ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
GOBIERNO SEGURIDAD Y CONVIVENCIA
Fondo de Prevención y
Atención a Emergencias

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

CONCEPTO TÉCNICO No. CT-5267

Revisión de Estudio Particular de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa Artículo 141 - Decreto 190 de 2004

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	**CURADURÍA URBANA No. 2**
LOCALIDAD:	**1. USAQUÉN**
PROYECTO:	**CERROS DE LOS ALPES**
SECTOR CATASTRAL:	**SAN GABRIEL NORTE**
DIRECCIÓN*:	**Calle 121 No. 3A-20**
UPZ:	**14. USAQUÉN**
ÁREA (Ha):	**21.2**
FECHA DE EMISIÓN:	**Junio 16 de 2008**
TIPO DE RIESGO:	**REMOCIÓN EN MASA**
EJECUTOR DEL ESTUDIO:	**ESPINOSA Y RESTREPO – INGENIERÍA DE SUELOS**

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 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 **SEGUNDA** revisión realizada por la DPAE al estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa **FASE II** del Proyecto CERROS DE LOS ALPES, ubicado en la Calle 121 No. 3A-20 de la Localidad de USAQUÉN, 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 zona de amenaza media según el Plano normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del POT.

La primera revisión técnica del estudio se realizó, atendiendo la solicitud con radicados FOPAE 2008ER978 y 2008ER2246, ante los cuales la DPAE emitió el Concepto Técnico CT – 5209 de 2008, el cual concluyó que el mismo no cumplía con la totalidad de los

Diagonal 47 No. 77A -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

términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa.

El presente concepto técnico se hace atendiendo las solicitudes con radicado FOPAE 2008ER4416 de abril de 2008 y 2008ER6122 de mayo de 2008, donde se adjunta una nueva versión del estudio, con base en las observaciones del concepto técnico 5209.

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO CERROS DE LOS ALPES

En la Figura 1 se presenta la localización general del predio en el mapa de amenaza por remoción en masa del POT.

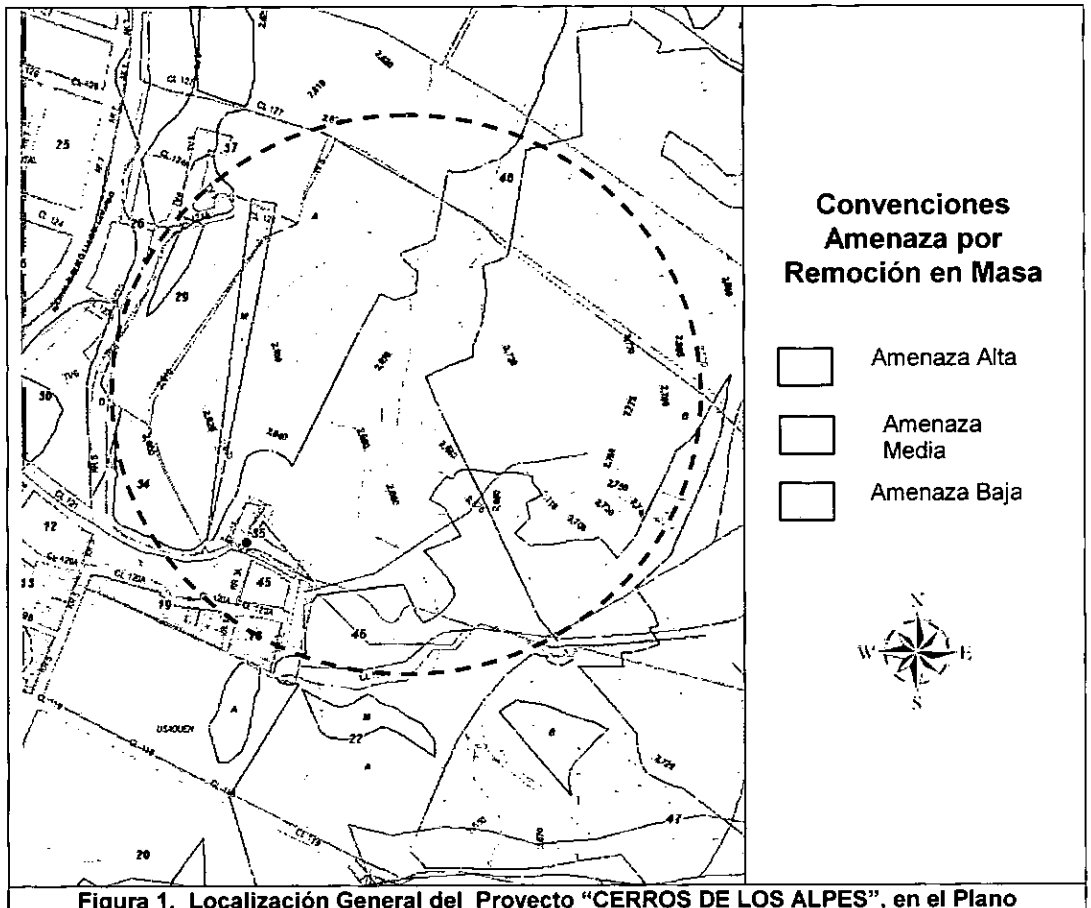


Figura 1. Localización General del Proyecto "CERROS DE LOS ALPES", en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa (Decreto 190 de 2004).

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

De acuerdo con la información presentada en el concepto técnico CT-5033 de 2007, por medio del cual se definió la necesidad de adelantar la FASE II del estudio detallado de amenaza y riesgo por remoción en masa, conforme con lo establecido en la Resolución 227 de 2006, el Proyecto **CERROS DE LOS ALPES**, se encuentra ubicado en la Calle 121 No. 3A-20 de la Localidad de USAQUÉN, la cual está localizada al nororiente del Distrito Capital. El proyecto se ubica aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas:

Norte*:	110900 a 111525
Este*:	105400 a 105900
Cotas*:	2610 a 2760

* Coordenadas y Cotas de acuerdo con el Plano Topográfico del Proyecto.

Según la información incluida en el concepto técnico CT-5033, el proyecto ubicado en la Calle 121 No. 3A-20, de la localidad de Usaquén, contempla la construcción de un (1) edificio de nueve (9) pisos, un (1) sótano y un (1) semisótano, dentro de la urbanización Cerros de los Alpes, en la cual se encuentran construidos tres (3) bloques de apartamentos, en el costado nororiental predio. El proyecto urbanístico total contempla la construcción de diez (10) nuevos bloques de apartamentos.

El tipo de cimentación propuesto para utilizar en el proyecto, según lo presentado en el capítulo No. 9, Vulnerabilidad y Riesgo, del estudio en cuestión, consiste en caissons, los cuales serán apoyados en la roca.

El concepto técnico No. 5209 de 2008, relacionado con el estudio de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa se transcribe a continuación en referencia a los requerimientos pertinentes de la Resolución 227 de 2006.

3. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO CT – 5209 DE 2008

3.1. ESTUDIOS BÁSICOS

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

Los aspectos geológicos son tratados en el estudio en el capítulo No. 2, en donde se realiza una descripción general de las condiciones geológicas regionales del sector donde se busca desarrollar el proyecto, indicando que la zona de estudio se encuentra sobre rocas del Grupo Guadalupe.

Diagonal 47 No. 77A -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

Dentro del desarrollo del estudio se presenta la descripción geológica local, en la cual se identificaron las siguientes unidades: Formación - Fm Plaeners – arcillolita (Ksgp-ar), Fm Plaeners – limolita – muy fracturada (Ksgp-l-mf), Fm Plaeners – arenisca – muy fracturada (Ksgp-a-mf), Fm Labor – arenisca – muy fracturada (Ksgl-a-mf), Fm Labor – muy fracturada (Ksgl-mf), Depósitos de Pendiente Coluvión (Qc), Depósitos de Relleno Antrópico – Tipo 1 (Qra-1), Depósitos de Relleno Antrópico – Tipo 2 (Qra-2) y Depósitos de Minería (Qdm).

El levantamiento geológico es presentado en una base cartográfica en planta escala 1:1000, con curvas de nivel cada 1.0m, debidamente firmado por el profesional que lo elaboró. Esta información es complementada con la presentación de cuatro (4) secciones transversales en un plano a escala 1:1000. En este levantamiento se muestra la distribución y características principales de los materiales identificados.

Desde el punto de vista de la geología estructural, se identificaron a nivel regional los principales sistemas de fallas y pliegues cercanos al área del proyecto. Localmente se realizó el levantamiento de 560 datos estructurales, definiendo tres (3) dominios estructurales, para los cuales se valoró, para diferentes inclinaciones de los taludes proyectados, la posibilidad cinemática de que se presenten procesos de inestabilidad, lo cual permitió identificar que en los tres dominios estructurales son posibles las fallas de tipo planar, en cuña y por volteo.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar el estudio en los siguientes aspectos.

- En la descripción de la Formación Plaeners – Arenisca – Muy Fracturada (Ksgp-a-mf), numeral 2.10.1.3, se presenta la fotografía 2.10, en la cual identifica una zona de brecha, la cual no se encuentra cartografiada en el mapa Geológico, ni se indica porque dicha zona no es incluida.

- Se recomienda revisar las descripciones de las unidades y depósitos presentados en el mapa geológico, ya que por ejemplo la descripción mostrada para los depósitos Qra-2 es la de los depósitos Qra-1.

- Se solicita indicar el valor o valores del ángulo de fricción utilizado para el análisis cinemático realizado para evaluar el potencial de caída de bloques.

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

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

En el numeral 3 es mostrado el capítulo de geomorfología, en el que se especifica que el área de estudio presenta relieves o modelados estructural – denudacional y agradacional y se definen las siguientes unidades geomorfológicas: Talud Afectado por Extracción (Tae), Talud Agradacional Antrópico (Taa), Ladera Escarpada (Les), Explanación Antrópica (Ea), Ladera en Coluvión (Lc), Talud Transitorio en Materiales Sueltos (Tt-ms) y Zona de Deslizamiento (Dt1). Para cada una de estas unidades se indica su morfogénesis, tipo de relieve, litología, procesos morfodinámicos y mecanismos de falla.

Dentro de los análisis presentados en el numeral 1.7 Antecedentes Históricos, se muestra el análisis multitemporal de las fotografías aéreas para los años 1949, 1960, 1977, 1979, 1982, 1985, 1987 y 2004; en el que se resalta la dinámica de la actividad extractiva de materiales en la zona de estudio, se identifican procesos morfodinámicos y lineamientos geológicos.

En este capítulo se identificaron como principales procesos morfodinámicos, la caída de rocas y bloques, deslizamientos, procesos de erosión y meteorización.

El levantamiento geomorfológico se presenta en un plano con vista en planta a escala 1:1000, con curvas de nivel cada 1.0m, debidamente firmado por el profesional que lo elaboró, en el cual no se identificaron los procesos morfodinámicos caracterizados.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar el estudio en los siguientes aspectos.

- Los procesos de inestabilidad descritos en el capítulo 3. Geomorfología, para las unidades Tae (Talud Afectado por Extracción), Lc (Ladera en Coluvión) y Les (Ladera Escarpada), no son correspondientes con los presentados en la tabla 3.1 del mismo; al igual que con lo indicado en el mapa Geomorfológico, para esta temática; por lo tanto, se solicita verificar que la información y descripciones presentadas sean consistentes.

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

- La unidad de modelado estructural antrópico, descrita en el numeral 3.1.2 del estudio, no se encuentra cartografiada en el mapa geomorfológico.

- En el mapa geomorfológico se encuentra cartografiado como Taa (Talud Agradacional Antrópico), unos depósitos de minería (Qdm) presentados en el mapa geológico, por lo tanto se solicita verificar y/o justificar dicha correlación.

- Del mismo modo, en el mapa geomorfológico aparece cartografiada la unidad Tt-ms (Talud Transitorio en Materiales Sueltos) en la parte inferior de la zona del deslizamiento, la cual ha sido correlacionada con depósitos de minería (Qdm); sin embargo en el mapa geológico, no se aprecia este aspecto.

- En el numeral 3.3.4 Procesos de Remoción en Masa, falta presentar la descripción de los "Flujos de material", que se presentan en las unidades Tae (Talud Afectado por Extracción) y Lc (Ladera en Coluvión), según lo indicado en la tabla 3.1.

c. Hidrogeología

En el capítulo 5 se presenta la evaluación hidrológica e hidráulica de la zona de estudio, definiendo entre otros aspectos, las condiciones de precipitación, curvas IDF, lluvia crítica (Relación Lluvia – Deslizamiento) y los criterios de diseño de las obras hidráulicas proyectadas para el sector.

Los aspectos de hidrogeología se incluyen en el capítulo 6; indicando que las rocas del sector (Grupo Guadalupe), forman un acuífero confinado, con permeabilidad primaria en las formaciones superiores (Arenisca Tierna y Labor) y permeabilidad secundaria en las formaciones inferiores (Plaeners y Arenisca Dura).

Aunque se define de manera general el marco hidrogeológico de la zona de estudio, no se realiza un análisis que permita definir los parámetros correspondientes a posición(es) de niveles de agua o factores ru (relación presión de poros/esfuerzo total vertical) en condiciones normales y posición(es) de niveles de agua o factores ru en condiciones extremas de lluvias críticas y el período de recurrencia de esta situación, según lo estipulado en el numeral 3.2.1.3 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006. Adicionalmente, según este numeral, el estudio hidrogeológico fijará los criterios para definir y diseñar el tipo de medidas de drenaje que mejor se adecuen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio y que harán parte del plan de obras de prevención y estabilización, estableciendo el rango de eficacia de las mismas en términos de su efecto sobre los parámetros iniciales (niveles de agua o factores ru), valores que se tendrán en cuenta en los análisis requeridos en el numeral 3.8 de esta

Resolución. En este sentido hace falta complementar los aspectos hidrogeológicos y ajustar los criterios de diseño en el estudio detallado de amenaza y riesgo por remoción en masa, con lo anteriormente indicado.

NO CUMPLE

d. Drenaje Superficial

En el capítulo 5 se menciona la presencia de un drenaje natural, para el cual no se presenta una descripción completa del mismo, indicando: tipo de drenaje, localización, características, etc. y no se evalúa su incidencia en las conclusiones que deben presentarse en el aspecto hidrológico, según lo estipulado en el numeral 3.2.1.3 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

Teniendo en cuenta lo anterior y demás aspectos presentados, en el estudio el drenaje superficial no se encuentra tratado siguiendo los requerimientos de los términos de referencia de la Resolución 227. En este sentido el estudio debe ser complementado de acuerdo con lo solicitado en el numeral 3.2.1.4 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006: "*El estudio deberá incluir una evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial, tanto natural como artificial (sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial) dentro de la zona de influencia del proyecto, de manera de establecer su posible incidencia en los fenómenos de remoción en masa que afectan el área o que se podrían generar. Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda y no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación, a la luz de la información expresamente solicitada por el interesado a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB SA ESP sobre el particular y cuya documentación deberá anexarse al estudio*".

NO CUMPLE

e. Sismología

En el capítulo 7, se presentan las características sísmicas; allí se muestra el marco tectónico regional y local, indicando que la zona de estudio se encuentra en la Zona 1-Cerros, según el estudio de respuesta dinámica de la ciudad de Bogotá. Por otra parte en el numeral 7.4 se señala que "*para los análisis definitivos de los modelos dinámicos se seleccionó una aceleración de 0.20g*"; sin embargo, según lo presentado en el numeral 8.3 Resultados obtenidos, del capítulo 8. Análisis de Amenaza, el valor

del coeficiente de aceleración horizontal pseudo-estático utilizado en los análisis es de 0.16, en este sentido es necesario que se aclare este aspecto y verificar que la información presentada sea correspondiente.

NO 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

En el numeral 4 se presenta la descripción de cobertura y uso del suelo para la zona de estudio, indicando que ésta se encuentra conformada por zonas de Páramo, Páramo Urbano y Zona Urbana. Esta zonificación es plasmada en un plano a escala 1:1000, con curvas de nivel cada 1.0m, firmado por el profesional responsable.

En este capítulo se precisa que la morfología de la zona es el resultado de la extracción minera y de la adecuación de ésta para la construcción de un proyecto urbanístico. Del mismo modo se indica que: "*La actividad minera tiene su relación con la actividad de las fallas y pliegues en el perímetro, ya que la proximidad de zonas de falla o pliegues, hacen que la roca se presente en un estado de mayor fracturamiento y hace que la tarea de extraer material para diversas actividades se facilite por el mismo estado en que se encuentra el material*".

CUMPLE

3.2 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

Este inventario y caracterización no se presenta adecuadamente en el estudio, teniendo en cuenta que aunque en el capítulo de geomorfología se muestra la descripción de los procesos morfodinámicos presentes en la zona de estudio, no está conforme con lo exigido, de acuerdo con el numeral 3.3.1 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, "*Será complementario a los trabajos de geomorfología del numeral 3.2.1.2., e implica la descripción y clasificación de todos los procesos de inestabilidad identificados en el área de estudio, clasificándolos en antiguos y*

Diagonal 47 No. 77A -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

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". En este sentido hace falta complementar con lo solicitado por la Resolución 227 de 2006, dado que aunque se describe, no se hacen anotaciones en cuanto a su grado de actividad, mecanismo de falla, propagación o retrogresividad que permitan determinar su área de influencia y relación con el proyecto a construir.

En este mismo sentido, se reitera la recomendación presentada en el concepto técnico CT-5033 de 2007, "*se recomienda hacer énfasis en la caracterización del deslizamiento ubicado al costado oriental de la urbanización, definiendo entre otros aspectos, las dimensiones del movimiento, los mecanismos de falla que se presentaron, condiciones de estabilidad, posibilidades de retrogresión del fenómeno; acompañado de una adecuada y completa caracterización geomecánica de los materiales involucrados*".

NO CUMPLE

De acuerdo con el parágrafo 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, dentro del contenido mínimo del informe se debe presentar un Plano de Inventario y Caracterización Detallado de Procesos de Remoción Actuales, por lo que esta información cartográfica se debe incluir.

La DPAE aclara que el consultor asume toda la responsabilidad en el caso que se haya omitido la identificación de posibles procesos de inestabilidad presentes o potenciales y que no se tuvieron en cuenta en los análisis.

b. Formulación del Modelo

En el estudio no se encuentra estructurado un modelo Geológico – Geotécnico, basado en los estudios básicos requeridos y la caracterización e inventario detallado de los procesos de remoción en masa, según lo estipulado en el numeral 3.3.2 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006. No se establece con claridad la relación entre los rasgos geológicos y los procesos de inestabilidad actuales y potenciales y sus mecanismos de falla.

Esta información se deberá plantear, apoyada en secciones y perfiles transversales del área de interés, para definir el modelo o modelos geológico-geotécnicos de los distintos sectores del área de estudio. En este sentido se recomienda presentar las secciones empleadas para los análisis de estabilidad especificando los materiales

Diagonal 47 No. 77A -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

presentes, propiedades geomecánicas utilizadas en los análisis efectuados, y demás información, que el consultor considere pertinente para presentar de una forma clara el modelo o modelos geológico - geotécnicos formulados.

NO CUMPLE

c. Exploración Geotécnica

En la metodología descrita para el levantamiento y cartografía geológica a nivel local, se indica que se realizó una exploración superficial con levantamiento de datos estructurales y columnas estratigráficas, complementada con una exploración del subsuelo que incluía perforaciones. Según lo descrito en el numeral 2.9 Geología Local, el levantamiento estructural involucró la toma de cerca de 560 datos y 10 puntos de control, y las columnas estratigráficas incluyeron un levantamiento de 212m. Es importante mencionar que las perforaciones realizadas (12 en total) se concentraron en el costado sur del predio, en un polígono que define una de las edificaciones proyectadas.

Dentro de la etapa de exploración geotécnica, se realizaron ensayos de campo y se obtuvieron muestras para la ejecución de ensayos de corte directo y pruebas para la evaluación de propiedades índice, tales como, límites de atterberg, granulometrías y ensayos con penetrómetro de bolsillo.

Se realizaron un total de 3 ensayos de corte directo, uno sobre Rellenos, otro sobre material del Depósito Coluvial y el último hecho sobre *"Arcillas rojas con vetas amarillas"*, para una muestra a 10m de profundidad, cuyos registros en esta última muestra, se encuentran incompletos, faltando los correspondientes para las presiones normales de 6.032 kg/cm^2 y 7.54 kg/cm^2; por otra parte, en este mismo ensayo, no existe correspondencia entre los esfuerzos de falla empleados para la construcción de la envolvente de falla y lo presentado en dicho diagrama. Finalmente, no se incluyen los parámetros de resistencia encontrados.

En los resultados de los ensayos de corte directo se indica que las muestras fueron obtenidas de apiques, los cuales no se encuentran localizados en el mapa geológico y no se incluyen sus respectivos registros; por lo tanto, se solicita que se incluya dicha información.

De acuerdo con el numeral 3.3.3 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, es necesario complementar este capítulo con los siguientes puntos:

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

- Considerando que "*La investigación geotécnica tendrá por objeto el levantar, mediante trabajos de campo, complementados con trabajos de laboratorio, la información suficiente y adecuada que permita caracterizar cuantitativamente los procesos de inestabilidad identificados*", es necesario justificar porque esta actividad no se realizó en el área que define el deslizamiento ubicado al costado oriental del predio.

- Es necesario incluir de manera explícita la justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio adelantado. En este sentido es necesario justificar como se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

  i. Deberá contarse como mínimo con un sondeo por cada 1500m^2 de área de terreno, su ubicación deberá justificarse en términos del adecuado cubrimiento de las áreas de interés, incluyendo el área de influencia definida en la FASE I del Estudio. La exploración deberá soportar adecuadamente el modelo geológico-geotécnico de cada sector o zona de interés.

  ii. Cuando los mecanismos de falla consecuentes con el modelo geológico-geotécnico propuesto permitan inferir la ubicación más probable de las superficies o zonas de falla, más de 2/3 de las exploraciones realizadas deberán llevarse como mínimo tres metros por debajo de dichos rasgos.

  De no ser viable una aproximación como la anterior, la profundidad de al menos 2/3 de las perforaciones deberá involucrar todos los materiales de interés para el estudio, de acuerdo con el modelo geológico-geotécnico propuesto, según el numeral 3.3.2.

CUMPLE PARCIALMENTE

Este aspecto se deberá complementar con base en los comentarios anteriores.

La exploración geotécnica deberá evaluarse de nuevo a la luz de los ajustes al modelo geológico geotécnico y si se establece que el programa de investigación del subsuelo se considera insuficiente para caracterizar todos lo materiales que incidan en los análisis de estabilidad se deberán realizar los ajustes correspondientes.

La DPAE aclara que no es del alcance de esta revisión, a la luz de la resolución 227 de 2006, la comprobación y validación de los parámetros geotécnicos de resistencia, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en la carta de compromiso.

3.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

La evaluación de amenaza se realizó efectuando análisis de estabilidad para desprendimientos de bloques del macizo rocoso y deslizamientos tanto rotacionales como traslacionales. Los deslizamientos fueron evaluados en los depósitos de suelos y en los macizos rocosos muy fracturados.

El consultor indica que para los análisis de estabilidad por desprendimiento de bloques se emplearon los modelos propuestos por Hoek y Bray, y en los análisis de deslizamientos se utilizaron metodologías de equilibrio límite empleando el software "*slide*".

De acuerdo con lo presentado en el numeral 8.1 Generalidades, del capítulo 8. Análisis de Amenaza, para efectos de análisis se dividió el área de estudio en cinco (5) zonas, dependiendo de los materiales predominantes; no obstante, la localización de estas zonas no se presenta. Estos aspectos deben ser correlacionables con la formulación del modelo Geológico – Geotécnico.

En este capítulo se indican los parámetros de resistencia utilizados en los análisis, basados en los ensayos de corte directo efectuados y análisis de sensibilidad con respecto al coeficiente de presión de poros (Ru). Para los depósitos coluviales, exceptuando el área del deslizamiento, se consideró un valor adicional de cohesión aparente, con el objetivo de tener en cuenta el efecto de las raíces de los árboles sobre el terreno, frente a lo cual es necesario indicar en el estudio las referencias bibliográficas que soporten dicha consideración y se recomienda valorar en los análisis la influencia de la sobrecarga de los árboles.

Para los rellenos se realizó un análisis paramétrico en función de la altura del talud y la pendiente en el caso seco y para considerar el efecto del agua, el consultor indica que se "*realizó un análisis de sensibilidad para la superficie crítica del caso seco (superficie con menor factor de seguridad de cada una de las geometrías analizadas)*", obteniéndose una correlación en función de la inclinación del talud y el coeficiente de presión de poros (Ru); sin embargo, en esta metodología no es claro como se tuvo en cuenta las diferentes alturas de los taludes presentes y/o proyectados y que rangos de variación del factor Ru se utilizaron en dicha modelación.

Para los macizos rocosos se utilizaron las correlaciones basadas en el criterio de falla propuesto por Hoek y Bray et al (2002), el cual es función, entre otros aspectos, del índice de Resistencia Geológica (GSI) y de la resistencia a la compresión simple de

la roca; no obstante, el índice GSI no es presentado y la resistencia de la roca no se encuentra debidamente justificada o soportada. Caso similar ocurre para determinar la resistencia en las discontinuidades, donde se utilizan correlaciones, en las que no se encuentran debidamente soportados los valores de las variables utilizadas para su determinación.

Para la evaluación de las condiciones de estabilidad de los macizos rocosos fracturados se realizó igualmente un análisis paramétrico.

Como conclusiones de los análisis, el consultor indica que para el escenario en la condición actual se presenta una amenaza por fenómenos de remoción en masa entre media y alta y con el objetivo de llevar a cabo la disminución de las condiciones de amenaza se están adelantando terraceos con pendientes de 45°, con alturas máximas de 5m y bermas del orden de 3m, junto con la construcción de obras de drenaje superficial y subsuperficial (obras de mitigación ejecutadas parcialmente), encontrando para el escenario con obras de mitigación una categoría de amenaza media.

Finalmente el consultor indica que *"Teniendo en cuenta los análisis de estabilidad presentados en el anexo, se encuentra que para el tipo de bloques posibles en la zona de estudio la amenaza es baja a media, teniendo en cuenta que los posibles bloques no sobrepasan volúmenes de $1m^3$, dada la persistencia de las discontinuidades. Se puede suponer que la estabilidad de los taludes en roca, está dado por el deslizamiento rotacional dado el gran grado de fracturamiento del macizo en la zona de estudio".*

La zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa es presentada en planos a escala 1:1000, con curvas de nivel cada metro para el escenario en la condición actual y para el escenario con las obras de mitigación que se están adelantando hasta el momento, encontrando para el primer caso categorías de amenaza media y alta, y para el segundo caso baja y media. Estos planos se encuentran firmados por el profesional responsable de estos análisis.

Frente a los análisis y conclusiones presentadas; adicionalmente, se tienen las siguientes observaciones:

- De acuerdo con lo presentado por el consultor, los análisis de sensibilidad realizados, le permitieron calibrar o validar los parámetros de resistencia empleados en los análisis de estabilidad y por otra parte determinar las condiciones de amenaza por procesos de remoción; sin embargo, debido a que no se encuentra formulado claramente un modelo Geológico – Geotécnico de la

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

zona de estudio, se desconoce para que áreas y que rango de valores evaluados son aplicables para la categorización de la amenaza; con lo cual, dicha evaluación no se encuentra debidamente soportada y por lo tanto, las conclusiones presentadas en este aspecto no se encuentran justificadas.

- Se recomienda justificar claramente, lo pertinente y conservador de realizar los análisis de estabilidad considerando un único material variando su espesor y geometría, en lugar de realizarlos para diferentes secciones de análisis, según lo que se formule en el modelo Geológico - Geotécnico.

- No se presenta la evaluación de las condiciones de amenaza por flujos de material, descritos en el capítulo de Geomorfología.

- Es necesario, como se anotó, que se realice una completa caracterización de los procesos de inestabilidad identificados, en especial el deslizamiento ocurrido al costado oriental del área del proyecto, tal y como se recomendó en el concepto técnico CT-5033 de 2007. Estos aspectos se consideran necesarios, ya que por ejemplo, se desconoce si el proceso de inestabilidad ocurrió solo en el cuerpo del Depósito Coluvial o involucró la superficie de contacto Roca – Coluvión, por otra parte se desconocen las condiciones de estabilidad actuales y su posibilidad de retrogresión.

- En los análisis presentados no se incluyen los correspondientes a estabilidad por desprendimiento de bloques. Por otra parte, no se evaluó las condiciones de amenaza por la posibilidad de caída de los bloques sueltos ubicados al costado oriental del proyecto, según lo especificado en el concepto técnico CT-5033 de 2007.

- Es necesario indicar que el terraceo adelantado y las obras de drenaje construidas, generan un cambio en las condiciones actuales del terreno, las cuales deben ser claramente identificadas y localizadas en planos y no se constituyen en primera medida en obras de mitigación de las condiciones de amenaza, según los análisis realizados por el consultor; sin embargo, considerando que son complementarias para tal fin deben cumplir con los términos de referencia del numeral 3.7 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006 (Plan de Medidas de Reducción de Riesgo).

- Es necesario indicar para los mapas de zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa, además del escenario evaluado, la condición analizada (condición normal o extrema de los agentes detonantes). Se aclara que para ambos escenarios (situación actual y situación generada por el cambio de uso)

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

y como mínimo para la condición más extrema se deben elaborar y presentar los mapas de amenaza.

- De acuerdo con lo estipulado en el numeral 3.4 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, hace falta presentar la evaluación de las condiciones de amenaza por procesos de remoción en masa para el escenario generado por el cambio de uso sin obras de mitigación.

NO CUMPLE

Este aspecto debe ser complementado de acuerdo con los comentarios anteriores.

3.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Considerando que la evaluación de vulnerabilidad física es función de las condiciones de amenaza por procesos de remoción en masa, este aspecto deberá ser reevaluado teniendo en cuenta los ajustes que sean necesarios sobre este último tema.

La evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física, se encuentra basada en la cuantificación del Índice de Vulnerabilidad Físico (IVF), utilizando la metodología propuesta por Leone (1996) y modificada por Soler et al (1999). Se determinó y clasificó el tipo de estructuras o edificaciones proyectadas, los tipos de movimientos y solicitaciones a que pueden estar sometidos los elementos expuestos y el índice de daño (I), evaluado en una matriz de daño que es función del tipo de solicitación y la tipología de las edificaciones; luego, con este índice de daño, para un nivel de confianza de 1.0, por medio de conjuntos difusos se buscó determinar el porcentaje de daño o índice de pérdidas. Los análisis realizados llegan a este punto y no se determina el Índice de Vulnerabilidad Físico (IVF), por medio del cual el consultor define las categorías de vulnerabilidad física; por lo tanto, es necesario complementar los análisis y presentar de manera clara la relación entre el índice de pérdidas y el IVF.

Anexo al estudio se incluye un mapa de zonificación por vulnerabilidad física, representando una condición de vulnerabilidad física baja para las edificaciones proyectadas a escala 1:1000 con curvas de nivel cada metro, firmado por el profesional responsable de esta evaluación; no obstante, esta zonificación no se encuentra debidamente justificada.

NO CUMPLE

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

Este aspecto se deberá complementar con base en los comentarios anteriores. Adicionalmente, de acuerdo con lo estipulado en el numeral 3.5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, como conclusión del análisis de vulnerabilidad el estudio deberá ser explicito al fijar pautas específicas sobre:

i. Las condiciones de adecuación del terreno para el mejor emplazamiento y ubicación de las construcciones en relación con las amenazas identificadas.

ii. La necesidad o no de obras de mitigación y control de las amenazas identificadas.

iii. El tipo y el propósito específico de tales medidas.

3.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Primero deben cumplirse los aspectos de Amenaza y Vulnerabilidad para luego determinar el Riesgo. Por otra parte, no se encontró justificada la zonificación de riesgo presentada, considerando que el riesgo se evaluó en función del Índice de Vulnerabilidad Físico (IVF), el cual no se encuentra evaluado en el estudio presentado.

NO CUMPLE

Se reitera que el estudio deberá cumplir con lo solicitado expresamente en el numeral 3.6 del artículo segundo de la resolución 227.

3.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

El consultor propone dentro de las medidas de reducción de riesgo, empradización, obras de drenaje, perfilamiento del terreno y la instalación de una barrera dinámica "pedrapeñascos" de 2m de altura en el costado oriental de la zona de estudio.

En la zona del deslizamiento se propone la reconformación del terreno mediante terraceos y un muro de gravedad en su pata.

En las zonas de dominio estructural 2 y 3 se propone la protección de los taludes con geosintéticos y la instalación de drenes horizontales. En la zona de dominio estructural 1, para los taludes de corte se recomienda que se protejan con piedra pegada o empradizándolos.

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

Se incluye un plano de obras de mitigación a escala 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0m firmado por el profesional responsable, en el que se presenta la localización de las obras de drenaje superficial (sin incluir sus dimensiones y pendientes de diseño), zonas a empradizar, localización y dimensiones del muro de gravedad en la pata del deslizamiento, esquemas generales de reconformación del terreno y características de la barrera dinámica.

Al respecto se tienen los siguientes comentarios:

- Las obras de mitigación de riesgo propuestas no se encuentran justificadas, debido a que no se presentan los análisis que garanticen una condición de amenaza baja por procesos de remoción en masa.

- Según el plano de obras de mitigación, la única área de terreno que se propone reconformar es la relacionada con el deslizamiento; sin embargo, esto no es del todo correspondiente con los análisis realizados, por lo tanto se recomienda justificar y/o aclarar este aspecto.

- Desde el punto de vista técnico se debe justificar la necesidad del muro de gravedad en la base del deslizamiento.

- La eficiencia, desempeño y utilidad de la barrera dinámica no se encuentra debidamente justificada, para lo cual es necesario que se incluyan los respectivos análisis que garanticen sus condiciones de estabilidad para la energía máxima de impacto determinada, la verificación de las condiciones de presión admisible sobre el terreno por cargas laterales, la altura necesaria en función de las posibles alturas de rebote de los bloques que se buscan contener, etc.

CUMPLE PARCIALMENTE

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores, se reitera que se debe cumplir con lo establecido en el numeral 3.7 del artículo segundo de la resolución 227.

Adicionalmente, al incluir nuevos análisis, es posible que se requieran otras medidas de mitigación, por lo cual si es el caso, este aspecto deberá ser complementado.

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

3.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Esta evaluación no es incluida por el consultor.

NO CUMPLE

3.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida del Ingeniero Flavio Soler Sierra y el Geólogo John Mauricio Alfonso Rubio, los cuales la DPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227; sin embargo, se presentan planos firmados por el director del estudio, Ingeniero Carlos Restrepo G., para el cual no se incluye la hoja de vida; en este sentido, es necesario incluir la hoja de vida de éste.

CUMPLE PARCIALMENTE

3.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado no incluye todos los capítulos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la resolución 227 de 2006, lo anterior debido a que no se presenta la localización y descripción del proyecto, el modelo Geológico – Geotécnico (en el que se debe incluir entre otros aspectos el Plano de Inventario y Caracterización Detallado de Procesos de remoción actuales), la evaluación de amenaza con medidas de mitigación, y en el capítulo de Plan de Medidas de Mitigación del Riesgo, los diseños generales de las obras, especificaciones y recomendaciones de construcción, secuencia de ejecución, mantenimiento y monitoreo.

CUMPLE PARCIALMENTE

El informe debe ser estructurado, presentando como mínimo, los capítulos exigidos en el numeral 5 del artículo segundo de la resolución 227 de 2006, los cuales internamente pueden ser organizados y desarrollados de acuerdo con el criterio del analista.

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

3.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Los planos de las distintas temáticas se encuentran firmados en su totalidad, por los ingenieros Carlos Restrepo, Flavio Soler y el Geólogo John Mauricio Alfonso, de acuerdo con los requerimientos de la resolución.

Por otra parte, no se incluye la carta de responsabilidad del profesional responsable del estudio detallado de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa.

NO CUMPLE

4. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO RADICADO EN ABRIL Y MAYO DE 2008

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

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

- En la nueva versión del estudio, no se identificó en el mapa Geológico la zona de brecha descrita en la fotografía 2.10, relacionada en el numeral 2.10.1.3, Formación Plaeners – Arenisca – Muy Fracturada (Ksgp-a-mf), ni se indica porque dicha zona no es incluida.

- En la nueva versión del estudio, los Rellenos Antrópicos son cartografiados y referenciados como una sola unidad, identificada con la nomenclatura Qra. Por otra parte, la descripción presentada de esta unidad en el documento no es del todo correspondiente con la incluida en el mapa Geológico y adicionalmente, en el plano de perfiles geológicos se presenta la descripción de las dos unidades Qra-1 y Qra-2, dado que como se anotó se consideró como una sola unidad.

- En el capítulo 8. Análisis de Amenaza, se determinó la "Resistencia de las Discontinuidades", la cual es función, entre otros aspectos, del ángulo de resistencia residual de la roca, que a su vez depende de los ángulos de resistencia básicos de las rocas, los cuales según lo relacionado en la página 17 del mencionado capítulo, son "*tomados también con referencia a ensayos realizados sobre materiales de la misma formación en otros trabajos*". Finalmente, se presentan en una tabla los valores del ángulo de resistencia residual, según los

tipos de roca considerados en los análisis de estabilidad. Sin embargo, teniendo en cuenta lo anterior, no es claro que valor o valores del ángulo de fricción son utilizados para el análisis cinemático realizado para evaluar el potencial de caída de bloques (ángulos de fricción básicos o residuales).

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- En la nueva versión del estudio hay correspondencia en la descripción de las unidades presentadas en el numeral 3.1.1, con la información incluida en la tabla 3.1 y lo relacionado en el mapa Geomorfológico; sin embargo, la unidad "Ladera Estructural" (Le), presentada en la tabla 3.1, no se encuentra descrita en el estudio ni esta cartografiada en el mapa Geomorfológico, igualmente, la zona de deslizamiento presentada en el mapa no se encuentra descrita en el estudio. Por lo tanto, se solicita complementar estos aspectos.

- En el estudio se aclara que la Unidad Talud Afectado por Extracción (Tae) hace parte de la unidad de Modelado Estructural – Antrópico.

- El mapa geomorfológico fue modificado, de tal manera que la unidad Taa (Talud Agradacional Antrópico), es correspondiente con los depósitos antrópicos (Qra) presentados en el mapa geológico.

- Igualmente, en el mapa geomorfológico la unidad Tt-ms (Talud Transitorio en Materiales Sueltos) es correspondiente con los depósitos de minería (Qdm) identificados en el mapa geológico.

- En el numeral 3.3.4 se incluyo la descripción de los "Flujos de material", destacando que corresponden a flujos pequeños; no obstante, no se indica explícitamente porqué no son cartografiables.

CUMPLE PARCIALMENTE

c. Hidrogeología

En el numeral 6.1 Drenaje Superficial, se indica que "[...] *los análisis de estabilidad se realizaron para un gama de valores de presión de poros, tomando como valor de Ru*

Diagonal 47 No. 77A -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

entre 0 (condición actual, seca) y 0.5 (condición extrema, saturada). Sobre este último punto, la DPAE interpreta que la condición "actual" a la que hace referencia el consultor, corresponde con la condición normal de agua.

Es necesario complementar este aparte del estudio con lo especificado en el numeral 3.2.1.3 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, en el que se indica que "*el estudio hidrogeológico fijará los criterios para definir y diseñar el tipo de medidas de drenaje que mejor se adecuen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio y que harán parte del plan de obras de prevención y estabilización, estableciendo el rango de eficacia de las mismas en términos de su efecto sobre los parámetros iniciales (niveles de agua o factores ru), valores que se tendrán en cuenta en los análisis requeridos en el numeral 3.8 de esta Resolución*".

CUMPLE PARCIALMENTE

d. Drenaje Superficial

Se reiteran las observaciones presentadas en el concepto CT-5209, para este capítulo.

En el capítulo 5 se menciona la presencia de un drenaje natural, para el cual no se presenta una descripción completa del mismo, indicando: tipo de drenaje, localización, características, etc. y no se evalúa su incidencia en las conclusiones que deben presentarse en el aspecto hidrológico, según lo estipulado en el numeral 3.2.1.3 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

Teniendo en cuenta lo anterior y demás aspectos presentados, en el estudio el drenaje superficial no se encuentra tratado siguiendo los requerimientos de los términos de referencia de la Resolución 227. En este sentido el estudio debe ser complementado de acuerdo con lo solicitado en el numeral 3.2.1.4 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006: "*El estudio deberá incluir una evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial, tanto natural como artificial (sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial) dentro de la zona de influencia del proyecto, de manera de establecer su posible incidencia en los fenómenos de remoción en masa que afectan el área o que se podrían generar. Cuando se presenten ríos, caños, quebradas o canalizaciones dentro de las áreas de estudio, sus zonas de ronda y no intervención serán marcadas en los planos correspondientes de zonificación, a la luz de la información expresamente solicitada por el interesado a la Empresa de*

Diagonal 47 No. 77A -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

Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB SA ESP sobre el particular y cuya documentación deberá anexarse al estudio".

NO CUMPLE

e. Sismología

En el numeral 7.4 del estudio, se suprimió el párrafo que indicaba que "*para los análisis definitivos de los modelos dinámicos se seleccionó una aceleración de 0.20g*" y en el numeral 7.5 se indica que "*Para los análisis pseudo-estáticos, se tomó un valor de 2/3 la aceleración máxima en roca (Am=0.24), dando un valor de 0.16 de aceleración horizontal*", lo cual es consistente con lo indicado en el numeral 8.3 Resultados obtenidos, del capítulo 8. Análisis de Amenaza.

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

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

4.2 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

De acuerdo con lo presentado en el numeral 3.3 Morfodinámica y lo especificado en el concepto técnico CT-5209, para los procesos Caída de rocas y bloques, Deslizamientos y Flujos de material, hace falta especificar el estado de actividad (antiguos y recientes) de los procesos de inestabilidad. Frente al deslizamiento, se reitera la recomendación de incluir en este capítulo una descripción de los mecanismos de falla que se presentaron, condiciones de estabilidad y posibilidad de retrogresión del fenómeno.

Frente al plano de "Inventario y Caracterización Detallado de Procesos de Remoción Actuales", este tipo de información para los procesos descritos es incluida en el plano Geomorfológico. Como se mencionó anteriormente en el parágrafo b, del numeral 4.1 Estudios Básicos, del presente concepto técnico, en el numeral 3.3.4 del estudio se incluyó la descripción de los "Flujos de material", destacando que corresponden a flujos pequeños; no obstante, no se indica explícitamente porqué no son cartografiables.

CUMPLE PARCIALMENTE

La DPAE aclara que el consultor asume toda la responsabilidad en el caso que se haya omitido la identificación de posibles procesos de inestabilidad presentes o potenciales y que no se tuvieron en cuenta en los análisis.

b. Formulación del Modelo

En la nueva versión del estudio, se incluye el plano No. 3B – Modelo Geológico Geotécnico, Urbanización Cerros de los Alpes, en el cual se definen tres (3) sectores de "Familias Estructurales" y se presenta un cuadro en el que se especifica el tipo de material, sector, geoforma característica, procesos característicos, tipo de falla, modelo de estabilidad empleado, criterio de falla, geometría del modelo, parámetros del modelo, condiciones del agua, condiciones de sismo y observaciones. De esta forma el consultor define cada una de las variables y elementos que se consideraron en el modelo empleado para los análisis.

De acuerdo con las observaciones incluidas en la tabla presentada en el plano No. 3B – Modelo Geológico Geotécnico, Urbanización Cerro de los Alpes, los diferentes materiales fueron modelados como taludes homogéneos, para diferentes alturas e inclinaciones de los mismos, por lo cual la DPAE interpreta, que no es necesario incluir las secciones empleadas para los análisis de estabilidad.

CUMPLE PARCIALMENTE

El modelo deberá ajustarse en función de las complementaciones de los estudios básicos.

Diagonal 47 No. 77A -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

c. Exploración Geotécnica

De acuerdo con lo presentado en el concepto técnico CT-5209, hace falta complementar este capítulo en los siguientes puntos:

- Complementar los registros del ensayo de corte directo para la muestra de "Arcillas rojas con vetas amarillas", tomada a 10m de profundidad y verificar la correspondencia entre los esfuerzos de falla empleados para la construcción de la envolvente de falla y lo presentado en dicho diagrama, e incluir los parámetros de resistencia encontrados.

- Localizar los apiques realizados, en el mapa Geológico, junto con los demás sondeos de exploración del subsuelo adelantada.

- Considerando que "*La investigación geotécnica tendrá por objeto el levantar, mediante trabajos de campo, complementados con trabajos de laboratorio, la información suficiente y adecuada que permita caracterizar cuantitativamente los procesos de inestabilidad identificados*", es necesario justificar porque esta actividad no se realizó en el área que define el deslizamiento ubicado al costado oriental del predio.

- Es necesario incluir de manera explícita la justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio adelantado. En este sentido es necesario justificar como se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

  i. Deberá contarse como mínimo con un sondeo por cada 1500m^2 de área de terreno, su ubicación deberá justificarse en términos del adecuado cubrimiento de las áreas de interés, incluyendo el área de influencia definida en la FASE I del Estudio. La exploración deberá soportar adecuadamente el modelo geológico-geotécnico de cada sector o zona de interés.

  ii. Cuando los mecanismos de falla consecuentes con el modelo geológico-geotécnico propuesto permitan inferir la ubicación más probable de las superficies o zonas de falla, más de 2/3 de las exploraciones realizadas deberán llevarse como mínimo tres metros por debajo de dichos rasgos.

  De no ser viable una aproximación como la anterior, la profundidad de al menos 2/3 de las perforaciones deberá involucrar todos los materiales de interés para

el estudio, de acuerdo con el modelo geológico-geotécnico propuesto, según el numeral 3.3.2.

CUMPLE PARCIALMENTE

Este aspecto se deberá complementar con base en los comentarios anteriores.

La exploración geotécnica deberá evaluarse de nuevo a la luz de los ajustes al modelo geológico geotécnico y si se establece que el programa de investigación del subsuelo se considera insuficiente para caracterizar todos lo materiales que incidan en los análisis de estabilidad se deberán realizar los ajustes correspondientes.

La DPAE aclara que no es del alcance de esta revisión, a la luz de la resolución 227 de 2006, la comprobación y validación de los parámetros geotécnicos de resistencia, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en la carta de compromiso.

4.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

- De acuerdo con lo presentado en el plano No. 3B – Modelo Geológico Geotécnico, Urbanización Cerros de los Alpes y los análisis presentados en el capítulo 8 del estudio, los sectores a los que se hace referencia en el numeral 8.1, corresponden con los tipos de materiales que fueron analizados.

- En la tabla incluida en el plano No. 3B – Modelo Geológico Geotécnico, Urbanización Cerros de los Alpes, se indica que el valor de cohesión aparente adicional considerado en los análisis por el efecto de las raíces de los árboles, corresponde a un valor conservador, considerando lo reportado por los autores O'Louglin y Ziemer, 1982. No obstante, es necesario incluir los resultados de los análisis efectuados sobre los depósitos coluviales.

- Con respecto a los análisis realizados sobre los materiales de relleno, en el numeral 8.4.2.1 se menciona que "*Los parámetros de resistencia utilizados en los análisis de los rellenos fueron los obtenidos del ensayo de corte directo [...]*"; por otra parte, según lo indicado en la tabla incluida en el plano No. 3B – Modelo Geológico Geotécnico, Urbanización Cerros de los Alpes, para estos materiales, los análisis se realizaron para taludes entre 15° y 45°, alturas entre 1m y 10m y factores Ru entre 0 y 0.5.

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

- Aunque no se incluye el valor de índice GSI utilizado en el criterio de falla de Hoek et al (2002), se presentan tanto en la formulación del modelo como en el numeral 8.4.2.2 Cortes en Roca, los valores m_b, s y a, que son función del índice GSI; no obstante, la resistencia a la compresión simple de la roca no se encuentra debidamente justificada o soportada y caso similar ocurre para determinar la resistencia en las discontinuidades, donde se utilizan correlaciones, en las que no se encuentran debidamente soportados los valores de las variables utilizadas para su determinación.

- Con la formulación del modelo geológico geotécnico se aclaran las diferentes consideraciones tenidas en cuenta para realizar los análisis de estabilidad; no obstante, se desconoce para que áreas y que rango de valores evaluados son aplicables para la categorización de la amenaza (el área de estudio no se encuentra zonificada de acuerdo con las variables geométricas (altura y talud) utilizadas en los análisis), con lo cual la zonificación de amenaza no se encuentra debidamente justificada. Este aspecto se refleja por ejemplo en los coluviones, donde no se especifica cual es el espesor promedio o espesores actuales de estos materiales y por lo tanto no se encuentra justificada la categoría de amenaza por remoción en masa en la situación actual.

- En la formulación del modelo geológico geotécnico se aclara que el deslizamiento en el depósito coluvial ocurre en el contacto suelo – roca y en el numeral 3.3.4 Procesos de Remoción en Masa, se indica que *"Observando el coluvión en el deslizamiento, se nota que han sucedido varios eventos de diferente magnitud, y observando la parte superior del deslizamiento, existe las condiciones que sea reincidente"*, con lo cual se evidencia su carácter retrogresivo.

- En el anexo V-I se presenta el resumen de los resultados obtenidos en los análisis de estabilidad de falla planar y en cuña en roca (aunque falta especificar la persistencia y separación media de las discontinuidades, aspectos que se consideran necesarios para definir los tamaños de los bloques); sin embargo, no se incluyen los correspondientes a los de volcamiento. Por otra parte, no se evaluó las condiciones de amenaza por la posibilidad de caída de los bloques sueltos ubicados al costado oriental del proyecto, según lo especificado en el concepto técnico CT-5033 de 2007. Es necesario indicar que de acuerdo con los resultados de los análisis de falla planar, la categoría de amenaza por remoción es alta de manera general, lo cual es contrario a lo presentado en la página 18 del capítulo 8, donde se indica que esta categoría es baja y media.

Se reiteran los aspectos que no fueron complementados o aclarados en esta nueva versión del estudio, de acuerdo con lo indicado en el concepto CT-5209:

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

- Se recomienda justificar claramente, lo pertinente y conservador de realizar los análisis de estabilidad considerando un único material variando su espesor y geometría, en lugar de realizarlos para diferentes secciones de análisis, según lo que se formule en el modelo Geológico - Geotécnico.

- No se presenta la evaluación de las condiciones de amenaza por flujos de material, descritos en el capítulo de Geomorfología.

- Es necesario indicar que el terraceo adelantado y las obras de drenaje construidas, generan un cambio en las condiciones actuales del terreno, las cuales deben ser claramente identificadas y localizadas en planos y no se constituyen en primera medida en obras de mitigación de las condiciones de amenaza, según los análisis realizados por el consultor; sin embargo, considerando que son complementarias para tal fin deben cumplir con los términos de referencia del numeral 3.7 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006 (Plan de Medidas de Reducción de Riesgo).

- Es necesario indicar para los mapas de zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa, además del escenario evaluado, la condición analizada (condición normal o extrema de los agentes detonantes). Se aclara que para ambos escenarios (situación actual y situación generada por el cambio de uso) y como mínimo para la condición más extrema se deben elaborar y presentar los mapas de amenaza.

- De acuerdo con lo estipulado en el numeral 3.4 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, hace falta presentar la evaluación de las condiciones de amenaza por procesos de remoción en masa para el escenario generado por el cambio de uso sin obras de mitigación.

CUMPLE PARCIALMENTE

Este aspecto debe ser complementado adicionalmente, si es el caso, teniendo en cuenta los ajustes en los estudios básicos.

4.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Este capítulo no presenta ninguna modificación frente al verificado en el concepto técnico CT-5209 y por lo tanto se reiteran las observaciones indicadas en éste.

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

Considerando que la evaluación de vulnerabilidad física es función de las condiciones de amenaza por procesos de remoción en masa, este aspecto deberá ser reevaluado teniendo en cuenta los ajustes que sean necesarios sobre este último tema.

Con el índice de daño, para un nivel de confianza de 1.0, por medio de conjuntos difusos se buscó determinar el porcentaje de daño o índice de pérdidas. Los análisis realizados llegan a este punto y no se determina el Índice de Vulnerabilidad Físico (IVF), por medio del cual el consultor define las categorías de vulnerabilidad física; por lo tanto, es necesario complementar los análisis y presentar de manera clara la relación entre el índice de pérdidas y el IVF.

La vulnerabilidad física no se encuentra debidamente justificada.

NO CUMPLE

Este aspecto se deberá complementar con base en los comentarios anteriores. Adicionalmente, de acuerdo con lo estipulado en el numeral 3.5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, como conclusión del análisis de vulnerabilidad el estudio deberá ser explicito al fijar pautas específicas sobre:

i. Las condiciones de adecuación del terreno para el mejor emplazamiento y ubicación de las construcciones en relación con las amenazas identificadas.

ii. La necesidad o no de obras de mitigación y control de las amenazas identificadas.

iii. El tipo y el propósito específico de tales medidas.

4.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Primero deben cumplirse los aspectos de Amenaza y Vulnerabilidad para luego determinar el Riesgo. Por otra parte, no se encontró justificada la zonificación de riesgo presentada, considerando que el riesgo se evaluó en función del Índice de Vulnerabilidad Físico (IVF), el cual no se encuentra evaluado en el estudio presentado.

NO CUMPLE

Se reitera que el estudio deberá cumplir con lo solicitado expresamente en el numeral 3.6 del artículo segundo de la resolución 227.

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

4.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Aunque se complementa la descripción del tipo de medidas de reducción de riesgo, se reitera y complementa lo indicado en el concepto técnico CT-5209.

- Las obras de mitigación de riesgo propuestas no se encuentran justificadas, debido a que no se presentan los análisis que garanticen una condición de amenaza baja por procesos de remoción en masa, aunque aparentemente la "Barrera Para Peñascos" formulada, busca servir como barrera de protección ante la caída de bloques en la zona que tendría una amenaza media por remoción en masa; sin embargo, esta apreciación no se encuentra justificada, considerando lo que se menciona más adelante en este concepto para este tipo de obra de mitigación.

- De acuerdo con la simbología utilizada en el plano de obras de mitigación de riesgo, la única área de terreno que se propone reconformar es la relacionada con el deslizamiento, por otra parte se incluyen otros esquemas de modificación de la geometría de los taludes para las zonas E1, E2 y E3; sin embargo no se especifica la geometría final recomendada.

- Desde el punto de vista técnico se debe justificar la necesidad del muro de gravedad en la base del deslizamiento como medida de mitigación.

- La eficiencia, desempeño y utilidad de la barrera dinámica "Barrera Para Peñascos" no se encuentra debidamente justificada, para lo cual es necesario que se incluyan los respectivos análisis que garanticen sus condiciones de estabilidad para la energía máxima de impacto determinada, la verificación de las condiciones de presión admisible sobre el terreno por cargas laterales, la altura necesaria en función de las posibles alturas de rebote de los bloques que se buscan contener, etc.

CUMPLE PARCIALMENTE

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores, se reitera que se debe cumplir con lo establecido en el numeral 3.7 del artículo segundo de la resolución 227.

Adicionalmente, al incluir nuevos análisis, es posible que se requieran otras medidas de mitigación, por lo cual si es el caso, este aspecto deberá ser complementado.

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

4.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El único análisis realizado por el consultor en este aspecto, corresponde a los efectuados considerando la reconformación del terreno que se está adelantando en los depósitos coluviales, presentando una categoría de amenaza media por remoción en masa, con lo cual no se ajusta a los criterios de admisibilidad de amenaza, según el numeral 3.8 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006 (aunque conforme a estos términos de referencia aparentemente proyecta restringir el uso de esta zona). En este sentido no se realizó la evaluación de amenaza con medidas de mitigación para todos los materiales y para los diferentes mecanismos de falla considerados.

NO CUMPLE

3.8 PROFESIONALES

Se reiteran las observaciones presentadas en el concepto CT-5209 en relación con este aspecto.

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida del Ingeniero Flavio Soler Sierra y el Geólogo John Mauricio Alfonso Rubio, los cuales la DPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227; sin embargo, se presentan planos firmados por el director del estudio, Ingeniero Carlos Restrepo G., para el cual no se incluye la hoja de vida; en este sentido, es necesario incluir la hoja de vida de éste.

CUMPLE PARCIALMENTE

4.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado no incluye todos los capítulos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del articulo segundo de la resolución 227 de 2006, lo anterior debido a que no se presenta la descripción del proyecto, la evaluación de amenaza con medidas de mitigación, y en el capítulo de Plan de Medidas de Mitigación del Riesgo, los diseños generales de las obras, especificaciones y recomendaciones de construcción, secuencia de ejecución, mantenimiento y monitoreo.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

El informe debe ser estructurado, presentando como mínimo, los capítulos exigidos en el numeral 5 del artículo segundo de la resolución 227 de 2006, los cuales internamente pueden ser organizados y desarrollados de acuerdo con el criterio del analista.

4.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

En esta versión los planos de las distintas temáticas se encuentran parcialmente firmados, por los ingenieros Carlos Restrepo, Flavio Soler y el Geólogo John Mauricio Alfonso, de acuerdo con los requerimientos de la resolución.

Por otra parte, no se incluye la carta de responsabilidad del profesional responsable del estudio detallado de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa.

NO CUMPLE

5. 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 para el proyecto "CERROS DE LOS ALPES", presentado por la Firma Espinosa y Restrepo - Ingeniería de Suelos, **NO CUMPLE** con 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.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda complementar el estudio presentado, teniendo en cuenta cada una de las observaciones escritas en este concepto técnico 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.

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

7. 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	**LUIS ALFREDO GONZÁLEZ MORANTES** Ingeniero Civil MI(c) Geotecnia M. P. 25202102039 CND	
Revisó	**CÉSAR FERNANDO PEÑA PINZÓN** Coordinador Grupo Conceptos Técnicos	
Aprobó	**GERMÁN BARRETO ARCINIEGAS** Subdirector Área Investigación y Desarrollo	
Vo. Bo.	**GUILLERMO ESCOBAR CASTRO** Director	

Diagonal 47 No. 77A -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