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 GEOTECNIA

CONCEPTO TÉCNICO No. CT- 4158 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 Réniz Caballero Curaduría Urbana No. 2
LOCALIDAD:	USAQUÉN
BARRIO:	Bosque de Pinos I
PROYECTO:	**CONJUNTO RESIDENCIAL BOSQUES DEL MARQUES**
DIRECCIÓN:	Carrera 7 No. 139 - 20
UPZ:	13 Los Cedros
ÁREA (Ha):	0.6
TIPO DE RIESGO:	Remoción en masa.
EJECUTOR DEL ESTUDIO:	ESPINOSA Y RESTREPO Y CIA. LTDA.
FECHA DE EMISIÓN:	Junio 27 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 GEOTECNIA

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá Distrito Capital – FOPAE – y la Sociedad Colombiana de Geotecnia – SCG – han acordado la realización de una asesoría técnica por parte de la SCG 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 **tercera revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa del Conjunto Residencial Bosques del Marqués, barrio Bosque de Pinos I, de la localidad de Usaquén, 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 según el mapa de amenazas del P.O.T.

El estudio particular de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa fue elaborado por la firma de Consultoría ESPINOSA Y RESTREPO Y CIA. LTDA.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO CONJUNTO RESIDENCIAL BOSQUES DEL MARQUÉS

El Estudio en su tercera versión fue entregado a esta Entidad el pasado 25 de Mayo, efectuando una reunión en las oficinas de la DPAE el 3 de Junio en la que se indicaron varias observaciones y comentarios al documento entregado por el Consultor, obteniendo un nuevo documento el día 21 de Junio sobre el cual se presenta este concepto.

En el Estudio se menciona que el proyecto está ubicado en los cerros nororientales de la ciudad de Bogotá, contempla la construcción de dos (2) torres de dos (2) sótanos cada una, cinco (5) pisos y altillo, en estructura convencional de pórticos de concreto reforzado, y diez (10) casas de tres pisos con un pequeño sótano utilizado como cuarto de caldera, Además, se menciona la construcción de dos puentes, uno de estos sobre una quebrada que atraviesa el lote.

Para implantar el proyecto en la topografía quebrada del lote con pendientes promedio entre 30% y 100%, se proyectaron terrazas con cortes máximos hasta de 16 m de altura contra el lindero oriental. La cimentación de las torres se efectuará sobre caissons apoyados a 7 m de profundidad sobre la roca o el coluvión superficial, y las casas se cimentarán sobre zapatas apoyadas a 1.5 m de profundidad. Como soporte lateral se han previsto muros atirantados tipo "tie-backs".

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

El proyecto se construirá en un lote de 11.867,7 m^2 aproximadamente, localizado al costado oriental de la Carrera 7, bajo la nomenclatura Carrera 7 No. 139-20, en el barrio Bosque de Pinos I de la localidad de Usaquén, en las siguientes coordenadas geográficas (Figura 1): 113153.7 N ; 105417.8 E.

Se debe indicar que en el Informe de la **primera versión** sólo se contemplaba la construcción de una torre, en la segunda emisión contemplaba seis (6) torres y el proyecto actual contempla dos (2) torres. De igual forma el Estudio en la primera versión mostraba la construcción de 12 casas con sótano, en la segunda versión se tenian 11 casa sin sótano, y en esta emisión se proyectan 10 casas con sótano, como se muestra en el plano del Anexo No. 1.

En el Estudio de la **segunda versión** se proyectaron terrazas con cortes máximos hasta de 12 m de altura contra el lindero oriental, y en la emisión actual se contemplan cortes hasta de 16 m de altura, con un muro en tierra reforzada en la corona. El área del lote indicada con anterioridad era de 6000 m^2 y ahora se tienen 11.867,7 m^2.

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 GEOTECNIA

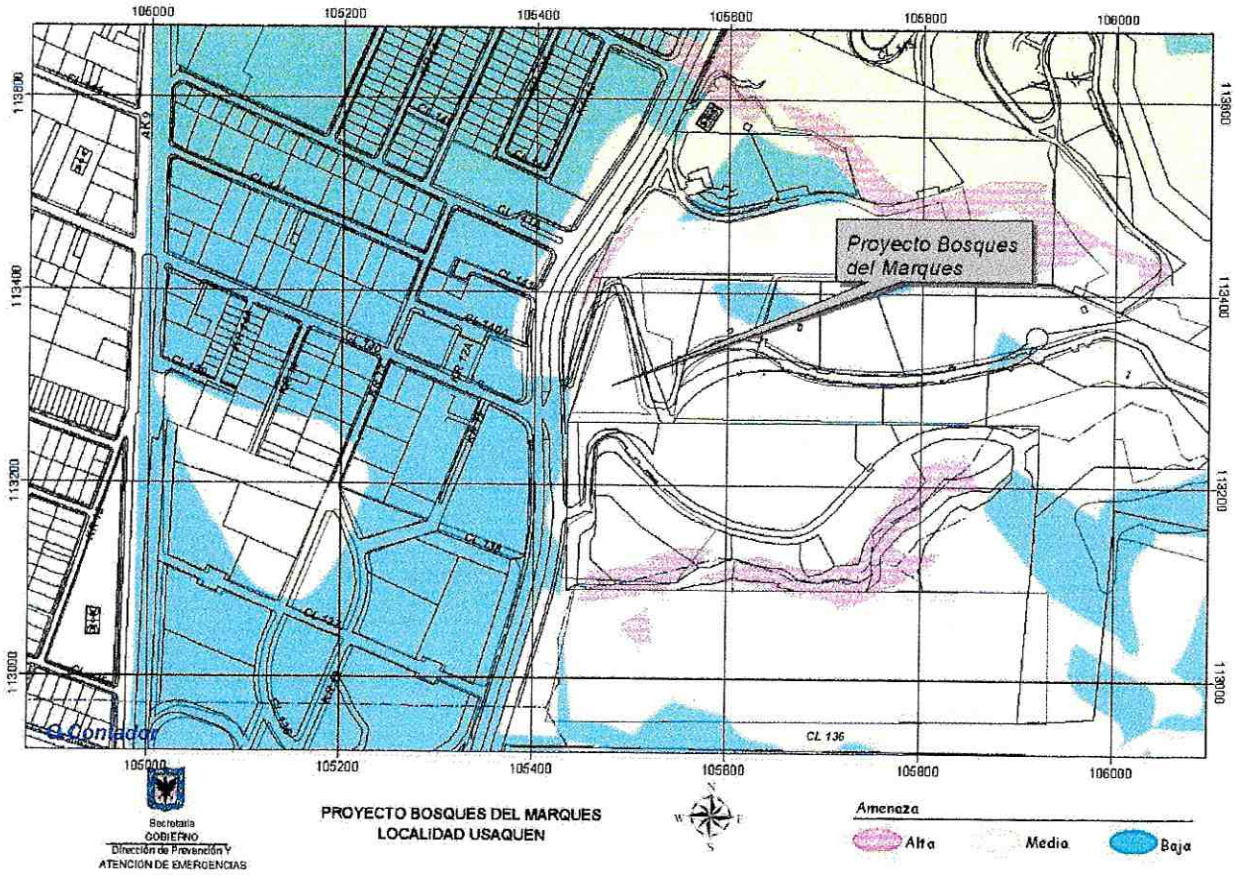


Figura 1 Localización General del Proyecto Bosques del Marqués

4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO

El Artículo 2 de la Resolución 364 de octubre de 2000 establece los términos de referencia y requisitos mínimos que deben ser cumplidos por los estudios detallados de amenaza y riesgo. El Numeral 1 del mismo establece que el alcance de los estudios es el de **"Determinar los daños esperados en las edificaciones del proyecto durante su vida útil por fenómenos de remoción en masa y diseñar un plan de mitigación para evitar que estos daños se presenten y para garantizar la estabilidad, funcionalidad y habitabilidad de las edificaciones que conforman el proyecto"**, lo cual implica

llevar a cabo análisis detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para las condiciones actuales y futuras del proyecto, así como de su entorno.

La revisión inicial del Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa del Proyecto Bosques del Marqués 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- 4106 de marzo 7 de 2005, 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.

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.

El estudio incluye la descripción de las unidades geológicas y la geología estructural del contorno, pero en el texto no se hace referencia a ningún plano. No se identifican depósitos antrópicos.

No se presentan datos estructurales tomados en campo, sólo se presentan datos generales de la orientación de las rocas tomados de mapas regionales y orientación de las familias de diaclasas, sin presentar un análisis de datos de campo. No se presenta una sectorización de acuerdo con las características estructurales que sirva de insumo para los análisis de estabilidad. No se presenta la orientación y localización del eje del anticlinal de Bogotá o Usaquén. Tampoco se indica la posición en la secuencia de las distintas unidades litológicas.

Aparece la Figura 1 Plano Geológico Bosque del Marques, con sólo una sección transversal A-A a escala 1:750. La planta no permite identificar la zona del proyecto, no tiene escala indicada, presenta una grilla arbitraria, no presenta curvas de nivel ni convenciones. En el plano no aparece dibujado el proyecto, ni elementos geográficos ni topográficos.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

INCUMPLIMIENTO

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

La geomorfología se presenta en los capítulos 6 y 9. El capítulo 6 se incluye la Morfología, Morfometría y Morfodinámica del contorno. En el capítulo 9 se describen las Geoformas, la Morfodinámica y la Zonificación Geomorfológica.

Aparece la Figura 2 Plano Geomorfológico Bosque del Marques, a escala 1:750. En esta no aparece dibujado el proyecto, ni elementos geográficos ni topográficos, tampoco aparece la orientación ni el Norte. La planta no permite identificar la zona del proyecto, no está definido el sistema de coordenadas empleado, no presenta datos de las curvas de nivel ni convenciones.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se debe presentar un plano que contemple como mínimo las características exigidas por la norma.

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 numeral 9.4 del capítulo 9, Clima y Suelos, presenta una descripción general de la Precipitación, Evapotranspiración y Humedad Relativa, Clima y Suelos y Vegetación.

En el numeral 2.3.1, Lluvia, de la segunda parte del Estudio, se presentan las ecuaciones de lluvia crítica y de duración de lluvia con base en el estudio de INGEOCIM (1998), y se toman datos de lluvia crítica y lluvia anual de la literatura disponible, González, Zamudio y Castellanos (1999).

El Estudio no presenta ningún aparte de hidrología ni análisis hidráulico, a pesar de que el lote está surcado por una quebrada, sobre la cual se proyecta un puente.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

En el Capítulo 10 se describe en rasgos generales la hidrogeología regional, pero no se relaciona dicha información con los niveles de agua encontrados durante la exploración del subsuelo.

CUMPLIMIENTO PARCIAL. Para este caso, se debe incluir la evaluación hidrológica e hidráulica exigida por la normatividad. Igualmente, se deben presentar los estudios de socavación de la corriente. También se debe relacionar la descripción de la hidrogeología con la información obtenida de los niveles de agua encontrados durante los sondeos, máxime cuando en las conclusiones del Estudio se hacen recomendaciones sobre la posibilidad de instalación de drenes horizontales.

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.

En el capítulo 11 (Estudios Básicos) de Sismología se hace la clasificación del sitio de acuerdo con el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, se indica el valor de aceleración a emplear en los análisis de amenaza, y se dice que el sector hace parte de la Zona 1.

Debe revisarse esta zonificación a la luz de los resultados de la exploración, pudiendo clasificarse como Zona 2- Piedemonte. Debe recordarse que el Estudio de Microzonificación define las diferentes zonas pero indica que en todos los límites debe establecerse una franja de transición de unos 500 m a cada lado, y en estas zonas se debe tomar la aceleración promedio. Esta revisión debe hacerse también en el Estudio de Suelos presentado en Diciembre de 2003.

Se define una aceleración para los análisis seudo-estáticos a partir de la propuesta presentada por Pike (2001) en función de la magnitud del sismo. Se debe incluir la referencia bibliográfica completa y se debe indicar el sismo con que se trabajó.

CUMPLIMIENTO PARCIAL.

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

El estudio cumple con este requisito en el numeral 9.4.4, Suelos y Vegetación.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

4.2 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.

En la segunda parte del Estudio, en el capítulo1, Procesos de Inestabilidad, numeral 1.1 Antecedentes Históricos, se indica que en el área del lote o en las vecindades no se observan procesos de fenómenos de remoción en masa, pero no se hace referencia a búsqueda y recopilación de antecedentes históricos en el área de influencia.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se considera que se deben documentar los antecedentes de problemas de remoción en masa en la zona de influencia del proyecto, y en caso dado indicar con base en la consulta de información que no existen antecedentes históricos en la zona de influencia del proyecto. En los Informes de Geología se menciona la existencia de cárcavas producto de antiguos procesos erosivos superficiales y procesos de inestabilidad en canteras vecinas, y en el numeral 1.2, Evidencias de procesos de inestabilidad, se indica una posibilidad de generar deslizamiento por pérdida de soporte lateral en una zona donde se construyó un muro en tierra reforzada.

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 la segunda parte del Estudio, en el capítulo1, Procesos de Inestabilidad, numeral 1.2 Evidencias de Procesos de Inestabilidad, se menciona que tanto los cauces como las laderas muestran buenas condiciones de estabilidad. Posteriormente menciona la existencia de un muro en tierra reforzada fuera del área del lote, pero que puede verse afectado por las excavaciones. En el numeral 1.3, Investigación Geotécnica, se presenta el trabajo de campo y laboratorio realizado, el cual se complementa con el realizado para el Estudio de Suelos, presentado en Diciembre de 2003. En el numeral 2.2.2 se presentan resultados de ensayos de corte directo en condiciones no drenadas (CU) para muestras arcillosas superficiales entre 1.0 m y 2.30 m de profundidad, lo cual no es representativo para establecer la resistencia al corte de los diferentes materiales que se encuentran en el sitio, máxime cuando las excavaciones se proyectan con alturas de 8.0 m.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se deben presentar la identificación y descripción de los procesos de inestabilidad regionales, donde se incluyan, si es el caso, los procesos de inestabilidad en las canteras vecinas, que a pesar de estar ubicadas a unos dos kilómetros de distancia pueden estar bajo el mismo ambiente geológico; estas canteras presentan problemas de caídas de roca, deslizamientos planares y volteo de bloques. Estos procesos se deben clasificar de acuerdo con su estado de actividad y su mecanismo de falla, y se deben analizar los factores que puedan incidir en el proceso de desencadenamiento de los mismos.

En el Informe de Geología se menciona la existencia de un paleorelieve, cubierto por coluviones de espesores variables. En los trabajos de la exploración del subsuelo no se identifica este contacto, y es muy importante definir su profundidad y parámetros de resistencia debido a los problemas que se pueden ocasionar en el momento de las excavaciones, lo cual queda expuesto en una de las recomendaciones del Estudio en donde se recalca que se podrían presentar focos de inestabilidad en las zonas de corte en el contacto coluvión-roca. Además esta información es necesaria para los análisis de estabilidad y la definición de amenaza por remoción en masa.

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.

El Consultor no expone con claridad el método para la evaluación de la amenaza con los análisis presentados, la interrelación de las variables y la zonificación realizada. En el numeral 2, Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa, se dice: "... se pudieron identificar dos niveles de amenaza sin tener en cuenta el sismo...".

No se presentan de forma clara los límites de las variables que entran en el análisis, ni su distribución de probabilidades, ni la forma como se involucran o asocian en el análisis de estabilidad y en cálculo de la probabilidad de falla utilizando el método de Monte Carlo. Debe haber correspondencia entre los resultados de los ensayos de laboratorio, lo determinado en el numeral 2.2, Factores Intrínsecos, y los parámetros asumidos en el análisis; igualmente debe haber relación entre lo determinado en el

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

numeral 9.4, Clima y Suelos, el numeral 2.3, Factores detonantes, y los valores de presión de poros (por lluvias), así mismo debe haber relación entre lo indicado en el Capítulo 11, Sismología, el numeral 2.3, Factores detonantes, y las aceleraciones del terreno (por sismo) utilizados en los análisis.

No se presentan de forma clara las secciones de análisis; se deben indicar los diferentes materiales, estratificaciones, orientaciones y parámetros de resistencia, así como la localización de perforaciones, excavaciones y obras del proyecto. En el Informe se llama la atención sobre la zona de contacto coluvión-roca suponiendo una profundidad entre 3.0 m y 10.0 m para los extremos oriental y occidental respectivamente, lo cual no es acorde con los registros de las perforaciones.

En la evaluación de la amenaza no se analizan todos los mecanismos de falla, las cargas por obras se indican a nivel superficial y no se presentan análisis durante el proceso de excavación.

Se presentan análisis cinemáticos donde se adoptan valores de resistencia sin soporte técnico adecuado, y su análisis es unitemporal para casos sólo de volcamiento y falla en cuña, sin definir amenaza por estos fenómenos. No se define la localización ni la orientación de los cortes analizados.

No se presentan planos de acuerdo con la normatividad, sino esquemas confusos, en los cuales el nombre de la figura es Identificación de Riesgos y en las convenciones se relaciona el grado de amenaza sin que estén claramente definidas las distintas categorías. En los dibujos presentados no se indica un Norte, y no se pueden diferenciar las áreas definidas como Amenaza alta, media, baja o muy baja.

INCUMPLIMIENTO

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.**

Sólo se consideró la vulnerabilidad de los edificios para sólo un tipo de solicitación, falla rotacional. No se definió la localización exacta de los elementos expuestos dentro de esta solicitación. Se debe aclarar la metodología empleada por cuanto no es clara la relación entre el factor de seguridad y la velocidad del movimiento, como tampoco lo es

la determinación de los empujes laterales para la definición de los daños potenciales, indicados en el numeral 4.5. Tampoco es clara la obtención del Índice de Vulnerabilidad Física y, además, está definiendo finalmente la categorización de la vulnerabilidad, asumida como vulnerabilidad física, en función de las obras de mitigación, tal como se establece en el numeral 4.7, Vulnerabilidad por deslizamientos.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Falta evaluar la vulnerabilidad teniendo en cuenta los otros tipos de solicitaciones de acuerdo con los procesos de falla identificados. También se deberá evaluar la vulnerabilidad de las casas y de los puentes.

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.

El Consultor realiza un análisis de riesgo mediante el modelo dinámico del tipo integral, tomando como referencia a Rivera, 2001. Este modelo no se explica completamente en el texto y no es claro su uso para evaluar el riesgo. No es clara la obtención del Índice de Riesgo, IR, a partir de la probabilidad de falla debido a que en el Estudio la amenaza se determinó a partir del factor de seguridad, y no se presentaron valores de probabilidad de falla.

No se presentan planos de acuerdo con la normatividad, sino esquemas confusos, en los cuales el nombre de la figura es Identificación de Riesgos y en las convenciones se relaciona el grado de amenaza sin que estén claramente definidas las distintas categorías. En los dibujos presentados no se indica un Norte, y no se pueden diferenciar las áreas de Riesgo.

INCUMPLIMIENTO: Deben cumplirse primero los aspectos de Amenaza y Vulnerabilidad para determinar el Riesgo. Además, debe incluirse la referencia bibliográfica completa del modelo adoptado.

***4.7* El Numeral 2.7, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere que se presenten las medidas de mitigación del riesgo para cada una de las categorías definidas en la respectiva evaluación**

De manera general, se proponen como medidas de mitigación las siguientes: obras de drenaje superficial (cañuelas), perfilado y tendido de taludes, estructuras de contención como muros de concreto reforzado en la pata de los taludes de corte.

No se presenta la localización de todas las medidas de mitigación, ni se definen las coordenadas ni las cotas de construcción. Tampoco se presentan los análisis estáticos y dinámicos del perfilado y tendido de los taludes, ni de las estructuras de contención, como tampoco los diseños para construcción de estas obras.

INCUMPLIMIENTO

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.**

Ni en informe ni en los planos se especifica el nombre del profesional que estuvo a cargo de cada tema, pero de acuerdo con las hojas de vida hay cumplimiento para los profesionales a cargo de la geología, la geomorfología, el clima, los antecedentes históricos de remoción en masa y la evaluación de procesos de inestabilidad.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: En las hojas de vida presentadas no se indica la experiencia ni los estudios mínimos requeridos por los profesionales que participaron en los estudios de amenazas, vulnerabilidad y riesgo, así como el plan de medidas de mitigación.

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.

INCUMPLIMIENTO: El Consultor incluye la carta de responsabilidad firmada por un Ingeniero Civil, sin el lleno de los requisitos exigidos para un analista de riesgo, de acuerdo la normatividad y la hoja de vida presentada. Los planos tampoco cumplen con los requisitos exigidos.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA ABRIL 20 DE 2005

El concepto técnico No. CT- 4133 de 2005, 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.

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.

En esta nueva revisión se presentan las características y los datos estructurales medidos en campo diferenciando dos familias de diaclasas, y un plano de estratificación. No se presenta un análisis estadístico debido a la falta de afloramientos donde se puedan tomar los datos necesarios. No se mencionan depósitos antrópicos, por lo que se entiende que no existen.

Se hace referencia a una figura pero su indicación es equivocada, lo cual debe corregirse, no es No. 2 sino No. 1. En esta figura aparece el Plano Geológico Bosque del Marques, sin el lleno de los requisitos exigidos.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: La cartografía debe cumplir con lo exigido.

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

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Como se indicó en la primera revisión, se debe presentar un plano que contemple como mínimo las características exigidas por la norma. Se deben indicar los escarpes que se mencionan en el texto. Aclarar si el espesor de los coluviones está entre 4 y 7.5 m o si el espesor es en promedio 15 m.

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

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

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.

En el Capítulo 11 se presenta la Hidrología, la estimación de caudales, el Estudio Hidráulico y de Socavación de la quebrada o drenaje natural existente en el lote.

CUMPLIMIENTO.

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.**

CUMPLIMIENTO.

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

El estudio cumple con este requisito en el numeral 9.4.4, Suelos y Vegetación.

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.

CUMPLIMIENTO.

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.

En la segunda parte del Estudio, en el Capítulo1, Procesos de Inestabilidad, numeral 1.1 Antecedentes Históricos, se corrobora a partir del estudio de fotografías aéreas que

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

la zona de estudio no presenta ninguna influencia de inestabilidad que pueda ser atribuida a la explotación de canteras. Igualmente en el numeral 1.2 Evidencias de Procesos de Inestabilidad, se menciona que tanto los cauces como las laderas muestran buenas condiciones de estabilidad. También menciona que no existen rasgos geomorfológicos que indiquen presencia de fenómenos de remoción en el área vecina ni en el lote en referencia.

En el numeral 1.3, Investigación Geotécnica, se presenta de manera complementaria una línea sísmica que determina el espesor de coluvión a lo largo de una línea paralela a la dirección de la ladera. Desafortunadamente no se tiene la información sobre el espesor del coluvión y profundidad de la roca en el sentido transversal a la ladera de tal forma que se puedan proyectar las excavaciones y definir su estabilidad apropiadamente, especialmente en la zona oriental donde se tienen los mayores cortes.

En el numeral 2.2.2 se presentan además de los datos para el coluvión y la roca, los valores de resistencia para un aluvión torrencial, el cual no fue considerado en la descripción de la estratigrafía del sitio (numeral 1.3) obtenida a partir de las perforaciones. Los valores de resistencia fueron obtenidos mediante correlaciones del valor de SPT medidos a cierta profundidad en la perforación C4, en la cual se indica que hay presencia de "arenisca en matriz arcillosa habana de densidad muy compacta". En la línea sísmica se muestran niveles de coluvión y roca en este sector, pero no se muestra un aluvión torrencial. De acuerdo con la geología, este material tiene presencia solamente en la zona de la quebrada, alejada de la perforación C4.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Se mantiene el cumplimiento parcial indicado en la primera revisión por la falta de claridad en el modelo geotécnico, es decir en las características y propiedades del subsuelo. No hay consistencia en la información presentada.

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.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

Como se mencionó en la primera revisión, el Consultor no presenta de forma clara las secciones de análisis que permitan evaluar claramente la amenaza, así como la localización de perforaciones, excavaciones y obras del proyecto. En el Informe se llama la atención sobre la zona de contacto coluvión-roca suponiendo una profundidad entre 3.0 m y 10.0 m para los extremos oriental y occidental respectivamente, lo cual no es acorde con los registros de las perforaciones. Las secciones de los análisis de estabilidad muestran espesores diferentes a los identificados en perforaciones y línea sísmica.

Como se indicó también en la primera revisión, en el numeral 2, Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa, se dice: "... se pudieron identificar dos niveles de amenaza sin tener en cuenta el sismo...". No se puede hablar de amenaza si no se tienen en cuenta los factores detonantes de la inestabilidad ni su probabilidad de ocurrencia, lo que se evalúa o zonifica de esta manera es la susceptibilidad.

En la evaluación de la amenaza no se analizan todos los mecanismos de falla y no se presentan análisis durante el proceso de excavación.

No se presentan planos de acuerdo con la normatividad.

INCUMPLIMIENTO:

***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.**

En primera instancia se debe precisar si son seis o una sola torre, y 12 o 11 casas por construir, ya que hay diferencias entre lo descrito en el texto y lo mostrado en los planos.

INCUMPLIMIENTO: Se deben precisar los elementos en riesgo para determinar su vulnerabilidad. Se debe tener en cuenta que los caissons de cimentación de los edificios quedan apoyados unos en roca y otros en coluvión, y la cimentación de las casas es sobre el coluvión. Aún no se establece cuales caissons quedan apoyados en roca y cuales en el coluvión. Como se mencionó en la primera revisión la metodología no es clara. Debe analizarse la vulnerabilidad de las casas, además de los edificios.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

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.

INCUMPLIMIENTO: Deben cumplirse primero los aspectos de Amenaza y Vulnerabilidad para determinar el Riesgo. Además, se deben tener en cuenta las observaciones de la primera revisión y presentar los planos de acuerdo con la normatividad. En la segunda revisión no se presentaron planos de riesgo.

5.7 El Numeral 2.7, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere que se presenten las medidas de mitigación del riesgo para cada una de las categorías definidas en la respectiva evaluación

De manera general, se proponen como medidas de mitigación las siguientes: obras de drenaje superficial, perfilado y tendido de taludes, estructuras de contención como muros de concreto reforzado en la pata de los taludes de corte. En las conclusiones se menciona la posibilidad de instalar drenes horizontales en caso de salida de agua en los taludes y construcción de muros anclados o "tie-backs" si se excava la zona de contacto coluvión- roca.

INCUMPLIMIENTO: Como se dijo en la primera revisión, en el informe no se presenta la localización de todas las medidas de mitigación, ni se definen las coordenadas ni las cotas de construcción; debe existir un plano que indique las obras en planta con su respectiva o respectivas secciones transversales, especialmente de las estructuras de contención. Tampoco se presentan los análisis estáticos y dinámicos del perfilado y tendido de los taludes, ni de las estructuras de contención. La concepción, los análisis de estabilidad y los diseños de los muros de concreto en voladizo proyectados no son correctos y presentan imprecisiones.

Es conveniente definir específicamente la localización de las zonas que requieren de los muros anclados, y presentar el diseño ajustado de los mismos. También se debe definir la necesidad de los drenes horizontales a partir de los análisis de amenaza.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

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.**

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Como se mencionó en la primera revisión, en las hojas de vida presentadas con el Informe no se indica la experiencia ni los estudios mínimos requeridos por los profesionales que participaron en los estudios de amenazas, vulnerabilidad y riesgo.

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.

INCUMPLIMIENTO: Como se indicó en la primera revisión, el Consultor incluye la carta de responsabilidad firmada por un Ingeniero Civil, sin el lleno de los requisitos exigidos para un analista de riesgo, de acuerdo la normatividad y la hoja de vida presentada. Los planos tampoco cumplen con los requisitos exigidos.

6. TERCERA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA MAYO 25 DE 2005

A continuación se presentan los resultados de la revisión al Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa del Conjunto Residencial Bosques del Marqués, entregado a la DPAE el 25 de mayo de 2005.

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.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CUMPLIMIENTO

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

CUMPLIMIENTO.

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.**

CUMPLIMIENTO.

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.**

CUMPLIMIENTO.

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

CUMPLIMIENTO

6.2 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.

CUMPLIMIENTO.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

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.

CUMPLIMIENTO PARCIAL: No se definen claramente los parámetros de resistencia utilizados en los análisis, especialmente en la zona de la excavación para la construcción de los edificios. De manera general para el lote se valoran los parámetros de resistencia al corte a partir de ensayos de corte directo y análisis de retrocálculo, adoptando finalmente el Consultor los valores del retrocálculo como los apropiados para el subsuelo sin mayores soportes.

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.

INCUMPLIMIENTO:

La metodología empleada sigue siendo confusa al relacionar el factor de seguridad con la probabilidad de falla en los análisis presentados, más aún al obtener valores del factor de seguridad menores de uno con probabilidades de falla de cero, como es el caso de los análisis presentados en la página 87 y en el cuadro de la página 130, o probabilidades de falla muy bajas con factores de seguridad cercanos a la unidad.

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.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

INCUMPLIMIENTO:

Como se mencionó en las anteriores revisiones la metodología no es clara, y no se describe en forma detallada los criterios utilizados para relacionar el indice de pérdidas con el indice de vulnerabilidad física, el cual es empleado para determinar la vulnerabilidad. Además, existe un error al evaluar la clase de movimiento (cuadro de la página 92) en función de la velocidad del movimiento dada en la página 95, lo cual afecta en adelante todos los resultados.

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.

INCUMPLIMIENTO:

La metodología y los criterios utilizados no se explican ni se describen apropiadamente. Tampoco se indican las referencias bibliográficas, las cuales se han solicitado en varias oportunidades. Además, deben cumplirse primero los aspectos de Amenaza y Vulnerabilidad para determinar el Riesgo.

El modelo no se explica completamente en el texto y no es claro su uso para evaluar el riesgo. No es clara la obtención del Índice de Riesgo, IR, a partir de la probabilidad de falla debido a que la amenaza se determinó a partir del factor de seguridad.

6.7 El Numeral 2.7, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, requiere que se presenten las medidas de mitigación del riesgo para cada una de las categorías definidas en la respectiva evaluación

INCUMPLIMIENTO:

Los análisis del muro anclado en el sector de los edificios no satisfacen las condiciones y solicitaciones del terreno. Los parámetros de resistencia al corte para este sector son estimados, además las sobrecargas indicadas para los análisis no corresponden con

las existentes y los análisis se realizan para condiciones drenadas y esfuerzos totales sin considerar la acción del agua, lo cual se asume bajo la consideración que una de las recomendaciones del informe es instalar drenes horizontales si se observa salida de agua. Tampoco se presentan análisis ni diseños o esquemas de los anclajes, ni el comportamiento de la roca y el terreno circundante ante esta solicitación. Se deberán considerar todos los esfuerzos sobre la pantalla para el diseño estructural de la misma.

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.**

CUMPLIMIENTO: De acuerdo con los requerimientos definidos por la DPAE.

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.

CUMPLIMIENTO: De acuerdo con los requerimientos definidos por la DPAE.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de esta **tercera revisión** se concluye que el Consultor no atendió las observaciones de las revisiones anteriores y muestra reiteradamente de manera confusa los análisis de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo, de tal forma que el informe incumple con buena parte de los requerimientos consignados en la Resolución 364 de 2000 para su aprobación.

Se recomienda completar el estudio según las observaciones del presente concepto técnico y se aclaren los aspectos señalados en cada uno de los puntos que presentan incumplimiento o cumplimiento parcial, garantizando así que la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo sea la adecuada, de tal forma que cumpla a cabalidad con lo consignado en dicha resolución.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

En el Estudio de Suelos se indica que los caissons pueden quedar apoyados tanto en la roca como en el coluvión; se recomienda que todos se lleven a nivel de roca.

Revisó y Aprobó: **ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN** Presidente y Representante Legal Sociedad Colombiana de Geotecnia
VoBo: **ING. DIANA AREVALO** Coordinadora Técnica (E) DPAE