Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4120 de 2005

Revisión de Estudio Particular de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa Artículo 112 - Decreto 469 de 2003

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Dra. Brianda Reniz Caballero Curador Urbano No. 2
LOCALIDAD:	Suba
BARRIO:	Suba Naranjos
PROYECTO:	**PROYECTO URBANÍSTICO RODAMONTE**
DIRECCIÓN:	Carrera 63 No. 130B-75
UPZ:	El Rincón
ÁREA (Ha):	
TIPO DE RIESGO:	Remoción en masa
Ejecutor Estudio:	LFO – Ingenieros de Suelos Ltda.
FECHA DE EMISION:	Abril 4 de 2005

2. ANTECEDENTES

De acuerdo con el Artículo 112 del Decreto 469 de 2003 (que modifica el Decreto 619 de 2000, Plan de Ordenamiento Territorial - POT), para los futuros desarrollos urbanísticos que se localicen en zonas de amenaza alta y media por remoción en masa, se debe anexar el estudio detallado de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para la solicitud de licencias de urbanismo. Adicionalmente establece que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias realizará la verificación y emitirá concepto sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá Distrito Capital – FOPAE – y la Sociedad Colombiana de Geotecnia – SCG – han celebrado un convenio de cooperación que tiene por objeto realizar la asesoría técnica al FOPAE en la Revisión de Estudios y Metodologías de Evaluación de Riesgo Sísmico y por Fenómenos de Remoción en Masa.

El presente concepto técnico corresponde a la **cuarta revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia al ¨Estudio de Estabilidad y Amenaza Proyecto Urbanístico Rodamonte¨ de la localidad de Suba, en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 112 del Decreto 469 de 2003 y acorde con lo establecido en la Resolución 364 de 2000, por estar localizado en zona de amenaza media y alta según el mapa No. 4 del P.O.T.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO URBANÍSTICO RODAMONTE

En el estudio se describe que en el lote ubicado en la carrera 63 # 130B – 75, barrio Suba Naranjos de la localidad de Suba de esta ciudad (Figura 1), el proyecto arquitectónico contempla la construcción de nueve casas de 3 a 5 pisos adaptadas a la topografía del terreno y que no se efectuarán cortes en el terreno con alturas mayores a 3m. No obstante, la SCG llama la atención sobre la ausencia total en el documento recibido de planos o información pertinente con las características de la urbanización propuesta, enfatizando aspectos tales como: tipo de construcciones, plan de adecuación del área para el desarrollo de las nuevas viviendas, secuencia de implementación del proyecto espacial y temporalmente y las condiciones urbanísticas actuales y futuras de los alrededores del área de interés, todas las cuales son necesarias para un estudio de amenazas y riesgos como el requerido.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

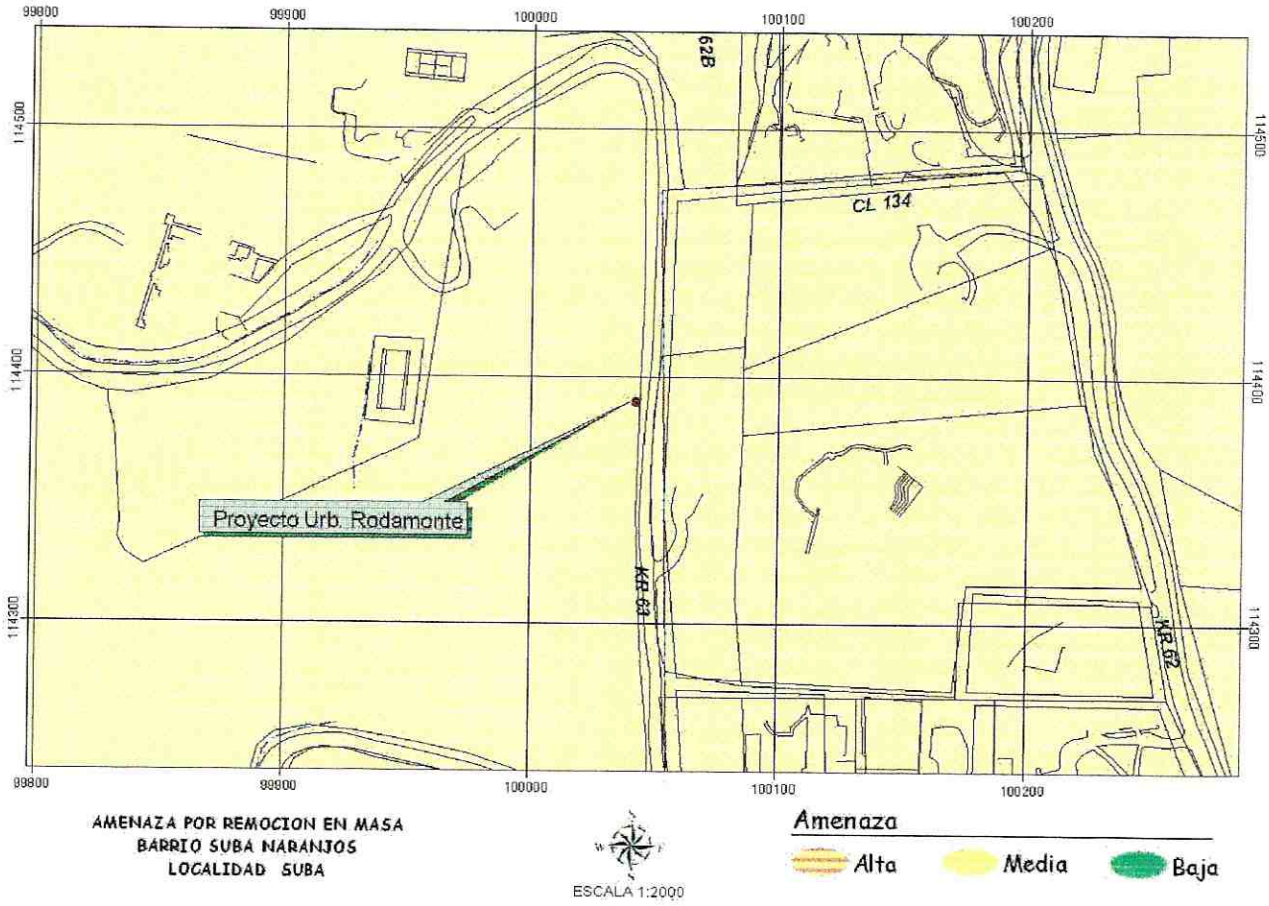


Figura 1 Localización del Proyecto Urbanístico Rodamonte

4. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA OCTUBRE 5 DE 2004

La revisión inicial del informe ¨Estudio de Estabilidad y Amenaza Proyecto Urbanístico Rodamonte¨ por parte de la Sociedad Colombiana de Geotecnia se hizo a la luz de los requerimientos consignados en la Resolución No. 364 de 2000 para este tipo de estudios. El concepto técnico No. CT- 4035 de de 2004, relacionado con el estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa se transcribe a continuación, con referencia a los requerimientos pertinentes de la resolución antes mencionada:

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

4.1. El Numeral 2.1, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, establece los **Estudios Básicos** a ser incluidos en el estudio, los cuales se describen a continuación con las observaciones realizadas por la Sociedad Colombiana de Geotecnia:

a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica escala 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle; la descripción geológica debe incluir información sobre la estratigrafía y la geología estructural.

Con respecto al requerimiento cartográfico se presentan la litología y la geología estructural en escala 1:2000. Se solicita al consultor emplear la escala indicada.

En relación con el aspecto litológico, la Formación Guaduas se describe de manera genérica y no se aclara para el sitio del proyecto cuáles materiales infrayacen los suelos arcillosos (areniscas o arcillolitas). Se habla de espesor de cuaternarios de 5 m, aún cuando las perforaciones reportan de 1.5 a 5.4 m de suelo. No hay una sección geológica representativa de la configuración geológica que sirva como base de la modelación geotécnica.

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

El plano geomorfológico se presenta en el mismo geológico, escala 1:2000, debe presentarse en la escala indicada.

No es conveniente confundir geología con geomorfología. En concepto de la SCG los dos planos deben independizarse porque son dos conceptos, aunque relacionados, diferentes.

Por otra parte, si los cuaternarios superyacen la roca, entonces el origen geomorfológico del sitio es deposicional. No es correcto asignar características morfológicas a unidades que no tienen expresión en superficie.

c. Clima, Hidrología, Hidráulica o Hidrogeología, los cuales deben incluir aspectos relacionados con histogramas de precipitaciones máximas, mínimas y medias, evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes naturales y artificiales existentes, y características de las aguas subsuperficiales que puedan tener influencia en las condiciones de estabilidad del sitio del proyecto.

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

Se describen estos aspectos con base en la estación Usaquén pero no se presentan los histogramas respectivos. El consultor debe aclarar si dicha estación es la más cercana y resulta representativa para el sector de la ciudad estudiado.

En ninguna parte del documento se puede apreciar cómo se relaciona esta información en el análisis de amenaza. Es importante recalcar que este numeral no es aislado y por el contrario se constituye en un dato de entrada para la consideración de eventos contribuyentes y/o detonantes en la amenaza por fenómenos de remoción en masa.

En cuanto al inventario de cuerpos de agua, manejo actual de aguas, socavación y torrentes, cálculo de crecientes, es descriptivo y adecuado.

No se enuncian las características hidrogeológicas del sitio ni su relación con las precipitaciones ni con la estabilidad.

d. Emplear la información sísmica requerida, con base en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, la cual fue reglamentada por medio del Decreto 074 de 2001.

El estudio clasifica la zona en la que se encuentra el proyecto como Cerros: 1B con Am=0.24g, pero revisando los límites coordenados de zonas dados por el Decreto 074 parece que la zona correcta es Piedemonte: 2C con Am=0.30g, valor que debe ser utilizado en los análisis.

e. Realizar el levantamiento de la cobertura del suelo, descripción de la vegetación existente, teniendo en cuenta las unidades de vegetación (si aplica).

Aunque el estudio cumple en el numeral 3.0 de los estudios básicos con la presentación de este requisito, su descripción es bastante escueta y general. La SCG considera que la delimitación de usos actuales debe ser más precisa, cuantificada y en lo posible mapeada, y finalmente debe contrastarse con la situación que se generará con los planes urbanísticos propuestos.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

4.2. El Numeral 2.2, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 requiere la recopilación y descripción de los antecedentes históricos de remoción en masa que se han presentado en el área de influencia del proyecto.

Se expone que no hay ni hubo eventos morfodinámicos con base en fotointerpretación de 1982 y 1998

Es importante buscar evidencias anteriores porque el proceso urbanístico reciente (últimos 20 años) pueden ocultarlas. Esto es importante, en especial, ladera arriba del sitio del proyecto ya que éste puede resultar expuesto ante eventos localizados en aquella zona.

4.3. El Numeral 2.3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 solicita la evaluación de procesos de inestabilidad que incluyan la identificación y descripción de procesos regionales y locales, junto con el análisis de factores que pueden incidir en el desencadenamiento de los mismos; adicionalmente, establece los requerimientos para la exploración geotécnica.

En el numeral 11 del documento se menciona que se identificaron dos zonas de estabilidad. Sin embargo luego aparece solo una zona descrita.

Aparece un plano, escala 1:2000 con una única zona: Zona Potencialmente Estable. Este plano debe corresponder al capítulo de amenaza y no al de inventario de procesos. Si no hay procesos, ése es el alcance de este numeral. No puede haber conclusiones antes de efectuar los análisis. En este numeral se puede hacer mención a los mecanismos de falla esperados para el sitio: fallas planares sobre el contacto suelo-roca y fallas rotacionales en suelo, por ejemplo

Investigación Geotécnica

En el estudio se presentan 5 perforaciones con profundidad menor a 5 m. Esta exploración cubre entre 3 y 5 casas. Se hicieron dos cortes directos: S3-M1 (c'=0.5 Kg/cm2 y ϕ' = 29.8°) y S4-M1 (c'=1.26 Kg/cm2 y ϕ' = 21.7°). Desafortunadamente, ambos corresponden a la arcilla café más superficial y no se tienen propiedades de resistencia al corte de la arcilla amarilla que infrayace a la anterior. De otro lado, en los anexos de laboratorio no aparece el nombre del Laboratorio de Suelos donde se realizaron los ensayos, ni se indica si las muestras fueron ensayadas en condición de humedad natural o saturada, aplicación de carga rápida o lenta, etc. Además, se

muestran resultados de "cohesión no drenada efectiva Cu' ??" , concepto que no es claro en este tipo de ensayos. Tampoco se tiene en cuenta la pérdida o reducción de la "cohesión" con el tiempo cuando los taludes quedan expuestos de por vida.

En general, no hay una clara caracterización geomecánica de todos los materiales que sea útil para los modelos de análisis. Aquí es necesario establecer valores mínimos y máximos de los parámetros de resistencia a fin de utilizarlos en los análisis de estabilidad. Es útil también hacer recopilación de información y especificar cuáles parámetros y por qué están siendo utilizados en los análisis.

4.4. **El Numeral 2.4, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere la evaluación de la amenaza por procesos de movimientos en masa mediante la utilización de un método de análisis y cálculo de reconocida validez. Adicionalmente, los análisis de amenaza se deben hacer para las condiciones presentes a las que está y puede estar expuesto el proyecto durante su vida útil, y para la amenaza inducida por las obras (cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas y otros), durante y después de su ejecución, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia.**

En el estudio aparecen los comentarios -pero no los resultados específicos- acerca de cuatro análisis de estabilidad efectuados, aparentemente para falla rotacional, cuyos datos de entrada no están soportados ni en el texto ni en los esquemas. Hay análisis tanto para la geometría actual como para las obras pero estos últimos no consideran convenientemente la falla local.

En general, según el estudio, toda el área es estable bajo el supuesto de que esos análisis reportan FS > 2.0 y se presenta el mapa de amenaza en escala 1:2000 que debe ser modificado a la escala requerida.

No se plantea ninguna metodología de evaluación de amenaza, sólo se hacen cuatro análisis de estabilidad, para los cuales la SCG insiste, no son claros los datos de entrada, ni los resultados. No se entiende cómo se involucran el sismo, las lluvias y la variación de parámetros de resistencia en los análisis de amenaza. Es importante destacar que la Am para este sector es 0.30g y que los análisis en apariencia, no tienen en cuenta esa consideración.
Para el escenario con obras no se analiza de manera conveniente la falla local, es decir, no se hace específicamente el análisis de estabilidad de los taludes de corte pues los círculos generados aparentemente no contemplan las vecindades a los

cortes. En este mismo escenario, con obras, se hace necesario considerar también la fluctuación de los factores detonantes y las características de los materiales.

Se sugiere implementar además de los mecanismos rotacionales, un análisis de falla planar dada la configuración litoestratigráfica. El modelo carece de dimensiones por lo que es difícil establecer la geometría de los cortes y el espesor del depósito cuaternario. El consultor debe incluirlas.

Se recomienda ver, por ejemplo, la "Guía metodológica para la cuantificación de la evaluación de amenaza por fenómenos de remoción en masa" de la Resolución 364/2000 para el desarrollo de este numeral.

4.5. El Numeral 2.5, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita el análisis de vulnerabilidad de todos los elementos del proyecto frente a la magnitud máxima probable de la amenaza. Este análisis debe hacerse para la condición actual, y la del proyecto una vez terminado para todo el término de la vida útil.

No se presenta en el informe. Debe presentarse en un numeral separado haciendo énfasis en la exposición de la infraestructura del proyecto ante los posibles fenómenos identificados ladera arriba.

4.6. El Numeral 2.6, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere de la explicación y descripción detallada de los criterios establecidos por el consultor en la evaluación del riesgo, el cual debe ser presentado como una zonificación sobre una base cartográfica a escala 1:1000. Adicionalmente, el Numeral 2.8 solicita la presentación de la evaluación de riesgo incorporando el efecto de los beneficios de las medidas de mitigación propuestas.

No se presenta, el consultor debe incluir un numeral con respecto a este tema que involucre los análisis de amenaza y vulnerabilidad.

4.7. El Numeral 2.7, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita las medidas de mitigación del riesgo para cada una de las categorías definidas en la respectiva evaluación, las cuales incluyen restricciones en el aprovechamiento y ocupación del área, obras de ingeniería, o las que el analista considere necesarias para lograr la reducción del riesgo.

Se enumeran: manejo de agua de cubiertas con canales y bajantes y filtro por detrás de muros de contención. Faltan la localización (plano), diseños definitivos, especificaciones y presupuesto que se ajusten a las obras propuestas.

4.8. **El Numeral 3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, especifica los requisitos que deben tener los profesionales que evalúan los diferentes aspectos técnicos consignados en el estudio de amenaza por remoción en masa.**

No se presentan las hojas de vida, nombres o firmas de ninguno de los profesionales que participó en el estudio. Es necesario que el consultor las anexe para su revisión.

4.9. El Artículo Tercero de la Resolución 364 de 2000, requiere que se anexe al estudio una carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo, al igual que la debida firma de todos los planos por parte de los profesionales matriculados y facultados para tal fin.

Estudios básicos de geología y geomorfología

En los planos aparece: elaborado por Rebeca Martínez M (Dibujante); revisado por. Marcela Salcedo (ingeniera) y aprobado por Luis Fernando Orozco (ingeniero). No aparecen las firmas y aparentemente, ninguno es geólogo.

Los planos (al igual que los textos) deben ir avalados por el profesional exigido.

Estudios básicos de clima e hidrología

No se identifica el autor de este numeral. Los textos deben ser elaborados por el profesional exigido.

Análisis de antecedentes de fenómenos de remoción en masa

No se identifica el autor de este numeral. Los textos deben ser elaborados por el profesional exigido.

Amenaza, vulnerabilidad y riesgo

No se identifica el autor de este numeral. No se incluyó carta de responsabilidad del profesional en riesgos exigido por la Resolución. Los planos de amenaza,

vulnerabilidad y riesgo, al igual que todo el informe, deben ir avalados por el profesional exigido por medio de la carta de responsabilidad.

Diseño de obras

No hay diseños como tales, sino un conjunto de obras sugeridas. Los diseños deben ser elaborados y avalados mediante firma en los planos por el profesional exigido.

5. REVISION DEL ESTUDIO DE FECHA DICIEMBRE DE 2004

La segunda revisión del informe ¨Estudio de Estabilidad y Amenaza Proyecto Urbanístico Rodamonte¨ por parte de la Sociedad Colombiana de Geotecnia se hizo a la luz de los requerimientos consignados en la Resolución No. 364 de 2000 para este tipo de estudios. El concepto técnico No. CT- 4077 de Diciembre 23 de 2004, relacionado con el estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa se transcribe a continuación, con referencia a los requerimientos pertinentes de la resolución antes mencionada:

En su comunicación No. 1352-04, el Consultor da respuesta a las observaciones efectuadas por la SCG en la primera revisión y anexa los siguientes documentos:

- ✓ *Hoja de vida del ingeniero Luis Fernando Orozco*
- ✓ *Hoja de vida de la ingeniera Marcela Salcedo*
- ✓ *Hoja de vida del geólogo Jairo Hernando Rojas Leal (2 copias)*
- ✓ *Memorias de cálculo de los ensayos de laboratorio (6 límites de consistencia, 2 granulometrías y 2 compresiones inconfinadas)*
- ✓ *2 páginas tituladas Complemento Rodamonte con algunos aspectos geológicos y geomorfológicos*
- ✓ *2 juegos de planos que incluyen a) Proyecto Urbanístico, b) Geología y geomorfología, c) Estabilidad y d) Amenazas.*
- ✓ *Memorias de cálculo de estabilidad de taludes*

Se solicita, comedidamente, hacer entrega de un documento integral, que permita evaluar el conjunto del estudio, pues una serie de páginas aisladas del documento principal hacen perder el contexto de la revisión. Sin embargo, a continuación, se presentan las observaciones que al respecto tiene la SCG.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

5.1. El Numeral 2.1, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, establece los **Estudios Básicos** a ser incluidos en el estudio, los cuales se describen a continuación con las observaciones realizadas por la Sociedad Colombiana de Geotecnia:

a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica escala 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle; la descripción geológica debe incluir información sobre la estratigrafía y la geología estructural.

Aunque el Consultor anexa unas páginas con anotaciones geológicas, éstas no hacen parte integral del informe y se recomienda tener unicidad del documento presentado para aprobación.

Se reitera que en relación con el aspecto litológico, la Formación Guaduas se describe de manera genérica y no se aclara para el sitio del proyecto cuáles materiales infrayacen los suelos arcillosos (areniscas o arcillolitas); esto cobra importancia porque no hay una sección geológica representativa de la configuración geológica que sirva como base de la modelación geotécnica, la cual debe incluirse en el informe.

El plano geológico debe presentarse por separado y debidamente rotulado y firmado por el profesional responsable.

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

Como se mencionó en la comunicación anterior, es conveniente diferenciar claramente la geología de la geomorfología. En opinión de la SCG, los dos planos deben independizarse porque son dos conceptos aunque relacionados, diferentes.

Por otra parte, si los cuaternarios superyacen la roca, entonces el origen geomorfológico de todo el sitio es deposicional (según el documento no hay afloramientos rocosos) y no deben asignarse características morfológicas a unidades que no tienen expresión en superficie, como se hace en el plano con la Formación Guaduas a la que se asigna geomorfología denudativa. El plano debe ser corregido e independizado del geológico.

c. Clima, Hidrología, Hidráulica o Hidrogeología, los cuales deben incluir aspectos relacionados con histogramas de precipitaciones máximas,

mínimas y medias, evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes naturales y artificiales existentes, y características de las aguas subsuperficiales que puedan tener influencia en las condiciones de estabilidad del sitio del proyecto.

El objetivo de este numeral es obtener alguna relación entre las lluvias y el grado de saturación de los materiales para los análisis de estabilidad y estudio de amenaza. En el documento se describen estos aspectos con base en la estación Usaquén pero no se presentan los histogramas respectivos. Además, el Consultor debe aclarar si dicha estación es la más cercana y resulta representativa para el sector de la ciudad estudiado. No se trata de adjuntar información que después no ha de ser utilizada ni analizada a la luz del riesgo por fenómenos de remoción en masa.

Se reitera que en ninguna parte del documento se puede apreciar cómo se relaciona esta información en el análisis de amenaza. Es importante recalcar que este numeral no es aislado y por el contrario se constituye en un dato de entrada para la consideración de eventos contribuyentes y/o detonantes en la amenaza por fenómenos de remoción en masa. No es suficiente efectuar los análisis de estabilidad en condición saturada, la amenaza se entiende en términos probabilísticos.

d. Emplear la información sísmica requerida, con base en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, la cual fue reglamentada por medio del Decreto 074 de 2001.

Si bien es cierto que las normas permiten al geotecnista cambiar la clasificación de la zona sísmica, también es cierto que dicho cambio debe estar sustentado en un estudio de detalle que para el caso no se presenta. Además, de acuerdo con la geomorfología del sector estudiado, la zona correcta es piedemonte: 2C con Am=0.3g, valor que debe ser utilizado en los análisis y no 1B Cerros con Am = 0.24, pues en este sector se presentan mayores amplificaciones debidas a efectos topográficos.

e. Realizar el levantamiento de la cobertura del suelo, descripción de la vegetación existente, teniendo en cuenta las unidades de vegetación (si aplica).

La información de cobertura, incluida en el "Complemento Rodamonte", debe ser incorporada en el documento principal.

5.2. El Numeral 2.2, Artículo 2 de la Resolución 364 de 200 requiere la recopilación y descripción de los antecedentes históricos de remoción en masa que se han presentado en el área de influencia del proyecto.

La información de antecedentes de remoción en masa, incluida en el "Complemento Rodamonte", debe ser incorporada en el documento principal. Aunque se menciona la escasa disponibilidad de fotografías aéreas en el IGAC, se deben estudiar otras fuentes de información. De los antecedentes puede depender la concepción que sobre el tema de estabilidad se tenga en el estudio.

5.3. El Numeral 2.3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 solicita la evaluación de procesos de inestabilidad que incluyan la identificación y descripción de procesos regionales y locales, junto con el análisis de factores que pueden incidir en el desencadenamiento de los mismos; adicionalmente, establece los requerimientos para la exploración geotécnica.

La hoja No. 12, numeral. 11, debe ser anexada al documento original.
En este numeral se debe hacer mención a los mecanismos de falla esperados para el sitio: fallas planares sobre el contacto suelo-roca y fallas rotacionales en suelo, por ejemplo y a que obedecen dichas consideraciones. Con base en estos mecanismos se deben hacer los análisis de estabilidad.

Investigación Geotécnica

En el estudio se presentan 5 perforaciones con profundidad menor a 5m para entre 3 y 5 casas. Se hicieron dos cortes directos: S3-M1 (c'=0.5 Kg/cm2 y ϕ' = 29.8°) y S4-M1 (c'=1.26 Kg/cm2 y ϕ' = 21.7°).

Aunque la documentación presenta las memorias de los ensayos de laboratorio, no hay una clara caracterización geomecánica de los materiales que sea útil para los modelos de análisis. Aquí es necesario justificar los valores mínimos y máximos de los parámetros de resistencia o sus medias y desviaciones estándar, a fin de utilizarlos en los análisis de estabilidad. Es útil también hacer recopilación de información y especificar cuáles parámetros y por qué están siendo utilizados en los análisis. En la carta y en las memorias de cálculo por ejemplo se hace mención sólo a los resultados

del corte directo S4-M1 y se obvian los de S3-M1; además, no se asignan parámetros al material subyacente.

5.4. El Numeral 2.4, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere la evaluación de la amenaza por procesos de movimientos en masa mediante la utilización de un método de análisis y cálculo de reconocida validez. Adicionalmente, los análisis de amenaza se deben hacer para las condiciones presentes a las que está y puede estar expuesto el proyecto durante su vida útil, y para la amenaza inducida por las obras (cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas y otros), durante y después de su ejecución, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia.

Para la revisión del análisis de amenaza se requiere el planteamiento y seguimiento claro (acorde con el decreto) de una metodología de evaluación de amenaza. El Consultor anexa un conjunto de páginas (salidas de un software) y además se reportan valores de FS min entre 0.598 y 1.168 y FS max entre 2.251 y 4.031, valores que no son explicados y acerca de los cuales no se concluye en el texto. No se entiende cómo se involucran el sismo, las lluvias y la variación de parámetros de resistencia en los análisis de amenaza. Es importante destacar que la Am para este sector es 0.30g y que los análisis, no tienen en cuenta esa consideración. Con respecto al nivel de aguas asignado para los análisis "Con agua" no parece generar la condición de saturación que se menciona en los documentos, considerada como la más crítica.

En la corrección no se adjuntan memorias de cálculo de estabilidad para los taludes de corte. En el documento original, para el escenario con obras, no se analizó de manera conveniente la falla local, es decir, no se hizo específicamente el análisis de estabilidad de los taludes de corte pues los círculos generados no contemplaron las vecindades a los cortes. En este mismo escenario, con obras, se hace necesario considerar también la fluctuación de los factores detonantes y las características de los materiales.

La sección de análisis elegida (A-A') no se localiza en la planta, sin esta localización no se puede concluir acerca de si es representativa de la estabilidad del lote.

5.5. El Numeral 2.5, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita el análisis de vulnerabilidad de todos los elementos del proyecto frente a la magnitud máxima probable de la amenaza. Este análisis debe hacerse para la condición actual, y la del proyecto una vez terminado para todo el término de la vida útil.

Como se menciono arriba, el análisis de vulnerabilidad debe efectuarse tanto para la condición actual (caso en el cual la exposición y la vulnerabilidad son nulas) y para el proyecto de urbanización (evento en el que existen exposición y vulnerabilidad asociadas).

5.6. El Numeral 2.6, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere de la explicación y descripción detallada de los criterios establecidos por el consultor en la evaluación del riesgo, el cual debe ser presentado como una zonificación sobre una base cartográfica a escala 1:1000. Adicionalmente, el Numeral 2.8 solicita la presentación de la evaluación de riesgo incorporando el efecto de los beneficios de las medidas de mitigación propuestas.

No se presenta. Se hace énfasis en que el Consultor debe incluir un numeral con respecto a este tema que involucre los análisis de amenaza y vulnerabilidad.

5.7. El Numeral 2.7, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita las medidas de mitigación del riesgo para cada una de las categorías definidas en la respectiva evaluación, las cuales incluyen restricciones en el aprovechamiento y ocupación del área, obras de ingeniería, o las que el analista considere necesarias para lograr la reducción del riesgo.

Se reitera que se enumeran: manejo de agua de cubiertas con canales y bajantes y filtro por detrás de muros de contención, pero faltan la localización (plano), diseños definitivos, especificaciones y presupuesto que se ajusten a las obras propuestas. Si no es necesaria ninguna obra de mitigación como resultado de los análisis de riesgo, debe dejarse explícitamente en el documento a revisar.

***5.8.* El Numeral 3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, especifica los requisitos que deben tener los profesionales que evalúan los diferentes aspectos técnicos consignados en el estudio de amenaza por remoción en masa.**

El analista en riesgo debe soportar su experiencia como tal, mediante certificaciones de la entidad contratante y de manera similar a los requisitos de la DPAE para este tipo de proyectos, es decir, debe tener 6 años de experiencia profesional general, título de postgrado en evaluación de riesgos y/o 2 años de experiencia específica en evaluación de riesgos.

Falta la hoja de vida del ingeniero hidráulico.

5.9. El Artículo Tercero de la Resolución 364 de 2000, requiere que se anexe al estudio una carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo, al igual que la debida firma de todos los planos por parte de los profesionales matriculados y facultados para tal fin.

Estudios básicos de geología y geomorfología

Los planos (al igual que los textos) deben ir avalados por el profesional exigido, los rótulos así lo deben señalar.

Estudios básicos de clima e hidrología

Se reitera que no se identifica el autor de este numeral. Los textos deben ser elaborados por el profesional exigido.

Análisis de antecedentes de fenómenos de remoción en masa

Amenaza, vulnerabilidad y riesgo

No se ha presentado el plano que, al igual que los demás, debe ir rotulado y firmado por el profesional certificado.

Diseño de obras

Se hace hincapié en que no hay diseños como tales, sino un conjunto de obras sugeridas. Los diseños deben ser elaborados y avalados mediante firma en los planos por el profesional exigido.

6. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA ENERO 21 DE 2005

En su comunicación No. 1352-04, el Consultor daba respuesta a las observaciones efectuadas por la SCG y anexaba los siguientes documentos:

- ✓ *Hoja de vida del ingeniero Luis Fernando Orozco*
- ✓ *Hoja de vida de la ingeniera Marcela Salcedo*
- ✓ *Hoja de vida del geólogo Jairo Hernando Rojas Leal (2 copias)*

- ✓ *Memorias de cálculo de los ensayos de laboratorio (6 límites de consistencia, 2 granulometrías y 2 compresiones inconfinadas)*
- ✓ *2 páginas tituladas Complemento Rodamonte con algunos aspectos geológicos y geomorfológicos*
- ✓ *2 juegos de planos que incluyen a) Proyecto Urbanístico, b) Geología y geomorfología, c) Estabilidad y d) Amenazas.*
- ✓ *Memorias de cálculo de estabilidad de taludes*

Aunque se solicitó comedidamente, hacer entrega de un documento completo e integral, que permita evaluar el conjunto del estudio, esta vez se omitieron las hojas de vida.

6.1. El Numeral 2.1, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, establece los **Estudios Básicos** a ser incluidos en el estudio, los cuales se describen a continuación con las observaciones realizadas por la Sociedad Colombiana de Geotecnia:

a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica escala 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle; la descripción geológica debe incluir información sobre la estratigrafía y la geología estructural.

Sin comentarios.

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

En esta versión no se entregó el plano geomorfológico. En el texto se hace referencia al plano geológico que carece de información geomorfológica.

c. Clima, Hidrología, Hidráulica o Hidrogeología, los cuales deben incluir aspectos relacionados con histogramas de precipitaciones máximas, mínimas y medias, evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes naturales y artificiales existentes, y características de las aguas subsuperficiales que puedan tener influencia en las condiciones de estabilidad del sitio del proyecto.

Por tercera vez se observa que el objetivo de este numeral es obtener alguna relación entre las lluvias y el grado de saturación de los materiales para los análisis de estabilidad y estudio de amenaza. En el documento se describen estos aspectos con base en la estación Usaquén pero no se presentan los histogramas

respectivos, además, el Consultor debe aclarar si dicha estación es la más cercana y resulta representativa para el sector de la ciudad estudiado. La información que solicita la norma debe ser utilizada y analizada a la luz del riesgo por fenómenos de remoción en masa.

Se reitera que en ninguna parte del documento se puede apreciar cómo se relaciona esta información en el análisis de amenaza. Es importante recalcar que este numeral no es aislado y por el contrario se constituye en un dato de entrada para la consideración de eventos contribuyentes y/o detonantes en la amenaza por fenómenos de remoción en masa. No es suficiente efectuar los análisis de estabilidad en condición saturada, la amenaza se entiende en términos probabilísticos.

d. Emplear la información sísmica requerida, con base en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, la cual fue reglamentada por medio del Decreto 074 de 2001.

Se hace hincapié en que si bien es cierto que las normas permiten al geotecnista cambiar la clasificación de la zona sísmica, también es cierto que dicho cambio debe estar sustentado en un estudio geotécnico que cumpla lo dispuesto en el artículo 4 numeral 7 y en el artículo 6° del Dec. 074/2001 y no únicamente en los registros de perforación como el Consultor afirma. Además, de acuerdo con la geomorfología del sector estudiado, la zona correcta es piedemonte: 2C con Am=0.3g, valor que debe ser utilizado en los análisis y no 1B Cerros con Am = 0.24, pues en este sector se presentan mayores amplificaciones debidas a efectos topográficos.

e. Realizar el levantamiento de la cobertura del suelo, descripción de la vegetación existente, teniendo en cuenta las unidades de vegetación (si aplica).

Sin comentarios

6.2. El Numeral 2.2, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 requiere la recopilación y descripción de los antecedentes históricos de remoción en masa que se han presentado en el área de influencia del proyecto.

Sin comentarios.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

6.3. El Numeral 2.3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 solicita la evaluación de procesos de inestabilidad que incluyan la identificación y descripción de procesos regionales y locales, junto con el análisis de factores que pueden incidir en el desencadenamiento de los mismos; adicionalmente, establece los requerimientos para la exploración geotécnica.

Sin comentarios. Es importante considerar que con base en estos mecanismos se deben hacer los análisis de estabilidad.

Investigación Geotécnica

En el estudio se presentan 5 perforaciones con profundidad menor a 5m, para un conjunto de 3 a 5 casas. Se hicieron dos cortes directos: S3-M1 (c'=0.5 Kg/cm2 y ϕ' = 29.8º) y S4-M1 (c'=1.26 Kg/cm2 y ϕ' = 21.7º).

6.4. **El Numeral 2.4, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere la evaluación de la amenaza por procesos de movimientos en masa mediante la utilización de un método de análisis y cálculo de reconocida validez. Adicionalmente, los análisis de amenaza se deben hacer para las condiciones presentes a las que está y puede estar expuesto el proyecto durante su vida útil, y para la amenaza inducida por las obras (cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas y otros), durante y después de su ejecución, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia.**

Para la revisión del análisis de amenaza se requiere el planteamiento y seguimiento claro (acorde con el decreto) de una metodología de evaluación de amenaza. El Consultor anexa un conjunto de páginas (salidas de un software) y además se reportan valores de FS min entre 0.598 y 1.168 y FS max entre 2.251 y 4.031, valores que no son explicados y acerca de los cuales no se concluye en el texto (ver pág. 15 que dice "Se calcula la estabilidad del talud para el intervalo de parámetros utilizados con el método de Montecarlo y cada uno de los escenarios extermos así" y que no tiene continuidad)

No se entiende cómo se involucran el sismo, las lluvias y la variación de parámetros de resistencia en los análisis de amenaza. Es importante destacar que la Am para este sector es 0.30g y que los análisis, no tienen en cuenta esa consideración. Con respecto al nivel de aguas asignado para los análisis "Con agua" no parece generar la condición de saturación que se menciona en los documentos, considerada como la más crítica.

En la corrección no se adjuntan memorias de cálculo de estabilidad para los taludes de corte. En el documento original, para el escenario con obras, no se analizó de manera conveniente la falla local, es decir, no se hizo específicamente el análisis de estabilidad de los taludes de corte pues los círculos generados no contemplaron las vecindades a los cortes. En este mismo escenario, con obras, se hace necesario considerar también la fluctuación de los factores detonantes y las características de los materiales.
La sección de análisis elegida (A-A') no se localiza en la planta, sin esta localización no se puede concluir acerca de si es representativa de la estabilidad del lote.

6.5. El Numeral 2.5, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita el análisis de vulnerabilidad de todos los elementos del proyecto frente a la magnitud máxima probable de la amenaza. Este análisis debe hacerse para la condición actual, y la del proyecto una vez terminado para todo el término de la vida útil.

Como se menciono arriba, el análisis de vulnerabilidad debe efectuarse tanto para la condición actual (caso en el cual la exposición y la vulnerabilidad son nulas) y para el proyecto de urbanización al menos en forma conceptual (evento en el que existen exposición y vulnerabilidad asociadas).

6.6. El Numeral 2.6, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere de la explicación y descripción detallada de los criterios establecidos por el consultor en la evaluación del riesgo, el cual debe ser presentado como una zonificación sobre una base cartográfica a escala 1:1000. Adicionalmente, el Numeral 2.8 solicita la presentación de la evaluación de riesgo incorporando el efecto de los beneficios de las medidas de mitigación propuestas.

No se presenta, se enfatiza en que el Consultor debe incluir un numeral con respecto a este tema que involucre conclusiones sobre los análisis de amenaza y vulnerabilidad.

6.7. El Numeral 2.7, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita las medidas de mitigación del riesgo para cada una de las categorías definidas en la respectiva evaluación, las cuales incluyen restricciones en el aprovechamiento y ocupación del área, obras de ingeniería, o las que el analista considere necesarias para lograr la reducción del riesgo.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

Se reitera que se enumeran: manejo de agua de cubiertas con canales y bajantes y filtro por detrás de muros de contención, pero faltan la localización (plano), esquemas o información pertinente que permita comprender las obras propuestas. Si no es necesaria ninguna obra de mitigación como resultado de los análisis de riesgo, debe dejarse explícitamente en el documento a revisar.

6.8. El Numeral 3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, especifica los requisitos que deben tener los profesionales que evalúan los diferentes aspectos técnicos consignados en el estudio de amenaza por remoción en masa.

El analista en riesgo debe soportar su experiencia como tal, mediante certificaciones de la entidad contratante y de manera similar a los requisitos de la DPAE para este tipo de proyectos, es decir, debe tener 6 años de experiencia profesional general, título de postgrado en evaluación de riesgos y/o 2 años de experiencia específica en evaluación de riesgos.

Falta la hoja de vida del hidráulico.

6.9 El Artículo Tercero de la Resolución 364 de 2000, requiere que se anexe al estudio una carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo, al igual que la debida firma de todos los planos por parte de los profesionales matriculados y facultados para tal fin.

Estudios básicos de geología y geomorfología

Sin comentarios

Estudios básicos de clima e hidrología

Se reitera que no se identifica el autor de este numeral. Los textos deben ser elaborados por el profesional exigido.

Análisis de antecedentes de fenómenos de remoción en masa

Amenaza, vulnerabilidad y riesgo

No se ha presentado el plano que, al igual que los demás, debe ir rotulado y firmado por el profesional certificado.

Diseño de obras

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

7. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA MARZO 7 DE 2005

En su comunicación No. ON-296-05, el Consultor da respuesta a las observaciones efectuadas por la SCG, y anexaba los siguientes documentos:

- ✓ *Respuesta a las observaciones de la SCG, en la comunicación ON-296-05 en 3 páginas.*
- ✓ *Hoja de vida del Geotecnista: ingeniero Luis Fernando Orozco*
- ✓ *Hoja de vida de la Analista de Riesgos: ingeniera Marcela Salcedo*
- ✓ *Hoja de vida del Geólogo: Jairo Hernando Rojas Leal*
- ✓ *Memorias de cálculo de los ensayos de laboratorio (6 límites de consistencia, 2 granulometrías y 2 compresiones inconfinadas)*
- ✓ *2 juegos de planos que incluyen a) Geología y sección geológica, b) Geomorfología, c) Estabilidad, d) Amenaza, e) Vulnerabilidad y f) Riesgo*
- ✓ *Anexo de Proyecto Urbanístico*
- ✓ *Plano de sondeos*
- ✓ *Memorias de cálculo del Programa SLOPE W para estabilidad de taludes*
- ✓ *Carta de responsabilidad de la Analista de Riesgo*

7.1. El Numeral 2.1, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, establece los **Estudios Básicos** a ser incluidos en el estudio, los cuales se describen a continuación con las observaciones realizadas por la Sociedad Colombiana de Geotecnia:

a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica escala 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle; la descripción geológica debe incluir información sobre la estratigrafía y la geología estructural.

Sin comentarios.

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

Se entrega el plano geomorfológico.

c. Clima, Hidrología, Hidráulica o Hidrogeología, los cuales deben incluir aspectos relacionados con histogramas de precipitaciones máximas, mínimas y medias, evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes naturales y artificiales existentes, y características de las aguas subsuperficiales que puedan tener influencia en las condiciones de estabilidad del sitio del proyecto.

Con base en lo explicado por el consultor en la reunión conjunta del 4 de marzo de 2005, se acepta con observaciones el criterio sobre lo solicitado para este numeral.

d. Emplear la información sísmica requerida, con base en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, la cual fue reglamentada por medio del Decreto 074 de 2001.

Se aclaran las inquietudes de la SCG ya que se emplean dos intervalos de aceleración para los análisis de estabilidad con sismo.

e. Realizar el levantamiento de la cobertura del suelo, descripción de la vegetación existente, teniendo en cuenta las unidades de vegetación (si aplica).

Sin comentarios

7.2. El Numeral 2.2, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 requiere la recopilación y descripción de los antecedentes históricos de remoción en masa que se han presentado en el área de influencia del proyecto.

Sin comentarios.

7.3. El Numeral 2.3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000 solicita la evaluación de procesos de inestabilidad que incluyan la identificación y descripción de procesos regionales y locales, junto con el análisis de factores que pueden incidir en el desencadenamiento de los mismos; adicionalmente, establece los requerimientos para la exploración geotécnica.

Sin comentarios.

***7.4.* El Numeral 2.4, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere la evaluación de la amenaza por procesos de movimientos en masa mediante la utilización de un método de análisis y cálculo de reconocida validez. Adicionalmente, los análisis de amenaza se deben hacer para las condiciones presentes a las que está y puede estar expuesto el proyecto durante su vida útil, y para la amenaza inducida por las obras (cortes, excavaciones, rellenos, sobrecargas y otros), durante y después de su ejecución, tanto en el área del proyecto como en el área de influencia.**

El consultor revisó y corrigió los parámetros de resistencia y presenta nuevos resultados de FS máximo y mínimo, tomando un coeficiente sísmico de Am=0.30g. Se analiza la sección A-A' considerando un corte hipotético de construcción de edificio con sótano. Se acepta esta evaluación.

7.5. El Numeral 2.5, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita el análisis de vulnerabilidad de todos los elementos del proyecto frente a la magnitud máxima probable de la amenaza. Este análisis debe hacerse para la condición actual, y la del proyecto una vez terminado para todo el término de la vida útil.

Se presenta un criterio para realizar un análisis de vulnerabilidad para dos escenarios.

7.6. El Numeral 2.6, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere de la explicación y descripción detallada de los criterios establecidos por el consultor en la evaluación del riesgo, el cual debe ser presentado como una zonificación sobre una base cartográfica a escala 1:1000. Adicionalmente, el Numeral 2.8 solicita la presentación de la evaluación de riesgo incorporando el efecto de los beneficios de las medidas de mitigación propuestas.

Se aclara el criterio asumido para estimar el riesgo.

7.7. El Numeral 2.7, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, solicita las medidas de mitigación del riesgo para cada una de las categorías definidas en la respectiva evaluación, las cuales incluyen restricciones en el aprovechamiento y ocupación del área, obras de ingeniería, o las que el analista considere necesarias para lograr la reducción del riesgo.

Con base en el resultado del análisis, el cual concluyó que el riesgo existente para el proyecto es bajo y teniendo en cuenta los alcances actuales de los estudios, se considera que es conveniente mantener las medidas de manejo de aguas, las cuales deben detallarse cuando se tengan los diseños arquitectónicos definitivos.

7.8. El Numeral 3, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, especifica los requisitos que deben tener los profesionales que evalúan los diferentes aspectos técnicos consignados en el estudio de amenaza por remoción en masa.

El analista en riesgo debe soportar su experiencia como tal, mediante certificaciones de la entidad contratante y de manera similar a los requisitos de la DPAE para este

tipo de proyectos, es decir, debe tener 6 años de experiencia profesional general, título de postgrado en evaluación de riesgos y/o 2 años de experiencia específica en evaluación de riesgos. Este punto debe aprobarlo la DPAE.

7.9. El Artículo Tercero de la Resolución 364 de 2000, requiere que se anexe al estudio una carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo, al igual que la debida firma de todos los planos por parte de los profesionales matriculados y facultados para tal fin.

Se anexa la carta de responsabilidad por parte de la analista de riesgos.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En términos generales, el estudio presentado aborda los aspectos exigidos por la Resolución 364 para la elaboración de estos estudios, y luego de las revisiones y correcciones anotadas a lo largo de este informe, la SCG considera que este estudio puede aprobarse.

ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Presidente y Representante Legal
Sociedad Colombiana de Geotecnia

Revisó:

ING. MAURICIO TAPIAS CAMACHO
Grupo de Conocimiento
DPAE