1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	**5521**
1.2 ÁREA:	TÉCNICA Y DE GESTIÓN
1.3 COORDINACIÓN:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2009ER4414
1.5 RESPUESTA OFICIAL No.	RO-35965

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Curaduría Urbana No. 2
2.2 PROYECTO:	Urbanización Plan Parcial San Hilario – San Cristóbal: Altos de Bacatá
2.3 LOCALIDAD:	11. Suba
2.4 UPZ:	23. Casa Blanca Suba
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	Vereda Suba Cerros II
2.6 DIRECCIÓN:	Transversal 69 No. 164B-66 (*) Carrera 72 No. 162-08 (Carrera 72 No. 163-31 – Actual) (**) Transversal 77 No. 162-08 (***)
2.7 CHIP:	AAA0144LELW
2.8 ÁREA (Ha):	4.51
2.9 FECHA DE EMISIÓN:	4 de Mayo de 2009
2.10 EJECUTOR DEL ESTUDIO:	Alfonso Uribe S. y Cía. S.A. Estudios de Suelos

(*): Dirección especificada en el estudio de amenaza y riesgo por remoción en masa.
(**): Según oficio del solicitante (RAD. FOPAE 2009ER4414
(***): Según información predial que posee la DPAE suministrada por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD.

3. INTRODUCCIÓN

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

El presente concepto técnico corresponde a la PRIMERA revisión realizada por la DPAE al Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II del Proyecto "Urbanización Plan Parcial San Hilario – San Cristóbal: Altos de Bacatá", ubicado en la Carrera 72 No. 162-08 (Carrera 72 No. 163-31 – Actual), de 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 la Resolución 227 de julio 13 de 2006, por estar localizado en zonas de amenaza media y alta según el Plano normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del POT.

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

Esta revisión del estudio y verificación técnica se hace en atención a la radicación FOPAE 2009ER4414, donde la Curaduría Urbana No. 2 remite una versión del informe del estudio, dentro del trámite de solicitud de "licencia de Urbanismo", por estar ubicado el proyecto en zonas de amenaza media y alta por remoción en masa según el Plano normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del POT y en atención a las recomendaciones presentadas por la DPAE en el concepto técnico CT-4287 del 23 de diciembre de 2005, para el Plan Parcial San Hilario – San Cristóbal, en el que se incluye el predio del estudio "ALTOS DE BACATÁ".

De acuerdo con las conclusiones y recomendaciones del concepto técnico CT-4287, para incorporar el predio "San Hilario – San Cristóbal" al desarrollo urbano de la ciudad, es necesario que se cumpla por parte del promotor con lo expuesto en el artículo 141 del Decreto Distrital 190 de 2004 (POT) y dar aplicación a los términos de referencia de la resolución No. 364 de 2000 (Derogado actualmente por la Resolución 227 de 2006), para adelantar el respectivo estudio de riesgos que contemple los diseños de las medidas de mitigación.

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO "Urbanización Plan Parcial San Hilario – San Cristóbal: Altos de Bacatá"

En la Figura 1 se presenta la localización general del proyecto "Urbanización Plan Parcial San Hilario – San Cristóbal: Altos de Bacatá" en el mapa de amenaza por remoción en masa del POT.

El proyecto "Urbanización Plan Parcial San Hilario – San Cristóbal: Altos de Bacatá", se encuentra ubicado en el predio con nomenclatura Carrera 72 No. 162-08 (Carrera 72 No. 163-31 – Actual), de la Localidad de Suba, en el sector nororiental de los cerros de esta localidad, al noroccidente del Distrito Capital. El proyecto se ubica aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas:

Norte*:	116890	a	117225
Este*:	100460	a	100710

* Coordenadas de acuerdo con el plano No. 2 "Mapa Geológico" del Estudio verificado.

De acuerdo con lo señalado en el capitulo 3 "Descripción del Proyecto" del estudio verificado, el proyecto contempla la construcción de 11 torres de apartamentos con semisótano y cinco pisos de altura, donde los

niveles de los semisótanos se adaptaran a la topografía actual del terreno, para lo cual se efectuaran cortes con alturas inferiores a 3m de altura. El sistema de cimentación recomendado corresponde a zapatas aisladas con vigas de amarre.

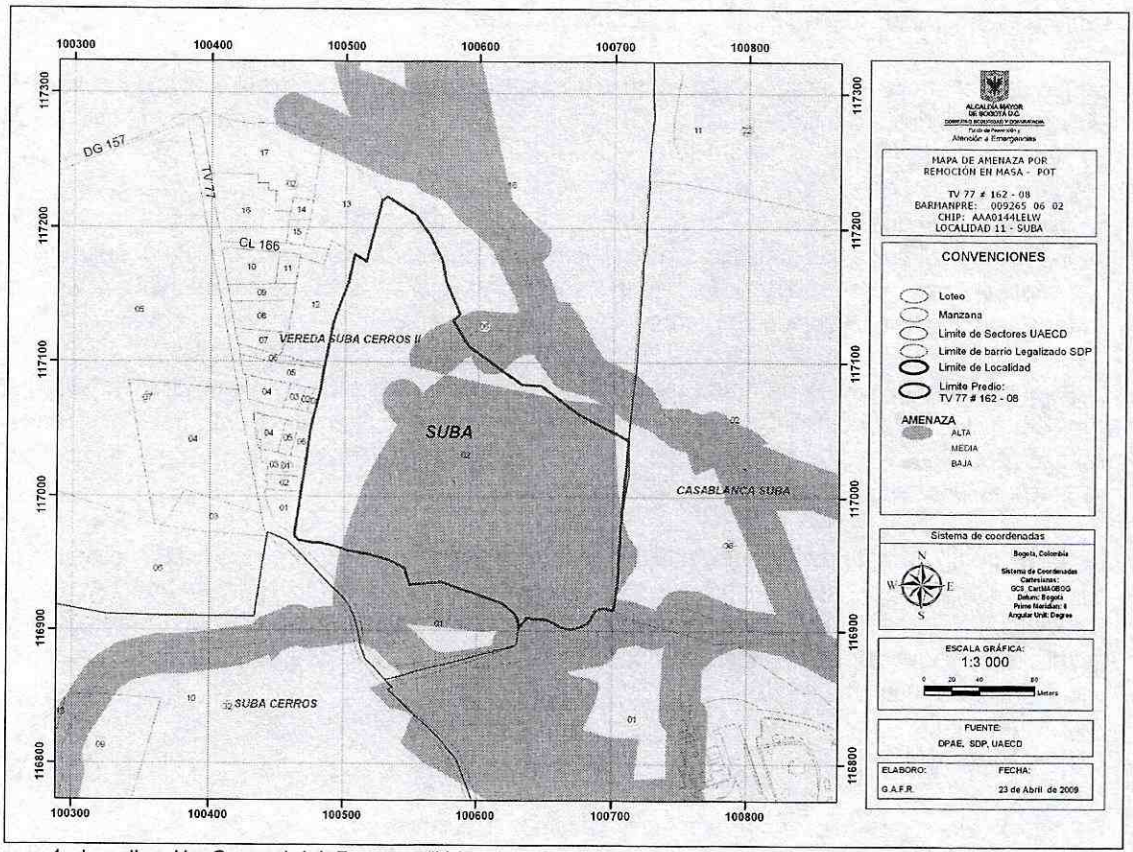


Figura 1. Localización General del Proyecto "Urbanización Plan Parcial San Hilario – San Cristóbal: Altos de Bacatá", en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa del POT (Decreto 190 de 2004).

5. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO - Concepto Técnico No. CT-5521 (Fecha Mayo/2009)

5.1. ESTUDIOS BÁSICOS

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

En el numeral 4.1 del capítulo 4: Estudios Básicos, se presenta el capítulo de Geología, 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 hace parte del piedemonte oriental de los Cerros de Suba, en donde se encuentran materiales no litificados (coluviones y depósitos fluvioglaciar) que cubren rocas y suelos residuales de la Formación Guaduas.

Dentro del desarrollo del estudio se presenta la descripción geológica local, en la cual se identificaron las siguientes unidades: Formación Guaduas (TKg), Depósitos Coluviales (Qc), Depósitos Antrópicos (Qda), Suelos Residuales (Qsr).

En la descripción que se presenta en el numeral 4.1.2.1.2.1 de la Unidad de Depósitos Coluviales (Qc), se indica que "*Sobre estos depósitos se encuentra una capa de suelo orgánico-mineral negro, limoso, con espesor entre 10 y 15cm, y restos vegetales y raicillas, con influencia de cenizas volcánicas. Estos materiales, dado su espesor, no son cartografiados ni son contemplados en los perfiles geológicos*".

El levantamiento geológico es presentado sobre 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 tres (3) secciones transversales en el informe a escala 1:750. En este levantamiento se presenta la distribución de los materiales identificados.

Desde el punto de vista de la geología estructural, el rumbo predominante de las fallas y pliegues en la zona es Norte – Sur, afectado por un sistema de fallas de rumbo de tipo sinestral con dirección aproximada N60W. Por otra parte se indica que de acuerdo con la fotointerpretación realizada para el estudio y la información de estudios realizados en lotes cercanos, los estratos buzan levemente hacia el occidente (aproximadamente 20º).

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- De acuerdo con la descripción presentada para los Depósitos Coluviales cuentan con espesores de hasta 2.3m y los Depósitos Antrópicos con espesores de hasta 3m; sin embargo en los perfiles geológicos incluidos en el estudio, los primeros de estos tienen en algunos sectores espesores superiores a 5m (Perfil A-A') y los Depósitos Antrópicos no cuentan con espesores superiores a 1.5m. En sentido se solicita aclarar las inconsistencias presentadas.

- Según lo expresado en el numeral 4.1.3 Geología Estructural, los estratos buzan levemente hacia el occidente (aproximadamente 20º); no obstante, en los perfiles geológicos A-A' y B-B', la estratificación buza hacia el oriente, por lo tanto se solicita aclarar esta inconsistencia.

- Se solicita que la información cartográfica se presente en original y las fotografías a color, ya que la información mostrada no es legible.

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

En el numeral 4.2 se presenta el capítulo de geomorfología, donde se indica que la zona de estudio guarda configuración natural de ladera Coluvial – Estructural, aunque presenta localmente explanaciones y rellenos realizados con fines urbanísticos. Las unidades y subunidades geomorfológicas identificadas corresponden con la Unidad de Ladera Estructural – Coluvial no Intervenida (Lec_{ni}) y la Sub-unidad de Ladera Estructural – Coluvial Poco Intervenida (Lec_{pi}).

Dentro de los análisis presentados se realizó un análisis multitemporal de fotografías aéreas para los años de 1949, 1968, 1977y 1990, descrito en detalle dentro del capítulo 5. Modelo Geológico – Geotécnico, en donde se concluye que *"Por más de 50 años estas ha sido una zona estable en la cual no se han presentado fenómenos de remoción en masa ni erosión, a pesar de las leves modificaciones antrópicas a las cuales ha sido sometido"*.

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; sin embargo, debido a que se presentó una copia del plano, no es posible identificar los limites entre las unidades.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Se solicita que la información cartográfica se presente en original y las fotografías áreas legibles, ya que la información mostrada no es clara.

- En la interpretación realizada a la fotografía aérea del año 1990, presentada en la página 53 del estudio, se indica que *"se observa un proceso de erosión diferencial en el sector oeste del lote..."*, por lo que no es cierta la conclusión presentada en cuanto a la inexistencia de procesos erosivos en los últimos 50 años; por otra parte, en el análisis de la imagen satelital del año 2007 no se hace referencia a la presencia de procesos erosivos. En este sentido y considerando lo especificado en el numeral 3.2.1.2 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, geomorfología: *"De manera precisa serán cartografiados los procesos, con énfasis en los de remoción en masa y erosión..."*, es necesario que se indique explícitamente el grado de evolución de estos procesos en la actualidad (condiciones actuales para ser cartografiados) y se considere su incidencia en las condiciones de estabilidad del sector, para la formulación del modelo geológico geotécnico.

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD

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

c. Hidrogeología

Dentro de la definición hidrogeológica de la zona, se indica que los Cerros de Suba por su poca área de drenaje han sido considerados deficientes para constituir una zona de recarga para los acuiferos de la Sabana de Bogotá; por otra parte, de manera local se indica que *"[...] a pesar de encontrarse básicamente dos tipos de materiales, depósitos Coluviales y antrópicos, las propiedades hídricas son similares dada la estructura matriz soportada del armazón de dichos depósitos [...] De igual manera, el predio incluye zonas entalladas con indicios de escurrimiento de aguas no permanente, que puede indicar condiciones de nivel freático relativamente cercano a la superficie del terreno en épocas de lluvia".*

El consultor indica en el estudio revisado que se efectuó un análisis de red de flujo, basado en ensayos de permeabilidad efectuados in situ, con el fin de corroborar los niveles de agua normales y extremos adoptados para los análisis de estabilidad. Considerando estos aspectos en el numeral 5.4 Formulación del Modelo se indica que el nivel de agua en condición normal es a 2.0m bajo la superficie, en condición extrema se consideró superficial y con obras de mitigación (proyecto y obras) a 2.5m bajo la superficie del terreno (tanto para condición normal como extrema – Numeral 4.7); en este sentido la DPAE interpreta que la eficacia de tales medidas buscan abatir el nivel freático hasta el nivel señalado.

Como parte de la definición de las condiciones climáticas de la zona de estudio, en el numeral 4.5 Condiciones Climáticas, se presentan de manera general las características de temperatura, evapotranspiración y precipitación de la zona.

En el numeral 4.7.1 se presentan los criterios para el diseño de obras de drenaje, para lo cual el consultor especifica que se ha divido el proyecto en tres zonas, "Drenaje del Parque", "Drenaje de Áreas Internas" y "Drenaje Externo y Redes Públicas".

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- De acuerdo con los análisis de red de flujo, se consideró una permeabilidad promedio en la modelación para los Depósitos Coluviales y Suelos Residuales de 1.5×10^{-5} cm/s; sin embargo, los resultados de las pruebas de permeabilidad incluidos en el anexo B, muestras valores de 4.17×10^{-5} cm/s y 2.24×10^{-5} cm/s, con lo cual el valor de permeabilidad adoptado se aleja del promedio referenciado, por lo tanto se solicita que se justifique el valor de 1.5×10^{-5} cm/s para los análisis.

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

d. Drenaje Superficial

En la evaluación del drenaje superficial se menciona que en la zona norte y sur del lote existen drenajes naturales, al igual que en la parte central del mismo, que reciben las aguas servidas de las construcciones aledañas. Adicionalmente, se indica que *"Estos cauces no hacen parte de la estructura ecológica principal y tampoco son cuerpos de agua continuos que estén dentro del inventario de rondas hidráulicas de la EAAB-ESP tal como aparece en el concepto técnico de la misma que se encuentra en el Anexo F".*

Como se mencionó anteriormente, en el ítem 4.5 Condiciones Climáticas, se presentan de manera general las características de temperatura, evapotranspiración y precipitación de la zona, al igual que la curvas IDF para la zona del proyecto, definiendo características hidrológicas del área de estudio.

En el numeral 4.7.1 Criterios para el Diseño de Obras de Drenaje, se especifica dicha información para tres zonas, "Drenaje del Parque", "Drenaje de Áreas Internas" y "Drenaje Externo y Redes Públicas"; igualmente, se incluyen en el Anexo F las memorias de cálculo para el diseño de filtros y para las redes de alcantarillado pluvial, en donde el proyecto se denomina "San Cristóbal", nombre de la zona que es correspondiente con el polígono del predio "Altos de Bacatá", en el esquema anexo del comunicado de la EAAB-ESP: 0815-2004-1203 incluida en el mencionado anexo.

CUMPLE PARCIALMENTE

La DPAE considera que este aspecto del estudio debe ser complementado especificando al considerar la evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial, la posible incidencia del mismo en los fenómenos de remoción en masa que afecten el área o se podrían generar. Lo anterior atendiendo lo expresado en el numeral 3.2.1.4. del artículo segundo de la resolución 227.

Adicionalmente, el comunicado que se incluye de la EAAB-ESP (0815-2005-1215) con respecto a las zonas de ronda y no intervención para el área del proyecto, realmente corresponde a la información del predio "Corporación Escuela Ecuestre Bacatá", localizada al oriente del predio "Altos de Bacatá"; en este sentido es necesario que se incluya la información correspondiente para el área real del proyecto.

e. Sismología

En el numeral 4.9, se presentan las características sísmicas; allí se indica que el proyecto se encuentra ubicado en la zona de transición entre las zonas 1B y 2C del mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, especificando que de acuerdo con el Decreto 193 de 2003, se utilizó el promedio de los dos espectros. Como resultado de ésta caracterización el consultor expresa: "*Lo anterior resulta en una aceleración máxima en condiciones extremas de 0.27g. Para la condición normal se efectuaron los análisis sin carga sísmica".*

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 4.10 se describe el uso actual del suelo, en donde se especifica que la cobertura vegetal del predio la constituyen principalmente pastos bajos. Adicionalmente se indica que "*El uso actual del suelos en la zona es residencial y tal como se ha mencionado, la ladera original fue modificada de manera mínima con adecuaciones urbanísticas puntuales como al vía de acceso y la casa del cuidandero*".

Dentro de la descripción del uso del suelo se hace énfasis que el lote no ha presentado explotación minera en ningún momento de su historia.

El levantamiento de esta información es presentado en un plano con vista en planta a escala 1:750, con curvas de nivel cada 1.0m, debidamente firmado por el profesional que lo elaboró.

CUMPLE PARCIALMENTE

Aunque se presenta en el estudio una descripción de la cobertura vegetal en el predio y del uso actual en el mismo, la información presentada en el mapa de usos del suelo no indica el uso actual como tal, ya que solo presenta la cobertura vegetal existente.

5.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

Este capítulo se desarrolló empleando como herramienta principal, la fotointerpretación de imágenes aéreas en diferente escala temporal para la zona de estudio, para lo cual se analizaron fotografías aéreas de los años 1949, 1968, 1977y 1990. Producto de este análisis multitemporal, el consultor precisa que "*A partir de este análisis se encontró que la zona ha sido estable a través del tiempo, no presentado movimientos en masa de proporciones que afecten su estabilidad, la afectación antrópica que ha sufrido el lote no ha modificado su estabilidad. De la misma manera a nivel regional no se observan cambios importantes en la estabilidad de la zona estudiada*"; adicionalmente, se concluye entre otros aspectos que "*Por más de 50 años estas ha sido una zona estable en la cual no se han presentado fenómenos de remoción en masa ni erosión, a pesar de las leves modificaciones antrópicas a las cuales ha sido*

sometido" y que *"El lote no ha sido sometido a actividades extractivas ni de otros tipos que afecten claramente su morfodinámica".*

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Se solicita que las fotografías áreas se presenten legibles, ya que la información mostrada no es clara.

- En la interpretación realizada a la fotografía aérea del año 1990, presentada en la página 53 del estudio, se indica que "*se observa un proceso de erosión diferencial en el sector oeste del lote…"*, por lo que no es cierta la conclusión presentada en cuanto a la inexistencia de procesos erosivos en los últimos 50 años; por otra parte, en el análisis de la imagen satelital del año 2007 no se hace referencia a la presencia de procesos erosivos. Considerando lo solicitado en el numeral 3.3.1 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006, en el que se especifica que se debe incluir "*la descripción y clasificación de todos los procesos de inestabilidad identificados en el área de estudio, clasificándolos en antiguos y recientes, de acuerdo con su estado de actividad, y según los mecanismos de falla y forma de propagación, considerando por ejemplo la retrogresividad del proceso y el área de influencia directa con su actividad"*, se solicita que el consultor se pronuncie sobre la influencia de los procesos erosivos en la presencia de procesos de inestabilidad en el área de estudio, en el marco de lo anteriormente señalado.

- En el caso de identificarse procesos de inestabilidad en el área de estudio, según lo señalado en el anterior punto, es necesario presentar un plano de "Inventario y Caracterización Detallado de Procesos de Remoción Actuales", de acuerdo con lo estipulado en el numeral 5, del artículo segundo la Resolución 227 de 2006.

- Se recomienda que en el análisis presentado para la fotografía aérea del año de 1990 y para la imagen satelital del año 2007, se especifique la ubicación del predio denominado y referenciado como "*Cran*".

b. Formulación del Modelo

En el numeral 5.4 el consultor presenta la formulación del modelo, en el cual hace referencia al plano No. 2 (Mapa Geológico) y a la Figura No. 3 del informe, en esta última se presentan una (1) sección transversal, que muestran la distribución de los materiales, las propiedades geomecánicas adoptadas para los análisis de estabilidad y los niveles freáticos considerados para condiciones normales y extremas. Los parámetros de resistencia de los materiales considerados dentro de la formulación del modelo fueron obtenidos por medios de ensayos de corte directo y correlaciones con los resultados de la prueba de penetración estándar, cuyas memorias se incluyen en el Anexo C. Memorias de Cálculo.

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

Dentro de la formulación del modelo geológico geotécnico se establecen los niveles normales y extremos considerados en los análisis, dadas las justificaciones presentadas en el literal C Hidrogeología del numeral 5.1 del presente concepto técnico.

En la formulación del modelo se describen los procesos de inestabilidad potenciales y los mecanismos de falla analizados, numeral 5.4.1, en donde se menciona que "*Por las características de los Depósitos Coluviales y los Suelos Residuales ya descritas, se sugiere un mecanismo de falla más crítico de tipo rotacional. Sin embargo se efectúan también los análisis para un mecanismo de falla traslacional tanto dentro de los materiales mencionados como en el contacto en la roca. En la roca no se realizan corte y por lo tanto no se realizan análisis de estabilidad sobre este material*".

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Los parámetros de resistencia determinados por medio de los resultados de los ensayos de penetración estándar (SPT) para los diferentes materiales se encuentran sobre estimados, considerando los resultados típicos para estos tipos de materiales en la literatura técnica local e internacional, por lo que se recomienda verificar los procedimientos empleados para su determinación dentro de la metodología señalada. Este aspecto se ve acentuado al considerar que los parámetros de resistencia determinados por este procedimiento para las arenisca (este procedimiento no es apropiado para determinar los parámetros de resistencia para estos tipos de materiales, considerando las limitaciones de caracterización para estos por medio del SPT) son inferiores a los del suelo residual derivados del mismo, lo cual desde el punto de vista geológico y geotécnico no se encuentra justificado.

  En este sentido los parámetros de resistencia adoptados no se encuentran plenamente justificados, en particular para los rellenos antrópicos y la Arenisca (no se incluyó adicionalmente los resultados de las pruebas de caracterización mecánica realizadas sobre estos materiales).

- Es necesario que se justifiquen los pesos unitarios adoptados para los Rellenos Antrópicos y la Arenisca, sobre los que no se presentan pruebas que permitieran determinar esta propiedad. Esta solicitud se realiza considerando que dentro de la exploración geotécnica (parágrafo 3.3.3 del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006), *"La investigación geotécnica tendrá por objeto el levantar, mediante trabajos de campo, complementados con trabajos de laboratorio, la información suficiente y adecuada que permita caracterizar cuantitativamente los procesos de inestabilidad identificados; su formulación y justificación deberá corresponder con el modelo geológico del sitio".*

- En la tabla resumen presentada en la página 63 del numeral 5.4 Formulación del Modelo, se indica que el espesor del Suelo Residual es de 3.0 a 8.0m; sin embargo, en el numeral 4.1.2.1.2.3 Suelos

Residuales (Qsr) se indica para estos materiales cuentan con espesores que oscilan entre 4 y 6m. Por lo tanto se solicita aclarar esta inconsistencia.

c. Exploración Geotécnica

El programa de exploración incluyó la ejecución de veinticuatro (24) perforaciones que alcanzaron una profundidad de 12m por medio de taladro rotatorio. Dentro de la etapa de exploración del subsuelo se realizaron ensayos de penetración estándar y ensayos de resistencia al corte con veleta de campo.

De acuerdo con lo señalado en el estudio por el consultor, se obtuvieron muestras alteradas e inalteradadas que permitieron determinar propiedades índice de los materiales y ensayos de corte directo sobre la matriz arcillosa del Depósito Coluvial y en el Suelo Residual. Asimismo, obtuvieron núcleos de roca arenisca, sobre los que se efectuó un ensayo de corte directo sobre discontinuidad, prueba de Till Test y un ensayo de compresión inconfinada.

Según lo presentado en el numeral 5.3.1 Programa Exploratorio de Campo, *"El alcance del programa exploratorio se definió teniendo en cuenta la caracterización geológica inicial mediante el reconocimiento de campo y la fotointerpretación, donde se efectuó una zonificación del lote inicial y se localizaron las perforaciones requeridas en cada zona con el fin de poder caracterizar todos los materiales encontrados en la ladera. Por el conocimiento que se tiene de la zona y al tener los resultados de las primeras perforaciones, se determinó la profundidad a la que bebían llegar para obtener parámetros adecuados y se definió el tipo de equipo de perforación que lograra alcanzar dichas profundidades"*.

El perfil estratigráfico encontrado corresponde superficialmente a rellenos con espesores de hasta 1m, seguido de arcillas de color café con gravas, de consistencia dura, ubicadas entre los 1.6m y 6m de profundidad, las cuales se encuentran subyacidas por areniscas.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- De acuerdo con lo indicado en el numeral 5.3.1 Programa de Exploración del Subsuelo, se efectuaron 24 perforaciones, donde *"A la luz de la Resolución 227 se recomienda mínimo un sondeo por cada 1500 m² de área. En este caso las perforaciones cumplen ampliamente con este requisito"*; sin embargo, considerando que el área del proyecto es de aproximadamente 4.5 Ha, se requerirían conforme con lo indicado 30 sondeos, por lo tanto no se esta cumpliendo con lo solicitado por la Resolución 227 de 2006 en este aspecto y es necesario complementar el programa de exploración del subsuelo.

  De igual manera, se solicita que dentro de la justificación técnica del programa de exploración geotécnica se especifique explícitamente si al menos 2/3 de las perforaciones involucraron todos los

materiales de interés, según lo especificado en el literal ii del parágrafo 3.3.3 del Artículo Segundo de la Resolución 227 de 2006.

- Según la información presentada en el plano No. 4 – Localización de Perforaciones, en el área de estudio se realizaron 26 perforaciones (se ubica dos veces la perforación "P24" y se localiza la perforación "P25"); no obstante, en el estudio, numeral 5.3.1, se indica que se efectuaron 24 perforaciones; por otra parte, en el ítem 5.2 se indica que se realizaron 11 perforaciones. En este sentido se solicita que se aclare y se presente de manera correspondiente en todo el estudio dicha información.

- Dentro de la descripción presentada en el numeral 5.3.2 del perfil estratigráfico encontrado, se indica que los rellenos cuentan con espesores de hasta un 1.0m; sin embargo, en el acápite de geología del estudio revisado, se indican que estos depósitos pueden contar hasta con 3m de espesor. Por lo tanto, es necesario que se especifiquen las hipótesis que permitieron definir un espesor de 3m y/o se aclara la posible inconsistencia.

- Dentro de la descripción presentada en el numeral 5.3.2 del perfil estratigráfico encontrado, se indica que arcillas de color café con gravas, de consistencia dura, ubicadas entre los 1.6m y 6m de profundidad, con lo cual dichos materiales contarían con espesores de hasta 5m, los cuales la DPAE interpreta que deben corresponder con la descripción presentada de los Depósitos Coluviales descritos en el capítulo de Geología del Estudio revisado; no obstante, en el capitulo mencionado se indica que estos materiales presentan espesores entre 1.8m y 2.3m, por lo tanto es necesario aclarar esta inconsistencia.

- En la definición del perfil estratigráfico encontrado, no es claro porque no se hace referencia a los suelos residuales identificados en el capitulo de geología del estudio revisado.

- Como soporte dentro de la caracterización geomecánica de las areniscas, es necesario que se incluyan los resultados de los ensayos de laboratorio desarrollados para tal fin, realizados sobre estos materiales.

La DPAE aclara que si bien es cierto que a la luz de la Resolución 227 de 2006, la comprobación y validación de los parámetros geotécnicos de resistencia, son responsabilidad del consultor tal como lo refrenda con su firma en la carta de compromiso, para que el estudio cumpla con los términos de referencia asociados a este tema se deben atender cada una de las observaciones mencionadas anteriormente.

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

5.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

La evaluación de las condiciones de amenaza en primera instancia se realizó para dos (2) escenarios, basados el modelo geológico – geotécnico propuesto; no obstante el modelo se debe ajustar de acuerdo con lo solicitado en los anteriores capítulos de éste concepto técnico.

En relación con los análisis presentados, el primer escenario corresponde a la condición actual y el segundo al generado por el cambio de uso del terreno (involucrando los cortes que se realizarán en el terreno). Para cada una de estas condiciones se evaluaron cuatro (4) escenarios, los cuales involucran condiciones normales y extremas tanto de agua como de sismo. La condición normal de agua corresponde a la cota 2m bajo la superficie del terreno y para la condición extrema a nivel de superficie. La condición de sismo normal realmente corresponde a la no presencia del mismo y la condición extrema del sismo a un coeficiente de aceleración sísmico 0.27g.

Para cada uno de estos escenarios, se evaluaron las condiciones de estabilidad en términos de factores de seguridad empleado el software Slope/W, para los mecanismos de falla descritos en la definición del modelo geológico geotécnico y se presenta la zonificación de amenaza considerando los criterios definidos para este aspecto en la resolución 227 de 2006. Producto de esta zonificación de amenaza se presentan los mapas de amenaza No. 5 y 8 a escala 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0m.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- En el escenario generado por el cambio de uso del terreno (involucrando los cortes que se realizarán en el terreno) sin obras de mitigación falto incluir la **sobrecarga** generada por las edificaciones proyectadas, según lo estipulado en el parágrafo 2 del numeral 3.4 del Articulo Segundo de la Resolución 227 de 2006.

- Dentro de los resultados mostrados de los análisis efectuados, no es clara la diferencia entre los factores de seguridad determinados para "Rotacional Mínimo" y "Rotacional a lo Largo de la Ladera". Frente al particular se recomienda aclarar este aspecto.

- Aunque se indica que las categorías de amenaza por remoción en masa se definieron considerando los factores de seguridad obtenidos bajo las condiciones más "críticas", utilizando los criterios establecidos para tal efecto en la Resolución 227 de 2006 y que la zonificación de este tipo de amenaza se adelantó considerando dichos resultados, no son claros todos los criterios empleados para elaborar la misma, cómo y de qué forma se consideró la distancias de viaje de la posible masa desplazada, etc.

- De acuerdo con lo indicado en la página 75 del estudio revisado, la parte baja de la zona de estudio presenta una categoría de amenaza baja por procesos de remoción en masa; no

obstante, en el plano No. 5 – Mapa de Amenaza en Condición Actual, solo se presentan las categorías de amenaza alta y media; por lo tanto es necesario aclarar este aspecto. Por otra parte, no es clara la zonificación de amenaza tanto para el plano No.5 como para el plano No. 8, ya que los achurados empleados para la zonificación son muy similares y no hay diferencia de colores; en este sentido se recomienda que se incluya copias legibles de los planos.

5.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Para la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física, se realizó la tipificación de viviendas y definición de índices de daño, utilizando la metodología propuesta por Leone (1996), para lo cual se evaluó el índice de vulnerabilidad físico (IVF), con la expresión empírica propuesta por Soler et al (1998), el cual es una función del índice de daño y un coeficiente de importancia, que a su vez es función de las condiciones de amenaza por remoción en masa.

De acuerdo con el estudio, la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física se realizó para la vía existente en el predio de desarrollo del proyecto, para la vía aledaña, para las edificaciones aledañas vecinas al occidente y suroccidente del mismo, y para las edificaciones proyectadas. Los análisis se efectuaron para la condición actual, para el proyecto sin obras de mitigación y para la condición de proyecto con obras de mitigación.

Producto de los análisis realizados se elaboraron mapas de vulnerabilidad física a escala 1:1000, con curvas de nivel cada 1.0m, para la condición actual, para el escenario con cortes temporales, para el escenario con cortes temporales, y para el escenario con proyecto y obras de mitigación.

En el numeral 7.4 se presentan las conclusiones del análisis de vulnerabilidad, indicando la necesidad de elaborar un plan de medidas de mitigación de riesgos, el tipo de medidas que se requerirían y su propósito, así como consideraciones frente al manejo del terreno.

CUMPLE PARCIALMENTE

Considerando, que de acuerdo con la metodología presentada, la evaluación del índice de vulnerabilidad físico es función del grado de amenaza, la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad deberá ser ajustada considerando las correcciones a que haya lugar, según lo presentado en el numeral 3.3 de este concepto técnico.

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

- En el numeral 7.1 se hace referencia a la vivienda ubicada dentro del predio, para la cual se asignó una tipología B2, de acuerdo con la metodología empleada para los análisis; sin embargo, para esta edificación no se terminó de presentar la evaluación de la vulnerabilidad

física. Se recomienda presentar la localización de la vivienda ubicada dentro del predio, por lo menos en el "mapa de vulnerabilidad condición actual" y su respectiva vulnerabilidad física.

- De acuerdo con lo expresado en la página 94 del estudio revisado, *"[...] las edificaciones proyectadas y las edificaciones existentes al occidente y la ubicada dentro del predio, se pueden caracterizar como tipo B2 [...]"*; por otra parte, en el numeral 7.2.2 se indica que la tipología de las edificaciones proyectadas corresponde a B4. Es necesario aclarar la inconsistencia presentada.
- Es necesario que se indique la referencia de las tablas mostradas en la páginas 94 y 98 del estudio, en las cuales se relacionan el factor de seguridad con la velocidad del movimiento, máxime si se considera que el movimiento del terreno asocia generalmente un estado de falla, en el cual de acuerdo con la definición de factor de seguridad implicaría valores inferiores a la unidad.

- Dentro de la evaluación de las solicitaciones sobre las edificaciones proyectadas, para la determinación de la vulnerabilidad física por procesos de remoción en masa, se consideraron los empujes que soportaran las estructuras de contención. Dado que estos elementos de contención se diseñan para tal fin, garantizando unos factores de seguridad por estabilidad local mínimos, se recomienda que se considere la posibilidad de falla global o general y el tipo de solicitación asociada a este proceso.

- Para los análisis presentados en la evaluación del índice de vulnerabilidad físico, no se encuentran justificados los índices de daño relacionados, al igual que el grado de amenaza para el escenario "Proyecto sin Obras de Mitigación", considerando que no se efectuaron los análisis de estabilidad y la zonificación de amenaza por remoción en masa para esta condición.

- En todos los casos se debe justificar los valores de índice de daño y grado de amenaza considerados en la evaluación del índice de vulnerabilidad físicos, ya que dichos valores se encuentran solo en algunos casos justificados.

- En el plano No. 9 Mapa de Vulnerabilidad Condición Cortes Temporales en Condiciones Extremas de Agua y Sismo, la vía ubicada al occidente presenta una vulnerabilidad alta por remoción en masa; no obstante en la tabla resumen de resultados presentada en la página 106 esta categoría de vulnerabilidad no se encuentra determinada, por lo tanto se solicita aclarar esta inconsistencia. Aparentemente el consultor está confundiendo el escenario "Proyecto sin Obras de Mitigación" con la "Condición Cortes Temporales", ya que en este último caso no presentan análisis, pero si el plano de vulnerabilidad física.

- En la metodología mostrada para determinar la vulnerabilidad física por procesos de remoción en masa de la vía interna y externa al proyecto, es necesario que se justifique las intensidades de daño seleccionadas.

- Es necesario que se incluyan en los planos de vulnerabilidad física la vía interna del predio y su respectiva categoría de vulnerabilidad.

5.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el capítulo No. 8 Evaluación de Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa, se indica que para la evaluación del riesgo se consideran el grado de amenaza y su influencia espacial y el grado de vulnerabilidad de los elementos expuestos y que "*en los planos No. 7, 10 y 14 se presenta la zonificación del riesgo obtenida mediante el cruce cartográfico del mapa de amenaza y el mapa de vulnerabilidad*". Los planos se presentaron para los escenarios para la situación actual, con cortes temporales y para el escenario con proyecto y obras de mitigación.

En este capítulo se incluye la matriz de riesgo utilizada por el consultor para el cruce cartográfico con el cual se realizó la zonificación de riesgo por fenómenos de remoción en masa presentada en lo anexos. Con respecto a lo anterior, la DPAE considera que tal evaluación es cualitativa y obtenida a criterio del consultor, donde no se referencia ninguna metodología que la soporte; por lo tanto, las consecuencias que se deriven de tal evaluación son responsabilidad del analista de riesgo quien avala el estudio.

CUMPLE PARCIALMENTE

Para la evaluación de Riesgo se deben cumplir los aspectos de Amenaza y Vulnerabilidad para luego realizar su determinación. No obstante, se reitera que el estudio deberá cumplir con lo solicitado expresamente en el numeral 3.6 del artículo segundo de la Resolución 227.

5.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En el capítulo No. 9 se presentan las obras de mitigación de riesgo, *"[...] relacionadas con la adecuada captación y conducción de aguas para garantizar un nivel de agua a una profundidad mínima de 2.5m y de esta forma lograra que la amenaza sea baja durante la construcción de las obras y luego durante la vida útil del proyecto".* En este capítulo se presentan las recomendaciones para efectuar los cortes en el terreno, junto con las medidas complementarias de adecuación, y las recomendaciones para la construcción de filtros y cunetas.

En el numeral 9.3 y en el Anexo D se presentan las especificaciones para adelantar las obras propuestas y en el Anexo F las memorias de cálculo para el diseño de los filtros y la red de conducción de aguas lluvias.

Por otra parte, en los numerales 9.4 y 9.5 se presentan los planes de mantenimiento y de monitoreo recomendados por el consultor. En el primero de estos se hace referencia a la necesidad de garantizar

un corrector funcionamiento de las obras de drenaje subsuperficial y el mantenimiento de la empradización de taludes permanentes y en el ítem del plan de monitoreo se recomienda la instalación de piezómetros dobles tipo casagrande, los cuales permitirán la revisión mensual de eficiencia de los filtros, verificando niveles de agua por debajo de los 2.5m de la superficie actual.

Las obras de mitigación propuestas son presentadas en el plano No. 11 Localización de Obras y Medidas de Mitigación, en el cual además de presentar dicha información para los filtros, cunetas y cajas de inspección se presentan detalles de; filtros bajo la placa de contrapiso, filtros en los muros de contención, filtros, cunetas y cajas de inspección. Este plano se presenta a escala 1:1000 y cuenta con curvas de nivel cada metro.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

- Como se mencionó anteriormente, dentro de las medidas de mitigación se incluye la adecuación del terreno por medio de cortes los cuales contaran con alturas inferiores a 3m y contarán con pendientes menores a 45° con la horizontal; sin embargo, con el objetivo de que las hipótesis planteadas en los análisis de estabilidad sean correspondientes con las obras proyectadas, se recomienda que en los planos de diseño se presenten las coordenadas, cotas y dimensiones completas de los cortes propuestos, complementados con secciones transversales.

- En la memoria de cálculo de los filtros, presentada en el Anexo F, el valor de permeabilidad utilizado no es correspondiente con los determinados en las pruebas de infiltración; adicionalmente, la cota inferior del subdren y superior del nivel freático (1m y 0.5m respectivamente) no son correspondientes con los requisitos para este tipo de obras dentro de la mitigación del riesgo (abatimiento del nivel freático mayor a 2.5m de profundidad); de igual forma el ancho del dren (1.2m) no es correspondiente con el ancho mostrado en el plano No. 11 y a su vez dicha especificación no lo es con lo presentado en el informe.

- Aunque en el numeral 9.2 Manejo de Aguas del estudio revisado se indica que en el Anexo F se incluyen los diseños detallados de las cunetas, esta información no se presenta, por lo tanto se recomienda incluir la información relacionada.

- En el numeral 9.5 Plan de Monitoreo se señala que en la Figura No. 6 se presenta la ubicación de los piezómetros; sin embargo, esta información no se incluye. Se recomienda presentar la localización de los piezómetros propuestos en el plano de localización de obras de mitigación.

Frente al plano No. 11 Localización de Obras y Medidas de Mitigación, se solicitan las siguientes aclaraciones y/o se atiendan las siguientes recomendaciones:

- Presentar planos a color o con convenciones que permitan identificar claramente la localización de las obras de drenaje recomendadas. Adicionalmente se recomienda que la localización de las obras en planta se presente acompañada de coordenadas planimétricas y altimétricas, para su posterior replanteo.

- Para las cunetas propuestas se presenta una sección típica; sin embargo, en el plano no se indica la calidad y tipo de materiales para su fabricación, espesor de la sección, pendientes, etc.

- Se recomienda que se presente con una mayor escala el detalle de filtros bajo la placa de contrapiso, el cual se complemente con valores de pendiente y sentido de la misma recomendados, detalle de sección de los filtros, si se requiere tubería y geotextil, etc. Se recomienda también que esta información se incluya también en el detalle de los filtros para los muros de contención.

- Según el detalle del filtro presentado, se recomienda emplear geotextil Pavco 2100; sin embargo, de acuerdo con las memorias de cálculo presentadas, el textil debe corresponder al tipo NT-3000. Se solicita aclarar esta inconsistencia. De igual forma se solicita que se verifiquen las dimensiones recomendadas para el filtro, conforme con las especificaciones presentadas en el estudio.

- De acuerdo con el detalle del filtro el espesor del material drenante (gravilla) es de 30cm y el resto del filtro se llenará con tierra, arena y humus. Se recomienda que se revise lo pertinente de esta recomendación frente a la efectividad de captación del agua subsuperficial.

5.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el Capítulo 6.3 se presenta la evaluación y clasificación de amenaza para el proyecto con obras de mitigación, encontrando que la amenaza por procesos de remoción en masa es baja; no obstante, para estos análisis se reiteran las observaciones planteadas para los análisis de estabilidad y evaluación de amenaza para los otros escenarios.

Teniendo en cuenta que los taludes propuestos en el terreno con obras de mitigación, consistentes estas últimas en obras hidráulicas, reflejan una condición de amenaza baja por procesos de remoción en masa, los muros de contención considerados en el proyecto arquitectónico no harían parte de las obras de mitigación como tal. Al respecto, este aspecto será evaluado y revisado una vez se atiendan las observaciones planteadas en el presente concepto técnico; sin embargo, se recuerda la necesidad de garantizar la estabilidad de los cortes y su entorno durante la construcción de los citados muros.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se recomienda complementar con lo anotado anteriormente.

5.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida de los responsables del estudio, Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña y Geólogo Julio Fierro Morales, los cuales la DPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227.

CUMPLE

5.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los capítulos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006; no obstante, el Consultor deberá presentar una nueva versión del informe con los ajustes, aclaraciones o modificaciones solicitadas a lo largo del presente concepto.

CUMPLE PARCIALMENTE

5.10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

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

Se presentan dos cartas de responsabilidad dirigidas por los responsables del estudio, La DPAE entiende que el profesional que realizó la evaluación y cuantificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo es el ingeniero Alfonso Uribe Sardiña.

CUMPLE

6. CONCLUSIONES

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, luego de evaluar los distintos aspectos presentados en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa denominado "Estudio de Amenaza y Riesgo por Procesos de Remoción en Masa Proyecto Altos de Bacatá" AUS-6304-1 y versión de fecha diciembre 12 de 2008, para el proyecto "Urbanización Plan Parcial San Hilario – San Cristóbal: Altos de Bacatá", ubicado en la Carrera 72 No. 162-08 (Carrera 72 No. 163-31 – Actual), de la Localidad de Suba, presentado por la firma Alfonso Uribe S. y Cía. S.A. Estudios 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.

7. RECOMENDACIONES

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

8. 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:	Revisó:
MAT. PROFESIONAL: 2540210203 CND **LUIS ALFREDO GONZÁLEZ MORANTES** Ingeniero Civil MI(c) Geotecnia	**OSCAR IVÁN CHAPARRO FAJARDO** Responsable del Grupo de Conceptos Técnicos

Avaló:

GERMÁN BARRETO ARCINIEGAS
Responsable de la Coordinación de Investigación y Desarrollo

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