1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5697
1.2 ÁREA:	Investigación y Desarrollo
1.3 COORDINACIÓN:	Conceptos Técnicos
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2008ER15025
1.5 RESPUESTA OFICIAL No.	RO –39362

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Curaduría Urbana No. 3
2.2 PROYECTO:	URBANIZACIÓN HACIENDA LOS MOLINOS
2.3 LOCALIDAD:	18. Rafael Uribe Uribe
2.4 UPZ:	54 – Marruecos
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	Puerro Rico-Los Molinos primer sector
2.6 DIRECCIÓN:	Cll48 J SUR 5D 90 INT 16 (*)
2.7 CHIP:	Varios predios, adjunto en la Figura 1
2.8 ÁREA (Ha):	1.28(*)
2.9 FECHA DE EMISIÓN:	Diciembre 7 de 2009
2.10 EJECUTOR DEL ESTUDIO:	ALFONSO URIBE S. Y CÍA S.A.

(*) Información suministrada en: *"Estudio de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa proyecto Molinos Calle 48B Sur con Carrera 5D BIS A"*

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 Dirección de Prevención y Atención de Emergencias al estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II

del Proyecto Urbanización Hacienda Los Molinos, ubicado en la Localidad de Ciudad Bolívar, en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 y en el marco de lo establecido en la Resolución 227 de julio 13 de 2006, por estar localizado en una zona de amenaza MEDIA y ALTA, de acuerdo con el plano normativo de amenaza por remoción en masa del Plan de Ordenamiento Territorial P.O.T.

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

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con lo señalado en el Plano No. 1 – Localización del Proyecto del estudio revisado; en la Figura 1 se presenta la localización general del predio donde se sitúa el proyecto Urbanización Hacienda los Molinos en el mapa de amenaza por remoción en masa del POT; es necesario enfatizar en que la dirección suministrada en el estudio no coincide con la comunicación de la curaduría ni con la información obtenida a partir de la delimitación de predios suministrada por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital. Sin embargo, cabe puntualizar, que la delimitación de los predios vinculados al proyecto conforme con la cobertura predial con que cuenta la DPAE, suministrada por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD, no es del todo precisa, por lo que la localización presentada se hace con base en la cartografía anexa al estudio.

De acuerdo con la información suministrada en el estudio[1], el Proyecto se encuentra ubicado entre las Calles 48B y 48I sur entre Carreras 5F Y 5G. Sin embargo, teniendo en cuenta la información predial de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD se indican los predios que están en el área del proyecto en la Figura 1, Barrio Puerto Rico, de la Localidad de Rafael Uribe Uribe del Distrito Capital.

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

Tabla 1. Coordenadas aproximadas de la ubicación de los predios

Norte*:	95750	a	95900
Este*:	96348	a	96474
Cotas* (msnm):	2607	a	2630

* Coordenadas y cotas de acuerdo con el Plano No. 1 - Localización del Proyecto del estudio verificado.

El proyecto contempla la construcción de 15 edificaciones de seis a nueve pisos de altura, las cuales se desarrollan adecuándose a la topografía del terreno. Las cargas de los edificios se transfieren mediante muros portantes a la cimentación. El Consultor estimó una carga de la edificación entre 6.0 Ton/m^2 y 8.0Ton/m^2 cargas en los muros con valores máximos de 30 Ton/m.

[1] Plano No 1- Localización del Proyecto

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

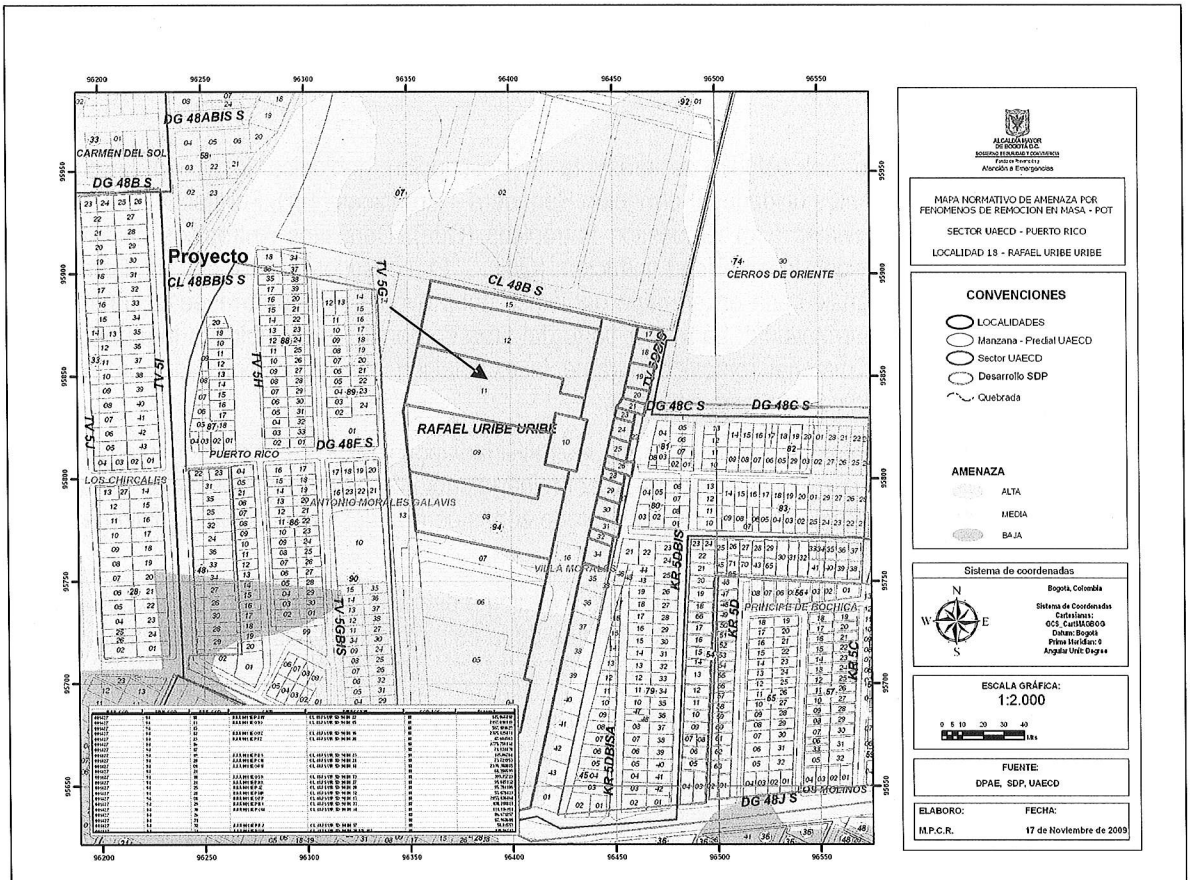

Figura 1. Localización General del Proyecto Urbanización Hacienda los Molinos, Ubicado en la localidad de Rafael Uribe Uribe, en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa (Decreto 190 de 2004).

5. REVISIÓN DEL ESTUDIO

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 capítulo de Geología (numeral 4.1) 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 de la secuencia estratigráfica que corresponde al conjunto superior de la

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

Formación Regadera. En el sector se encuentran areniscas friables, areniscas gravosas y arcillositas en intercalaciones discontinuas debido a los procesos aluviales. Se menciona además, que la principal estructura geológica de la zona es el sinclinal de Usme ubicado a 1000m al oeste de la zona.

Dentro del desarrollo del estudio se presenta la descripción geológica local, en la cual se identificaron las siguientes unidades: Formación Regadera – Areniscas (Ter), Formación Mondoñedo (Qm), Depósitos Coluviales (Qc), Depósitos antrópicos (Qda), Depósitos Antrópicos de botadero (Qdab), y Depósitos por inestabilidad inducida (Qdii). El consultor aclara que la Formación Mondoñedo no fue considerada en el mapa geológico del proyecto ya que su espesor (entre 20 y 50cm) y presencia es irrelevante. La mayor parte del área en donde estará ubicada la urbanización ha sido cubierta por material removido durante la explotación minera, estériles del proceso de extracción, residuos de construcción y basura.

Es importante mencionar los depósitos por inestabilidad inducida, los cuales son producto del colapso debido a la explotación del subbsuelo por minería subterránea para la fabricación de ladrillos de manera artesanal. Estos procesos han generado zonas de grandes hundimientos y flujo de suelo dentro de las cavernas.

A partir del levantamiento de la información de la geología estructural del macizo rocoso que aflora, el consultor indica a partir del análisis de 14 datos de la estratificación y las diaclasas, tres familias de discontinuidades.

El levantamiento geológico es presentado en el plano No. 2 – Mapa Geológico, sobre una base cartográfica en planta el cual se encuentra a escala 1:400, según el rótulo del mismo, con curvas de nivel cada 0.50m, debidamente firmado por el profesional que lo elaboró.

CUMPLE PARCIALMENTE

La DPAE considera necesario que el plano geológico extienda el área de los análisis desarrollados, teniendo en cuenta que los fenómenos de remoción en masa que pueden suceder en el predio, pueden afectar zonas aledañas y por lo tanto es necesario que el área de influencia de los procesos de remoción en masa se considere en el plano geológico del proyecto. En este sentido, el modelo geológico planteado debe ser claro en identificar de manera precisa tanto en planta como en perfiles la localización de los antiguos túneles que fueron abandonados y que bajo el contexto de antigua zona de explotación minera se convierten en fuentes de amenaza por subsidencia.

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

En el numeral 4.5 se presenta el capítulo de geomorfología, donde se enmarca la zona de estudio en dos sectores; la primera considera una ladera denudacional con geomorfas naturales o generadas por actividad antrópica. Dentro del estudio geomorfológico se consideran las siguientes subunidades

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

correspondientes a cada una de los tipos de geoforma analizados

- Subunidad de ladera estructural denudacional no intervenida (Ld-ni)
- Subunidad de ladera denudacional intervenida por extracción (Ldie)
- Subunidad de coluvión (Ldie-co)
- Subunidad de escarpe (Ldie-esc)
- Subunidad de ladera denudacional intervenida por extracción subterránea (Ldie-sub)
- Subunidad de ladera denudacional intervenida por adecuación de obras (Ldie-ac)
- Subunidad de ladera denudacional intervenida para patio conformado (Ldie-pc)
- Subunidad de ladera denudacional intervenida para patio no conformado (Ldie-pnc)
- Subunidad de ladera denudacional intervenida para botadero (Ldie-bot)

El proceso de meteorización más importante en el área considerada en los análisis es de tipo hídrico, evidente en el costado oriental del predio formando surcos y cárcavas, que se presentan en detalle en el mapa gemorfológico (plano 3).

En el numeral 5.1 se realizó un análisis multitemporal de fotografías aéreas para los años de 1940, 1949, 1984 y 1991 además de imágenes satelitales del año 2004, lo cual es descrito en detalle en el Capítulo 5. El levantamiento geomorfológico para las condiciones actuales se presenta en un plano con vista en planta a escala 1:400, con curvas de nivel cada 0.5m, debidamente firmado por el profesional que lo elaboró, en el cual se cartografían las unidades geomorfológicas referenciadas anteriormente, así como los procesos identificados, tales como deslizamientos, desplomes, grietas, y procesos de erosión hídrica.

CUMPLE PARCIALMENTE

Al igual que en el levantamiento geológico es necesario presentar el plano ampliando el área de estudio considerando el área de influencia de los procesos de remoción en masa. Es necesario que adicionalmente se presente un plano con los procesos geomorfológicos para los diferentes años, cuyo análisis ya fue desarrollado, para determinar con mayor claridad los procesos geomorfológicos que ha venido sufriendo el predio. Es importante resaltar el manejo hídrico del predio y como ha sido modificado con el tiempo. Para este plano al igual que para el de condiciones actuales, es importante identificar los procesos de extracción minera que ha afectado el sector en las décadas pasadas.

c. Hidrogeología

La información hidrogeológica del estudio presentado se realiza con base en información secundaria del DAMA y del estudio desarrollado por "Maldonado". Para el estudio realizado por el DAMA la permeabilidad de las areniscas de la formación la Regadera en sentido horizontal es de 0.01m/d y

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

vertical de 0.0001m/d; Maldonado determinó una permeabilidad horizontal de 2 a 1360m/d y vertical de 35m/d. Los valores obtenidos en los estudios anteriores son bastante diferentes, ni siquiera se encuentran en el mismo orden de magnitud.

Las condiciones climatológicas se determinaron en el estudio a partir de la información de la estación Venado de Oro del IDEAM con una precipitación media anual de 1100mm con un máximo de 74.8mm en el mes de octubre de 1990; temperatura media de 16°C con máximo de 18.2°C y mínimo de 15.5°C; Humedad relativa entre 67% y 84%

En cuanto al drenaje el sector se menciona en el estudio realizado por la firma Alfonso Uribe S y cia S.A.. Que *"Todos los cursos de agua iniciales han sido modificados debido a la actividad extractiva iniciada hace más de 50 años, lo cual ha cambiado radicalmente la configuración de la ladera. Este proceso afecta los niveles freáticos y puede causar su abatimiento total."*. En el numeral 5.2 Modelo geológico geotécnico en el aparte del grado de incertidumbre en el modelo geológico el consultor menciona que: *"Dada la ausencia de modelos hidrogeológicos regionales y zonales de los que adolece Bogota, el modelamiento hidrogeológico es imposible en este tipo de estudios. Se asumen comportamientos con base en disposición estructural de rocas, en tipos litológicos y en datos suministrados por las perforaciones"*.

Con base en estas afirmaciones hechas por el consultor y a partir de los registros de perforaciones, de las condiciones tanto litológicas de los materiales del sector, y de los ensayos de percolación que se menciona se desarrollaron para obtener la permeabilidad de cada uno de los materiales, la firma Alfonso Uribe S y cia S.A. asumió tres escenarios para el nivel freático:

- Condición Normal: Nivel de agua 6.0m por abajo de la cota del terreno.
- Condición extrema: Nivel freático en la superficie del terreno.
- Condición con proyecto y Obras: Nivel freático 2.0m bajo de la superficie final

El consultor aclara en varios apartes del documento presentado a la DPAE que los niveles de agua asumidos en el estudio son de su total responsabilidad.

Los criterios para el diseño de las obras de drenaje del sector consideran la captación y recolección de aguas lluvias a través de sistemas de filtros y cunetas revestidas. Como parámetros se tienen los siguientes:

- Área Tributaria: 1.6Ha
- Período de Retorno: 5 años
- Tiempo de concentración: 15min
- Intensidad: 67.36mm/h
- Coeficiente de rugosidad: Según la norma SISTEC NS-085
- Cotas clave de entrega de los colectores: De acuerdo al proyecto No 3561 de la EAAB

El consultor estima conveniente el uso del sistema de subdrenaje con geodrén circular para los filtros

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

tanto en la parte inferior de la placa de contrapiso de las torres, como para la parte perimetral del proyecto en los muros de contención. En el Anexo E se presenta el diseño de los filtros realizado por la empresa PAVCO S.A. y el consultor determina las dimensiones de las cunetas en concreto para cada uno de los sectores del proyecto con base en los parámetros básicos de diseño determinados en el estudio.

CUMPLE PARCIALMENTE

Es importante tener en cuenta que los niveles freáticos asumidos no fueron evaluados a partir de un modelo hidrogeológico que determine la probabilidad de ocurrencia de dicho fenómeno; se resalta que la DPAE considera necesario que el consultor se pronuncie sobre la incidencia de los túneles de antiguas explotaciones mineras, en las condiciones de agua subsuperficial del sector.

d. Drenaje Superficial

De acuerdo a la información del consultor el drenaje natural del predio en la actualidad está conformado por la escorrentía sobre los pequeños surcos existentes en el predio. En el plano geomorfológico se indican los sectores de surcos en donde se da el drenaje superficial del predio.

Para el manejo de las aguas superficiales en la zona de ladera, se incluyeron, dentro de las obras de mitigación, estructuras de recolección de aguas lluvias (filtros, cunetas), que entregan el caudal a una red existente. A partir de la comunicación de la EAAB que se presenta en el Anexo E del estudio varias de las vías del sector no cuentan con sistemas de drenaje de aguas lluvias, la única conexión que se puede hacer es el colector existente sobre la calle 48J sur.

El consultor manifiesta que para el proyecto se construirán nuevas redes de alcantarillado de aguas lluvias y aguas negras a donde se conectaran los colectores internos. Estas redes se conectarán a pozos existentes.

Según comunicación S-2008-170943 de la EAAB el predio objeto de estudio no pertenece a la ronda ni zona de preservación ambiental del río Tunjuelito.

En el plano 12 Localización de obras y medidas de mitigación el consultor presenta la planta y detalle del sistema de cunetas que se diseñaron, la red de filtros, los desagües de aguas lluvias y demás componentes del sistema de drenaje del predio con base en la información de las áreas que se presentan en la Figura 8 del documento.

CUMPLE PARCIALMENTE

Para que el consultor valide este aparte del estudio, deberá soportar adecuadamente el numeral de Hidrogeología; manifestando si los túneles descritos tienen o no incidencia en las condiciones del drenaje superficial que finalmente quedará.

e. Sismología

En el numeral 4.11 se presentan las características sísmicas; allí se indica que el proyecto se encuentra ubicado entre las zonas 1A y 2B del mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá de acuerdo al Decreto 193 de 2006. Al encontrarse el predio entre dos zonas de la microzonificación,

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 emplea el promedio de la aceleración máxima de las dos zonas. 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

Se indica en el plano 19 y se menciona en el numeral 4.12 del estudio los usos del suelo actuales y precedentes del predio. Se destaca que la zona ha sido modificada por extracción minera y por la disposición de materiales de relleno producto de la explotación en el sector SW.

La minería subterránea desarrollada al costado norte ha dejado galerías y túneles, que han generado, debido a la falla de los elementos de soporte, hundimientos en la parte superficial del predio. Los rellenos están en la parte inferior del predio. La cobertura vegetal del predio en la actualidad son rastrojos bajos, que como indica el consultor en el informe, están dispuestos en parches aleatorios.

Dentro del plano de uso precedente del suelo es necesario presentar la longitud y profundidad de los túneles y la inclinación en la que fueron explotados, para que se defina claramente el área en donde se desarrollaron los procesos de minería subterránea caracterizando las cavidades que pueden afectar el proyecto frente al cambio de uso.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se debe ajustar el plano conforme alas observaciones realizadas.

5.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

Este capítulo es complementario al desarrollado en el análisis geomorfológico. El consultor desarrolló empleando como herramienta principal, la fotointerpretación de imágenes aéreas en diferente escala temporal para la zona de estudio, que fueron indicados en el numeral 5.1-b de este documento. Es necesario que se complemente el informe como se indica en el numeral 5.1-b con un plano identificando los procesos geomorfológicos a través de los años y de estos cuales se presentan en la actualidad, clasificándolos y determinando la forma de propagación y retrogresividad de cada uno. Además, dentro del plano de procesos es necesario presentar la longitud y profundidad de los túneles y la inclinación en la que fueron explotados, para que se defina claramente el área en donde se desarrollaron los procesos de minería subterránea caracterizando las cavidades que pueden afectar el proyecto.

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

CUMPLE PARCIALMENTE

Se debe ajustar este aparte del estudio conforme a las observaciones anteriores

b. Formulación del Modelo

El consultor menciona en el numeral 5.2 del estudio que la formulación del modelo Geológico-Geotécnico se desarrolló con base en las observaciones de campo, las descripciones litológicas, interpretación fotogeológica, y del registro de las perforaciones desarrolladas.

El perfil estratigráfico determinado a partir del registro de las perforaciones es el siguiente:

- Superficialmente se encontraron rellenos, arcillas, escombros y basura que corresponde según el estudio a grandes volúmenes de material de desecho de los procesos de minería. El espesor es variable entre 0.8m a 5.8m.
- Arenas de color café con piedras arenosas de densidad compacta hasta profundidades de 12.0m bajo la superficie actual.
- Arenas arcillosas de color café con gravas compactas con espesor máximo de 5.0m.
- Areniscas de color café con gravas gruesas intercaladas con arcillositas de color gris con piedras y bloques, que hacen parte de la formación la Regadera.

A partir de la formación geológica se desarrollaron tres perfiles de análisis a partir de la planta presente en el plano 2. Estas secciones el consultor las consideró representativas del entorno geológico-geotécnico del proyecto. Los parámetros de resistencia de los materiales se determinar a partir de ensayos de laboratorio sobre las muestras extraídas de lo los estratos de la Formación la Regadera y para los rellenos existentes con correlaciones efectuadas a partir del ensayo de penetración estándar (SPT) debido a que fue imposible obtener muestras inalteradas para realizar ensayos de corte directo.

Para determinar la rigidez de los estratos analizados en cada uno de los perfiles presentados en las Figuras 3.1 a 3.3 se determina el módulo de elasticidad y la relación de Poisson a partir de correlaciones con el ensayo SPT, y de los ensayos de compresión inconfinada. Es importante puntualizar, que el SPT fue desarrollado para materiales granulares, y las correlaciones existentes fueron establecidas para las condiciones particulares de esa investigación. En ese sentido, debe ser aplicado con cautela la correlación, para evaluar la resistencia y rigidez de materiales rocosos y materiales heterogéneos como los rellenos.

La permeabilidad se determinó a partir de ensayos de de percolación que se presentan en el Anexo B y a partir de información secundaria de la evaluación hidrogeológica desarrollada.

Los parámetros determinados por el consultor Alfonso Uribe S y cia S.A. para el proyecto se resumen en las tablas de las páginas 93 y 94 del 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

El nivel freático para los análisis de estabilidad de taludes se mencionó en el numeral 5.1-c del presente concepto. En las figuras del Anexo C se muestra en detalle los perfiles geotécnicos analizados en el software particular empleado para los análisis. Allí se indica tanto el nivel freático como los diferentes tipos de materiales considerados.

El consultor presenta como procesos de inestabilidad potenciales y mecanismos de falla que van a ser considerados en los análisis de estabilidad. Los mecanismos de falla considerados en el estudio son:

- Falla Rotacional: En el sector de rellenos
- Falla Traslacional: superficie de falla en el contacto suelo-roca
- Caída de Bloques: en los frentes de extracción de areniscas el tamaño máximo es de 2.0x1.0x1.0m.
- Falla Planar en Roca: Cuando los cortes sean paralelos al rumbo de las capas.
- Hundimientos: En las zonas de antigua extracción con minería subterránea en diámetros entre 10m y 25m

El modelo presentado desarrolla los análisis de equilibrio límite para las diferentes superficies de falla consideradas y el hundimiento se desarrolla mediante la determinación de esfuerzos y deformaciones para diferentes condiciones de la ladera.

Con respecto a este punto desarrollado en la formulación del modelo, la DPAE considera, que al igual que en el plano geológico es necesario extender el área de influencia de los análisis efectuados, teniendo en cuenta en los perfiles el entorno complementario con las viviendas en la parte alta y las existentes del mismo conjunto.

Además es necesario que en el documento se adjunte en alguno de sus apartes, esquemas de los mecanismos de falla, ya que tanto en el Anexo C como en el informe no se presenta ninguna figura que permita establecer el tipo se superficie y cual es la diferencia con los demás. En las figuras, se presenta simplemente los resultados de factor de seguridad mínimos sin indicar la superficie de falla crítica.

CUMPLE PARCIALMENTE

c. Exploración Geotécnica

El programa de exploración incluyó la ejecución de 22 perforaciones que alcanzaron profundidades entre 6m y 15.8m en un lote de aproximadamente 13.000m^2 por lo que el número de sondeos y las profundidades se ajusta a lo requerido por la resolución 227 de 2006. 4 perforaciones se desarrollaron a más de 15.0m de profundidad involucrando los tipos de materiales requeridos para los análisis de estabilidad y esfuerzo-deformación que a juicio del consultor son pertinentes. De acuerdo al plano de ubicación de las perforaciones dentro del área de cárcavas y túneles se realizó un sólo sondeo.

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 etapa de exploración del subsuelo se realizaron ensayos de penetración estándar (SPT) y ensayos de resistencia al corte con veleta de campo. Se extrajeron muestras inalteradas para la ejecución de ensayos de corte directo y muestras remoldeadas para la evaluación de propiedades índice.

CUMPLE

5.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

La evaluación de las condiciones de amenaza se realizó para los siguientes escenarios:

- Condición actual de ladera, para nivel de agua a 6.0m y agua en la superficie del terreno, estática, y con sismo de 0.27g.
- Condición de cambio de uso del terreno incluyendo cortes, taludes temporales sin medidas de mitigación, para las acciones consideradas anteriormente.
- Condición de cambio de uso generado por los cortes incluyendo obras de mitigación.
- Condición con la construcción de las edificaciones y las obras de mitigación propuestas, para nivel de agua a 2.0m de profundidad, estático y con aceleración sísmica de 0.27g.

El consultor aclara que no *"[...] no se analizó un escenario con cambio de uso con cortes temporales y proyecto sin obras de mitigación, ya que al efectuar los cortes la amenaza es alta y se debe garantizar que esta sea baja durante la construcción de la obra, por lo tanto es necesario construir las obras de mitigación ANTES de la ejecución de los cortes para alcanzar los niveles arquitectónicos del proyecto."*

Para cada uno de estos escenarios y para cada uno de los tipos de mecanismos de falla probable descritos en el numeral 5.2-b, se evaluaron las condiciones de estabilidad en términos de factores de seguridad. En las tablas de las páginas 101 y 103 del estudio presentado por la firma Alfonso Uribe S y cia S.A. se presenta un resumen de las condiciones, mecanismos de falla y el perfil geológico-geotécnico analizado para determinar la condición de amenaza a partir del factor de seguridad y de la distancia probable de viaje de la masa desplazada.

La zonificación de amenaza considerando los criterios definidos para este aspecto en la Resolución 227 de 2006. Los resultados se presentan en los planos No. 6, 9, 13 y 16, los cuales se presentan en planta a escala 1:400, con curvas de nivel cada 0.5m. Estos planos indican el nivel de amenaza para cada una de las condiciones descritas previamente.

CUMPLE PARCIALMENTE

De la revisión efectuada al documento, no es clara la metodología empleada para determinar los límites de la zonificación, en especial el desarrollo de los cálculos de la distancia de viaje que deben ser revisados. Es necesario que se aclare la metodología empleada para la sectorización y el uso de las distancias probables de viaje en la zonificación por amenaza.

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

Es necesario al igual que con los demás planos del proyecto, se amplíe la zona de la zonificación por amenaza teniendo en cuenta, además del predio objeto de los análisis, las demás viviendas, infraestructura y en general el entorno del proyecto para determinar el grado de amenaza en cada una de las fases estipuladas en el proyecto de las edificaciones existentes en el sector y como pueden verse afectadas con la construcción en el predio objeto de estudio.

Se recomienda complementar o aclarar este aspecto teniendo en cuenta las observaciones planteadas.

5.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Para la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad física, se realizó la tipificación de viviendas de acuerdo con la clasificación de Leone (1996). La exposición de las edificaciones a los fenómenos de remoción en masa, se calificó de acuerdo con la escala propuesta por Cruden y Varnes (1991) para la velocidad de los deslizamientos.

Se calcularon los índices de daño a partir de la metodología propuesta por Leone (1996) de acuerdo con el tipo de deformación o afectación. Se asignaron valores a cada condición (clase de solicitación mas tipología de la vivienda) y se definió la matriz de Índice de Daño. También se calcula un índice de importancia (α) que afecta el Índice de Vulnerabilidad Física (IVF), que depende de la amenaza, y varía de 0 a 1. Asignan a este valor una categoría de alta, media o baja, para el caso de la vulnerabilidad física de la edificación. Esta metodología se adaptó a criterio del consultor para evaluar la vulnerabilidad de las vías aledañas al proyecto.

Este análisis se aplica a las vías y casas aledañas y a las edificaciones que se desean construir. De esta manera se califica la vulnerabilidad física de la zona. No se presenta zonificación en el predio del proyecto debido la ausencia de infraestructura. Esta situación no varía cuando se realizan los cortes sin obras de mitigación.

El Consultor afirma, que cuando se construyen las obras de mitigación, la vulnerabilidad física de la zona analizada se califica como baja, como se muestra en el plano No 17. En el plano se indican las vías con una vulnerabilidad media de acuerdo a la clasificación y al ajuste de la metodología de Leone desarrollada por la firma Alfonso Uribe S y cia S.A..

No hay una evaluación de la vulnerabilidad de las redes de servicios públicos al interior del predio, ya que sólo son objeto de evaluación las edificaciones como tal. Por lo tanto y de acuerdo con el numeral 3.5 del artículo segundo de la resolución 227 de 2006: "*El análisis de vulnerabilidad será realizado a todos los elementos del nuevo proyecto y estructuras e infraestructura existente, frente a las amenazas identificadas.*", la evaluación de la vulnerabilidad debe complementarse evaluando la vulnerabilidad de las redes de servicios públicos existentes y por construir en el área de influencia del proyecto.

Se presentan los resultados del análisis de vulnerabilidad en los planos No. 7, 10, 14 y 17, para las diferentes condiciones evaluadas en el análisis de amenaza. A partir de las comparaciones efectuadas de los planos, a partir de las medidas de mitigación implementadas la vulnerabilidad se reduce a condiciones bajas.

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

Las conclusiones del capítulo 7 indican el tipo, necesidad y las diferentes medidas de mitigación que se deben llevar a cabo para garantizar un nivel de amenaza baja. Dentro de l tipo de medidas que considera son la construcción de cunetas y filtros en diferentes niveles de las terrazas y bajo las placas de contrapiso, la excavación TOTAL hasta el fondo de las cárcavas y el relleno hasta los niveles de parqueaderos con material granular compactado por capas y la excavación en terrazas con taludes a 45° y 60° de inclinación. El detalle de las medidas de mitigación se presenta en el capítulo 9 del informe.

Al respecto la DPAE considera necesario que se amplíe el área de estudio y se presente en detalle el nivel de vulnerabilidad de los predios aledaños que fueron evaluados en el informe. Esta recomendación es similar a la que se ha presentado en los numerales anteriores.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se deben tener en cuenta las observaciones realizadas para la evaluación de la amenaza y complementando los análisis 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 presenta la calificación de riesgo como producto de la amenaza y la vulnerabilidad a partir de una calificación cualitativa, en la que no se referencia ninguna metodología que la soporte.

Se presentan los resultados del análisis de riesgo en los planos No. 8, 11, 15 y 18, para las condiciones descritas en el capítulo de amenaza y evaluado en el presente concepto en el numeral 5.3

El consultor menciona que la metodología empleada para desarrollar el análisis es el *"cruce cartográfico"* de los planos de amenaza y vulnerabilidad para cada una de las condiciones analizadas con un sistema de información geográfica (SIG) como herramienta. Se manifiesta dentro del estudio como criterio para evaluación que *"[...] se asigna mayor peso (60%) a la amenaza y menor peso a la vulnerabilidad (40%) [...]"* . Este criterio es propio de la firma Alfonso Uribe y cia S.A.quien como manifiesta en el mismo capítulo que *"[...] De todos las consecuencias que se deriven del uso de esta metodología son total responsabilidad de Alfonso Uribe S y Cía S.A. [...]"*. La metodología presentada por la firma se resume en la tabla de la página 163 del estudio presentado.

NO CUMPLE

Si bien es cierto que la Resolución 227 da un alcance cualitativo para la amenaza de riesgo, la DPAE considera que para que el consultor valide este criterio, se indique el soporte bibliográfico en que se basó para determinar los porcentajes de ponderación para determinar el riesgo. Adicionalmente como se ha venido manifestando es necesario que se amplíe el área de influencia del estudio determinando el nivel de riesgo para cada uno de las viviendas y predios aledaños al del objeto del estudio desarrollado. Estas consideraciones adicionales deben quedar plasmadas en los planos de riesgo por remoción en masa para cada una de las condiciones que el consultor analizó.

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

5.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

a. Conformación de los parqueaderos en la zona de cárcavas

Debido a la dificultad de hacer los rellenos en el área de las cárcavas se plantea la excavación TOTAL hasta el fondo y el relleno hasta los niveles de parqueaderos con material granular compactado por capas y la construcción de un muro de contención en suelo reforzado con geotextil con una altura promedio de 7m y una inclinación de 70°. La etapa de excavación se presenta en las Figuras 7 y 7.1, en donde se presenta de manera esquemática el proceso de reconformación de la ladera con taludes parciales de 5.0m de altura e inclinación de 60°. En las figuras no se indican las dimensiones de las bermas.

Haciendo la revisión de las figuras 4, 4.1, 7 y 7.1 no es claro el procedimiento de excavación ya que los cortes que se presentan para el perfil C-C' son diferentes para cada una de los esquemas que se presentan. Es necesario que el consultor aclare este procedimiento con un plano detallado de las condiciones de corte temporales en las diferentes fases sugeridas, indicando el abscisado en cada uno de los perfiles geotécnicos empleados, las dimensiones de los cortes, bermas, e inclinaciones de cada uno de los taludes.

Las memorias de cálculo del diseño del muro en suelo reforzado con geotextiles se presentan en el Anexo F del documento. Es necesario que en el documento se presente una tabla resumen con los parámetros de entrada del modelo y los factores de seguridad obtenidos a partir de la modelación realizada con el software; los factores de seguridad mínimos deben cumplir con los requisitos establecidos para estructuras de contención en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR – 98 y en especial lo establecido en el Título H de las mismas.

De la revisión hecha a las memorias de cálculo presentadas, se observa que no se desarrolla el análisis de estabilidad general del talud con la construcción del muro de contención en suelo reforzado, por lo tanto es necesario que se anexe dicho análisis tanto en condición estática como dinámica. Es necesario que el esquema que presenta el detalle del muro de contención se presente junto con los perfiles de corte en un plano que presente todas las condiciones de la estructura y su emplazamiento dentro del proyecto, indicando cota superior e inferior del muro de contención (como se observa en la Figura 7.1), tipo de Geotextil de refuerzo, cota de fundación, detalle de obras de drenaje complementarias y demás aspectos constructivos.

En ninguna parte del documento se menciona por parte del consultor las propiedades mínimas requeridas por el relleno para la conformación del muro. En el anexo F se presenta el capítulo 10 del "Manual de Diseño con Geosintéticos" de PAVCO S.A. en el que se presentan las propiedades de los materiales en cuanto a granulometría y plasticidad. Es necesario que el consultor especifique ya sea en los planos, en el documento y en la especificación constructiva particular, el tipo de material que considere para la construcción del muro en suelo reforzado. Puede adoptar las recomendaciones hechas por la empresa fabricante de los materiales geosintéticos, pero esto debe quedar explícito en el documento y en los detalles constructivos presentados por el consultor dentro del estudio de amenaza presentado a la DPAE.

b. Manejo de aguas

Con base en los parámetros determinados por el consultor en el estudio hidrogeológico, los cuales se resumen en el presente concepto en el numeral 5.1-c se diseñaron las obras hidráulicas necesarias en el área del proyecto.

El diseño de los filtros se presenta en el Anexo E con geodrén circular y planar. El diseño de este sistema fue desarrollado por PAVCO S.A. y los detalles se presentan en el plano 12 Localización de Obras y Medidas de Mitigación. Dentro de los detalles se presenta un relleno con material drenante cuya especificación particular aparece en dos apartes del documento: en el Anexo D Especificaciones de construcción y en el anexo E Documentos EAAB. En las dos partes del documento se presentan condiciones granulométricas y de plasticidad diferentes para el material drenante de los filtros, siendo necesario unificar los criterios para establecer con claridad el tipo de material requerido. En los planos no se presentan los perfiles y las cotas de los filtros en el área de estudio.

Las cunetas se diseñaron para cada uno de los sectores con diferente sección transversal de acuerdo al área de aporte considerada. De acuerdo a los detalles del Plano 12, las cunetas están diseñadas en concreto simple con sección transversal rectangular y triangular. El diseño se presenta en el Anexo E del documento y la especificación constructiva particular en el Anexo D.

El diseño de la red de aguas lluvias se presenta en el Plano 12, el cual no presenta las convenciones de cada uno de los símbolos empleados. Este diseño debe seguir las normas vigentes SISTEC y deberá ser aprobado por la EAAB. Se recomienda revisar la capacidad del colector de salida y la cota clave de la conexión al sistema actual de aguas lluvias.

c. Condiciones y Recomendaciones Particulares de Construcción

Se presentan en el Anexo D del documento. Como se menciona en los numerales anteriores existen algunas discrepancias, las cuales deben ser subsanadas por parte del consultor.

Se presenta el procedimiento constructivo para la construcción del muro en suelo reforzado, el cual no es claro, por lo tanto se recomienda que se presente de manera gráfica o remitir a algún documento bibliográfico que tenga dicho procedimiento.

d. Plan de Mantenimiento

El plan de mantenimiento de las obras plantea la revisión del sistema de filtro cada 6 meses, Limpieza de cunetas cada mes y control de empradización con podas mensuales y fertilización semestral. El consultor plantea la revisión de los sistemas de filtros mediante cajas de inspección.

e. Plan de Monitoreo

Para el monitoreo de las obras se plantea la instalación de 5 piezómetros dobles tipo Casagrande a profundidades de 6m a 12m y su ubicación en planta se presenta en la Figura 9 del documento. El control se desarrollará teniendo en cuenta que el máximo nivel de agua sea a 2.5m bajo la superficie actual.

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 el numeral 3.7 del artículo de la resolución 227 de 2006 el Consultor debe incluir de manera explícita "Planos de ubicación que muestren el tipo y localización (altimétrica y planimétrica) de las obras necesarias, mostrando las etapas o secuencias en que se adelantarán las distintas intervenciones y su relación con las obras de adecuación urbana y las construcciones como tales".

NO CUMPLE

Es necesario complementar este aspecto de acuerdo con las observaciones señaladas y los ajustes en los temas anteriores, presentados a lo largo de este concepto. Es importante resaltar que el uso de manuales de diseño de fabricantes o terceros no exime al consultor de la responsabilidad de la implementación de tales diseños, ya que esta entidad entiende que los mismos son validados por el responsable del estudio.

La DPAE entiende que el desarrollo del proyecto involucra la construcción de estructuras e infraestructura sobre una zona de antigua explotación subterránea; lo que implica que la excavación TOTAL de estos túneles es fundamental para garantizar la estabilidad general de las viviendas e infraestructura proyectadas evitando hundimientos súbitos debido a la falla de las cavidades. Este aspecto debe quedar representado a través de un plano en planta perfil detallado, tanto del muro de contención como de los perfiles geológico-geotécnicos a través de las siguientes fases evaluadas en los análisis de estabilidad desarrollados. **Es importante que el consultor determine cual será el método de excavación que garantice la eliminación de estos túneles;** aunque no es mencionado por el Consultor, se advierte por parte de la DPAE que el uso de explosivos podría generar condiciones de riesgo especialmente sobre las viviendas e infraestructura localizada en la parte norte del proyecto.

5.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las observaciones en este aparte coinciden con las de evaluación de amenaza que se encuentran en el numeral 5.3 del presente concepto técnico. Adicionalmente, si cambian los análisis de amenaza, es posible que se requieran otras medidas de mitigación, lo cual debe ser considerado en esta evaluación.

CUMPLE PARCIALMENTE

5.8 PROFESIONALES

Como anexos al informe se entregan las hojas de vida del Ingeniero Alfonso Uribe Sardiña, la Ingeniera Luz Nelly Torres Martínez y del Geólogo Julio Fierro Morales, los cuales, de acuerdo con la información suministrada, la DPAE considera que cumplen con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

5.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado incluye todos los capítulos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en 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

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

Adicional a los ajustes, aclaraciones o modificaciones solicitadas a lo largo del presente concepto se recomienda al consultor con respecto a la presentación del estudio:

- Unificar la (s) dirección (es) del predio con respecto a lo que manifiesta la Curaduría.
- Los perfiles geológico-geotécnicos, las dimensiones de los cortes, el diseño del muro en suelo reforzado y las diferentes condiciones de reconformación de la ladera, presentarlos en un plano a escala apropiada y no como figuras dentro del documento, con la correspondiente firma de validación de los diseños que se presenten.
- Realizar la numeración de las Tablas y Figuras dentro del documento.

Se presentan dos cartas de responsabilidad dirigidas por los responsables del estudio. Se requiere una carta de responsabilidad del diseñador hidráulico ya que aparece como responsable de los mismos en los planos y en ninguna de las dos cartas presentadas se asume la responsabilidad de dichos diseños. En cualquier caso se entiende que el analista de riesgos del proyecto es el ingeniero Alfonso Uribe Sardiña.

NO 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 para el proyecto "EL URBANIZACIÓN HACIENDA LOS MOLINOS", presentado por la Firma Alfonso Uribe S. y Cía. S.A., **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.

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

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: **DIEGO ORLANDO GARZÓN VERGARA** Ing Civil- Magíster en Geotecnia M. P. 25202122646 CND	Revisó: **OSCAR IVÁN CHAPARRO FAJARDO** Coordinación de Conceptos técnicos
Aprobó: **GUILLERMO ESCOBAR CASTRO** Director DPAE - Representante Legal FOPAE	

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