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- 4437 de 2006

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:	Dr. Jaime Rodríguez Azuero Curaduría Urbana No. 1
LOCALIDAD:	LA CANDELARIA
BARRIO:	Parque Nacional Oriental
PROYECTO:	**BLOQUES H-I PARQUEADEROS UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA**
DIRECCIÓN:	Carrera 3E No. 15-22
UPZ:	96 Lourdes
ÁREA (Ha):	1.8
TIPO DE RIESGO:	Remoción en masa
EJECUTOR DEL ESTUDIO:	ALFONSO URIBE S. & CIA LTDA.
FECHA DE EMISIÓN:	Julio 12 de 2006

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

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 **quinta revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio de Amenaza y Riesgo por Procesos de Remoción en Masa del Proyecto Bloques H-I Parqueaderos Universidad Externado de Colombia, barrio Parque Nacional Oriental, de la localidad La Candelaria, 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 ALFONSO URIBE S. Y CIA LTDA.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO BLOQUES H-I PARQUEADEROS UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA

En el documento del estudio entregado a esta entidad se menciona que el proyecto contempla la construcción de dos bloques denominados H e I, de 7 pisos de altura y tres sótanos cada uno, en estructura convencional de concreto reforzado, en un lote de 18000 m^2 aproximadamente, localizado entre la Avenida Circunvalar norte-sur al oriente, la Avenida Circunvalar sur-norte al occidente y al sur de la Universidad Distrital en la Calle 15. El proyecto se localiza en el barrio Parque Nacional Oriental de la localidad La Candelaria, correspondiente a las siguientes coordenadas geográficas (Figura 1):

100050 N
101175 E

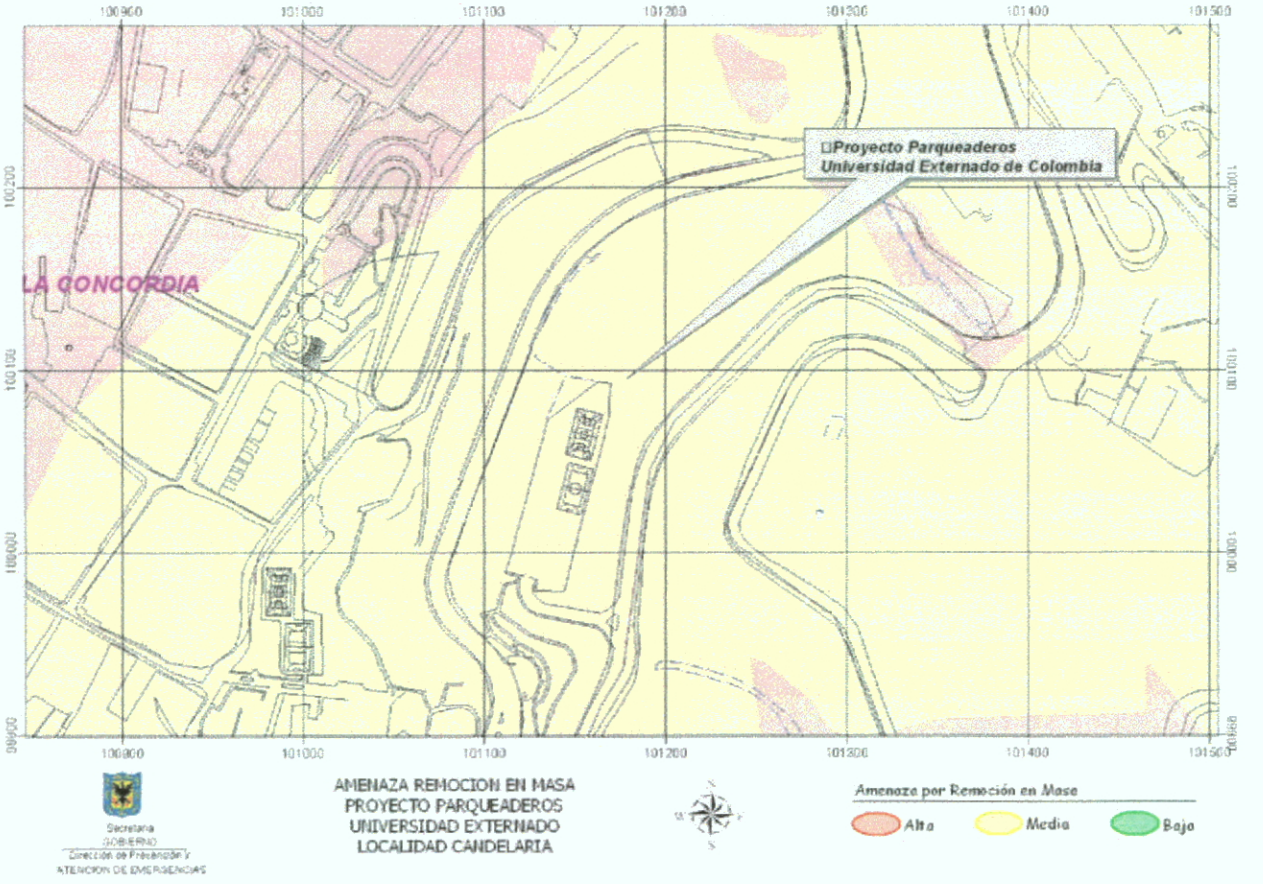


Figura 1 Localización General del Proyecto Bloques H-I Parqueaderos Universidad Externado de Colombia

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.

El concepto técnico No. CT- 4215 de Septiembre 27 de 2005 relacionado con el estudio de Amenaza y Riesgo por Procesos 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, y se anexa un plano geológico sobre una base cartográfica a escala 1:1000 y curvas de nivel cada metro. No se presentan de forma explicita los datos estructurales tomados en campo ni otros datos tomados en el levantamiento geológico, con los que posteriormente se determinan los parámetros de resistencia por el método del Indice de Resistencia Geológica (GSI).

CUMPLIMIENTO PARCIAL: Incluir o anexar los datos recolectados y los resultados de campo.

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

La geomorfología se presenta en el numeral 4.2 y en el Plano No. 3, en donde se indica la clasificación geomorfológica del terreno.

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.

Los aspectos hidrogeológicos se incluyen en el numeral 4.3; el Clima se indica en el numeral 4.4, donde se presenta una descripción general de la precipitación, la temperatura y la humedad relativa. No es necesario presentar estudios hidrológicos ni análisis hidráulico, debido a que no se encuentran cursos de agua que afecten la zona del proyecto.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO. Debe verificarse la fecha de la precipitación máxima, e indicar si es diaria.

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 numeral 4.5 se presenta la Sismología; allí se indica el tipo de suelo como S1 de acuerdo con la NSR-98, se incluye 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 terreno se encuentra en la zona de transición de las Zonas 1A y 2A.

Debe aclararse la nomenclatura de la zonificación, deben ser Zonas 1 y Zona 2. Deben verificarse los valores máximos de las aceleraciones indicadas y se debe ampliar la descripción de la forma como se obtienen los valores mínimos y medios.

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).**

La cobertura del suelo se presenta en el numeral 4.6 y el Plano No. 5.

CUMPLIMIENTO.

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 el Capítulo 5 se presenta el análisis de antecedentes históricos de remoción en masa en la zona, en donde se indica que en el área del lote y en las zonas adyacentes no se han observado procesos de remoción en masa o erosión concentrada en los últimos 60 años, con base en el estudio e interpretación de fotografías aéreas de diferentes épocas desde 1940.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO. Se debe revisar el año de las fotografías C-1796 y R-1183.

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.

La evaluación de los procesos de inestabilidad se incluye en el Capítulo 5, donde se menciona que ni en las fotografías aéreas ni en las visitas de campo se observaron procesos de inestabilidad ni rasgos que definan la posibilidad de movimientos en masa que puedan afectar la zona del proyecto. En este capítulo se remite a la Fotografía 7 pero ésta no se incluyó.

En el Informe se presentan figuras con los registros de las perforaciones, un plano de localización de perforaciones y un anexo con los ensayos de laboratorio realizados pero, no se incluye de manera explicita en este capítulo el alcance y la justificación técnica de la investigación geotécnica realizada, tampoco se describe el trabajo de campo y laboratorio. No se indican en forma clara los parámetros de resistencia requeridos en los análisis de estabilidad ni su variación.

Se debe señalar la incidencia de la capa arenosa, mostrada en las Figuras 1 y 2 dentro de las rocas arcillosas de la Formación Bogotá, como posible acuífero confinado que puede generar importantes presiones de agua afectando la estabilidad de las excavaciones una vez se retire parte del coluvión.

CUMPLIMIENTO PARCIAL.

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. En el Capítulo 7 se indican mecanismos de falla asociados con fallas planares en unidades rocosas, pero los análisis presentados para la amenaza bajo condiciones presentes corresponden a fallas circulares y para la condición con obra temporal no se indica el tipo de falla, pero según se observa en las figuras del informe se realizan análisis para falla en bloque. En este capítulo se menciona un estudio geotécnico pero no se incluye en el Informe. En el Plano de Amenaza, Plano No. 6, no aparece la firma del profesional que lo elaboró.

Debe incluirse la evaluación de la amenaza por procesos de remoción en masa inducida por las obras o por el proceso de excavación, de acuerdo con los mecanismos de falla identificados.

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 el cálculo de la probabilidad de falla.

La probabilidad de falla determinada en el estudio es particular para la condición analizada, pero se debe encontrar la probabilidad total de falla entendida como la sumatoria de las probabilidades de falla para cada condición afectadas por las probabilidades de ocurrencia o no ocurrencia de los eventos detonantes que corresponden a tal condición.

Debe haber correspondencia, o justificación a la diferencia que existe, entre los parámetros indicados en el texto, los encontrados mediante ensayos de laboratorio y los parámetros asumidos en el análisis de estabilidad.

En el numeral 7.3 se deben revisar las unidades de Ru, presión de poros, y justificar los valores asumidos para este parámetro.

Por otra parte, no sobra aclarar que a la luz de la Resolución 364 de 2000 no es del alcance de ésta la revisión de los análisis de estabilidad y de los diseños particulares, por lo que la responsabilidad de los mismos recae totalmente en el Consultor como lo refrenda con su firma en las cartas de compromiso.

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 un tipo de solicitación, empujes por falla rotacional en la parte alta de la ladera. No se valoró la vulnerabilidad por posibles deslizamientos en la parte baja del lote que pudiesen afectar las edificaciones. No está claramente determinado el grado de exposición y predisposición del proyecto ante los procesos amenazantes.

Se debe ampliar la descripción de la metodología empleada y de los criterios utilizados para determinar la vulnerabilidad de los elementos. Se deben indicar los criterios utilizados para determinar el Indice de Vulnerabilidad Física y como interviene el Índice de Pérdidas indicado en el Capítulo 9. En el cuadro de calificación de los daños se debe revisar la definición de "Daños potenciales" para la "Intensidad de daño categoría 5".

Se deben presentar y explicar los criterios para valorar la vulnerabilidad de líneas vitales presentada en el Capítulo 9, y explicar como se tiene en cuenta esta vulnerabilidad dentro del proyecto.

INCUMPLIMIENTO. Falta evaluar la vulnerabilidad teniendo en cuenta otros tipos de solicitaciones de acuerdo con los procesos de falla identificados.

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.

En el texto del informe no se indican ni se explican los criterios establecidos por el Consultor para la evaluación del riesgo. Se debe valorar el riesgo para la condición final del proyecto.

INCUMPLIMIENTO. Deben cumplirse primero los aspectos de Amenaza y Vulnerabilidad para luego determinar el Riesgo.

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 muros de contención, drenes horizontales y anclajes temporales.

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 de las estructuras de contención, ni de los anclajes temporales, como tampoco los diseños para construcción de estas obras, las especificaciones ni el presupuesto.

Se deben definir la longitud de cada anclaje y las cotas de los diferentes niveles de anclajes. Igualmente se debe indicar la separación o distribución de los drenes horizontales.

Se menciona que en el Anexo C se incluyen las recomendaciones de construcción de los anclajes y el procedimiento de carga, pero en el Anexo C solo se encuentran las memorias de cálculo.

Se recomienda revisar si los empujes de tierras sobre los muros anclados se determinan con la condición activa o la condición en reposo, e indicar si la distribución cambia al retirar los anclajes temporales.

INCUMPLIMIENTO

Es de aclarar que la responsabilidad por los análisis, empleo de software, resultados de los análisis y diseños de las medidas de mitigación corresponde al Consultor y esta revisión se limita al cumplimiento de la Resolución 364 de 2000. Debido a esto el Consultor asume total responsabilidad por los diseños geotécnicos realizados mediante la firma de la carta de responsabilidad anexa al texto del Estudio. Los diseños geotécnicos incluyen la determinación de las cargas y los cálculos de los esfuerzos que ejercen los empujes del terreno sobre los muros de contención, el diseño y estabilidad de los anclajes temporales, así como el cálculo de los esfuerzos transmitidos a la estructura de las edificaciones y la estabilidad final de las mismas una vez dichos anclajes sean retirados.

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.**

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.

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.

CUMPLIMIENTO PARCIAL.

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 Geotecnista, sin el lleno de los requisitos exigidos para un analista de riesgo, de acuerdo con la normatividad y las hojas de vida presentadas. Los planos de amenaza y riesgo tampoco cumplen con los requisitos exigidos, debido a que falta la firma del profesional que los elaboró.

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

5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO

A continuación se presentan los resultados de la segunda revisión al Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa del proyecto Bloques H-I Parqueaderos Universidad Externado de Colombia, entregado a la DPAE el 22 de noviembre de 2005 (CT No. 4264 de Diciembre 14 de 2005).

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.

El estudio incluye la descripción de las unidades geológicas y la geología estructural del contorno, y se anexa un plano geológico sobre una base cartográfica a escala 1:1000 y curvas de nivel cada metro. En el oficio No. ON-2373 2005, radicado por el Consultor en la DPAE el 22 de noviembre, se incluyen los datos estructurales tomados en campo, y se aclara que dada la escasez de afloramientos únicamente se tienen 5 datos de orientación de la estratificación pero sin variaciones representativas ni en el rumbo ni en el buzamiento.

CUMPLIMIENTO.

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

La geomorfología se presenta en el numeral 4.2 y en el Plano No. 3, en donde se indica la clasificación geomorfológica del terreno.

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.

Los aspectos hidrogeológicos se incluyen en el numeral 4.3; el Clima se indica en el numeral 4.4, donde se presenta una descripción general de la precipitación, la temperatura y la humedad relativa. No es necesario presentar estudios hidrológicos ni análisis hidráulico, debido a que no se encuentran cursos de agua que afecten la zona 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.

En el numeral 4.5 se presenta la Sismología; allí se indica el tipo de suelo como S1 de acuerdo con la NSR-98, se incluye 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.

Deben verificarse los valores máximos de las aceleraciones indicadas y se debe ampliar la descripción de la forma como se obtienen los valores mínimos y medios.

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).

La cobertura del suelo se presenta en el numeral 4.6 y el Plano No. 5.

CUMPLIMIENTO.

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.

En el Capítulo 5 se presenta el análisis de antecedentes históricos de remoción en masa en la zona, en donde se indica que en el área del lote y en las zonas adyacentes no se han observado procesos de remoción en masa o erosión concentrada en los últimos 60 años, con base en el estudio e interpretación de fotografías aéreas de diferentes épocas desde 1940.

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.

La evaluación de los procesos de inestabilidad se incluye en el Capítulo 6, donde se menciona que ni en las fotografías aéreas ni en las visitas de campo se observaron procesos de inestabilidad ni rasgos que definan la posibilidad de movimientos en masa que puedan afectar la zona del proyecto.

En el Informe se presentan figuras con los registros de las perforaciones, un plano de localización de perforaciones y un anexo con los ensayos de laboratorio realizados. En el documento no se incluyen los registros de las perforaciones 14 y 15.

En el oficio No. ON-2373 2005 radicado en la DPAE el 22 de noviembre, el Consultor indica que la posibilidad de generación de presiones de poros se tuvo en cuenta al proponer drenes horizontales por detrás de los muros de contención, pero no se mencionó la incidencia de la capa arenosa, mostrada en las Figuras 1 y 2 dentro de las rocas arcillosas de la Formación Bogotá, como posible acuífero confinado que puede generar importantes presiones de agua afectando la estabilidad de las excavaciones una vez se retire parte del coluvión.

CUMPLIMIENTO PARCIAL.

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.

En el oficio No. ON-2373 2005 radicado en la DPAE el 22 de noviembre, el Consultor indica que sólo se analizaron superficies de fallas rotacionales en la zona baja del terreno para la condición actual ya que representan la situación más crítica. Para la condición de excavación de los sótanos los factores de seguridad más bajos están en la zona alta del terreno, donde a criterio de los ingenieros participantes en el proyecto existe la situación más crítica. No se indica el mecanismo de falla crítico en esta zona.

El Consultor sigue sin exponer con claridad el método para la evaluación de la amenaza. La probabilidad de falla determinada en el estudio es particular para la condición analizada, pero se debe encontrar la probabilidad total de falla entendida como la sumatoria de las probabilidades de falla para cada condición afectadas por las probabilidades de ocurrencia o no ocurrencia de los eventos detonantes que corresponden a tal condición. Además, para la condición actual se obtiene el factor de seguridad para 24 casos y para la condición con obras de mitigación se obtiene para 12 casos, cuando el método de Rosenblueth indica que se debe obtener el factor de seguridad para las 2^n combinaciones de las variables involucradas que según el estudio, numeral 7.3, es de cuatro.

No se presentan de forma clara los límites de las variables que entran en el análisis, ni su desviación estándar o su distribución de probabilidades, ni la forma como se involucran o asocian en el análisis de estabilidad y en el cálculo de la probabilidad de falla. Debe haber correspondencia, o justificación a la diferencia que existe, entre los parámetros indicados en el texto, los encontrados mediante ensayos de laboratorio y los parámetros asumidos en el análisis de estabilidad. Hay diferencias en los datos reportados en las Figuras 5, 6 y 7 respecto a lo indicado en los cuadros de las páginas 74, 75, 76 y 80. Los parámetros del Relleno indicados en el cuadro de la página 74, no coinciden con los reportados en el Anexo B.

Se presenta la amenaza para la condición actual y para la condición con medidas de mitigación, pero no se presenta la amenaza durante la ejecución de las obras. En el Anexo B no se incluyen los resultados del análisis de estabilidad durante y después de la ejecución de las obras.

Los valores reportados en el numeral 7.3, página 77, no corresponden con los resultados que se muestran en el Anexo C, memorias de cálculo. No se indica como se obtiene el mapa de amenaza, el cual no es coherente con los resultados de los análisis presentados en el Anexo C y las páginas 77 y 78.

En el numeral 7.3 se deben revisar las unidades de Ru, presión de poros, y justificar los valores asumidos para este parámetro.

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 el oficio No. ON-2373 2005 radicado en la DPAE el 22 de noviembre, el Consultor indica que la vulnerabilidad se determinó para la solicitación de empujes por fallas planares en la parte alta de la ladera. También dice que en la zona baja de la ladera los factores de seguridad son elevados, que no existe ningún tipo de indicio de movimientos en el tiempo y que en esta zona no se intervienen los taludes ni se genera ninguna variación a la condición actual del terreno. Igualmente indica que en el informe amplía la descripción de la metodología empleada para determinar la vulnerabilidad de los elementos.

Al respecto se debe aclarar si los análisis de estabilidad y los factores de seguridad del cuadro de la página 80 corresponden a fallas planares o a otro mecanismo de falla debido a que no indica este punto en el informe y tampoco se incluyen las memorias de cálculo o los resultados de estos análisis en el Anexo C.

Para la parte baja de la ladera se muestran factores de seguridad elevados ante deslizamientos en la condición actual, pero no se presentan análisis de estabilidad teniendo en cuenta la sobrecarga impuesta por los edificios. Por otra parte, los valores altos del factor de seguridad no determinan la vulnerabilidad de las edificaciones ante esta solicitación.

La metodología empleada no define los criterios utilizados para determinar la vulnerabilidad de los elementos y tampoco se indica como se establece finalmente el Índice de Vulnerabilidad Física del proyecto y de las líneas vitales aledañas al mismo.

INCUMPLIMIENTO

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.

En las memorias de cálculo del Anexo C se indica como se realiza la evaluación del riesgo, en donde se presenta el análisis de riesgo para el escenario actual (sin proyecto) pero no se indican cuales son los elementos expuestos o vulnerables. Se debe indicar a que corresponde el valor del Índice de Vulnerabilidad Física que se muestra en estas memorias de cálculo, que es de 0.5 tanto para la condición actual, sin proyecto, como para la condición con proyecto y obras de mitigación.

Se presenta el plano 7 – Mapa de zonificación de riesgo sin medidas de mitigación, pero en el documento no se indica como se obtiene esta zonificación. En el texto del informe no se presenta la evaluación de amenaza sin medidas de mitigación, lo cual es básico para determinar el riesgo según la metodología presentada.

Se debe anexar el mapa de riesgo para la condición final del proyecto con obras de mitigación.

INCUMPLIMIENTO.

***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**

Se proponen como medidas de mitigación muros de contención, drenes horizontales y anclajes temporales.

En el Anexo D se presenta el diseño de los muros de contención anclados y un plano de despiece de un muro de contención típico. En el Anexo E se incluyen las

recomendaciones de construcción de los anclajes y el procedimiento de carga. En el oficio No. ON-2373 2005 radicado en la DPAE el 22 de noviembre, el Consultor indica que los muros anclados son diseñados con empujes en condición activa y con base en dichos empujes fue diseñada la distribución de los anclajes temporales. También indica que la distribución no cambia al retirar dichos anclajes temporales (al quedar el muro soportado por las placas de los edificios).
No se presenta la localización de las medidas de mitigación del riesgo, ni se definen las coordenadas ni las cotas de construcción. Tampoco se presentan las especificaciones ni el presupuesto de las medidas propuestas. No se presenta la separación o distribución de los drenes horizontales.

INCUMPLIMIENTO

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: De acuerdo con los requisitos indicados por la DPAE.

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.

CUMPLIMIENTO: De acuerdo con los requisitos indicados por la DPAE.

6. TERCERA REVISIÓN DEL ESTUDIO

A continuación se presentan los resultados de la tercera revisión al Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa del proyecto Bloques H-I Parqueaderos Universidad Externado de Colombia, radicado en la DPAE el 18 de enero de 2006.

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:

CONVENIO FOPAE – 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.**

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. Los valores de aceleración indicados y empleados en los análisis de amenaza no son los correctos pero se considera el análisis del lado conservador.

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.

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.

En el oficio No. ON-068 2006, radicado en la DPAE el 18 de enero de 2006, el Consultor indica que no existe ninguna incidencia en la excavación de los sótanos con las capas de roca arenisca que se muestran en las Figuras No. 1 y 2.

Ni en el documento ni en el oficio No. ON-068 2006, se incluyen los registros de las perforaciones 14 y 15 a pesar que en el numeral 5.3 del oficio así lo indica.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO. Se deben anexar los registros de las perforaciones 14 y 15.

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.

El Consultor presenta en el oficio No. ON-068 2006, radicado en la DPAE el 18 de enero de 2006, los valores mínimos y máximos de los parámetros de resistencia de los materiales utilizados en los análisis de estabilidad.

El Consultor sigue sin exponer con claridad el método para la evaluación de la amenaza.

La probabilidad de falla determinada en el estudio es particular para la condición analizada, pero se debe encontrar la probabilidad total de falla entendida como la sumatoria de las probabilidades de falla para cada condición afectadas por las probabilidades de ocurrencia o no ocurrencia de los eventos detonantes que corresponden a tal condición. Además, para la condición actual se obtiene el factor de seguridad para 24 casos y para la condición con obras de mitigación se obtiene para 12

casos, cuando el método de Rosenblueth indica que se debe obtener el factor de seguridad para las 2^n combinaciones de las variables involucradas que según el estudio, numeral 7.3, es de cuatro para la condición actual, y según el oficio No. ON-068 2006 es de tres para la condición con obras de mitigación.

En este oficio, el Consultor indica que se realizaron más combinaciones que las requeridas, lo cual no es correcto de acuerdo con el método definido y empleado por el Consultor en su informe. Además, en el oficio No. ON-068 2006 menciona que para realizar el mapa de amenaza se tuvo en cuenta la geomorfología y la pendiente del terreno, pero no se explica esta metodología. No se justifican los valores asumidos para el parámetro de presión de poros.

INCUMPLIMIENTO

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.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO. Se debe definir si la vulnerabilidad es de 0.4 como se indica en el oficio No. ON-068 2006, o de 0.5 como se tuvo en cuenta en las memorias de cálculo.

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.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO. Se deben cumplir primero los requerimientos de amenaza y vulnerabilidad para luego determinar el riesgo. El mapa de riesgo con medidas de mitigación debe ser firmado por el profesional que lo elaboró.

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

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO. Se deben cumplir primero los requerimientos de amenaza y vulnerabilidad para determinar el riesgo y las medidas de mitigación. Se incluyó el presupuesto del muro de contención anclado pero no el de los drenes horizontales. Tampoco se incluyeron las especificaciones a pesar de lo dicho en el oficio No. ON-068 2006.

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 requisitos indicados 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 requisitos indicados por la DPAE.

7. CUARTA REVISIÓN DEL ESTUDIO

A continuación se presentan los resultados de la cuarta revisión al Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa del proyecto Bloques H-I Parqueaderos Universidad Externado de Colombia, de acuerdo con el Informe presentado con anterioridad y el oficio ON-472 2006 radicado en el FOPAE el 7 de marzo de 2006.

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.**

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.

7.2 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.

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.

CUMPLIMIENTO.

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.

En el oficio del Consultor ON-472 2006 radicado en el FOPAE el 7 de marzo de 2006, se presentan algunas aclaraciones que no son suficientes para atender las observaciones del concepto anterior.

INCUMPLIMIENTO.

***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.**

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO.
No se da respuesta satisfactoria a la observación del concepto anterior.

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.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO. Se deben cumplir primero los requerimientos de amenaza y vulnerabilidad para luego determinar el riesgo.

7.7 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

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO. Se deben cumplir primero los requerimientos de amenaza para determinar las medidas de mitigación. Las especificaciones que se presentan en el oficio ON-472 2006 radicado en el FOPAE el 7 de marzo de 2006 deben ofrecer o describir mas detalles de construcción.

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.

CUMPLIMIENTO.

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.

CUMPLIMIENTO.

8. QUINTA REVISIÓN DEL ESTUDIO

A continuación se presentan los resultados de la quinta revisión al Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa del proyecto Bloques H-I Parqueaderos Universidad Externado de Colombia, de acuerdo con el Informe radicado en el FOPAE el 15 de junio de 2006.

8.1 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.

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.

8.2 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.

8.3 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.

8.4 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.

CUMPLIMIENTO.

***8.5* 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.**

CUMPLIMIENTO.

8.6 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.

CUMPLIMIENTO.

8.7 **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**

CUMPLIMIENTO.

8.8 **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.

8.9 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.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de esta quinta revisión se concluye que el estudio realizado por la firma de Consultoría ALFONSO URIBE S. & CIA. LTDA, CUMPLE con la totalidad de los requerimientos consignados en la Resolución 364 de 2000 para su aprobación. Hacen parte de este concepto todas las comunicaciones e informes previos. En el informe definitivo se deben completar y organizar los anexos, especialmente el Anexo E, de acuerdo con lo expresado en el numeral 7.1 Proceso Constructivo.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

Se debe aclarar que a la luz de la resolución 364 de 2000, no es del alcance de esta revisión la comprobación y validación de los parámetros, los análisis de estabilidad, el empleo de software, los resultados de los análisis y los diseños geotécnicos de las medidas de mitigación, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad y compromiso, anexa al texto del estudio, limitándose la revisión a verificar el cumplimiento de la Resolución.

Los diseños geotécnicos y estructurales de las medidas de mitigación son responsabilidad exclusiva del Consultor al igual que la determinación de las cargas y los cálculos de los esfuerzos que ejercen los empujes del terreno sobre los muros de contención, así como el cálculo de los anclajes temporales, los esfuerzos transmitidos finalmente a la estructura de las edificaciones y la estabilidad de las mismas.

Revisó y Aprobó:

ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Sociedad Colombiana de Geotecnia

Revisó:	VoBo:
ING. OSCAR IVAN CHAPARRO PAJARDO Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos DPAE	**ING. PABLO GARZON CASARES** Jefe (E) Estudios Técnicos y Conceptos Area de Investigación y Desarrollo DPAE

Aprobó:

ING. GUILLERMO AVILA ALVAREZ
Coordinador de Investigación y Desarrollo
DPAE