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

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4014 de 2004

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:	Angélica Barreto M. Gerente ATRIA Ingeniería
LOCALIDAD:	SAN CRISTOBAL
BARRIO:	Buenos Aires
PROYECTO:	**URBANIZACION MIRADOR DEL TRIUNFO**
DIRECCIÓN:	Av. 1ª Sur - Carreras 3ª y 1ª Este
UPZ:	Lourdes 96
ÁREA (Ha):	10138 m^2
FECHA DE EMISION:	Agosto 18 de 2004
TIPO DE RIESGO:	Remoción en masa.

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 EMEREGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

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

El presente concepto técnico corresponde a la revisión realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa del proyecto urbanístico Mirador del Triunfo del sector catastral El Triunfo, barrio Buenos Aires, de la localidad de San Cristóbal, en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 112 del Decreto 469 de 2003 y acorde con lo establecido en la Resolución 364 de 2000, por estar localizado en zona de amenaza media y alta según el mapa No. 4 del P.0.T.

El estudio particular de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa fue elaborado por la firma Ariza Florez & Cía. S. en C.

3. GENERALIDADES

En el estudio entregado a esta entidad se menciona que el proyecto contempla la construcción de un edificio para 8 apartamentos con dos unidades de vivienda por piso y 171 viviendas unifamiliares con altura de tres pisos en el lote localizado en el sector catastral El Triunfo, barrio Buenos Aires de la localidad de San Cristóbal (Figura 1).

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

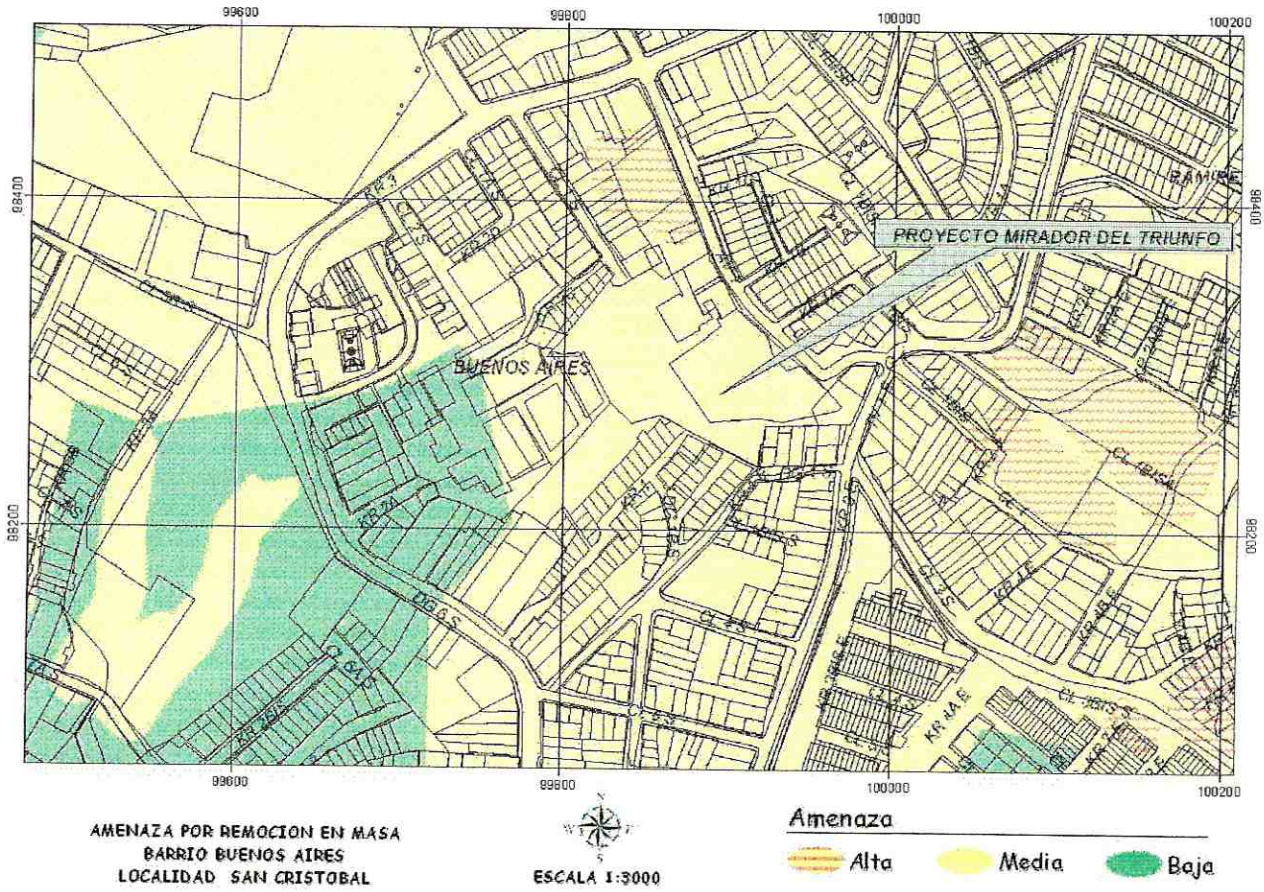

Figura 1 Localización General del Proyecto Mirador del Triunfo

4. REVISIÓN DEL ESTUDIO

1. 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,

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

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.

2. **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 el plano geológico con las cotas de las curvas de nivel, la descripción de las unidades geológicas superficiales y un perfil. Igualmente, en el plano se incluye el diagrama de polos y círculos principales de las estructuras para el talud occidental del lote, aunque en el texto se menciona que los datos son aproximados

      CUMPLIMIENTO

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

      El capítulo 5 (Estudios Básicos) de Geomorfología es un capítulo completo, pero se recomienda que en el texto se refieran los planos correspondientes que se presentan en los Anexos.

      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.**

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

El capítulo 5 (Estudios Básicos) de Clima, Hidrología e Hidráulica presenta una descripción general de precipitación, con histogramas de lluvia anual, lluvias mensuales multianuales (máxima, media y mínima)y máxima en 24 horas para un periodo de registro de 1941 a 2000, así como la curva de Intensidad-Duración-Frecuencia para la Estación Vitelma.

El capitulo no presenta ningún análisis de socavación por corrientes justificado posiblemente por el hecho de que el sector no tiene influencia de ninguna quebrada ni zanjón. Igualmente, no se presenta ningún análisis de las condiciones del agua subterránea no obstante que se menciona su presencia en algunos afloramientos y los efectos del agua de escorrentía durante lluvias.

CUMPLIMIENTO PARCIAL

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 capítulo 5 (Estudios Básicos) de Sismología incluye la clasificación del sitio de acuerdo con el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, y se indican las características de los acelerogramas para la Zona 1 CERROS.

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.

3. 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.

El estudio describe algunos eventos ocurridos en los alrededores del lote pero con una localización referida a otro estudio (Moya y García, 2001) o a otros planos que no se incluyen en el estudio. De esta manera, el lector pierde la proporción de la relación

de estos procesos con el lote de interés. Por otra parte, en la foto 1 del informe se presenta un movimiento en masa típico del sector que no se menciona en la recopilación

4. **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 capítulo 7 Evaluación de los Procesos de Inestabilidad, el estudio identifica dos mecanismos de falla predominantes en el área: Caída de Rocas y Deslizamientos rotacionales. Ellos se describen con algún detalle pero no se muestra la localización de aquellos que se encuentran por fuera del lote a urbanizar. Por otra parte, en el texto se expresa que la caída de rocas en el lindero nororiental con el conjunto Altos del Sol "...no representa una amenaza ya que no hay asentamientos humanos en esta zona". La Sociedad no esta de acuerdo con dicha afirmación por cuanto aunque no hayan asentamientos humanos, existe la probabilidad de ocurrencia del evento capaz de causar daño.

En los apartes 7.2 y 7.3 se realiza un análisis determinístico y probabilistico respectivamente tanto de caída de rocas como de deslizamientos rotacionales. Para el análisis de caídas de roca se toman los resultados del estudio de Moya y García (2001). Para los mecanismos rotacionales se presentan resultados parciales de análisis de estabilidad de taludes por el método del equilibrio limite

Sobre estos aspectos se tienen las siguientes observaciones:

a) *Los análisis determinísticos y probabilísticos deberían hacer parte de la evaluación de la amenaza, posterior a la presentación de la exploración geotécnica que es de donde se obtienen los parámetros para análisis de estabilidad de taludes.*

b) *En el numeral 7.2.2.Deslizamientos, se mencionan unos modelos estratigráficos o geotécnicos que no se encuentran en el Anexo de Geotecnia que se menciona en el texto. A menos que se trate de una serie de perfiles y datos de varias exploraciones realizadas unas por el contratista y otras tomadas de otros estudios. Si este es el caso, en el informe se debe aclarar tal situación.*

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

c) *En el informe no se especifican los perfiles empleados para los análisis de estabilidad presentados.*

d) *Los análisis de probabilidad de falla a largo plazo por deslizamiento se limitan a mencionar una metodología y presentar unos resultados. Estos resultados deben sustentarse por medio de la ilustración detallada del proceso de cálculo para al menos un caso.*

CUMPLIMIENTO PARCIAL Y CONDICIONADO A ORDENAR LA PRESENTACION DEL ANALISIS: Perfiles típicos, Parámetros, Análisis de Estabilidad y Probabilidad de Falla.

e) En cuanto el aparte 7.4 ESTUDIO GEOTECNICO, la Sociedad tiene las siguientes observaciones:

- *En anexos se indica la ubicación de las tres (3) perforaciones y una trinchera realizadas por el Consultor mas cuatro (4) perforaciones, dos trincheras y un ensayo de infiltración presentados en estudios de otros consultores*
- *En anexos se incluyen registros de las perforaciones, con la ubicación de las muestras que se tomaron.*
- *En el subnumeral 7.4.1 Estratigrafía se presenta una descripción generalizada tomada del estudio de Moya y García (2001).*
- *En el subnumeral 7.4.2 Modelos Geotécnicos, se describe la variación de perfiles en el tiempo con base en un análisis multitemporal de mapas de 1967 y 1981 del IGAC a escala 1:2000. En anexos se presentan los perfiles actuales y su estratigrafia aunque falta la descripción de las convenciones de los materiales*
- *Hay resultados de los ensayos de laboratorio y/o de campo hechos en el subsuelo*
- *Hay un anexo con los resultados de ensayos de laboratorio. Algunos de estos ensayos, sin embargo, no se utilizan para nada en los análisis (por ejemplo, los resultados de los ensayos de compresión inconfinada y los de carga puntual)*
- *Es confuso si las secciones 1-1 a 5-5 que se presentan en los anexos corresponden a las indicadas en el Plano no. 5 y si ellas fueron las empleadas para los análisis de estabilidad. En las mismas secciones se indican unas perforaciones que no parecen corresponder con las del Plano No. 5.*

- *La forma en que se obtuvieron los parámetros de resistencia de los materiales es poco clara y en algunos casos poco convincente el uso de los resultados del SPT para estimar estos valores, especialmente con pocos datos. En la figura No. 3 por ejemplo, se presentan valores de cohesión y ángulo de fricción para la arcillolita con solo dos datos.*
- *No es clara la manera como se establecieron los parámetros para el análisis que se presentan en la Tabla No. 9*
- *El informe es confuso en cuanto a los perfiles finalmente empleados para los análisis de estabilidad. En los anexos se presentan resultados para dos secciones y una tabla (Tabla no. 10) que no explica de que secciones se trata.*

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A SER EXPLICITO EN CUANTO AL ALCANCE Y JUSTIFICACION DEL PROGRAMA EXPLORATORIO, DE LAS SECCIONES DE ANALISIS, DE LOS PARAMETROS GEOTECNICOS EMPLEADOS Y DE LOS METODOS DE ANALISIS.

5. **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 cuanto al Capítulo 8 EVALUACION DE LA AMENAZA POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA, la Sociedad tiene los siguientes comentarios:

a) *El análisis de caídas de roca y de movimientos rotacionales debería incluirse en este capítulo y no en el Capítulo 7*
b) *En tabla de un anexo (Tabla 10) se presenta una serie de datos de factores de seguridad y probabilidades que se clasifican en amenaza alta, media y baja, con base en los cuales se zonificó la amenaza. Sin embargo, no se presenta el análisis que soporta tal clasificación y menos como se combinan los resultados para el caso de caídas de roca con deslizamientos rotacionales*

c) *Sobre la evaluación de la amenaza inducida por las obras, se expresan algunas consideraciones hipotéticas y cualitativas con base en las cuales se presenta un plano de amenaza dada esta condición. De esta manera, en realidad no se sigue un proceso que permita delimitar la diferentes grados de amenaza inducida por las obras. No hay un análisis, por ejemplo, del cambio del factor de seguridad con la construcción de los gaviones o del muro de contención considerados*

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A EXPLICITAR PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE AMENAZA Y COMPLEMENTAR EL ANALISIS DE LA AMENAZA INDUCIDA POR OBRAS

6. **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 Consultor presenta un análisis de vulnerabilidad para las construcciones que existen a lo largo de los linderos, ya que en la actualidad no hay construcciones dentro del predio. Aparte de algunas consideraciones generales sobre el efecto de la caída de rocas sobre las edificaciones, no se presenta ningún análisis de vulnerabilidad una vez terminado el proyecto.

CUMPLIMIENTO PARCIAL. DEBE REALIZAR EL ANALISIS PARA LAS CONDICIONES DEL PROYECTO FINALIZADO Y SU VIDA UTIL

7. **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 forma similar a la vulnerabilidad, se realiza un análisis del riesgo para las edificaciones vecinas al predio, pero no hay ninguna evaluación incorporando los beneficios de las medidas de mitigación propuestas aparte de un breve comentario sobre los beneficios de las obras.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

CUMPLIMENTO PARCIAL DEBE REALIZAR EL ANALISIS PARA LAS CONDICIONES EN QUE SE INCORPOREN LAS MEDIDAS DE MITIGACION

8. **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**

   Después del análisis de dos alternativas de obras, el consultor propone la estabilización del terreno mediante la construcción de gaviones y obras complementarias, adaptando lo diseñado por Moya y García (2001). La localización de las obras se presentan en un plano escala 1:1000 y en un corte esquemático. No se encuentra ningún análisis estático ni dinámico de las mismas, como tampoco diseños detallados.

   En relación con este requerimiento el estudio es MUY INCOMPLETO. SE DEBEN REALIZAR LOS ANALISIS Y DISEÑOS DETALLADOS

9. **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 las hojas de vida de los profesionales con nombre, cédula, matricula profesional y experiencia.

   CUMPLIMIENTO

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

    El consultor incluye la carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo y los planos están firmados por el profesional principal.

    CUMPLIMIENTO

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El informe presenta alguna dificultad para seguir el proceso de análisis debido al uso exagerado de los Anexos para incluir información que debería estar en el texto principal.

Los análisis de estabilidad y probabilidad de falla deberían incluirse en un numeral posterior a la exploración geotécnica, ya que es en esta sección en donde se deben determinar los parámetros del suelo y roca, y en donde se deberían establecer con claridad la localización y características geométricas y estratigráficas de los modelos de perfiles o secciones de análisis de estabilidad.

Los análisis de amenaza y probabilidad de falla no son muy claros. El consultor debe hacer un esfuerzo por expresar con claridad el proceso seguido, los parámetros empleados, las consideraciones del análisis y la clasificación de la amenaza.

Como resultado de la presente revisión, se concluye que el informe incumple con algunos de los requerimientos consignados en la Resolución 364 de 2000 para su aprobación. Se recomienda completar el estudio según las indicaciones del presente concepto técnico, garantizando así que la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa sea la adecuada, cumpliendo a cabalidad con lo consignado en dicha resolución. Una vez complementado el estudio, se debe remitir nuevamente a la DPAE para su revisión y aprobación.

ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Presidente y Representante Legal
Sociedad Colombiana de Geotecnia

ACEPTADO: **JAVIER PAVA SÁNCHEZ**
Coordinador Técnico FOPAE