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 – 4300 de 2006

Revisión de Estudio Particular de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa Artículo 112 – 4 Decreto 469 de 2003

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Ing. Mariano Pinilla Poveda Curador Urbano No. 5
LOCALIDAD:	11 SUBA
BARRIO:	VEREDA SUBA NARANJOS
PROYECTO:	**PREDIO BELLOMONTE**
DIRECCIÓN:	Calle 131 con Carrera 67
UPZ:	24 Niza
ÁREA (Ha):	10.00 Ha.
TIPO DE RIESGO:	Remoción en masa
FECHA DE EMISIÓN:	27 de Enero 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
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

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

La Sociedad Colombiana de Geotecnia realizó la **primera revisión** al estudio particular de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa del proyecto urbanístico BELLOMONTE de la localidad de SUBA realizado por la firma TRAYECTORIA S.A. URBANISMO Y ARQUITECTURA – ING. CARLOS HÉCTOR CANTILLO RUEDA, denominado ESTUDIO DE RIESGOS POR REMOCIÓN EN MASA DEL PREDIO BELLOMONTE UBICADO EN LA CALLE 131 CON CARRERA 67, el cual tiene fecha 22 de Diciembre de 2005 y sobre el que se emite el presente concepto técnico.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO BELLOMONTE

En el estudio entregado a esta entidad se menciona que el proyecto contempla el desarrollo urbanístico del predio, en el cual se prevé la construcción de vías de acceso, edificaciones para uso residencial (con características de altura y densidad no definidas) que deberán enmarcarse dentro de las normas vigentes, específicamente el Decreto 723. Así las cosas, el estudio está orientado a determinar la aptitud general del terreno para efectos de construcción, así como la susceptibilidad del mismo a eventuales movimientos en masa, determinando las medidas preventivas del caso. El proyecto estará ubicado en la zona denominada vereda Suba Naranjos en la Calle 131 con Carrera 67. La localización general se presenta en el Plano 1 del estudio del Consultor y en la Figura 1 del presente concepto técnico.

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

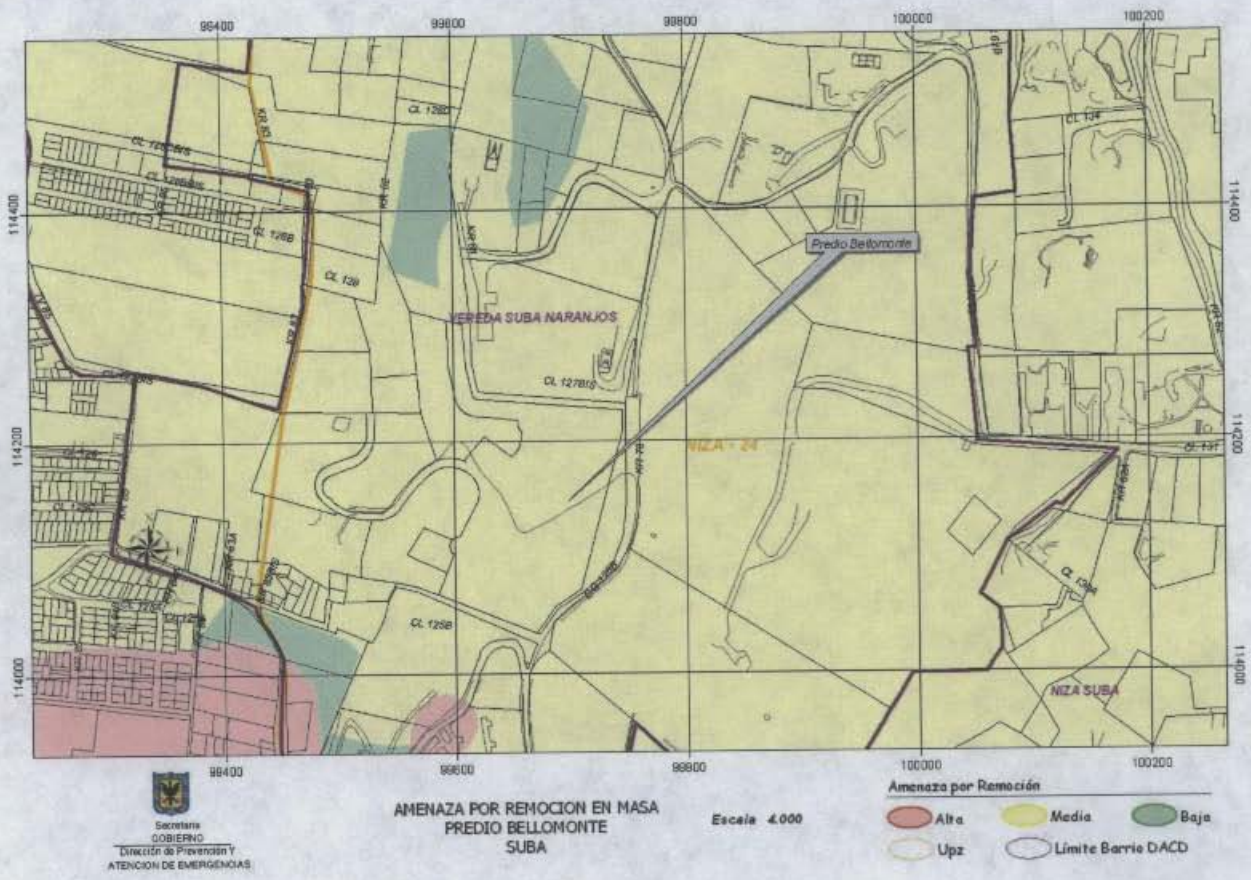


Figura 1. – Localización General del Predio Bellomonte

4. 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.

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 presentado por el Consultor incluye el levantamiento geológico a nivel regional y local, realizando una breve descripción de las unidades que subyacen el sitio así como aquellas que afloran en cercanías de éste; específicamente se reporta la presencia del miembro intermedio de la Formación Guaduas (Ktg), Suelos No Diferenciados (Qs) que cubren toda el área del predio (incluyendo suelos residuales (Qsr), suelos orgánicos de poco espesor, depósitos de pendiente (Qdp) y depósitos antrópicos (Qda)) y Depósitos Antrópicos (Qda) cerca de la cima de la ladera. A nivel estructural se reporta la presencia de diversas fallas en la zona, de las cuales la más importante es la que corta el Cerro en el extremo suroeste (NW–SE) y la estructura geológica más importante es el Sinclinal de Suba que confiere características especiales de estabilidad al sector en general. Se indica que las fallas presentes no tienen influencia en la estabilidad general del área.

El plano geológico (Plano 3.2) presenta la distribución aproximada de las unidades que afloran en planta y el Plano de perfiles geológicos las presenta en profundidad (Plano 3.3).

CUMPLE PARCIALMENTE: Se deben indicar los cortes en el plano de planta.

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

El estudio presentado por el Consultor incluye la descripción geomorfológica del sector, identificando tres sub-unidades denominadas así: Colinas Residuales, que proceden de la degradación diferencial de cordilleras y serranías pre-existentes; Terrenos Ondulados, provenientes de la denudación de antiguas llanuras o

aplanamiento de montañas y colinas; Superficies de aplanamiento o peneplanicie, terrenos casi planos que anteriormente fueron parte de una cordillera, serranía o altillanura.

A partir del estudio adelantado con fotografías aéreas, se determinaron cinco geoformas principales, a saber: Geoformas de origen de control estructural (I), con los siguientes segmentos: Pendientes estructurales (I A), Escarpes (I B); Control Estructural Plagado Denudacional (II): Terrenos Ondulados (II A), Superficies de aplanamiento o peneplanicie (II B); Geoformas de origen depositacional en laderas (III): Ladera Coluvial (III A), Pie de Laderas (III B); Valles de Ladera (IV); Geoformas de origen antrópico – rellenos y desechos (V). Para cada uno de estos geoformas se describen los materiales característicos que las conformas y su susceptibilidad mayor o menor a los eventuales movimientos en masa.

Igualmente se describen as características morfométricas y se evalúan los procesos morfodinámicos más dicientes en el predio; se concluye que la ladera es en general estable. El plano 3.4 muestra las principales geoformas que conforman el predio, destacándose en la parte alta la ladera coluvial (III A), al centro los terrenos ondulados (II A) y en la parte baja las superficies de aplanamiento (II B), al igual que la presencia de depresiones morfológicas, escarpes, surcos y zonas de reptamiento.

El Plano 3.5 muestra las pendientes prevalecientes en el terreno, destacándose en la parte alta una pendiente entre 10º y 22º mientras que en la parte baja la pendiente está comprendida entre 0º y 10º.

CUMPLE

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 estudio presentado por el Consultor reporta aspectos asociados a la hidrología del sitio, destacando la presencia de aguas termales que han sido explotadas en otras épocas; toda el agua lluvia se convierte en aguas de escorrentía superficial que se traslada a la parte baja de la ladera, sin evidencia de recarga de acuíferos. En

general se sostiene que las aguas no son un factor desestabilizante para la ladera y que su presencia está a más de 40 m de profundidad; no obstante se hace un llamado de atención respecto de la gran capacidad de retención de agua de los limos superficiales lo cual podría ocasionar su degradabilidad y esto debe ser tenido en cuenta al momento de ejecutar las excavaciones. En cuanto al clima, se determina un micro clima caracterizado por un régimen de lluvias bi modal, con los meses de abril y octubre como los más lluviosos y de enero y junio como los más secos. La precipitación anual es de 834.8 mm y los valores de intensidad máxima para diferentes periodos de retorno de presentan en la tabla 3.13.

Para cada uno de los periodos de retorno se determinó el caudal máximo esperado, lo cual será utilizado en análisis posteriores.

CUMPLE

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

El estudio presentado por el Consultor NO especifica a cuál de las zonas definidas por el Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá (D. 074/01) corresponde el predio, solo describa los aspectos históricos recientes de la normativa y se limita a describir todas las zonas que conforman la ciudad de Bogotá.

CUMPLE PARCIALMENTE: se debe(n) especificar la(s) zona(s) a la(s) que corresponde el predio, de acuerdo con el Decreto 074/01 y asociar esta condición a las posibles amenazas a que estaría sometido el mismo, indicando claro está los valores asignados de amenaza en términos de aceleración espectral esperada.

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

El Consultor reporta que el predio se caracteriza por poseer diferentes tipos de cobertura vegetal y usos del suelo transformados por el hombre, ya que existen bosques plantados de pinos, ciprés, eucalipto, pino pátula y candelabro.; cobertura miscelánea caracterizada por la variedad de estos bosques plantados de manera irregular; pastos arbolados, huertas y construcciones.

Se concluye que este es uno de los aspectos de mayor importancia a la hora de garantizar la estabilidad de las laderas, y por ende una de las recomendaciones es tratar de mantener la mayor área posible del predio cubierto y en aquellas zonas donde se deban retirar las especies se deberá garantizar que la afectación sea lo menos posible y que las condiciones de drenaje se mantengan igualmente.

CUMPLE

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

El estudio presentado por el Consultor informa que realizó un análisis multitemporal del área de estudio, sin evidencias de procesos de remoción en masa o erosivos por carcavamiento durante los últimos 50 años. Concluye que la zona es estable desde el punto de vista de procesos antiguos. Las fotografías aéreas consultadas corresponden a vuelos de 1949 (C-525, fotos 824 y 825, escala 1:20000), 1973 (C-667, fotos 031, 032 y 033, escala 1:10000) y 1996 (SAT-404, 132 y 133, escala 1:10000), en las que se observa la evolución del predio y los alrededores, pasando de una condición natural donde no hay presencia de asentamientos urbanos y la vegetación que predomina son los pastos, luego una muy baja evidencia de asentamientos urbanos y reforestación de bosques y arbustos, y en el tiempo reciente un aumento en la densidad de urbanización pero con un incremento mayor en la reforestación.

Igualmente se realiza una descripción completa de antecedentes históricos que desde el punto de vista social y demográfico ayudan a tener elementos de juicio a la hora de valorar los riesgos que por remoción en masa pueden existir en el sector.

CUMPLE

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.

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

El estudio presentado por el Consultor indica que en el sitio se evidencian procesos activos que corresponden a movimientos superficiales de reptación del suelo, muy incipientes, que no se encuentran asociados a ninguna unidad en particular; zonas de rellenos antrópicos, especialmente sobre las partes alta y media debida a procesos de construcción de vías y viviendas; una corona de deslizamientos que se ubica en el sector norte del predio Monte Verde. En cuanto a las geoformas locales determinadas en la zona de estudio, cabe destacar que los Terrenos Ondulados (II A) son susceptibles a inundación, los Valles de Ladera (IV) son potencialmente inestables y pueden contener aguas de infiltración, se evidencian procesos de reptación; las zonas de Rellenos y desechos (V) son potencialmente inestables y se encuentran cubiertos por vegetación.

Con respecto a la exploración geotécnica, el informe reporta la realización de 06 perforaciones así: P1 a P5; 05 apiques así: A1 a A5; 03 trincheras y 04 estaciones. En ellas se realizaron ensayos de penetración estándar y se tomaron muestras alteradas e inalteradas para ensayos de laboratorio. La profundidad máxima alcanzada en las perforaciones fue de 6.0 m, mientras que en los apiques y trincheras oscilaron entre 1.0 y 2.0 m. Los perfiles estratigráficos reportan la descripción de las unidades presentes y los valores de SPT obtenidos y los resultados del programa de ensayos de laboratorio se reporta en el Apéndice 3.3 del informe, el cual incluye determinación de pesos unitarios, límites de consistencia, densidades secas y húmedas, resistencia a la compresión inconfinada y 3 ensayos de corte directo que permitieron obtener un valor estimado del ángulo de fricción interna del material y su respectiva cohesión.

En general el perfil se compone de los siguientes estratos: Cobertura superficial (suelos residuales de 10 a 50 cm), de consistencia firme; Depósitos de caída (coluviales de 1 a 2 m de espesor con bloques de 20 y 50 cm de diámetro), estables; Rellenos antrópicos (desechos y material de construcción de 1 a 2.5 m de espesor), estables aunque de baja resistencia y muy compresibles; Arcillolita (localizada entre 1 y 2 m bajo la superficie, alcanza espesores superiores a los 6 m, inclusive hasta 10 m).

CUMPLE PARCIALMENTE: Se debe presentar una mejor sustentación respecto de la obtención de un único parámetro de resistencia al corte de los materiales, ya que esto se contradice con la diversidad presente de los mismos en toda el área de estudio.

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 estudio presentado por el Consultor establece dos escenarios distintos para la evaluación de amenaza: situación actual y situación con proyecto urbanístico. Las consideraciones que realizan para cada caso son:

a. *Situación actual: las laderas en general son estables y dada la disposición de los materiales no se prevén movimientos importantes, excepto los que fueron descritos anteriormente. Se realizan análisis de estabilidad por los métodos pseudo – estático y del bloque deslizante, determinando que los factores de seguridad son buenos e indican una situación de amenaza baja a muy baja. Sin embargo, la Sociedad Colombiana de Geotecnia se permite hacer las siguientes observaciones, con base en la información presentada en el estudio:*

- *No se indican en planta los cortes que fueron utilizados para realzar los citados análisis de estabilidad*
- *Se trabaja con un único dato de resistencia al corte ($c' = 100$ kPa y $\phi' = 18°$)para todo un predio de 10 Ha, lo cual genera de por sí una incertidumbre grande a la hora de evaluar los resultados*
- *El cuadro resumen de los resultados obtenidos se presenta en términos de la aceleración crítica, la cual a su vez no se correlaciona en forma clara con la del sitio*
- *Las hojas de cálculo tan solo registran dichos resultados en algunos de los cuadros*
- *Según este estudio, no se requieren análisis detallados de vulnerabilidad y riesgo, los cuales podrían requerirse en caso de que la revisión de parámetros así lo indique*

b. *Situación con proyecto urbanístico: el proyecto actual contempla la construcción de ocho bloques de apartamentos de cinco pisos cada uno, sin sótano, con un mínimo de cortes para construcción de vías. El planteamiento urbanístico se presenta en forma esquemática en el Plano 4.2. En este caso los análisis se realizaron para un mecanismo asociado a Deslizamientos Traslacionales, por considerarse el de mayor impacto si ocurriese, a pesar de que se prevén igualmente erosión, caídas de bloques y reptamiento. Al respecto la Sociedad Colombiana de Geotecnia se permite hacer las siguientes observaciones:*

- *No es del todo claro por qué en la situación actual se adopta como mecanismo los deslizamientos rotacionales y en la situación con proyecto los traslacionales.*

- *Igual que en el caso anterior solo se toma un valor de resistencia de los materiales para toda la zona, y además no se contemplan variaciones de los mismos a pesar de que serán sometidos a intervención con motivo de las obras a realizar*
- *Igualmente no se presentan cortes que indiquen las zonas de análisis y los resultados se entregan en forma desordenada*
- *Al parecer solo se evalúa la intervención a nivel de cortes, pero las sobrecargas debidas a las edificaciones no están claramente diferenciadas*
- *Al final se entrega un mapa de "Aptitud Geotécnica para el Desarrollo Urbanístico". Plano 4.1, en el cual se demarcan tres zonas de desarrollo, a saber: Z1 sin restricciones, un 35% aproximadamente del predio; Z2 con desarrollo de obras menores, un 50% aproximadamente del predio; Z3 con obras mayores, el resto. Al cruzarlo con el Urbanístico implica el desarrollo de obras importantes en algunos bloques y en la construcción de vías de acceso.*
- *Para este caso no son evidentes los factores de seguridad logrados de acuerdo con los análisis*

CUMPLE PARCIALMENTE: Se deben presentar las justificaciones y realizar los ajustes de acuerdo con las anteriores consideraciones.

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.

El estudio presentado por el Consultor indica que para la Situación Actual no se requiere análisis detallado de Vulnerabilidad, mientras que para la Situación con proyecto, ésta no es del todo evaluable dado que no se cuenta con un proyecto urbanístico definitivo.

CUMPLE PARCIALMENTE: Al definir el proyecto urbanístico y realizar los ajustes solicitados en el punto anterior es posible que la situación cambie.

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 estudio presentado por el Consultor indica que para la Situación Actual no se requiere análisis detallado de Riesgo, mientras que para la Situación con proyecto, éste no es del todo evaluable dado que no se cuenta con un proyecto urbanístico definitivo. Al respecto, en el Capítulo 6 se presentan una serie de recomendaciones generales a tener en cuenta al momento de definir dicho Proyecto Urbanístico.

CUMPLE PARCIALMENTE: Al definir el proyecto urbanístico y realizar los ajustes solicitados en el punto anterior es posible que la situación cambie.

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

El Consultor presenta el Plano 4.1 de Aptitud Geotécnica para el Desarrollo Urbanístico y considera algunas recomendaciones generales para la implantación del mismo, dentro de las que se destacan: Medidas No Estructurales, incluyendo recomendaciones para el Diseño Urbanístico, recomendaciones para otros diseños y estudios técnicos, recomendaciones para las excavaciones y cortes, para las obras de contención y protección y otras específicas aplicables durante la etapa de construcción.

CUMPLE PARCIALMENTE: Acorde con lo anterior.

***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.**

El Consultor incluye un cuadro general con información básica de las hojas de vida de los participantes.
CUMPLE PARCIALMENTE: Se debe adjuntar las hojas de vida completas de los profesionales que realizaron los estudios básicos, el análisis de riesgos y el diseño de las obras 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.

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

Se entrega la carta de responsabilidad por parte del analista de riesgos.

CUMPLE PARCIALMENTE: Se deben firmar los planos por parte de los profesionales responsables.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Sociedad Colombiana de Geotecnia se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para el Predio BELLOMONTE, NO CUMPLE con todos los requerimientos de la resolución 364 de 2000, por las consideraciones estipuladas en cada uno de los puntos anteriormente revisados:

De acuerdo con esto se solicita al Consultor complementar el alcance de la exploración geotécnica y la justificación técnica de este, teniendo en cuenta el área del lote comprometida, complementar la evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo para la condición en construcción y tiempo después y realizar los demás ajustes solicitados.

REVISÓ Y APROBÓ:	
ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN Presidente y Representante Legal Sociedad Colombiana de Geotecnia	
VoBo: **ING. OSCAR IVAN CHAPARRO FAJARDO** Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos DPAE	VoBo: **ING. DIANA ARÉVALO SANCHEZ** Jefe Estudios Técnicos y Conceptos Area de Investigación y Desarrollo DPAE