1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	CT-7033
1.2 ÁREA:	Técnica y de Gestión
1.3 COORDINACIÓN:	Investigación y Desarrollo
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2013ER12120
1.5 RESPUESTA OFICIAL No.	RO-65087

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	NATALIA VALENCIA DÁVILA
2.2 PROYECTO:	ETAPA 1 DE LA UNIDAD DE GESTIÓN 1 DEL PLAN PARCIAL TRES QUEBRADAS
2.3 LOCALIDAD:	5. Usme
2.4 UPZ:	61. Ciudad Usme
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	Vereda El Pedregal - La Lira
2.6 DIRECCIÓN:	Santa Elena Lote No.1 El Uval, Santa Elena Lote No.2, Santa Elena El Uval (*)
2.7 CHIP:	AAA0143NRAF, AAA0143NRBR, AAA0143NKZE (*)
2.8 ÁREA (Ha):	60
2.9 FECHA DE EMISIÓN:	15 de Octubre de 2013
2.10 EJECUTOR DEL ESTUDIO:	JAM Ingeniería y Medioambiente

(*) Predios que conforman el área de estudio. Información tomada de la base de datos del Departamento Administrativo de Catastro Distrital con que cuenta el FOPAE.

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

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

cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.

El presente concepto técnico corresponde a la TERCERA 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 *"Estudios detallados de amenaza y riesgo de la etapa 1 de la unidad de gestión 1 del plan parcial Tres Quebradas"*, de Marzo de 2013 elaborado por la firma Jam Ingeniería y Medioambiente EU, 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 zona de amenaza MEDIA y ALTA, de acuerdo con el plano normativo de amenaza por remoción en masa del Plan de Ordenamiento Territorial POT.

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

La primera revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2012ER7106, ante la cual el FOPAE emitió el 13 de septiembre de 2012 el concepto técnico CT-6568 de 2012, el cual concluyó que el mismo no cumplía con la totalidad de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa.

La segunda revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2012ER21789, ante la cual el FOPAE emitió el 25 de marzo de 2013 el concepto técnico CT-6827 de 2013, el cual concluyó que el mismo no cumplía con la totalidad de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa.

Esta revisión del estudio y verificación técnica se hace en atención a la radicación FOPAE 2013ER12120, por solicitud de la Directora de Operaciones Estratégicas y Proyectos de Metrovivienda, la doctora Natalia Valencia Dávila.

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

En la Figura 1 se presenta la localización del polígono de estudio de la etapa 1 de la Unidad de Gestión 1, siendo estos predios identificados como lotes urbanos con direcciones: Santa Elena Lote No.1 El Uval, Santa Elena Lote No.2 y Santa Elena El Uval, con CHIPS AAA0143NRAF, AAA0143NRBR y AAA0143NKZE respectivamente (según la información obtenida de la base de datos del Departamento Administrativo de Catastro Distrital con que cuenta el FOPAE) de la localidad de Usme, en el plano normativo 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

amenaza por remoción en masa del POT. El sector se encuentra en zona de AMENAZA BAJA, MEDIA y ALTA por procesos de remoción en masa.

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

Norte*:	87050	a	88040
Este*:	95150	a	96200
Cotas* (msnm):	2660	a	2810

* Cotas y coordenadas de acuerdo con el aparte 3.5.1. - Localización cartográfica del área, del estudio.

El presente estudio, describe la Etapa 1 de la Unidad de Gestión 1 del "Polígono 1", el cual hace parte del Plan Parcial Tres Quebradas, el cual hace parte del proyecto más ambicioso que afrontará Metrovivienda en los próximos 10 años.

El estudio objeto del presente concepto tiene como finalidad realizar a detalle los estudios de amenaza y riesgo de la Etapa 1 de la Unidad de Gestión 1 del Plan Parcial Tres Quebrada, tal como se aprecia en la figura 1, en la cual se delimita el área de estudio.

En el estudio se describe la Etapa 1, la cual se compone de un proyecto vial, cuyas características de la vía proyectada que transita por el área de estudio son: ancho de total de 25.50m, andén izquierdo de 3.50m, andén derecho de 6.00m, ancho de carril de 6.50m, y ancho de separador de 3.00m. Esta vía es tipo v4 enmarcada como una vía de la Red Vial Local Principal Suburbana, la cual debe tener un ancho mínimo de 25.0 metros. La longitud de la vía dentro de la zona de estudio es de 2000 metros y se denomina EJE 01.

La vía EJE 01 presenta diferentes tipologías a lo largo de su recorrido, lo cual se tuvo en cuenta en el estudio mediante la sectorización de la misma.

Adicionalmente, dentro del área de estudio se encuentra el área destinada para desarrollar el nodo de equipamientos en la manzana EZ-06, la cual estará destinada para la construcción de equipamientos necesarios para del sector, como son edificaciones y espacios de uso público, en los que se realizaran actividades de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas; estos pueden ser equipamiento para la salud, la educación, la comercialización, la recreación y deporte; o de tipo administrativo y dentro de las zonas verdes ubicadas en el área denominada PL-9 se ubicara un parque local el cual contara con un área de 14900m^2, el cual también estará destinado a reforzar algunas de las actividades señaladas 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

Este equipamiento está conformado por 5 niveles, durante el proceso constructivo se generaran cortes verticales de 3 a 5 metros y se construirán zonas de sótanos, las cuales pueden llegar a versen afectadas durante la construcción ó durante el periodo de servicio de la misma y consideraciones que serán evaluadas dentro del presente estudio.

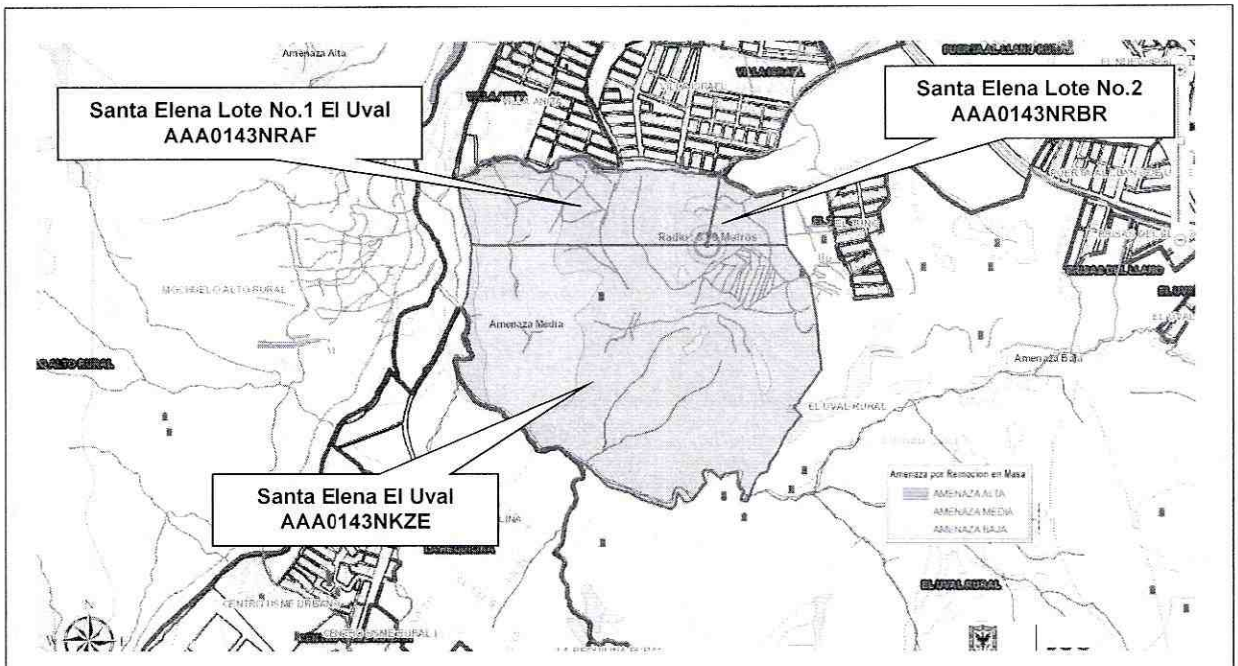


Figura 1. Localización del Área de los predios que comprenden el área de donde se ubica la Etapa 1 de la Unidad de Gestión 1, predios identificados como lotes urbanos con direcciones: Santa Elena Lote No.1 El Uval, Santa Elena Lote No.2 y Santa Elena El Uval, con CHIPS AAA0143NRAF, AAA0143NRBR y AAA0143NKZE respectivamente de la Localidad de Usme, en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa (Decreto 190 de 2004).

5. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO - Concepto Técnico No. CT-6568 (Fecha Septiembre/2012)

La primera revisión del estudio *"Estudios detallados de amenaza y riesgo de la etapa 1 de la unidad de gestión 1 del plan parcial Tres Quebradas"*, de Mayo de 2012 elaborado por la firma JAM Ingeniería y Medioambiente, fue realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE y se emitió el Concepto Técnico No. CT-6568.

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 Concepto Técnico No. CT-6568, 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.

Los estudios de geología incluyendo geología regional, geología local, estructuras geológicas, suelos y perfil de meteorización, se presentan en el numeral 4.2 del informe; las descripciones litológicas en el texto del informe no son completamente consistentes con las presentadas en el plano Geológico, referidas como se describe en el informe: *"Depósitos de abanicos periglaciares y suelos residuales de la formación Usme (qrpu). El área comprendida entre Las quebradas El Piojo al norte y Aguadulce al sur, el rio Tunjuelo al Oeste y una línea aproximada Norte Sur, localizada aproximadamente a 1.8Km al Este del río Tunjuelo, se compone de un material esencialmente arcillolimoso con cantidades subordinadas de bloques o estratos mayores de arenisca de la Formación Usme que es la roca que se encuentra en profundidad [...] los suelos de estas unidades han sido homogenizados por meteorización durante centenares de miles a millones de años y se pueden considerar como una sola unidad para efectos de sus propiedades físicas para construcción..."*, el consultor menciona que adicionalmente se presentan: *"Areniscas de la Formación Usme con suelos residuales delgados (Qru), dispersos en el área del lote y formando escalones rocosos se encuentran varios cuerpos de forma alargada en dirección Norte -Sur que superficialmente se asocian con numerosos bloques métricos a decimétricos de areniscas de grano medio a fino de color crema claro y muy alta resistencia en relación con las arcillolitas circundante [...] Depósitos aluvio - torrenciales de la quebrada Fucha (Qftf) Sobre la margen derecha de la Quebrada Fucha, entre las cotas 2.706 y 2709, se aprecia un pequeño depósito aluvio - torrencial que tiene aproximadamente 15 m de ancho por más de 30 de longitud, que de acuerdo con la pendiente superficial que muestra de cerca de 8°, indica unas condiciones de depositación viscosas, exclusivas de flujos de escombros [...] Depósitos aluviales (Qal) por encima de la cota 2740 en la quebrada Fucha, se aprecian dos depósitos aluviales relativamente pequeños, de menos de 50 m de longitud cada uno, que bordean la quebrada, los cuales presentan una pendiente suave, igual a la del cauce y en consecuencia se interpreta su origen por depositación durante crecientes normales de flujo Newtoniano..."*

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 no hay una justificación clara que defina el área de influencia del proyecto, el plano geológico cubre el área que se enmarcó como zona de estudio y es presentado a escala 1:2000 sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 1m. Es necesario mencionar que no se presentan perfiles geológicos.

El plano presenta la firma del ingeniero geólogo Eduardo Parra y en el rótulo del plano 4 de 16 - Mapa geológico y geomorfológico local, se identifica al profesional con su nombre y número de matrícula profesional. El plano del estudio geológico también se presenta con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el director del estudio.

NO CUMPLE

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

- Las descripciones litológicas en el texto del informe no son completamente consistentes con las presentadas en el plano Geológico, por lo tanto el FOPAE recomienda realizar las respectivas correcciones.
- El FOPAE solicita se dé claridad acerca de la justificación del área de influencia del proyecto a ejecutarse en la Etapa 1 de la Unidad de Gestión 1, toda vez que según información que se presenta en el Concepto Técnico CT-4433 de junio de 2006, documento dirigido a la Gerencia de Planes Parciales del Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD), actualmente SDP para resolver una consulta de un predio denominado como Plan Parcial "Polígono 1" de la Localidad de Usme, por medio del cual se pretendió mejorar el nivel de resolución de la zonificación de amenaza actual del POT, dentro de las zonas que se describen como sectores con amenaza alta en el Plan Parcial Polígono 1, entre otros, se refieren: *"...**Sector Occidental**: Se presenta un extenso depósito de pendiente con desarrollo de procesos activos de reptación y flujos de tierra, y **Valle de la Quebrada Fucha**: Sobre este valle se presentan procesos de socavación lateral, deslizamientos rotacionales y flujos de tierra... De igual forma sobre la zona por donde discurren los afluentes se definen zonas de amenaza alta debido al potencial desarrollo de fenómenos de remoción en masa, asociados al modelamiento aluvial de la ladera..."*; por lo descrito anteriormente, se solicita al consultor presentar la justificación clara del área de influencia del proyecto.

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

Los estudios de geomorfología se presentan en el numeral 4.3 del estudio, haciendo una descripción de la geomorfología regional y local, y morfodinámica, en los cuales

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 describen: *"...La geomorfología local se puede definir como la parte inferior de una vertiente montañosa y larga de casi 5 Km de longitud, medianamente incisada por las quebradas Aguadulce en su parte baja, Fucha y sus afluentes El Carraco, La Quinta y la Requilina y otro cauce menor como lo es la quebrada El Piojo, la cual determina el límite norte del lote... El fondo de los valles es estrecho, en forma de V simétrica, con vertientes de pendiente entre 40 y 45°, resultado de la inestabilidad de las márgenes inmediatas, propiciadas seguramente por la presencia de un nivel freático alto, combinado con la expansividad de las arcillas que conforman la matriz del depósito..."*

Adicionalmente, el consultor menciona en la descripción morfodinámica: *"...**Depósito aluvio-torrencial de la Quebrada Fucha**, dadas sus características superficiales es relativamente reciente, posiblemente histórico y en consecuencia su período de recurrencia debe ser del orden de decenas a centenares de años. Lo anterior implica como ya se dijo, que los puentes o coberturas que se hagan sobre él, deben tener la especificación ya descrita... **Socavación de márgenes en las quebradas**. La ausencia de vegetación en algunos tramos de las márgenes de las quebradas por efectos erosivos es evidencia de que en el invierno de 2010-2011, este cauce estuvo arrastrando material de las márgenes y aunque en esta ocasión no se produjeron efectos erosivos severos, se evidencia en las aerofotografías que existen unos tramos de márgenes que han sido socavados y que como resultado se ha producido una desestabilización de sus vertientes inmediatas... **Movimientos en masa**, se delimitaron cicatrices con diferentes edades, las más antiguas de ellas, aparecen como nichos, es decir, totalmente redondeadas en flancos y corona, además que contienen horizontes completos de A y B lo que indica que son más antiguos de 40 ó 50.000 años. Una segunda generación de cicatrices, al parecer con edad de varias decenas de años por la ausencia de los horizontes A y B, que no tiene redondeamiento en corona y flancos, pero se encuentra totalmente revegetalizada. Lo que indica una edad del orden de 30 a 40 años como mínimo. Cabe anotar que habrá en toda la zona de estudio una sola cicatriz de movimiento en masa sin vegetación que indique ocurrencia reciente. Las zonas sin vegetación visibles en aerofotografías son tres pequeñas canteras y explanaciones para construcción de viviendas..."*

Adicionalmente, el consultor realiza una reconstrucción de las pendientes existentes, con el fin de encontrar las pendientes críticas, según el análisis, se menciona: *"... Estos datos indican que las cicatrices antiguas se formaron bajo muy altas condiciones de humedad, que mantenían el suelo tal vez en valores cercanos al límite plástico, lo que de una vez explica el valor bajo (37%), que se obtiene para areniscas con suelos residuales delgados, pues implica casi saturación de las arcillolitas intercaladas con ellas... la única cicatriz subreciente, que seguramente es*

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 decenas de años de antigüedad, indica que bajo condiciones naturales en climas similares al actual, los suelos resisten pendientes hasta del 42.5% para ser metaestables…"

Aunque se presenta un plano geológico-geomorfológico, este únicamente presenta la geología. Adicionalmente, el consultor presenta el plano 9 de 16, en el cual se referencian los procesos morfodinámicos encontrados durante las visitas a campo.

NO CUMPLE

El FOPAE solicita se dé claridad acerca de la identificación y descripción de los procesos morfodinámicos encontrados en el sector; al igual, según información que se presenta en el Concepto Técnico CT-4433 de junio de 2006, documento dirigido a la Gerencia de Planes Parciales del Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD), actualmente SDP para resolver una consulta de un predio denominado como Plan Parcial "Polígono 1" de la Localidad de Usme, por medio del cual se pretendió mejorar el nivel de resolución de la zonificación de amenaza actual del POT, dentro de la descripción de Procesos Morfodinámicos se describe: *"…En el sector occidental se presentan procesos morfodinámicos que consisten en procesos de reptación y flujos de tierra…"*, sin embargo en el informe no se hace referencia a este tipo de procesos superficiales, adicionalmente no se presenta una referenciación cartográfica de los procesos morfodinámicos descritos en el informe y que según el Concepto técnico CT-4433 se presentan en el sector.

Aunque se menciona que se realizó un análisis de fotografías aéreas, ni se muestran las fotografías, ni tampoco se presenta un claro análisis de estas.

Por lo anteriormente mencionado, se solicita al consultor, tener en cuenta el requerimiento expuesto en el aparte 3.2.1.2. de la resolución 227 de 2006, el cual menciona: *"…se efectuará una caracterización de las geoformas y de su dinámica en el área de estudio, considerando la génesis de las diferentes unidades y su evolución. De manera precisa serán cartografiados los procesos, con énfasis en los de remoción en masa y erosión. Se efectuará un análisis multitemporal que permita evaluar la dinámica de dichos procesos, considerando como mínimo dos fechas (actual y 20 ó 30 años atrás). El levantamiento geomorfológico con énfasis en la localización de los procesos de inestabilidad por remoción en masa identificados será trabajado y presentado sobre una base cartográfica a escala 1:1000 ó 1:500, con curvas de nivel cada 1.0 metro como mínimo…"*.

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

El FOPAE aclara que 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.

c. Hidrogeología

En el numeral 4.4 del estudio se presenta la caracterización hidrológica y climatológica de la zona de estudio, en donde se presenta una caracterización climática espacial, en la cual se realiza una descripción de la temperatura, humedad relativa, brillo solar y precipitación, adicionalmente se presenta una caracterización climática temporal, en la cual el consultor meciona: *"...La temperatura promedio tiene poco variación en el año y oscila alrededor de 12,4 °C..."*, adicionalmente se menciona que *"...El promedio multianual de brillo solar es de 148,7 horas..."*, con relación a la humedad relativa, se menciona que el valor promedio mensual multianual es de 71,7 %, valor máximo medio mensual es de 77,1 % y el valor mínimo medio mensual es de 64,8 %, con relación a la evaporación el mes de enero tiene el mayor valor de evaporación 97,9mm y el menor valor 83,8mm ocurre en el mes de julio y el valor multianual es de 1066mm. Con relación a la precipitación, se menciona que se usaron las series históricas registradas en las estaciones meteorológicas Doña Juana y Santa María de Usme, las cuales tienen un régimen similar (bimodal) con valores de precipitación total multianual de 680.1mm para la estación Doña Juana y 697mm para la estación Santa María de Usme.

Además, en este capítulo el consultor presenta las curva IDF obtenida de la EAAB, por medio de las coordenadas, sin embargo en la título de la figura se menciona que fue elaborada por los consultores.

El consultor presenta en el numeral 5.2.5 el respectivo análisis de los niveles de agua o factores ru utilizados para los análisis de estabilidad, en donde menciona: *"...debido a la necesidad de emplear un coeficiente de presión de poros (ru) durante los análisis de estabilidad a realizar en el estudio, se hizo necesario realizar la determinación de este parámetro para cada registro de perforación con el fin de obtener un valor promedio..."*, el consultor menciona en el informe que: *"...como resultado final se encontró un valor promedio de ru igual a 0.24, asociada con una altura de lámina de agua de 1.65m, la cual se estima para efectos de análisis que ésta se presenta de forma general para toda el área de estudio. Debido a la baja tasa de infiltración, la baja permeabilidad y a que los análisis incluyen aguas colgadas, no se considera puede ocurrir una variación significativa que indiquen un aumento en el parámetro RU..."*

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 dar claridad al estudio en los siguientes aspectos:

- El FOPAE solicita al consultor mencionar en que periodo se tomó la información hidrometeorológica para la estación utilizada para describir las condiciones de la zona, se requiere que sea actualizada a la fecha.

- El consultor no fija los criterios para definir y diseñar el tipo de medidas de drenaje que mejor se adecuen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio y que harán parte del plan de obras de prevención y estabilización, de acuerdo con lo establecido en el artículo 3.1.2.3 de la Resolución 227 de 2006.

d. Drenaje Superficial

En el numeral 4.5 del estudio se presenta la evaluación del drenaje superficial, señalando que: *"...en la zona de estudio se encuentra ubicada en la cuenca de la quebrada de Fucha afluente del río Tunjuelito por la vertiente oriental, en su recorrido recibe varios afluentes por el costado sur: quebrada La Requilina, cañada La Quinta, quebrada Ajizal y quebrada El Almoladero, por el costado norte: quebrada Los Caquezas y quebrada El Piojo..."*.

Adicionalmente, el consultor presenta una caracterización morfométrica de la cuenca de la quebrada Fucha, una descripción de las rondas hídricas y de las zonas de manejo y preservación ambiental de las quebradas Fucha y El Piojo, y un análisis de la escorrentía superficial, en el cual el consultor menciona que: *"... en el sitio de estudio se midió la tasa de infiltración y se encontró que la máxima tasa fue de aproximadamente 10mm/h, valor de infiltración muy bajo, que concuerda con la textura arcillosa del suelo encontrado in situ..."* y finalmente se concluye que: *"...en la zona de estudio no hay infiltración importante en el suelo. La retención superficial de agua es alta, es decir la escorrentía superficial se concentra en la capa orgánica y drena en el sentido de la pendiente de la ladera hasta encontrar un cuerpo de agua..."*

NO CUMPLE

Se recomienda dar claridad al estudio en 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 solicita tener en cuenta lo estipulado en el artículo 3.2.1.4 de la Resolución 227 de 2006, con relación a establecer si el drenaje natural y artificial puede tener posible incidencia en los fenómenos de remoción en masa que afectan el área o que se podrían generar. Además de realizar un inventario del sistema de drenaje existente en la zona de estudio.

- Adicionalmente, con relación a que: "*...cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda y no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación, a la luz de la información expresamente solicitada por el interesado a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB SA ESP sobre el particular y cuya documentación deberá anexarse al estudio...*"

e. Sismología

De acuerdo con lo presentado en el numeral 4.6 del estudio, el consultor no presenta claridad de cuál es el valor de aceleración sísmica que define para utilizar en los análisis de estabilidad. El consultor en el informe describe: "*...el área de estudio se ubica dentro de las siguientes zonas geotécnicas, las cuales se describen a continuación: Depósitos y Cerros B...*"

NO CUMPLE

Se recomienda dar claridad sobre el coeficiente de aceleración sísmica que se utilizó para la evaluación de la amenaza por procesos de remoción en masa, según lo definido en el artículo 5° del Decreto 523 de 2010, por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.

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 Decreto 523 de 2010.

f. Uso del Suelo

En el informe se presenta el plano 5 de 16 el cual presenta el uso y cobertura del suelo actual, sin embargo en el informe no se presenta una descripción de los diferentes usos identificados en la zona 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

NO CUMPLE

Se recomienda dar claridad al estudio en los siguientes aspectos:

- El FOPAE solicita al consultor realizar un análisis de los usos identificados en el plano presentado, al igual que las zonas donde se han identificado antiguas zonas de explotación, además de los procesos de remoción en masa evidenciados en el sitio.

- El FOPAE solicita tener en cuenta lo descrito en el numeral 3.2.1.6. de la resolución 227 de 2006, con relación a 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 de uso 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

En el numeral 5.1 del informe el consultor presenta la caracterización e inventario de procesos, en el cual se menciona: "...en el área de estudio, se llevo a cabo una visita de campo en la cual se cartografiaron aquellas condiciones superficiales que evidenciaban la ocurrencia de movimientos antiguos (cicatrices), procesos de reptación (o de desplazamiento de material a bajas velocidades), así como escarpes de movimientos o deslizamientos actuales..."

El consultor presenta el plano 9 de 16, en el cual se referencian los procesos morfodinámicos encontrados durante las visitas a campo.

Además en el numeral 5.3, se presenta una zonificación geotécnica, en la cual se menciona: *"...en total se definieron cinco zonas al interior del polígono 1, las cuales se identificaron y determinaron con base en las características geológicas del área de estudio, así como en su condición morfométrica actual. Esta delimitación se llevo a cabo teniendo en cuenta la interpretación de los perfiles D-D' e I-I', según la comparación de los resultados obtenidos de la exploración del subsuelo tanto por medios mecánicos como por métodos geofísicos..."*, el consultor menciona que en términos generales los materiales superficiales son suelos arcillosos con intercalación en profundidad de suelos arcillo arenosos ó en su defecto areno arcillosos, producto de la meteorización (en cada caso) de los estratos rocosos existentes en profundidad.

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 una zonificación geotécnica, en donde se identifican 5 zonas, y se describen de la siguiente forma: *"...zona 1 se localiza al costado occidental del polígono 1 y está delimitada con la vía que comunica a la ciudad de Bogotá con la localidad de Usme, esta área representa la transición entre el depósito aluvial originado por el río Tunjuelo y los depósitos periglaciares y suelos residuales de la formación Usme en su condición de basamento rocoso conformado principalmente por arcillolita. Superficialmente estos suelos están compuestos por materiales arcillo limosos con la presencia de cantos o bloques de arcillolita y en menor proporción areniscas a mayor profundidad. Las pendientes características existentes en la zona 1 se encuentran en un rango entre el 0 y el 40%, con un rango predominante que oscila entre el 18 y el 25%... la zona 2 fue delimitada sobre un área compuesta principalmente por areniscas de la formación Usme, se encuentran las más altas pendientes observadas dentro del polígono de estudio con un rango que oscila entre el 5 y el 60%, con valores predominantes cercanos al 25 y 35%... la zona geotécnica 3 se encuentra sobre suelos arcillosos que suprayacen estratos rocosos de arcillolita de la formación Usme. Las pendientes encontradas allí son relativamente más bajas que las existentes en la zona 1, rangos que oscilan entre 2 y 45%, sobre esta zona se tiene proyectado la construcción del nodo de equipamientos del proyecto de Metrovivienda en la cual se ubicará el centro cultural, el colegio zonal y el centro de desarrollo comunitario... La zona 4 presenta características geotécnicas similares a las expuestas en la zona 1 y 3, con excepción que en esta delimitación las pendientes existentes son las más bajas de toda el área que comprende el polígono 1, cuyo rango general oscila entre 0 y 30% con predominancia de inclinaciones entre 7 y 15%. A lo largo de la zona 4 se tiene proyectado la construcción de la nueva avenida Usminia, vía de acceso al proyecto urbanístico de Metrovivienda y que quedará comunicada hacia el occidente con la avenida Caracas... La zona 5 corresponde a la parte oriental del polígono de estudio y está formado superficialmente por materiales arcillosos con transición en profundidad a materiales arenosos, producto de la meteorización de los estratos de arenisca que hacen parte de la formación Usme, cuenta con altas pendientes las cuales varían entre 5 y 50%, con una predominancia de laderas con inclinaciones entre 25 y 45%..."*

NO CUMPLE

El FOPAE solicita se dé claridad acerca de la identificación y descripción de los procesos morfodinámicos encontrados en el sector; al igual, según información que se presenta en el Concepto Técnico CT-4433 de junio de 2006, documento dirigido a la Gerencia de Planes Parciales del Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD), actualmente SDP para resolver una consulta de un

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

predio denominado como Plan Parcial "Polígono 1" de la Localidad de Usme, por medio del cual se pretendió mejorar el nivel de resolución de la zonificación de amenaza actual del POT, dentro de la descripción de Procesos Morfodinámicos se describe: *"...En el sector occidental se presentan procesos morfodinámicos que consisten en procesos de reptación y flujos de tierra..."*, sin embargo en el informe no se hace descripción de estos tipos de procesos superficiales.

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 FOPAE solicita tener en cuenta lo descrito en el numeral 3.3.1 de la resolución 227 de 2006, con relación a que: *"...será complementario a los trabajos de geomorfología e implica la descripción y clasificación de todos los procesos de inestabilidad identificados en el área de estudio, clasificándolos en antiguos y recientes, de acuerdo con su estado de actividad, y según los mecanismos de falla y forma de propagación, considerando por ejemplo la retrogresividad del proceso y el área de influencia directa con su actividad..."*

b. Formulación del Modelo

En el informe, en el aparte 5.3. el consultor menciona que se definieron cinco zonas al interior del polígono 1, las cuales se identificaron y determinaron con base en las características geológicas del área de estudio, así como en su condición morfométrica actual. Teniendo en cuenta la interpretación de los perfiles D-D' e I-I', según la comparación de los resultados obtenidos de la exploración del subsuelo tanto por medios mecánicos como por métodos geofísicos. Adicionalmente, se menciona que el modelo geológico-geotécnico del área de estudio se evidencia la intercalación de estratos de arcillolita y arenisca que hacen parte de la formación Usme.

Además el consultor, procedió a realizar una clasificación de los materiales existentes en profundidad, así como la evaluación de los parámetros geomecánicos que gobiernan su comportamiento ingenieril, donde describe: *"...los materiales que se describen a continuación fueron subdivididos teniendo en cuenta la unidad geológica superficial predominante, el perfil de meteorización del macizo rocoso con base en la clasificación realizada por Dearmann (1991), así como la relación de cada uno de los materiales con la velocidad de propagación de onda P, con el fin de involucrar los resultados obtenidos en los ensayos geofísicos llevados a cabo en 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

zona de estudio...". Por lo tanto el consultor definió los siguientes materiales presentes en el subsuelo con base en la unidad geológica superficial a la cual pertenecen: "...para los Depósitos de Abanicos Periglaciares y suelo residual de Usme (Qra), se identificaron: la Arcilla color café oscuro (C-VI), material fue encontrado de forma superficial en todos los registros de perforación en profundidades que oscilaron entre 0.0 m y 0.80m, y está conformado por un limo arcilloso de baja plasticidad, de color café oscuro, fisurado, con presencia de algunas raíces. Según el perfil de meteorización de Dearmann este material se clasifica como un suelo residual de grado VI; la Arcilla limosa habana (C-V), este material que subyace el limo arcilloso descrito anteriormente puede presentar variaciones en su color entre habano a grisáceo con la presencia de algunas trazas de arena y oscilaciones en su espesor entre 0.70 y 5.30m en profundidad. Este material arcilloso se genera como producto de la meteorización de los estratos rocosos de arcillolita existentes en profundidad y que predominan en este sector dentro del área de estudio, se puede catalogar esta arcilla como de consistencia firme de forma superficial, a muy firme a mayores profundidades. Con base en el perfil de meteorización de Dearmann este material se clasifica como un suelo residual en grado V; la Arcilla arenosa con fragmentos (C-IV), este material que subyace el material arcilloso anterior, está formado por fragmentos rocosos de arcillolita y en ocasiones arenisca, los cuales están inmersos en una matriz predominantemente arcillo arenosa la cual controla su comportamiento ingenieril. Este material representa la transición entre la roca sana (arcillolita) y el suelo residual, y se clasifica dentro del perfil de meteorización de Dearmann con un grado IV. El espesor característico de esta capa oscila entre 1.10 y 11.0 m en profundidad. Con base en el ensayo de penetración estándar (SPT) este material se clasifica como de consistencia firme a dura; los Fragmentos de arcillolita en matriz arcillo limosa (C-III), esta mezcla de materiales cuenta con fragmentos de arcillolita en matriz fina arcillo limosa de consistencia muy firme, el cual se puede asociar con el perfil de meteorización de Dearmann como roca moderadamente meteorizada clasificada como grado III, este estrato es competente para soportar las cargas de las edificaciones a implantar... para las Areniscas de la formación Usme con suelos residuales delgados (Qru), se identificaron: la Arcilla color café oscuro (C-VI), este material superficial que se encuentra sobre la zona de areniscas de la formación Usme es de las mismas características que el evidenciado sobre los depósitos de abanicos periglaciares descritos con anterioridad, conformando una capa común para las dos unidades geológicas superficiales que se presentan con mayor predominancia en el área de estudio, la Arcilla arenosa habana (C-V), este material arcilloso cuenta con cantidades considerables de arena (35%), con un color habano claro con tonos grisáceos y algunos trazos amarillentos. Con base en los resultados obtenidos en el ensayo de campo de penetración estándar (SPT) se puede catalogar con una consistencia firme a dura y su origen está asociado a la meteorización de las areniscas de la formación Usme. En términos generales

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

esta capa se encuentra entre los 0.90 y 5.30 m de profundidad, la Arena fina limosa (C-IV), este estrato arenoso se encuentra entremezclado con una fracción fina limosa, formando una matriz que se encarga de envolver algunos bloques de arenisca observados durante el trabajo de exploración del subsuelo. Según los resultados obtenidos en el ensayo de penetración estándar esta matriz puede catalogarse como un material de compacidad media a densa, los registros de perforación estiman la aparición en profundidad de este estrato entre los 2.40 y 10.90 m respecto a la superficie actual del terreno, los fragmentos y bloques de arenisca y arcillolita (C-III), estos fragmentos y bloques fueron encontrados a profundidades que oscilaron entre 5.4 y 13.1 m desde la superficie actual del terreno y consisten en una combinación de areniscas y arcillolitas en matriz arenosa con algo de arcilla (los primeros en mayor proporción), productos formados de la meteorización del macizo de la formación Usme, lo que los enmarca dentro del perfil de Dearmann con un grado de alteración III ó una clasificación de roca moderadamente meteorizada… para el Material Rocoso encontrado en el área de estudio correspondiente a los materiales de arenisca y arcillolita que conforman en profundidad la formación Usme, fue empleada la metodología propuesta por Hoek y Brown, 1999…"

Adicionalmente, el consultor con base en los criterios geológicos, geomorfológicos, morfométricos y antrópicos, establece una zonificación geotécnica que permite determinar zonas con comportamientos geotécnicos similares. Esta delimitación se llevo a cabo teniendo en cuenta la interpretación de dos perfiles; se definieron cinco zonas al interior de la zona de estudio, las cuales son descritas en el informe como: *"…Zona 1, esta zona se localiza al costado occidental del polígono 1 y está delimitada con la vía que comunica a la ciudad de Bogotá con la localidad de Usme. Esta área representa la transición entre el depósito aluvial originado por el río Tunjuelo y los depósitos periglaciares y suelos residuales de la formación Usme en su condición de basamento rocoso conformado principalmente por arcillolita. Superficialmente estos suelos están compuestos por materiales arcillo limosos con la presencia de cantos o bloques de arcillolita y en menor proporción areniscas a mayor profundidad. Las pendientes características existentes en la zona 1 se encuentran en un rango entre el 0 y el 40%, con un rango predominante que oscila entre el 18 y el 25%; Zona 2, esta zona fue delimitada sobre un área compuesta principalmente por areniscas de la formación Usme, condición que puede ser evidenciada por la presencia de grandes escalones o cambios de pendiente abruptos formados por cuerpos rocosos de areniscas que afloran en el sector. En la zona 2 se encuentran las más altas pendientes observadas dentro del polígono de estudio con un rango que oscila entre el 5 y el 60%, con valores predominantes cercanos al 25 y 35%; Zona 3, el área superficial del polígono 1 que define la zona geotécnica 3 se encuentra sobre suelos arcillosos que suprayacen estratos rocosos de arcillolita de la formación*

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

Usme. Las pendientes encontradas allí son relativamente más bajas que las existentes en la zona 1, rangos que oscilan entre 2 y 45% con predominancia de inclinaciones que se encuentran entre 18 y 25%. Sobre esta zona se tiene proyectado la construcción del nodo de equipamientos del proyecto de Metrovivienda en la cual se ubicará el centro cultural, el colegio zonal y el centro de desarrollo comunitario; Zona 4, presenta características geotécnicas similares a las expuestas en la zona 1 y 3, con excepción que en esta delimitación las pendientes existentes son las más bajas de toda el área que comprende el polígono 1, cuyo rango general oscila entre 0 y 30% con predominancia de inclinaciones entre 7 y 15%. A lo largo de la zona 4 se tiene proyectado la construcción de la nueva avenida Usminia, vía de acceso al proyecto urbanístico de Metrovivienda y que quedará comunicada hacia el occidente con la avenida Caracas; Zona 5, esta zona corresponde a la parte oriental del polígono de estudio y está formado superficialmente por materiales arcillosos con transición en profundidad a materiales arenosos, producto de la meteorización de los estratos de arenisca que hacen parte de la formación Usme. De forma similar a la zona 2, la zona 5 cuenta con altas pendientes las cuales varían entre 5 y 50%, con una predominancia de laderas con inclinaciones entre 25 y 45%..."

En consultor menciona que se utilizó como perfil de trabajo para la zonificación geotécnica la sección D-D', se menciona en el informe que en ella se puede analizar en verdadera magnitud las pendientes existentes en la zona; en la figura 5.9 del informe, se ilustra la conformación del modelo geológico-geotécnico del área de estudio en la cual se evidencia la intercalación de estratos de arcillolita y arenisca, que según el consultor hacen parte de la formación Usme; superficialmente, se menciona que son suelos arcillosos con intercalación en profundidad de suelos arcillo arenosos ó en su defecto areno arcillosos, producto de la meteorización de los estratos rocosos que subyacen.

NO CUMPLE

El FOPAE solicita tener en cuenta lo descrito en el numeral 3.3.2 de la resolución 227 de 2006, con relación a 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..."*

Lo anterior, teniendo en cuenta que para el FOPAE no es clara la utilización 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

únicamente dos (2) perfiles de análisis, teniendo en cuenta que en el área de estudio se presentan varios procesos de remoción en masa que no han sido evaluados debido a que no se encuentran en la línea de estos perfiles y que el área de estudio es lo suficientemente amplia como para evaluarla en su totalidad por medio estos perfiles.

Adicionalmente, en los planos de evaluación de amenaza presentados, no se referencia la ubicación de estos perfiles de análisis.

El FOPAE solicita se dé claridad acerca de la identificación, descripción de los procesos morfodinámicos y los mecanismos de falla, encontrados en el sector; al igual, según información que se presenta en el Concepto Técnico CT-4433 de junio de 2006, documento dirigido a la Gerencia de Planes Parciales del Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD), actualmente SDP para resolver una consulta de un predio denominado como Plan Parcial "Polígono 1" de la Localidad de Usme, por medio del cual se pretendió mejorar el nivel de resolución de la zonificación de amenaza actual del POT, dentro de la descripción de Procesos Morfodinámicos se describe: *"...En el sector occidental se presentan procesos morfodinámicos que consisten en procesos de reptación y flujos de tierra..."*, sin embargo en el informe no se hace descripción de estos tipos de procesos superficiales.

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.

c. Exploración Geotécnica

Según menciona el consultor en el numeral 5.2.3 del estudio, la exploración de llevo a cabo *"...por métodos directos se efectuó por medio de perforaciones con equipo de percusión y lavado, y rotación..."*, la exploración consistió en la ejecución de 13 perforaciones distribuidas en el área de estudio. La profundidad promedio de los sondeos es de 13.50m, en los cuales fue posible encontrar en términos generales una capa superficial de material vegetal, un suelo orgánico, un estrato subyacente de suelo residual y a mayor profundidad fragmentos de roca en matriz arcillosa que cambia a roca más compacta y menos meteorizada.

Adicionalmente se realizaron 5 líneas de refracción sísmica (LRS), cada una de ellas con una longitud superficial de exploración de 115m, las cuales, según el consultor

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

"permitieron obtener información de los materiales existentes en el subsuelo a profundidades que oscilaron los 30m, por medio de la medición de la velocidad con la que se propaga la onda compresional (Vp) al interior del terreno....".

El consultor menciona que se realizaron ensayos in situ de penetración estándar o SPT, resultados que se utilizaron para definir parámetros geomecánicos, por medio del método de estimación de parámetros efectivos de resistencia con SPT establecido por González (1997).

Como complemento a la exploración directa e indirecta realizada, se llevaron a cabo ensayos de laboratorio para clasificación básica de materiales y ensayos de resistencia, que permitieron determinar el comportamiento geomecánico de los materiales presentes en profundidad, en general, consistió en la ejecución de pruebas para clasificación (límites de consistencia, granulometrías y lavado sobre tamiz No 200), determinación del contenido de humedad natural, peso unitario, compresión inconfinada, corte directo y carga puntual.

NO CUMPLE

El FOPAE solicita tener en cuenta lo descrito en el numeral 3.3.3 de la resolución 227 de 2006, con relación a que:
"... La investigación geotécnica tendrá por objeto el levantar, mediante trabajos de campo, complementados con trabajos de laboratorio, la información suficiente y adecuada que permita caracterizar cuantitativamente los procesos de inestabilidad identificados; su formulación y justificación deberá corresponder con el modelo geológico del sitio.

La investigación geotécnica implicará un programa razonable de exploración directa mediante apiques, trincheras, perforaciones, etc., e indirecta, mediante sondeos geofísicos, geoeléctricos, etc., seleccionados por el responsable del estudio y adecuadamente distribuidos sobre el área de manera que permita garantizar la obtención de la información geotécnica requerida para completar el modelo o modelos geológico-geotécnicos de las diferentes zonas consideradas dentro del área de interés.

La justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio, deberán ser explícitos en el informe final de resultados.

Para la exploración geotécnica se deberán tener en cuenta 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

i. Deberá contarse como mínimo con un sondeo por cada 1500 m2 de área de terreno, su ubicación deberá justificarse en términos del adecuado cubrimiento de las áreas de interés*, incluyendo el área de influencia definida en la FASE I del Estudio. La exploración deberá soportar adecuadamente el modelo geológico-geotécnico de cada sector o zona de interés.*

ii. ***Cuando los mecanismos de falla consecuentes con el modelo geológico-geotécnico propuesto permitan inferir la ubicación más probable de las superficies o zonas de falla, más de 2/3 de las exploraciones realizadas deberán llevarse como mínimo tres metros por debajo de dichos rasgos****. De no ser viable una aproximación como la anterior, la profundidad de al menos 2/3 de las perforaciones deberá involucrar todos los materiales de interés para el estudio, de acuerdo con el modelo geológico-geotécnico propuesto, según el numeral 3.3.2.*

iii. ***La utilización de métodos indirectos, tales como los geofísicos, para establecer espacialmente la disposición de los materiales involucrados es aceptada, en cuyo caso el número de perforaciones del literal (i) podrá ser reducido y justificado claramente por el ejecutor del estudio, quien en cualquier caso sin embargo, deberá mostrar para el sitio al menos dos sondeos de calibración que le permitan extender con propiedad los resultados de las interpretaciones de los sondeos geofísicos.***

iv. El uso de correlaciones para la determinación de los parámetros de los materiales a partir de pruebas de campo de uso frecuente no es restringido por esta Resolución, sin embargo, es entendido que la pertinencia, validez, y confiabilidad del uso de tales correlaciones en un problema especifico es de total responsabilidad del ejecutor de los estudios…"

5.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el capítulo 6 del informe se presenta la evaluación de la amenaza por procesos de remoción en masa, en el cual se analizan dos escenarios, el escenario actual, donde no se ha realizado intervención de la zona (sin modificaciones de la geoforma) y el escenario de intervención con la modificación de la geoforma; para las condiciones normales y extremas, descritas de la siguiente forma: *"…Condición actual: se establece como la condición de servicio donde el nivel de agua indica un nivel de saturación de materiales finos con Ru=0.24 (Nivel de presión de poros); Condición crítica: Considerando el efecto de un nivel de saturación de materiales finos, con Ru=0.24 (Nivel de presión de poros) y una inclusión de onda sísmica…"*

Según lo mencionado por el consultor *"…el nivel de presión de poros Ru no se ve*

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

mayorado en la condición crítica debido a la baja tasa de infiltración de agua…".

Los análisis de estabilidad se realizaron para dos secciones I y D, las cuales son denominadas como representativas de la zona de estudio por el consultor, adicionalmente, se menciona que: "…teniendo en cuenta la variación de las pendientes en las laderas, a partir de las secciones reales se establecieron geometrías que simulan los cambios de pendiente las cuales constan de una distancia horizontal constante y la variación de la altura, de tal forma que se establezca variabilidad en las pendientes del terreno. Se construyeron modelos tipo para 15, 30 y 45 grados de inclinación del talud…", adicionalmente, el consultor sustenta este tipo de evaluación diciendo: *"…es aplicable en la zona especialmente por la presencia de suelos residuales ubicados y conformados en forma paralela a la superficie del terreno. Esta condición indica que una vez se varíe el ángulo del talud, los materiales estarán ubicados paralelamente al nuevo ángulo; por ejemplo y relacionando la metodología con los procesos identificados, para el caso de ángulos de talud mayores a 30 grados la inclinación de los materiales permite una mejor aproximación a los mecanismos de falla existentes en la zona…"*

Los análisis de estabilidad se realizaron para cuatro condiciones, sin agua y sin sismo, con agua y sin sismo, sin agua y con sismo, con agua y con sismo. En el anexo E, se presentan las salidas gráficas del software, para el total de los sectores y secciones evaluadas.

Se presenta un mapa de amenaza en el escenario actual (Plano 10 de 16), que representa los resultados de factores de seguridad, y según menciona el consultor, *"…se tiene en cuenta superficies de falla superficiales, lo cual es prevalente en la mayoría de las laderas…"*

El consultor a partir de los análisis de estabilidad efectuados, caracteriza la amenaza en el escenario actual de la siguiente manera: *"…Zonas de amenaza alta por FRM: las laderas con pendiente natural mayor a 24 grados ubicadas en las zonas 2 y 5; Zona de amenaza media: las laderas con pendiente natural entre los 15 y 24 grados, ubicadas en las zonas 2 y 5; Zona de Amenaza baja: las zonas 1, 3 y 4 y las laderas con pendiente natural menor a 15 grados y ubicadas en las zonas 2 y 5…"*

El consultor con el fin de analizar el comportamiento de los cortes viales proyectados, realizó una sectorización de la vía, que permitió: *"…establecer condiciones de análisis por tramos; en cada sector se definen las alturas críticas de talud, los materiales existentes en la ladera susceptible al movimiento y los mecanismos de falla…"*

El consultor a partir de los análisis de estabilidad efectuados, caracteriza la amenaza 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

fenómenos de remoción en masa para el escenario con proyecto de la siguiente manera: *"...Zonas de amenaza alta: sector 3; Zona de amenaza media: sectores 1, 2 y 7; Zona de Amenaza baja: sectores 4, 5, 6, 8, 9, 10 y equipamento..."*

Los planos se presentan firmados por el ingeniero Javier A. Millán, quien entiende el FOPAE es el analista de riesgos y director del estudio.

NO CUMPLE

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

- Para que el Consultor valide los análisis de estabilidad que le permitan evaluar la amenaza, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los anteriores capítulos.
- Se presenta un mapa de amenaza con proyecto por procesos de remoción en masa (plano 11 de 16), sin embargo, en este plano no se representa la zonificación de la amenaza, se solicita presentar el plano con la correcta zonificación.
- Se recomienda tener en cuenta la posible sobrecarga generada por las futuras obras a construir localizadas en toda el área de estudio.
- El Consultor debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 3.2.1.4. del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006, [...]*Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda o no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación* [...].

5.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

En el capítulo 7.1 del informe se presenta la evaluación de la vulnerabilidad ante procesos de remoción en masa, en este capítulo el consultor realiza una caracterización de los elementos expuestos, en el cual se menciona: *"...La vía de interés corresponde a una red suburbana tipo V-4, con tráfico vehicular y peatonal... una edificación con estructura resistente tipo pórticos, de seis niveles incluyendo 1 nivel de sótano, la cual busca seguir la línea del terreno y escalonada adecuadamente. Los cortes de emplazamiento no superan los 3 metros de altura y serán protegidos con muros de contención adosados a la estructura..."*, adicionalmente realiza una identificación de los procesos generadores de daño, en donde se menciona que las principales acciones sobre la vía son: *"...Obstrucción parcial de la vía en una calzada para los sectores donde el mecanismo de falla es superficial; Obstrucción total de la vía en dos calzadas para 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

sectores donde el mecanismo de falla es general (involucra la altura total del talud)..." y adicionalmente menciona que las principales acciones sobre la estructura que conforma el Nodo de equipamentos son: "*...Desplazamiento lateral de elementos no estructurales y Empujes locales...*"

Posteriormente, el consultor define las tasas de daño para la vía y para los equipamientos, con base en la metodología de Modo e Intensidad de daño de redes (Índice de Daño). Leone, 1996, y la tabla de Intensidad de daño en edificaciones (Índice de Daño). Tomada de JAM, 2005, respectivamente.

Finalmente, los resultados de la cualificación de la vulnerabilidad se presentan en el Anexo F y la representación de estos resultados sobre la base cartográfica se muestra en el Plano de Vulnerabilidad por FRM (Plano 12 de 16).

El plano se presentan firmado por el ingeniero Javier A. Millán, quien entiende el FOPAE es el analista de riesgos y director del estudio.

NO CUMPLE

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

- Para que el Consultor valide los análisis de vulnerabilidad, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos y a los análisis de estabilidad.

5.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

El consultor menciona que: "*...Para la estimación cuantitativa del riesgo de los elementos físicos, partiendo de la definición de riesgo como la magnitud probable esperada de un cierto nivel de daño, puede evaluarse para cada elemento expuesto como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad...*"

Los resultados de la cualificación del riesgo se presentan en el Anexo F y la representación de estos resultados sobre la base cartográfica se muestra en el Plano de Riesgo por FRM (Plano 13 de 16), el cual se presentan firmado por el ingeniero Javier A. Millán, quien entiende el FOPAE es el analista de riesgos y director del estudio.

Adicionalmente, el consultor con base en los resultados de evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para el proyecto, se establece la necesidad de obras 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

mitigación y control de amenazas y riesgo. Y adicionalmente menciona que: *"...los resultados aquí obtenidos suponen que no cambian las propiedades geomecánicas del suelo con la construcción del corte, lo cual es difícil de garantizar teniendo en cuenta el intemperismo, el desconfinamiento del material, el retiro de la cobertura vegetal y demás cambios permanentes..."*

NO CUMPLE

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

- Para que el Consultor valide los análisis de riesgo, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos, a los análisis de estabilidad y de vulnerabilidad.

5.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

El consultor menciona una vez más que a partir de los análisis de vulnerabilidad y riesgo se ha establecido el plan general de acciones y que este: *"...establece como escenario básico las medidas para disminuir la vulnerabilidad por la amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa que se pueda llegar a dar por la construcción de los taludes viales y los cortes para la cimentación del equipamiento proyectado que contempla medidas de tipo estructural como el manejo de agua de escorrentía, medidas de cobertura de taludes y medidas de estabilización..."*

El consultor menciona la necesidad de desarrollar medidas de mitigación estructurales, dentro de las cuales se tiene las que se desarrollan para el manejo del agua de escorrentía, tales como: Zanjas de Coronación, Disipadores de Energía, Cunetas y Alcantarillas viales; para el manejo de Cobertura de Taludes, tales como: Recuperación de taludes con biomallas y biorollos, y Biomuro de Amortiguamiento; y las medidas de Mitigación de Procesos de Deslizamientos, tales como Terraceos Viales y Anclajes.

Adicionalmente, el consultor menciona la necesidad de realizar medidas de mitigación no estructurales, tal como *"...garantizar una zona de protección aferente a los taludes de corte vial que se considerará como derecho de vía, en los cuales se reglamentará un uso limitado de esta franja para la construcción de edificaciones u otro tipo de infraestructura que pueda propiciar la ocurrencia de un fenómeno de deslizamiento por sobrecarga de la parte alta de las zonas de corte. Esta franja de protección deberá poseer como mínimo una distancia no menor a 5.0 m de la corona del talud..."*

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, el consultor presenta el plan de mantenimiento en el cual menciona: *"...las acciones básicas recomendadas para la generación de un plan de mantenimiento se encuentran la revisión del estado de la cobertura vegetal a partir de las técnicas de bioingeniería instaladas en los taludes, la limpieza de sedimentos y/o cualquier otra obstrucción que se encuentre a lo largo de las cunetas, estructuras de disipación de energía y zanjas de coronación, entre otras..."*

Finalmente, se presenta el plan de monitoreo, en el cual menciona que: "...se deberá implementar un programa de revisión de las obras de mitigación implantadas, así como una valoración de las condiciones de estabilidad de los taludes de corte..."

NO CUMPLE

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

- Para que el Consultor valide este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas en los ítems anteriores y si es del caso a partir de los nuevos análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo definir el plan de medidas de mitigación para la reducción del riesgo, conforme con lo establecido en el numeral 3.7 del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006.

5.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Finalmente el consultor menciona que: *"...Los factores de seguridad obtenidos en la zona 1 muestran que una vez disminuya la condición de agua del talud y se coloquen los anclajes sobre la terraza inferior, los factores de seguridad quedan clasificados como amenaza baja. Para los demás sectores se observa que los factores de seguridad son clasificados dentro de la amenaza baja una vez se realice el cambio de la geometría por terrazas..."*

NO CUMPLE

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

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

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

5.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida del Ingeniero Civil con Maestría en Ingeniería Geotecnia Javier Millán y del Ingeniero Geólogo Eduardo Parra Palacios, los cuales, de acuerdo con la información suministrada en los anexos del estudio, 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 CUMPLE

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

5.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Todos los planos se presentan firmados por los profesionales que fueron responsables de su elaboración y por el director del proyecto, responsable de la aprobación de los mismos, de acuerdo con que se estipula en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006. Sin embargo, no 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 el Ingeniero Javier Millán.

NO CUMPLE

Se solicita presentar la carta de responsabilidad firmada por el ingeniero responsable del estudio detallado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Dado que se requiere presentar una nueva versión del estudio, el Consultor deberá atender las observaciones hechas en el presente concepto técnico.

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

6. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - Concepto Técnico No. CT-6827 (Fecha Marzo/2013)

6.1. 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.

Los estudios de geología incluyendo geología regional, geología local, estructuras geológicas, suelos y perfil de meteorización, se presentan en el numeral 4.2 del informe; las descripciones litológicas en el texto del informe no son completamente consistentes con las presentadas en el plano Geológico, referidas como se describe en el informe: *"Depósitos de abanicos periglaciares y suelos residuales de la formación Usme (Qra). El área comprendida entre Las quebradas El Piojo al norte y Aguadulce al sur, el rio Tunjuelo al Oeste y una línea aproximada Norte Sur, localizada aproximadamente a 1.8Km al Este del río Tunjuelo, se compone de un material esencialmente arcillolimoso con cantidades subordinadas de bloques o estratos mayores de arenisca de la Formación Usme que es la roca que se encuentra en profundidad [...] los suelos de estas unidades han sido homogenizados por meteorización durante centenares de miles a millones de años y se pueden considerar como una sola unidad para efectos de sus propiedades físicas para construcción..."*, el consultor menciona que adicionalmente se presentan: *"Areniscas de la Formación Usme con suelos residuales delgados (Qru), dispersos en el área del lote y formando escalones rocosos se encuentran varios cuerpos de forma alargada en dirección Norte -Sur que superficialmente se asocian con numerosos bloques métricos a decimétricos de areniscas de grano medio a fino de color crema claro y muy alta resistencia en relación con las arcillolitas circundantes [...] Depósitos aluvio - torrenciales de la quebrada Fucha (Qatf) Sobre la margen derecha de la Quebrada Fucha, entre las cotas 2.706 y 2709, se aprecia un pequeño depósito aluvio - torrencial que tiene aproximadamente 15 m de ancho por más de 30 de longitud, que de acuerdo con la pendiente superficial que muestra de cerca de 8°, indica unas condiciones de depositación viscosas, exclusivas de flujos de escombros [...] Depósitos aluviales (Qal) por encima de la cota 2740 en la quebrada Fucha, se aprecian dos depósitos aluviales relativamente pequeños, de menos de 50 m de longitud cada uno, que bordean la quebrada, los cuales presentan una pendiente suave, igual a la del cauce y en consecuencia se interpreta su origen por depositación durante crecientes normales de flujo Newtoniano..."*

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

Adicionalmente, en el informe, se presenta una descripción de la geología detallada del área de estudio, en la cual se definieron dos unidades geológicas superficiales para el área de estudio: Depósitos de abanicos periglaciares y suelos residuales de la formación Usme (Qra), dentro de la cual se menciona que *"...existe una aparente mezcla superficial entre suelos residuales derivados de la fracción fina y de los depósitos de abanicos o conos de deyección formados con el mismo material, lo que da como resultado suelos con características físicas semejantes, si se tiene en cuenta que las arcillolitas originales de la formación Usme se han transformado entonces a suelos residuales con igual perfil de meteorización que los de la roca original..."*, con relación a la descripción que se realiza del perfil de meteorización, se menciona: *"...Los espesores descritos pueden mostrar variaciones sustanciales, especialmente en el Horizonte A en las zonas más planas, donde por efectos de erosión laminar en las partes más altas, se depositas materiales finos, atrapados parcialmente por vegetación de gramíneas. El Horizonte B, tiene casi invariablemente de 50 a 60 cm. de espesor, al igual que el C-VI, en tanto que del C-V hacia abajo, presentan espesores variables hasta encontrar la roca fresca, pero muy proporcionales entre sí, es decir, si la roca fresca se encuentra a 3m, hay aproximadamente 0.75m de C-V e igual espesor de cada uno de los horizontes restantes, o sea, también 0.75 de C-IV, III y II..."*; y las Areniscas de la Formación Usme con suelos residuales delgados (Qru).

El plano geológico cubre el área que se enmarcó como zona de estudio y es presentado a escala 1:2000 sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 1m. Es necesario mencionar que no se presentan perfiles geológicos.

El plano presenta la firma del ingeniero geólogo Eduardo Parra y en el rótulo del plano 4 de 17 - Mapa geológico y geomorfológico local, se identifica al profesional con su nombre y número de matrícula profesional. El plano del estudio geológico también se presenta con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el director del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al consultor tener en cuenta las siguientes observaciones:

- El plano 4 de 17 - Mapa geológico y geomorfológico local, no presenta coordenadas de referenciación geográfica, por lo tanto se solicita presentar las coordenadas del plano, ya que todos los planos a presentar deben estar referenciados geográficamente.

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

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

Los estudios de geomorfología se presentan en el numeral 4.2.3 del estudio, haciendo una descripción de la geomorfología regional y local, y morfodinámica, en los cuales se describen: *"...La geomorfología local se puede definir como la parte inferior de una vertiente montañosa y larga de casi 5 Km de longitud, medianamente incisada por las quebradas Aguadulce en su parte baja, Fucha y sus afluentes El Carraco, La Quinta y la Requilina y otro cauce menor como lo es la quebrada El Piojo, la cual determina el límite norte del lote... El fondo de los valles es estrecho, en forma de V simétrica, con vertientes de pendiente entre 40 y 45°, resultado de la inestabilidad de las márgenes inmediatas, propiciadas seguramente por la presencia de un nivel freático alto, combinado con la expansividad de las arcillas que conforman la matriz del depósito..."*

Adicionalmente, el consultor menciona en la descripción morfodinámica: *"...**Depósito aluvio-torrencial de la Quebrada Fucha**, dadas sus características superficiales es relativamente reciente, posiblemente histórico y en consecuencia su período de recurrencia debe ser del orden de decenas a centenares de años. Lo anterior implica como ya se dijo, que los puentes o coberturas que se hagan sobre él, deben tener la especificación ya descrita... **Socavación de márgenes en las quebradas**. La ausencia de vegetación en algunos tramos de las márgenes de las quebradas por efectos erosivos es evidencia de que en el invierno de 2010-2011, este cauce estuvo arrastrando material de las márgenes y aunque en esta ocasión no se produjeron efectos erosivos severos, se evidencia en las aerofotografías que existen unos tramos de márgenes que han sido socavados y que como resultado se ha producido una desestabilización de sus vertientes inmediatas... **Movimientos en masa**, se delimitaron cicatrices con diferentes edades, las más antiguas de ellas, aparecen como nichos, es decir, totalmente redondeadas en flancos y corona, además que contienen horizontes completos de A y B lo que indica que son más antiguos de 40 ó 50.000 años. Una segunda generación de cicatrices, al parecer con edad de varias decenas de años por la ausencia de los horizontes A y B, que no tiene redondeamiento en corona y flancos, pero se encuentra totalmente revegetalizada. Lo que indica una edad del orden de 30 a 40 años como mínimo. Cabe anotar que habrá en toda la zona de estudio una sola cicatriz de movimiento en masa sin vegetación que indique ocurrencia reciente. Las zonas sin vegetación visibles en aerofotografías son tres pequeñas canteras y explanaciones para construcción de viviendas..."*

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

Adicionalmente, el consultor realiza una reconstrucción de las pendientes existentes, con el fin de encontrar las pendientes críticas, según el análisis, se menciona: *"... Estos datos indican que las cicatrices antiguas se formaron bajo muy altas condiciones de humedad, que mantenían el suelo tal vez en valores cercanos al límite plástico, lo que de una vez explica el valor bajo (37%), que se obtiene para areniscas con suelos residuales delgados, pues implica casi saturación de las arcillolitas intercaladas con ellas... la única cicatriz subreciente, que seguramente es de decenas de años de antigüedad, indica que bajo condiciones naturales en climas similares al actual, los suelos resisten pendientes hasta del 42.5% para ser metaestables..."*

El consultor realiza una caracterización morfodinámica del área de estudio, en donde menciona: *"...los rasgos morfodinámicos presentes en la zona de estudio que se pueden convertir en amenaza están representados por las cicatrices de movimientos en masa. Los depósitos aluvio torrenciales de la Quebrada Fucha y la socavación de márgenes no hacen parte de los rasgos morfodinámicos de la zona de estudio ya que, como se explicó en la geomorfología del polígono 1, estos se localizan fuera del área de intervención del proyecto..."*; adicionalmente, el consultor realiza una descripción de los movimientos en masa que pueden tener influencia en el área de estudio, en el cual menciona principalmente: *"...sólo un proceso observado en las aerofotografías puede tener influencia en el proyecto y es el denominado con subíndice 3 y ubicado al oeste del sector 7. Sin embargo y tal como se explicó en la geomorfología del polígono, por su antigüedad y revegetalización completa no se prevee su activación por intervenciones en el terreno y se considera fosilizado... Procesos superficiales tipo reptación, son procesos locales por acumulación de agua o intervención ganadera, los cuales involucran la capa vegetal (Horizonte A), el horizonte B y en algunos casos el horizonte C-VI para un espesor promedio de 1.0m. Este tipo de procesos se localiza fuera del área de estudio y no se considera pueda tener alcance hasta la misma; estos procesos incluso serán abatidos una vez se realice la intervención urbanística respectiva al retirar los materiales involucrados en los mismos y se impida totalmente la actividad ganadera..."*, con relación a los escarpes existentes en la zona de estudio, se menciona: *"...para este caso en particular se presentan como rasgos significativos que definen escalones de las intercalaciones de areniscas y arcillolitas o cambios en las unidades geológicas superficiales. Son los más numerosos en el polígono y luego en el área de estudio. Estos rasgos no se relacionan con movimientos en masa, sólo son indicativos de cambios de material..."*.

Aunque se presenta un plano geológico-geomorfológico, este únicamente presenta la geología. Adicionalmente, el consultor presenta el plano 9 de 17, en el cual se referencian los procesos morfodinámicos encontrados durante las visitas a campo.

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

Aunque se menciona que se realizó un análisis de fotografías aéreas, ni se muestran las fotografías, ni tampoco se presenta un claro análisis de estas.

El FOPAE solicita se presente un plano con el levantamiento geomorfológico, con énfasis en la localización de los procesos de inestabilidad por remoción en masa; como recomendación para el presente estudio, el levantamiento geomorfológico podrá presentarse en el mismo plano 9 de 17 - Mapa Procesos Morfodinámicos Actuales.

Por lo anteriormente mencionado, se solicita al consultor, tener en cuenta el requerimiento expuesto en el aparte 3.2.1.2. de la resolución 227 de 2006, el cual menciona: *"...se efectuará una caracterización de las geoformas y de su dinámica en el área de estudio, considerando la génesis de las diferentes unidades y su evolución. De manera precisa serán cartografiados los procesos, con énfasis en los de remoción en masa y erosión. Se efectuará un análisis multitemporal que permita evaluar la dinámica de dichos procesos, considerando como mínimo dos fechas (actual y 20 ó 30 años atrás). El levantamiento geomorfológico con énfasis en la localización de los procesos de inestabilidad por remoción en masa identificados será trabajado y presentado sobre una base cartográfica a escala 1:1000 ó 1:500, con curvas de nivel cada 1.0 metro como mínimo..."*.

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.

c. Hidrogeología

En el numeral 4.3.4 del estudio se presenta la caracterización hidrológica y climatológica de la zona de estudio, en donde se presenta una caracterización climática espacial, en la cual se realiza una descripción de la temperatura, humedad relativa, brillo solar y precipitación, adicionalmente se presenta una caracterización climática temporal, en la cual el consultor meciona: *"...La temperatura promedio tiene poco variación en el año y oscila alrededor de 12,4 °C..."*, adicionalmente se menciona que *"...El promedio multianual de brillo solar es de 148,7 horas..."*, con relación a la humedad relativa, se menciona que el valor promedio mensual multianual es de 71,7 %, valor máximo medio mensual es de 77,1

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

% y el valor mínimo medio mensual es de 64,8 %, con relación a la evaporación el mes de enero tiene el mayor valor de evaporación 97,9mm y el menor valor 83,8mm ocurre en el mes de julio y el valor multianual es de 1066mm. Con relación a la precipitación, se menciona que se usaron las series históricas registradas en las estaciones meteorológicas Doña Juana y Santa María de Usme, las cuales tienen un régimen similar (bimodal) con valores de precipitación total multianual de 680.1mm para la estación Doña Juana y 697mm para la estación Santa María de Usme.

Además, en este capítulo el consultor presenta las curva IDF obtenida de la EAAB, por medio de las coordenadas, sin embargo en la título de la figura se menciona que fue elaborada por los consultores.

Adicionalmente, en el aparte 4.3.5.3 se presentan las recomendaciones de obras hidráulicas, en donde se menciona: *"...las corrientes superficiales intermitentes que actualmente drenan hacia rio Fucha en dirección sur occidente son dos, estas corrientes no tienen nombre, entonces en este informe se denominarán corriente 1 y corriente 2... Corriente 1, tipo de obra: se recomienda la construcción de una alcantarilla que permita cruzar la corriente 1 en dos puntos de la vía de acceso, a pesar de tener un caudal pequeño de 0.09m3/s, por norma de Invias el diámetro de la alcantarilla de cruce transversal entre la vía de acceso y la corriente 1 es de 36"; corriente 2, se recomienda la construcción de un canal que permita el desvío de la corriente 2 en dirección paralelamente a la vía de acceso, reciba las aguas lluvias de la corriente 1 y luego conducir el flujo de escorrentía superficial hasta el rio Fucha..."*.

Posteriormente, con relación a la afectación de las corrientes intermitentes y definición de las zonas de ronda, el consultor menciona: *"...dados los procesos de urbanización de sector, Metrovivienda tiene dentro de sus proyecciones la intervención de los caños, interrumpiéndolos totalmente y creando un drenaje artificial encargado del manejo de aguas. Por esta razón no se marcan zonas de ronda (respaldadas por las proyecciones de EAAB) y los estudios están enfocados a dar recomendaciones temporales sobre estos drenajes, únicamente mientras se contempla la intervención y construcción del polígono 1..."*.

El consultor presenta en el numeral 5.3.6 el respectivo análisis de los niveles de agua o factores ru utilizados para los análisis de estabilidad, en donde menciona: *"...debido a la necesidad de emplear un coeficiente de presión de poros (ru) durante los análisis de estabilidad a realizar en el estudio, se hizo necesario realizar la determinación de este parámetro para cada registro de perforación con el fin de obtener un valor promedio..."*, el consultor menciona en el informe que: *"...como resultado final se encontró un valor promedio de ru igual a 0.24, asociada con 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

altura de lámina de agua de 1.65m, la cual se estima para efectos de análisis que ésta se presenta de forma general para toda el área de estudio. Debido a la baja tasa de infiltración, la baja permeabilidad y a que los análisis incluyen aguas colgadas, no se considera puede ocurrir una variación significativa que indiquen un aumento en el parámetro RU…"

CUMPLE

d. Drenaje Superficial

En el numeral 4.3.5 del estudio se presenta la evaluación del drenaje superficial de los cuerpos de agua incluidos en el área de estudio, señalando que: *"…el drenaje superficial estudiado corresponde a dos tipos: dos corrientes intermitentes y que constituyen el único drenaje natural de la zona de ladera; tal y como se presenta en la base topográfica no existe más drenajes naturales o artificiales. A pesar de que las dos corrientes no funcionan como un drenaje permanente, se realiza un estudio y análisis pos su inminente intervención (el proyecto vial cruza y corta estos drenajes), y la escorrentía superficial y su relación con la infiltración en zonas de ladera es evaluada para determinar su incidencia en los niveles de agua en el suelo. Se aclara que en la actualidad no hay drenaje artificial en el sector…".*

Adicionalmente, se presenta un análisis de la escorrentía superficial, en el cual el consultor menciona que: *"… en el sitio de estudio se realizó un apique de aproximadamente 0,32m2 de área y se midió la tasa de infiltración y se encontró que la máxima tasa fue de aproximadamente 10mm/h, valor de infiltración muy bajo, que concuerda con la textura arcillosa del suelo encontrado in situ…"* y finalmente se concluye que: *"…en la zona de estudio no hay infiltración importante en el suelo. La retención superficial de agua es alta, es decir la escorrentía superficial se concentra en la capa orgánica y drena en el sentido de la pendiente de la ladera hasta encontrar un cuerpo de agua…"*

NO CUMPLE

Se recomienda dar claridad al estudio en los siguientes aspectos:

- Adicionalmente, con relación a que: *"…cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda y no intervención serán marcadas en los planos correspondientes 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

zonificación, a la luz de la información expresamente solicitada por el interesado a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB SA ESP sobre el particular y cuya documentación deberá anexarse al estudio…"

e. Sismología

De acuerdo con lo presentado en el numeral 4.3.6 del estudio, el consultor menciona: *"…los resultados de la velocidad promedio (m/s) en los 30 metros superiores del perfil está entre los valores de 381,5m/s y 597,2m/s, con suelos de espesor mayor a 6m, lo que clasifica la zona como Depósito de Ladera, con A0 max de 0,22g… En cuanto a la aceleración de diseño de taludes y para efectos de verificar la estabilidad frente a sismo, se toma como representativa una aceleración de diseño del 66.6% de la aceleración máxima, lo que se traduce en una aceleración horizontal de diseño de 0,147g…".*

Adicionalmente, el consultor presenta el espectro de diseño para edificaciones que se emplacen en el área de estudio.

NO CUMPLE

El FOPAE recomienda dar claridad sobre el coeficiente de aceleración sísmica que se utilizó para la evaluación de la amenaza por procesos de remoción en masa, ya que no se presenta una clara justificación para utilizar el 66.6% de la aceleración máxima.

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 Decreto 523 de 2010.

f. Uso del Suelo

En el aparte 4.3.7. del informe se realiza una descripción de la cobertura y uso actual del suelo del área de estudio, en el cual el consultor comenta que: *"…en la actualidad, el área de estudio tiene dos tipos de cobertura vegetal. Bosque secundario intervenido (BNI) y Pastos y cultivos (PC)…"*, además el consultor hace especial aclaración que en la zona de estudio no se observan explotaciones de minería o canteras.

En el informe se presenta el plano 5 de 17 el cual presenta el uso y cobertura del

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

suelo actual, el plano se presenta con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el director del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al consultor tener en cuenta las siguientes observaciones:

- El plano 5 de 17 - Mapa Coberturas y Uso actual, no presenta coordenadas de referenciación geográfica, por lo tanto se solicita presentar las coordenadas del plano, ya que todos los planos a presentar deben estar referenciados geográficamente.

6.2. MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

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

En el numeral 4.3.3.2. del estudio el consultor realiza una caracterización morfodinámica del área de estudio, en donde menciona: *"...los rasgos morfodinámicos presentes en la zona de estudio que se pueden convertir en amenaza están representados por las cicatrices de movimientos en masa. Los depósitos aluvio torrenciales de la Quebrada Fucha y la socavación de márgenes no hacen parte de los rasgos morfodinámicos de la zona de estudio ya que, como se explicó en la geomorfología del polígono 1, estos se localizan fuera del área de intervención del proyecto..."*; adicionalmente, el consultor realiza una descripción de los movimientos en masa que pueden tener influencia en el área de estudio, en el cual menciona principalmente: *"...sólo un proceso observado en las aerofotografías puede tener influencia en el proyecto y es el denominado con subíndice 3 y ubicado al oeste del sector 7. Sin embargo y tal como se explicó en la geomorfología del polígono, por su antigüedad y revegetalización completa no se prevee su activación por intervenciones en el terreno y se considera fosilizado... Procesos superficiales tipo reptación, son procesos locales por acumulación de agua o intervención ganadera, los cuales involucran la capa vegetal (Horizonte A), el horizonte B y en algunos casos el horizonte C-VI para un espesor promedio de 1.0m. Este tipo de procesos se localiza fuera del área de estudio y no se considera pueda tener alcance hasta la misma; estos procesos incluso serán abatidos una vez se realice la intervención urbanística respectiva al retirar los materiales involucrados en los mismos y se impida totalmente la actividad ganadera..."*, con relación a los escarpes existentes en la zona de estudio, se menciona: *"...para este caso en particular 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

presentan como rasgos significativos que definen escalones de las intercalaciones de areniscas y arcillolitas o cambios en las unidades geológicas superficiales. Son los más numerosos en el polígono y luego en el área de estudio. Estos rasgos no se relacionan con movimientos en masa, sólo son indicativos de cambios de material…".

Además, el consultor en el aparte 5.2.1. presenta la descripción de los mecanismos de falla identificados, en el cual comenta: *"…los procesos morfodinámicos existentes en el polígono 1 son de dos tipos: procesos antiguos los cuales se consideran fosilizados y procesos superficiales tipo reptación y causado por flujo o acumulación de agua de escorrentía en el primer metro de suelo. Estos últimos cubren áreas importantes ladera arriba de la zona de estudio, por ende se realizan las verificaciones de estabilidad pertinentes… Por otro lado, y teniendo en cuenta la intervención a realizar, en este estudio además se verifica la posibilidad de falla con componente profundo, específicamente donde se involucren más de 2 metros de material. Este mecanismo es relevante y posible por la presencia de suelos periglaciares de hasta 10 metros de espesor presente en más de 60% de polígono 1. Para la unidad de suelos residuales de areniscas se verifican todas las posibles superficies de falla en suelos. En ambos casos se verifican los posibles alcances de la masa desplazada y en particular su posible llegada hasta la zona de estudio…".*

El consultor presenta el plano 9 de 17, en el cual presenta el mapa de procesos morfodinámicos actuales, el plano se presenta con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el director del estudio.

Además en el numeral 5.2.2, se presenta una zonificación geotécnica, en la cual se menciona: *"…en total se definieron cinco zonas al interior del polígono 1, las cuales se identificaron y determinaron con base en las características geológicas del área de estudio, así como en su condición morfométrica actual. Esta delimitación se llevo a cabo teniendo en cuenta la interpretación de los perfiles D-D' e I-I', según la comparación de los resultados obtenidos de la exploración del subsuelo tanto por medios mecánicos como por métodos geofísicos…"*, el consultor menciona que en términos generales los materiales superficiales son suelos arcillosos con intercalación en profundidad de suelos arcillo arenosos ó en su defecto areno arcillosos, producto de la meteorización (en cada caso) de los estratos rocosos existentes en profundidad.

El consultor en la zonificación geotécnica, identifica 5 zonas, y se describen de la siguiente forma: *"…zona 1 se localiza al costado occidental del polígono 1 y está delimitada con la vía que comunica a la ciudad de Bogotá con la localidad de Usme, esta área representa la transición entre el depósito aluvial originado por el río Tunjuelo y los depósitos periglaciares y suelos residuales de la formación Usme en su condición de basamento rocoso conformado principalmente por arcillolita.*

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

Superficialmente estos suelos están compuestos por materiales arcillo limosos con la presencia de cantos o bloques de arcillolita y en menor proporción areniscas a mayor profundidad. Las pendientes características existentes en la zona 1 se encuentran en un rango entre el 0 y el 40%, con un rango predominante que oscila entre el 18 y el 25%... la zona 2 fue delimitada sobre un área compuesta principalmente por areniscas de la formación Usme, se encuentran las más altas pendientes observadas dentro del polígono de estudio con un rango que oscila entre el 5 y el 60%, con valores predominantes cercanos al 25 y 35%... la zona geotécnica 3 se encuentra sobre suelos arcillosos que suprayacen estratos rocosos de arcillolita de la formación Usme. Las pendientes encontradas allí son relativamente más bajas que las existentes en la zona 1, rangos que oscilan entre 2 y 45%, sobre esta zona se tiene proyectado la construcción del nodo de equipamientos del proyecto de Metrovivienda en la cual se ubicará el centro cultural, el colegio zonal y el centro de desarrollo comunitario... La zona 4 presenta características geotécnicas similares a las expuestas en la zona 1 y 3, con excepción que en esta delimitación las pendientes existentes son las más bajas de toda el área que comprende el polígono 1, cuyo rango general oscila entre 0 y 30% con predominancia de inclinaciones entre 7 y 15%. A lo largo de la zona 4 se tiene proyectado la construcción de la nueva avenida Usminia, vía de acceso al proyecto urbanístico de Metrovivienda y que quedará comunicada hacia el occidente con la avenida Caracas... La zona 5 corresponde a la parte oriental del polígono de estudio y está formado superficialmente por materiales arcillosos con transición en profundidad a materiales arenosos, producto de la meteorización de los estratos de arenisca que hacen parte de la formación Usme, cuenta con altas pendientes las cuales varían entre 5 y 50%, con una predominancia de laderas con inclinaciones entre 25 y 45%..."

En el capítulo 5.4 del informe, el consultor realiza la zonificación geotécnica del área de estudio, y menciona: *"...es total se definieron 10 zonas al interior del área de estudio, las cuales se identificaron y determinaron con base en las características geológicas del área de estudio, así como como en su condición morfométrica actual. Esta delimitación se llevó a cabo teniendo en cuenta los cambios de unidad geológica superficial y los cambios de espesor que se traducen en un perfil representativo por zona, según la comparación de los resultados obtenidos de la exploración del subsuelo tanto por medios mecánicos como por métodos geofísicos..."*.

NO CUMPLE

Se solicita al consultor tener en cuenta las siguientes observaciones:

- El plano 9 de 17 - Mapa Procesos Morfodinámicos Actuales, no presenta

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

coordenadas de referenciación geográfica, por lo tanto se solicita presentar las coordenadas del plano, ya que todos los planos a presentar deben estar referenciados geográficamente.

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 informe, en el aparte 5.2.2. el consultor menciona que se definieron cinco zonas al interior del polígono 1, las cuales se identificaron y determinaron con base en las características geológicas del área de estudio, así como en su condición morfométrica actual. Teniendo en cuenta la interpretación de los perfiles D-D' e I-I', según la comparación de los resultados obtenidos de la exploración del subsuelo tanto por medios mecánicos como por métodos geofísicos. Adicionalmente, se menciona que el modelo geológico-geotécnico del área de estudio se evidencia la intercalación de estratos de arcillolita y arenisca que hacen parte de la formación Usme.

En el capítulo 5.4 del informe, el consultor realiza la zonificación geotécnica del área de estudio, y menciona: *"...es total se definieron 10 zonas al interior del área de estudio, las cuales se identificaron y determinaron con base en las características geológicas del área de estudio, así como como en su condición morfométrica actual. Esta delimitación se llevó a cabo teniendo en cuenta los cambios de unidad geológica superficial y los cambios de espesor que se traducen en un perfil representativo por zona, según la comparación de los resultados obtenidos de la exploración del subsuelo tanto por medios mecánicos como por métodos geofísicos..."*. La descripción de cada una de las zonas se realiza de la siguiente manera: *"...Zona 1, esta zona representa la zona más baja de los depósitos periglaciares y suelos residuales de la formación Usme en su condición de basamento rocoso formado principalmente por arcillolita... Zona 2, esta zona fue delimitada sobre un área compuesta principalmente por areniscas de la formación Usme, condición que puede ser evidenciada por la presencia de grandes escalones o cambios de pendiente abruptos formados por cuerpos rocosos de areniscas que afloran en el sector... Zona 3, esta zona está formada por depósitos periglaciares y suelos residuales de la formación Usme en su condición de basamento rocoso conformado principalmente por arcillolitas, en zona de media ladera; superficialmente estos suelos están compuestos por materiales arcillo limosos con 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

presencia de cantos o bloques de arcillolita... Zona 4, fue delimitada sobre un área compuesta principalmente por areniscas de la formación Usme. El rumbo de esta ladera es predominantemente sur, con pendientes con valores predominantes cercanos al 25 y 35%... Zona 5, se encuentra sobre suelos arcillosos que suprayacen estratos rocosos de aercillolitas de la formación Usme... Zona 6, se encuentra sobre suelos arcillosos que suprayacen estratos rocosos de arcillolitas de la formación Usme... Zona 7, comprende un modelo de unión entre las dos unidades superficiales presentes en el área: en la parte baja presenta suelos residuales de arenisca y en la parte alta suelos periglaciares de arcillolitas... Zona 8, presenta características geotécnicas similares a las expuestas en la zona 1, 3 y 5; en esta zona se tiene proyectada la construcción del nodo de equipamentos y el empalme de la vía de estudio con la Avenida Usminia... Zona 9, presenta una composición similar a la zona 8, con materiales arcillosos de hasta 12 metros de espesor. Esta zona cuenta con pendientes medias las cuales varían entre 15 y 25%... Zona 10, está formado superficialmente por materiales arcillosos con transición en profundidad a materiales arenosos, producto de la meteorización de los estratos de arenisca que hacen parte de la formación Usme...".

Además el consultor, procedió a realizar una clasificación de los materiales existentes en profundidad, así como la evaluación de los parámetros geomecánicos que gobiernan su comportamiento ingenieril, donde describe: *"...los materiales que se describen a continuación fueron subdivididos teniendo en cuenta la unidad geológica superficial predominante, el perfil de meteorización del macizo rocoso con base en la clasificación realizada por Dearmann (1991), así como la relación de cada uno de los materiales con la velocidad de propagación de onda P, con el fin de involucrar los resultados obtenidos en los ensayos geofísicos llevados a cabo en la zona de estudio...". Por lo tanto el consultor definió los siguientes materiales presentes en el subsuelo con base en la unidad geológica superficial a la cual pertenecen: "...para los Depósitos de Abanicos Periglaciares y suelo residual de Usme (Qra), se identificaron: la Arcilla color café oscuro (C-VI), material fue encontrado de forma superficial en todos los registros de perforación en profundidades que oscilaron entre 0.0 m y 0.80m, y está conformado por un limo arcilloso de baja plasticidad, de color café oscuro, fisurado, con presencia de algunas raíces. Según el perfil de meteorización de Dearmann este material se clasifica como un suelo residual de grado VI; la Arcilla limosa habana (C-V), este material que subyace el limo arcilloso descrito anteriormente puede presentar variaciones en su color entre habano a grisáceo con la presencia de algunas trazas de arena y oscilaciones en su espesor entre 0.70 y 5.30m en profundidad. Este material arcilloso se genera como producto de la meteorización de los estratos rocosos de arcillolita existentes en profundidad y que predominan en este sector dentro del área de estudio, se puede catalogar esta arcilla como de consistencia firme de forma superficial, a muy firme*

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 mayores profundidades. Con base en el perfil de meteorización de Dearmann este material se clasifica como un suelo residual en grado V; la Arcilla arenosa con fragmentos (C-IV), este material que subyace el material arcilloso anterior, está formado por fragmentos rocosos de arcillolita y en ocasiones arenisca, los cuales están inmersos en una matriz predominantemente arcillo arenosa la cual controla su comportamiento ingenieril. Este material representa la transición entre la roca sana (arcillolita) y el suelo residual, y se clasifica dentro del perfil de meteorización de Dearmann con un grado IV. El espesor característico de esta capa oscila entre 1.10 y 11.0 m en profundidad. Con base en el ensayo de penetración estándar (SPT) este material se clasifica como de consistencia firme a dura; los Fragmentos de arcillolita en matriz arcillo limosa (C-III), esta mezcla de materiales cuenta con fragmentos de arcillolita en matriz fina arcillo limosa de consistencia muy firme, el cual se puede asociar con el perfil de meteorización de Dearmann como roca moderadamente meteorizada clasificada como grado III, este estrato es competente para soportar las cargas de las edificaciones a implantar… para las Areniscas de la formación Usme con suelos residuales delgados (Qru), se identificaron: la Arcilla color café oscuro (C-VI), este material superficial que se encuentra sobre la zona de areniscas de la formación Usme es de las mismas características que el evidenciado sobre los depósitos de abanicos periglaciares descritos con anterioridad, conformando una capa común para las dos unidades geológicas superficiales que se presentan con mayor predominancia en el área de estudio, la Arcilla arenosa habana (C-V), este material arcilloso cuenta con cantidades considerables de arena (35%), con un color habano claro con tonos grisáceos y algunos trazos amarillentos. Con base en los resultados obtenidos en el ensayo de campo de penetración estándar (SPT) se puede catalogar con una consistencia firme a dura y su origen está asociado a la meteorización de las areniscas de la formación Usme. En términos generales esta capa se encuentra entre los 0.90 y 5.30 m de profundidad, la Arena fina limosa (C-IV), este estrato arenoso se encuentra entremezclado con una fracción fina limosa, formando una matriz que se encarga de envolver algunos bloques de arenisca observados durante el trabajo de exploración del subsuelo. Según los resultados obtenidos en el ensayo de penetración estándar esta matriz puede catalogarse como un material de compacidad media a densa, los registros de perforación estiman la aparición en profundidad de este estrato entre los 2.40 y 10.90 m respecto a la superficie actual del terreno, los fragmentos y bloques de arenisca y arcillolita (C-III), estos fragmentos y bloques fueron encontrados a profundidades que oscilaron entre 5.4 y 13.1 m desde la superficie actual del terreno y consisten en una combinación de areniscas y arcillolitas en matriz arenosa con algo de arcilla (los primeros en mayor proporción), productos formados de la meteorización del macizo de la formación Usme, lo que los enmarca dentro del perfil de Dearmann con un grado de alteración III ó una clasificación de roca moderadamente meteorizada… para el Material Rocoso encontrado en el área de

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

estudio correspondiente a los materiales de arenisca y arcillolita que conforman en profundidad la formación Usme, fue empleada la metodología propuesta por Hoek y Brown, 1999..."

Adicionalmente, el consultor con base en los criterios geológicos, geomorfológicos, morfométricos y antrópicos, establece una zonificación geotécnica que permite determinar zonas con comportamientos geotécnicos similares. Esta delimitación se llevo a cabo teniendo en cuenta la interpretación de dos perfiles; se definieron cinco zonas al interior de la zona de estudio, las cuales son descritas en el informe como: *"...Zona 1, esta zona se localiza al costado occidental del polígono 1 y está delimitada con la vía que comunica a la ciudad de Bogotá con la localidad de Usme. Esta área representa la transición entre el depósito aluvial originado por el río Tunjuelo y los depósitos periglaciares y suelos residuales de la formación Usme en su condición de basamento rocoso conformado principalmente por arcillolita. Superficialmente estos suelos están compuestos por materiales arcillo limosos con la presencia de cantos o bloques de arcillolita y en menor proporción areniscas a mayor profundidad. Las pendientes características existentes en la zona 1 se encuentran en un rango entre el 0 y el 40%, con un rango predominante que oscila entre el 18 y el 25%; Zona 2, esta zona fue delimitada sobre un área compuesta principalmente por areniscas de la formación Usme, condición que puede ser evidenciada por la presencia de grandes escalones o cambios de pendiente abruptos formados por cuerpos rocosos de areniscas que afloran en el sector. En la zona 2 se encuentran las más altas pendientes observadas dentro del polígono de estudio con un rango que oscila entre el 5 y el 60%, con valores predominantes cercanos al 25 y 35%; Zona 3, el área superficial del polígono 1 que define la zona geotécnica 3 se encuentra sobre suelos arcillosos que suprayacen estratos rocosos de arcillolita de la formación Usme. Las pendientes encontradas allí son relativamente más bajas que las existentes en la zona 1, rangos que oscilan entre 2 y 45% con predominancia de inclinaciones que se encuentran entre 18 y 25%. Sobre esta zona se tiene proyectado la construcción del nodo de equipamientos del proyecto de Metrovivienda en la cual se ubicará el centro cultural, el colegio zonal y el centro de desarrollo comunitario; Zona 4, presenta características geotécnicas similares a las expuestas en la zona 1 y 3, con excepción que en esta delimitación las pendientes existentes son las más bajas de toda el área que comprende el polígono 1, cuyo rango general oscila entre 0 y 30% con predominancia de inclinaciones entre 7 y 15%. A lo largo de la zona 4 se tiene proyectado la construcción de la nueva avenida Usminia, vía de acceso al proyecto urbanístico de Metrovivienda y que quedará comunicada hacia el occidente con la avenida Caracas; Zona 5, esta zona corresponde a la parte oriental del polígono de estudio y está formado superficialmente por materiales arcillosos con transición en profundidad a materiales arenosos, producto de la meteorización de los estratos de arenisca que hacen parte de la formación Usme. De forma similar 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

la zona 2, la zona 5 cuenta con altas pendientes las cuales varían entre 5 y 50%, con una predominancia de laderas con inclinaciones entre 25 y 45%..."

En consultor menciona que se utilizó como perfil de trabajo para la zonificación geotécnica la sección D-D', se menciona en el informe que en ella se puede analizar en verdadera magnitud las pendientes existentes en la zona; en la figura 5.3 del informe, se ilustra la conformación del modelo geológico-geotécnico del área de estudio en la cual se evidencia la intercalación de estratos de arcillolita y arenisca, que según el consultor hacen parte de la formación Usme; superficialmente, se menciona que son suelos arcillosos con intercalación en profundidad de suelos arcillo arenosos ó en su defecto areno arcillosos, producto de la meteorización de los estratos rocosos que subyacen.

CUMPLE

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.

c. Exploración Geotécnica

Según menciona el consultor en el numeral 5.2.3 del estudio, la exploración de llevo a cabo *"...por métodos directos se efectuó por medio de perforaciones con equipo de percusión y lavado, y rotación..."*, la exploración consistió en la ejecución de 13 perforaciones distribuidas en el área de estudio. La profundidad promedio de los sondeos es de 13.50m, en los cuales fue posible encontrar en términos generales una capa superficial de material vegetal, un suelo orgánico, un estrato subyacente de suelo residual y a mayor profundidad fragmentos de roca en matriz arcillosa que cambia a roca más compacta y menos meteorizada.

Adicionalmente se realizaron 5 líneas de refracción sísmica (LRS), cada una de ellas con una longitud superficial de exploración de 115m, las cuales, según el consultor *"permitieron obtener información de los materiales existentes en el subsuelo a profundidades que oscilaron los 30m, por medio de la medición de la velocidad con la que se propaga la onda compresional (Vp) al interior del terreno...."*.

El consultor menciona que se realizaron ensayos in situ de penetración estándar o SPT, resultados que se utilizaron para definir parámetros geomecánicos, por medio del método de estimación de parámetros efectivos de resistencia con SPT

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

establecido por González (1997).

Como complemento a la exploración directa e indirecta realizada, se llevaron a cabo ensayos de laboratorio para clasificación básica de materiales y ensayos de resistencia, que permitieron determinar el comportamiento geomecánico de los materiales presentes en profundidad, en general, consistió en la ejecución de pruebas para clasificación (límites de consistencia, granulometrías y lavado sobre tamiz No 200), determinación del contenido de humedad natural, peso unitario, compresión inconfinada, corte directo y carga puntual.

El consultor presenta el plano 6 de 17, en el cual presenta el mapa de exploración del suelo, el plano se presenta con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el director del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al consultor tener en cuenta las siguientes observaciones:

- El plano 6 de 17 - Mapa Exploración del Suelo, no presenta coordenadas de referenciación geográfica, por lo tanto se solicita presentar las coordenadas del plano, ya que todos los planos a presentar deben estar referenciados geográficamente.

6.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el capítulo 6 del informe se presenta la evaluación de la amenaza por procesos de remoción en masa, en el cual se analizan dos escenarios, el escenario actual, donde no se ha realizado intervención de la zona (sin modificaciones de la geoforma) y el escenario de intervención con la modificación de la geoforma; para las condiciones normales y extremas, descritas de la siguiente forma: *"...Condición actual: se establece como la condición de servicio donde el nivel de agua indica un nivel de saturación de materiales finos con Ru=0.24 (Nivel de presión de poros); Condición crítica: Considerando el efecto de un nivel de saturación de materiales finos, con Ru=0.24 (Nivel de presión de poros) y una inclusión de onda sísmica..."*

Según lo mencionado por el consultor *"...el nivel de presión de poros Ru no se ve mayorado en la condición crítica debido a la baja tasa de infiltración de agua..."*.

El consultor menciona que: *"...se estudiaron las superficies del terreno actuales en una sección representativa de cada zona, usando la misma ubicación y numeración de las*

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

secciones establecidas en la caracterización geotécnica. Además y teniendo en cuenta la variación de las pendientes en las laderas en cada zona geotécnica, a partir de las secciones reales se establecieron geometrías que simulan los cambios de pendiente las cuales constan de una distancia horizontal constante y la variación de la altura, de tal forma que se establezca variabilidad en las pendientes del terreno. Se construyeron modelos tipo para 15, 30 y 45 grados de inclinación de talud…", en el anexo E-1 se presentan las fichas de amenaza de cada una de las condiciones y zonas evaluadas.

El consultor menciona que: *"… a parir de los análisis de estabilidad efectuados se caracteriza la amenaza de fenómenos de remoción en masa de la etapa 1 de la siguiente manera: Zonas de amenaza alta por FRM: las alderas con pendiente natural mayor a 24 grados ubicadas en las zonas 3, 9 y 10; Zona de amenaza media: las laderas con pendiente natural entre los 15 y 24 grados ubicadas en las zonas 3, 4, 9 y 10; Zona de amenaza baja: las zonas 1, 2, 5, 6 y las laderas con pendiente natural menor a 15 grados y ubicadas en las zonas 7, 8 y 9…"*.

Adicionalmente, se evaluó la amenaza en el escenario con proyecto urbanístico y de construcciones, para la cual se realizó una sectorización de la vía para realizar los análisis. A partir de los análisis de estabilidad efectuados se caracteriza la amenaza de la siguiente manera: *"…Zonas de amenaza alta: sector 3; Zonas de amenaza media: sectores 1, 2 y 7; Zonas de Amenaza baja: sectores 4, 5, 6, 8, 9. 10 y equipamento…"*.

Se presenta un mapa de amenaza en el escenario actual (Plano 10 de 16), que representa los resultados de factores de seguridad, y según menciona el consultor, *"…se tiene en cuenta superficies de falla superficiales, lo cual es prevalente en la mayoría de las laderas…"*

El consultor a partir de los análisis de estabilidad efectuados, caracteriza la amenaza en el escenario actual de la siguiente manera: *"…Zonas de amenaza alta por FRM: las laderas con pendiente natural mayor a 24 grados ubicadas en las zonas 2 y 5; Zona de amenaza media: las laderas con pendiente natural entre los 15 y 24 grados, ubicadas en las zonas 2 y 5; Zona de Amenaza baja: las zonas 1, 3 y 4 y las laderas con pendiente natural menor a 15 grados y ubicadas en las zonas 2 y 5…"*

El consultor con el fin de analizar el comportamiento de los cortes viales proyectados, realizó una sectorización de la vía, que permitió: *"…establecer condiciones de análisis por tramos; en cada sector se definen las alturas críticas de talud, los materiales existentes en la ladera susceptible al movimiento y los mecanismos de falla…"*

El consultor a partir de los análisis de estabilidad efectuados, caracteriza la amenaza 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

fenómenos de remoción en masa para el escenario con proyecto de la siguiente manera: *"...Zonas de amenaza alta: sector 3; Zona de amenaza media: sectores 1, 2 y 7; Zona de Amenaza baja: sectores 4, 5, 6, 8, 9, 10 y equipamento..."*

Se presentan los planos 11 de 17 y 12 de 17, los cuales presentan la amenaza en el escenario actual y con proyecto, los planos se presentan con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el analista de riesgos y director del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita al consultor tener en cuenta las siguientes observaciones:

- Los planos 11 y 12 - Mapa de Amenaza Actual y con Obras, no presentan coordenadas de referenciación geográfica, por lo tanto se solicita presentar las coordenadas en los planos, ya que todos los planos a presentar deben estar referenciados geográficamente.

6.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

En el capítulo 7.1 del informe se presenta la evaluación de la vulnerabilidad ante procesos de remoción en masa, en este capítulo el consultor realiza una caracterización de los elementos expuestos, en el cual se menciona: *"...La vía de interés corresponde a una red suburbana tipo V-4, con tráfico vehicular y peatonal... una edificación con estructura resistente tipo pórticos, de seis niveles incluyendo 1 nivel de sótano, la cual busca seguir la línea del terreno y escalonada adecuadamente. Los cortes de emplazamiento no superan los 3 metros de altura y serán protegidos con muros de contención adosados a la estructura..."*, adicionalmente realiza una identificación de los procesos generadores de daño, en donde se menciona que las principales acciones sobre la vía son: *"...Obstrucción parcial de la vía en una calzada para los sectores donde el mecanismo de falla es superficial; Obstrucción total de la vía en dos calzadas para los sectores donde el mecanismo de falla es general (involucra la altura total del talud)..."* y adicionalmente menciona que las principales acciones sobre la estructura que conforma el Nodo de equipamentos son: *"...Desplazamiento lateral de elementos no estructurales y Empujes locales..."*

Posteriormente, el consultor define las tasas de daño para la vía y para los equipamientos, con base en la metodología de Modo e Intensidad de daño de redes (Índice de Daño). Leone, 1996, y la tabla de Intensidad de daño en edificaciones (Índice de Daño). Tomada de JAM, 2005, respectivamente.

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, los resultados de la cualificación de la vulnerabilidad se presentan en el Anexo F y la representación de estos resultados sobre la base cartográfica se muestra en el Mapa de Vulnerabilidad (Plano 13 de 17). El plano se presentan firmado por el ingeniero Javier A. Millán, quien entiende el FOPAE es el analista de riesgos y director del estudio.

Adicionalmente, en el aparte 7.3 se establece la necesidad de obras de mitigación y control de amenazas, en donde se menciona: *"... basados en los resultados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para el proyecto, se establece la necesidad de obras de mitigación y control de amenazas y riesgo en los sectores 1 y 3. Además, los resultados aquí obtenidos suponen que no cambian las propiedades geomecánicas del suelo con la construcción del corte, lo cual es difícil de garantizar teniendo en cuenta el intemperismo, el desconfinamiento del material, el retiro de la cobertura vegetal y demás cambios permanentes. Estos factores internos y externos modifican los parámetros del suelo, siendo necesario establecer unas recomendaciones de construcción y obras de control que permitan minimizar los efectos de los factores ya mencionados..."*.

NO CUMPLE

Se solicita al consultor tener en cuenta las siguientes observaciones:

- El consultor no menciona si en la actualidad existen elementos expuestos que puedan verse afectados por la amenaza identificada, es decir no realiza la evaluación de vulnerabilidad en el escenario actual.
- El plano 13 - Mapa de Vulnerabilidad, no presentan las coordenadas de referenciación geográfica completas, por lo tanto se solicita presentar las coordenadas en los planos, ya que todos los planos a presentar deben estar referenciados geográficamente.

6.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

El consultor menciona que: *"...Para la estimación cuantitativa del riesgo de los elementos físicos, partiendo de la definición de riesgo como la magnitud probable esperada de un cierto nivel de daño, puede evaluarse para cada elemento expuesto como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad..."*

Los resultados de la cualificación del riesgo se presentan en el Anexo F y la representación de estos resultados sobre la base cartográfica se muestra en el Plano 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

Riesgo por FRM (Plano 14 de 17), el cual se presentan firmado por el ingeniero Javier A. Millán, quien entiende el FOPAE es el analista de riesgos y director del estudio.

Adicionalmente, el consultor con base en los resultados de evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para el proyecto, se establece la necesidad de obras de mitigación y control de amenazas y riesgo. Y adicionalmente menciona que: *"...los resultados aquí obtenidos suponen que no cambian las propiedades geomecánicas del suelo con la construcción del corte, lo cual es difícil de garantizar teniendo en cuenta el intemperismo, el desconfinamiento del material, el retiro de la cobertura vegetal y demás cambios permanentes..."*

NO CUMPLE

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

- La zonificación que se presente en el plano 14, no corresponde con los resultados que se obtuvieron del análisis presentado en el Anexo F.
- El plano 14 - Mapa de Riesgo por FRM, no presentan las coordenadas de referenciación geográfica completas, por lo tanto se solicita presentar las coordenadas en los planos, ya que todos los planos a presentar deben estar referenciados geográficamente.

6.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

El consultor menciona una vez más que a partir de los análisis de vulnerabilidad y riesgo se ha establecido el plan general de acciones y que este: *"...establece como escenario básico las medidas para disminuir la vulnerabilidad por la amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa que se pueda llegar a dar por la construcción de los taludes viales y los cortes para la cimentación del equipamiento proyectado que contempla medidas de tipo estructural como el manejo de agua de escorrentía, medidas de cobertura de taludes y medidas de estabilización..."*

El consultor menciona la necesidad de desarrollar medidas de mitigación estructurales, dentro de las cuales se tiene las que se desarrollan para el manejo del agua de escorrentía, tales como: Zanjas de Coronación, Disipadores de Energía, Cunetas y Alcantarillas viales; para el manejo de Cobertura de Taludes, tales como: Recuperación de taludes con biomallas y biorollos, y Biomuro de Amortiguamiento; y las medidas de Mitigación de Procesos de Deslizamientos, tales como Terraceos Viales y Anclajes.

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

Adicionalmente, el consultor menciona la necesidad de realizar medidas de mitigación no estructurales, tal como *"...garantizar una zona de protección aferente a los taludes de corte vial que se considerará como derecho de vía, en los cuales se reglamentará un uso limitado de esta franja para la construcción de edificaciones u otro tipo de infraestructura que pueda propiciar la ocurrencia de un fenómeno de deslizamiento por sobrecarga de la parte alta de las zonas de corte. Esta franja de protección deberá poseer como mínimo una distancia no menor a 5.0 m de la corona del talud..."*

Además, el consultor presenta el plan de mantenimiento en el cual menciona: *"...las acciones básicas recomendadas para la generación de un plan de mantenimiento se encuentran la revisión del estado de la cobertura vegetal a partir de las técnicas de bioingeniería instaladas en los taludes, la limpieza de sedimentos y/o cualquier otra obstrucción que se encuentre a lo largo de las cunetas, estructuras de disipación de energía y zanjas de coronación, entre otras..."*

Finalmente, se presenta el plan de monitoreo, en el cual menciona que: "...se deberá implementar un programa de revisión de las obras de mitigación implantadas, así como una valoración de las condiciones de estabilidad de los taludes de corte...".

Se presentan los planos 15 y 16 de 17, los cuales presentan el plan de medidas de mitigación en planta y los detalles respectivamente, los planos se presentan con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el analista de riesgos y director del estudio.

NO CUMPLE

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

- En el plano 15 de 17, se presentan las obras en planta, aunque se muestra un cuadro de convenciones, no es clara la identificación de cada tipo de obra en el plano en planta.
- En el plano 16 de 17, se presentan los detalles de los diferentes tipos de obra, los cuales no se identifican claramente en el plano en planta, adicionalmente, no todas los obras descritas en el informe se presentan en este plano, es el caso de los biomuros de amortiguamiento.

6.7. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El consultor en el capítulo 9 del informe realiza el análisis de amenaza con medidas de mitigación, en cuyos resultados menciona que: *"...Los factores de seguridad obtenidos*

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 zona 1 muestran que una vez disminuya la condición de agua del talud y se coloquen los anclajes sobre la terraza inferior, los factores de seguridad quedan clasificados como amenaza baja. Para los demás sectores se observa que los factores de seguridad son clasificados dentro de la amenaza baja una vez se realice el cambio de la geometría por terrazas..."

El consultor presenta el plano 17 de 17, en el cual se presenta la amenaza en el escenario con proyecto y obras de mitigación, el plano se presenta con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el analista de riesgos y director del estudio.

CUMPLE

6.8. PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida del Ingeniero Civil con Maestría en Ingeniería Geotecnia Javier Millán y del Ingeniero Geólogo Eduardo Parra Palacios, los cuales, de acuerdo con la información suministrada en los anexos del estudio, 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 CUMPLE

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

6.10. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Todos los planos se presentan firmados por los profesionales que fueron responsables de su elaboración y por el director del proyecto, responsable de la aprobación de los mismos, de acuerdo con que se estipula en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006. Y se incluye una carta de responsabilidad firmada por el encargado 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

evaluación y cuantificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo que entiende el FOPAE es el Ingeniero Javier Millán.

CUMPLE

7. TERCERA REVISIÓN DEL ESTUDIO - Concepto Técnico No. CT-7033 (Fecha Octubre 15/2013)

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.

En esta nueva versión del estudio el Consultor establece que *[...] "la fotointerpretación y los recorridos de campo, permitieron definir para esta área las unidades que describen a continuación (Figura 4-2). Es necesario mencionar que de las 4 unidades geológicas existentes en el polígono 1, sólo 2 unidades afloran en la zona de estudio (vía y nodo) y la descripción detallada se presenta en el numeral 4.3.2 Geología del área de estudio"*. La anterior información es consistente con lo presentado en el plano Geológico.

El plano geológico cubre el área que se enmarcó como zona de estudio y es presentado a escala 1:2000 sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 1m. Adicionalmente se presentan los perfiles geológicos en El Plano 4B.

Los planos presentan la firma del ingeniero geólogo Eduardo Parra y en el rótulo del plano 4 de 17 - Mapa geológico y geomorfológico local, se identifica al profesional con su nombre y número de matrícula profesional. El plano del estudio geológico también se presenta con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el director del estudio.

CUMPLE

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

Las fotografías aéreas con las cuales se realizó el análisis multitemporal se muestran en la figura 4-15 y 4-16. Adicionalmente el consultor menciona que "*de los procesos identificados para el polígono 1, sólo un proceso observado en las aerofotografías puede tener influencia en el proyecto y es el denominado 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

subíndice 3 (antiguo) y ubicado al oeste del sector 7. Sin embargo, y tal como se explicó en la geomorfología del polígono, por su antigüedad y revegetalización completa no se prevee su activación por intervenciones en el terreno y se considera fosilizado". Adicionalmente en el numeral 4.3.3.3 denominado Morfología y procesos, se realiza la descripción de los procesos superficiales identificados.

En el plano 9 de 17 se presenta el levantamiento geomorfológico, con énfasis en la localización de los procesos de inestabilidad por remoción en masa.

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

CUMPLE DESDE LA VERSIÓN ANTERIOR

d. Drenaje Superficial

En el anexo A6 denominado "EABB-TRIBUTARIO Y RONDAS", el Consultor presenta el oficio en el cual la empresa de Acueducto y alcantarillado de Bogotá - EAAB informa sobre la viabilidad de servicios para el Plan Parcial Polígono 1 de la localidad de Usme. En el mencionado oficio se presenta el listado de las coordenadas correspondientes a la zona de manejo y preservación ambiental de los cuerpos de agua presentes en el Plan Parcial. En todos los planos presentados se demarca la zona de ronda hidráulica.

CUMPLE

e. Sismología

En el numeral 4.3.6 del estudio, el consultor menciona: *"...los resultados de la velocidad promedio (m/s) en los 30 metros superiores del perfil está entre los valores de 381,5m/s y 597,2m/s, con suelos de espesor mayor a 6m, lo que clasifica la zona como Depósito de Ladera, con A0 max de 0,22g... En cuanto a la aceleración*

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 diseño de taludes y para efectos de verificar la estabilidad frente a sismo, se toma como representativa una aceleración de diseño del 66.6% de la aceleración máxima, lo que se traduce en una aceleración horizontal de diseño de 0,147g. El valor de 2/3 de la aceleración máxima es un criterio para taludes tomado de la normatividad vigente (NSR-10) y de las recomendaciones de la microzonificación sísmica 2010. Esta aceleración es muy similar a la establecida en la NSR-10 lo cual cubre entonces la normatividad distrital y nacional vigente".

Adicionalmente, el consultor presenta el espectro de diseño para edificaciones que se emplacen en el área de estudio.

CUMPLE

El FOPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, definir o asignar los espectros para el diseño estructural de las edificaciones, para lo cual, se debe cumplir con lo establecido en el Decreto 523 de 2010.

f. Uso del Suelo

En el informe se presenta el plano 5 de 17 el cual presenta el uso y cobertura del suelo actual, el plano se presenta con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el director del estudio. El plano mencionado se encuentra debidamente referenciado con las coordenadas geográficas correspondientes.

CUMPLE

7.2. MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

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

En el numeral 4.3.3.2. del estudio el consultor realiza una caracterización morfodinámica del área de estudio, en donde menciona: *"...los rasgos morfodinámicos presentes en la zona de estudio que se pueden convertir en amenaza están representados por las cicatrices de movimientos en masa. Los depósitos aluvio torrenciales de la Quebrada Fucha y la socavación de márgenes no hacen parte de los rasgos morfodinámicos de la zona de estudio ya que, como se explicó en la geomorfología del polígono 1, estos se localizan fuera del área de intervención del proyecto..."*; adicionalmente, el consultor realiza una descripción de los movimientos en masa que pueden tener influencia en el área de estudio, 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

cual menciona principalmente: *"...sólo un proceso observado en las aerofotografías puede tener influencia en el proyecto y es el denominado con subíndice 3 y ubicado al oeste del sector 7. Sin embargo y tal como se explicó en la geomorfología del polígono, por su antigüedad y revegetalización completa no se prevee su activación por intervenciones en el terreno y se considera fosilizado... Procesos superficiales tipo reptación, son procesos locales por acumulación de agua o intervención ganadera, los cuales involucran la capa vegetal (Horizonte A), el horizonte B y en algunos casos el horizonte C-VI para un espesor promedio de 1.0m. Este tipo de procesos se localiza fuera del área de estudio y no se considera pueda tener alcance hasta la misma; estos procesos incluso serán abatidos una vez se realice la intervención urbanística respectiva al retirar los materiales involucrados en los mismos y se impida totalmente la actividad ganadera..."*, con relación a los escarpes existentes en la zona de estudio, se menciona: *"...para este caso en particular se presentan como rasgos significativos que definen escalones de las intercalaciones de areniscas y arcillolitas o cambios en las unidades geológicas superficiales. Son los más numerosos en el polígono y luego en el área de estudio. Estos rasgos no se relacionan con movimientos en masa, sólo son indicativos de cambios de material..."*.

Además, el consultor en el aparte 5.2.1. presenta la descripción de los mecanismos de falla identificados, en el cual comenta: *"...los procesos morfodinámicos existentes en el polígono 1 son de dos tipos: procesos antiguos los cuales se consideran fosilizados y procesos superficiales tipo reptación y causado por flujo o acumulación de agua de escorrentía en el primer metro de suelo. Estos últimos cubren áreas importantes ladera arriba de la zona de estudio, por ende se realizan las verificaciones de estabilidad pertinentes... Por otro lado, y teniendo en cuenta la intervención a realizar, en este estudio además se verifica la posibilidad de falla con componente profundo, específicamente donde se involucren más de 2 metros de material. Este mecanismo es relevante y posible por la presencia de suelos periglaciares de hasta 10 metros de espesor presente en más de 60% de polígono 1. Para la unidad de suelos residuales de areniscas se verifican todas las posibles superficies de falla en suelos. En ambos casos se verifican los posibles alcances de la masa desplazada y en particular su posible llegada hasta la zona de estudio..."*.

El consultor presenta el plano 9 de 17, en el cual presenta el mapa de procesos morfodinámicos actuales, el plano se presenta con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el director 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

Además en el numeral 5.2.2, se presenta una zonificación geotécnica, en la cual se menciona: *"...en total se definieron cinco zonas al interior del polígono 1, las cuales se identificaron y determinaron con base en las características geológicas del área de estudio, así como en su condición morfométrica actual. Esta delimitación se llevo a cabo teniendo en cuenta la interpretación de los perfiles D-D' e I-I', según la comparación de los resultados obtenidos de la exploración del subsuelo tanto por medios mecánicos como por métodos geofísicos..."*, el consultor menciona que en términos generales los materiales superficiales son suelos arcillosos con intercalación en profundidad de suelos arcillo arenosos ó en su defecto areno arcillosos, producto de la meteorización (en cada caso) de los estratos rocosos existentes en profundidad.

El consultor en la zonificación geotécnica, identifica 5 zonas, y se describen de la siguiente forma: *"...zona 1 se localiza al costado occidental del polígono 1 y está delimitada con la vía que comunica a la ciudad de Bogotá con la localidad de Usme, esta área representa la transición entre el depósito aluvial originado por el río Tunjuelo y los depósitos periglaciares y suelos residuales de la formación Usme en su condición de basamento rocoso conformado principalmente por arcillolita. Superficialmente estos suelos están compuestos por materiales arcillo limosos con la presencia de cantos o bloques de arcillolita y en menor proporción areniscas a mayor profundidad. Las pendientes características existentes en la zona 1 se encuentran en un rango entre el 0 y el 40%, con un rango predominante que oscila entre el 18 y el 25%... la zona 2 fue delimitada sobre un área compuesta principalmente por areniscas de la formación Usme, se encuentran las más altas pendientes observadas dentro del polígono de estudio con un rango que oscila entre el 5 y el 60%, con valores predominantes cercanos al 25 y 35%... la zona geotécnica 3 se encuentra sobre suelos arcillosos que suprayacen estratos rocosos de arcillolita de la formación Usme. Las pendientes encontradas allí son relativamente más bajas que las existentes en la zona 1, rangos que oscilan entre 2 y 45%, sobre esta zona se tiene proyectado la construcción del nodo de equipamientos del proyecto de Metrovivienda en la cual se ubicará el centro cultural, el colegio zonal y el centro de desarrollo comunitario... La zona 4 presenta características geotécnicas similares a las expuestas en la zona 1 y 3, con excepción que en esta delimitación las pendientes existentes son las más bajas de toda el área que comprende el polígono 1, cuyo rango general oscila entre 0 y 30% con predominancia de inclinaciones entre 7 y 15%. A lo largo de la zona 4 se tiene proyectado la construcción de la nueva avenida Usminia, vía de acceso al proyecto urbanístico de Metrovivienda y que quedará comunicada hacia el occidente con la avenida Caracas... La zona 5 corresponde a la parte oriental del polígono de estudio y está formado superficialmente por materiales arcillosos con transición en profundidad a materiales arenosos, producto de la meteorización de los estratos de arenisca que*

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

hacen parte de la formación Usme, cuenta con altas pendientes las cuales varían entre 5 y 50%, con una predominancia de laderas con inclinaciones entre 25 y 45%..."

En el capítulo 5.4 del informe, el consultor realiza la zonificación geotécnica del área de estudio, y menciona: *"...es total se definieron 10 zonas al interior del área de estudio, las cuales se identificaron y determinaron con base en las características geológicas del área de estudio, así como como en su condición morfométrica actual. Esta delimitación se llevó a cabo teniendo en cuenta los cambios de unidad geológica superficial y los cambios de espesor que se traducen en un perfil representativo por zona, según la comparación de los resultados obtenidos de la exploración del subsuelo tanto por medios mecánicos como por métodos geofísicos..."*.

CUMPLE

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

CUMPLE DESDE LA VERSIÓN ANTERIOR

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.

c. Exploración Geotécnica

En el numeral 5.3.4 denominado *"Verificación de la exploración respecto a la normatividad"* el Consultor presenta en la Tabla 5-3 un resumen de la exploración directa e indirecta realizada en la zona de estudio. Adicionalmente, concluye que *"La exploración llegó en un 80% a profundidades mayores a los 10 metros (sondeos 1 a 13 y líneas sísmicas) y en un 60 % a 15 metros o más, cumpliendo así con 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

requerimientos de alcance de la exploración respecto a los mecanismos de falla (los mecanismos de falla identificados son a profundidades iguales a la altura del corte proyectado, el cual varía entre 5 y 15 metros"

El consultor presenta el plano 6 de 17, en el cual presenta el mapa de exploración del suelo, el plano se presenta con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el director del estudio.

CUMPLE

7.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el numeral 6.2.6 denominado Resultados, el consultor establece que "*Respecto a los cortes proyectados para el sector de equipamentos, los cuales tendrán entre 1 y 5 metros de altura, se deben contemplar muros de contención que permitan un adecuado emplazamiento de la estructura. Estos muros deben ser considerados en el diseño estructural y permitirán mantener la condición de estabilidad actual del terreno. Las cargas que impone la estructura no afecta la estabilidad general de la ladera (mientras se garantice un adecuado diseño de cimentaciones profundas) y por ende se mantiene el nivel de amenaza bajo. En etapa de construcción del equipamiento donde los cortes estarán expuestos por un corto tempo, el nivel de amenaza es obtenido al considerar que las obras de estructura estarán ubicadas en forma paralela al sector 7 del corte vial y por ende los resultados de los análisis ejecutados en este sector pueden ser extrapolados directamente*".

Se presenta un mapa de amenaza en el escenario actual (Plano 10 de 17), que representa los resultados de factores de seguridad, y según menciona el consultor, "*...se tiene en cuenta superficies de falla superficiales, lo cual es prevalente en la mayoría de las laderas...*"

Se presentan los planos 11 de 17 y 12 de 17, los cuales presentan la amenaza en el escenario actual y con proyecto, los planos se presentan con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el analista de riesgos y director del estudio.

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

7.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

En el capítulo 7.1 del informe el consultor establece que *"en la actualidad no hay elementos expuestos ya que la zona de estudio es un lote vacío."*

Se presenta el plano 13 de 17, denominado mapa de vulnerabilidad, el plano se presenta con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el analista de riesgos y director del estudio.

CUMPLE

7.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Los resultados de la cualificación del riesgo se presentan en el Anexo G y la representación de estos resultados sobre la base cartográfica se muestra en el Plano de Riesgo por FRM (Plano 14 de 17), el cual se presentan firmado por el ingeniero Javier A. Millán, quien entiende el FOPAE es el analista de riesgos y director del estudio.

CUMPLE

7.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Se presentan los planos 15 y 16 de 17, los cuales presentan el plan de medidas de mitigación en planta y los detalles respectivamente, los planos se presentan con firma del Ingeniero Javier A. Millán, que entiende el FOPAE es el analista de riesgos y director del estudio.

CUMPLE

7.7. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

CUMPLE DESDE LA VERSIÓN ANTERIOR

7.8. PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida del Ingeniero Civil con Maestría en Ingeniería Geotecnia Javier Millán y del Ingeniero Geólogo Eduardo Parra Palacios, 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

cuales, de acuerdo con la información suministrada en los anexos del estudio, 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.

CUMPLE

7.10. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Todos los planos se presentan firmados por los profesionales que fueron responsables de su elaboración y por el director del proyecto, responsable de la aprobación de los mismos, de acuerdo con que se estipula en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006. Y 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 el Ingeniero Javier Millán.

CUMPLE

8. CONCLUSIONES

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, 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 *"Estudios detallados de amenaza y riesgo de la etapa 1 de la unidad de gestion 1 del plan parcial Tres Quebradas"*, de Abril de 2012, para el proyecto localizado en Santa Elena Lote No.1 El Uval, Santa Elena Lote No.2, Santa Elena El Uval de la Localidad de Usme, presentado por la firma JAM Ingeniería y Medioambiente, **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.

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. 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 Usaquén 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.

10. 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

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

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.

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:	Revisó:
CONSUELO SÁNCHEZ VARGAS Ingeniera Civil - Conceptos Técnicos M. P.25202-74228 CND	**NUBIA LUCÍA RAMÍREZ CRIOLLO** Profesional Especializado Investigación y Desarrollo - Conceptos
Avaló:	
DAVID VALDÉS CRUZ Profesional Especializado Investigación y Desarrollo	

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