



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT-3996 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:	Curaduría Urbana No. 1
LOCALIDAD:	USAQUEN
BARRIO:	BOSQUE DE PINOS (Catastral)
PROYECTO:	LA RESERVA - PREDIO AGUA DULCE
DIRECCIÓN:	Carrera 7 – Calle 144
UPZ:	13 - Los Cedros
ÁREA (Ha):	2.24
FECHA DE EMISION:	18 de junio 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.

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



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

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 particular de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa del proyecto urbanístico La Reserva del predio Agua Dulce - en el barrio Bosque de Pinos (Catastral) de la localidad de Usaquén, en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 112 del Decreto 469 de 2003 y acorde con lo establecido en la Resolución 364 de 2000, por estar localizado en zona de amenaza media y alta según el mapa No. 4 del P.O.T.

3. GENERALIDADES

El estudio entregado a esta entidad no incluye la descripción del tipo, y tamaño o área construida del proyecto que se pretende desarrollar en el lote localizado en el barrio Bosque de Pinos (Catastral) de la localidad de Usaquén, correspondiente a las siguientes coordenadas geográficas (Figura 1).

Norte:	113500	a	113650
Este:	105450	a	105900

El estudio particular de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa fue elaborado por la firma Espinosa & Restrepo



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

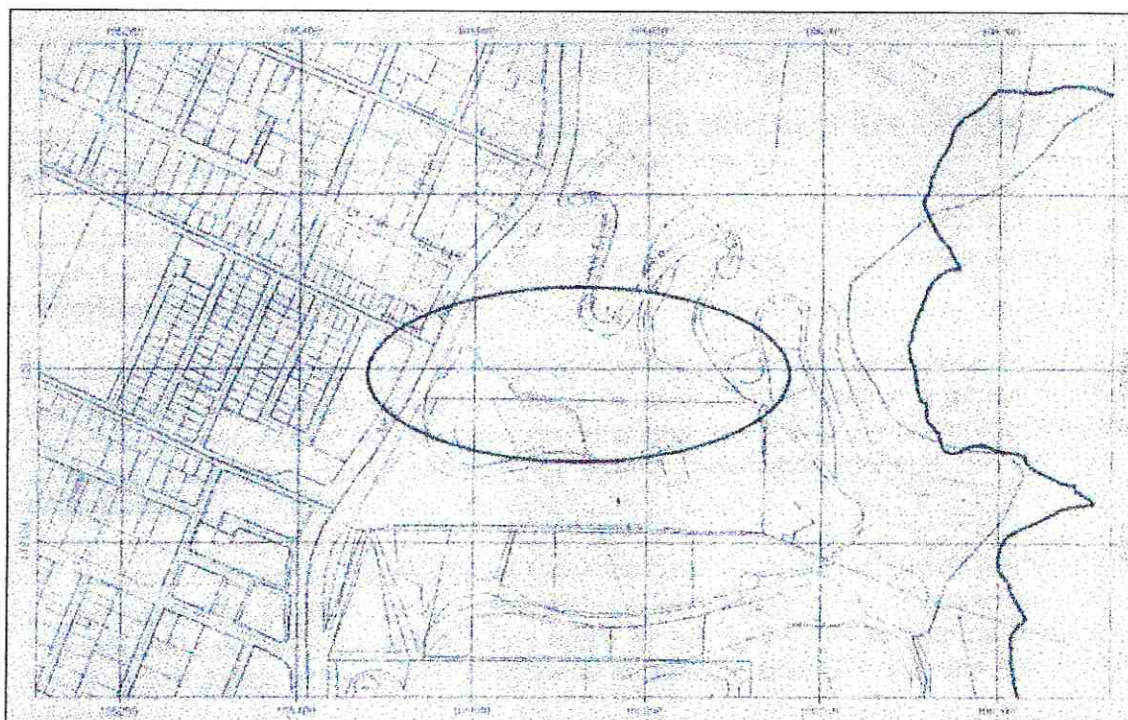


Figura 1 Localización General del Proyecto – Barrio Bosques de Pinos, Localidad de Usaquén

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, 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.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

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, aunque los colores oscuros del plano no las dejan ver claramente. Además, no se hace una descripción del origen del levantamiento topográfico. Por otra parte, el capítulo 1 (Estudios Básicos) de Geología es casi completo, pero falta el listado de los valores de orientación y espaciamiento tomados a la estratificación y a las diaclasas del afloramiento del Guadalupe. Se requiere complementar los anteriores aspectos. CUMPLIMIENTO PARCIAL.

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

El capítulo 2 (Estudios Básicos) de Geomorfología es un capítulo completo. Se menciona presencia de vegetación arbustiva foránea (eucaliptos de gran talla) y de bosque nativo.

- 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 capítulo 3 (Estudios Básicos) de Clima y Suelos presenta una descripción general de precipitación, evapotranspiración, humedad relativa, clima, suelos y vegetación, con algunas observaciones sobre erodabilidad. Sin embargo, aparentemente estos datos no se emplean en los análisis posteriores.

En el capítulo 4 (Estudios Básicos) de Hidrogeología, luego de una descripción de la Formación Guadalupe como acuífero y de mencionar que no hay manantiales dentro de la urbanización, se afirma: "En los depósitos cuaternarios no se espera encontrar acumulaciones importantes de agua, ya



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

que la parte superior está conformada por limos de carácter impermeable". Esta Sociedad no puede estar de acuerdo con esta afirmación, pues en dos sondeos se encontró agua a menos de 3.5m de profundidad. Además el hecho de existir material relativamente impermeable no es garantía de que no haya niveles de agua subsuperficial en los cuaternarios. Tampoco se comenta la influencia de la vegetación boscosa en el régimen de aguas.

- 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, pero no indica los niveles de aceleración adoptados para el diseño de obras de cimentación y del diagrama de presiones a utilizar en el diseño de muros de contención. Además, se hace mención al Mapa de Susceptibilidad al Deslizamiento de la Microzonificación, que está a una escala que no es compatible con la de este estudio.

- 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 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 en revisión cumple con este requerimiento.

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.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

En cuanto al Capítulo 1 Procesos de Inestabilidad, la Sociedad tiene los siguientes comentarios sobre la evaluación de dichos procesos:

a. En el aparte 1.2 Evidencias de Procesos de Inestabilidad, se menciona:

“La única evidencia muy puntual y de poca importancia para el proyecto lo constituye una pequeña explotación en dónde se presentan bloques en forma de cuñas que pueden presentar caídas o volteo....”

b. En el aparte 1.3 Investigación Geotécnica

- *No se indica la ubicación ni la longitud de cinco (5) perforaciones mencionadas.*
- *No se incluyen registros de las perforaciones, ni la ubicación de las muestras que se tomaron.*
- *Existe una descripción generalizada de los perfiles del subsuelo.*
- *No hay resultados de los ensayos de laboratorio y/o de campo hechos en el subsuelo.*
- *No hay un anexo con los resultados de ensayos de laboratorio.*
- *No se sabe dónde está el límite coluvión / roca. Ensayos geofísicos pudieron haber ayudado a esa determinación.*

c. En el aparte 1.4 Nivel de Agua, se dice:

“Se encontró agua libre en los sondeos 1 y 3 entre los 2.20 y 3.20 m de profundidad”.

d. En el aparte 1.5 Recomendaciones Generales para Taludes

- *Se mencionan cortes de alturas máximas entre 3m y 6m para la implantación de los edificios*
- *Se hacen análisis de estabilidad, en perfiles cuya ubicación se desconoce, con pendiente superior plana (se dice que el lote tiene una pendiente de 14°) y con propiedades de materiales que no están respaldados por ningún ensayo o correlación.*
- *Los análisis incluyen el efecto de sismo, pero no se dice cuáles son los niveles de aceleración.*



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

- *Si se usan los parámetros de resistencia de suelo hallados del SPT en el Capítulo 3 de esta segunda parte y niveles de agua razonables, los factores de seguridad son muy inferiores a los reportados en el Informe, los cuales la Sociedad considera sobre-estimados.*
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 a los capítulos 2 y 3 (Evaluación de Procesos de Inestabilidad) correspondiente a Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa y Amenaza por Deslizamientos, respectivamente, la Sociedad tiene los siguientes comentarios:

- a. *Para esta Sociedad no está claro qué es un “análisis cinemático de probabilidad”. En el capítulo 1. Geología (Estudios Básicos), aparte 1.5 Características Estructurales, en relación al afloramiento de la Arenisca Tierna de la Formación Guadalupe, ubicado al oriente, en la parte alta del lote, y luego de hacer una descripción de orientación y espaciamientos de estratificación y diaclasas se dice: “Es de anotar que ante la incertidumbre de la continuidad del macizo rocoso en el afloramiento se ha tomado la decisión de no efectuar mayores análisis de estabilidad sobre dicho afloramiento”. No se ha incluido, entonces, el análisis de estabilidad del macizo rocoso en el capítulo de evaluación de amenaza, tal vez por este párrafo, pero sin embargo en el Capítulo 6. Conclusiones se dice: “En la actual conformación que se tiene no se detectaron fenómenos de remoción en masa importantes a excepción de la zona de caída de bloques del afloramiento del Guadalupe”. Entonces la contradicción en este punto es evidente, no cumpliendo con los requerimientos del presente artículo.*
- b. *En el aparte 3.1 Generalidades, se hacen consideraciones teóricas válidas sobre la amenaza.*
- c. *En el aparte 3.2 Factores intrínsecos, se deducen parámetros de resistencia para el coluvión a partir de ensayos de SPT ($c' = 0.09 \text{ ton/m}^2$, $\phi' = 25.853^\circ$). Se*



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

hacen aproximaciones, se adoptan variaciones y se obtienen valores medios ($c' = 1 \text{ kN/m}^2$, $\Phi' = 26.0^\circ$), máximos ($c' = 2.6 \text{ kN/m}^2$, $\Phi' = 32.6$) y mínimos ($c' = 0.0 \text{ kN/m}^2$, $\Phi' = 19.5^\circ$).

- d. En el aparte 3.3 Factores detonantes- 3.3.1 Lluvia, se emplean los datos del estudio de Amenaza de INGEOCIM y se llega a que la lluvia crítica acumulada es de 175mm, para una duración de 9 días y período de retorno de 13 años. Luego se relaciona el nivel de agua con la lluvia crítica en una relación exponencial truncada, con parámetros $\lambda = 2.73$, $N_p = 0.37$.
- e. En el aparte 3.3 Factores detonantes- 3.3.2 Sismo, se emplea una distribución exponencial ajustada para la aceleración máxima en roca α_r , que pasa por $T_r = 475$ años, $\alpha_r = 0.24g$, compatible con la aceleración para la Zona I de la Microzonificación de Bogotá. Sin embargo, no se tiene en cuenta la amplificación por el coluvión.
- f. En el aparte 3.4 Resultados- 3.4.1 Condición Actual, se presentan las figuras de los análisis de estabilidad del Anexo 3. En estas figuras no se considera el contacto coluvión / roca ni se sabe dónde está ubicada la sección.
- g. En el aparte 3.4 Resultados- 3.4.2 Condición con obras, realmente es con los edificios como sobrecarga y aparentemente no se consideraron los cortes mencionados en 2.2.6 b), ni tampoco se considera el contacto coluvión / roca ni se sabe dónde está ubicada la sección. Si la sección es la misma de la condición actual, los edificios reducen los factores de seguridad.
- h. En los análisis normales del Anexo 3 se usan parámetros de resistencia de roca sin respaldo y se considera talud seco.
- i. Aparentemente, los análisis probabilísticos no se incorporaron al plano de amenaza (Anexo 1.2), ni consideraron, con obras, los cortes mencionados en 2.2.6 b).
- j. En el aparte 3.5 Conclusiones se recomienda ejecutar obras para aumentar los factores de seguridad. Sin embargo no hay análisis con estas obras.
- k. Falta el análisis de caída de bloques del afloramiento del Guadalupe.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

- I. Los planos generales de Geología (Anexo 1.2), Geomorfología (Anexo 1.3), y Amenaza (Anexo 1.4), no dejan apreciar claramente la topografía que se presenta en el Plano de Localización (Anexo 1.1), en el cual se aprecian varios escarpes dentro del lote, los cuales han debido tener análisis de amenaza locales.

En desarrollo de esta asesoría, la Sociedad concluye que la amenaza puede estar subestimada, especialmente en el caso de sismo, al no tener en cuenta la amplificación del coluvión, por no considerar adecuadamente los cortes para implantar los edificios, por los escarpes presentes en el lote, los cuales no se analizaron, y por el eventual retiro de árboles, lo cual hará ascender el agua subterránea.

En general, consideramos que los capítulos 2. Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa y 3. Amenaza por Deslizamientos de la Segunda Parte, deben integrarse. El capítulo 2 es una calificación geomorfológica aparentemente subjetiva que no incluye el efecto de sismo, mientras que el capítulo 3 está basado en ensayos, análisis de estabilidad y cálculo de probabilidades.

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.

En el capítulo 4 Vulnerabilidad se presenta un análisis detallado de vulnerabilidad, con el método de Leone, pero no se indica la ubicación de las estructuras en relación con los posibles movimientos o caídas de bloques. Luego de algunas consideraciones teóricas y de algunos cálculos aproximados con métodos difusos, se llega, de forma también aproximada, a que la vulnerabilidad es baja con un índice de daños menor al 15%. Sin embargo, no se tuvo en cuenta el tipo de cimentación en el análisis de vulnerabilidad lo cual hace que los resultados no sean tan confiables. De acuerdo con las anteriores consideraciones se dio cumplimiento parcial al presente Numeral.

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.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

En el capítulo 5 Riesgo, el consultor presenta una explicación detallada de los criterios en la evaluación de riesgo. Se estima que las pérdidas esperadas pueden ser del 1%, categorizado como riesgo bajo, en forma similar a la vulnerabilidad, y con una probabilidad de falla de 10%, cumpliendo los criterios establecidos en el presente Numeral.

8. 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.

En el Anexo 5 del informe, el consultor incluye las siguientes medidas de mitigación (sin describirlas dentro del Informe Principal) : a) Tendido del talud sobre la carrera 7ª, pero sin análisis que sustenten en cuanto se reduce la amenaza o el riesgo con esta medida; b) Tendido del talud del afloramiento de la Formación Guadalupe, también sin análisis de sustento de cuanto se reduce la amenaza o el riesgo con esta medida; c) Empradización, que es más un complemento que una medida de mitigación de movimientos en masa. Se incluyen cantidades de obra y precios unitarios. La Sociedad considera que debe dedicarse un capítulo a las obras de mitigación, de acuerdo con el Numeral 4 del Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, para dar mayor claridad en el tema.

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, matrícula profesional y experiencia, dando cumplimiento a este Numeral.

10. 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

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

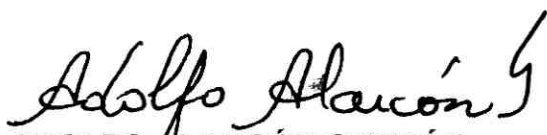


CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

El consultor incluye la carta de responsabilidad por parte del analista de riesgo, pero los planos no están firmados por los profesionales por lo tanto no se está dando cumplimiento al presente Numeral.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de la presente revisión, se concluye que el informe incumple con buena parte de los requerimientos consignados en la Resolución 364 de 2000 para su aprobación. Se recomienda completar el estudio según las indicaciones del presente concepto técnico, garantizando así que la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo sea la adecuada, de tal forma que cumpla a cabalidad con lo consignado en dicha resolución.


ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Presidente y Representante Legal
Sociedad Colombiana de Geotecnia


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