1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	**6280**
1.2 ÁREA:	TÉCNICA Y DE GESTIÓN
1.3 COORDINACIÓN:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2011ER11638
1.5 RESPUESTA OFICIAL No.	RO-49403

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	LFO Ingenieros de Suelos Ltda.
2.2 PROYECTO:	Urbanización Ciudadela Nuevo Usme Súper lotes 1 y 2
2.3 LOCALIDAD:	5. USME
2.4 UPZ:	61. Ciudad Usme
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	Centro Usme Urbano
2.6 DIRECCIÓN:	Calle 139 Sur No. 3C - 40 y Calle 137 C Sur No. 3C – 39*
2.7 CHIP:	AAA0180NPHK y AAA0180NPEP*
2.8 MANZANA CATASTRAL:	55
2.9 PREDIO CATASTRAL:	01 y 03
2.10 ÁREA (Ha):	0.8481 y 0.8170*
2.11 FECHA DE VISITA:	17 de Junio de 2011

(*): En el oficio de solicitud enviado por la Curaduría Urbana No. 3, no se indica la ubicación de los predios en donde se pretende desarrollar el proyecto de referencia, sin embargo, de acuerdo al Plano de localización del proyecto adjunto al estudio radicado y teniendo en cuenta la información predial suministrada al FOPAE por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD, la zona de estudio está ubicada en el polígono que se muestra en la Figura 1, el cual incluye varios predios que corresponden con las siguientes direcciones: Calle 139 Sur No. 3C - 40 (CHIP: AAA0180NPEP) y Calle 137 C Sur No. 3C – 39 (CHIP: AAA0180NPHK). Considerando la información oficial, el pronunciamiento se realizará para los polígonos que se encuentran en la Figura 1.

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

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

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

El presente concepto técnico corresponde a la TERCERA revisión realizada por el FOPAE al "Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa Proyecto Vivienda de Interés Prioritario Usme", en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 y en el marco de lo establecido en la Resolución 227 de julio 13 de 2006, por estar localizado en una zona de amenaza media según el Plano normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del POT. El estudio revisado corresponde a lo que en la Resolución 227 se denomina como Estudio de Fase II (detallado).

La presente revisión del estudio y verificación técnica se hace en atención a la radicación FOPAE 2011ER11638, en la cual la Firma LFO Ingenieros de Suelos Ltda. remite una versión del informe del estudio, dentro del trámite de solicitud de "Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva", por estar ubicado el proyecto en una zona de amenaza media por remoción en masa según el Plano normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del POT.

La primera revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo la solicitud con radicado FOPAE 2011ER8904, ante la cual el FOPAE emitió el 17 de Julio de 2011 el Concepto Técnico CT – 6254, 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 2011ER10092, ante la cual el FOPAE emitió el 18 de Agosto de 2011 el Concepto Técnico CT – 6271, 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.

Posteriormente el Consultor presentó una nueva versión del estudio (radicación FOPAE 2011ER11638), la cual incluía en dos tomos, las aclaraciones y correcciones de las solicitudes hechas en la segunda revisión del estudio denominado "Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa Proyecto Vivienda de Interés Prioritario Usme". De tal forma el FOPAE consideró que dicho s dos tomos hacían parte del estudio y concluiría acerca de lo consignado en tomo 1y tomo 2.

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

4. ALCANCE Y LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones del presente concepto, están basadas en la revisión de antecedentes que reposan en el FOPAE y en las características físicas observadas durante la inspección visual llevada a cabo en la zona del proyecto, la cual es necesariamente limitada; por lo tanto, pueden presentarse situaciones, condiciones o fenómenos no detectables que se escapan del alcance de este concepto. Su vigencia es temporal, mientras no se modifiquen significativamente las condiciones del sector. El objetivo primordial es identificar las condiciones físicas de la zona, para evaluar la susceptibilidad de la misma a presentar procesos de inestabilidad y definir la necesidad de realizar un estudio detallado de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa (Fase II, Resolución No. 227 de 2006).

5. GENERALIDADES DEL PROYECTO

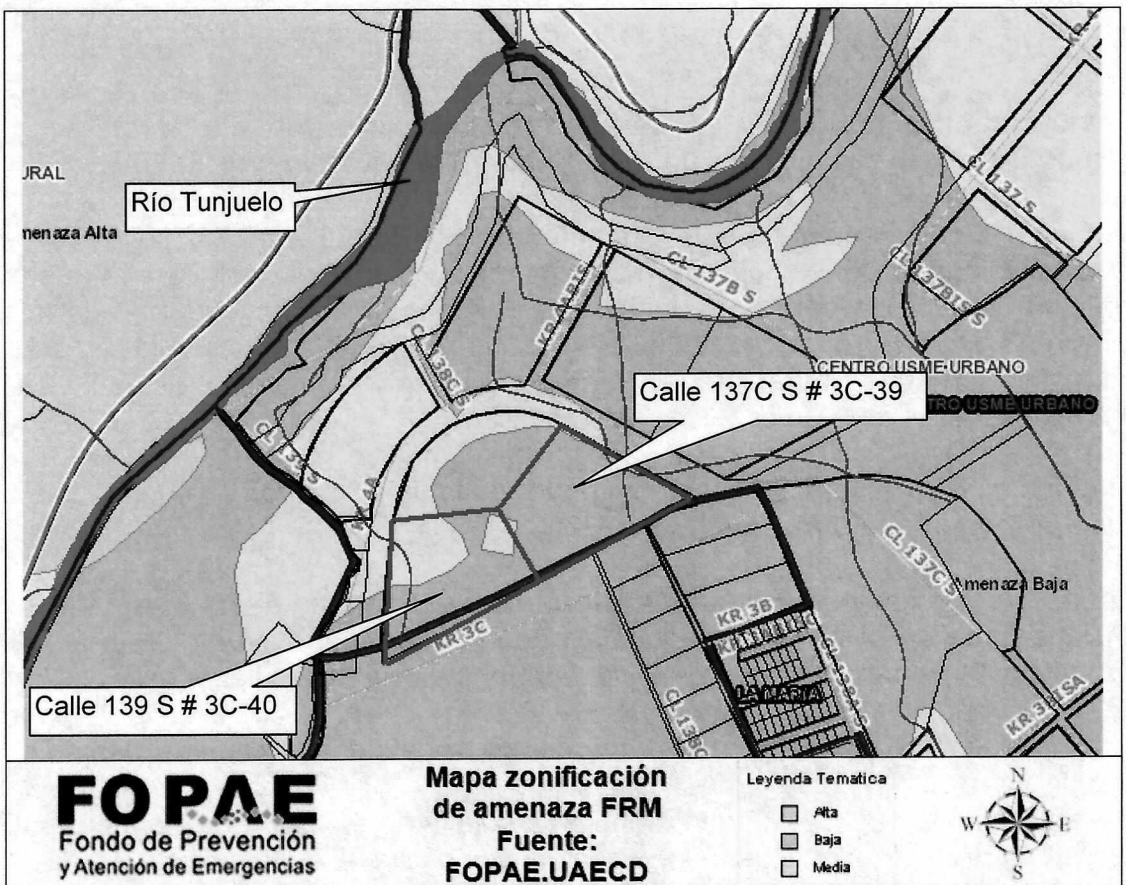

Figura No. 1. Localización General del Proyecto "URBANIZACIÓN CIUDADELA NUEVO USME SÚPER LOTES 1 Y 2", en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa del POT (Decreto 190 de 2004).

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

En la Figura No. 1, se presenta la localización general del proyecto "Urbanización Ciudadela Nuevo Usme Súper lotes 1 y 2" en el mapa de amenaza por remoción en masa del POT. El proyecto se ubica aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas:

Norte*:	86.250	a	86.400
Este*:	94.100	a	94.350

* Coordenadas de acuerdo con el Plano No. 1 "Plano Topográfico" del Estudio verificado.

De acuerdo con lo señalado en el numeral 2 Localización y Descripción del Proyecto, del estudio verificado, el proyecto contempla la construcción de 20 edificios de cinco (5) pisos a nivel, que transmitirán las cargas a la cimentación a través de muros.

6. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO - Concepto Técnico No. CT-6254 (Fecha 01/Julio/2011)

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.

En el aparte de Geología Local del numeral 3.1.2. del estudio, se describen la unidades litológicas del sector donde se construirá el proyecto y se resalta que el sitio de estudio se localiza sobre las unidades Depósitos de Flujos Torrenciales (N1m) y Formación Usme (E2u); de las cuales se menciona que están constituidas por gravas de diversos tamaños embebidos en matriz areno limosa y capas de arcillolitas con ocasionales capas de arenisca, respectivamente.

En la Figura 3.1. del informe, se incluyen las unidades geológicas superficiales: *Fm. Marichuela* (N1m) y *Formación Usme* (E2u).

En el aparte de Geología Estructural Del Entorno del numeral 3.1.3. del estudio, se menciona que *[...] El proyecto se localiza en el sinclinal de Usme [...]* y que *[...] La zona del proyecto está situada en el nucleo de la estructura, el cual está conformado por la Formación Usme, y en el área se encuentra cubierto por depósitos fluvioglaciares (Fm. Marichuela) que enmascaran el eje del sinclinal de Usme [...].*

El Consultor en la página 42 hace mención a la falla de del río Tunjuelo y en particular dice *[...] dentro del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá (Ingeominas, 1995), reporta indicios moderados de actividad neotectónica, frente a la localidad de Usme [...].*

Finalmente, en el estudio se incluye el Plano No. 2 Geología Local Perfil Geológico, el cual es presentado con curvas de nivel cada 2.0 m., a escala 1:1000 y es firmado por el Geólogo Jairo H. Rojas y por el Ingeniero Luis Fernando Orozco.

NO CUMPLE

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

- De acuerdo a la visita realizada a la zona de estudio y a la información con la que cuenta el FOPAE, en el área de estudio se aprecian que no fueron cartografiados por el Consultor. Se recomienda complementar la información geológica tanto en el cuerpo del informe como en el Plano respectivo.
- Dada la complejidad geológica del predio evaluado y de su entorno, se recomienda aumentar el área de cobertura que se empleo para la evaluación geológica.
- Se recomienda incluir secciones geológicas adicionales en sentido NE-SW y NW-SE. Así mismo se debe prolongar la longitud de las secciones (incluyendo la presentada por el Consultor en los Planos 2 y 2A), particularmente hacia la parte baja de la ladera en donde se encuentra el curso del río Tunjuelo.
- Se recomienda complementar el apartado de geología estructural, mencionando si las fallas descritas tuvieron alguna incidencia sobre el comportamiento y propiedades de los materiales que se encuentran en la zona de estudio y si con el desarrollo del proyecto pueden generarse o reactivarse procesos de inestabilidad sobre dichos materiales.
- De acuerdo con el numeral 3.2.1.1. de la Resolución 227 de 2006 que dice *[...] con curvas de nivel cada 1.0 metro como mínimo [...]*, se recomienda complementar la topografía en el Plano No 2.

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

El numeral 3.2. Geomorfología, describe las unidades geomorfológicas de la zona del estudio: Zona Montañosa y Geoformas Agradacionales, esta ultima incluye unidades de origen fluvio – glaciar – torrencial.

En la página 26 se menciona *[...] Unidad de origen Fluvio – Glaciar – Torrencia, comprende el depósito fluvio – torrencial caracterizao por presentar una morfología ondulada a ligeramente plana, con pendiente topográficas bajas, entre 0 – 15°. [...].*

En el estudio se menciona con respecto a la morfodinámica *[...] En el límite oeste del predio, donde la pendiente es fuerte por el corte efectuado en el talud, se genera por desprotección de este, desprendimiento de bloques y erosión en surcos [...].*

Finalmente, en el estudio se incluye el Plano No. 3 Plano Geomorfológico, a escala 1:500 y es firmado por el Geólogo Jairo H. Rojas y por el Ingeniero Luis Fernando Orozco.

NO CUMPLE

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

- De acuerdo a lo solicitado en el apartado de geología, se recomienda aumentar el área de estudio, incluyendo la descripción de las unidades geomorfológicas presentes en las laderas que se encuentran en la parte baja de la zona de estudio y que se presentan hasta la margen del río Tunjuelo.
- De acuerdo a la visita realizada a la zona de estudio y a la revisión de estudios antecedentes de la zona, se recomienda complementar el inventario de procesos morfodinámicos, incluyendo los denominados procesos de reptación.
- Se recomienda complementar la topografía presentada en el Plano No. 2, de tal manera que sea clara su interpretación y detalle.

c) Hidrogeología

El Consultor incluye en el estudio el numeral 3.3. denominado Hidrogeología, en este se menciona que *[...] El cono fluvio glaciar de Tunjuelito es un extenso depósito del curso bajo del río Tunjuelito [...], [...] el cono se divide en tres sectores: una parte alta entre la quebrada Alañadero y la quebrada Yomasa [...] y [...] está compuesta principalmente por arenas gruesas con grandes bloques, arcillas y limos, con un espesor de hasta 50 metros [...].*

En la página 27 se menciona *[...] Hidrogeológicamente, el proyecto se localiza en el núcleo del sinclinal de Usme, conformado en el subsuelo a una profundidad no mayor de 40 metros, por una secuencia terciaria: formación Guaduas, Bogotá y Usme, hidrogeológicamente estratos confinantes [...]* y *[...] El lote de estudio situado sobre un depósito fluvio torrencial (fluvio glaciar) recubre la secuencia citada anteriormente, y se caracteriza por ser de media a baja importancia hidrogeológica [...].*

Finalmente el Consultor presenta el apartado 3.3.1, Hidrología, en el cual hace referencia al estudio de Análisis y Caracterización de Tormentas de la Sabana 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

Bogotá (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 1995), en el cual se dice que la zona presenta una precipitación anual de 1100 mm/año. Se menciona además que de acuerdo a las estaciones Juan Rey y La María, la zona presenta un comportamiento monomodal de lluvia.

Por último el consultor afirma que *[...] En las perforaciones realizadas no se registró nivel freático, sin embargo dadas las características descritas anteriormente se asumió sin agua en la condición normal de los análisis de estabilidad de los taludes, mientras que para la condición extremase asumió un valor en el nivel freático [...].*

En la página 46 el Consultor menciona que *[...] El agua libre se detectó en las perforaciones [...].*

NO CUMPLE

El FOPAE aclara que la competencia en la definición de las características hidrogeológicas de la zona de estudio son de entera responsabilidad del Consultor, sin embargo advierte que la información de referencia con la cual se buscan establecer dichas características debe ser adecuada y suficiente, de acuerdo a lo consignado en el numeral 3.2. de la Resolución 227 de 2006. .

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

- Aun cuando el Consultor en la página 28 menciona que el depósito sobre el que se construirá el proyecto presenta poca importancia hidrogeológica, no se concluye acerca de la relevancia de este aspecto para la estabilidad de las laderas (y del proyecto en general), ni como esto incide en la definición de las medidas de drenaje a ser implantadas en el proyecto. Se recomienda complementar este aspecto en el cuerpo del informe.
- Para el FOPAE no es claro a que se refiere el Consultor cuando asegura en la página 28 que *[...] Para los análisis de estabilidad se tomarán las condiciones extremas secas y saturadas para hacer el análisis de estabilidad [...]*, se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del informe.
- De acuerdo a lo consignado por el Consultor en el apartado 3.3.1.1. Clima, para el FOPAE no es clara la relación que tienen los datos de la estación La María con el comportamiento de las lluvia en la zona de estudio, ya que dicha estación se encuentra en la cuenca de río San Cristóbal (río Fucha), a una distancia considerable y en unas condiciones geográficas muy diferentes a las que se presentan en la zona de estudio. Se recomienda aclarar y/o complementar este aspecto en el cuerpo del informe.

- Para el FOPAE no es claro el por qué si en la Figura 3.3, se aprecia que la estación denominada USME es la más cercana de la zona del proyecto, dicha estación no se consideró para la evaluación hidrológica de la zona de estudio. Se recomienda aclarar este aspecto y de ser el caso complementarlo en el cuerpo del estudio.
- Para el FOPAE no es claro a que se refiere el Consultor cuando asegura que *[...] En las perforaciones realizadas no se registró nivel freático, sin embargo dadas las características descritas anteriormente se asumió sin agua en la condición normal de los análisis de estabilidad de los taludes, mientras que para la condición extremase asumió un valor en el nivel freático [...].* Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio.
- De acuerdo a lo consignado en el numeral 3.2.1.3. de la Resolución 227 de 2006, el Consultor no concluye acerca de:
  -Posición(es) de niveles de agua o factores ru en condiciones normales.
  -Posición(es) de niveles de agua o factores ru en condiciones extremas de lluvias críticas y el periodo de recurrencia de esta situación.
  Se recomienda complementar este aspecto en el cuerpo del estudio.
- No se presentan los criterios básicos para el diseño de las obras de drenaje. El numeral 3.2.1.3. de la resolución 227 de 2006 dice *[...] el estudio hidrogeológico fijará 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 de plan de obras de prevención y estabilización [...].*

d) Drenaje Superficial

En el apartado 3.4. Evaluación de Drenaje Superficial, el Consultor menciona que en cercanía al la zona de estudio se encuentra el río Tunjuelito y que en la zona de estudio no se encuentran zonas de ronda.

NO CUMPLE

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

- De acuerdo a visitas realizadas por personal del FOPAE a la zona de estudio, se pudo constatar un alto régimen de flujo superficial en la zona de estudio, sin embargo el Consultor no hace referencia a dicho aspecto en el cuerpo del estudio ni en los documentos anexos. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio.
- El consultor no presenta ningún soporte en el cual se asegure que en el área de influencia del proyecto no se identificaron cursos de agua ni rondas

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

hidráulicas en el área de estudio. Se recomienda consultar con la EAAB, que es la entidad competente de la definición y por consiguiente de la afectación de las Zonas de Ronda y las Zonas de Manejo y Preservación Ambiental, de los cuerpos de agua localizados en el Distrito Capital, si dicho predio tiene este tipo de afectación e incluir como anexo el soporte correspondiente.

- El Consultor no argumenta acerca de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial que se presentan en la zona de estudio y a los cuales el proyecto tendrá que entregar los caudales generados dentro de este. Se recomienda complementar este apartado con información de ubicación y características hidráulicas de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial presente en la zona.

e) Sismología

En el numeral 3.5., se presentan las características sísmicas de la zona de estudio, indicando que el proyecto se encuentra ubicado en la zona de respuesta sísmica de depósito de ladera y zona de cerros, según el Decreto 523 de 2010 y por tanto la aceleración promedio presenta un valor de 0.2.

.

NO 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 193 de 2006.

- Se recomienda concluir acerca del valor de aceleración sísmica en condiciones extremas que será posteriormente incluida en los análisis de estabilidad.

f) Uso del Suelo

En el numeral 3.6. se incluye el apartado de Cobertura y Uso del Suelo, en el cual se menciona que la cobertura vegetal es predominantemente pastos para pastoreo con tierras temporalmente agrícolas no tecnificadas.

Se menciona que *[...] en la actualidad se tiene un cubrimiento aproximado del 80% es pastos, el 20% restante a caminos vecinales [...].*

Finalmente, en el estudio se presenta el Plano No. 4 Cobertura y Usos del Suelos, con curvas de nivel cada 0.50 m. a escala 1:1000 y es firmado por los profesionales que lo elaboraron.

NO CUMPLE

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

- De acuerdo a lo solicitado en apartados anteriores, se debe aumentar el área de estudio, incluyendo las laderas inferiores a la zona de estudio, hasta la confluencia del río Tunjuelo. Se recomienda complementar este aspecto en el cuerpo del estudio y en el Plano respectivo.

6.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el numeral 3.7. del estudio, se incluye el aparte denominado Análisis de Antecedentes Históricos de Remoción en Masa, en el cual se realiza el análisis multitemporal de Fotografías aéreas de la zona de estudio de los años 1981, 1997 y 2007 y se concluyó que *[...] en el sector que comprende el área de estudio no se evidencia antecedentes de fenómenos de remoción en masa [...].*

El Consultor además asegura que *[...] Los procesos actuales de inestabilidad en el área de estudio corresponde a procesos de erosión y desprendimiento de bloques en el talud de corte del predio [...].*

En la página 40, se presenta el análisis de antecedentes consultados en la base de datos del FOPAE, en los cuales la entidad conceptual acerca de la amenaza por procesos de remoción en masa del sector rural de Usme y en general concluye que los predios se encuentran en zonas de amenaza media y alta y que se han presentado varios eventos que involucran viviendas del sector.

En la página 43, se menciona que los procesos de inestabilidad se cartografían en al Plano No. 3. Además se dice que *[...] en el área de estudio los procesos de inestabilidad identificados, corresponde al escarpe generado en el talud de corte para la vía de acceso, situado en el límite oeste y noroeste del predio. Debido a la desprotección del talud se generan por erosión superficial: desprendimiento de bloques y gravas de arenisca y erosión en surcos. El talud tiene una altura promedio de 8 m [...].*

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

En la página 45, el consultor dice que *[…] Igualmente el análisis de estabilidad de la totalidad de la Ciudadela Nuevo Usme indican que hay algunos problemas de reptación muy superficial, pero estas están localizados en la parte baja de la ladera a poca distancia del río Tunjuelo y por lo tanto están lejos de la zona de los superlotes 1, 2 y subetapa 3 […].*

NO CUMPLE

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

- De acuerdo a lo solicitado en apartados anteriores, se debe aumentar el área de estudio incluyendo las laderas inferiores a esta, hasta la confluencia del río Tunjuelo, con el fin de definir si sobre esta nueva área se presentan o han presentado procesos de remoción en masa que puedan reactivarse. Se recomienda complementar este aspecto en el cuerpo del estudio y en el Plano respectivo.
- Se recomienda incluir dentro de las imágenes aéreas presentadas una convención que indique el norte real, esto con el fin de facilitar la interpretación y validación de dichas imágenes.
- De acuerdo a lo presentado en la fotointerpretación de las imágenes aéreas, se aprecian demarcados en algunas de ellas procesos de remoción en masa que no fueron incluidos dentro del inventario realizado por el Consultor. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del informe.
- No se presenta como tal un Plano en donde se tracen los diferentes procesos de remoción en masa identificados en el área de estudio.

b) Formulación del Modelo

En el numeral 3.10, el Consultor presenta el aparte correspondiente a la Formulación del Modelo Geológico Geotécnico, en el cual menciona que *[…] Para la formulación del modelo geológico geotécnico del área de estudio se tuvieron en cuenta los materiales involucrados en las perforaciones realizadas localizadas sobre las secciones transversales (Perfil A-A', Perfil –B-B', Perfil C-C') […] y […] Asimismo, los contacto de los materiales identificados en el capítulo de geología […].*

En la página 48, se menciona que la caracterización de los parámetros de los materiales se realizó a partir de correlaciones del ensayo SPT y con barreno. En la Tabla 3.4 el Consultor presenta los parámetros adoptados en el análisis de estabilidad.

Finalmente se menciona que en el Plano No. 5A se presentan los modelos geológicos geotécnicos asumidos para el análisis de estabilidad.

NO CUMPLE

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

- Aunque el Consultor menciona tres secciones de análisis (cortes), de acuerdo a las solicitudes de los capítulos previos, dichas secciones y su contenido debe abarcar una mayor área.
- Dado que en el aparte de Hidrogeología se hicieron observaciones respecto a los niveles del agua para condiciones normales y extremas, el cumplimiento del aparte de Modelo Geológico – Geotécnico está condicionado al cumplimiento del aparte de Hidrogeología.
- Se recomienda incluir una columna en la Tabla No. 3.3, en la cual se incluya el espesor de cada material.
- En el Capítulo de geología el Consultor menciona la unidad denominada Formación Usme, sin embargo en el modelo geológico geotécnico no es tenida en cuenta. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio.
- En el anexo 3 no se presentan los resultados del SPT, el sondeo al que corresponden, número de la muestra ensayada, ni los resultados del cálculo al aplicar diferentes criterios en la obtención de ángulos de fricción equivalentes, como se menciona en la página 48. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio y en el documento anexo.
- Para el FOPAE no es claro por qué no se tuvieron en cuenta los resultados de los ensayos de corte directo en la definición de los parámetros de los materiales, que se utilizarán en los análisis de estabilidad. Lo anterior, teniendo en cuenta que los ensayos de laboratorio se consideran más representativos que los obtenidos mediante la aplicación de correlaciones empíricas y que por ser más representativos, al arrojar valores menores que los obtenidos por correlaciones se estarían sobreestimando los parámetros de resistencia de los materiales. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio.
- De acuerdo a lo mencionado por el Consultor en la página 44 en donde acerca del depósito fluvio-glacial menciona que *[...] predomina el comportamiento de las gravas y piedras de diversos tamaños sobre las propiedades de la matriz arcillosa y arenosa [...]*, se recomienda aclarar en el cuerpo del estudio por qué este material presenta un valor de cohesión tan elevado (Tabla 3.4).

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

- Se recomienda la escala del Plano 5A, Geológico Geotécnico y relacional la información de los esquemas con lo presentado en la leyenda.
- Se recomienda complementar la información de los Planos que representan los modelos geológicos geotécnicos, incluyendo información relevante acerca de niveles de agua, propiedades de los materiales, ubicación de los sondeos, infraestructura aledaña, etc.

c) Exploración Geotécnica

En el numeral 3.9. del estudio se incluye el aparte de Exploración Geotécnica según el cual *[...] para la exploración del subsuelo se efectuaron 18 perforaciones que cubren convenientemente las áreas a construirse y cumplen con la norma NSR-10 [...]*. La perforación más profunda alcanzó 19.2 m.

En la Tabla 3.2 se resume el tipo de ensayos de campo realizado a los materiales encontrados en cada una de las perforaciones. Además en la página 44 se menciona que *[...] se utilizaron muestras remoldeadas para la ejecución de ensayos de clasificación y humedad natural en el laboratorio [...]. Sin embargo teniendo en cuenta que se trata de conglomerados de origen fluvio-glacial los resultados de los ensayos de laboratorio no son indicativos del comportamiento físico-mecánico de los materiales [...]*.

En la página 45 el Consultor describe el perfil estratigráfico, en el cual se presentan en superficie y hasta 60 cm. rellenos heterogéneos, a continuación se presenta una capa de limos orgánicos compactos de baja compresibilidad hasta los 1.2 m. y finalmente se presentan arcillas con piedras y bloques de diferentes tamaños de consistencia alta.

Finalmente, el Consultor presenta en las Figuras y Plano anexo, los perfiles estratigráficos de perforación y su localización dentro del lote evaluado respectivamente. Además se presentan los ensayos de laboratorio.

NO CUMPLE

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

- De acuerdo a lo solicitado en apartados anteriores, respecto al aumento del área de cobertura del estudio, se recomienda complementar el trabajo de exploración geotécnica.

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

- Se recomienda incluir en el Plano No. 1 denominado Perfiles Estratigráficos Localización de Sondeos la totalidad de las columnas estratigráficas de los sondeos realizados.
- El Consultor no concluye acerca de las propiedades esfuerzo – deformación, resistencia u otras propiedades. Se recomienda incluir dentro de este apartado una Tabla resumen que presente las características y propiedades de los materiales que serán incluidos en los análisis de estabilidad.
- De acuerdo a lo mencionado por el Consultor en la página 44 acerca del depósito fluvio-glacial *[…] predomina el comportamiento de las gravas y piedras de diversos tamaños sobre las propiedades de la matriz arcillosa y arenosa […]*, para el FOPAE no es claro por qué no se realizaron sobre muestras de estos materiales ensayos como el de desgaste, los cuales hubieran permitido analizar la incidencia que la degradación de estos materiales tendría sobre los parámetros de resistencia. Lo anterior teniendo presente que los cortes realizados dejaron expuestos los materiales a agentes meteorizantes. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio.
- El Consultor no concluye acerca de los ensayos de consolidación y de corte directo presentados en los documentos anexos, ni acerca de su incidencia en la determinación de los parámetros de resistencia de los materiales presentes en el área de estudio. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio.

6.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el Capítulo 4 denominado Evaluación de Amenaza Por Fenómenos de Remoción en Masa, el Consultor indica que se realizó el análisis de estabilidad sobre las secciones A, B y C bajo las condiciones normal y extrema de agua y sismo para los diferentes escenarios.

En el numeral 4.1.1 el Consultor menciona que *[…] se estableció que el mecanismo más probable es de tipo rotacional […]*.

En la página 53, se presenta la metodología con la cual se determinó la amenaza, mencionando que está dada en términos de probabilidades de falla mediante el método de estimativos puntuales de resistencia y eventos detonantes, basado en el método de Rossenblueth. También se menciona que dicha metodología tiene en cuenta cuatro variables a saber:

- Valores máximos de parámetros de resistencia.
- Valores mínimos de parámetros de resistencia.

- Lluvia (parámetro ru).
- Sismo.

En la página 54 el Consultor menciona *[...] La probabilidad de ocurrencia de un evento amenazante, en este caso el deslizamiento, se evalúa como la probabilidad de que se presente o no cada uno de los factores que lo detonan, es decir lluvia o sismo [...].*

Respecto a la lluvia en la página 55 se menciona *[...] El periodo de retorno de la lluvia, Tr 22 años, es el promedio de las estaciones La María (Tr=23 años) y Juan Rey (Tr=21 años), que son las más cercanas a ala zona de estudio [...]* y *[...] Mientras que el periodo de retorno del sismo es Tr=475 años [...].*

Para los análisis de estabilidad en la página 55, se menciona que se utilizó métodos de equilibrio límite, para valores mínimos y máximos de los parámetros geotécnicos y ante la ocurrencia o no de lluvia y/o sismo.

Se presenta la Figura 4.1. que cruza valores de factor de seguridad contra los de probabilidad de falla, de acuerdo a la Tabla No. 4.2.

En el apartado 4.1.4. el Consultor presenta la metodología empleada para el cálculo de la distancia de viaje de una posible masa desplazada, a partir de la geometría del talud y del deslizamiento.

En el anexo 1, se presentan los resultados de los análisis de estabilidad de la sección denominada EL2.

Finalmente se presenta el Plano No. 6 Amenaza en la Condición Actual, en el cual se delimitan las zonas de amenaza.

En el apartado 4.1.6. El Consultor presenta la evaluación de la amenaza para la condición con proyecto, la cual incluye la intervención del terreno generada por el proyecto urbanístico planteado. En este se menciona que *[...] Los resultados demostraron que la adecuación del terreno deja algunas zonas cercanas a los edificios que se encuentran cercanos al talud en amenaza media y alta [...].* El FOPAE entiende que el talud de referencia es aquel talud de corte que se encuentra al norte de la zona del proyecto.

NO CUMPLE

La evaluación de amenaza debe complementarse con los diferentes aspectos solicitados en la verificación de los términos de referencia de los anteriores apartados. Se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Para el FOPAE no es claro por qué el Consultor afirma que los valores de los parámetros de resistencia fueron obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio, si los valores consignados en la Tabla No. 3.4 fueron obtenidos a partir de correlaciones del ensayo SPT. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo de Estudio.
- El Consultor no presenta, en el cuerpo del estudio ni en los documentos anexos, las salidas gráficas de la evaluación de estabilidad. Se recomienda incluir las salidas gráficas generadas en los análisis de estabilidad.
- De acuerdo con la metodología presentada por el Consultor para la evaluación de la amenaza, se debe contar con datos de lluvias representativos de la zona de estudio, así como con de un adecuado entendimiento de la relación lluvia deslizamiento. Se recomienda tener en cuenta las recomendaciones hechas en los anteriores apartados de hidrogeología y drenaje superficial.
- Dado que la metodología aplicada para la evaluación de amenaza requiere establecer la relación entre la topografía y la amplificación sísmica, se recomienda incluir este aspecto en el cuerpo del estudio.
- De acuerdo a lo presentado por el Consultor en la Tabla 4.2. y en la Figura 4.1. no es clara la relación que existe entre una y otra. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio, siendo explicito al exponer cómo se transforma un análisis de estabilidad convencional en una evaluación de probabilidad de falla, y como con este nuevo insumo (anexo 1) se determina la amenaza por procesos de remoción en masa de las laderas que conforman la zona de estudio.
- Se recomienda incluir para cada evaluación de la ladera (alta, media y general) una Tabla de factor de seguridad vs probabilidad de falla.
- Para el FOPAE no es clara la Figura 4.1 ni las Figuras del anexo 1, que representan el FS vs Pft., presentadas por el Consultor. Se recomienda incluir dentro del cuerpo del estudio una memoria explicativa que indique como con base en dichas figuras se definen los valores de amenaza plasmados en el Plano No. 6.
- Para el FOPAE no es claro a que figura referencia el Consultor en la página 56 donde menciona que *[...] Los sectores indicados en la figura siguiente [...]*. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del informe.
- En las Tablas anexas de evaluación de estabilidad el Consultor presenta únicamente los cálculos para la sección EL2 (Corte B-B`). Se recomienda incluir los cálculos de las secciones A-A` y B-B`.

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

- Se recomienda corregir las casillas no legibles de las Tablas del anexo 1 que representan los análisis de estabilidad.
- De acuerdo a la visita a la zona de estudio y los apartados de geología y geomorfología presentados por el Consultor, para el FOPAE no es claro por qué no se realiza una evaluación de caída de bloques. Se recomienda aclarar y complementar este aspecto en el cuerpo del estudio y en los documentos anexos de ser necesario.
- Se recomienda incluir la estimación de la distancia de viaje para la sección B-B`.
- Para el FOPAE no es claro como interviene la evaluación de la distancia de viaje de una potencial masa deslizada en la evaluación de la amenaza. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio.
- De acuerdo con lo solicitado en apartados anteriores, se recomienda complementar la zona de estudio, presentada en el Planos No. 6 y 10, e incluirle a éste las obras de urbanismo y convenciones necesarias para su adecuada interpretación.

El FOPAE entiende que el Consultor tuvo en cuenta, para el análisis de estabilidad, cada uno de los cortes y excavaciones generados para la implantación de las edificaciones y que los resultados de dichos análisis arrojaron valores de factores de seguridad y distancias de viaje que daban clasificación de amenaza baja, razón por la cual no fueron consideradas, ni consignadas en el cuerpo del estudio.

De acuerdo a las recomendaciones realizadas, se deben (si es del caso) actualizar, corregir y/o recalcular todos aquellos aspectos que se vean influenciados por estas.

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

6.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El numeral 4.2 del estudio corresponde con el apartado de Evaluación y Clasificación de la Vulnerabilidad, la cual queda plasmada en los Planos No. 7 y 11.

En la página 59 del estudio se menciona respecto a la vulnerabilidad que *[...] nivel o grado de al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza [...].*

Para evaluar la vulnerabilidad física, el Consultor realiza a la tipificación de las viviendas (Leone 1996), define una escala de daño (DMR 1990) y presenta una matriz de daño (Leone 1996). Así, para la calificación del daño potencial, el Consultor tiene en cuenta la matriz de daño en función de la altura que podría alcanzar el deslizamiento, la velocidad de este y la degradación de las vías.
Evalúa el índice de vulnerabilidad física (IVF), con una expresión empírica (Soler el al 1998) en función del índice de daño y de un coeficiente de importancia dependiente de las condiciones de amenaza por remoción en masa.

En la página 63 el consultor menciona que *[...] la vía tipo B4-B6 cuya vulnerabilidad es media (ID=0.3–0.8. IVF=0.228-0.936); algunos de los edificios localizados cerca a la vía que presentan vulnerabilidad media (ID=0.1-0.2; IVF=0.107-0.268) y el andén (ID=0.4-0.8 IVF=0.456-0.935) que corresponde a vulnerabilidad media [...]* y en la Tabla 4.10, se presentan las conclusiones de evaluación de vulnerabilidad en el escenario actual, en las cual el Consultor consigna: vía vulnerabilidad media y alta, andén vulnerabilidad media y alta, y edificios baja y media.

En el apartado 4.2.2 el Consultor presenta la evaluación de la vulnerabilidad para el escenario con proyecto, en donde se menciona que *[...] Teniendo en cuenta que , el diseño estructural de los edificios del proyecto urbanístico debe cumplir con lo establecido en la Norma de Construcciones Sismoresistentes (NSR10), se estima que los asentamientos diferenciales esperados no superen el orden de magnitud i cm es decir 1/300, 0.3%, que de acuerdo con la matriz de daño, el ID es igual a 0.1 para el tipo de construcción proyectada y con valores del coeficiente de importancia frente a la amenaza de 0.6 (amenaza alta), resultan valores de IVF de 0.121, es decir vulnerabilidad baja con lo que no se requiere adoptar medidas de mitigación. Sin embargo, para algunos edificios del proyecto se encontró que la implantación propuesta lleva un ID de 0.2, para lo cual el índice de vulnerabilidad física está entre 0.244 y 0.268, es decir vulnerabilidad media [...].*

Finalmente el Consultor en la página 64 menciona que *[...] algunos edificios, especialmente los que se localizan cercanos a la vía deberán implantarse en un nivel inferior al propuesto inicialmente, pues su nivel de exposición y por ende solicitación está entre media y alta [...].*

NO CUMPLE

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

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

- Dado que en el capítulo de amenaza se solicitó la evaluación de caída de bloques, se recomienda incluirla dentro del análisis de vulnerabilidad teniendo en cuenta solicitaciones por impacto.
- Se recomienda presentar la descripción de la infraestructura tenida en cuenta en el análisis de vulnerabilidad. Lo anterior, ya que de acuerdo a la Tabla No. 4.10 se presenta evaluación para edificaciones cuando se supone que en este escenario no se presenta construida ninguna edificación.
- Para el FOPAE no es claro por qué en la Tabla No. 4.10 se presentan valores de ID en las vías si la solicitación es del tipo empujes laterales. Esto de acuerdo a lo consignado en la Tabla No. 4.7 en donde para esta solicitación únicamente se presentan valores de ID para edificaciones. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio y de ser el caso modificar el contenido de las Tablas referidas.
- De acuerdo a lo consignado en la Tabla No. 4.10 y en el Plano No. 7, para el FOPAE no es claro por qué la vía evaluada no presenta sectores con vulnerabilidad alta. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio y modificar la Tabla 4.10 y el Plano No. 7 de ser necesario.
- Para el FOPAE no es claro a que hace referencia el Consultor cuando consigna unos valores de porcentaje en la Tabla 4.10. Se recomienda presentar una memoria explicativa acerca de la procedencia de dichos porcentajes y su influencia en la evaluación de la vulnerabilidad.
- Para el FOPAE no es claro con base en que criterio se seleccionó, en la Tabla 4.8, un valor de coeficiente de importancia de ID de 0.6 para amenaza alta. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio.
- Para el FOPAE no es claro si el Consultor tuvo en cuenta, para la evaluación de la vulnerabilidad, el cambio de nivel propuesto para la implantación de las edificaciones y si dicho cambio no generaría nuevas condiciones de amenaza y vulnerabilidad, debido al probable aumento de altura de los taludes creados para la implantación de las edificaciones.
- Para el FOPAE no es claro por qué en el escenario con proyecto no se evaluó la vulnerabilidad de la infraestructura construida. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio.
- Se recomienda incluir la Tabla resumen del análisis de vulnerabilidad para el escenario con proyecto.
- El Consultor no concluye acerca 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

I. La necesidad o no de obras de mitigación y control de las amenazas identificadas.
II. El tipo y propósito de tales medidas.

El FOPAE entiende que el Consultor evaluó la vulnerabilidad de las redes de servicios públicos construidas en el área de estudio y que su conclusión es que presentaron vulnerabilidad baja ante procesos de inestabilidades actuales y potenciales, razón por la cual no fueron consignados en el cuerpo del estudio.

6.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el capítulo 4.3 Evaluación y Clasificación del Riesgo, el Consultor menciona que *[...] el riesgo se evaluó a partir del cálculo del índice de riesgo (IR), en función del IVF y la probabilidad de falla del fenómeno amenazante [...].*

El Consultor presenta una Tabla denominada Resultados de la Evaluación de Vulnerabilidad y Riesgo, en la cual se presenta la evaluación cualitativa de amenaza y vulnerabilidad, esta última en función del IVF.

Finalmente, en el estudio se incluyen los Planos No.8 y 12, con la zonificación del riesgo para la condición actual y con proyecto. Los Planos se presentan a escala 1:1000 y con curvas de nivel cada 0.5 m.

NO CUMPLE

Considerando que la evaluación de riesgo depende de la evaluación de amenaza y vulnerabilidad y que en el presente concepto se han realizado observaciones respecto a la evaluación de amenaza y vulnerabilidad, se tiene que el cumplimiento de este apartado está sujeto al cumplimiento de los apartados de Análisis de Estabilidad, Evaluación de Amenaza y Evaluación de Vulnerabilidad Física. No obstante, se reitera que el estudio deberá cumplir con lo solicitado expresamente en el numeral 3.6 del artículo segundo de la Resolución 227.

Por otra parte, se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Se recomienda mencionar la referencia de la metodología utilizada para la evaluación del riesgo.
- Se recomienda incluir una memoria explicativa de cómo a partir de los datos de amenaza y vulnerabilidad se establece la zonificación de riesgo presentada en

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

los Planos 8 y 12. Esto de acuerdo a lo mencionado en el numeral 3.6 de la Resolución 227 de 2006 en la cual se menciona que [...] Los criterios establecidos por el Consultor deberán ser explicados y descritos en forma detallada [...].

- Se recomienda concluir acerca de la evaluación de riesgo.
- Se recomienda realizar un análisis de riesgo, de acuerdo a los solicitado en el numeral 3.6 de la Resolución 227 de 2006.
- Se recomienda, si es del caso, modificar los Planos respectivos.

6.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el estudio se incluye el Capítulo 5 Plan de Medidas de Mitigación de Riesgos, en el cual se citan las estructuras que a modo de ver del Consultor son necesarias para mitigar el riesgo generado por la construcción del proyecto.

El Consultor menciona que *[...] Debido a que los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo dieron como resultado una categoría alta para estos tres aspectos, se requiere el diseño de medidas de mitigación para la construcción de la Ciudadela Nuevo Usme superlote 1 y 2 [...].*

En el numeral 5.1 el Consultor presenta el plan de medidas tendientes a garantizar valores adecuados de factor de seguridad, entre las cuales están: perfilado, obras de drenaje y condiciones y recomendaciones particulares de construcción.

Para el perfilado, se menciona el perfilado y cambios en el nivel de implantación del proyecto

Respecto a las obras de drenaje, el Consultor menciona que *[...] se adoptó un sistema de drenaje subsuperficial en los espaldones de los muros en concreto para evitar el lavado y saturación del material compactado que consiste en una red de filtros que colecten y conduzcan las aguas [...].*

En el numeral 5.1.2 se presenta un capitulo denominado Condiciones y Recomendaciones particulares de Construcción, en cual hace mención al cambio de nivel de implantación de las edificaciones.

El numeral 5.2, plantea el plan de mantenimiento y monitoreo, el cual incluye revisión de cunetas por lo menos una vez al año (preferiblemente antes de las temporadas de lluvia). En cuanto a los taludes, se recomienda durante los primeros 5 años la inspección visual de estos, verificando la aparición de grietas en la corona. En cuanto

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

al monitoreo se recomienda la implantación de mojones, con los cuales se puedan verificar semestralmente los desplazamientos topográficos.

NO CUMPLE

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

- Para el Fopae no es clara la geometría de perfilado de los taludes de corte, el cambio en los niveles de implantación y la ubicación en planta de dichas medidas, presentados en los Planos No. 13 y 14. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio y en los Planos respectivos.
- Para el FOPAE no es claro si se tuvo en cuenta la afectación que pudo generar el cambio de geometría de los cortes requeridos para la nueva implantación de las edificaciones en la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio y de ser el caso modificar la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, tanto en el cuerpo de estudio como en los Planos respectivos.
- El Consultor no menciona en el cuerpo del estudio, ni en los Planos respectivos las obras de drenaje que deben conducir las aguas de flujo superficial fuera del área del proyecto, así como tampoco la ubicación y forma como descargará dicho flujo a los colectores. Se recomienda mencionar en el cuerpo del estudio como se descargará el flujo de agua superficial generado en el área de estudio y presentara adecuadamente dicha información en el Plano o Planos respectivos.
- No es clara la ubicación en planta de la cuneta filtro presentada en los detalles del Plano No. 14.
- Para el FOPAE no es claro a que muros de concreto hace referencia el Consultor en la página 66 y si estos hacen parte o no de las medidas de mitigación propuestas para la mitigación del riego generado por cortes o adecuaciones del terreno. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio y de ser necesario en los Planos respectivos.
- Se recomienda hacer mención a los sub drenes presentados en los Planos No. 13 y 14.
- Acorde con lo solicitado de forma explícita por la Resolución 227 de 2006 y teniendo en cuenta que en el estudio se plantea la construcción de cajas, cunetas, drenes y movimientos de tierra, se solicita incluir o complementar:
  I. Planos de Ubicación.
  II. Planos de Detalle.
  III. Parámetros bajo los cuales tenga que adelantarse el diseño estructural detallado.

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

IV. Condiciones y Recomendaciones Particulares de Construcción.

- Se recomienda incluir, si es del caso, el diseño de entibados y las especificaciones de estos.

6.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El Consultor en el numeral 5.3 del estudio incluye la Evaluación de Amenaza con Medidas de Mitigación y Proyecto Urbanístico, en el cual el Consultor menciona que *[...] El escenario analizado con proyecto y medidas de mitigación, presenta los resultados de factores de seguridad superiores a 1.3 para la condición extrema y de 1.9 para las condiciones normales [...].*

También presenta la Tabla 5.1 con el resumen de los factores de seguridad para la ladera superior de las secciones A, B y C.

NO CUMPLE

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

- En el análisis de amenaza para el escenario con obras de mitigación y proyecto, no se especifican las sobrecargas que se consideraran debido a la construcción de las edificaciones del proyecto y si estas tiene o no incidencia en la estabilidad de las laderas afectadas. Al respecto, se recomienda mencionar de forma explícita el valor de la sobrecarga e incluirla en los análisis de estabilidad que se realicen.
- Dado que no se presentan las salidas gráficas del análisis de estabilidad para la condición con proyecto y medidas de mitigación, el FOAPE no puede concluir acerca de este escenario. Se recomienda incluir las gráficas generadas con el análisis de estabilidad, luego de lo cual se concluirá acerca de este apartado.
- Para el FOPAE no es claro como se tuvo en cuenta la probabilidad de falla para la zonificación de amenaza en el escenario con proyecto y medidas de mitigación. Se recomienda aclarar este aspecto en el cuerpo del estudio.
- Se recomienda incluir dentro del Plano No. 15 las obras de mitigación propuestas, las cuales hicieron parte de la evaluación bajo el escenario con proyecto y obras de mitigación.
- 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 este, se tiene que el cumplimiento de este aparte del estudio está sujeto al cumplimiento de las observaciones planteadas previamente relacionadas con hidrogeología, formulación del modelo y análisis de estabilidad – evaluación de amenaza.

6.8 PROFESIONALES

En el estudio se adjunta la carta de responsabilidad firmada por el ingeniero Luís Fernando Orozco Rojas, quien se entiende es el responsable de la cuantificación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. De igual forma, el estudio es avalado por el Ingeniero Juan Pablo Gaona Gómez.

Así mismo se anexan al informe, las hojas de vida de los responsables del estudio, Ingeniero Luís Fernando Orozco Rojas, Ingeniero Juan Pablo Gaona Gómez y del Geólogo Jairo Hernando Rojas Leal, los cuales 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 capítulos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006; no obstante, el Consultor deberá presentar una nueva versión del informe con los ajustes, aclaraciones o modificaciones solicitadas a lo largo del presente concepto.

NO CUMPLE

6.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

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

Se presentan dos cartas de responsabilidad dirigidas por los responsables del estudio, el FOPAE entiende que el profesional que realizó la evaluación y cuantificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo es el Ingeniero Luís Fernando Orozco Rojas.

CUMPLE

7. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - Concepto Técnico No. CT-6271 (Fecha 18/Agosto/2011

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 el aparte de Geología Local, numeral 3.3. del estudio, se describen la unidades litológicas del sector donde se construirá el proyecto y se resalta que el sitio de estudio se localiza sobre las unidades Depósitos de Rellenos (Qram), Depósitos de relleno de la vía (Qarv), Depósitos Aluviales (Qal), Depósitos Fluvio glaciares (Qfg-Ld), Depósitos Fluvio glaciares (Qfg) y Formación Usme (E2u).

En la Figura No. 3.1 del informe, se incluyen las unidades geológicas superficiales: *Fm. Marichuela* (N1m) y *Formación Usme* (E2u), en el área de estudio.

En el aparte de Geología Estructural Del Entorno del numeral 3.4 del estudio, se menciona que *[...] El proyecto se localiza en el sinclinal de Usme [...]* y que *[...] La zona del proyecto está situada en el núcleo de la estructura, el cual está conformado por la Formación Usme, y en el área se encuentra cubierto por depósitos fluvioglaciares (Fm. Marichuela) que enmascaran el eje del sinclinal de Usme [...].*

El Consultor en la página 42 hace mención a la falla de del río Tunjuelo y en particular dice *[...] dentro del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá (Ingeominas, 1995), reporta indicios moderados de actividad neotectónica, frente a la localidad de Usme [...].*

Finalmente, en el estudio se incluye los Planos No. 2 y 2A, Plano geológico y Perfiles Geológicos, presentados con curvas de nivel cada 1.0 m., a escala 1:1000 y 1:500 y son firmados por el Geólogo Jairo H. Rojas y por el Ingeniero Luís Fernando Orozco.

CUMPLE

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

El numeral 3.5. Geomorfología, se describen las unidades geomorfológicas de la zona del estudio: Zona Montañosa y Geoformas Agradacionales, esta ultima incluye unidades de origen fluvio – glaciar – torrencial (Qcc).

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

En la página 42 se menciona *[…] el proyecto está situado sobre un abanico fluvio – glaciar cuya génesis está relacionada con la última glaciación proveniente de la vertiente oriental del río tunjuelo que dio lugar al denominado complejo de conos del valle del Tunjuelo. […]* y *[…] la ladera que involucra el proyecto presenta un relieve bajo, con pendientes planas a suavemente inclinadas menores a 5º. El drenaje es escaso a nulo […].*

En el estudio se menciona con respecto a la morfodinámica *[…] las condiciones del paisaje cambia en el límite oeste del predio, debido al corte del talud para la construcción de la vía de acceso, el cual, por la carencia de cobertura vegetal o desprotección genera procesos de erosión superficial, erosión en surcos y desprendimiento de bloques y detritos […]* y *[…] En la parte baja de la ladera hacia el lecho del río Tunjuelo, se han generado fenómenos de remoción en masa, tales, como deslizamientos y reptación en los suelos […].*

En la página 78 el Consultor menciona *[…] Aun así reconocemos que hay zonas reblandecidas cerca al río en los sitios de depresiones en donde la llegada permanente de aguas de escorrentía ha resultado en algunos problemas de reptación […].*

Finalmente, en el estudio se incluye el Plano No. 3 Plano Geomorfológico, a escala 1:1000 y es firmado por el Geólogo Jairo H. Rojas y por el Ingeniero Luís Fernando Orozco.

CUMPLE

c) Hidrogeología

El Consultor incluye en el estudio el numeral 3.6, denominado Hidrogeología, en este se menciona que *[…] El cono fluvio glaciar de Tunjuelito es un extenso depósito del curso bajo del río Tunjuelito […], […] el cono se divide en tres sectores: una parte alta entre la quebrada Alañadero y la quebrada Yomasa […]* y *[…] está compuesta principalmente por arenas gruesas con grandes bloques, arcillas y limos, con un espesor de hasta 50 metros […].*

En la página 45 se menciona *[…] Hidrogeológicamente, el proyecto se localiza en el núcleo del sinclinal de Usme, conformado en el subsuelo a una profundidad mayor de 40 metros, por una secuencia terciaria: formación Guaduas, Bogotá y Usme, hidrogeológicamente estratos confinantes […]* y *[…] El lote de estudio situado sobre*

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

un depósito fluvio torrencial (fluvio glaciar) recubre la secuencia citada anteriormente, y se caracteriza por ser de media a baja importancia hidrogeológica [...].

El Consultor presenta el apartado 3.7, Hidrología, en el cual hace referencia al estudio de Análisis y Caracterización de Tormentas de la Sabana de Bogotá (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 1995), en el cual se dice que la zona presenta una precipitación anual de 1100 mm/año. Se menciona además que de acuerdo a las estaciones Usme y Juan Rey, la zona presenta un comportamiento monomodal de lluvia.

En la página 47, se presenta la Tabla No. 3.1 denominada "Relación de Presión de Poros Ru", la cual define la condición de agua de la zona de estudio, tanto para condición normal como para condición extrema.

En la página 52, el consultor afirma que *[...] En las perforaciones realizadas se reporta un nivel freático o tabla de agua, medido luego del retiro del equipo de perforación, se observa que la profundidad no es estable y varia entre los diversos lugares donde se efectuaron las perforaciones [...]* y *[...] se asume que la tabla de agua no es permanente sino que exhibe un comportamiento estacional [...].*

En la página 70 el Consultor menciona que *[...] El nivel de agua libre se detectó en las perforaciones [...].*

CUMPLE

El FOPAE aclara que la competencia en la definición de las características hidrogeológicas de la zona de estudio son de entera responsabilidad del Consultor, sin embargo advierte que la información de referencia con la cual se busca establecer dichas características debe ser adecuada y suficiente, de acuerdo a lo consignado en el numeral 3.2. de la Resolución 227 de 2006. .

d) Drenaje Superficial

En el apartado 3.8. Evaluación de Drenaje Superficial, el Consultor menciona *[...] el predio y los sectores aledaños, exhibe una alta concentración de surcos y micro canales que evidencian un alto régimen de flujo superficial (alimentado por aguas de escorrentía) [...]*, además, se menciona que en cercanía a la zona de estudio se encuentra el río Tunjuelito y en el predio de estudio no se encuentran zonas de ronda.

CUMPLE

e) Sismología

En el numeral 3.9, se presentan las características sísmicas de la zona de estudio, indicando que el proyecto se encuentra ubicado en la zona de respuesta sísmica de depósito de ladera y zona de cerros, según el Decreto 523 de 2010 y por tanto la aceleración promedio presenta un valor de 0.2.

.

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 193 de 2006.

f) Uso del Suelo

En el numeral 3.10, se incluye el apartado de Cobertura y Uso del Suelo, en el cual se menciona que la cobertura vegetal es predominantemente pastos para pastoreo con tierras temporalmente agrícolas no tecnificadas.

Se menciona que *[…] en la actualidad se tiene un cubrimiento aproximado del 80% es pastos, el 20% restante a caminos vecinales […].*

Finalmente, en el estudio se presenta el Plano No. 4 Cobertura y Uso del Suelo, con curvas de nivel cada 0.50 m. a escala 1:1000, firmado por el ingeniero Juan Pablo Gaona y por el Ingeniero Luís Fernando Orozco.

CUMPLE

7.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el numeral 3.12, del estudio, se incluye el aparte denominado Análisis de Antecedentes Históricos de Remoción en Masa, en el cual se realiza el análisis multitemporal de Fotografías aéreas de la zona de estudio de los años 1981, 1997 y 2007 y se concluyó que *[…] al sur de Usme, se identifican dos sectores afectados por flujos de tierra […], […] Tales procesos de inestabilidad también se identifican al oeste*

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

del sitio del proyecto, hacia los límites con el valle del río Tunjuelo [...] y que *[...] estos procesos de inestabilidad no se detectan para el año 2007 [...].*

El Consultor además asegura que *[...] Los procesos de inestabilidad que se observan actualmente en el área de estudio corresponden a erosión en surcos y desprendimiento de bloques de tamaño entre 20 cm y 40 cm de diámetro, aproximadamente [...].*

En la página 63, se presenta el análisis de antecedentes consultados en la base de datos del FOPAE, en los cuales la entidad conceptúa acerca de la amenaza por procesos de remoción en masa del sector rural de Usme y en general concluye que los predios se encuentran en zonas de amenaza media y alta y que se han presentado varios eventos que involucran viviendas del sector.

En la página 66, se menciona que los procesos de inestabilidad se cartografían en el Plano No. 3. Además se dice que *[...] En el predio objeto del estudio los procesos de inestabilidad identificados corresponde al escarpe generado en el talud de corte para la vía de acceso, situado en el límite oeste y noroeste del predio. Debido a la desprotección del talud se generan por erosión superficial: desprendimiento de bloques y gravas de arenisca y erosión en surcos [...].*

En la página 68, el Consultor dice que *[...] Igualmente los análisis de estabilidad de la totalidad de la Ciudadela Nuevo Usme indican que hay algunos problemas de reptación muy superficial, pero estas están localizados en la parte baja de la ladera a poca distancia del río Tunjuelo y por lo tanto están lejos de la zona de los súper lotes 1, 2 y sub etapa 3 [...].*

Finalmente el Consultor en la página 105, Conclusiones, asegura que *[...] no hay proceso alguno de socavación por efectos del río Tunjuelo [...].*

CUMPLE

b) Formulación del Modelo

En el numeral 3.17, el Consultor presenta el aparte correspondiente a la Formulación del Modelo Geológico Geotécnico, en el cual menciona que *[...] Para la formulación del modelo geológico geotécnico se recurre al aprovechamiento de las 4 secciones en las que se ubican los sondeos realizados y emplazados cerca al trazado de las mismas [...] y [...] se pudo identificar al menos tres tipos de materiales que son los que se consideran para las futuras modelaciones [...].*

En la página 72, se menciona que la caracterización de los parámetros de los materiales se realizó a partir de correlaciones del ensayo SPT y con barreno. En la Tabla No. 3.5 el Consultor presenta los parámetros adoptados en el análisis de estabilidad.

Finalmente, se menciona que en el Plano No. 5A se presentan los modelos geológicos geotécnicos asumidos para el análisis de estabilidad. En dicho Plano se presenta esquematizado un nivel de agua que según el Consultor corresponde al valor de agua libre reportada en la perforación.

CUMPLE

c) Exploración Geotécnica

En el numeral 3.16 del estudio se incluye el aparte de Exploración Geotécnica según el cual *[…] para la exploración del subsuelo se efectuaron 18 perforaciones que cubren convenientemente las áreas a construirse y cumplen con la norma NSR-10 […]*. La perforación más profunda alcanzó 19.2 m.

En la Tabla 3.3, se resume el tipo de ensayos de campo realizado a los materiales encontrados en cada una de las perforaciones. Además en la página 67 se menciona que *[…] se utilizaron muestras remoldeadas para la ejecución de ensayos de clasificación y humedad natural en el laboratorio […]*. y *[…] Sin embargo teniendo en cuenta que se trata de conglomerados de origen fluvio-glacial los resultados de los ensayos de laboratorio no son indicativos del comportamiento físico-mecánico de los materiales […]*.

En la página 69 el Consultor describe el perfil estratigráfico, en el cual se presentan en superficie y hasta 60 cm. rellenos heterogéneos, a continuación se presenta una capa de limos orgánicos compactos de baja compresibilidad hasta los 1.2 m. y finalmente se presentan arcillas con piedras y bloques de diferentes tamaños de consistencia alta.

Finalmente, el Consultor presenta en las Figuras y Planos anexos, los perfiles estratigráficos de perforación y su localización dentro del lote evaluado respectivamente. Además, se presentan los ensayos de laboratorio.

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

7.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el Capítulo 4 denominado Evaluación de Amenaza Por Fenómenos de Remoción en Masa, el Consultor indica que se realizó el análisis de estabilidad sobre las secciones A, B, C y D, bajo las condiciones normal y extrema de agua y sismo para los diferentes escenarios.

En el numeral 4.1.1 el Consultor menciona que *[...] se estableció que el mecanismo más probable es de tipo rotacional [...].*

En la página 82, se presenta la metodología con la cual se evaluó la amenaza, mencionando que está dada en términos de probabilidades de falla mediante el método de estimativos puntuales de resistencia y eventos detonantes, basado en el método de Rosenblueth. También se menciona que dicha metodología tiene en cuenta cuatro variables a saber:

- Valores máximos de parámetros de resistencia.
- Valores mínimos de parámetros de resistencia.
- Lluvia (parámetro Ru).
- Sismo.

En la página 83 se menciona *[...] La probabilidad de ocurrencia de un evento amenazante, en este caso el deslizamiento, se evalúa como la probabilidad de que se presente o no cada uno de los factores que lo detonan, es decir lluvia o sismo [...].*

Respecto a la lluvia en la página 84 se menciona *[...] El periodo de retorno de la lluvia, Tr 22 años, es el promedio de las estaciones La María (Tr=23 años) y Juan Rey (Tr=21 años), que son las más cercanas a ala zona de estudio [...]* y *[...] Mientras que el periodo de retorno del sismo es Tr=475 años [...].*

Para los análisis de estabilidad, en la página 84, se menciona que se utilizó métodos de equilibrio límite, para valores mínimos y máximos de los parámetros geotécnicos y ante la ocurrencia o no de lluvia y/o sismo.

Se presenta la Figura 4.1 que cruza valores de factor de seguridad contra los de probabilidad de falla, de acuerdo a la Tabla No. 4.3.

En el apartado 4.3 el Consultor presenta la metodología empleada para el cálculo de la distancia de viaje de una posible masa desplazada, a partir de la geometría del talud y del deslizamiento.

En el apartado 4.4 el Consultor presenta la metodología empleada para determinar el efecto de la caída de rocas y menciona que *[…] se modelo un bloque de forma subangular, con un peso de 10 kg y una arista de 0.2m, el cual recorrió una distancia horizontal máxima de 4.0m, partiendo de una altura de 6.0m y un gradiente del talud de 60°, escenario representado en la Figura 4.2 y la Figura 4.3. Así las cosas, y bajo esta premisa se aprecia que los bloques alcanzan a afectar el andén y ligeramente la vía, eventos que son corroborados con las apreciaciones realizadas durante las diferentes visitas al sector […].*

En el anexo 1, se presentan los resultados y las salidas gráficas de los análisis de estabilidad de las secciones A, B y C.

En la tabla No. 4.3, del numeral 4.1.3 Amenaza en Condiciones Actuales, el Consultor presenta la evaluación de la amenaza, para las secciones A, B, C y D en la cual para la sección B-B` talud superior se presenta una amenaza media, y para los demás escenarios y secciones se presenta amenaza baja.

En el apartado 4.5, el Consultor presenta la evaluación de la amenaza para la condición con proyecto, la cual incluye la intervención del terreno generada por el proyecto urbanístico planteado. En este se menciona que *[…] Los resultados demostraron que la adecuación del terreno deja algunos sectores de los diferentes taludes, cercanos a los edificios, en amenaza media y alta […]* y *[…] para gran parte del predio la condición de amenaza es baja, salvo para algunos sectores reducidos en los cuales divaga entre alta y media (zonas cercanas al talud) […].*

Finalmente se presentan los Planos No. 6 y 10, Amenaza en la Condición Actual y Amenaza con Proyecto, en los cuales se delimitan las zonas de amenaza. Estos planos son presentados a escala 1:1000, con curvas de nivel cada 0.5 metros y son firmados por el ingeniero Juan Pablo Gaona y por el Ingeniero Luís Fernando Orozco.

NO CUMPLE

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

- De acuerdo a las visitas de campo realizadas y teniendo en cuenta que las laderas sobre las cuales se realizaron los análisis de estabilidad presentan antecedentes de procesos de remoción en masa, se recomienda realizar el análisis de amenaza para el escenario actual y para el escenario con cambio de uso, en condición extrema, bajo condiciones de agua extrema, sismo

extremo y parámetros de resistencia mínimos (cohesión residual y fricción residual). Así mismo, de ser el caso, se deben corregir los Planos respectivos.

- Se recomienda incluir cada uno de los posibles escenarios y condiciones de análisis de la sección denominada D-D` los cuales no se presentan en el anexo que incluye las salidas gráficas de FS.

El FOPAE entiende que el Consultor tuvo en cuenta, para el análisis de estabilidad, cada uno de los cortes y excavaciones generados para la implantación de las edificaciones y que los resultados de dichos análisis arrojaron valores de factores de seguridad y distancias de viaje que daban clasificación de amenaza baja, razón por la cual no fueron consideradas, ni consignadas en el cuerpo del estudio.

El FOPAE entiende que en la evaluación de amenaza para todos los escenarios se evaluó la distancia de viaje de una posible masa desplazada y que esta distancia sirvió como insumo para la zonificación de amenaza presentada en los planos respectivos.

El FOPAE entiende que los límites definidos para la evaluación de las laderas, bajo los diferentes escenarios analizados, fueron definidos por el Consultor de acuerdo a las condiciones más representativas y críticas de dichas laderas.

7.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El numeral 4.6 del estudio corresponde con el apartado de Evaluación y Clasificación de la Vulnerabilidad, la cual queda plasmada en los Planos No. 7 y 11.

En la página 89 del estudio se menciona respecto a la vulnerabilidad que *[...] nivel o grado de al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza [...].*

Para evaluar la vulnerabilidad física, el Consultor realiza a la tipificación de las viviendas (Leone 1996), define una escala de daño (DMR 1990) y presenta una matriz de daño (Leone 1996). Así, para la calificación del daño potencial, el Consultor tiene en cuenta la matriz de daño en función de la altura que podría alcanzar el deslizamiento, la velocidad de este y la degradación de las vías.

Evalúa el índice de vulnerabilidad física (IVF), con una expresión empírica (Soler el al 1998) en función del índice de daño y de un coeficiente de importancia dependiente de las condiciones de amenaza por remoción en masa.

En el apartado 4.7, Vulnerabilidad y Riesgo Actual, el Consultor menciona que *[...] la única sección en la que se aprecia que la vulnerabilidad y riesgo son diferentes a bajo es la sección B, en este perfil, el sector que comprende la parte interna de la vía y el anden quedan enmarcados dentro de una zona de vulnerabilidad alta y el resto de la vía y del peatonal en vulnerabilidad media; de igual manera la evaluación del riesgo para el mismo sector define el corredor peatonal como medio y el resto como bajo [...]* y en la Tabla 4.10, presenta las conclusiones de evaluación de vulnerabilidad en el escenario actual, consignando: vía vulnerabilidad media y alta, y andén vulnerabilidad media y alta por acumulación y media a baja por impacto.

En el apartado 4.8, el Consultor presenta la evaluación de la vulnerabilidad para el escenario con proyecto, en donde se menciona que *[...] se estima que los asentamientos diferenciales esperados no superen el orden de magnitud 1 cm es decir 1/300, 0.3%, que de acuerdo con la matriz de daño, el ID es igual a 0.1 para el tipo de construcción proyectada y con valores del coeficiente de importancia frente a la amenaza de 0.6 (amenaza alta), resultan valores de IVF de 0.121, es decir vulnerabilidad baja con lo que no se requiere adoptar medidas de mitigación. Sin embargo, para algunos edificios del proyecto se encontró que la implantación propuesta lleva un ID de 0.2, para lo cual el índice de vulnerabilidad física está entre 0.244 y 0.268, es decir vulnerabilidad media [...].*

La Tabla No. 4.11, resume el análisis de vulnerabilidad con proyecto, así: vía vulnerabilidad media y alta; andén vulnerabilidad media y alta; edificios vulnerabilidad baja y media.

El Consultor en la página 96 menciona que *[...] algunos edificios, especialmente los que se localizan cercanos a la vía deberán implantarse en un nivel inferior al propuesto inicialmente, pues su nivel de exposición y por ende solicitación está entre media y alta [...].*

Finalmente, el consultor menciona que de acuerdo a los análisis de vulnerabilidad se establece la necesidad de obras de mitigación, entre las que se proponen obras de drenaje superficial y subsuperficial y de control de erosión

CUMPLE

El FOPAE entiende que el Consultor al referenciar una metodología, respeta los criterios definidos por su autor.

7.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el capítulo 4.9, Evaluación y Clasificación del Riesgo, el Consultor menciona que *[...] el riesgo se evaluó a partir del cálculo del índice de riesgo (IR), en función del IVF y la probabilidad de falla del fenómeno amenazante [...].*

El Consultor presenta una la Tabla No. 4.13 denominada Resultados de la Evaluación de Vulnerabilidad y Riesgo, en la cual se presenta la evaluación cualitativa de amenaza y vulnerabilidad, esta última en función del IVF.

Según la Tabla 4.13, en el escenario actual se presenta riesgo alto para las vías y andenes y para el escenario con proyecto riesgo alto para la zona del andén y la vía.

Finalmente, en el estudio se incluyen los Planos No.8 y 12, con la zonificación del riesgo para la condición actual y con proyecto. Estos se presentan a escala 1:1000 y con curvas de nivel cada 0.5 m y son firmados por el ingeniero Juan Pablo Gaona y por el Ingeniero Luís Fernando Orozco

NO CUMPLE

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

- De acuerdo a lo solicitado en el capítulo de amenaza, se recomienda de ser el caso, recalificar el riesgo. Así mismo, se deben corregir los Planos respectivos.

7.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el estudio se incluye el numeral 5, Plan de Medidas de Mitigación de Riesgos, en el cual se citan las estructuras que a modo de ver del Consultor son necesarias para mitigar el riesgo generado por la construcción del proyecto.

El Consultor menciona que *[...] Debido a que los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo dieron como resultado una categoría alta para estos tres aspectos, se requiere el diseño de medidas de mitigación para la construcción de la Ciudadela Nuevo Usme superlote 1 y 2 [...].*

Dentro del plan de medidas tendientes a garantizar valores adecuados de factor de seguridad, están: perfilado y obras de drenaje.

Para el perfilado, se recomienda un gradiente no mayor a 2H: 1V y cambios en el nivel de implantación del proyecto.

Respecto a las obras de drenaje, el Consultor menciona una red de cunetas que descargarán a la red de aguas lluvias existentes. Además asegura que [...] *Con el fin de ejercer control a la posible presencia de niveles de agua o los que se generen durante las temporadas invernales en la ciudad se adoptó un sistema de drenaje subsuperficial para captar las aguas del predio vecino al costado sur occidental, que consiste en un filtro de 1.0 m de profundidad bajo la cuneta recolectora de las aguas superficiales y conducir las aguas que les entregan a la red pública existente [...].*

En el numeral 5.2.3 se presenta un capitulo denominado Condiciones y Recomendaciones particulares de Construcción, en cual hace mención al cambio de nivel de implantación de las edificaciones mencionando *[...] Por lo anterior, se analizó el escenario del proyecto con medidas de mitigación que consiste en la implantación de los edificios 1.5m por debajo del inicial. Los resultados de este análisis indican factores de seguridad superiores a 1.3 para las condiciones extremas, es decir la carga sísmica eventual y de 1.9 para las condiciones normales [...].*

El numeral 5.3, plantea el plan de mantenimiento y monitoreo, el cual incluye revisión de cunetas por lo menos una vez al año (preferiblemente antes de las temporadas de lluvia). En cuanto a los taludes, se recomienda durante los primeros 5 años la inspección visual de estos, verificando la aparición de grietas en la corona. En cuanto al monitoreo se recomienda la implantación de mojones, con los cuales se puedan verificar semestralmente los desplazamientos topográficos.

NO CUMPLE

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

- De acuerdo a lo solicitado en los apartados de evaluación de amenaza y riesgo, se recomienda especificar si se requieren o no obras de mitigación adicionales en toda el área analizada. De no requerirse más obras de las ya planteadas se debe adjuntar la argumentación técnica del caso.

El FOPAE entiende que los muros de concreto, consignados en Planos anexos, no fueron considerados como obra de mitigación y que solo se contemplaron para la implantación de las edificaciones.

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

7.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El Consultor en el numeral 5.4 del estudio incluye la Evaluación de Amenaza con Medidas de Mitigación y Proyecto Urbanístico, en el cual el Consultor menciona que *[...] El escenario analizado con proyecto y medidas de mitigación, presenta los resultados de factores de seguridad superiores a 1.3 para la condición extrema y de 1.9 para las condiciones normales [...].*

También presenta la Tabla 5.1 con el resumen de los factores de seguridad para la ladera superior de las secciones A, B y C. En el documento anexo se presentan las salidas gráficas de la evaluación de amenaza bajo este escenario para las secciones A, B y C.

Finalmente se presenta el Plano No. 15 Amenaza con medias, donde se esquematiza para toda la zona del proyecto una amenaza baja. Este Plano se presentan a escala 1:1000 y con curvas de nivel cada 0.5 m y es firmado por el ingeniero Juan Pablo Gaona y por el Ingeniero Luís Fernando Orozco

NO CUMPLE

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

- De acuerdo a las visitas de campo realizadas y teniendo en cuenta que las laderas sobre las cuales se realizaron los análisis de estabilidad presentan antecedentes de procesos de remoción en masa, se recomienda realizar el análisis de amenaza para el escenario con proyecto y medidas de mitigación, en condición extrema, bajo condiciones de agua extrema, sismo extremo y parámetros de resistencia mínimos (cohesión residual y fricción residual). Así mismo de ser el caso se deben corregir los Planos respectivos.

7.8 PROFESIONALES

En el estudio se adjunta la carta de responsabilidad firmada por el ingeniero Luís Fernando Orozco Rojas, quien se entiende es el responsable de la cuantificación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. De igual forma, el estudio es avalado por el Ingeniero Juan Pablo Gaona Gómez.

Así mismo se anexan al informe, las hojas de vida de los responsables del estudio, Ingeniero Luís Fernando Orozco Rojas, Ingeniero Juan Pablo Gaona Gómez y del

Geólogo Jairo Hernando Rojas Leal, los cuales 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 capítulos 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

Los Planos de las distintas temáticas se encuentran firmados por los responsables del proyecto y se presentan dos cartas de responsabilidad dirigidas por los responsables del estudio, el FOPAE entiende que el profesional que realizó la evaluación y cuantificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo es el Ingeniero Luís Fernando Orozco Rojas.

CUMPLE

8. TERCERA REVISIÓN DEL ESTUDIO - Concepto Técnico No. CT-6280 (Fecha 22/Agosto/2011

8.1. ESTUDIOS BÁSICOS

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

En el aparte de Geología Local, numeral 3.3. del estudio, se describen la unidades litológicas del sector donde se construirá el proyecto y se resalta que el sitio de estudio se localiza sobre las unidades Depósitos de Rellenos (Qram), Depósitos de relleno de la vía (Qarv), Depósitos Aluviales (Qal), Depósitos Fluvio glaciares (Qfg-Ld), Depósitos Fluvio glaciares (Qfg) y Formación Usme (E2u).

En la Figura No. 3.1 del informe, se incluyen las unidades geológicas superficiales: *Fm. Marichuela* (N1m) y *Formación Usme* (E2u), en el área de estudio.

En el aparte de Geología Estructural Del Entorno del numeral 3.4 del estudio, se menciona que *[…] El proyecto se localiza en el sinclinal de Usme […]* y que *[…] La zona del proyecto está situada en el núcleo de la estructura, el cual está conformado por la Formación Usme, y en el área se encuentra cubierto por depósitos fluvioglaciares (Fm. Marichuela) que enmascaran el eje del sinclinal de Usme […].*

El Consultor en la página 42 hace mención a la falla de del río Tunjuelo y en particular dice *[…] dentro del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá (Ingeominas, 1995), reporta indicios moderados de actividad neotectónica, frente a la localidad de Usme […].*

Finalmente, en el estudio se incluye los Planos No. 2 y 2A, Plano geológico y Perfiles Geológicos, presentados con curvas de nivel cada 1.0 m., a escala 1:1000 y 1:500 y son firmados por el Geólogo Jairo H. Rojas y por el Ingeniero Luís Fernando Orozco.

CUMPLE

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

El numeral 3.5. Geomorfología, se describen las unidades geomorfológicas de la zona del estudio: Zona Montañosa y Geoformas Agradacionales, esta ultima incluye unidades de origen fluvio – glaciar – torrencial (Qcc).

En la página 42 se menciona *[…] el proyecto está situado sobre un abanico fluvio – glaciar cuya génesis está relacionada con la última glaciación proveniente de la vertiente oriental del río tunjuelo que dio lugar al denominado complejo de conos del valle del Tunjuelo. […]* y *[…] la ladera que involucra el proyecto presenta un relieve bajo, con pendientes planas a suavemente inclinadas menores a 5º. El drenaje es escaso a nulo […].*

En el estudio se menciona con respecto a la morfodinámica *[…] las condiciones del paisaje cambia en el límite oeste del predio, debido al corte del talud para la construcción de la vía de acceso, el cual, por la carencia de cobertura vegetal o desprotección genera procesos de erosión superficial, erosión en surcos y desprendimiento de bloques y detritos […]* y *[…] En la parte baja de la ladera hacia el lecho del río Tunjuelo, se han generado fenómenos de remoción en masa, tales, como deslizamientos y reptación en los suelos […].*

En la página 78 el Consultor menciona *[...] Aun así reconocemos que hay zonas reblandecidas cerca al río en los sitios de depresiones en donde la llegada permanente de aguas de escorrentía ha resultado en algunos problemas de reptación [...].*

Finalmente, en el estudio se incluye el Plano No. 3 Plano Geomorfológico, a escala 1:1000 y es firmado por el Geólogo Jairo H. Rojas y por el Ingeniero Luís Fernando Orozco.

CUMPLE

c) Hidrogeología

El Consultor incluye en el estudio el numeral 3.6, denominado Hidrogeología, en este se menciona que *[...] El cono fluvio glaciar de Tunjuelito es un extenso depósito del curso bajo del río Tunjuelito [...], [...] el cono se divide en tres sectores: una parte alta entre la quebrada Alañadero y la quebrada Yomasa [...]* y *[...] está compuesta principalmente por arenas gruesas con grandes bloques, arcillas y limos, con un espesor de hasta 50 metros [...].*

En la página 45 se menciona *[...] Hidrogeológicamente, el proyecto se localiza en el núcleo del sinclinal de Usme, conformado en el subsuelo a una profundidad mayor de 40 metros, por una secuencia terciaria: formación Guaduas, Bogotá y Usme, hidrogeológicamente estratos confinantes [...]* y *[...] El lote de estudio situado sobre un depósito fluvio torrencial (fluvio glaciar) recubre la secuencia citada anteriormente, y se caracteriza por ser de media a baja importancia hidrogeológica [...].*

El Consultor presenta el apartado 3.7, Hidrología, en el cual hace referencia al estudio de Análisis y Caracterización de Tormentas de la Sabana de Bogotá (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 1995), en el cual se dice que la zona presenta una precipitación anual de 1100 mm/año. Se menciona además que de acuerdo a las estaciones Usme y Juan Rey, la zona presenta un comportamiento monomodal de lluvia.

En la página 47, se presenta la Tabla No. 3.1 denominada "Relación de Presión de Poros Ru", la cual define la condición de agua de la zona de estudio, tanto para condición normal como para condición extrema.

En la página 52, el consultor afirma que *[...] En las perforaciones realizadas se reporta un nivel freático o tabla de agua, medido luego del retiro del equipo 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

perforación, se observa que la profundidad no es estable y varia entre los diversos lugares donde se efectuaron las perforaciones [...] y *[...] se asume que la tabla de agua no es permanente sino que exhibe un comportamiento estacional [...].*

En la página 70 el Consultor menciona que *[...] El nivel de agua libre se detectó en las perforaciones [...].*

CUMPLE

El FOPAE aclara que la competencia en la definición de las características hidrogeológicas de la zona de estudio son de entera responsabilidad del Consultor, sin embargo advierte que la información de referencia con la cual se busca establecer dichas características debe ser adecuada y suficiente, de acuerdo a lo consignado en el numeral 3.2. de la Resolución 227 de 2006. .

d) Drenaje Superficial

En el apartado 3.8. Evaluación de Drenaje Superficial, el Consultor menciona que *[...] el predio y los sectores aledaños, exhibe una alta concentración de surcos y micro canales que evidencian un alto régimen de flujo superficial (alimentado por aguas de escorrentía) [...]*, además, se menciona que en cercanía a la zona de estudio se encuentra el río Tunjuelito y que en el predio de estudio no se encuentran zonas de ronda.

CUMPLE

e) Sismología

En el numeral 3.9, se presentan las características sísmicas de la zona de estudio, indicando que el proyecto se encuentra ubicado en la zona de respuesta sísmica de depósito de ladera y zona de cerros, según el Decreto 523 de 2010 y por tanto la aceleración promedio presenta un valor de 0.2.

.

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 193 de 2006.

f) Uso del Suelo

En el numeral 3.10, se incluye el apartado de Cobertura y Uso del Suelo, en el cual se menciona que la cobertura vegetal es predominantemente pastos para pastoreo con tierras temporalmente agrícolas no tecnificadas.

Se menciona que *[…] en la actualidad se tiene un cubrimiento aproximado del 80% es pastos, el 20% restante a caminos vecinales […].*

Finalmente, en el estudio se presenta el Plano No. 4 Cobertura y Uso del Suelo, con curvas de nivel cada 0.50 m. a escala 1:1000, firmado por el ingeniero Juan Pablo Gaona y por el Ingeniero Luís Fernando Orozco.

CUMPLE

8.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el numeral 3.12, del estudio, se incluye el aparte denominado Análisis de Antecedentes Históricos de Remoción en Masa, en el cual se realiza el análisis multitemporal de Fotografías aéreas de la zona de estudio de los años 1981, 1997 y 2007 y se concluyó que *[…] al sur de Usme, se identifican dos sectores afectados por flujos de tierra […], […] Tales procesos de inestabilidad también se identifican al oeste del sitio del proyecto, hacia los límites con el valle del río Tunjuelo […]* y que *[…] estos procesos de inestabilidad no se detectan para el año 2007 […].*

El Consultor además asegura que *[…] Los procesos de inestabilidad que se observan actualmente en el área de estudio corresponden a erosión en surcos y desprendimiento de bloques de tamaño entre 20 cm y 40 cm de diámetro, aproximadamente […].*

En la página 63, se presenta el análisis de antecedentes consultados en la base de datos del FOPAE, en los cuales la entidad conceptúa acerca de la amenaza por procesos de remoción en masa del sector rural de Usme y en general concluye que los predios se encuentran en zonas de amenaza media y alta y que se han presentado varios eventos que involucran viviendas del sector.

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

En la página 66, se menciona que los procesos de inestabilidad se cartografían en el Plano No. 3. Además se dice que *[…] En el predio objeto del estudio los procesos de inestabilidad identificados corresponde al escarpe generado en el talud de corte para la vía de acceso, situado en el límite oeste y noroeste del predio. Debido a la desprotección del talud se generan por erosión superficial: desprendimiento de bloques y gravas de arenisca y erosión en surcos […].*

En la página 68, el Consultor dice que *[…] Igualmente los análisis de estabilidad de la totalidad de la Ciudadela Nuevo Usme indican que hay algunos problemas de reptación muy superficial, pero estas están localizados en la parte baja de la ladera a poca distancia del río Tunjuelo y por lo tanto están lejos de la zona de los súper lotes 1, 2 y sub etapa 3 […].*

Finalmente el Consultor en la página 105, Conclusiones, asegura que *[…] no hay proceso alguno de socavación por efectos del río Tunjuelo […].* Así mismo en el documento anexo de radicación menciona *[…] la socavación causada por el río Tunjuelo en la parte baja, aun en crecientes fuertes, influye únicamente en los suelos de origen aluvial depositados por el río y no afecta sino hasta distancias muy cortas la estabilidad de los taludes de su margen, de origen fluvio – glacial por socavación […].*

CUMPLE

b) Formulación del Modelo

En el numeral 3.17, el Consultor presenta el aparte correspondiente a la Formulación del Modelo Geológico Geotécnico, en el cual menciona que *[…] Para la formulación del modelo geológico geotécnico se recurre al aprovechamiento de las 4 secciones en las que se ubican los sondeos realizados y emplazados cerca al trazado de las mismas […] y […] se pudo identificar al menos tres tipos de materiales que son los que se consideran para las futuras modelaciones […].*

En la página 72, se menciona que la caracterización de los parámetros de los materiales se realizó a partir de correlaciones del ensayo SPT y con barreno. En la Tabla No. 3.5 el Consultor presenta los parámetros adoptados en el análisis de estabilidad.

Finalmente, se menciona que en el Plano No. 5A se presentan los modelos geológicos geotécnicos asumidos para el análisis de estabilidad. En dicho Plano se presenta esquematizado un nivel de agua que según el Consultor corresponde al valor de agua libre reportada en la perforación.

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

CUMPLE

c) Exploración Geotécnica

En el numeral 3.16 del estudio se incluye el aparte de Exploración Geotécnica según el cual *[…] para la exploración del subsuelo se efectuaron 18 perforaciones que cubren convenientemente las áreas a construirse y cumplen con la norma NSR-10 […]*. La perforación más profunda alcanzó 19.2 m.

En la Tabla 3.3, se resume el tipo de ensayos de campo realizado a los materiales encontrados en cada una de las perforaciones. Además en la página 67 se menciona que *[…] se utilizaron muestras remoldeadas para la ejecución de ensayos de clasificación y humedad natural en el laboratorio […]*. y *[…] Sin embargo teniendo en cuenta que se trata de conglomerados de origen fluvio-glacial los resultados de los ensayos de laboratorio no son indicativos del comportamiento físico-mecánico de los materiales […]*.

En la página 69 el Consultor describe el perfil estratigráfico, en el cual se presentan en superficie y hasta 60 cm. rellenos heterogéneos, a continuación se presenta una capa de limos orgánicos compactos de baja compresibilidad hasta los 1.2 m. y finalmente se presentan arcillas con piedras y bloques de diferentes tamaños de consistencia alta.

Finalmente, el Consultor presenta en las Figuras y Planos anexos, los perfiles estratigráficos de perforación y su localización dentro del lote evaluado respectivamente. Además, se presentan los ensayos de laboratorio.

CUMPLE

8.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el Capítulo 4 denominado Evaluación de Amenaza Por Fenómenos de Remoción en Masa, el Consultor indica que se realizó el análisis de estabilidad sobre las secciones A, B, C y D, bajo las condiciones normal y extrema de agua y sismo para los diferentes escenarios.

En el numeral 4.1.1 el Consultor menciona que *[…] se estableció que el mecanismo más probable es de tipo rotacional […]*.

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

En la página 82, se presenta la metodología con la cual se evaluó la amenaza, mencionando que está dada en términos de probabilidades de falla mediante el método de estimativos puntuales de resistencia y eventos detonantes, basado en el método de Rosenblueth. También se menciona que dicha metodología tiene en cuenta cuatro variables a saber:

- Valores máximos de parámetros de resistencia.
- Valores mínimos de parámetros de resistencia.
- Lluvia (parámetro Ru).
- Sismo.

En la página 83 se menciona *[...] La probabilidad de ocurrencia de un evento amenazante, en este caso el deslizamiento, se evalúa como la probabilidad de que se presente o no cada uno de los factores que lo detonan, es decir lluvia o sismo [...].*

Respecto a la lluvia en la página 84 se menciona *[...] El periodo de retorno de la lluvia, Tr 22 años, es el promedio de las estaciones La María (Tr=23 años) y Juan Rey (Tr=21 años), que son las más cercanas a ala zona de estudio [...]* y *[...] Mientras que el periodo de retorno del sismo es Tr=475 años [...].*

Para los análisis de estabilidad, en la página 84, se menciona que se utilizó métodos de equilibrio límite, para valores mínimos y máximos de los parámetros geotécnicos y ante la ocurrencia o no de lluvia y/o sismo.

Se presenta la Figura 4.1 que cruza valores de factor de seguridad contra los de probabilidad de falla, de acuerdo a la Tabla No. 4.3.

En el apartado 4.3 el Consultor presenta la metodología empleada para el cálculo de la distancia de viaje de una posible masa desplazada, a partir de la geometría del talud y del deslizamiento.

En el apartado 4.4 el Consultor presenta la metodología empleada para determinar el efecto de la caída de rocas y menciona que *[...] se modelo un bloque de forma subangular, con un peso de 10 kg y una arista de 0.2m, el cual recorrió una distancia horizontal máxima de 4.0m, partiendo de una altura de 6.0m y un gradiente del talud de 60°, escenario representado en la Figura 4.2 y la Figura 4.3. Así las cosas, y bajo esta premisa se aprecia que los bloques alcanzan a afectar el andén y ligeramente la vía, eventos que son corroborados con las apreciaciones realizadas durante las diferentes visitas al sector [...].*

En el anexo 1, se presentan los resultados y las salidas gráficas de los análisis de estabilidad de las secciones A, B, C y D.

En la página 81, el Consultor acerca de la evaluación de amenaza en condición actual concluye que se presentan zonas de amenaza baja media y alta. Así mismo presenta la tabla No. 4.3, con los valores de factor de seguridad generados en la evaluación de la amenaza, para las secciones A, B, C y D, concluyendo que para la sección B-B` talud superior se presenta una amenaza media, y para los demás escenarios y secciones se presenta amenaza baja.

En el apartado 4.5, el Consultor presenta la evaluación de la amenaza para la condición con proyecto, la cual incluye la intervención del terreno generada por el proyecto urbanístico planteado. En este se menciona que *[...] Los resultados demostraron que la adecuación del terreno deja algunos sectores de los diferentes taludes, cercanos a los edificios, en amenaza media y alta [...]* y *[...] para gran parte del predio la condición de amenaza es baja, salvo para algunos sectores reducidos en los cuales divaga entre alta y media (zonas cercanas al talud) [...].*

Finalmente se presentan los Planos No. 6 y 10, Amenaza en la Condición Actual y Amenaza con Proyecto, en los cuales se delimitan las zonas de amenaza. Estos planos son presentados a escala 1:1000, con curvas de nivel cada 0.5 metros y son firmados por el ingeniero Juan Pablo Gaona y por el Ingeniero Luís Fernando Orozco.

CUMPLE

El FOPAE entiende que el Consultor tuvo en cuenta, para el análisis de estabilidad, cada uno de los cortes y excavaciones generados para la implantación de las edificaciones y que los resultados de dichos análisis arrojaron valores de factores de seguridad y distancias de viaje que daban clasificación de amenaza baja, razón por la cual no fueron consideradas, ni consignadas en el cuerpo del estudio.

El FOPAE entiende que en la evaluación de amenaza para todos los escenarios se evaluó la distancia de viaje de una posible masa desplazada y que esta distancia sirvió como insumo para la zonificación de amenaza presentada en los planos respectivos.

El FOPAE entiende que los límites definidos para la evaluación de las laderas, bajo los diferentes escenarios analizados, fueron definidos por el Consultor de acuerdo a las condiciones más representativas y críticas de dichas laderas.

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 entiende que las Tablas presentadas por el Consultor, en las cuales se resume el análisis de estabilidad bajo las condiciones actuales y con cambio de uso, representan la evaluación de amenaza a largo plazo y que la zonificación de amenaza en dichos escenarios en condición extrema, presentada en los planos respectivos se realizó teniendo en cuenta las condiciones extremas de agua y sismo y los parámetros mínimos de resistencia de los materiales involucrados.

8.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El numeral 4.6 del estudio corresponde con el apartado de Evaluación y Clasificación de la Vulnerabilidad, la cual queda plasmada en los Planos No. 7 y 11.

En la página 89 del estudio se menciona respecto a la vulnerabilidad que *[...] nivel o grado de al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza [...].*

Para evaluar la vulnerabilidad física, el Consultor realiza a la tipificación de las viviendas (Leone 1996), define una escala de daño (DMR 1990) y presenta una matriz de daño (Leone 1996). Así, para la calificación del daño potencial, el Consultor tiene en cuenta la matriz de daño en función de la altura que podría alcanzar el deslizamiento, la velocidad de este y la degradación de las vías. Evalúa el índice de vulnerabilidad física (IVF), con una expresión empírica (Soler el al 1998) en función del índice de daño y de un coeficiente de importancia dependiente de las condiciones de amenaza por remoción en masa.

En el apartado 4.7, Vulnerabilidad y Riesgo Actual, el Consultor menciona que *[...] la única sección en la que se aprecia que la vulnerabilidad y riesgo son diferentes a bajo es la sección B, en este perfil, el sector que comprende la parte interna de la vía y el anden quedan enmarcados dentro de una zona de vulnerabilidad alta y el resto de la vía y del peatonal en vulnerabilidad media; de igual manera la evaluación del riesgo para el mismo sector define el corredor peatonal como medio y el resto como bajo [...]* y en la Tabla 4.10, presenta las conclusiones de evaluación de vulnerabilidad en el escenario actual, consignando: vía vulnerabilidad media y alta, y andén vulnerabilidad media y alta por acumulación y media a baja por impacto.

En el apartado 4.8, el Consultor presenta la evaluación de la vulnerabilidad para el escenario con proyecto, en donde se menciona que *[...] se estima que los asentamientos diferenciales esperados no superen el orden de magnitud 1 cm es decir 1/300, 0.3%, que de acuerdo con la matriz de daño, el ID es igual a 0.1 para el tipo de construcción proyectada y con valores del coeficiente de importancia frente a*

la amenaza de 0.6 (amenaza alta), resultan valores de IVF de 0.121, es decir vulnerabilidad baja con lo que no se requiere adoptar medidas de mitigación. Sin embargo, para algunos edificios del proyecto se encontró que la implantación propuesta lleva un ID de 0.2, para lo cual el índice de vulnerabilidad física está entre 0.244 y 0.268, es decir vulnerabilidad media [...].

La Tabla No. 4.11, resume el análisis de vulnerabilidad con proyecto, así: vía vulnerabilidad media y alta; andén vulnerabilidad media y alta; edificios vulnerabilidad baja y media.

El Consultor en la página 96 menciona que *[...] algunos edificios, especialmente los que se localizan cercanos a la vía deberán implantarse en un nivel inferior al propuesto inicialmente, pues su nivel de exposición y por ende solicitación está entre media y alta [...].*

Finalmente, el consultor menciona que de acuerdo a los análisis de vulnerabilidad se establece la necesidad de obras de mitigación, entre las que se proponen obras de drenaje superficial y subsuperficial y de control de erosión

CUMPLE

El FOPAE entiende que el Consultor al referenciar una metodología, respeta los criterios definidos por su autor.

8.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el capítulo 4.9, Evaluación y Clasificación del Riesgo, el Consultor menciona que *[...] el riesgo se evaluó a partir del cálculo del índice de riesgo (IR), en función del IVF y la probabilidad de falla del fenómeno amenazante [...].*

El Consultor presenta una la Tabla No. 4.13 denominada Resultados de la Evaluación de Vulnerabilidad y Riesgo, en la cual se presenta la evaluación cualitativa de amenaza y vulnerabilidad, esta última en función del IVF.

Según la Tabla 4.13, en el escenario actual se presenta riesgo alto para las vías y andenes y para el escenario con proyecto riesgo alto para la zona del andén y la vía.

Finalmente, en el estudio se incluyen los Planos No.8 y 12, con la zonificación del riesgo para la condición actual y con proyecto. Estos se presentan a escala 1:1000 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

con curvas de nivel cada 0.5 m y son firmados por el ingeniero Juan Pablo Gaona y por el Ingeniero Luís Fernando Orozco

CUMPLE

8.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el estudio se incluye el numeral 5, Plan de Medidas de Mitigación de Riesgos, en el cual se citan las estructuras que a modo de ver del Consultor son necesarias para mitigar el riesgo generado por la construcción del proyecto.

El Consultor menciona que *[...] Debido a que los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo dieron como resultado una categoría alta para estos tres aspectos, se requiere el diseño de medidas de mitigación para la construcción de la Ciudadela Nuevo Usme superlote 1 y 2 [...].*

Dentro del plan de medidas tendientes a garantizar valores adecuados de factor de seguridad, están: perfilado y obras de drenaje.

Para el perfilado, se recomienda un gradiente no mayor a 2H: 1V y cambios en el nivel de implantación del proyecto.

Respecto a las obras de drenaje, el Consultor menciona una red de cunetas que descargarán a la red de aguas lluvias existentes. Además asegura que [...] *Con el fin de ejercer control a la posible presencia de niveles de agua o los que se generen durante las temporadas invernales en la ciudad se adoptó un sistema de drenaje subsuperficial para captar las aguas del predio vecino al costado sur occidental, que consiste en un filtro de 1.0 m de profundidad bajo la cuneta recolectora de las aguas superficiales y conducir las aguas que les entregan a la red pública existente [...].*

En el numeral 5.2.3 se presenta un capitulo denominado Condiciones y Recomendaciones particulares de Construcción, en cual hace mención al cambio de nivel de implantación de las edificaciones mencionando *[...] Por lo anterior, se analizó el escenario del proyecto con medidas de mitigación que consiste en la implantación de los edificios 1.5m por debajo del inicial. Los resultados de este análisis indican factores de seguridad superiores a 1.3 para las condiciones extremas, es decir la carga sísmica eventual y de 1.9 para las condiciones normales [...].*

El numeral 5.3, plantea el plan de mantenimiento y monitoreo, el cual incluye revisión de cunetas por lo menos una vez al año (preferiblemente antes de las temporadas de

lluvia). En cuanto a los taludes, se recomienda durante los primeros 5 años la inspección visual de estos, verificando la aparición de grietas en la corona. En cuanto al monitoreo se recomienda la implantación de mojones, con los cuales se puedan verificar semestralmente los desplazamientos topográficos.

Como parte del plano No. 13 Medidas de mitigación, el Consultor presenta una red de filtros en la parte inferior del área estudiada, por fuera de los predios objeto de este concepto técnico, con los cuales se podría controlar el flujo de agua superficial y subsuperficial de dicha zona. Así mismo en el documento anexo de radicación menciona *[...] se presentan filtros en espina de pescado cubriendo las depresiones o zonas bajas de los superlotes 3 y 4 [...]* y *[...] Los proyectos que se desarrollen en los superlotes 3 y 4 tendrán que implementar estas medidas o reubicarlas, dependiendo de la localización de las edificaciones que reproyecten allí [...].*

CUMPLE

El FOPAE entiende que los muros de concreto, consignados en Planos anexos, no hacen parte de las obras de mitigación y que solo se contemplaron para la implantación de las edificaciones.

8.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El Consultor en el numeral 5.4 del estudio incluye la Evaluación de Amenaza con Medidas de Mitigación y Proyecto Urbanístico, en el cual el Consultor menciona que *[...] El escenario analizado con proyecto y medidas de mitigación, presenta los resultados de factores de seguridad superiores a 1.3 para la condición extrema y de 1.9 para las condiciones normales [...].*

También presenta la Tabla 5.1 con el resumen de los factores de seguridad para la ladera superior de las secciones A, B y C. En el documento anexo se presentan las salidas gráficas de la evaluación de amenaza bajo este escenario para las secciones A, B, C y D.

En la página 102, el Consultor concluye que *[...] En el escenario con proyecto y con las medidas de mitigación propuestas se obtienen amenazas bajas [...]* y *[...] el futuro urbanizador de la ladera inferior deberá hacer los respectivos análisis acorde con el proyecto que se va a desarrollar [...].*

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, respecto a los drenes planteados en la parte inferior del área evaluada el Consultor menciona que *[...] deberá tener en cuenta que estas obras propuestas tendrán ubna vida útil de 10 años [...].*

Finalmente se presenta el Plano No. 15 Amenaza con medias, donde se esquematiza para toda la zona del proyecto una amenaza baja. Este Plano se presentan a escala 1:1000 y con curvas de nivel cada 0.5 m y es firmado por el ingeniero Juan Pablo Gaona y por el Ingeniero Luís Fernando Orozco.

CUMPLE

El FOPAE entiende que la Tabla presentada por el Consultor, en la cual se resume el análisis de estabilidad bajo la condición con proyecto y medidas de mitigación, representa la evaluación de amenaza a largo plazo y que la zonificación de amenaza en dicho escenario en condición extrema, presentada en el plano respectivo, se realizó teniendo en cuenta las condiciones extremas de agua y sismo y los parámetros mínimos de resistencia de los materiales involucrados.

8.8 PROFESIONALES

En el estudio se adjunta la carta de responsabilidad firmada por el ingeniero Luís Fernando Orozco Rojas, quien se entiende es el responsable de la cuantificación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. De igual forma, el estudio es avalado por el Ingeniero Juan Pablo Gaona Gómez.

Así mismo se anexan al informe, las hojas de vida de los responsables del estudio, Ingeniero Luís Fernando Orozco Rojas, Ingeniero Juan Pablo Gaona Gómez y del Geólogo Jairo Hernando Rojas Leal, los cuales el FOPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

8.9 CONTENIDO DEL INFORME

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

CUMPLE

8.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Los Planos de las distintas temáticas se encuentran firmados por los responsables del proyecto y se presentan dos cartas de responsabilidad dirigidas por los responsables del estudio, el FOPAE entiende que el profesional que realizó la evaluación y cuantificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo es el Ingeniero Luís Fernando Orozco Rojas.

CUMPLE

9. CONCLUSIONES

El FOPAE, luego de evaluar los distintos aspectos presentados en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa denominado "Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa Proyecto Vivienda de Interés Prioritario Usme" versión de Agosto de 2011, para el proyecto localizado en la Calle 139 Sur No. 3C - 40 y Calle 137 C Sur No. 3C – 39 de la Localidad de Usme, presentado por la firma LFO Ingenieros de Suelos LTDA., **CUMPLE** con la totalidad de los términos de referencia establecidos por el FOPAE para la elaboración de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004; por las consideraciones estipuladas en el presente concepto.

10. 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 cumplan 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 Usme 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.

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

Se recomienda 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.

11. ADVERTENCIA

En el entendido que no se ha expedido permiso alguno para la ejecución del proyecto referenciado en el estudio verificado mediante el presente concepto, se aclara que este pronunciamiento se emite, sin perjuicio de lo dispuesto en los artículos 31 y 73 del decreto nacional 1469 de 2010, en relación con que los curadores urbanos son la autoridad encargada de estudiar, tramitar y expedir las licencias y que son particulares que ejercen funciones públicas, que deben verificar el cumplimiento del proyecto con las normas urbanísticas y de edificación vigentes. En consecuencia, el concepto técnico CT-6280 se limita al cumplimiento de lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 (Compilación del Plan de Ordenamiento Territorial – POT); los demás condicionamientos se deberán verificar por parte del Curador Urbano ante el cual se esté realizando el trámite de la licencia urbanística respectiva.

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

La verificación del cumplimiento de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, no exime ni al urbanizador o constructor, ni a sus consultores de ninguna de las responsabilidades que les corresponden respecto de la seguridad y garantía de estabilidad de las obras y sectores que se proponen intervenir. En este orden de ideas, la construcción de las obras deberá hacerse no

sólo con estricto cumplimiento de lo planteado en los estudios presentados, sino con los controles, seguimientos y registros que permitan a las autoridades la verificación de su cumplimiento en cualquier momento.

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:
ANDRÉS FRANCISCO MARTÍNEZ VARGAS **Matrícula Profesional: 25202-140245 CND** I.C.; Esp. Ing. Ambiental; Ms. Geotecnia. Grupo de Conceptos Técnicos	**NELLY ANGELICA CESPEDES CUEVAS** Profesional Especializado Investigación y Desarrollo – Conceptos
Avaló: **LINDON LOSADA PALACIOS** Profesional Especializado Investigación y Desarrollo	