CONCEPTO TECNICO No. CT- 5220

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

1. INFORMACIÓN GENERAL

FASE DEL ESTUDIO:	II (DOS)
ENTIDAD SOLICITANTE:	CURADURÍA URBANA No. 4
LOCALIDAD:	11. Suba
UPZ:	24. Niza
PROYECTO:	Otra Parte
BARRIO:	Altos de Chozica
DIRECCIÓN:	Carrera 87 No. 132 – 50* Transversal 72 No. 131 A 50**
ÁREA (Ha):	0.5
FECHA DE EMISIÓN:	18 de enero de 2008
TIPO DE RIESGO:	Remoción en masa
EJECUTOR DEL ESTUDIO:	Espinosa y Restrepo – Ingeniería de Suelos

* Según coordenadas y cartografía de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD
** Según oficio radicado por el Solicitante

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 **SEGUNDA** revisión realizada por la DPAE al estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa **FASE II** del Proyecto OTRA PARTE ubicado en la Localidad de SUBA, en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 y en el marco de lo establecido en

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

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 radicado FOPAE 2007ER17279, ante la cual la DPAE emitió el Concepto Técnico CT – 5106 de 2008, el cual concluyó que el mismo no cumplía con la totalidad de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por remoción en masa.

El presente concepto técnico se hace atendiendo las solicitudes con radicado FOPAE 2008ER1481 de febrero de 2008 y 2008ER4172 de abril de 2008, donde se adjunta una versión del estudio en la cual se argumenta por el solicitante, que se atienden las observaciones indicadas por la DPAE en el Concepto Técnico CT- 5106.

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO OTRA PARTE

De acuerdo con la información suministrada en el informe de Fase II, el proyecto "Otra Parte" se encuentra ubicado en la Localidad de Suba; según el Plano No. 1 del estudio, el proyecto se enmarca entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá.

Norte:	114.710	-	114.840	Aprox.
Este:	99.310	-	99.450	Aprox.

Conforme la descripción dada en el estudio, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de edificios de cinco pisos y un sótano en pórticos de concreto y se prevén excavaciones de hasta 3.5m de profundidad.

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

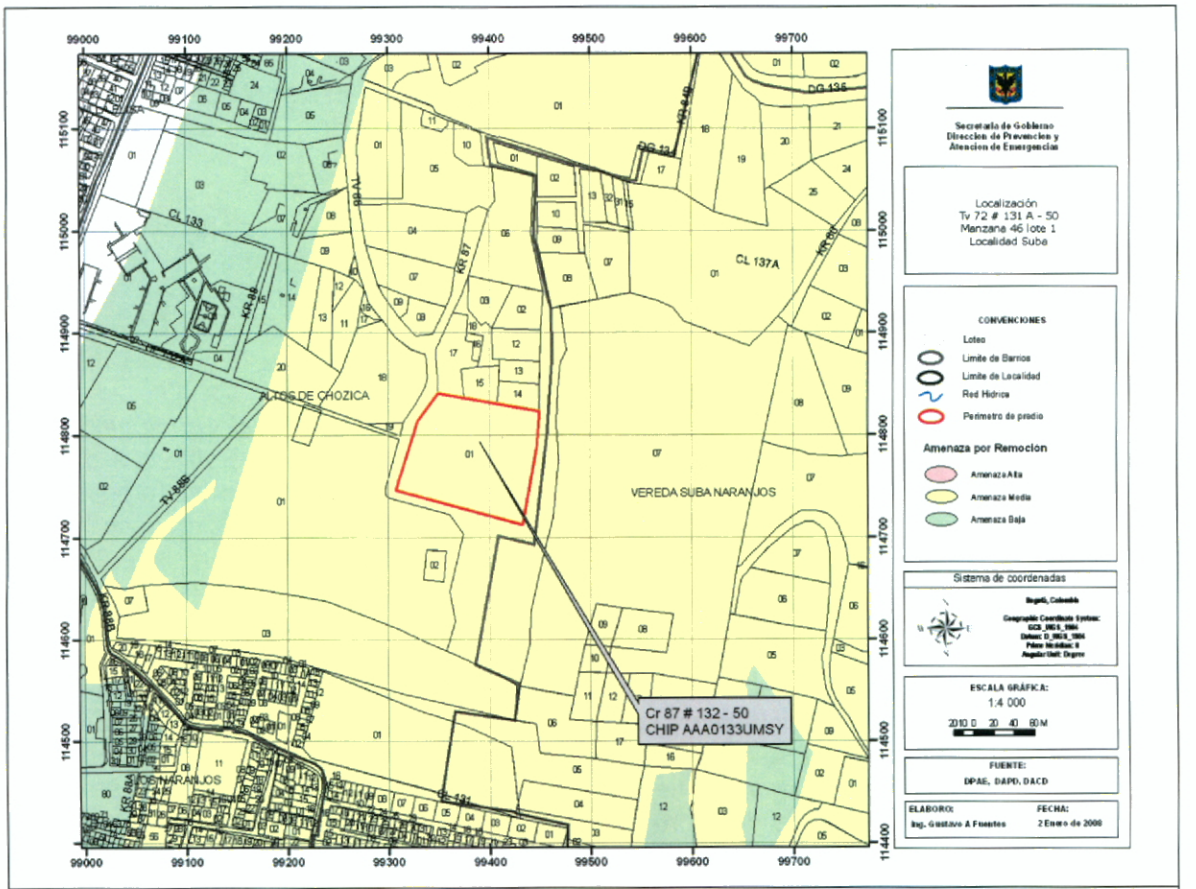

Figura 1. Localización del proyecto Otra Parte de la localidad de Suba en el plano normativo de Amenaza por Remoción en Masa del Decreto 190 de 2004.

3. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO CT – 5106 DE 2008

El concepto técnico No. 5106 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.

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

3.1. 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 se presenta la geología del sector donde se localiza el proyecto Otra Parte, indicando que éste se encuentra localizado sobre una estructura anticlinal cuya secuencia estratigráfica está conformada por rocas la Formación Guaduas, Suelos Residuales de la Formación Guaduas, Depósitos Antrópicos y Depósitos Coluviales. Respecto a este capítulo la DPAE tiene los siguientes comentarios:

-En el numeral 2.1.1 se menciona: *"Para lograr establecer el modelo geológico del área se adquirieron en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, los siguientes pares estereoscópicos:"*, no obstante, en el párrafo siguiente no se mencionan las fotografías aéreas adquiridas, al respecto se recomienda realizar las modificaciones de caso.

-En el aparte 2.1.5 se menciona que el espesor de los suelos residuales de la Formación Guaduas varía entre 9.5 y 22m, la DPAE considera que es importante verificar dicho espesor y si realmente se trata de suelos residuales pues dadas las características climáticas del sector es poco factible encontrar suelos residuales de hasta 22m de espesor. Adicionalmente, en el corte A-A se observa un espesor de 4m de este estrato por lo que se contradice la descripción realizada en el informe; por otra parte no es claro por qué si se tienen espesores de hasta 22m estos no se ven reflejados en ninguno de los dos cortes.

-En el numeral 2.1.4.1 se menciona: *"En los perfiles según la interpretación de los datos geofísicos se coloca el límite de la Formación Guaduas inmediatamente debajo de los depósitos sin diferenciar estrictamente el suelo residual"*, sin embargo, el informe se contradice pues en los cortes A-A y B-B se muestra el estrato de Suelo Residual de la Formación Guaduas (QSR) entre el estrato de depósito coluvial (QCL) y la Formación Guaduas (KTG).

-En el aparte 2.1.5.1 se incluyen las Fotografías 1, **3 y 3** (en el estudio aparece dos veces la numeración 3), las cuales tienen los siguientes comentarios: *"Se aprecian pequeñas geoformas de depósitos antrópicos"*, *"Se observan bloques angulares de arenisca del depósito coluvial"* y *"Se observan los bloques angulares de arenisca del depósito coluvial"*, sin embargo, en las fotografías no se observa con claridad lo expuesto en los comentarios.

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

-En el anexo 4 se adjunta el "Plano de geología en planta del proyecto Otra Parte" a escala 1:500 y dos esquemas con los perfiles geológicos A-A y B-B, los cuales son firmados por el geólogo Rodolfo Franco y por el Ing. Carlos Restrepo García. Respecto a dicho plano y a los esquemas la DPAE tiene los siguientes comentarios:

-Considerando que parte de las edificaciones proyectadas están ubicadas sobre la unidad denominada QB no es claro por qué ninguno de los cortes geológicos pasa por dicha unidad, por lo anterior no es posible determinar la posible influencia de esta unidad en la estabilidad del proyecto.

-Se recomienda presentar todos los cortes geológicos en la misma escala topográfica. Adicionalmente, se recomienda presentar un cuadro de convenciones con las descripciones de las unidades geológicas y modificar los colores empleados en los planos, debido a que no se observa con claridad la base topográfica (curvas de nivel) de la zona de estudio.

NO CUMPLE

Se deben hacer las modificaciones en el mapa geológico, en los esquemas de los cortes y en el informe de acuerdo con los comentarios anteriores.

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

En el numeral 2.2 se presenta un aparte de Geomorfología donde se indica que toda el área que abarca el proyecto Otra Parte se localiza sobre geoformas de origen depositacional. Respecto a este capítulo la DPAE tiene los siguientes comentarios:

-En el informe no se definen ni se describen con claridad y de forma explicita las unidades geomorfológicas que conforman la zona de estudio del proyecto Otra Parte.

-En el aparte 2.2.3 se menciona: *"[...] al observar en detalle hay* ***cuatro (2)*** *microzonas dentro del área de estudio"*, se recomienda corregir esta inconsistencia.

-En el "Plano de Geomorfología en planta" se indican los cortes A-A y B-B los cuales no son presentados.

-Por los colores empleados en el *"Plano de Geomorfología en planta"* no se observa con claridad la base topográfica (curvas de nivel) de la zona de estudio.

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

-En el informe se menciona que no se detectaron focos erosivos, focos de remoción en masa y que no se apreciaron drenajes superficiales; no obstante, en el CT-4293 elaborado por la DPAE para el polígono del plan parcial Otra Parte el cual incluye el predio donde se desarrollará el proyecto "Otra Parte", se menciona la presencia de escarpes, deslizamientos asociados a las zonas de cambio de pendiente, frentes estructurales altos, procesos erosivos superficiales y evidencias de reptación; por lo anterior, la DPAE solicita al consultor pronunciarse respecto a las observaciones de dicho concepto y determinar la influencia de estos fenómenos en la estabilidad general del predio donde se plantea el proyecto.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda realizar las modificaciones o justificaciones de acuerdo con los comentarios realizados anteriormente.

c. Hidrogeología

En el informe se incluye el numeral 2.4 de Hidrogeología en el cual se menciona que se pueden desarrollar dos tipos de acumulación de agua subterránea que corresponden a un acuífero abierto en superficie y a un acuífero confinado. Respecto a este capítulo la DPAE tiene los siguientes comentarios:

-No se menciona de forma explicita el nivel del agua para las condiciones normales y extremas más probables en el período de análisis del proyecto.

-No se determinan criterios como la permeabilidad de los materiales para posteriormente diseñar las medidas de drenaje que mejor se adecuen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio y que hacen parte del plan de obras de mitigación, planteadas en el numeral *5.1.1 Obras de drenaje "Manejo de las aguas subsuperficiales y aguas de escorrentía"*, tampoco se establece el rango de eficacia de dichas medidas de drenaje.

-En el informe se menciona: *"Durante la exploración ejecutada el nivel freático varía entre 1.50 y 2.50m del depósito coluvial y es posible que durante las épocas invernales los niveles puedan ser temporales"*, en el informe no es posible comprobar esta información considerando que los registros de perforación no tienen reportado ningún comentario sobre el nivel freático y adicionalmente dichos registros no corresponden con la exploración geotécnica del proyecto Otra Parte.

NO CUMPLE

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

Se recomienda realizar las modificaciones del caso de acuerdo con los comentarios realizados previamente.

d. Drenaje Superficial

En el aparte de drenaje superficial se menciona que el lote no tiene afectaciones por concepto de zona de reserva ambiental por rondas hidráulicas y/o zona de manejo ambiental. Respecto a este aparte la DPAE tiene los siguientes comentarios:

-En la página 17 se presenta una figura tomada del mapa interactivo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB para mostrar que la zona cuenta con redes de acueducto y alcantarillado, no obstante, en dicha figura no es clara el área en la cual se localizará el proyecto Otra Parte.

-En el aparte de hidrología se menciona: *"[...] Eventualmente se pueden encontrar gravas lenticulares las cuales durante las épocas invernales pueden almacenar agua [...]"*; no obstante, en el informe no se menciona si las redes existentes son suficientes para evacuar el agua que eventualmente se podría almacenar, tampoco se menciona la influencia que tendría dicho almacenamiento ante la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.

-En el informe se menciona que *"[...] se recomienda el diseño y construcción de una cuneta o canal perimetral que recoja el agua de escorrentía [...]"*; se debe aclarar si esta cuneta hace parte de las medidas de mitigación, entendiendo que la implantación del proyecto debe garantizar la estabilidad del mismo y de su entorno ante fenómenos de remoción en masa, adicionalmente, no se muestra la localización de dicha cuneta.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda hacer las modificaciones y/o justificaciones del caso de acuerdo con las observaciones realizadas previamente.

e. Sismología

Considerando la localización del proyecto, el consultor adopta como aceleración máxima, Am = 0.27g para un periodo de retorno de 50 años, que corresponde con el promedio de las aceleraciones máximas para las Zonas 1 y 2. Adicionalmente, aclara

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

que para las condiciones normales se toma un valor de aceleración igual a cero.

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

No se presenta de forma explicita un aparte denominado Usos del Suelo; no obstante, el numeral 2.3.4 es denominado "Suelos", en dicho numeral el consultor comenta que se consultó la página www.sire.gov.co encontrando que no existe ningún proceso actual y que la zona tiene un uso netamente residencial, al respecto la DPAE tiene las siguientes observaciones:

-No se presentan los mapas de uso del suelo a escala 1:500 donde se muestre la situación actual de uso del suelo. Adicionalmente se aclara que los mapas consultados en la página www.sire.gov.co corresponden a información secundaria y en ningún momento podrán remplazar los planos exigidos por la resolución.

-No se menciona la incidencia que tiene el uso actual del suelo y el futuro ante la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.

NO CUMPLE

Debe anexarse el mapa de usos del suelo de acuerdo con lo dispuesto por la Resolución 227 en el numeral 3.2.1.6: "*En ausencia de estudios preliminares deberán realizarse mapas en la escala que corresponda (1:500 o 1:1.000) donde se presente la situación actual de uso del suelo, con énfasis en procesos de minería o canteras actuales o abandonadas*":

3.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el informe se incluye el numeral 2.8.7 correspondiente con "*Procesos de inestabilidad*" en el que se menciona "*[...] Debido a la actividad antrópica en los cerros de Suba se pueden presentar fenómenos de inestabilidad si no se toman las medidas*

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

correctivas para las excavaciones que se ejecuten [...]". Respecto al capítulo de Procesos de inestabilidad la DPAE tiene las siguientes observaciones:

-Se menciona un deslizamiento antiguo de carácter complejo causado por las excavaciones realizadas para la construcción del tanque alto de Suba; sin embargo, este antecedente histórico no es localizado en algún esquema de tal forma que se puedan establecer y justificar su relación o incidencia con la zona del proyecto.

-El consultor no establece a partir del análisis de las fotografías aéreas conclusiones que permitan complementar y justificar lo mencionado en este aparte del estudio en cuanto a que no se presentan focos de inestabilidad. Adicionalmente, se recomienda de acuerdo con lo establecido en el literal b del numeral 3.1 del presente concepto, pronunciarse respecto a las observaciones del concepto técnico CT-4293 en cuanto a la evidencia de fenómenos de remoción en masa y erosión para el polígono del plan parcial Otra Parte.

-Se presenta un esquema donde se muestra la ubicación del predio en una zona de amenaza media por fenómenos de remoción en masa; no obstante, en dicho esquema no aparece localizado el predio donde se desarrollará el proyecto Otra Parte ni se indica cual es la dirección del norte.

-En el informe se anota que *"[...] Dentro de los antecedentes históricos se pueden mencionar las excavaciones para el tanque alto de Suba al sur de este lote en donde se interceptó debajo del coluvión la Formación Guaduas y debido a la litología de ésta y a lo agresivo del corte se originó un deslizamiento complejo que podría repetirse en casos similares en donde se alcancen estos niveles de excavación. Por lo tanto se espera que si las excavaciones sobrepasan los 4m, se deben programar obras de contención y drenajes para evitar el colapso de los taludes [...]"*; sin embargo, para determinar la altura de los cortes a partir de la cual es necesario implementar medidas de contención no se presenta un análisis geotécnico que incluya el estudio de estabilidad del talud, mecanismos de falla, posición del nivel de agua y caracterización mecánica de los materiales; por lo anterior, se deben realizar y presentar los análisis pertinentes en la siguiente versión del informe.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se debe complementar este aparte de acuerdo con los comentarios realizados anteriormente; adicionalmente, se reitera la responsabilidad del Consultor por las consecuencias que se deriven ante la posible omisión de procesos de inestabilidad en los análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

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

b. Formulación del Modelo

En primera medida es prudente aclarar por parte del consultor si el modelo geológico geotécnico coincide con los cortes geológicos presentados en los esquemas incluidos en el Anexo 4, en caso que no sea así se deben presentar esquemas con el modelo geológico – geotécnico adoptado.

En el aparte de exploración del subsuelo (página 21) se hace una descripción estratigráfica en la cual se incluye un estrato que corresponde con una capa vegetal y/o limo orgánico, no obstante, éste no es considerado en el modelo geológico – geotécnico y tampoco se hace una justificación del porqué de esta omisión.

El Anexo 2 del informe corresponde con los Registros de Perforación; no obstante, los registros presentados corresponden con un proyecto denominado "Suba Provenza" los cuales no pueden ser considerados como soporte en la elaboración del modelo geológico – geotécnico del proyecto Otra Parte.

En la descripción del material denominado Depósitos Antrópicos (QB) se menciona que éste no presentará incidencia en la estabilidad de la ladera y que por lo tanto no es caracterizado, sin embargo, en ningún momento se justifica por qué dicho estrato no tiene influencia en la estabilidad de la ladera y por qué no es considerado en el modelo geológico – geotécnico.

Considerando que los registros de perforación entregados por el consultor no corresponden con los sondeos ejecutados para el proyecto, no es posible verificar los resultados del SPT a partir de los cuales se deducen los parámetros de resistencia del estrato de depósitos coluviales y suelos residuales.

No es claro por qué se determinaron los parámetros de resistencia del Formación Guaduas a partir de una muestra recuperada en el Apique No. 3, el cual de acuerdo con lo anotado en el aparte de exploración del subsuelo alcanzó una profundidad inferior a 6m y por otra parte en los esquemas de los perfiles geológicos se reportan profundidades del estrato rocoso superiores a 10m.

Al finalizar el numeral 3.2, en la página 32 se menciona: *"Finalmente, de acuerdo con los resultados presentados anteriormente, se adoptaron los valores acordes con el material asumido a la experiencia de esta oficina"*; por lo anterior, no es claro si los valores asumidos para los parámetros de resistencia son el producto de la "experiencia" o de los resultados de los ensayos de laboratorio.

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

Respecto a la tabla resumen de los parámetros de resistencia, para la DPAE no es claro por qué en el caso del estrato "Suelo Residual de la Formación Guaduas" se toma el ángulo de fricción a partir de las correlaciones con los resultados del SPT y la cohesión a partir del resultado del ensayo de compresión inconfinada, lo anterior, considerando que el ensayo de compresión inconfinada se realiza para una condición de falla no drenada en la cual la resistencia del suelo está dada únicamente por la cohesión del mismo. Por lo anterior, el consultor debe aclarar si el mecanismo de falla supuesto ocurre en una condición drenada o no drenada, de tal forma que los parámetros de resistencia adoptados sean consistentes con dicha suposición.

En la página 30 del informe se presenta la envolvente de falla producto del ensayo de corte ejecutado para definir el ángulo de fricción interna para la Formación Guaduas; sin embargo, esta envolvente difiere de la presentada en el Anexo 4 pues no coinciden las ecuaciones de las envolventes de falla; tampoco es claro por qué si en ambas envolventes en la ecuación aparece un valor de intercepto este no es empleado para determinar la cohesión.

Es pertinente justificar por parte del consultor, en el caso del ensayo de corte directo sobre la muestra de la Formación Guaduas dadas las características del mismo, como el tiempo de ejecución, si se trata de un ensayo drenado o no drenado y su relación con el mecanismo de falla adoptado en el modelo geológico – geotécnico.

En el numeral 2.1.5. Suelos Residuales de la Formación Guaduas se menciona: *"[...]Aunque este horizonte no ha sido claramente definido en los apiques y sondeos se espera encontrar bajo los depósitos coluviales, están conformados por horizontes de arcillas desintegradas de la Formación Guaduas[...]"* y en el numeral 2.1.5.1.2 cuando se describen los Depósitos Coluviales (Qcl) se anota *"[...]El lote en toda su extensión está conformado originalmente por un depósito coluvial donde abundan los bloques de areniscas angulares embebidos en una matriz arcillosa[...]"* y finalmente se definen los parámetros de resistencia por medio de la correlación con el SPT propuesta por Kishida; para la DPAE no es claro por qué se emplean dichas correlaciones en materiales predominantemente arcillosos si de acuerdo con la literatura éstas son aplicables únicamente para arenas. Al respecto se considera prudente que el consultor realice las justificaciones del caso.

NO CUMPLE

De acuerdo con las observaciones anteriores se puede concluir que el modelo geológico no es consistente con los apartes de exploración del subsuelo y geología, el

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

modelo no puede ser validado con los registros de perforación pues los que aparecen en el Anexo 2 del informe no corresponden con el proyecto Otra Parte y tampoco son justificados por parte del consultor los parámetros de resistencia adoptados. Por lo anterior se recomienda realizar las modificaciones, justificaciones y correcciones del caso.

c. Exploración Geotécnica

La DPAE no puede determinar el área total que ocupará el proyecto pues la información proporcionada en los planos no es clara; no obstante, entendiendo que el límite del predio a intervenir es la línea de color amarillo del *"Plano Topográfico del proyecto Otra Parte"*, se tiene un área aproximada de 5000 m^2 y por lo tanto se deben realizar 4 sondeos de acuerdo con lo exigido por la Resolución 227 de 2006 la cual adicionalmente en el literal ii del numeral 3.3.3 menciona: *"[...] 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 [...]"* lo cual implica que en el caso del proyecto Otra Parte al menos 3 perforaciones debieron llegar hasta el estrato rocoso, no obstante, de acuerdo con la descripción dada en el informe y el modelo geológico geotécnico, la profundidad máxima alcanzada por los sondeos fue 6m por lo que éstos no involucraron el estrato rocoso.

Es pertinente que el Consultor justifique la localización de los sondeos pues de acuerdo con el modelo geológico planteado la sección de análisis corresponde aproximadamente con un corte perpendicular de las curvas de nivel, sin embargo, todas las perforaciones están ubicadas aproximadamente sobre una misma curva de nivel.

En el Anexo 6 del informe se presenta un plano de localización de la línea sísmica que se ejecutó con el fin de complementar la información proporcionada por los sondeos, sin embargo, se recomienda presentar un plano en el cual se incluya la localización de los sondeos, los apiques y la línea sísmica, lo anterior, con el fin de efectuar la calibración del modelo.

En el literal iii del numeral 3.3.3. en cuanto al uso de métodos geofísicos en la exploración geotécnica se menciona *"[...]en cualquier caso sin embargo, deberá mostrar para el sitio al menos dos sondeos de calibración que le permitan extender con propiedad los resultados de las interpretaciones de los sondeos geofísicos[...]"*; no obstante, de acuerdo con la localización y descripción de los sondeos presentada en el informe se tiene que no se ejecutaron los dos sondeos de calibración y como se

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

mencionó anteriormente ninguno de los sondeos llegó hasta el estrato rocoso.

NO CUMPLE

Se recomienda realizar las modificaciones y correcciones del caso de acuerdo con los comentarios realizados anteriormente. Adicionalmente, se recuerda que el cumplimiento del aparte del modelo geológico – geotécnico esta sujeto a la validación que se haga de este por medio de la exploración geotécnica.

3.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

El capítulo 3 del informe corresponde con la *"Evaluación de amenaza por fenómenos de remoción en masa"*, en este capítulo el Consultor adjunta los análisis de estabilidad para la "Condición Normal" y para la "Condición Extrema" de la ladera. Respecto a este capítulo la DPAE tiene los siguientes comentarios:

En el segundo párrafo de la página 34 del informe se menciona: *"Asumiendo que el "Nivel Crítico" se presenta con un periodo de recurrencia igual a la lluvia crítica, se ajustó el nivel de agua a una distribución exponencial truncada, variando entre un nivel mínimo (referido como 0) y un nivel máximo (referido como 1)"*, para la DPAE no es claro si dichos niveles corresponden a 0m y 1m o a factores r_u, por lo anterior, se solicita mencionar y justificar de forma clara y explícita los niveles de agua para las condiciones normales y extremas acorde con lo solicitado en el aparte de hidrogeología del presente concepto.

El consultor debe mencionar de forma explícita y justificar qué combinación de nivel freático y sismo se consideró en los análisis como Condición Normal, lo anterior teniendo en cuenta que de acuerdo con lo presentado en el informe, para la condición normal se toma el nivel freático en el contacto con el estrato rocoso por lo que los resultados obtenidos no muestran factores de seguridad conservadores.

En las salidas del programa empleado en los análisis de estabilidad se tiene un término denominado *"FS (deterministic)"* y por otra parte se tiene factores de seguridad asociados a superficies de falla claramente demarcadas, el consultor debe mencionar de forma explícita y justificar cual es el valor del factor de seguridad que se emplea posteriormente en la zonificación de amenaza.

El consultor no menciona los criterios empleados (como metodologías de interpolación de resultados o análisis del alcance de la masa de suelo en caso de ser movilizada) para realizar los mapas de amenaza y tampoco describe si esta zonificación es

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

realizada para las condiciones normales o para las condiciones extremas a las que puede estar expuesta la ladera.

Considerando que el modelo geológico geotécnico debe ser ajustado, el aparte de Análisis de Estabilidad – Evaluación de amenaza y los análisis que se realicen a partir de este deben ser modificados en la próxima versión del estudio.

NO CUMPLE

Se reitera que el cumplimiénto de este aparte esta condicionado del cumplimento del aparte del modelo geológico-geotécnico. Adicionalmente, se deben hacer las justificaciones y modificaciones de acuerdo con los comentarios realizados previamente.

3.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El consultor presenta los mapas de vulnerabilidad para la condición con proyecto y con obras de mitigación, los cuales son presentados en escala 1:500 y son firmados por el responsable del proyecto, adicionalmente, se menciona la necesidad de obras para llegar a una condición de amenaza baja.

Respecto a este aparte, para la DPAE no es claro por qué se asigna una tipología B4 a las vías y las redes si la tabla presentada es aplicable únicamente para viviendas como su título lo indica "Tipología de viviendas"

CUMPLE PARCIALMENTE

Este aspecto debe ser complementado o aclarado, en concordancia con lo establecido en las observaciones anteriores y los ajustes del modelo geológico – geotécnico.

3.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Basándose en los resultados de la valoración de amenaza y vulnerabilidad, en el Capítulo 4.2 el Consultor evalúa el riesgo y presenta los planos de zonificación para el escenario con obra y para el escenario con obra y medidas de mitigación, los cuales se encuentran firmados por el responsable del proyecto y son presentados a escala 1:500. Respecto a este aparte la DPAE tiene los siguientes comentarios:

-No es clara la metodología empleada para deducir el Índice de Riesgo, por ejemplo no se entiende por qué la tabla de categorización incluye valores del índice de riesgo

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

hasta del 30% y en las figuras donde se presentan los conjuntos difusos para el Índice de Riesgo se tiene como valor máximo IR = 0.009. Al respecto se recomienda describir la metodología de evaluación de riesgo de una forma clara y presentar de forma explícita el valor de IR para los elementos expuestos y para los escenarios con proyecto y con obras de mitigación.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se deben atender las recomendaciones de acuerdo con los comentarios realizados anteriormente. Adicionalmente, el cumplimiento de este aparte está sujeto al cumplimiento de los apartes de Amenaza y Vulnerabilidad, los cuales a su vez están condicionados al cumplimiento del modelo geológico – geotécnico.

3.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

El consultor presenta en el Capítulo 5 del informe el Plan de medidas de mitigación del riesgo, en el cual se incluye recomendaciones sobre la implementación de obras de drenaje, la adecuación del terreno y la construcción de las estructuras de contención. Respecto a este capítulo la DPAE tiene los siguientes comentarios:

En el numeral 5.1.1 el Consultor indica que se deben proyectar drenajes en espina de pescado por debajo de las placas de contrapiso de los edificios; sin embargo, en ningún aparte del informe se presentan detalles de dichos drenes ni sus especificaciones técnicas de construcción como tipo de geotextil, granulometría del material filtrante, pendiente longitudinal y diámetro de la tubería de drenaje.

En el numeral 5.1.2 el Consultor menciona: *"Donde los coeficientes estarán dados por los siguientes valores (los parámetros de entrada pertenecen al material suelos residuales y flujos de tierra que será el actuante en los cortes realizados)"*, sin embargo, de acuerdo con el modelo geológico – geotécnico planteado el estrato en el que se proyectan ejecutar los cortes se denomina "Depósito Coluvial", por esto, es pertinente que el consultor presente los parámetros bajos los cuales debe adelantarse el diseño estructural detallado, como por ejemplo: sobrecarga, nivel freático, peso unitario, capacidad portante y coeficiente de presión de tierras, para los estratos involucrados. Adicionalmente, ni dentro del aparte de geomorfología ni de procesos de inestabilidad se mencionó la presencia de *"flujos de tierra"*, por lo tanto si es el caso, la evaluación de éstos debe estar incluida dentro del modelo geológico y en los análisis que de éste se deriven.

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

Como parte de las obras de mitigación, el consultor plantea la construcción de cunetas en la corona de los muros de contención, no obstante, en los esquemas de los detalles no se muestra la dirección del flujo de dichas cunetas ni su pendiente longitudinal.

El consultor recomienda para los cortes de 3.5m que se ejecutarán, una inclinación de 1H:2V; sin embargo, considerando que el modelo geológico geotécnico y los parámetros de resistencia planteados en éste pueden ser modificados de acuerdo con las observaciones dadas en el presente concepto en el aparte de formulación geológico – geotécnica, el consultor debe revisar esta recomendación una vez sean realizados los cambios pertinentes en el modelo.

En numeral 5.2 se presentan las recomendaciones de mantenimiento y en el numeral 5.3 se presenta el plan de monitoreo. En este último, se menciona que en caso de encontrarse lecturas de deformaciones verticales superiores a 1mm/mes se deberán realizar lecturas cada 2 meses, no obstante, no se fija una deformación máxima a partir de la cual se deban ejecutar acciones preventivas o correctivas por la posible ocurrencia de un fenómeno de remoción en masa.

Aunque en el esquema presentado por el consultor en el Anexo 9 se indica que los muros de contención deben tener lloraderos no se muestra ni se justifica el diámetro de estos ni su separación.

El Anexo 8 del informe se denomina *"Cálculo de cuneta y capacidad portante del muro de contención"*, sin embargo, no se presentan las memorias de cálculo de la capacidad portante. Al respecto el consultor debe anexar la información solicitada.

El literal i del numeral 3.7 de la Resolución 227 de 2006 menciona que en el informe se debe presentar la secuencia de la construcción de las obras de mitigación planteadas, adicionalmente, en el literal iv menciona que se deben presentar las condiciones y recomendaciones particulares de construcción, sin embargo, el Consultor no presenta la secuencia constructiva ni las especificaciones técnicas de los materiales que serán empleados en los muros de contención y en las cunetas.

CUMPLE PARCIALMENTE

Este aspecto debe ser complementado o aclarado, en concordancia con lo establecido en las observaciones anteriores. Adicionalmente, la complementación del modelo geológico - geotécnico puede modificar los resultados de amenaza y por ende se podrían requerir medidas de mitigación adicionales.

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

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

El consultor presenta los análisis de *"Estabilidad general de ladera con adecuación del terreno"*, sin embargo, para la DPAE no es claro si dichos análisis son los utilizados para evaluar la amenaza con medidas de mitigación pues no contemplan los muros de contención propuestos, si este es el caso, en el informe no se muestran los análisis para las condiciones extremas. Por lo anterior, se recomienda presentar en la próxima versión del informe los análisis faltantes.

Se debe aclarar el nivel freático supuesto para la condición normal en los análisis de estabilidad presentados, el cual debe estar acorde con lo presentado en los apartes de hidrogeología y con la evaluación de amenaza para la condición actual y para el escenario con proyecto.

Considerando que el modelo geológico – geotécnico debe ser validado por parte del consultor, los análisis que se deriven de éste, incluyendo evaluación de amenaza y planteamiento de obras de mitigación pueden variar; por lo anterior, en la siguiente versión del informe se deben entregar los análisis de estabilidad acorde con el modelo planteado.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar este aparte de acuerdo con las observaciones realizadas anteriormente. Adicionalmente, se reitera que la complementación del modelo geológico - geotécnico puede modificar los resultados de amenaza y por ende es posible que se puedan requerir medidas de mitigación adicionales, que harían necesario un análisis de amenaza bajo este escenario.

3.8. PROFESIONALES

En el Anexo 12 del informe se adjuntan las hojas de vida de los responsables del estudio: Ingeniero Carlos Jaime Restrepo García y Geólogo Rodolfo de Jesús Franco La Torre quienes cumplen los requisitos establecidos en la resolución 227 de 2006 y firman los Planos que se adjuntan al estudio. Además, se firma la carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo, el ingeniero Carlos Restrepo.

CUMPLE

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

Considerando que de acuerdo con el presente concepto técnico se deben realizar modificaciones, complementaciones, justificaciones y correcciones en el informe, se recomienda adjuntar nuevamente la carta de responsabilidad en la próxima versión del estudio.

3.9. CONTENIDO DEL INFORME

En el informe se presenta la tabla de contenido y el listado de planos de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006.

En el aparte de localización no es clara la ubicación exacta del predio pues la dirección reportada en el informe no corresponde con la nomenclatura asignada por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital y por otra parte no se muestra un esquema de localización general de proyecto; por lo anterior, se sugiere realizar las modificaciones en el informe de tal forma que se proporcione de forma clara y precisa la localización exacta del predio en el cual se desarrollará el proyecto Otra Parte.

En la descripción del proyecto se menciona que se prevé una excavación de 3.5m de profundidad con el objeto de implantar el proyecto, y por otra parte para la cimentación se proponen zapatas apoyadas a 1m de profundidad, lo cual implicaría un corte total de 4.5m de profundidad, sin embargo en todo el informe se consideró un corte de solamente 3.5m, la DPAE sugiere realizar las correcciones, aclaraciones y/o modificaciones del caso e incluir en los perfiles de análisis no solamente la sobrecarga por las edificaciones sino también un esquema de los mismos con el fin de observar fácilmente la altura total de los cortes a realizarse.

En el informe no se menciona nada en relación con *"El plazo más probable de desarrollo de todo el proyecto y sus principales etapas"*, el cual es solicitado en el aparte de "Localización y descripción del proyecto" del numeral 5 de la resolución 227 de 2006.

En el informe no se adjuntaron los registros de perforación del proyecto Otra Parte, pues los registros presentados en el Anexo No. 2 corresponden con un proyecto denominado Suba Provenza.

En el aparte de localización se adjunta el "Plano topográfico del proyecto Otra Parte", en dicho plano se muestran dos sectores achurados, no obstante, no se muestra ningún cuadro de convenciones.

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

En el listado de la bibliografía no se incluye la fuente de la tabla presentada en el primer párrafo de la página 65, ni la fuente bibliográfica de la referencia mencionada en el pie de página del numeral *4.1.5.1 Desplazamientos laterales* del informe.

Se recomienda en cada uno de los apartes referenciar los anexos que se presentan al finalizar el informe.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda realizar las justificaciones y/o modificaciones de acuerdo con las observaciones realizadas previamente.

3.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

El consultor presenta una carta de responsabilidad firmada por el profesional que realiza la evaluación y cuantificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo del estudio.

CUMPLE

Considerando que de acuerdo con el presente concepto técnico se deben realizar modificaciones, complementaciones, justificaciones y correcciones en el informe, se recomienda adjuntar nuevamente la carta de responsabilidad en la próxima versión del estudio.

4. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO RADICADO EN FEBRERO Y ABRIL 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 el numeral 2.1.1 se incluyó una tabla en la cual se indica la información de los pares estereográficos que se utilizaron dentro de la formulación del modelo geológico.

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

- En el numeral 2.1.5, en la descripción de los Suelos Residuales de la Formación Guaduas (Qsr), se corrigieron los niveles de profundidad donde se localizan estos materiales (entre 4m y 12m de profundidad); información que es consistente con lo presentado en los perfiles geológicos A-A y B-B.

- Se ajustó lo indicado en el numeral 2.1.4.1 siendo consistente con la información plasmada en los perfiles geológicos.

- En el aparte 2.1.5.1, se aclara que sólo se hace referencia a la Fotografía 1, en la que se identifican "*pequeñas geoformas de depósitos antrópicos*".

- En el documento de respuesta adjunto a la radicación de la nueva versión del estudio, se aclara que "*Aún cuando parte de las edificaciones proyectadas se ubican sobre la unidad denominada Qb, no es relevante ni representativo tener cortes geológicos sobre dicha unidad pues su espesor varía entre 0.50 y 1.0m, lo que permite inferir que el efecto de inestabilidad que produce en el predio es nulo. Lo anterior fue corroborado mediante visita de campo donde no se encontró ningún indicio al respecto*". Frente a las anteriores apreciaciones, la DPAE infiere que estos aspectos fueron definidos por los expertos y responsables del estudio, considerando criterios geológicos y geomorfológicos, sin haber adelantado ninguna etapa de exploración del subsuelo en la zona donde se encuentran los depósitos Qb; en este sentido, dichas consideraciones son responsabilidad exclusiva de los profesionales encargados de la formulación de los modelos geológico y geológico – geotécnico.

- Se complementó la información cartográfica de los cortes geológicos, indicando la descripción de las unidades presentes y mostrándolos a la misma escala topográfica. Del mismo modo se ajustó el plano geológico permitiendo observar con claridad la base topográfica (curvas de nivel).

CUMPLE

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

- En el numeral 2.2 del informe se describen las unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio, las cuales corresponden a geoformas de origen depositacional antrópico y de origen depositacional.

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

- En el numeral 2.2.3 se aclara *"[...] hay dos (2) microzonas dentro del área de estudio"*.

- En el documento de respuesta adjunto a la radicación de la nueva versión del estudio, se aclara que los cortes A-A y B-B identificados en el mapa geomorfológico, *"[...] corresponde a las secciones geológicas ya presentadas que son significativas para la geomorfología ya que en el lote tan solo se pudo determinar la presencia de coluviones como evento geomorfológico importante"*.

- En el mapa geomorfológico se ajustaron los colores de las unidades presentadas, permitiendo identificar la base cartográfica sobre la que se realizó (curvas de nivel).

- El consultor indica en el numeral 2.7.2, frente al concepto técnico CT-4293 elaborado por la DPAE para el polígono del plan parcial Otra Parte el cual incluye el predio donde se desarrollará el proyecto "Otra Parte", que "*De los fenómenos descritos en el concepto técnico CT-4293 se aclara que no existe ninguna influencia sobre el predio, o alguna evidencia de haberse producido en el mismo".*

CUMPLE

c. Hidrogeología

Este numeral es complementado definiendo los niveles agua adoptados para los análisis, tanto para condiciones normales como extremas. La condición normal de agua para los escenarios actual y con implantación del proyecto, corresponde al contacto entre el Suelo Residual y la Formación Guaduas y la condición extrema de agua para los mismos escenarios, corresponde al nivel de superficie del terreno (suelo saturado).

En el documento de respuesta adjunto a la radicación de la nueva versión del estudio, se indica que se realizó un análisis de redes de flujo mediante la aplicación de elementos finitos, para lo cual se definieron los coeficientes de permeabilidad de los materiales involucrados en la modelación, información que se incluye en el numeral 5.1.1 Obras de Drenaje "Manejo de las Aguas Subsuperficiales y Aguas de Escorrentía", del capítulo 5.1 Obras de Mitigación. Por otra parte, en el numeral 2.4 Hidrogeología, se mencionan las consideraciones basadas en los análisis, por las cuales se determinó la eficacia de las medidas de drenaje propuestas.

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

De acuerdo con las sugerencias presentadas en la anterior verificación de los términos de referencia, el consultor incluye en los registros de perforación la información correspondiente a los niveles freáticos encontrados en la etapa de exploración del subsuelo.

CUMPLE

d. Drenaje Superficial

En referencia a la figura tomada del mapa interactivo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB para mostrar que la zona cuenta con redes de acueducto y alcantarillado, en ésta se especifica el área del proyecto.

Frente al almacenamiento de agua que se puede presentar en las gravas lenticulares, su relación con la generación de fenómenos de remoción en masa y la suficiencia de las redes existentes para conducir esta agua almacenada, en el documento de respuesta adjunto a la radicación de la nueva versión del estudio se menciona que *"Dicho almacenamiento se ha producido durante muchos años y no ha tenido incidencia en fenómenos de remoción en masa en el predio. Por tal motivo en el momento de proyectar el corte para la implantación de las torres toda el agua de infiltración y escorrentía generada por el agua confinada y las precipitaciones respectivamente será conducida por cunetas y lloraderos evitando el almacenamiento del agua en el lote".*

En relación con la cuneta perimetral recomendada por el consultor, en el documento de respuesta adjunto a la radicación de la nueva versión del estudio se remite al capítulo de obras de mitigación, aclarando que en éste se contempla dicha estructura; adicionalmente en el plano de obras de mitigación se presenta su ubicación.

CUMPLE

e. Sismología

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

f. Uso del Suelo

En este capítulo se incluye un mapa a escala 1:500, donde se presenta la situación actual de uso del suelo (Uso Residencial); Por otra parte, en el numeral 2.3.4 del estudio, se menciona que *"La condición precedente y la actual ha sido la misma*

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

durante mucho tiempo debido a que las zonas aledañas hasta ahora se esta urbanizando y por lo tanto el lote de estudio no tiene ninguna estructura o construcción".

En este mismo numeral, según la información revisada por el consultor, en el área de estudio se "*corroboró*" la no explotación minera en la zona y que en ésta no existe ningún proceso actual. Asimismo, en el documento de respuesta adjunto a la radicación de la nueva versión del estudio, se indica que *"De acuerdo al levantamiento realizado en el campo no se encontró afectación alguna del uso del suelo actual en fenómenos de remoción en masa".*

CUMPLE

4.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el numeral 2.7.1 Antecedentes Históricos, del capítulo 2.7 Procesos de Inestabilidad, se aclara que el proceso ocurrido en el "*Tanque Alto de Suba*", no alcanza a ser cartografiado, considerando la escala de trabajo utilizada y frente a este antecedente, en el documento de respuesta adjunto a la radicación de la nueva versión del estudio, se explica que "*Este es un caso que se nombra como ejemplo para tener los cuidados correspondientes en el lote de interés. [...]Adicionalmente el estudio de estabilidad del talud, los mecanismos de falla, la posición del nivel de agua y la caracterización mecánica de los materiales se involucra en este estudio en el capítulo de amenaza donde se estudio en detalle con los modelos la estabilidad de los cortes el uso o no de estructuras de contención*".

En este mismo numeral, el consultor indica que "*De los fenómenos descritos en el concepto CT-4293 se aclara que no existe ninguna influencia sobre el predio, o alguna evidencia de haberse producido en el mismo".* Por otra parte, en el numeral 2.7.2 Evidencias de Procesos de Inestabilidad, que *"[...] en el lote propiamente dicho no se presenta focos de inestabilidad".*

En esta versión del estudio, en la figura donde se muestra la zonificación de amenaza media por fenómenos de remoción en masa, el consultor señala la ubicación del predio donde se busca desarrollar el proyecto "Otra Parte".

CUMPLE

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

b. Formulación del Modelo

En el numeral 2.9 Modelo Geológico – Geotécnico, del estudio, se indica que *"se aclara que los modelos geológicos – geotécnicos utilizados para los análisis de estabilidad del predio corresponden a los cortes geológicos A-A y B-B identificados en el levantamiento geológico".*

Del mismo modo se establece que *"Por otra parte, el estrato de capa vegetal y/o limo orgánico con espesores entre 0.40 y 0.80m no es representativo en el modelo geológico –geotécnico debido a que es una capa que será retirada en el momento de la implantación del proyecto. Adicionalmente por sus características orgánicas posee muchos vacíos los cuales hacen que la sobrecarga generada por este estrato sobre el coluvión sea despreciable. Así mismo el análisis de la línea sísmica no discrimina este estrato con una velocidad diferente a la del coluvión. Por tal motivo se emplearon solo las formaciones mostradas en los cortes geológicos".*

Como soporte para la formulación del modelo se encuentran los registros de perforación, los cuales fueron incluidos en el Anexo 2 del estudio, en los que se encuentra especificado que corresponden al proyecto "Otra Parte".

En el documento de respuesta adjunto a la radicación de la nueva versión del estudio, se aclara para los materiales de Rellenos Antrópicos (Qb), que por contar con *"[...]un espesor despreciable y con una composición orgánica alta, no se tuvieron en cuenta en los modelos Geológicos debido a que en la condición actual no se encontró incidencia de la sobrecarga de estos rellenos en los Fenómenos de Remoción en Masa. De igual forma en el análisis en condición con proyecto, la zona de los rellenos será excavada, sin presentar ninguna afectación en la estabilidad del predio".*

Para la muestra obtenida en el apique No. 3, sobre la cual se determinaron los parámetros de resistencia para los materiales de la Formación Guaduas, el consultor expresa en el numeral 2.9, *"[...]se tiene que está corresponde a un bloque el cual fue habilitado para el ensayo. De lo anterior se entiende que las caras expuestas a la descomposición sufrida por el bloque en profundidad no fueron tenidas en cuenta en el momento de hacer el ensayo. Por otro lado se establece que la roca hallada en el apique No. 3 por la composición tiene las características de la Formación KTg. [...]De la geología descrita en los capítulos anteriores se tiene que estos coluviones son provenientes de los materiales pertenecientes a la Formación Guaduas. [...]. Adicionalmente consideramos que el valor obtenido es un valor conservador para el modelo formulado".*

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

Por otra parte, en el numeral 3.2.2 Valores del Ángulo de Fricción Interna del Suelo Obtenidos por Medio del Ensayo de Corte Directo, se menciona para el ensayo de corte directo sobre los materiales de la Formación Guaduas, que *"[...]este ensayo se llevo a cabo en una condición no drenada la cual representa la recarga sufrida en esta formación en cada temporada invernal y que genera empujes hidrostáticos que pueden aportar a la generación del mecanismo de falla propuesto".* Frente a este particular, la DPAE aclara que las hipótesis y consideraciones tenidas en cuenta para la formulación del modelo y su correspondiente análisis dentro de la evaluación de amenaza por procesos de remoción en masa, son responsabilidad exclusiva del analista de riesgo y/o responsable del estudio detallado.

El numeral 3.2 del estudio, se ajustó indicando que *"finalmente, de acuerdo con los resultados presentados anteriormente, se adoptaron los valores correspondientes a cada material".*

En la presente versión del estudio, la información relacionada con la envolvente de falla determinada por medio del ensayo de corte directo para los materiales de la Formación Guaduas presentada en el numeral 3.2.2 Valores del Ángulo de Fricción Interna del Suelo Obtenidos por Medio del Ensayo de Corte Directo, es correspondiente con la presentada en el Anexo 2. Registros de Perforaciones, donde se incluyen los resultados de la prueba de laboratorio efectuada.

Con respecto a la caracterización geomecánica del Depósito Coluvial por medio del ensayo de penetración estándar (SPT), el consultor indica en el documento de respuesta adjunto a la radicación de la nueva versión del estudio que *"se aclara que el suelo del coluvión está compuesto por bloques de arenisca en una matriz arcillo arenosa la cual por tener esta composición parcialmente granular permite definir el parámetro por medio de una correlación con el ensayo de penetración estándar".*

CUMPLE PARCIALMENTE

Para la DPAE aún no se encuentran justificados los parámetros de resistencia utilizados en los análisis de estabilidad, para los Suelos Residuales de la Formación Guaduas y las Rocas de dicha Formación, dado que para definir el rango de valores de cohesión que pueden presentar estos materiales, se consideró la resistencia al corte no drenada como valores máximos y para definir el rango de valores para los ángulos de fricción se emplearon los resultados del ensayo de penetración estándar; con lo cual, dentro de la modelación, los materiales podrían presentar un ángulo de fricción diferente a cero, cuando la cohesión sea igual a la resistencia al corte no

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

drenada, aspecto que no es consecuente con el conocimiento actual del comportamiento de los materiales en esta zona del Distrito Capital.

c. Exploración Geotécnica

En esta nueva versión del estudio el consultor indica que se realizaron dos (2) nuevas perforaciones con equipo de roto percusión, que alcanzaron 16m y 18m de profundidad, *"[...] con el fin de calibrar la línea sísmica involucrando los materiales de interés para el estudio"*.

En el concepto técnico CT-5106 de 2008 se recomendó presentar en un solo plano toda la información correspondiente a la etapa de exploración del subsuelo por métodos directos e indirectos; no obstante, el consultor presenta este tipo de información en el Plano de Ubicación de Sondeos del Proyecto "Otra Parte" y en el Plano de Ubicación de la Línea Sísmica del Proyecto "Otra Parte", lo cual no genera confusión en la información presentada.

CUMPLE PARCIALMENTE

En el numeral 2.8 Exploración Geotécnica se indica que *"Es de anotar que según la norma se debe hacer 1 sondeo cada 1500m^2, lo que indica que el estudio cumple con este numeral[...]"*; sin embargo, esta afirmación no es cierta al considerar que el área del proyecto es de aproximadamente 12000m^2 (según la información presentada en el numeral 1.1 Descripción del Proyecto y Localización), con lo cual se requerirían mínimo ocho (8) sondeos, con lo cual haría falta ejecutar un sondeo (se ejecutaron en total siete (7) sondeos).

Aunque se amplió el número de sondeos dentro de la etapa de exploración del subsuelo, no se encuentra justificado porque al menos 2/3 de los mismos no involucraron los materiales de interés. En este sentido en el estudio, no se presenta de manera explícita la justificación técnica y los alcances del programa de exploración, de acuerdo con lo especificado en el numeral 3.3.3 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

4.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el numeral 3.3.1 Lluvia, del capítulo 3.3 Factores Detonantes, se aclara que los niveles mínimo y máximo referidos como cero (0) y uno (1), respectivamente, son relacionados con la distribución exponencial truncada, utilizada en la modelación para el nivel el agua en los análisis, y que estos valores son correspondientes con los

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

indicados en el aparte de hidrogeología: *"La condición normal de agua para los escenarios actual y con implantación del proyecto, corresponde al contacto entre el Suelo Residual y la Formación Guaduas y la condición extrema de agua para los mismos escenarios, corresponde al nivel de superficie del terreno (suelo saturado)".*

En el capítulo 3.4 Resultados, página 39, se especifica que en la "Condición Normal", se consideró el nivel freático en el contacto suelo residual – roca y la carga sísmica no fue tenida en cuenta, y para la "Condición Extrema", el nivel freático corresponde al nivel del terreno (saturado) y el sismo se tomó como 2/3 del promedio de la aceleración de las dos zonas (Aa= 0.27g), correspondiente a un valor de 0.18g; sin embargo, en el numeral 2.6 Sismología, se indica que se tomó un valor de 0.27g. Por lo tanto se debe aclarar el valor utilizado en los análisis de estabilidad.

En el documento de respuesta adjunto a la radicación de la nueva versión del estudio, *"Se aclara que la zonificación del plano de amenaza para los diferentes escenarios se tuvo en cuenta el Factor de Seguridad determinístico el cual siempre está por debajo del Factor de Seguridad promedio y resulta conservador. Por otro lado se usó la condición extrema para la zonificación ya que resulta más conservadora porque se tuvo en cuenta el suelo saturado y el sismo".* Adicionalmente se indica que *"Se realizaron análisis en elementos finitos para revisar el alcance de la masa del suelo en caso de ser movilizada para lo cual se tienen valores de hasta 6.00m lo que coincide con la franja de amenaza media cartografiada en el mapa de amenaza".*

CUMPLE PARCIALMENTE

Se debe aclarar el coeficiente de aceleración sísmico empleado en los análisis de estabilidad, de acuerdo con lo mencionado anteriormente.

En la página 38 se indica que la categoría de amenaza con proyecto (sin obras de mitigación), es alta a baja; sin embargo es media a baja según los criterios de zonificación por este aspecto de la Resolución 227 de 2006; por lo tanto, se solicita que se verifique lo anotado.

4.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

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

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

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.

En el numeral 4.1 Vulnerabilidad, página 69, el consultor indica que *"Dado que el proyecto contempla la construcción de torres de edificios, con sistemas de cimentación y estructuras de contención adecuados, este tipo de construcciones se puede catalogar como B4 y para la vía se adoptará el tipo B3; es de anotar que como respuesta a las inquietudes de la SCG y DPAE se tiene que el criterio utilizado para fijar como B3 la vía se basa en las deformaciones máximas que podrían generar su fracturamiento el cual de acuerdo con la experiencia podrían estar entre 1 a 2cm de manera similar a las deformaciones máximas admisibles para una vivienda de dos pisos para la cuales de acuerdo con el capítulo E de la NSR-98 se tiene l/500. Para una luz típica de 6.0m darán deformaciones máximas de diseño de 1.2cm".*

CUMPLE PARCIALMENTE

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.

CUMPLE PARCIALMENTE

4.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

El Consultor corrige lo relacionado con *"flujos de tierra"*, en los coeficientes indicando que *"estarán dados por los siguientes valores (los parámetros de entrada pertenecen al coluvión que será el actuante en los cortes realizados)"* (Numeral 5.1.3 Obras con Estructuras de Contención "Muros en Concreto Reforzado", antiguo numeral 5.1.2).

En el plano Obras de Mitigación se presenta la localización de las cunetas propuestas en la corona de los muros de contención, indicando el sentido de drenaje y la pendiente longitudinal (2%).

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

En esta nueva versión del estudio, el Consultor presenta los análisis de estabilidad para la *"Condición de Adecuación del Terreno Para la Ubicación de las Construcciones en Relación con las Amenazas Identificadas"*, considerando los cortes temporales con la inclinación inicialmente propuesta de 1H:2V, realizándolo en condición saturada del terreno, encontrando factores de seguridad mayores a 1.4, con lo cual la categoría de amenaza por procesos de remoción en masa es baja.

El numeral 5.3 Monitoreo, es complementado indicando que *"la deformación máxima a partir de la cual se deben tomar medidas preventivas será de 5cm"*.

CUMPLE PARCIALMENTE

Los detalles de los drenajes de espina de pescado incluidos en un esquema del anexo 9 y en los planos de obras de mitigación se encuentran incompletos, dado que no se presenta el ancho del dren, el diámetro de la tubería, el tipo de geotextil y las pendientes y sentido de drenaje de estas obras.

En el plano Obras de Mitigación, se incluyen los detalles de los lloraderos, indicando sus características (tubería de PVC de 2" de diámetro), localización y distribución; sin embargo, estos dos últimos aspectos no son claros, ya que en uno de estos esquemas se muestran en su altura, tres filas de lloraderos y en otro esquema dos filas; por otra parte, en el esquema a escala 1:1000, se indica que la altura del muro es de 10m, lo cual es inconsistente con los análisis de estabilidad, ya que la profundidad máxima de excavación corresponde a 3.5m. Hace falta precisar sobre la justificación técnica que determina el diámetro y separación de los lloraderos.

En las memorias de los análisis de capacidad portante, se deben presentar los valores de capacidad portante admisible, con los cuales se debe realizar el dimensionamiento de las estructuras de contención.

En el anexo 12 entre otros aspectos, se presentan las especificaciones técnicas de construcción de los procesos de excavación y la construcción de cunetas; sin embargo, es necesario incluir las especificaciones técnicas de la "piedra pegada" empleada para la construcción de las mismas. Se recomienda incluir esta información en los planos de obras de mitigación.

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

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

En esta versión del informe el consultor no presenta los análisis de *"Estabilidad general de ladera con adecuación del terreno"*, sin embargo se incluyen los análisis de estabilidad para la *"Condición de Adecuación del Terreno Para la Ubicación de las Construcciones en Relación con las Amenazas Identificadas"*, que de acuerdo con lo presentado en el numeral 4.6 del presente concepto técnico, en relación con los cortes temporales propuestos, no corresponden con los análisis para la evaluación de amenaza con obras de mitigación. Estos últimos análisis son presentados en el numeral 3.4.3 del estudio, en el que *"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 este sentido, según lo presentado en el numeral 2.4 Hidrogeología, *"Para los escenarios con implantación del proyecto y medidas de mitigación se hicieron los análisis con cabezas piezométricas las cuales permiten asignar al modelo los drenajes proyectados como medidas de mitigación permitiendo bajar la cabeza piezométrica que actuaría sobre los cortes del proyecto"*.

De acuerdo con los análisis realizados, la categoría de amenaza para condiciones normales y extremas es baja, lo cual es representado en un plano a escala 1:500, con curvas de nivel cada 1m. Este plano se encuentra firmado por el profesional responsable de la evaluación.

CUMPLE

4.8. PROFESIONALES

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

4.9. CONTENIDO DEL INFORME

Aunque el consultor reitera la dirección del predio donde se busca desarrollar el proyecto, en el Plano Topográfico del Proyecto "Otra Parte", se muestra la localización del mismo, indicando coordenadas planimétricas con origen en Bogotá y el nombre de los proyectos vecinos.

En esta nueva versión del estudio el consultor confirma que se prevén excavaciones de hasta 3.50m de profundidad.

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

La DPAE interpreta que en el estudio implícitamente se definió el plazo más probable para el desarrollo de todo el proyecto y sus principales etapas, dado que no se presenta explícitamente esta información.

En el Anexo 2 se incluyeron los registros de las perforaciones para el proyecto "Otra Parte".

En el Plano Topográfico del Proyecto "Otra Parte", se presenta un cuadro de convenciones en el que se especifica la información achurada.

CUMPLE PARCIALMENTE

En el listado de la bibliografía no se incluyó la fuente de la tabla presentada en el primer párrafo de la página 65, ni la fuente bibliográfica de la referencia mencionada en el pie de página del numeral *4.1.5.1 Desplazamientos laterales* del informe.

4.10. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN.

5. CONCLUSIONES

La DPAE luego de evaluar los distintos aspectos en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para el proyecto "OTRA PARTE", 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 cada uno de los puntos anteriormente revisados.

6. RECOMENDACIONES

Una vez realizadas las complementaciones, correcciones y aclaraciones solicitadas, en cada uno de los puntos que no cumplen o presentan cumplimiento parcial, se recomienda enviar el estudio nuevamente a la DPAE, con el fin de efectuar una nueva revisión, de acuerdo con lo estipulado en 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.

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

7. 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. 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