "Evaluación de Amenaza para el Escenario con Proyecto" el Consultor menciona: "[...] Los resultados demostraron que la adecuación del terreno que comprende cortes de excavación hasta de 4.5m de altura conlleva el retiro de los relleno antrópicos lo cual mejora la estabilidad. [...] allí se indica que el sector oriental podría quedar en amenaza alta frente a la intervención debido principalmente a la pérdida de soporte de los rellenos antrópicos en este sector. Se asumió para la condición normal en los análisis de estabilidad de taludes un nivel de agua entre 1.5 y 3.2m, mientras para la condición extrema se asume un incremento de 1 a 2m de altura de esta tabla de agua, lo cual arroja un nivel próximo a la superficie del terreno.".

En la Tabla 13 el Consultor presenta los "Factores de seguridad para el escenario con proyecto". La evaluación de amenaza se realizó sobre los perfiles B, D y F, obteniendo para la condición extrema (con agua y sismo) una categorización baja para el área de estudio.

En los cálculos de probabilidad total presentados en el Anexo 2 "Análisis de Estabilidad", el Consultor emplea como períodos de retorno de lluvia y sismo unos valores de 10 y 475 años, respectivamente. En el período de diseño se emplean valores de 1 y 50 años, para evaluaciones de condición actual y con proyecto, respectivamente. Como coeficiente de aceleración sísmica horizontal se incluye un valor de 0.20g.

La zonificación de amenaza para la condición actual se presenta en el Plano 7 a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro, con firma de elaboración del Ingeniero Juan Pablo Gaona y firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora y analista de riesgos del estudio. En el citado plano se cartografían zonas con una condición de amenaza baja, media y alta por fenómenos de remoción en masa.

En el estudio se incluye el Plano 12: "Amenaza por remoción en masa condición con proyecto". El Plano es presentado a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro, con firma de elaboración del Ingeniero Juan Pablo Gaona y firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora y analista de riesgos del estudio. En el citado plano se cartografían zonas con una condición de amenaza baja, media y alta por fenómenos de remoción en masa.

El FOPAE aclara que da por entendido que el Consultor, teniendo en cuenta la definición de los niveles de agua propuestos para condiciones normales y extremas (según el ítem 2.9 "Análisis de la Hidrogeología"), incorpora dichos niveles dentro de los análisis de estabilidad presentados.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar el estudio con relación a 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

- Se reitera al Consultor que para validar los análisis de estabilidad presentados y por consiguiente la condición de amenaza, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas en los estudios básicos y al modelo geológico geotécnico dentro del presente concepto técnico.

- Con el fin que la información contenida en el estudio sea consistente a lo largo del mismo, se le solicita al Consultor tener en cuenta las siguientes observaciones:
  1) Corregir en la página 67 del documento, la referencia a un período de retorno de lluvia igual a 50 años, cuando en la página 68, en la tabla 3 y en el cálculo de probabilidad total del Anexo 2 se hace mención es a un período de retorno igual a 10 años.
  2) En la página 70 del documento se menciona lo siguiente: "Se asumió para la condición normal en los análisis de estabilidad de taludes un nivel de agua entre 1.5 y 3.2m, mientras para la condición extrema se asume un incremento de 1 a 2m de altura de esta tabla de agua, lo cual arroja un nivel próximo a la superficie del terreno". Con base en lo anterior, se requiere que el Consultor realice las correcciones a que haya lugar, con el fin que la información allí mencionada sea consistente con lo expresado en el numeral 2.9 "Análisis de la Hidrogeología".
  3) No es claro para el FOPAE porqué aunque el Consultor presenta como resultado de sus análisis de estabilidad una categorización de amenaza baja (según la Tabla 13) para el escenario con proyecto; al revisar el Plano 12 se observa una zonificación que varía entre amenaza baja, media y alta.

- Se requiere que el Consultor revise, revalúe y si es el caso redefina la zonificación de amenaza presentada, con relación a las siguientes inconsistencias observadas en los planos:
  1) Aunque en el Plano 7 se categoriza como amenaza baja una zona localizada hacia el costado oriental del área de influencia del proyecto, al observar el Plano 12 se observa que la misma área se encuentra en una condición de amenaza media, sin observarse ningún tipo de cambio físico o implantación alguna en este sector.
  2) Aunque en el Plano 7 se categoriza como amenaza media una zona localizada hacia el costado nor-occidental del área de influencia del proyecto, al observar el Plano 12 se observa que la misma área se encuentra en una condición de amenaza baja, sin observarse ningún tipo de cambio físico o implantación alguna en este sector.

8.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El Consultor desarrolla este ítem en el numeral 4.1 "Evaluación y Clasificación de la Vulnerabilidad", mencionando que empleó la metodología propuesta por Leone (1996) y Soler et. Al. (1998) para evaluar la vulnerabilidad de los elementos expuestos frente a fenómenos de remoción en masa, por lo que se determinó el Índice de Daño (ID) en función de la tipología de la edificación, evaluando posteriormente el Índice de Vulnerabilidad Física – IVF el cual es una función del ID y del grado de amenaza.

En el numeral 4.2 "Evaluación de Vulnerabilidad para el Escenario Actual", el Consultor menciona que los elementos expuestos a los fenómenos de inestabilidad potenciales y que fueron evaluados son: el edificio de laboratorio, la vía de acceso, las escaleras, un tramo de andén y la Avenida Circunvalar; obteniendo para todos una categorización de vulnerabilidad media (ID=0.3, IVF=0.38).

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 numeral 4.3 "Evaluación de Vulnerabilidad para el Escenario con Proyecto", el Consultor expresa que dado que el nuevo proyecto debe cumplir con la NSR-10, se estima que los asentamientos diferenciales esperados no superen el orden de magnitud de un (1) centímetro (1/300 – 0.3%), lo que arroja un IVF de 0.268 (ID entre 0.1 a 0.2 y amenaza alta – α=0.6), es decir, vulnerabilidad media, por lo que se requiere adoptar medidas de mitigación.

El estudio concluye que las medidas de mitigación corresponden a obras de drenaje sub-superficial y superficial, y estructuras de contención en los cortes de implantación del proyecto.

Producto de los análisis realizados se elaboraron los planos de Vulnerabilidad para Escenario Actual (Plano 8) y Vulnerabilidad con Proyecto (13), ambos a escala 1:500, con curvas de nivel cada medio (0.5) metro, encontrándose la firma del Ingeniero Juan Pablo Gaona (elaboró) y de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora y responsable del estudio de amenaza y riesgo.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar el estudio con relación a los siguientes aspectos:

- Se reitera al Consultor que para validar los resultados de la evaluación de vulnerabilidad presentados, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas en los estudios básicos, al modelo geológico geotécnico y a los análisis de estabilidad – evaluación de amenaza, dentro del presente concepto técnico.

- Se requiere que el Consultor atienda las siguientes inconsistencias con relación a información contenida en el capítulo de vulnerabilidad y lo observado en los planos anexos:
  1) Se reitera al Consultor ser consistente con la información incluida en el documento, ya que por ejemplo, según lo expresado en el numeral 4.2 se da la impresión que todos los elementos expuestos cuentan con una vulnerabilidad media; pero al observar tanto el Plano 8 como la Tabla 19 se encuentra que el edificio de laboratorio cuenta con una categorización de vulnerabilidad baja.
  2) La observación anterior se hace extensiva a una pequeña franja localizada hacia el costado sur del área de influencia y que se encuentra identificada con vulnerabilidad baja; mencionando además, que no es claro ni en el documento ni en el plano a que elemento expuesto hace referencia tal evaluación.
  3) Se reitera al Consultor que al observar el costado noroccidental del área de influencia para la condición con proyecto (Plano 13), se aprecia un elemento evaluado con vulnerabilidad media, el cual no se encuentra categorizado en el plano para el escenario actual (Plano 8). La inconsistencia no sólo radica en por qué se evalúa tal elemento en la condición con proyecto pero no en la actual, sino además, cuando se observa el plano de implantación del proyecto (Plano 10) este elemento no forma parte de la nueva construcción.

8.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

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

Este ítem se desarrolla en el numeral 4.4 "Evaluación y Clasificación del Riesgo", donde el Consultor menciona que "El riesgo se evaluó a partir del cálculo del Índice de Riesgo (IR), expresado en función del IVF y la probabilidad de falla del fenómeno amenazante, con la expresión siguiente: IR=Pf.IVF"; adicionalmente, se presenta en la Tabla 21 la categorización del riesgo en función de los rangos de variación del IR.

El Consultor presenta en la Tabla 22 los "Resultados de la Evaluación de Vulnerabilidad y Riesgo Escenario Actual", categorizando los elementos evaluados con riesgo medio y bajo.

El consultor no hace referencia en este ítem a la evaluación del riesgo en el escenario con proyecto.

En el estudio se presenta el Plano 9 "Riesgo para Escenario Actual" y el Plano 14 "Riesgo con Proyecto". Los citados planos son presentados a escala 1:500 y cuentan con firma de elaboró del Ingeniero Juan Pablo Gaona y con firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar el estudio con relación a los siguientes aspectos:

- Se reitera al Consultor que para validar los análisis de riesgo presentados en el estudio, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos, al modelo geológico geotécnico, así como a la evaluación de amenaza y vulnerabilidad relacionados en el presente Concepto Técnico, cumpliendo adicionalmente con lo establecido en el numeral 3.6 de la Resolución 227 de 2006.

- Se requiere que el Consultor atienda las siguientes inconsistencias con relación a información contenida en el capítulo de riesgo y lo observado en los planos anexos:
  1) Se reitera al Consultor ser consistente con la información contenida en los Planos 9 y 14, ya que por ejemplo, al observar el edificio de laboratorios éste se encuentra en un riesgo bajo para el escenario actual, pero al observar el plano de riesgo con proyecto el mismo elemento cuenta con dos categorizaciones de riesgo, medio y bajo.
  2) Se reitera al Consultor que aunque se categoriza con riesgo bajo una pequeña franja localizada hacia el costado sur del área de influencia, tanto para el escenario actual como con proyecto, no es claro en el documento ni en los planos a que elemento expuesto hace referencia tal evaluación.
  3) Se reitera al Consultor que al observar el costado noroccidental del área de influencia en el plano de riesgo en el escenario actual, se aprecia un elemento categorizado con riesgo nulo, el cual se encuentra categorizado con riesgo medio en el plano de riesgo con proyecto. La inconsistencia no sólo radica en la categorización obtenida para tal elemento en los planos mencionados, sino además, cuando se observa el plano de implantación del proyecto (Plano 10) este elemento no forma parte de la nueva construcción.

8.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

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 numeral 5 del estudio el Consultor desarrolla el "Plan de medidas de mitigación de riesgos" mencionando que el plan de medidas contempla: 1) Obras de contención como la construcción de un muro en concreto reforzado en los cortes y 2) Obras de drenaje superficial y subsuperficial como cunetas y filtros". En este numeral también se incluyen los subcapítulos denominados "Condiciones y recomendaciones particulares de construcción" y "Plan de Mantenimiento y Monitoreo".

En el estudio se incluye el Plano 15 "Medidas de Mitigación" y el Plano 16 "Detalles Medidas Mitigación". El primer plano es presentado a escala 1:500 y el segundo con varias escalas. Ambos productos cuentan con la firma de elaboró del Ingeniero Juan Pablo Gaona y con firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar el estudio con relación a los siguientes aspectos:

- El FOPAE reitera al Consultor que para validar la información contenida en este capítulo, debe tener en cuenta las observaciones realizadas en los numerales anteriores del presente Concepto Técnico, y si es del caso, a partir de nuevos análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, definir el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo. Se recuerda que todas las medidas que se sugieran deben estar ubicadas y detalladas en planos del predio con la construcción de las nuevas edificaciones.

8.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Este ítem se desarrolla en el numeral 5.3 "Evaluación de Amenaza con Medidas de Mitigación y Proyecto" mencionando lo siguiente: "El escenario analizado con proyecto y medidas de mitigación, presenta los resultados de factores de seguridad superiores a 1.3 para la condición extrema. Como se observa en la Tabla 23". En dicha tabla se presenta un resumen de los factores de seguridad obtenidos para el Perfil B con Proyecto, todos mayores a 1.3.

En el estudio se presenta el Plano 17 "Amenaza por Remoción en Masa Condición con Proyecto y Medidas de Mitigación". El citado plano es presentado a escala 1:500 y se presenta con firma de elaboró del Ingeniero Juan Pablo Gaona y firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora del estudio.

NO CUMPLE

Se recomienda complementar o aclarar el estudio con relación a los siguientes aspectos:

- Se reitera al Consultor que para validar este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas en los ítems anteriores y si es del caso, realizar nuevos análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo que ajusten el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo. Se recuerda que todas las medidas que se sugieran deben estar ubicadas y detalladas en planos del predio con la construcción de las nuevas edificaciones.

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

8.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida de la Ingeniera Civil con Maestría en Ingeniería Civil, Marcela Salcedo Quijano; del Ingeniero Geólogo - Geotecnista José Manuel Naranjo, los cuales, de acuerdo con la información suministrada, considera el FOPAE que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

8.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los contenidos mínimos solicitados 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 solicitadas a lo largo del presente concepto.

El FOPAE recomienda que la presentación del informe del estudio se ajuste al orden estipulado en el numeral 5 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006, dividiendo adecuadamente la información por capítulos.

NO CUMPLE

8.10 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 incluye una carta de responsabilidad firmada por el encargado de la evaluación y cuantificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo que entiende el FOPAE es la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano.

NO CUMPLE

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

9. QUINTA REVISIÓN DEL ESTUDIO – Concepto Técnico CT-7075 (07 de Noviembre de 2013)

9.1 ESTUDIOS BÁSICOS

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

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 numeral 2.1 "Estudio Geológico", se realiza una descripción general de las condiciones geológicas regionales del sector donde se busca desarrollar el proyecto, indicando que la zona de estudio se encuentra localizada en las laderas del flanco occidental del cinturón montañoso que bordea la ciudad de Bogotá, en donde yacen rocas secuencias intercaladas de areniscas y lodolitas parcialmente cubiertas con niveles de suelo residual, rellenos antrópicos y depósitos coluviales.

Posteriormente, se hace una descripción litológica de las siguientes unidades a nivel regional: Grupo Guadalupe (Ksg), Formación Guaduas (KTgs), Formación Cacho (Tpc), Formación Bogotá (Tpb), Conos de Deyección (Qcd) y Coluviones (Qcl).

En lo que refiere a la geología estructural regional, el estudio menciona que "[...] El Centro Universitario, está inmerso en la vertiente occidental de los cerros orientales, tallada en laderas forjadas en contrapendientes estructurales con gradientes que divagan desde los veinte grados hasta los sesenta grados, en la proximidad a la traza de la falla de Bogotá, [...].

En la página 18 se menciona lo siguiente: "[...] El comportamiento de la estratificación en el orbe regional, es homogéneo; su buzamiento es inverso y hacia el noreste, lo que da lugar a contrapendientes estructurales. Sumado a este conjunto sobresalen pocos lineamientos de falla organizados en un sistema con rumbo NE-SW a NNW-SSE, cuasi paralelo a la falla de Bogotá, sus trazas se encuentran enmascaradas por la cobertura de depósitos cuaternarios y por obras civiles".

En el numeral 2.1.3 "Geología Local – Estratigrafía" aparecen descritas las unidades de suelo y roca existentes en el área exclusiva de la Universidad, a saber: Rellenos Antrópicos para Vías (Qarv), Rellenos Antrópicos Mixtos (Qarm), Suelos Residuales de las Lodolitas de la Formación Bogotá (Qtpb–sr–Ld) y Formación Bogotá-Niveles lodolíticos (Tpb-Ld).

En el numeral 2.1.3.3 "Geología Estructura Local" se señala lo siguiente: "[...] La información estructural, acopiada fue precaria debido a las pocas exposiciones del macizo rocoso. Así las cosas, fue imposible el modelamiento cinemático de las laderas o taludes existentes, esto soportado además, en que los mismos están forjados principalmente es suelos residuales, materiales que poseen propiedades o características cinemáticas diferentes a las de una roca, y los mismos son los que abarcan la mayor extensión del área de estudio y recubren – con espesores promedio cercanos a los 10 metros – las unidades de roca".

El levantamiento geológico es presentado en el Plano 2: "Geología Local", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 0.5 metros y en el cual se delimita el área de influencia del proyecto según lo contenido en el numeral 1.6 del documento. Los perfiles geológicos son presentados en los Planos 3-1 (Perfil A y B) y 3-2 (Perfil C). Los planos se presentan con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora y responsable del estudio.

CUMPLE

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

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 numeral 2.2.1 "Geomorfología Local" se señala: "[...] El paisaje ha sido delineado a partir de una geoformas estructurales que han sido transformadas a modelados denudativos, estos en conjunto y coadyuvados por agentes erosivos y meteorizantes ... [...]".

En lo referente al numeral 2.2.2 "Morfoestructural (Formas)", se menciona lo siguiente: "Es sin lugar a dudas el principal y más relevante tipo de relieve en el sector. Su evolución está ligada a la dinámica estructural y tectónica de la Sabana de Bogotá y del cinturón de los cerros orientales, los que en conjunto, configuran y rasgan pliegues, fracturan macizos, izan y hunden bloques, y basculan monolitos. El resultado de todos estos eventos queda representado por contrapendientes estructurales (Ce), y en menor proporción por conspicuos escarpes (E)".

El estudio identifica cinco unidades geomorfológicas para el área de estudio: Unidad de Laderas Fuertes en Suelos Residuales (Cel-Lf-Qtb-Sr), Unidad de Explanación Antrópica en Suelos Residuales (Cel-Ea-Qtb-Sr), Unidad de Explanación Antrópica en Rellenos Antrópicos Mixtos (Cel-Ea-Qarm), Unidad de Explanación para Corredores Viales y Peatonales (Cel-Ea-Qra) y Unidad de Laderas en Suelos Residuales (Cel-Qtb-Sr).

En el numeral 2.2.3 "Procesos Morfodinámicos", el Consultor menciona lo siguiente: "[...] Las laderas naturales no sólo se transfiguraron en su morfometría, por la disposición de cortes y rellenos y por la adecuación para la construcción de viviendas y vías tanto vehiculares como peatonales, sino por la mayor predisposición a los agentes de intemperismo, y por la modificación en el patrón de drenaje. Como resultado de la convolución de tales eventos acaecen diversas expresiones morfodinámicas así: Meteorización; Erosión en surcos y cárcavas; Procesos de Remoción en Masa: caída de bloques, reptamientos y deslizamientos rotacionales en suelos, siendo este último el proceso más probable. Al interior del área de estudio no se encontró registro de dichos procesos, por tal razón no se presenta un inventario de éstos en el Plano 4 que corresponde a la geomorfología local".

En el numeral 2.2.4 "Meteorización", se señala que "[...] El macizo rocoso ha sido lavado de manera constante, de manera tal, que se ha despojado al mismo de ciertos minerales, y se ha permitido la concentración de otros, todo esto lleva al cambio de la roca original a suelo residual. [...] Los suelos residuales son escenario preferencial para la formación de deslizamientos traslacionales, deslaves y flujos de tierra gestados toda vez que se saturaren o se reblandezcan, en especial durante las temporadas de lluvias."

En el numeral 2.2.6 "Procesos de Remoción en Masa (FRM)", el consultor indica que "[...] la exposición de los diferentes niveles de suelos residuales y rellenos antrópicos, en la zona de estudio, no evidencian manifestación alguna que indique la gestación o incubación de algún tipo de proceso de remoción en masa. En el mapa de procesos que sirvió de soporte para la elaboración del plano de Amenaza del POT se identifica dos deslizamientos rotacionales hacia el costado nororiental de los predios de la Universidad [...] De acuerdo con lo observado estos deslizamientos están estabilizados con la implementación de medidas como obras de drenaje y por tanto no tienen incidencia para el proyecto planteado en el área de estudio. [...] Otros posibles procesos eventuales, son los pequeños flujos de material y deslaves, estos

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

comprometen los niveles más superiores de los suelos orgánicos y residuales; [...] pero sin causar mayor tipo de afectación o traumatismo a la vía ni a las edificaciones vecinas, [...]".

El levantamiento geomorfológico es presentado en el Plano No. 4: "Geomorfología", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro y en el cual se delimita el área de influencia del proyecto según lo contenido en el numeral 1.6 del documento. El plano se presenta con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora y responsable del estudio.

El FOPAE aclara que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

CUMPLE

c. Hidrogeología

En el numeral 2.3 "Hidrogeología", el consultor menciona: "A nivel regional el área de estudio se localiza sobre el Acuífero Bogotá – Regadera, el cual corresponde sedimentos de la Formación Bogotá Superior e Inferior, y los sedimentos de la Formación Regadera [...]".

En el numeral 2.3.1 "Rasgos Topográficos" se señala lo siguiente: "La exploración geotécnica realizada evidencia una marcada tendencia a la concentración de agua especialmente en el contacto entre los rellenos y los suelos arcillosos. Esta característica se debe fundamentalmente a que los rellenos en este caso son bastante permeables, teniendo como basamento un material poco permeable como lo son los suelos y arcillolitas de la Formación Bogotá. [...] Desde el punto de vista hidrogeológico es de destacar la tendencia del agua a estabilizarse en el contacto entre el relleno y el Suelo arcilloso, ratificando la condición de alta permeabilidad y saturación de los rellenos".

En el numeral 2.3.2 "Clima", el Consultor presenta las siguientes consideraciones: 1) El proyecto se localiza en una zona que presenta una precipitación promedio anual 1000 mm, 2) De acuerdo con la estación San Diego, en la zona del proyecto se presenta un comportamiento bimodal de precipitación, 3) La temperatura media presenta valores muy estables que oscilan entre 14° y 15°C, y 4) La humedad relativa presenta un valor medio de 73%.

En el numeral 2.9 "Análisis de la Hidrogeología" se menciona lo siguiente: "[...] en las perforaciones se registraron niveles de agua que en general se encuentran cerca de los 3.0 m de profundidad, con excepción de la perforación 4 y el sondeo S1-FEB2013 (Ver Tabla 6). Dadas las características antes descritas se asumió para la **condición normal** en los análisis de estabilidad de taludes un nivel de agua construido a partir de los valores de nivel reportados en los registros de perforación, mientras que para la **condición extrema** se asume un incremento de 1 a 2 m de altura de esta tabla de agua. Lo cual arroja un nivel próximo a la superficie del terreno. Considerando que se trata de una contrapendiente estructural la roca no se considera saturada".

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 cuanto al criterio para el diseño de obras de drenaje, el consultor precisa dentro del numeral 2.9 lo siguiente: "[...] teniendo en cuenta el área de aporte por escorrentía de la zona que será interceptada por el muro de contención propuesto dentro de las medidas de mitigación, área que se estimó en 2493m2, a partir de la cartografía IGAC, los caudales de aporte para las posibles obras de drenaje son del orden de 0.06m3/seg. Lo anterior, se calcula con base para un período de retorno de 10 años y una duración de 15 minutos, la intensidad I es de 95 mm/h. La eficacia de las obras de drenaje radica en evitar la infiltración y por ende evitar la posibilidad de niveles freáticos. Se espera que el nivel freático para la condición extrema asumido para el escenario con proyecto y obras de mitigación se abata, lo cual mejora la estabilidad".

El FOPAE aclara, que se da por entendido que el Consultor, teniendo en cuenta la definición de los niveles de agua propuestos para condiciones normales y extremas, incorporó dichos niveles dentro de los análisis de estabilidad realizados dentro del estudio.

CUMPLE

d. Drenaje Superficial

En el numeral 2.4 "Evaluación del Drenaje Superficial" el Consultor señala: "En el sitio de estudio se presenta una gran presencia de obras urbanísticas como vías, parqueaderos y edificios lo cual controla el agua de escorrentía, de igual manera se observa vegetación de baja altitud como rastrojos y pastos naturales, generando una baja retención de la precipitación (ver plano 5), para el diseño de las obras de drenaje se determinó un caudal de aporte utilizando el método racional, teniendo en cuenta un área de aporte de 2493 m^2 (Figura 10), que corresponde al área aferente de la cuneta que se construirá en la corona del muro de contención propuesto en las medidas de mitigación dentro del numeral 5.1.1 del presente informe, una intensidad de 95 mm/h para un período de retorno de 10 años y una duración de 15 minutos a partir de la Figura 7, y un coeficiente de escorrentía de 0.86 con lo que se obtuvo un caudal de 0.06 m3/s".

En la página 38 se señala: "El sector cuenta con redes para el manejo de aguas lluvias y negras. De acuerdo con el comunicado No. 24300-21011-3093 emitido por el Acueducto de Bogotá en el predio no discurre ningún cuerpo de agua o afectación por ronda. No se evidenciaron condiciones de disfuncionalidad de las redes de drenaje existentes que pudiesen afectar la estabilidad del terreno".

Por último, en la página 39 el Consultor menciona: "Debido a la ubicación del sitio de estudio que esta al costado occidental de la Avenida Circunvalar a la altura de la calle 26B, la red de alcantarillado principal de referencia se encuentra en el recorrido de la Avenida."

CUMPLE

e. Sismología

En el numeral 2.5 "Sismología" se presenta lo siguiente: "Según el Decreto 523 de 2010, el proyecto se localiza en un gran porcentaje en la zona de ladera (Figura 12). Y en menor proporción en la zona 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

cerros, por lo tanto se considera ubicado en la transición entre estas dos zonas Cerros y Depósito de Ladera del Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá. Para el diseño se utilizará el espectro definido por el decreto 523 del 16 de diciembre de 2010. Por tanto para los análisis de estabilidad se utilizó el valor de aceleración promedio de ambas zonas, a=0,2g, esto es (0.22+0.18)/2=0.2. Adicional a esto se asume una componente vertical de sismo, de forma que no se desprecie esta componente que, a su vez, genera un análisis más conservador".

CUMPLE

f. Uso del Suelo

El Consultor desarrolla este ítem en el numeral 2.6 "Cobertura y Uso del Suelo".

En el numeral 2.6.1 "Uso actual del suelo" el Consultor menciona que la zona de interés cuenta con un uso de suelo urbano, destacando la presencia de las siguientes unidades: Pastos Naturales, Institucional Educativa, Rastrojo bajo, Institucional Urbana Vías, Edificaciones, Peatonal, Infraestructura eléctrica, Institucional Escaleras y Andén. Para finalizar este ítem el Consultor expresa: "En cuanto al uso precedente del suelo no se evidencia en el predio que hayan existido procesos de minería o explotación de canteras".

En el Plano 5 "Uso y Cobertura del Suelo", el Consultor delimita dentro del área de influencia las unidades previamente mencionadas. El plano es presentado en escala 1:500, con curvas de nivel cada medio (0.5) metro, con firma de elaboración del Ing. Juan Pablo Gaona y firma de responsable de la Ing. Marcela Salcedo Quijano, la cual entiende el FOPAE es la directora y responsable del estudio.

CUMPLE

9.2 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el numeral 2.2.7 "Análisis Multitemporal", el Consultor señala que para el análisis del sector de estudio se emplearon fotografías aéreas producidas por el IGAC, complementadas con imágenes Google de 2000 y 2005. El Consultor presenta entre las páginas 29 y 32 las siguientes imágenes empleadas dentro del análisis multitemporal: Foto 3 – Aerofotografía vuelo C-335 de 1943, Figura 5 – Plancha J-81 IGAC 1981, Foto 4 – Vuelo R-1131 de 1990, Foto 5 – Imagen Google Earth 2000 y Foto 6 – Imagen Google Earth 2005.

Al final de la página 31 y con relación al análisis realizado para el año 2000, el Consultor menciona lo siguiente: "[...] El terreno, en términos generales, se ha acondicionado con zonas verdes y bosques, los drenajes han sido canalizados, y no se evidencian procesos de remoción en masa relevantes y que puedan llegar a comprometer la infraestructura de la Universidad".

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 numeral 2.2.6 "Procesos de Remoción en Masa (FRM)", el consultor indica que "[...] la exposición de los diferentes niveles de suelos residuales y rellenos antrópicos, en la zona de estudio, no evidencian manifestación alguna que indique la gestación o incubación de algún tipo de proceso de remoción en masa. En el mapa de procesos que sirvió de soporte para la elaboración del plano de Amenaza del POT se identifica dos deslizamientos rotacionales hacia el costado nororiental de los predios de la Universidad [...] De acuerdo con lo observado estos deslizamientos están estabilizados con la implementación de medidas como obras de drenaje y por tanto no tienen incidencia para el proyecto planteado en el área de estudio. [...] Otros posibles procesos eventuales, son los pequeños flujos de material y deslaves, estos comprometen los niveles más superiores de los suelos orgánicos y residuales; su desarrollo se da principalmente luego de fuertes lluvias, su recorrido es muy corto, en términos generales no se desplazan más que unos pocos metros de la base de los diferentes taludes, y algunos compuestos por material más fino logran mayores desplazamientos al ser arrastrados por las aguas lluvias hasta las vías que disectan la universidad (i.e: Av. Circunvalar), pero sin causar mayor tipo de afectación o traumatismo a la vía ni a las edificaciones vecinas, [...]".

El levantamiento geomorfológico es presentado en el Plano No. 4: "Geomorfología", que está a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro y en el cual se delimita el área de influencia del proyecto según lo contenido en el numeral 1.6 del documento. El plano se presenta con firma del Ingeniero Geólogo José Manuel Naranjo y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora y responsable del estudio

El FOPAE hace claridad que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

CUMPLE

b. Formulación del Modelo

En el numeral 2.10 del documento el Consultor define el modelo geológico-geotécnico del área de estudio. Estos modelos son presentados en los planos 6-1 y 6-2, a lo largo de las secciones transversales A, B y C. Estos modelos fueron elaborados teniendo en cuenta los materiales involucrados en las perforaciones realizadas, así como con la información obtenida del trabajo geológico.

Con relación al numeral 2.10.1 "Determinación de parámetros a partir del SPT", el Consultor realiza un análisis para determinar los parámetros geomecánicos de dos (2) diferentes materiales: Relleno y Arcilla color café (según Tabla 8). Para cada material se presenta una relación (gráfica) entre el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante (Figuras 14 y 15), de la cual se obtiene el rango del valor del ángulo de fricción y cohesión a emplear dentro de los análisis de estabilidad.

Aunque en la Tabla 8 el Consultor incorpora un material denominado "Grava en matriz arcillo arenosa de color habano" que no concuerda inicialmente con el material denominado "Arcilla color café", en la página 62 del documento el Consultor incluye la siguiente consideración: "[...] Adicionalmente, se presenta en la misma tabla los correspondientes parámetros de resistencia que se obtuvieron del ensayo de corte

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

directo que se realizó sobre la muestra No 5 del Sondeo S1-FEB2013 realizado para el presente estudio, en la descripción de la muestra se denomina el material como "Grava en Matriz Arcillo Arenosa de color Habano", sin embargo para efectos del modelo geotécnico, se consideró comparable los resultados de este ensayo con los obtenidos por correlaciones de SPT del material denominado "Arcilla Color Café", esto debido a que se encuentran los valores de cohesión y ángulo de fricción dentro del mismo rango, también se tuvo en cuenta la localización en profundidad de la muestra de tal forma que pertenecieran a la misma unidad geológica (Suelos residuales de las lodolitas de la formación Bogotá)".

En la página 62 el Consultor incluye lo siguiente: "En la Tabla 8, se presentan los valores máximos y mínimos, de cohesión y ángulo de fricción interna, obtenidos para los materiales denominados "Relleno" y "Arcilla Color Café", a partir de las correlaciones por SPT… […]".

En los numerales 2.10.3, 2.10.4 y 2.10.5, el Consultor realiza una breve descripción de los siguientes materiales e incluye algunos resultados de sus propiedades índices y geomecánicas: Rellenos, Arcilla color café y Arcillolita. En la Tabla 10 "Materiales Identificados" el Consultor incluye tres (3) materiales asociándolos con la unidad geológica correspondiente, a saber: Relleno (Qarm y Qarv), Arcilla de color café (Qtpb-Sr-Ld) y Arcillolita color rojizo morado, Formación Bogotá (Tpb-Ld).

Dentro del numeral 2.10.5 "Arcillolita", el Consultor menciona que los parámetros de resistencia para este material fueron obtenidos utilizando la metodología generalizada por Hoek & Brown (según numeral 2.10.2), partiendo con información primaria de un ensayo de compresión inconfinada realizado sobre la muestra número 10 recuperada del sondeo 2; perforación llevada a cabo en el año 2011 dentro del área de influencia del proyecto.

En la Tabla 11 "Parámetros geotécnicos adoptados en los análisis de estabilidad", el Consultor relaciona los siguientes materiales: Relleno (Φmín 21°, Φmáx 26°, Cmín 0.15t/m2, Cmáx 0.30t/m2), Arcilla color café (Φmín 24.6°, Φmáx 30°, Cmín 1.0t/m2, Cmáx 1.60t/m2) y Arcillolita (Φmín 14.5°, Φmáx 14.5°, Cmín 5.60t/m2, Cmáx 5.60t/m2).

En la página 69 – numeral 3 "Evaluación de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa" el Consultor expresa lo siguiente: "[…] Para los análisis se adoptaron los valores mínimos de los parámetros obtenidos en los análisis del capítulo anterior (Tabla 11)… […]".

En el numeral 2.2.6 "Procesos de Remoción en Masa (FRM)", el consultor indica lo siguiente: "[…] la exposición de los diferentes niveles de suelos residuales y rellenos antrópicos, en la zona de estudio, no evidencian manifestación alguna que indique la gestación o incubación de algún tipo de proceso de remoción en masa".

En el numeral 3.1.1 "Mecanismos de Falla", el Consultor expresa: "Teniendo en cuenta los materiales a evaluar en la estabilidad de taludes que corresponden principalmente para rellenos antrópicos y suelos residuales se estableció que el mecanismo más probable es de tipo rotacional involucrando los materiales que constituyen dicho depósito. Igualmente teniendo en cuenta la naturaleza arcillosa de la formación, así como el hecho de que las estructuras como diaclasas no controlan los mecanismos 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

falla. Se evalúa únicamente el mecanismo de falla rotacional dado que se considera que posee la probabilidad de ocurrencia más alta en el área de estudio y por lo tanto se considera como el más crítico".

El modelo geológico-geotécnico es presentado en los Planos 6-1 y 6-2. Los perfiles realizados corresponden a las secciones A, B y C, en escala 1:500, los cuales se presentan con firma de elaboró del Ingeniero Juan Pablo Gaona y con la firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora y responsable del estudio. En los planos se aprecian tres (3) diferentes materiales: Relleno, Arcilla Café y Arcillolita. En cada uno de los planos se incluye una tabla en la cual se compilan los parámetros geomecánicos propios de cada material establecido en el modelo.

CUMPLE

c. Exploración Geotécnica

Este ítem se desarrolla en el numeral 2.8 en el cual el Consultor menciona que como parte del estudio se realizó un programa de exploración que se distribuyó en planta y en profundidad, con el objeto de caracterizar los materiales presentes en el área. En la Tabla 6 se presenta el resumen del trabajo de exploración del subsuelo llevado a cabo, señalando la elaboración de seis (6) perforaciones realizadas por Alfonso Uribe en el año 2011 (entre 15.0 y 22.0m) y un sondeo realizado en febrero de 2013 (profundidad de10.0m).

En la página 59 el Consultor incluye lo siguiente: "En la Tabla 7, se presenta la cantidad y tipo de ensayo realizado sobre las muestras recuperadas del programa exploratorio, tanto del estudio de suelos del proyecto como del presente estudio. El consultor considera que con estos es suficiente para caracterizar los materiales presentes en la zona de estudio".

Los parámetros geomecánicos de resistencia para el material Relleno y Arcilla Color Café, fueron obtenidos a partir de correlaciones con ensayos de SPT; mientras que los parámetros de la Arcillolita fueron obtenidos de correlaciones realizadas empleando la metodología de Hoek & Brown.

En el Anexo 1 el Consultor presenta el "Registro de Exploración y Ensayos" realizados dentro del estudio. Al revisar tales soportes se puede mencionar la ejecución de la siguiente exploración y ensayos de laboratorio: Seis (6) perforaciones realizadas por Alfonso Uribe, Un (1) sondeo realizado por el Ingeniero Juan Pablo Gaona, Ensayos de Limites de Atterberg, Ensayos de granulometría, Ensayos de determinación de contenido de humedad, Ensayos de determinación de Peso Unitario parafinado, Ensayos de lavado sobre tamiz No 200, un ensayo de Corte Directo en suelo y Un ensayo de compresión inconfinada.

CUMPLE

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.

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

9.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

El Consultor desarrolla en el numeral 3 la "Evaluación de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa" y menciona que los análisis de estabilidad fueron realizados sobre las secciones geológico-geotécnicas A, B y C, bajo condiciones normales y extremas de agua y sismo para los diferentes escenarios.

El Consultor expresa lo siguiente en el numeral 3.1.1 "Mecanismos de Falla": "Teniendo en cuenta los materiales a evaluar en la estabilidad de taludes que corresponden principalmente para rellenos antrópicos y suelos residuales se estableció que el mecanismo más probable es de tipo rotacional involucrando los materiales que constituyen dicho depósito. Igualmente teniendo en cuenta la naturaleza arcillosa de la formación, así como el hecho de que las estructuras como diaclasas no controlan los mecanismos de falla. Se evalúa únicamente el mecanismo de falla rotacional dado que se considera que posee la probabilidad de ocurrencia más alta en el área de estudio y por lo tanto se considera como el más crítico".

En la Tabla 13 el Consultor presenta los "Factores de seguridad, FS para el escenario actual". La evaluación de amenaza se realizó sobre los perfiles A, B y C, obteniendo para la condición extrema (con agua y sismo) una categorización media y alta para el área de estudio.

En el numeral 3.1.3 "Distancia de viaje" se menciona lo siguiente: "Para evaluar las zonas de amenaza fue necesario estimar la distancia de viaje de las posibles superficies de falla evaluadas en el análisis de estabilidad, para lo que se utilizó la metodología propuesta por Finlay, Mostyn y Fell, 1999".

En el numeral 3.2 "Evaluación de Amenaza para el Escenario con Proyecto" el Consultor menciona que la determinación del nivel de amenaza en el predio se realizó mediante análisis de estabilidad con el software Slide v6.0, teniendo en cuenta los cortes generados en el sitio de acuerdo con el proyecto arquitectónico propuesto, contemplando análisis en condición normal y extrema. En el mismo numeral se señala: "[…] En los análisis de estabilidad para el escenario con proyecto, se incluyó el muro integrado a la estructura que presenta en el nivel del sótano, ya que este se presenta como parte del proyecto y no como una obra de mitigación recomendada en el presente estudio".

En la Tabla 14 el Consultor presenta los "Factores de seguridad para el escenario con proyecto". La evaluación de amenaza se realizó sobre los perfiles A, B y C, obteniendo para la condición extrema (con agua y sismo) una categorización alta para el área de estudio.

La zonificación de amenaza para la condición actual se presenta en el Plano 7 a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro, con firma de elaboración del Ingeniero Juan Pablo Gaona y firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora, analista de riesgo y responsable del estudio. En el citado plano se cartografían zonas con una condición de amenaza baja, media y alta por fenómenos de remoción en masa.

En el estudio se incluye el Plano 12: "Amenaza con proyecto sin medidas de mitigación condición extrema". El Plano es presentado a escala 1:500, sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada medio (0.5) metro, con firma de elaboración del Ingeniero Juan Pablo Gaona y firma de responsable de la Ingeniera Marcela

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

Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora, analista de riesgo y responsable del estudio. En el citado plano se cartografían zonas con una condición de amenaza baja, media y alta por fenómenos de remoción en masa.

El FOPAE aclara que da por entendido que el Consultor, teniendo en cuenta la definición de los niveles de agua propuestos para condiciones normales y extremas (según el ítem 2.9 "Análisis de la Hidrogeología"), incorpora dichos niveles dentro de los análisis de estabilidad presentados.

CUMPLE

9.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El Consultor desarrolla este ítem en el numeral 4.1 "Evaluación y Clasificación de la Vulnerabilidad", mencionando que empleó la metodología propuesta por Leone (1996) y Soler et. Al. (1998) para evaluar la vulnerabilidad de los elementos expuestos frente a fenómenos de remoción en masa, por lo que se determinó el Índice de Daño (ID) en función de la tipología de la edificación, evaluando posteriormente el Índice de Vulnerabilidad Física – IVF el cual es una función del ID y del grado de amenaza.

En el numeral 4.2 "Evaluación de Vulnerabilidad para el Escenario Actual", el Consultor menciona que los elementos expuestos a los fenómenos de inestabilidad potenciales y que fueron evaluados son los siguientes: Con Vulnerabilidad Baja - Vía de acceso apartamentos, Apartamentos noroccidentales, Acceso peatonal, Vía de acceso, Avenida circunvalar sentido norte, Apartamentos surorientales y Parqueadero nororiental; Con Vulnerabilidad Media - Edificio laboratorios, Caseta eléctrica, Escalera, Parqueadero laboratorios, Parqueadero y Vía interna.

En el numeral 4.3 "Evaluación de Vulnerabilidad para el Escenario con Proyecto", el Consultor expresa que dado que el nuevo proyecto (Edificio B) debe cumplir con la NSR-10, se estima que los asentamientos diferenciales esperados no superen el orden de magnitud de un (1) centímetro (1/300 – 0.3%), lo que arroja un IVF de 0.121 (ID igual a 0.1 y amenaza alta – α=0.6), es decir, vulnerabilidad baja. Como producto de sus análisis el Consultor concluye que con excepción del Edificio laboratorios (vulnerabilidad media), los demás elementos expuestos presentan vulnerabilidad baja, a saber: Vía de acceso apartamentos, Apartamentos noroccidentales, Avenida circunvalar sentido norte, Apartamentos surorientales, Parqueadero nororiental y Edificio B.

Producto de los análisis realizados se elaboraron los planos de Vulnerabilidad para Escenario Actual condición extrema (Plano 8) y Vulnerabilidad con Proyecto sin medidas de mitigación condición extrema (13), ambos a escala 1:500, con curvas de nivel cada medio (0.5) metro, encontrándose la firma del Ingeniero Juan Pablo Gaona (elaboró) y de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora, analista de riesgo y responsable del estudio.

CUMPLE

9.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

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

Este ítem se desarrolla en el numeral 4.4 "Evaluación y Clasificación del Riesgo", donde el Consultor menciona que el riesgo se obtiene de la "Matriz de Calificación del Riesgo" –Tabla 22, teniendo en cuenta la categorización de amenaza y vulnerabilidad previamente realizada. Los niveles de riesgo establecidos en el estudio son bajo, medio y alto.

El Consultor presenta en la Tabla 23 los "Resultados de la Evaluación del Riesgo en el Escenario Actual", y en la Tabla 24 los "Resultados de la Evaluación del Riesgo en el Escenario con Proyecto y sin medidas de mitigación".

En el estudio se presenta el Plano 9 "Riesgo Actual condición extrema" y el Plano 14 "Riesgo con Proyecto sin medidas de mitigación condición extrema". Los citados planos son presentados a escala 1:500 y cuentan con firma de elaboró del Ingeniero Juan Pablo Gaona y con firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora, analista de riesgo y responsable del estudio.

CUMPLE

9.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el numeral 5 del estudio el Consultor desarrolla el "Plan de Medidas de Mitigación de Riesgos" mencionando que el plan de medidas contempla: 1) Obras de contención como la construcción de un muro en concreto reforzado en los cortes, 2) Obras de drenaje superficial y subsuperficial como cunetas y filtros y 3) Una empradización en el talud adyacente al muro de contención.

En el numeral 5 también se incluyen los subcapítulos denominados "Obras de Contención" – numeral 5.1.1, "Obras de Drenaje" – numeral 5.1.2, "Empradización" – numeral 5.1.3, "Condiciones y recomendaciones particulares de construcción" – numeral 5.1.4 y "Plan de Mantenimiento y Monitoreo" – numeral 5.2.

En el estudio se incluye el Plano 15 "Localización del Proyecto con Medidas de Mitigación" y el Plano 16 "Detalles Medidas Mitigación". El primer plano es presentado a escala 1:500 y el segundo con varias escalas. Ambos productos cuentan con la firma de elaboró del Ingeniero Juan Pablo Gaona y con firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora, analista de riesgo y responsable del estudio.

CUMPLE

9.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Este ítem se desarrolla en el numeral 5.3 "Evaluación de Amenaza con Medidas de Mitigación y Proyecto" mencionando lo siguiente: "El escenario analizado con proyecto y medidas de mitigación, presenta los resultados de factores de seguridad superiores a 1.3 para la condición extrema. Como se observa en la Tabla 25". En dicha tabla se presenta un resumen de los factores de seguridad obtenidos para los Perfiles A, B y C, con Proyecto y obras de mitigación, todos mayores a 1.3 (amenaza baja).

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 presenta el Plano 17 "Amenaza del Proyecto con Medidas de Mitigación condición extrema". El citado plano es presentado a escala 1:500 y se presenta con firma de elaboró del Ingeniero Juan Pablo Gaona y firma de responsable de la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano, que entiende el FOPAE es la directora, analista de riesgo y responsable del estudio.

CUMPLE

9.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida de la Ingeniera Civil con Maestría en Ingeniería Civil, Marcela Salcedo Quijano; del Ingeniero Geólogo - Geotecnista José Manuel Naranjo Pacheco, los cuales, de acuerdo con la información suministrada, considera el FOPAE que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

9.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los contenidos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

9.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Todos los planos se presentan firmados por los profesionales que fueron responsables de su elaboración y por el director del proyecto, este último el cual es responsable de la aprobación de los mismos, de acuerdo con lo estipulado en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006.

También se incluye una carta de responsabilidad firmada por la Ingeniera Marcela Salcedo Quijano para el Proyecto Edificio B Universidad Distrital sede La Macarena, en la cual la Ingeniera en mención se hace responsable de los resultados de la evaluación y cuantificación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo para los diferentes escenarios en el estudio en referencia, así como de las recomendaciones y obras de mitigación propuestas dentro del mismo.

CUMPLE

10. CONCLUSIONES

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – 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 Remoción en Masa Edificio B Sede La Macarena de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Localidad de Santa Fe"*, 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

octubre de 2013, elaborado por el Ingeniero Juan Pablo Gaona y que se proyecta construirse en la Carrera 4 No. 26B – 54 de la Localidad de Santa Fe, **CUMPLE** con la totalidad de los términos de referencia establecidos por la DPAE, ahora Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – 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.

11. RECOMENDACIONES

En los eventos en que las condiciones físicas de los terrenos o del proyecto urbanístico o arquitectónico cambien con relación a las condiciones presentadas en el estudio de riesgos, el estudio revisado deberá ajustarse de acuerdo con las nuevas condiciones, garantizando que se cumplen los niveles de amenaza baja exigidos en la Resolución 227 de 2006.

Con el fin de asegurar el cumplimiento de las licencias urbanísticas y de las normas contenidas en el Plan de Ordenamiento Territorial se recomienda a la Alcaldía Local de Santa Fe dentro de su competencia como encargada del control urbano, ejercer la vigilancia y control durante la ejecución de las obras, incluidas las medidas de mitigación.

Se recomienda a la Subsecretaría Distrital de Inspección, Vigilancia y Control de Vivienda de la Secretaría Distrital del Hábitat, dentro de su competencia y previo a la expedición del permiso de enajenación de inmuebles, verificar la existencia de las medidas de mitigación y prevención propuestas.

Conforme con lo establecido en el Artículo Tercero de la Resolución 227 de 2006 el informe de la FASE II del estudio de riesgos por fenómenos de remoción en masa y planos anexos deben presentarse en original a la Entidad encargada del trámite de la licencia y una copia del documento y planos anexos deber ser radicados en la Subsecretaría Distrital de Inspección, Vigilancia y Control de Vivienda de la Secretaría Distrital de Hábitat.

12. ADVERTENCIA

Se aclara, que no es del alcance de esta revisión la comprobación y validación de los parámetros, los análisis de estabilidad, el empleo de software, los resultados de los análisis y los diseños geotécnicos de las medidas de mitigación, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad y compromiso, anexa al informe del estudio, limitándose la revisión a verificar el cumplimiento de la Resolución 227 de 2006.

La verificación del cumplimiento de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, no exime ni al urbanizador o constructor, ni a sus consultores de ninguna de las responsabilidades que les corresponden respecto de la seguridad y garantía de estabilidad de las obras y sectores que se proponen intervenir. En este orden de ideas, la construcción de las obras deberá hacerse no sólo con estricto cumplimiento de lo planteado en los estudios presentados, sino con los controles, seguimientos y registros que permitan a las autoridades la verificación de su cumplimiento en cualquier momento.

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

Además, si en el desarrollo de las obras de mitigación y control se presentan problemas que pongan en entredicho las conclusiones de los estudios presentados, se deberán adoptar rápida y oportunamente todas las medidas complementarias adicionales que sean necesarias para garantizar la estabilidad del sector y su entorno, sobre lo cual se deberá dejar igualmente registro.

Elaboró: **MARIO H. LEAL NORIEGA** Ingeniero Civil – Magíster en Ingeniería Geotecnia M.P. 682020-95251 STD	Revisó: **NUBIA LUCIA RAMIREZ CRIOLLO** Profesional Especializado Investigación y Desarrollo Conceptos
Aprobó: **DAVID VALDES CRUZ** Profesional Especializado Investigación y Desarrollo – 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