1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5919
1.2 ÁREA:	Técnica y de Gestión
1.3 COORDINACIÓN:	Investigación y Desarrollo
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2010ER11535
1.5 RESPUESTA OFICIAL No.	RO – 43876

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Curaduría Urbana No. 3, Espinosa y Restrepo S.A.
2.2 PROYECTO:	Altos del Cerro
2.3 LOCALIDAD:	2. Chapinero
2.4 UPZ:	90 – Pardo Rubio
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	La Salle
2.6 DIRECCIÓN:	Calle 60A No. 1A-75, Calle 60A No. 1A-31, Diagonal 60 Bis No. 1-83
2.7 CHIP:	AAA0090BOPP, AAA0090BOHY, AAA0090BOFT
2.8 ÁREA (Ha):	0.75
2.9 FECHA DE EMISIÓN:	02 de Septiembre de 2010
2.10 EJECUTOR DEL ESTUDIO:	ESPINOSA Y RESTREPO & CIA.

3. INTRODUCCIÓN

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

El presente concepto técnico corresponde a la QUINTA revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias al estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II del Proyecto "Altos del Cerro", ubicado en la Calle 60A No. 1A-75, Calle 60A No. 1A-31 y Diagonal 60 Bis No. 1-83 de la Localidad de Chapinero, en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 y en el marco de lo establecido en la Resolución 227 de julio 13 de 2006, por estar localizado en una zona de

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

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

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

La primera, segunda, tercera y cuarta revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo las solicitudes con radicado FOPAE 2009ER11514, 2010ER780, 2010ER4319 y 2010ER8301, ante lo cual la DPAE emitió los conceptos técnicos CT – 5625 de 2009, CT-5758, CT-5810, CT-5853 de 2010, los cuales concluyeron que los estudios radicados en la DPAE no cumplían con la totalidad de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa. Adicionalmente, el 18 de Enero mediante oficio 2010ER469 la Curaduría Urbana No 3 solicitó la revisión del estudio técnico para el proyecto Altos del Cerro, cuya respuesta por parte de la DPAE se remitió mediante el oficio RO-40149. En el oficio se informa a la Curaduría Urbana que el informe adjunto a la solicitud es de fecha anterior a la de la primera revisión del estudio y adicionalmente no cumple con los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de julio 13 de 2006 para los estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa.

Esta revisión del estudio y verificación técnica se hace en atención a la radicación FOPAE 2010ER11535, donde el consultor Espinosa y Restrepo S.A. remite la versión del documento "*Evaluación de Fenómenos de Remoción en Masa el urbanismo del Proyecto Calle 60 A NO. 1ª-75, Calle 60ª No. 1ª-31 y Diagonal 60 Bis No. 1-83 de Bogotá D.C. – EYR-S 9031*" de fecha agosto 11 de 2010.

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO "ALTOS DEL CERRO"

En la Figura 1 se presenta la localización general del predio donde se sitúa el proyecto "Altos del Cerro", en el mapa de amenaza por remoción en masa del POT; sin embargo, cabe puntualizar, que la delimitación de los predios vinculados al proyecto conforme con la cobertura predial con que cuenta la DPAE, suministrada por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD, no es del todo precisa, por lo que la localización presentada se hace con base en la cartografía anexa al estudio (Plano Topográfico).

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

Norte:	105167	a	105240
Este:	102193	a	102357

De acuerdo con lo presentado en el estudio, el proyecto está ubicado sobre zonas de ladera de los cerros nor-orientales de la ciudad de Bogotá y se construirá en un lote con un área de 7500m^2 aproximadamente y contempla la construcción de dos torres de 17 y 9 pisos, en pórticos de concreto reforzado, con luces entre ejes de columnas entre 5.0m y 8.0m. De acuerdo con el Consultor las cargas previstas, estimadas por áreas aferentes son inferiores a 680 y 360 Toneladas para la torre de 17 y 9 pisos respectivamente. También menciona que con el objeto de implantar el proyecto, se prevén excavaciones de 5.0m de profundidad, por lo que plantea como alternativa de cimentación, una serie de Caissons apoyados a una profundidad de 6.0m a 8.0m.

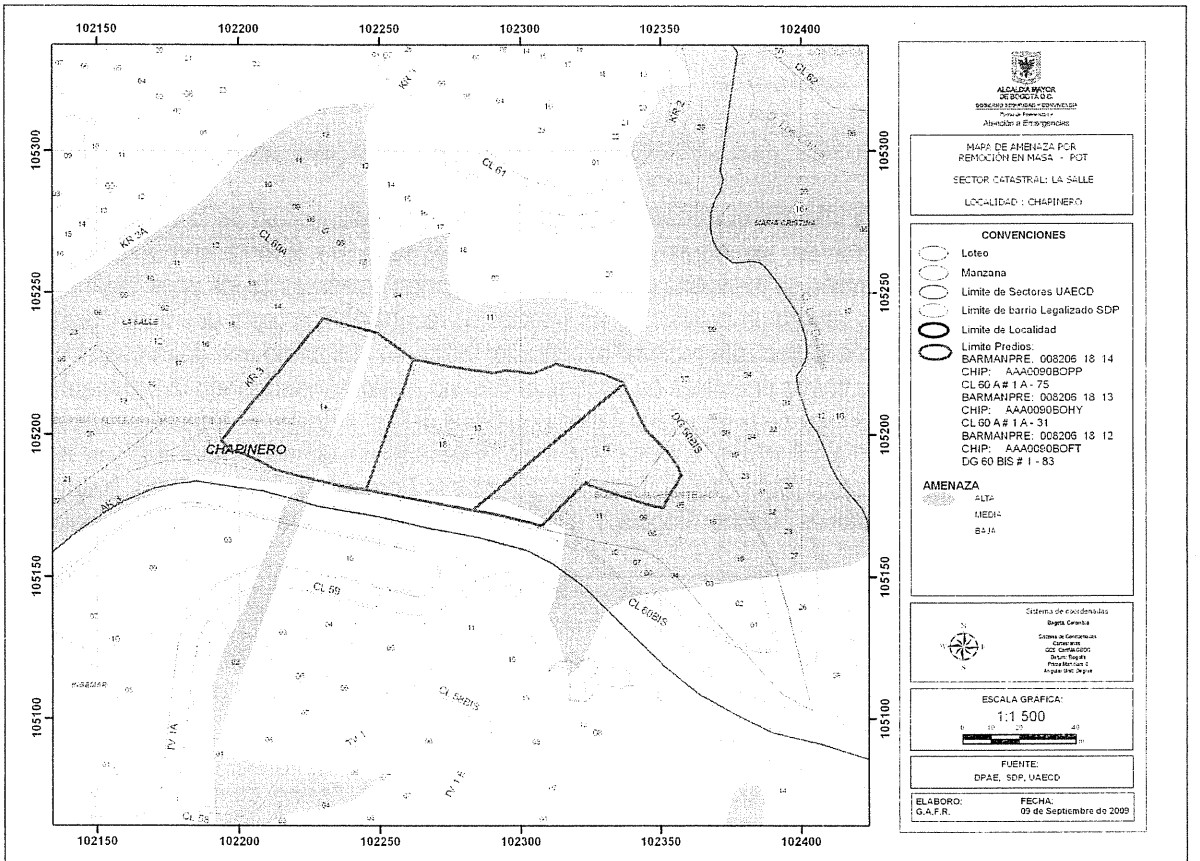


Figura 1. Localización General del Proyecto "Altos del Cerro", ubicado en la localidad de Chapinero, en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa (Decreto 190 de 2004).

5. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO – Concepto Técnico CT-5625 (Fecha 14/09/2009)

La primera revisión del estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II del proyecto "Altos del Cerro", ubicado en la Calle 60A No. 1A-75, Calle 60A No. 1A-31, Diagonal 60 Bis No. 1-83, de la Localidad de Chapinero, elaborado por la firma Espinosa y Restrepo S.A., fue realizada por la DPAE y se emitió el Concepto Técnico No. CT-5625 de 2009.

El Concepto Técnico No. CT-5625, relacionado con el estudio detallado de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa se transcribe a continuación, con referencia a los requerimientos pertinentes de la Resolución 227 de 2006.

5.1. ESTUDIOS BÁSICOS

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

En el numeral 2.1 del informe, el Consultor menciona que para la planeación de la investigación del subsuelo y el control de las obras ejecutadas, llevó a cabo un levantamiento geológico y geomorfológico. También se menciona que se utilizaron fotografías aéreas de los años 1984 y 2004, a partir de las cuales realiza un análisis de los principales rasgos geológicos y geomorfológicos del sector. Con respecto a la geología regional el consultor indica en el informe que dado que el predio se ubica al pie de los cerros orientales de Bogotá, el entorno territorial relacionado directamente con su conformación geológica corresponde al flanco occidental del los mismos. El Consultor relaciona y describe la estratigrafía del sector, la cual comprende materiales del Grupo Guadalupe (que incluye las Formaciones Arenisca Dura (Ksgd), Plaeners (Ksgp) y la Formación Labor y Tierna (Ksglt)), de las Formaciones Guaduas, Cacho, Bogotá y una unidad denominada Depósitos de materiales no consolidados.

Con respecto a la geología estructural, el consultor menciona que los principales elementos estructurales de este sector de los Cerros Orientales son el anticlinal de Bogotá y las fallas de Bogotá y del Alto del Cabo, las cuales se describen en el informe y se presentan de forma esquemática en las Figuras 3 y 4 del mismo.

Con respecto a la geología local, el consultor menciona que el terreno donde se construirá el proyecto, está cubierto en casi toda su extensión por materiales no consolidados de origen reciente y que la mayoría de los niveles litológicos presentes en el subsuelo se determinaron a partir de los registros de perforaciones efectuadas a una profundidad de hasta 15m.

El Consultor presenta una columna estratigráfica mostrando los distintos niveles litológicos presentes en el predio, que de acuerdo a lo descrito en el informe, se asignan a las Formaciones Bogotá y Tilatá. Estas formaciones se describen en detalle, identificando varios niveles de los materiales. Finalmente se describe lo que el Consultor denomina "*Cobertura de materiales no consolidados*" que de acuerdo al informe cubren la mayor parte de la extensión del predio y han sido divididos en dos grupos de acuerdo a su composición y ubicación.

Con respecto a la geología estructural de carácter local, el consultor presenta la dirección (azimut de buzamiento) e inclinación (buzamiento) de las formaciones que afloran en el predio

El levantamiento geológico es presentado en un plano denominado "Planta de la Geología", sobre una base cartográfica en planta a escala 1:500, con curvas de nivel cada 1.0m y con firma del ingeniero Carlos Restrepo y el geólogo Álvaro Ponce. Adicionalmente se presentan los planos: Perfil Geológico A-A (escala 1:500), Perfil Geológico B-B (escala 1:200), Perfil Geológico C-C (escala

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

1:200) y Perfil Geológico D-D (escala 1:250), firmados por los mismos profesionales mencionados anteriormente. En estos planos se presenta la distribución en planta y perfil de los materiales, mostrando la secuencia y espesores de los mismos.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Se requiere que el Consultor justifique el área de influencia del estudio, ya que de acuerdo con la cartografía presentada, ésta se restringe al límite político del predio; lo anterior cobra relevancia, teniendo en cuenta los antecedentes que reposan en la DPAE, específicamente hacia la parte nor-occidental y nor-oriental donde se han reportado procesos de inestabilidad geotécnica relacionados con la susceptibilidad del terreno a presentar fenómenos de remoción en masa. Lo anterior debe quedar claro en el informe, garantizando que se han tenido en cuenta los efectos potenciales debido al cambio de uso del terreno.

- No es claro si los perfiles de análisis son los mismos perfiles geológicos, por lo que se debe presentar de manera clara, ordenada y diferenciada, la localización en planta de los perfiles tanto geológicos como de análisis. Lo anterior en atención a que se dificulta para el lector la interpretación que se debe hacer frente al modelo geológico-geotécnico planteado; en este sentido también se recomienda verificar que los materiales presentados en planta, sean correspondientes con los perfiles.

- Se recomienda que la nomenclatura y convenciones utilizadas en los planos sean las mismas tanto en los planos en planta como en los que presentan los perfiles. Lo anterior con el fin de verificar la consistencia en el modelo presentado.

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

En los numerales 2.2 y 2.3 del informe, se presenta el estudio geomorfológico, en donde se menciona que en terrenos fuertemente intervenidos por actividad antrópica, muchos procesos naturales pueden quedar "*enmascarados*", restándole posibilidades al análisis de la evolución geomorfológica en el tiempo. El consultor menciona que este caso se presenta en el paisaje del entorno urbano del predio del proyecto, debido a que las obras de infraestructura vial y el desarrollo urbano, han modificado muchos de los rasgos naturales del paisaje que tradicionalmente se utilizan como indicadores de la acción de procesos geomorfológicos.

El Consultor manifiesta que el análisis fue complementado con observaciones realizadas directamente en el terreno y con la investigación de reportes sobre problemas de estabilidad en la zona presentados en el pasado.

En el numeral 2.3, el consultor manifiesta que: "*Pese a que la morfología natural del predio está*

enmascarada por depósitos de desechos del banqueo efectuado para la construcción de la Avenida Circunvalar y los escombros de construcción, se conserva el patrón de una morfología controlada por la litología y estructura del subsuelo, que en este caso corresponde a un paisaje ondulado constituido por crestones y depresiones que reflejan una sucesión de capas de roca dura (en este caso areniscas) y blanda (arcillolitas) supuestas en la misma dirección de la pendiente topográfica".

Finalmente se indica en el informe que en algunas zonas se han ido acumulando depósitos de materiales no consolidados que incluyen materiales provenientes de los escombros de la construcción de la vía en la parte alta, y desechos arrojados por pobladores del sector.

No se presentó el plano con el levantamiento geomorfológico.

NO CUMPLE

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

- Teniendo en cuenta lo establecido en el numeral 3.2.1.2 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, se requiere que el levantamiento geomorfológico con énfasis en los procesos de remoción en masa y de erosión identificados sea presentado sobre una base cartográfica a escala 1:1000 o 1:500, con curvas de nivel cada 1.0m como mínimo. Dicho plano debe ir firmado y avalado por los profesionales facultados para tal fin.

c. Hidrogeología

En el numeral 2.4 el consultor presenta una expresión con la cual puede obtener valores de precipitación máxima para diferentes periodos de retorno. Posteriormente presenta tablas de precipitación-duración-periodo de retorno e intensidad-duración-periodo de retorno con las cuales menciona que se podrán diseñar los drenajes requeridos para el predio. Posteriormente presenta las características de evapotranspiración, humedad relativa, clima y una descripción somera de la cobertura del suelo.

Finalmente en el numeral 2.5 menciona que en la secuencia litológica de la Formación Bogotá, presente en el predio, constituida por arcillolitas y limolitas se comporta como una acuitarda y que solo las pocas capas de arenisca actúan como "acuífugas". El consultor continúa afirmando que : *"[...] En estas condiciones, se esperaría que al estar las capas areniscas confinadas entre acuitardos se podrían comportar como acuíferos. Sin embargo, por la forma como están dispuestas las capas de roca en relación con la topografía de la zona, se tiene que las capas de arenisca no tienen una zona de recarga a alturas mayores que las del predio para que pueda presentarse la descarga de algún caudal de agua significativo en el mismo. Cabe anotar que la alta saturación que muestra uno de los depósitos de escombros localizados en la parte baja del predio es causada por las escorrentías provenientes de una zona del mismo predio*".

El Consultor no es explicito al establecer los niveles de agua en condiciones normales y extremas.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- De acuerdo con lo establecido en el numeral 3.2.1.3 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, *"[...] Como conclusión del análisis del marco hidrogeológico del área, el estudio fijará los parámetros correspondientes a: i) Posición(es) de niveles de agua o factores r_u (relación presión de poros/esfuerzo total vertical) en condiciones normales y ii) Posición(es) de niveles de agua o factores r_u en condiciones extremas de lluvias críticas y el periodo de recurrencia de esta situación"*.

- No es clara la afirmación del consultor en el sentido de que las capas de arenisca que fueron clasificadas como acuífugas, pueden convertirse en acuíferos cuando están confinadas por las arcillolitas y limolitas, ya que un acuífugo se define como una formación geológica que no posee capacidad de retención ni transmisión de agua. Se requiere una aclaración del consultor al respecto.

- El consultor deberá ser explícito en especificar el tipo de medidas de drenaje que mejor se adecuen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio y que harán parte del plan de obras de prevención y estabilización, estableciendo el rango de eficacia de las obras, en términos de su efecto sobre los parámetros iniciales (niveles de agua o factores r_u), valores que se tendrán en cuenta los análisis de amenaza con obras de mitigación.

d. Drenaje Superficial

Se menciona en el estudio que el drenaje superficial del lote está condicionado por la topografía del terreno natural, estableciéndose de sur a norte (desde la avenida Circunvalar hacia la calle 61). También se menciona que "*El terreno tiene una pendiente abrupta; sin embargo no se aprecia ninguna evidencia de erosión en la ladera que conforma el lote*".

El Consultor manifiesta que los drenajes de las edificaciones a construir se deberán dirigir hacia la calle 61, que las zonas verdes que se establezcan dentro del predio, se le deberán proporcionar drenajes mediante canales o cunetas revestidas escalonadas que *"[...] se podrán descargar directamente en la calle 61 o al sistema de drenaje interno del predio, el cual deberá terminar en una caja de inspección de aguas lluvias la cual deberá conectarse a la red de alcantarillado existente en la Calle 61"*.

Finalmente el consultor manifiesta que en el lindero sur del predio se encuentra "[...] *un muro de contención que conforma uno de los costados de la Av. Circunvalar (Ver* ***Fotos No. 6 a 9***)", que de acuerdo con lo descrito en el informe, presenta unos orificios de drenaje cuya agua deberá ser captada por los sistemas de drenaje internos del predio. El consultor también indica que en caso de que la edificación se lleve hasta "*tener contacto con el muro*", se deberá construir un filtro que ocupe la cara expuesta del muro y drenar el agua que se pueda captar.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Se requiere que el consultor a partir de la evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial tanto natural como artificial dentro de la zona de influencia del proyecto, establezca su posible incidencia, en los fenómenos de remoción en masa que afectan el área o que se podrían generar, especialmente se requiere un pronunciamiento del consultor con respecto al efecto del drenaje en el hundimiento en la banca de la vía sobre la calle 61.

e. Sismología

En el numeral 2.7 del informe se presentan las características sísmicas del área de estudio; allí se indica que el proyecto se encuentra ubicado en la Zona 2 (Piedemonte) del mapa de Microzonificación, a menos de 250m de la Zona 1 (cerros) por lo que manifiesta que se deberá diseñar con el promedio de los dos (2) espectros. El Consultor presenta una tabla con los diferentes parámetros y de las dos zonas y manifiesta que adopta un valor de aceleración máxima de 0.27g.

CUMPLE

La DPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, definir o asignar los espectros para el diseño estructural de las edificaciones, para lo cual, se debe cumplir con lo establecido en el Decreto 193 de 2006.

f. Uso del Suelo

Aunque en el numeral 2.1.1 "Generalidades", se menciona que en fotografías del año 2004 se observa una cobertura arbórea en la mayor parte de la zona, *"[...] a excepción de dos pequeñas áreas del terreno donde funcionaban explotaciones de materiales de construcción que permanecen descubiertas*" y que en la zona ha habido una expansión del desarrollo urbano y de infraestructura vial, no se presenta en el informe un numeral que analice el uso del suelo haciendo énfasis en los procesos de minería o canteras actuales o abandonadas. No se presentaron mapas ilustrando el uso actual o uso precedente del suelo.

NO CUMPLE

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

- Se requiere que el consultor cumpla con lo establecido en el numeral 3.2.1.6 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, *"[...] En ausencia de estudios preliminares deberán realizarse mapas en la escala que corresponda (1:500 ó 1:1000) donde se presente la situación actual de uso del suelo, con énfasis en los procesos de minería o canteras actuales o abandonadas*".

5.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el numeral 2.8 del informe, el consultor menciona que en el contorno de la zona son muy frecuentes los fenómenos de remoción en masa relacionados principalmente con caídas de roca en las zonas de los escarpes naturales y de canteras del Grupo Guadalupe pero estos están relativamente alejados del área del lote. También menciona que hay registros de deslizamientos masivos en la zona de los coluviones que reposan sobre la Formación Guaduas como es el caso de la zona vecina a la Universidad Manuela Beltrán y las márgenes de la quebrada Las Delicias, los cuales según el Consultor también se encuentran alejados de la zona de estudio.

Se menciona que el único rasgo indicativo de alguna amenaza en el predio del proyecto, es un punto localizado en el frente del predio sobre la calle 61, el cual corresponde al vértice de un pequeño cono de deyección que fluía hacia el cauce de la quebrada Las Delicias. El consultor menciona que "*El movimiento de este material fue resuelto con un muro de contención aledaño a esta vía, pero al parecer subsiste un fenómeno de erosión interna de los materiales finos del cono, el cual ha producido algún hundimiento de la calzada de dicha vía (ver fotografía 10)*".

El consultor manifiesta que el lote en estudio se encuentra en una zona de amenaza media a alta de acuerdo al mapa de zonificación de la DPAE, pero que a pesar de esto en el lote propiamente dicho no se presentan focos de inestabilidad.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Teniendo en cuenta el numeral 3.3.1. del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, este ítem será complementario a los trabajos de geomorfología e implica la descripción y clasificación de todos los procesos de inestabilidad identificados en el área de estudio, clasificándolos en antiguos y recientes, de acuerdo con su estado de actividad, y según los mecanismos de falla y forma de propagación, considerando por ejemplo la retrogresividad del proceso y el área de influencia directa con su actividad.
- Adicional a lo anterior, para validar este ítem, el Consultor deberá atender las observaciones realizadas al estudio geomorfológico planteadas en este concepto técnico.

b. Formulación del Modelo

En el numeral 2.10 – Modelo Geológico Geotécnico, el consultor menciona que a partir de la exploración de campo y de los ensayos realizados, se elaboró el modelo geológico-geotécnico con el cual se analizará la condición actual de estabilidad de la ladera, la condición con la implantación del

proyecto, y la condición con obras y medidas de mitigación. Finalmente el consultor aclara que los modelos geológicos-geotécnicos utilizados para los análisis de estabilidad del predio corresponden a los cortes geológicos A-A', B-B', C-C' y D-D' identificados en el levantamiento geológico.

El levantamiento geológico es presentado en un plano denominado "Planta de la Geología", sobre una base cartográfica en planta a escala 1:500, con curvas de nivel cada 1.0m y con firma del ingeniero Carlos Restrepo y el geólogo Álvaro Ponce. Adicionalmente se presentan los planos: Perfil Geológico A-A (escala 1:500), Perfil Geológico B-B (escala 1:200), Perfil Geológico C-C (escala 1:200) y Perfil Geológico D-D (escala 1:250), firmados por los mismos profesionales mencionados anteriormente. En estos planos se presenta la distribución en planta y perfil de los materiales, mostrando la secuencia y espesores de los mismos.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Teniendo en cuenta que para la formulación del modelo se requiere utilizar la información de los estudios básicos, para que el consultor valide este ítem, deberá atender las observaciones realizadas en el numeral 5.1 del presente concepto técnico. Se recomienda al consultor ser explícito al definir la posición de los niveles de agua en condiciones normales y extremas a partir del análisis hidrogeológico y de las condiciones de drenaje del área de estudio.
- Dado que el consultor menciona en el informe la presencia de un hundimiento aledaño al predio sobre la calle 61, y que a pesar del muro de contención subsiste un fenómeno de erosión interna, se requiere un pronunciamiento del consultor con el fin de establecer si es necesario estudiar mas detalladamente dicho proceso y verificar su influencia en las condiciones de estabilidad del predio en estudio.

c. Exploración Geotécnica

En el numeral 2.9 del informe se indica que se efectuaron siete (7) sondeos, seis (6) de 15.0m y uno de 10.0m. También menciona que realizó dos (2) apiques, que se realizó el ensayo de penetración estándar, que se midió la resistencia de los suelos arcillosos con un penetrómetro manual y que se tomaron muestras alteradas e inalteradas. También agrega que como complemento de los sondeos, realizó tres "líneas sísmicas".

De acuerdo con el Consultor, se enviaron muestras al laboratorio para realizar ensayos de compresión inconfinada, límites de consistencia, humedad natural, granulometría, pesos unitarios y clasificación de suelos. El Consultor presenta un perfil de los materiales encontrados y un resumen con los resultados de la exploración geofísica llevada a cabo. Llama la atención que a pesar de que el Consultor realiza la exploración geofísica y presenta las velocidades de onda encontradas, en ninguna parte se definen las profundidades de las capas, ni se menciona una verificación o calibración que tenga en cuenta los sondeos realizados. Por otra parte en el capítulo 3 se menciona que se realizaron ensayos de corte directo, sin embargo los resultados de los mismos no anexan al

estudio.

El Consultor presenta el análisis de los resultados de laboratorio y los parámetros de resistencia en el Capítulo 3 del informe denominado Amenaza por Fenómenos de remoción en Masa.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se requiere que haya consistencia en el informe y se aclare si se realizaron ensayos de corte directo, caso en el cual deberán anexarse al estudio los resultados y soportes del caso.

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

5.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

El consultor presenta la formulación para realizar la evaluación de las condiciones de amenaza mediante análisis probabilísticos de estabilidad tomando como variables aleatorias las propiedades de resistencia de los materiales, el ángulo de inclinación del talud, el sismo y la presión de poros. El consultor indica que para la determinación de la probabilidad de falla de las diferentes secciones geotécnicas de análisis se utilizó el método de Monte Carlo, implementado en el software Slide 5.0 de Rocscience.

El Consultor presenta los resultados de los ensayos de corte directo y compresión simple; calcula ángulos de fricción interna del suelo por medio de la correlación con el SPT, y el valor del intercepto de cohesión (c). En la página 49 el consultor presenta una tabla resumen de los valores del ángulo de fricción, intercepto de cohesión y peso unitario, con su respectivo promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos. En la página 50, el consultor hace algunas aclaraciones con respecto a la forma como obtuvo los distintos parámetros.

En el numeral 3.3, se presenta la descripción de lo que el consultor denomina factores detonantes: lluvia y sismo. Para la lluvia, analiza registros de precipitación de la estación La Vieja, establece el valor de la lluvia crítica, su duración, el periodo de retorno y la probabilidad de ocurrencia. También presenta la expresión de la distribución de probabilidad acumulada del nivel de agua y manifiesta que "*Asumiendo que el "Nivel crítico" se presenta con un periodo de recurrencia igual al de la lluvia crítica, se ajustó el nivel del agua a una distribución exponencial truncada, variando entre un nivel mínimo (referido como -1.20) y un nivel máximo (referido como 0.00)*".

El Consultor presenta las figuras con los resultados de los análisis de estabilidad para la condición actual y manifiesta que *"[...] los factores de seguridad para la condición actual en condición extrema varían entre 2.403 y 8.451 que se cataloga como amenaza baja. Los factores de seguridad al tener las sobrecargas por las obras proyectadas varían entre 2.576 y 7.053 con lo que la zona se*

catalogaría como de amenaza baja".

En el numeral 3.4.3 el consultor presenta las figuras con los resultados del análisis de estabilidad en la condición con proyecto y lo que denominó medidas de mitigación. En este ítem del informe el consultor menciona que *"[...] se efectuaron nuevamente los análisis de estabilidad general, para cada una de las secciones de análisis, arrojando factores de seguridad para la condición con obra y con obras de mitigación entre 2.597 y 10.559 para condición extrema con lo que se podría catalogar la zona como de amenaza baja como se observa a continuación: se aclara que para los análisis que se muestran a continuación se involucra en el modelo el muro de contención y los drenajes propuestos en el capítulo de obras de mitigación*"

En la página 80 del informe el consultor presenta un cuadro resumen con los factores de seguridad determinísticos, promedios (estadísticos) y las probabilidades de falla para cada uno de los cortes y de los análisis realizados.

Los resultados del análisis de amenaza se presentan en tres planos denominados: Plano de Amenaza Actual del Proyecto Altos del Cerro, Plano de Amenaza con Implantación del Proyecto Altos del Cerro y Plano de Amenaza con Obras de Mitigación Altos del Cerro; los cuales se encuentran a escala 1:500 con curvas de nivel cada 1.0m, firmados por el ingeniero Carlos Restrepo. En estos tres planos se observa que en todos los casos y en toda el área de estudio, la amenaza es baja.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Para que el Consultor valide los análisis de amenaza es necesario que cumpla con las observaciones realizadas a los estudios básicos y al modelo geológico-geotécnico.
- No es claro si el Consultor ha tenido en cuenta todos los elementos del nuevo proyecto ya que solo incluye las edificaciones. Se requiere un pronunciamiento que indique qué otros elementos hacen parte del nuevo proyecto (vías, cortes para parqueaderos, rellenos de nivelación, etc.) y defina como los ha involucrado en los análisis de estabilidad.
- De acuerdo con el numeral 3.4 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, el Consultor deberá realizar la evaluación de la amenaza en los siguientes escenarios: Para la situación actual y para los procesos de remoción en masa identificados, bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo; y para la situación generada por el cambio de uso teniendo en cuenta en cada caso cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas, modificaciones del drenaje, para los fenómenos de remoción en masa, reactivados o inducidos durante y después de la ejecución de las obras bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo. Teniendo en cuenta lo anterior, se requiere que el consultor incluya los resultados de los análisis de estabilidad en condiciones normales para los escenarios analizados ya que en el informe solo se incluyen los resultados en condiciones extremas. Vale la pena aclarar que los niveles de agua debieron ser definidos en la evaluación hidrogeológica que hace parte de los estudios básicos.

- No es totalmente claro porqué razón el consultor menciona la necesidad de obras de mitigación si la amenaza es baja en condición actual y con proyecto. En caso de que se trate de obras de prevención, el consultor deberá aclarar este aspecto.

5.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

En el Capítulo 4 denominado "Evaluación de Vulnerabilidad y Riesgo", el consultor menciona que los principales elementos a evaluar son las viviendas, las vías y las redes, por lo que los análisis de vulnerabilidad se encaminarán a determinar los posibles daños en las estructuras proyectadas.

Para la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física, se presenta el sustento teórico de la metodología a utilizar, que consiste en la tipificación de viviendas y definición de índices de daño, utilizando la metodología propuesta por Leone (1996) y modificada por Soler et al (1999), para lo cual se evalúa el índice de vulnerabilidad físico (IVF).

El Consultor manifiesta que el trabajo realizado consistirá en: clasificar la tipología de vivienda, calcular los índices de vulnerabilidad física (IVF) dependiendo del tipo de movimiento, la intensidad de las solicitaciones y las características del elemento expuesto. Finalmente manifiesta que "*El predio presenta edificaciones construidas dentro del lote e infraestructura adyacente que pueden ser afectados por los posibles movimientos del terreno, los análisis de vulnerabilidad se realizan en sí sobre el proyecto propuesto*".
El Consultor define los criterios para evaluar las solicitaciones, la tipificación de las viviendas y las vías y redes aledañas. Mediante la metodología propuesta por Leone, el consultor califica los daños dividiéndolos en cinco categorías; posteriormente el consultor realiza una evaluación de los daños mediante una matriz de daños por deslizamiento y manifiesta que "*De acuerdo con las solicitaciones posibles (VM3 para estructuras y VM5 para vías) y el tipo de construcción proyectada (B3 para vías y B4 para las viviendas), se puede considerar que el índice potencial de daño de las estructuras del proyecto es I para empujes laterales de tierra y III para desplazamientos laterales*

Considerando las vías y las redes del proyecto el índice potencial de daño es I para desplazamientos laterales".

Para el cálculo del índice de vulnerabilidad física (IVF), el consultor manifiesta que el índice de daño se cuantifica por medio de conjuntos difusos para hallar el porcentaje de daño o índice de pérdidas, que el nivel de confianza de la valoración se adoptó como 1.0 de tal forma que los rangos de valores de cada índice de daño (ID) fueran los propuestos por Leone (1996). El consultor presenta los valores esperados del índice de pérdidas y menciona que para los desplazamientos laterales la categoría de vulnerabilidad es media para las estructuras, mientras que para las vías y redes arroja una vulnerabilidad baja. Para la vulnerabilidad por empujes también obtuvo una vulnerabilidad baja y menciona: "*Una vulnerabilidad baja para las estructuras de 9 y 17 pisos por tener el primer contacto con la masa deslizante. Amenaza baja para la vía (Calle 61) porque no tiene contacto directo con la masa deslizante*".

Finalmente el consultor presenta el numeral 4.1.7 denominado Vulnerabilidad por Deslizamientos, en donde presenta los criterios para la categorización de la vulnerabilidad por medio del índice de vulnerabilidad física (IVF).

El consultor menciona que para el mejor emplazamiento y ubicación de las construcciones se deberá respetar la geometría de excavación propuesta tanto en el grado de inclinación de los taludes como en la profundidad máxima (1.0H:2.0V y profundidad 6.0m) y que se deberá evitar la sobrecarga en la corona de los taludes mediante la descarga de material tipo bloque, hierro, parqueo de volquetas, etc. El Consultor menciona que las medidas de mitigación y su propósito son descritas en el capítulo plan de medidas de mitigación del riesgo.

Los resultados del análisis de vulnerabilidad se presentan en dos planos: Plano de Vulnerabilidad con Implantación del proyecto Altos del Cerro y Plano de Vulnerabilidad con Mitigación del proyecto Altos del Cerro, los cuales se encuentran a escala 1:500 con curvas de nivel cada 1.0m, firmados por el ingeniero Carlos Restrepo. En estos planos se presenta la calificación de vulnerabilidad de las vías aledañas (Calle 61 y Avenida Circunvalar) y las dos edificaciones que se proyectan construir, en ambos casos, la vulnerabilidad presentada es baja.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Para que el Consultor valide este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas al análisis de amenaza presentadas en este concepto técnico.
- No están claros todos los elementos del nuevo proyecto ya que la vulnerabilidad presentada sólo incluye las vías aledañas (Calle 61 y Avenida Circunvalar) y los nuevos edificios. Se requiere que se incluyan en los análisis de vulnerabilidad las redes, vías y demás equipamiento que hace parte del proyecto Altos del Cerro.
- No es claro porqué el Consultor analiza deslizamientos y movimientos en los análisis de vulnerabilidad si de acuerdo con los análisis de amenaza, la probabilidad de falla en todos los casos es cero (0%). Se requiere un pronunciamiento del consultor al respecto.
- Se reitera la observación realizada en los análisis de amenaza en el sentido de que no es totalmente claro porqué razón el consultor menciona la necesidad de obras de mitigación si la amenaza y la vulnerabilidad es baja. En caso de que se trate de obras de prevención, el consultor deberá aclarar este aspecto.

5.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el numeral 4.2 del informe, El Consultor manifiesta que el riesgo se puede simular con un modelo dinámico de tipo integral (Rivera, 2001), el cual depende de la probabilidad cuantitativa del evento que se pronostica y la pérdida que se relaciona con el evento natural que se predice (que también suele denominar vulnerabilidad). También manifiesta que para el caso en estudio, y una vez obtenida la amenaza y la vulnerabilidad, se puede estimar el riesgo físico definiendo el índice de

riesgo el cual es un conjunto difuso que depende del índice de vulnerabilidad física y una probabilidad. El Consultor menciona que hay dos posibilidades para calcular el riesgo y plantea dos hipótesis para realizarlo.

El Consultor aclara que utilizó la hipótesis mediante la cual una vez definido el riesgo como el producto de la vulnerabilidad por la amenaza, se estima la probabilidad de de obtener un Índice de Riesgo determinado mediante el área del elemento difuso. Como conclusión del análisis, el consultor menciona que el índice de riesgo máximo es del 0% para las condiciones de vulnerabilidad y que por lo tanto el riesgo es bajo.

Los resultados del análisis de riesgo se presentan en dos planos denominados ambos "Plano de Riesgo con Implantación del proyecto Altos del Cerros", los cuales se encuentran a escala 1:500 con curvas de nivel cada 1.0m, firmados por el ingeniero Carlos Restrepo. En estos planos se ha presentado el riesgo de las vías aledañas y los edificios del nuevo proyecto. Los planos no tienen ninguna diferencia y el riesgo se ha calificado como bajo.

CUMPLE PARCIALMENTE

Para que el Consultor valide este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas al análisis de amenaza y vulnerabilidad, presentadas en este concepto técnico.

5.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el Capítulo 5 del informe, el Consultor menciona que "*A partir de los resultados obtenidos se proponen las siguientes obras de mitigación de riesgo actual:*"

El consultor recomienda la construcción de una red de drenaje superficial mediante cañuelas perimetrales y filtros espina de pescado por debajo de las placas de contrapiso. El consultor menciona que para evaluar la eficacia de los drenajes en las condiciones de estabilidad, realizó un análisis con redes de flujo, *"[...] mediante la aplicación de elementos finitos y a partir de los siguientes coeficientes de permeabilidad fijados a partir del criterio de esta consultoría y de valores típicos de la literatura*".

El Consultor incluye un párrafo en donde menciona lo siguiente: "*Así mismo los muros se construirán con lloraderos para evitar presiones hidrostáticas sobre los mismos. Las aguas allí recogidas se conducirán mediante un sistema de cañuelas y muros secos al sistema de evacuación de aguas lluvias de la edificación*".

El consultor presenta en el numeral 5.1.2, las condiciones para la adecuación del terreno y presenta resultados de análisis de estabilidad sobre el corte geológico C-C y menciona: "*El análisis de estabilidad en condición de saturación del suelo arrojó factores de seguridad entre 2.424 y 5.117 obteniendo una amenaza baja en condición temporal como se aprecia a continuación:*". En el

numeral 5.1.3 el Consultor menciona la necesidad de unas obras de contención (muros en concreto reforzado), las cuales están encaminadas a darle soporte lateral a los cortes generados por las terraza para dar cabida a las torres y el urbanismo. El Consultor presenta valores de coeficientes de presión en reposo y presión activa de tierras.

El Consultor recomienda utilizar especificaciones del INVIAS para la ejecución de cunetas y excavaciones y menciona que para el mantenimiento de las cunetas se debe hacer una limpieza rutinaria el cual deberá realizarse cada dos meses como mínimo. Con respecto al monitoreo se menciona que éste se realizará para las excavaciones mediante un control topográfico el cual se recomienda realizarlo durante la construcción cada 15 días y después de construido el proyecto cada seis meses. El consultor presenta unos valores de referencia que deben ser tenidos en cuenta aunque no precisa las medidas o acciones a implementar.

Las obras planteadas se presentan en dos planos denominados ambos: Plano de Obras de Mitigación Altos del Cerro, un plano se presenta con vista en planta a escala 1:500 y en otro plano se presentan esquemas de muro y cunetas sugeridas a varias escalas.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Para que el Consultor valide este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas al análisis de amenaza y vulnerabilidad, presentadas en este concepto técnico.
- Se recomienda la presentación de un perfil mostrando las cotas de obras tales como cunetas y filtros, además de la recomendación de parámetros de diseño de este tipo de obras.

5.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el numeral 3.4.3 el consultor presenta las figuras con los resultados del análisis de estabilidad en la condición con proyecto y lo que denominó medidas de mitigación. En este ítem del informe el consultor menciona que *"[...] se efectuaron nuevamente los análisis de estabilidad general, para cada una de las secciones de análisis, arrojando factores de seguridad para la condición con obra y con obras de mitigación entre 2.597 y 10.559 para condición extrema con lo que se podría catalogar la zona como de amenaza baja como se observa a continuación: se aclara que para los análisis que se muestran a continuación se involucra en el modelo el muro de contención y los drenajes propuestos en el capítulo de obras de mitigación"*

En la página 80 del informe el consultor presenta un cuadro resumen con los factores de seguridad determinísticos, promedios (estadísticos) y las probabilidades de falla para cada uno de los cortes y de los análisis realizados.

Los resultados del análisis de amenaza se presentan en el plano: Plano de Amenaza con Obras de Mitigación Altos del Cerro; el cual se encuentra a escala 1:500 con curvas de nivel cada 1.0m,

firmado por el ingeniero Carlos Restrepo. En este plano se observa que en toda el área de estudio, la amenaza es baja.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Para que el Consultor valide este ítem, deberá tener en cuenta las observaciones realizadas al análisis de amenaza y vulnerabilidad, presentadas en este concepto técnico.
- Se requiere describir detalladamente en el informe, cuál es el efecto de las denominadas "medidas de mitigación" y cómo se involucraron en los modelos para el análisis de estabilidad. Adicionalmente se deben anexar los resultados obtenidos para condiciones normales y garantizar las condiciones de amenaza establecidas en el numeral 3.8 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

5.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida de los ingenieros Carlos Jaime Restrepo García y el geólogo Rodolfo de Jesús Franco Latorre, los cuales, de acuerdo con la información suministrada, la DPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006, sin embargo vale la pena aclarar que el geólogo que firmó los planos de geología y geomorfología es Álvaro Ponce, por lo que se requiere que se incluya la hoja de vida de este profesional en el estudio con el fin de verificar el perfil requerido para la ejecución de esta parte de los estudios.

CUMPLE PARCIALMENTE

5.9 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.

CUMPLE PARCIALMENTE

5.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

El informe y sus respectivos planos se encuentran en original y firmados por los profesionales responsables de su elaboración. También se presenta una carta de responsabilidad firmada por el Ingeniero Carlos Restrepo, por lo que la DPAE entiende que fue el profesional que realizó la evaluación y cuantificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

CUMPLE PARCIALMENTE

Dado que se requiere presentar una nueva versión del estudio, el Consultor deberá incluir una nueva carta de responsabilidad que tenga en cuenta las observaciones y aclaraciones solicitadas.

6. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - CONCEPTO TÉCNICO No. CT – 5758 (FECHA: 25/01/2010)

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

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

De acuerdo a las recomendaciones realizadas acerca del área de influencia del proyecto el consultor menciona en el nuevo informe que *"En razón a que casi la totalidad de las áreas vecinas al predio de interés se encuentran actualmente urbanizadas, en particular las que están localizadas en la parte alta del mismo, el alcance modelo geológico local se circunscribe al terreno libre en el que fue posible realizar actividades exploratorias."* En el numeral 2.7 de los procesos de inestabilidad identificados en el sector se menciona en el estudio que "*Los anteriores sitios de inestabilidad no solamente están alejados del área del presente proyecto, sino que además tienen una conformación geológica totalmente diferente, por lo cual no se pueden tomar como indicativos de amenaza con ella".* Con base en estas dos afirmaciones el consultor justifica el área de influencia del estudio. La DPAE aclara que la definición del área de estudio, para la cual se efectúa la evaluación de las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por procesos de remoción en masa, son responsabilidad exclusiva del consultor que realiza el estudio, así como las consecuencias derivadas frente a la omisión de zonas que podrían afectar el proyecto o que el mismo pudiera afectar por su intervención, tanto para condiciones normales como extremas de posibles agentes detonantes de inestabilidad geotécnica.

Los perfiles geológicos presentados en el nuevo estudio hacen proyección de los diferentes tipos de materiales hacia la carrera 61 y la avenida circunvalar, sin embargo estos no coinciden con el plano geológico en planta del proyecto Altos del Cerro. Es necesario que se corrija este aspecto y los planos sean consistentes. En la figura 6 se realiza la descripción de la nomenclatura empleada de cada uno de los materiales geológicos, es necesario que esta descripción se presente en los planos geológicos del proyecto.

CUMPLE PARCIALMENTE

Es necesario que se identifique la geología en el sector norte del predio cercana al Coluvión y que aparece cartografiado en el plano como "Área Cubierta ocupada por vías y viviendas" y que hace parte del predio objeto de estudio.

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

El Consultor complementó este aspecto mediante el plano del Anexo 4 del documento en donde identifica las unidades geomorfológicas y la dirección de los flujos de escorrentía y subsuperficiales. De acuerdo al plano las unidades geomorfológicas identificadas son: Cresta Redondeada (cr), Ladera Natural (ln), depósito coluvial saturado (c) y ladera cubierta por escombros (le).

En el sector del coluvión no se identifica ninguna unidad geomorfológica, se establece que el área esta cubierta y ocupada por vías y viviendas. El consultor afirma además que *"[...] la morfología de un pequeño depósito coluvial que en las aerofotografías de 1984 se observa en la parte inferior del predio, ya no es posible identificarlo en las aerofotografías de 2004, seguramente porque la morfología de esa ladera fue reconformada de acuerdo al talud diseñado para la vía que está por debajo de la calle 61."*

CUMPLE PARCIALMENTE

Es necesario que se identifique las unidades geomorfológicas en el sector norte del predio cercana al Coluvión y que aparece cartografiado en el plano como "Área Cubierta ocupada por vías y viviendas" y que hace parte del predio objeto de estudio.

Es necesario que en el plano se indiquen las coordenadas del proyecto.

c. Hidrogeología

El consultor aclara en esta nueva versión del informe que las capas de arenisca que clasificó como acuifugas se pueden comportar como acuíferos.

En el numeral 3.3.1 el consultor menciona que para los análisis asume que el nivel crítico se presenta con un período de recurrencia igual al de la lluvia crítica, se ajustó el nivel del agua a una distribución exponencial truncada, variando entre un nivel mínimo (referido como -1.20) y un nivel máximo. En la sección 3.4.1 se menciona que el nivel para condiciones normales se ubica a -1.50m de la superficie; para condiciones extremas a -0.60m.

Las medidas de drenaje consideradas dentro del proyecto corresponden a cañuelas superficiales, drenajes subsuperficiales en espina de pescado, cunetas de coronación y lloraderos. El consultor menciona que *"[...] para efectos de verificación de la eficacia de dichos drenajes en el mejoramiento de la condición de estabilidad en los análisis con obras de mitigación se involucró un análisis de redes de flujo mediante la aplicación de elementos finitos y a partir de los coeficientes de permeabilidad fijados a partir del criterio de esta consultoría y de valores típicos de la literatura".*

CUMPLE

d. Drenaje Superficial

El Consultor manifiesta que los depósitos de escombros localizados en la parte baja del predio se encuentran saturados debido a vertimientos de aguas de uso doméstico y la escorrentía superficial. En el sector de la calle 61 el agua se filtra hacia la subrasante de la vía ocasionando erosión evidente debido al fracturamiento y hundimiento de la losa.

En el sector de la Calle 61 el consultor manifiesta que el predio cuenta con sistema de alcantarillado combinado al que deben dirigirse los drenajes de aguas lluvias y negras de la edificación que se proyecta construir. El consultor manifiesta que *"[...] si se cumplen las anteriores condiciones, no habría ninguna razón por la cual pensar que la escorrentía generada en el predio afecte el fenómeno de hundimiento en la banca e la vía sobre la calle 61."*

CUMPLE PARCIALMENTE

Es necesario que el consultor presente el plano de redes de alcantarillado y de acueducto del sector indicando las cajas de inspección y pozos a los que entregará el sistema de drenaje proyectado en el proyecto.

e. Sismología

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

La DPAE aclara que no es del alcance de este concepto técnico, definir o asignar los espectros para el diseño estructural de las edificaciones, para lo cual, se debe cumplir con lo establecido en el Decreto 193 de 2006.

f. Uso del suelo

En el numeral 2.3.4.2 del estudio, se menciona que en la actualidad el uso del suelo es de vivienda y de zona verde cubierta con pastos y árboles. En el anexo 4 se presenta el plano de usos actuales del suelo a escala 1:750.

CUMPLE PARCIALMENTE

Es necesario que el consultor ubique dentro del plano de usos del suelo las zonas de antiguas explotaciones de materiales que se mencionan en el numeral 2.1.1 Generalidades.

6.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

El consultor no menciona nada adicional a lo que está plasmado en el estudio presentado anteriormente, por lo que se ratifica lo manifestado en este item en el Concepto Técnico CT-5625

CUMPLE PARCIALMENTE

b. Formulación del Modelo

Atendiendo las observaciones consignadas en el Concepto Técnico CT-5625, el consultor menciona en el numeral 2.7.1 que el hundimiento en la Calle 61 no genera ningún foco de inestabilidad que pueda generar fenómenos de remoción.

El modelo presentado por el consultor sigue considerando el análisis de cuatro perfiles, los que aparecen identificados en los Planos del Anexo 4.

CUMPLE PARCIALMENTE

Tener en cuenta la consistencia de los perfiles geológicos con lo presentado en el plano de planta como se menciona en las observaciones realizadas al levantamiento geológico.

c. Exploración Geotécnica

La exploración geotécnica se efectuó mediante siete (7) sondeos a una profundidad de 15.0m, un (1) sondeo hasta 10.0m, dos (2) apiques y tres (3) líneas sísmicas. Para la caracterización de los materiales se realizaron ensayos de compresión inconfinada, límites de consistencia, humedad natural, granulometría, pesos unitarios, corte directo y clasificación de suelos. A partir de la información de esta exploración del subsuelo el consultor define la estratigrafía y los perfiles de análisis.

El Consultor adjuntó los resultados de cuatro ensayos de corte directo realizados para materiales obtenidos de diferentes sitios en el predio. Para la determinación de los parámetros de resistencia y peso unitario de los materiales, Espinosa y Restrepo S.A. empleó diferentes metodologías a partir de los ensayos de laboratorio realizados y de correlaciones empíricas de ensayos de campo. El resumen de los parámetros seleccionados en el modelo geológico-geotécnico se presenta en la Tabla de la página 52 del estudio.

CUMPLE

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

6.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

El consultor en esta versión desarrolla los análisis de estabilidad empleando los mismos métodos determinístico y probabilístico presentados en el documento anterior. Las superficies de falla consideradas son rotacionales y traslacionales, que se presentan para cada uno de los cuatro perfiles de análisis en las figuras de las páginas 58 a 106.

El Consultor realiza los análisis para condiciones normales y extremas, asumiendo un nivel de agua como se mencionó en el aparte de hidrogeología y aceleración sísmica de 0.18g para las dos condiciones. Los escenarios evaluados por el consultor son:

- Condición actual de la ladera.
- Con proyecto sin medidas de mitigación.
- Con proyecto y las medidas de mitigación consideradas.

De los análisis de estabilidad el consultor menciona que *"[...] los factores de seguridad para la condición actual en condición normal varían entre 1.750 y 8.495 que se cataloga como amenaza entre media y baja; para la condición extrema los factores de seguridad varían entre 1.668 y 8.541 que se cataloga entre amenaza media y baja. Los factores de seguridad al tener las sobrecargas por las obras proyectadas varían entre 1.315 y 6.372 para condición normal y entre 1.276 y 6.342 para la condición extrema con lo que la zona se catalogaría entre amenaza media y baja."*

El consultor realiza el análisis de estabilidad en condición con obra y medidas de mitigación, obteniendo que *"[...] para cada una de las secciones de análisis, arrojando factores de seguridad para la condición de obra y con obras de mitigación entre 2.837 y 11.172 para condición normal y extrema con lo que se podría catalogar la zona como de amenaza baja [...]"*.

El resumen de los análisis efectuados se presenta en las tablas de las páginas 107 y 108 y en tres planos de amenaza para los escenarios evaluados en el Anexo 10.

CUMPLE PARCIALMENTE

La DPAE considera necesario que el estudio se complemente teniendo en cuenta:

- Completar las observaciones hechas en los estudios básicos para validar el modelo geológico geotécnico empleado.
- Indicar la magnitud de la sobrecarga producida por las edificaciones y vías que se tuvo en cuenta para desarrollar los análisis de estabilidad. Esta información se presenta en el Anexo 7, sin embargo, debe ser explícita dentro del documento.
- Presentar la evaluación de estabilidad de cada uno de los perfiles analizados en condición estática y para cada uno de los escenarios evaluados. Presentar Tablas resumen de los resultados obtenidos.

6.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El análisis presentado es similar al de la versión anterior. Se presentan dos planos actualizados para las condiciones del proyecto y a partir de lo presentado en el documento.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se reiteran las observaciones realizadas en el CT-5625.

6.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

De acuerdo a los cambios efectuados en el análisis de amenaza se presentan los análisis de riesgo por la metodología del *"modelo dinámico de tipo integral"*, que depende de la probabilidad cuantitativa del evento que se pronostica y la vulnerabilidad.

El análisis por la metodología se desarrolla para los escenarios de obra sin medidas de mitigación y obra con medidas de mitigación. Para el primer escenario menciona el consultor que se *"[...] parte de una probabilidad de falla del 44.2% de donde se tiene que la función de elementos difusos se refleja IR máximo igual a 44. 2% (Riesgo Alto de acuerdo a la tabla de Categorización del riesgo) [...]"*.

Para el escenario con medidas de mitigación, el Consultor efectúa el mismo procedimiento, encontrando que dada una probabilidad de falla de 0% la categorización del Riesgo Bajo de acuerdo al criterio presentado en la Tabla de la página 123.

El Consultor de acuerdo con este análisis desarrolló los planos de riesgo para los dos escenarios considerados, los cuales se presentan en el Anexo 10 del documento. De lo obtenido, se destaca el nivel de Riesgo Alto para las edificaciones en caso de que no se desarrollen las obras de mitigación.

CUMPLE PARCIALMENTE

Para que el Consultor valide este item, se debe tener en cuenta las observaciones hechas a los análisis de amenaza y vulnerabilidad.

6.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Las medidas de reducción de riesgo contempladas en los análisis consisten en obras de drenaje como cunetas, cañuelas superficiales, drenajes subsuperficiales, lloraderos y obras de contención con muros en concreto reforzado. El análisis desarrollado es similar al presentado en la versión revisada previamente.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar y aclarar los siguientes aspectos:

- Definir los parámetros de diseño para las obras de drenaje subsuperficial, los lloraderos y las cañuelas.
- Presentar un predimensionamiento de las obras de drenaje basado en los parámetros de diseño que el Consultor considere pertinentes. Este aspecto fue evaluado para las cunetas, pero es necesario que se establezcan para los drenajes subsuperficiales, los lloraderos y las cañuelas.
- Realizar un predimensionamiento de los muros de contención, estableciendo posibles espesores y geometría de los mismos, que será la base de los diseños definitivos
- Se debe tener en cuenta as observaciones realizadas al análisis de amenaza y vulnerabilidad.

6.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El análisis para esta condición se presenta en el numeral 3.4.3 del estudio presentado y corresponde al escenario evaluado de obra con medidas de mitigación. El resumen de los resultados obtenidos se presenta en las tablas de las páginas 107 y 108.

El Plano de amenaza para este escenario se considera que es el que se denomina "Plano de Amenaza con Obras de Mitigación Altos del Cerro" y que se presenta en el Anexo 10 del estudio.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se debe tener en cuenta las observaciones hechas a los análisis de amenaza y vulnerabilidad.

6.8. PROFESIONALES

En el Anexo 11 del informe se presentan las hojas de vida del ingeniero Carlos Jaime Restrepo García y el geólogo Álvaro Ponce Muriel, los cuales, de acuerdo con la información suministrada, la DPAE 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.

CUMPLE PARCIALMENTE

6.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

El informe y sus respectivos planos se encuentran en original y firmados por los profesionales responsables de su elaboración. También se presenta una carta de responsabilidad firmada por el Ingeniero Carlos Restrepo, por lo que la DPAE entiende que fue el profesional que realizó la evaluación y cuantificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

CUMPLE PARCIALMENTE

Dado que se requiere presentar una nueva versión del estudio, el Consultor deberá incluir una nueva carta de responsabilidad que tenga en cuenta las observaciones y aclaraciones solicitadas.

7. TERCERA REVISIÓN DEL ESTUDIO - CONCEPTO TÉCNICO No. CT – 5810 (FECHA: 26/04/2010)

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

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

Persisten las deferencias entre los planos en planta y los perfiles geológicos presentados. La ubicación de los perfiles geológicos en el plano denominado "Plano de Localización de Cortes de Análisis del Proyecto Altos del Cerro" es diferente a la presentada en el plano denominado "Mapa Geológico del Proyecto Altos del Cerro". Es necesario que se corrija este aspecto y los planos sean consistentes. No se presenta la descripción de la nomenclatura en los planos tal como se solicitó en el concepto técnico CT-5758, ni se identificó en planta la geología en el sector norte del predio cercana al Coluvión y que ahora aparece cartografiada en el plano como "Área con Construcciones" y que hace parte del predio objeto de estudio.

Se ha incluido un sector que de acuerdo con la convenciones utilizadas presenta una unidad geológica denomina "Zona Verde", la cual carece de descripción que la identifique. La DPAE recuerda que se está presentando un plano geológico y no uno de cobertura vegetal por lo que se deberá evaluar este aspecto por parte del Consultor. Por otra parte esta zona no se encuentra detallada en los perfiles por lo que se entiende que aunque hace parte del área de influencia del proyecto, las obras planteadas en el proyecto urbanístico se limitan al polígono presentado en la Figura 1 del presente concepto técnico.

NO CUMPLE

Dado que no se han atendido las observaciones planteadas en el concepto técnico CT-5758, se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Se recomienda que la nomenclatura y convenciones utilizadas en los planos sean las mismas tanto en los planos en planta como en los que presentan los perfiles. Lo anterior con el fin de verificar la consistencia en el modelo presentado. Dado que al parecer esta observación no ha quedado clara a lo largo de las tres revisiones realizadas, se recomienda incluir en el plano de ubicación de los perfiles y en el plano geológico en planta un abscisado indicando el inicio de cada uno de los perfiles (abscisa 0+000) de tal forma que se verifique por parte del consultor que por lo menos las coberturas superficiales tanto de la planta como de los perfiles geológicos son correspondientes.
- Tal como se solicitó en el Concepto Técnico CT-5758 y lo mencionado en el presente pronunciamiento, se requiere que las zonas denominadas "Área Con Construcciones" y "Zona Verde" sean cartografiadas, referenciadas y denominadas de acuerdo con lo descrito en el numeral 2.1.3 del informe del estudio, de tal forma que haya claridad y consistencia en el modelo geológico que se plantea.
- En esta versión del informe, el plano geológico y demás planos en planta, presentan textos a una escala que impide ver el valor de la altura de las curvas de nivel. Se recomienda aumentar el tamaño o la escala de estos textos de tal forma que pueda observarse el valor numérico de la totalidad de las curvas de nivel.

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

Se han incluido las coordenadas en el plano geomorfológico, sin embargo no se presenta en el informe, ni en el plano la descripción detallada de las distintas unidades cartografiadas, ni tampoco se identifica la morfología de la zona que el consultor ha denominado como "Área cubierta ocupada por vías y viviendas". Tampoco se hace mención a dos escarpes de origen antrópico que se presentan en el plano en planta.

CUMPLE PARCIALMENTE

Dado que no se han atendido la totalidad de las observaciones planteadas en el concepto técnico CT-5758, se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Se recomienda que se identifique en el estudio, la unidad denominada "Área Cubierta ocupada por vías y viviendas" y se realice una descripción en el informe de las demás unidades en los términos establecidos en el numeral 3.2.1.2 de la Resolución 227 de 2006: "*Se efectuará una caracterización de las geoformas y de su dinámica en el área de estudio, considerando la génesis de las diferentes unidades y su evolución*".
- En esta versión del informe, el plano geomorfológico y demás planos en planta, presentan textos a una escala que impide ver el valor de la altura de las curvas de nivel. Se recomienda aumentar el tamaño o la escala de estos textos de tal forma que pueda observarse el valor numérico de la totalidad de las curvas de nivel.

c. Hidrogeología

CUMPLE DESDE LA REVISIÓN ANTERIOR

d. Drenaje Superficial

Con respecto a la observación realizada en el concepto técnico CT-5758 el consultor menciona en la página 27 del informe que: "*Es importante anotar que el objeto del presente estudio es para efectos de urbanismo por lo que no se cuenta con planos de redes de alcantarillado y de acueducto del sector*". La DPAE aclara que de acuerdo con el artículo cuarto del Decreto 564 de 2006 la licencia de urbanización "*Es la autorización previa para ejecutar en uno o varios predios localizados en suelo urbano, la creación de espacios públicos y privados y la construcción de las obras de infraestructura de servicios públicos y de vías que permitan la adecuación y dotación de estos terrenos para la futura construcción de edificaciones con destino a usos urbanos, de conformidad con el Plan de Ordenamiento Territorial, los instrumentos que lo desarrollen y complementen y demás normatividad vigente*" (subrayado fuera de texto). Teniendo en cuenta lo anterior, se entiende que para el trámite de este tipo de licencias, aspectos como servicios públicos y vías incluso deberán estar mejor definidos que el tipo de estructura de las edificaciones a construir. Sin embargo y dado que no es responsabilidad de la DPAE verificar la existencia y disponibilidad de servicios públicos se considera que previo a la expedición del acto administrativo tendiente a otorgar la licencia de urbanización, la entidad encargada de dicho trámite deberá verificar la disponibilidad de los diferentes servicios públicos de tal forma que se garantice un adecuado manejo de las aguas producidas por el nuevo proyecto, lo cual es responsabilidad exclusiva del Urbanizador.

CUMPLE

e. Sismología

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

f. Uso del suelo

En el numeral 2.1.1 del informe ya no se mencionan las zonas de antiguas explotaciones de materiales, sin embargo en el numeral 2.2.2 se menciona que "*[...] por cortes en laderas para extracción de materiales de construcción de las formaciones Plaeners y Guaduas se observa la ocurrencia de flujos de escombros hacia el cauce de la quebrada Las Delicias, los cuales deben haber alimentado la formación de flujos torrenciales durante sus crecientes*". Dado que el Consultor definió un área de estudio y ésta no cubre las cercanías de la quebrada Las Delicias, no se ha cartografiado ninguna zona de explotación de materiales en el plano denominado "Uso Actual del Suelo del Proyecto Altos del Cerro", el cual se presenta en planta a escala 1:1000 de acuerdo con el rótulo del mismo. No es posible determinar cada cuanto se presentan las curvas de nivel dado que el tamaño de los textos que indican la altura de las mismas impide su lectura.

CUMPLE PARCIALMENTE

- En esta versión del informe, el plano presenta textos a una escala que impide ver el valor de la altura de las curvas de nivel. Se recomienda aumentar el tamaño o la escala de estos textos de tal forma que pueda observarse el valor numérico de la totalidad de las curvas de nivel.

7.2 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el numeral 2.7.1 del informe el Consultor recalca que en el predio y en sus inmediaciones no se presentan "situaciones" de inestabilidad que afecten la zona.

CUMPLE PARCIALMENTE

- Para validar este ítem, el Consultor deberá atender las observaciones realizadas al estudio geomorfológico planteadas en este concepto técnico.

b. Formulación del Modelo

Dado que todavía se presentan algunas observaciones en los perfiles geológicos que se entienden son los utilizados para formular el modelo, se considera que para validar este ítem, el Consultor deberá atender las observaciones realizadas al estudio geológico planteadas en este concepto técnico.

CUMPLE PARCIALMENTE

c. Exploración Geotécnica

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

7.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

El consultor en esta versión del estudio el Consultor aclara que para los análisis de estabilidad "[...] se tuvo en cuenta una sobrecarga de 1.0 Tn/m^2 para las vías (Av. Circunvalar, calle 61 y calle 60ª), 8.0 Tn/m^2 para el edificio existente ubicado entre las calles 61 y 60A y 9.0 y 17.0 Tn/m^2 para los edificios proyectados de 9 y 17 pisos respectivamente.

Se presenta la evaluación de estabilidad de cada uno de los perfiles analizados en condición estática y para cada uno de los escenarios evaluados así como dos tablas resumen con los resultados obtenidos.

CUMPLE PARCIALMENTE

A pesar de los trabajos realizados, para validar este ítem, el Consultor deberá atender las observaciones realizadas a los estudios básicos y al modelo geológico-geotécnico planteadas en este concepto técnico. Adicionalmente deberá corregirse el tamaño de los textos de las curvas de nivel en los planos los cuales en esta versión del estudio son ilegibles.

7.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

En esta oportunidad los cuadros resumen de los factores de seguridad y sus probabilidades de falla indican probabilidades de falla entre 5.5% y el 44.2%, con lo cual se aclara la observación realizada en este sentido en el concepto técnico CT-5625.

Se reitera lo mencionado en el numeral 7.1 d, con respecto a las licencias de urbanización.

CUMPLE PARCIALMENTE

Para validar este ítem, el Consultor deberá atender las observaciones realizadas a los estudios básicos, al modelo geológico-geotécnico y validar el capítulo de evaluación de amenaza de acuerdo con las observaciones planteadas en este concepto técnico. Adicionalmente deberá corregirse el tamaño de los textos de las curvas de nivel en los planos los cuales en esta versión del estudio son ilegibles.

7.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Dado que persisten algunas observaciones que han impedido validar los ítems de amenaza y vulnerabilidad, el cumplimiento de este ítem solo podrá hacerse una vez se cumpla con los aspectos de los citados capítulos.

CUMPLE PARCIALMENTE

7.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el anexo 9 se presentan cálculos de capacidad portante y parámetros de diseño de cunetas, "drenaje superficial y un caudal de diseño de los denominados "lloraderos". El consultor en el plano denominado "*Plano de Obras de Mitigación Altos del Cerro*" incluye detalles de los muros de contención incluyendo los "lloraderos" en tubería PVC, de una sección de cuneta y un perfil postrando la ubicación de las obras.

La DPAE aclara que de acuerdo con en el numeral 3.7 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, los planos de detalle de las obras que hacen parte del plan de medidas de reducción de riesgos deben ilustrar las características de diseño básico que incluye dimensiones, profundidad de emplazamiento, profundidad y diámetro de drenes y anclajes, etc., por lo que no se comparte la afirmación del consultor en el sentido de que no es del alcance del estudio determinar este tipo de detalles en las obras propuestas.

CUMPLE PARCIALMENTE

Para que el Consultor que ejecutó el estudio valide este ítem, se deben atender adecuadamente las observaciones realizadas a los análisis de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo planteadas en el presente concepto y las realizadas en el CT- 5758. Adicionalmente, se recomienda complementar o aclarar en el estudio los siguientes aspectos:

- Corregir el tamaño de los textos de las curvas de nivel en los planos los cuales en esta versión del estudio son ilegibles
- Los planos en planta que muestran la ubicación de las obras de mitigación deberán incluir las modificaciones a la topografía realizadas por los cortes realizados para la implantación de las obras y el proyecto.

7.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Dado que persisten algunas observaciones que han impedido validar los ítems de amenaza y vulnerabilidad, el cumplimiento de este ítem solo podrá hacerse una vez se cumpla con los aspectos de los citados capítulos.

CUMPLE PARCIALMENTE

7.8 PROFESIONALES

CUMPLE DESDE LA REVISIÓN ANTERIOR

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; no obstante, el Consultor deberá presentar una nueva versión del informe con los ajustes, aclaraciones o modificaciones solicitadas a lo largo del presente concepto.

CUMPLE PARCIALMENTE

7.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

El informe y sus respectivos planos se encuentran en original y firmados por los profesionales responsables de su elaboración, sin embargo, la carta de responsabilidad presentada no se encuentra firmada por el Ingeniero Carlos Restrepo, quien la DPAE entiende que fue el profesional que realizó la evaluación y cuantificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

CUMPLE PARCIALMENTE

Dado que se requiere presentar una nueva versión del estudio, el Consultor deberá incluir una nueva carta de responsabilidad que esté firmada por el analista de riesgos y que tenga en cuenta las observaciones y aclaraciones solicitadas.

8. CUARTA REVISIÓN DEL ESTUDIO - CONCEPTO TÉCNICO No. CT – 5853 (FECHA: 06/07/2010)

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

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

La denominada zona verde en el plano geológico ha sido cambiada y ahora se presentan las unidades Arc-1, Esc-2 y Arn-2. Se recalca nuevamente que esta zona no se encuentra detallada en los perfiles por lo que se entiende que aunque hace parte del área de influencia del proyecto, las obras planteadas en el proyecto urbanístico se limitan al polígono presentado en la Figura 1 del presente concepto técnico.

Se modificó el tamaño de los textos en las curvas de nivel logrando que en esta versión sean legibles, sin embargo se observa que las curvas de nivel no tienen continuidad en algunos sectores, siendo confusa la topografía.

CUMPLE PARCIALMENTE

No se acató la sugerencia realizada en el concepto técnico CT-5810 y por lo tanto persisten las diferencias entre el plano en planta de geología y los perfiles geológicos presentados en los planos. Es necesario que se corrija este aspecto y los planos sean consistentes.

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

Se modificó el tamaño de los textos en las curvas de nivel logrando que en esta versión sean legibles, sin embargo se observa que las curvas de nivel no tienen continuidad en algunos sectores, siendo confusa la topografía.

Aunque se ha modificado la nomenclatura de la unidad geomorfológica en el sector norte del predio que aparecía cartografiada en el plano como "Área cubierta ocupada por vías y viviendas", inexplicablemente esta zona paso a denominarse Ladera Natural, unidad que carece de descripción en el informe y que es típica de zonas no intervenidas.

Ninguna de las unidades geomorfológicas cartografiadas en el plano se encuentra descrita y detallada en el informe tal como se ha solicitado a lo largo de las tres revisiones anteriores y especialmente en el concepto técnico CT-5810. La descripción geomorfológica en el informe no tiene ninguna diferencia con lo presentado en la versión anterior del mismo.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se reiteran las observaciones realizadas en el concepto técnico CT-5810.

c. Hidrogeología

CUMPLE DESDE LA SEGUNDA REVISIÓN

d. Drenaje Superficial

CUMPLE DESDE LA REVISIÓN ANTERIOR

e. Sismología

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

f. Uso del suelo

Se modificó el tamaño de los textos en las curvas de nivel logrando que en esta versión sean legilibles, sin embargo se observa que las curvas de nivel no tienen continuidad en algunos sectores, siendo confusa la topografía.

CUMPLE PARCIALMENTE

8.2 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

Dado que persisten observaciones a los estudios geológicos y geomorfológicos se reiteran las observaciones realizadas en el concepto técnico CT-5810.

CUMPLE PARCIALMENTE

- Para validar este ítem, el Consultor deberá atender las observaciones realizadas al estudio geomorfológico planteadas en este concepto técnico.

b. Formulación del Modelo

Dado que todavía se presentan algunas observaciones en los perfiles geológicos que se entienden son los utilizados para formular el modelo, se considera que para validar este ítem, el Consultor deberá atender las observaciones realizadas al estudio geológico planteadas en este concepto técnico.

CUMPLE PARCIALMENTE

c. Exploración Geotécnica

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

8.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

No es clara la razón por la cual los factores de seguridad han variado con respecto a la versión anterior del informe.

Dada esta nueva circunstancia, se requiere un pronunciamiento que indique qué otros elementos hacen parte del nuevo proyecto (vías, cortes para parqueaderos, rellenos de nivelación, etc.) y defina cómo los ha involucrado en los análisis de estabilidad.

Se observan superficies de falla circulares sobre roca y superficies de falla compuestas de tipo planar que atraviesan varios materiales, siendo este tipo de superficie poco probable. También se han vuelto a probabilidades de falla iguales a cero y factores de seguridad que indican en todos los escenarios y condiciones una amenaza baja. Igualmente en los cuadros resumen se observa que para condiciones extremas los factores de seguridad aumentan en relación con las condiciones normales, lo cual se considera que no está totalmente justificado.

Los planos de amenaza con implantación del proyecto y con obras de mitigación no muestran ninguna modificación ni de la topografía ni se muestran las obras a implementar para justificar el cambio de la zonificación a amenaza baja.

NO CUMPLE

Se deben atender las observaciones realizadas y se reitera lo manifestado en los conceptos técnicos CT – 5625 de 2009, CT-5758 y CT-5810 de 2010 en el sentido de atender las observaciones a los estudios básicos.

8.4 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Se reitera lo manifestado en los conceptos técnicos CT-5625 de 2009, CT-5758 y CT-5810 de 2010 y especialmente lo relacionado con los aspectos mencionados en el concepto técnico CT-5625 de 2009 ya que en vez de aclarar los aspectos sobre los cuales se habían solicitado aclaraciones, se recae en las mismas imprecisiones de la primera versión del informe.

NO CUMPLE

8.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Dado que persisten observaciones a los estudios básicos y a los análisis de amenaza y riesgo se reitera lo manifestado en los conceptos técnicos CT-5625 de 2009, CT-5758 y CT-5810 de 2010.

NO CUMPLE

8.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Se reitera lo manifestado en el concepto técnico CT-5810, excluyendo lo que tiene que ver con el tamaño del texto en las curvas de nivel.

NO CUMPLE

8.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Dado que persisten algunas observaciones que han impedido validar los ítems de amenaza y vulnerabilidad, el cumplimiento de este ítem solo podrá hacerse una vez se cumpla con los aspectos de los citados capítulos.

CUMPLE PARCIALMENTE

8.8 PROFESIONALES

CUMPLE DESDE LA SEGUNDA REVISIÓN

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; no obstante, el Consultor deberá presentar una nueva versión del informe con los ajustes, aclaraciones o modificaciones solicitadas a lo largo del presente concepto.

CUMPLE PARCIALMENTE

8.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

El informe y sus respectivos planos se encuentran en original y firmados por los profesionales responsables de su elaboración, sin embargo, la carta de responsabilidad presentada no se encuentra firmada por el Ingeniero Carlos Restrepo, quien la DPAE entiende que fue el profesional que realizó la evaluación y cuantificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

CUMPLE PARCIALMENTE

Dado que se requiere presentar una nueva versión del estudio, el Consultor deberá incluir una nueva carta de responsabilidad que esté firmada por el analista de riesgos y que tenga en cuenta las

observaciones y aclaraciones solicitadas.

9. QUINTA REVISIÓN DEL ESTUDIO - CONCEPTO TÉCNICO No. CT – 5919 (FECHA: 02/09/2010)

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

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

Aunque no se realizó el abscisado sugerido en el concepto técnico CT-5810, el plano geológico y sus respectivos perfiles han sido corregidos y son correspondientes en lo que tiene que ver con coberturas superficiales.

Las curvas de nivel se han corregido y presentan continuidad mejorando la información contenida en el plano.

CUMPLE

La DPAE aclara que el cumplimiento de éste ítem se soporta en los análisis realizados por el consultor atendiendo las observaciones realizadas en los Conceptos Técnicos CT – 5625 de 2009, CT-5758, CT-5810, CT-5853 de 2010, documentos en los cuales se solicitaba al consultor definir un área de influencia suficiente que permitiera garantizar condiciones de seguridad no sólo para el nuevo proyecto, sino para la infraestructura aledaña. Teniendo en cuenta que la DPAE no realiza la validación de los análisis realizados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, se reitera 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.

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

En el numeral 2.2.1 se realiza una descripción de las unidades geomorfológicas identificadas por el consultor en el área de estudio. Las unidades descritas son las siguientes:

- Ladera en suelo residual (Lsr)
- Ladera cubierta por escombros (Le)
- Cresta rocosa (cr)
- Depósito coluvial saturado (c)

El consultor aclara que: "*Es importante anotar que atendiendo las observaciones efectuadas a la versión anterior del informe y luego de revisar cuidadosamente cada una de las unidades geomorfológicas presentes en el predio, se ha cambiado la unidad anteriormente descrita como Ln (ladera natural) por la unidad Lsr (ladera en suelo residual) con el fin de unificar criterios y nomenclaturas de las unidades geomorfológicas que presentan las mismas características y debido a que las zonas denominadas como Ln son típicas de zonas no intervenidas, por lo cual compartimos la observación efectuada con respecto al predio de la zona norte*".

El levantamiento geomorfológico es presentado en planta a escala 1:1000 de acuerdo con el rótulo del plano, con curvas de nivel cada 1.0m y firmado por el geólogo Álvaro Ponce y el ingeniero Carlos Restrepo. Las curvas de nivel se han corregido con respecto a la versión anterior del informe y presentan continuidad mejorando la información contenida en el plano. La información del plano es consistente con la presentada en el informe.

CUMPLE

La DPAE aclara que el cumplimiento de éste ítem se soporta en los análisis realizados por el consultor atendiendo las observaciones realizadas en los Conceptos Técnicos CT – 5625 de 2009, CT-5758, CT-5810, CT-5853 de 2010, documentos en los cuales se solicitaba al consultor definir un área de influencia suficiente que permitiera garantizar condiciones de seguridad no sólo para el nuevo proyecto, sino para la infraestructura aledaña. Teniendo en cuenta que la DPAE no realiza la validación de los análisis realizados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, se reitera 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.

c. Hidrogeología

CUMPLE DESDE LA SEGUNDA REVISIÓN

d. Drenaje Superficial

CUMPLE DESDE LA TERCERA REVISIÓN

e. Sismología

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

f. Uso del suelo

El plano de usos del suelo es presentado en planta a escala 1:1000 de acuerdo con el rótulo del mismo, con curvas de nivel cada 1.0m y firmado por el geólogo Álvaro Ponce y el ingeniero Carlos Restrepo. Las curvas de nivel se han corregido con respecto a la versión anterior del informe y presentan continuidad

mejorando la información contenida en el plano. La información del plano es consistente con la presentada en el informe.

CUMPLE

La DPAE aclara que el cumplimiento de éste ítem se soporta en los análisis realizados por el consultor atendiendo las observaciones realizadas en los Conceptos Técnicos CT – 5625 de 2009, CT-5758, CT-5810, CT-5853 de 2010, documentos en los cuales se solicitaba al consultor definir y tener claridad con respecto a zonas de antiguas explotaciones. Teniendo en cuenta que la DPAE no realiza la validación de los análisis realizados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, se reitera 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.

9.2 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el numeral 2.7.7 denominado "Antecedentes Históricos" el consultor menciona lo siguiente: *"[...] En cercanías de la zona, hacia el lado oriental, se han registrado varios movimientos de remoción en masa, relacionados principalmente al callamiento de escarpes naturales en rocas de la Formación Guaduas y de taludes de alto ángulo cortados en canteras que explotan rocas del Grupo Guadalupe. Así mismo hay registros de deslizamientos masivos en la zona de los coluviones que reposan sobre la formación Guaduas como es el caso de la zona vecina a la Universidad Manuela Beltrán y las márgenes de la quebrada Las Delicias.*

Cabe anotar que la localización de estos fenómenos está asociada a una zona de roca altamente fracturada generada por la falla de Bogotá. Son materiales provenientes de desprendimientos y efectos erosivos de esta zona los que constituyen los coluviones que cubren buena parte de la extensión de afloramiento de la Formación Guaduas y que frecuentemente registran movimientos de reptación.

Los anteriores sitios de inestabilidad no solamente están alejados del área del presente proyecto, sino que además tienen una conformación geológica totalmente diferente, por lo cual no se pueden tomar como indicativos de amenaza en ella".

Dado que consultor ha cumplido con el ítem de geomorfología, se considera que se ha cumplido con este ítem.

CUMPLE

La DPAE aclara que el cumplimiento de éste ítem se soporta en los análisis realizados por el consultor atendiendo las observaciones realizadas en los Conceptos Técnicos CT – 5625 de 2009, CT-5758, CT-5810, CT-5853 de 2010. Teniendo en cuenta que la DPAE no realiza la validación de los análisis realizados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, se reitera 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.

b. Formulación del Modelo

Dado que se ha cumplido con los aspectos de geología y geomorfología, se considera que el consultor cumple con este ítem.

CUMPLE

La DPAE aclara que el cumplimiento de éste ítem se soporta en los análisis realizados por el consultor atendiendo las observaciones realizadas en los Conceptos Técnicos CT – 5625 de 2009, CT-5758, CT-5810, CT-5853 de 2010. Teniendo en cuenta que la DPAE no realiza la validación de los análisis realizados por los consultores y se limita a la verificación de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de 2006, se reitera 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.

c. Exploración Geotécnica

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

La DPAE de manera atenta se permite aclarar que aunque respeta el criterio del consultor, no está de acuerdo con la caracterización geotécnica de los distintos materiales realizados por el consultor y utilizados en el modelo, especialmente para los materiales que el consultor ha denominado no consolidados o escombros (ángulo de fricción de 42º, C= 1.88Kg/cm^2 = 18.8 Tn/m^2 y tomado de un estudio hecho para un sitio diferente a la zona de estudio) y ni con los parámetros de cohesión de los diferentes materiales obtenidos a partir de compresiones inconfinadas. Sin embargo y dado que esta entidad no puede restringir el uso de tales valores y teniendo en cuenta que la DPAE 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, se reitera 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.

9.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

Los factores de seguridad continúan variando con respecto a las versiones anteriores del informe. A medida que se realizan nuevas observaciones los factores de seguridad se incrementan.

Con respecto a las superficies de falla rotacionales que atraviesan estratos rocosos el consultor menciona lo siguiente: "*[...] Es importante anotar que esta consultoría ha evaluado dichos cortes tanto para falla rotacional como para falla transnacional observando en ambos casos superficies de falla que atraviesan varios materiales lo cual se debe a que en general los materiales que afloran superficialmente son depósitos de materiales no consolidados (esc-1, esc-2) los cuales podrían ser susceptibles a presentar fallas pudiendo generar de esta manera la falla también de la roca blanda (arcillolita) y de los diferentes niveles de areniscas que allí se encuentran las cuales en general presentan espesores pequeños, meteorización y alta densidad de diaclasamiento*".

Los planos de amenaza con implantación del proyecto y con obras de mitigación no muestran ninguna modificación ni de la topografía ni se muestran las obras a implementar para justificar el cambio de la zonificación a amenaza baja ante lo cual el consultor menciona lo siguiente: "*[...] Cabe anotar que aún cuando la topografía actual del terreno será modificada debido a la implantación del proyecto, los planos anexos de amenaza con implantación del proyecto y con obras de prevención no muestran ninguna modificación de dicha topografía, debido a que tal modificación en los planos no hace parte del alcance del presente informe puesto que no se encuentra explícita en el decreto*". Frente a la afirmación anterior, la DPAE se permite recordar que de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.4 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, la evaluación de amenaza deberá realizarse "[...] *2. Para la situación generada por el cambio de uso (ver numeral 2.1, obras de urbanismo y plan de construcciones más probables) teniendo en cuenta en cada caso cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas, modificaciones del drenaje, etc. para los fenómenos de remoción en masa, reactivados o inducidos durante y después de la ejecución de las obras, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia, bajo condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo de la misma forma que en el escenario de situación actual.*

Para ambos escenarios y como mínimo para la condición más extrema se elaborarán y presentaran mapas de amenaza en escala 1/ 500 o 1:1000 (igual a la del plano topográfico exigido por Planeación Distrital) y curvas de nivel cada 1.0 m como mínimo, clasificando el área con base en los siguientes criterios: [...]".

Teniendo en cuenta lo anterior, queda claro que es totalmente explícito en la Resolución 227 de 2006 que para la elaboración de los mapas de amenaza deberán tenerse en cuenta cortes, excavaciones, rellenos, etc., por lo cual lo mencionado por el consultor no se ajusta con lo establecido en la normatividad vigente. De ser como lo sugiere el consultor, no tendría sentido solicitar mapas de zonificación de amenaza que tengan en cuenta el cambio de uso ya que como en este caso, serían los mismos.

NO CUMPLE

Los mapas de amenaza actual, amenaza con implantación del proyecto y amenaza con obras de mitigación son exactamente los mismos, no existe claridad con respecto a cortes, excavaciones, rellenos, etc., producidos por el escenario generado con el cambio de uso del terreno tal como lo establece la Resolución 227 de 2006. En estos planos ni siquiera existe claridad con respecto a la ubicación del nuevo

proyecto. Se reitera que el estudio debe cumplir expresamente con lo establecido en el numeral 3.4 del artículo segundo de la citada Resolución.

9.4 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Dado que persisten algunas observaciones que han impedido validar el ítem de amenaza, el cumplimiento de este ítem solo podrá hacerse una vez se cumpla con los aspectos del citado capítulo.

NO CUMPLE

9.5 EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Dado que persisten algunas observaciones que han impedido validar el ítem de amenaza, el cumplimiento de este ítem solo podrá hacerse una vez se cumpla con los aspectos del citado capítulo.

NO CUMPLE

9.6 PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Se reitera lo manifestado en el concepto técnico CT-5810, excluyendo lo que tiene que ver con el tamaño del texto en las curvas de nivel.

NO CUMPLE

9.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Dado que persisten algunas observaciones que han impedido validar el ítem de amenaza, el cumplimiento de este ítem solo podrá hacerse una vez se cumpla con los aspectos del citado capítulo.

CUMPLE PARCIALMENTE

9.8 PROFESIONALES

CUMPLE DESDE LA SEGUNDA REVISIÓN

9.9 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.

CUMPLE PARCIALMENTE

9.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

El informe y sus respectivos planos se encuentran en original y firmados por los profesionales responsables de su elaboración. También se presenta una carta de responsabilidad firmada por el Ingeniero Carlos Restrepo, por lo que la DPAE entiende que fue el profesional que realizó la evaluación y cuantificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

CUMPLE PARCIALMENTE

Dado que se requiere presentar una nueva versión del estudio, el Consultor deberá incluir una nueva carta de responsabilidad que tenga en cuenta las observaciones y aclaraciones solicitadas.

10. CONCLUSIONES

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, luego de evaluar los distintos aspectos presentados en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa denominado "*Evaluación de Fenómenos de Remoción en Masa el urbanismo del Proyecto Calle 60 A NO. 1ª-75, Calle 60ª No. 1ª-31 y Diagonal 60 Bis No. 1-83 de Bogotá D.C. – EYR-S 9031, Doctor Fernando Pérez*" y versión de fecha Agosto 11 de 2010 para el proyecto "Altos del Cerro" a construirse en la Calle 60A No. 1A-75, Calle 60A No. 1A-31 y Diagonal 60 Bis No. 1-83 de la Localidad de Chapinero, presentado por la Firma Espinosa & Restrepo, no cumple con la totalidad de los términos de referencia establecidos por la DPAE para la elaboración de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004; por las consideraciones estipuladas en el presente concepto.

11. RECOMENDACIONES

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

12. ADVERTENCIA

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

Elaboró: **RUBÉN DARÍO TOVAR VALENCIA** Ingeniero Civil, Magíster en Ingeniería - Geotecnia. M. P. 25202101494 CND	Revisó: **OSCAR IVÁN CHAPARRO FAJARDO** Responsable del Grupo de Conceptos Técnicos
Avaló: **GLADYS PUERTO CASTRO** Responsable de la Coordinación de Investigación y Desarrollo	