



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4213 de 2005

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

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE: Alfonso Uribe Sardina
LOCALIDAD: Suba
BARRIO: Suba Urbano
PROYECTO: **COLEGIO WALDORF**
DIRECCIÓN: Carrera 90 No 149 -12
UPZ: 27 Suba
ÁREA (Ha): 7.95 Ha
TIPO DE RIESGO: Remoción en masa.
EJECUTOR: Alfonso Uribe S. y Cía. Ltda.
FECHA DE EMISION: Septiembre 29 de 2005

2. ANTECEDENTES

De acuerdo con el artículo 112 del Decreto 469 de 2003 (que modifica el Decreto 619 de 2000, Plan de Ordenamiento Territorial - POT), para los futuros desarrollos urbanísticos que se localicen en zonas de amenaza alta y media por remoción en masa, se debe anexar el estudio detallado de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para la solicitud de licencias de urbanismo. Adicionalmente establece que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias realizará la verificación y emitirá concepto sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



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 **segunda** revisión realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del estudio particular de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa del proyecto Colegio Waldorf de la localidad Suba, 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 DEL PROYECTO COLEGIO WALDORF

El estudio entregado a esta entidad incluye la descripción del tipo, y tamaño o área construida del proyecto que se pretende desarrollar en el lote localizado en la carrera 90 No 149-12 de la localidad 11 Suba, correspondiente a las siguientes coordenadas geográficas aproximadas (Figura 1).

Norte:	115475	a	115850
Este:	99375	a	99675

El estudio particular de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa fue elaborado por la firma Alfonso Uribe y Compañía Ltda. – Estudios de Suelos.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

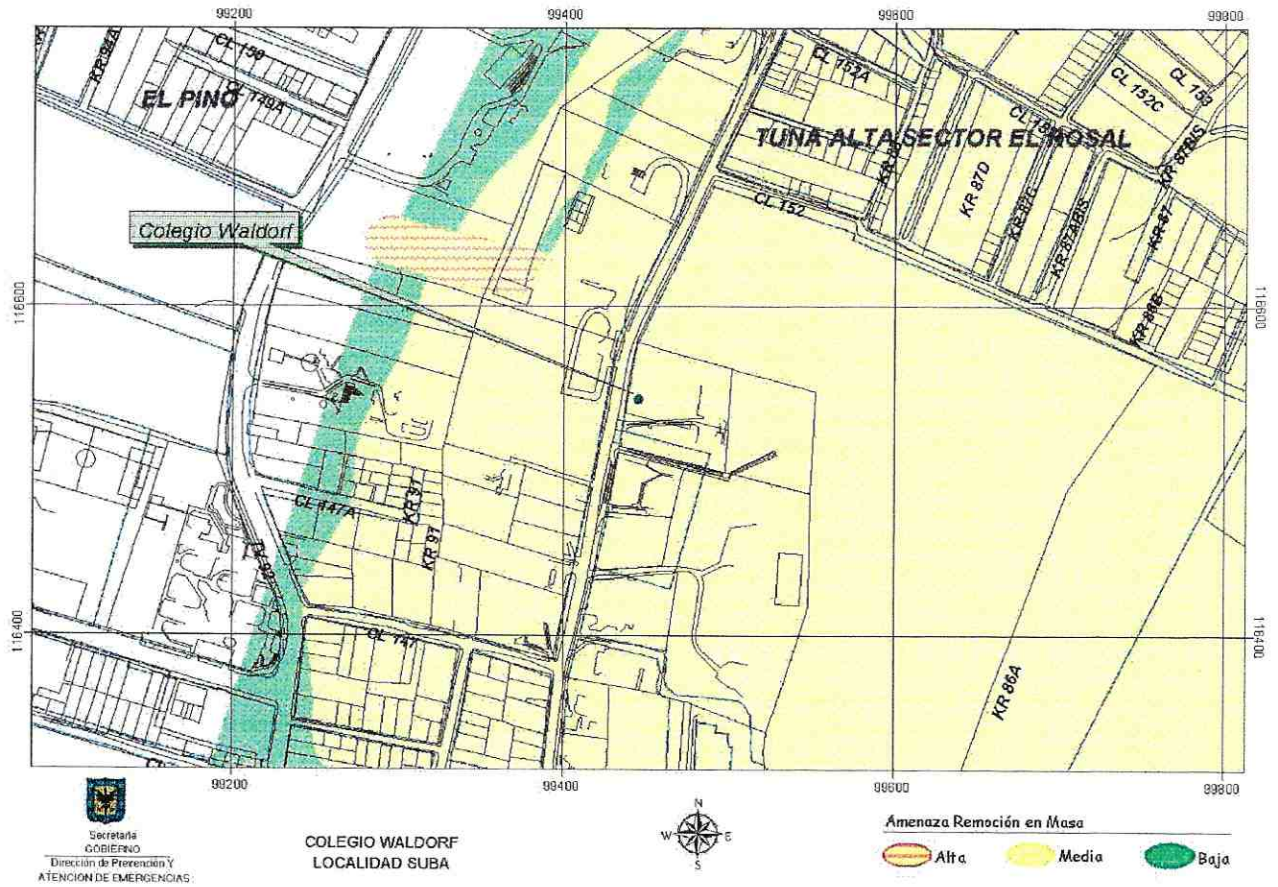


Figura 1 Localización General del Proyecto Colegio Waldorf

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**



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

de las edificaciones que conforman el proyecto”, lo cual implica llevar a cabo análisis detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para las condiciones actuales y futuras del proyecto, así como de su entorno.

La revisión inicial del ESTUDIO DE AMENAZA Y RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA del Proyecto COLEGIO WALDORF ubicado en la carrera 90 No. 149 – 12 de la localidad de Suba, por parte de la Sociedad Colombiana de Geotecnia, se hizo a la luz de los requerimientos consignados en la Resolución No. 364 de 2000 para este tipo de estudios. El concepto técnico No. CT- 4102 de Febrero 7 de 2005, relacionado con el estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa se transcribe a continuación, con referencia a los requerimientos pertinentes de la resolución antes mencionada.

4.1 El Numeral 2.1, Artículo 2 de la Resolución 364 de 2000, establece los **Estudios Básicos** a ser incluidos en el estudio, los cuales se describen a continuación con las observaciones realizadas por la Sociedad Colombiana de Geotecnia:

- a. **Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica escala 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle; la descripción geológica debe incluir información sobre la estratigrafía y la geología estructural.**

El estudio incluye un plano geológico, cuya base topográfica no corresponde a la utilizada para la elaboración de la geomorfología, perforaciones y medidas correctivas; Se recomienda utilizar la misma base topográfica para todos los planos con el fin de ser consistentes y poder realizar comparaciones de los diferentes planos. Por otra parte, el capítulo 4 (Estudios Básicos) de Geología esta muy completo, pero no se realizó un adecuado levantamiento de discontinuidades, que permitieran identificar mecanismos de falla cinemáticamente probables en roca (falla planar, en cuña, etc), para los posteriores análisis de estabilidad. Esto es importante, ya que solamente se tuvieron en cuenta el desplazamiento del suelo residual más no la roca. 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 4 (Estudios Básicos) de Geomorfología es un capítulo completo.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

EI ESTUDIO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO.

- 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 4 (Estudios Básicos) de Clima y Suelos presenta una descripción general de precipitación, evapotranspiración, humedad relativa, clima, suelos y vegetación.

En el capítulo 4 (Estudios Básicos) de Hidrogeología, se menciona que las aguas de infiltración afectan principalmente al suelo residual; Sin embargo no mencionan el efecto del estrato de arenisca fracturada sobre el depósito de coluvión ubicado hacia la parte baja (ver perfil corte A-A, los cortes no se encuentran numerados).

CUMPLIMIENTO PARCIAL DE ESTE REQUERIMIENTO

- 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 4 (Estudios Básicos) de Sismología incluye la clasificación del sitio de acuerdo con el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, adoptando el valor promedio de las dos zonas 0.27).

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.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

- 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 en revisión cumple con este requerimiento.

- 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.**

El informe no presenta un capítulo de Geotecnia, donde se describa la estratigrafía, el número de perforaciones ejecutadas, ensayos de laboratorio, así como los análisis cinemáticos de estabilidad, tendientes a identificar probables mecanismos de falla en el macizo rocoso (falla en cuña, falla planar, etc.) Se menciona algo de esto en el informe ejecutivo, más no en el informe técnico. Se solicita adicionar este capítulo.

De igual manera el capítulo 6 “Evaluación de Procesos de Inestabilidad”, se menciona que los deslizamientos son superficiales asociados a la presencia de suelos coluviales. En general, de manera acertada en el informe se identifican los diferentes agentes que pueden afectar la estabilidad de la ladera.

CUMPLIMIENTO PARCIAL DE ESTE REQUERIMIENTO.

- 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.**

En cuanto al capítulo 7 “Evaluación de Amenaza por Procesos de Remoción en Masa”, la Sociedad tiene los siguientes comentarios:



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

- a. *Los autores presentan una descripción de los procesos activos y potenciales, los cuales están asociados a la presencia de coluviones de composición arcillosa, con evidencias de reptación.*
- b. *Los afloramientos de roca correspondientes a las formaciones Guaduas (miembro inferior), hace necesario levantamientos detallados de discontinuidades con el fin de evaluar mecanismos de falla cinemáticamente probables. Es posible que los análisis muestren que el macizo rocoso es estable y por tanto, no se requiera este tipo de análisis, pero esto es necesario demostrarlo.*
- c. *Los análisis de estabilidad se realizan mediante el programa SLOPEW, para lo cual utilizan las secciones correspondientes a los ejes 1 y 3. Con relación a estos análisis es importante aclarar lo siguiente:*
 - *Como el área de estudio se encuentra en la transición de las zonas 1 y 2, el coeficiente de aceleración a utilizar corresponde al promedio de los valores máximos, es decir 0.325, y no 0.27. Esto desde luego obliga a una revisión de los análisis de estabilidad.*
 - *Sería interesante realizar análisis de estabilidad, asumiendo que la superficie de falla se presentan en el contacto suelo-roca (traslacional), y no limitarse a asumir mecanismos de falla rotacional*
 - *En la amenaza inducida por las sobrecargas, no se presentan valores de la carga transmitida por la edificación*

CUMPLIMIENTO PARCIAL DE ESTE REQUERIMIENTO

- 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.**

Los autores realizan una descripción detallada sobre el tipo de estructura que se piensa construir, clasificando la edificación de dentro de la tipología B4. Finalmente, clasifican la vulnerabilidad física como categoría media, con valores entre $0.375 < IVF < 0.625$. Se solicita presentar los cálculos para el cálculo del IVF.

CUMPLIMIENTO PARCIAL DE ESTE REQUERIMIENTO



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

- 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.**

Los autores no presentan un mapa de riesgo como tal, sino un mapa de zonas de susceptibilidad, las que han definido como susceptibilidad alta, media y baja. De igual manera argumentan que el análisis es de tipo determinístico, ya que las medidas correctivas están encaminadas para la condición más crítica.

EL ESTUDIO CUMPLE PARCIALMENTE CON ESTE REQUERIMIENTO

- 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.**

En el capítulo 8 “Plan de Medidas de Mitigación de Riesgo”, se proponen las siguientes medidas de mitigación:

- a. Muro de contención en las excavaciones, asumiendo un $K_a = 0.3$. En el informe no se menciona como se obtuvo este parámetro. Adicionalmente no se presenta la memoria de cálculos del muro, ya que este debe diseñarse contra deslizamiento y volcamiento.*
- b. Se afirma que el muro está diseñado para un sismo de $a_{máx} = 0.27$, pero el igual que el caso anterior no se presenta los valores de los empujes. Además el coeficiente de aceleración horizontal es realmente 0.325.*
- c. Dentro de las medidas de mitigación se propone un filtro tipo francés de 63 metros de longitud a 4 metros de profundidad, es recomendable incrementar la profundidad, si se desea un abatimiento efectivo del nivel freático.*

CUMPLIMIENTO PARCIAL DE ESTE REQUERIMIENTO.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

- 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 las hojas de vida de los profesionales con nombre, cédula, matrícula profesional y experiencia, dando cumplimiento a este Numeral.

- 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.**

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 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA SEPTIEMBRE DE 2005

5.1 ATENCION A LA OBSERVACIÓN 4.1

- a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica escala 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle; la descripción geológica debe incluir información sobre la estratigrafía y la geología estructural.**

En la primera revisión se recomendó realizar análisis cinemáticos de estabilidad, con el fin de identificar mecanismos de falla cinemáticamente probables en roca; lo anterior implica incrementar los datos de discontinuidades ya que los datos son muy pocos.

CUMPLIMIENTO PARCIAL DE ESTE REQUERIMIENTO



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

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

EL ESTUDIO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO.

- 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 CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO

- 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 CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO

- 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 REQUERIMIENTO

5.2 ATENCION A LA OBSERVACIÓN 4.2

EL ESTUDIO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO

5.3 ATENCION A LA OBSERVACIÓN 4.3

En la primera revisión se solicitó anexar un capítulo de Geotecnia, donde se describa la estratigrafía, el número de perforaciones ejecutadas, ensayos de laboratorio, así como los análisis cinemáticos de estabilidad, tendientes a identificar probables mecanismos de falla en el macizo rocoso (falla en cuña, falla planar, etc.). Desafortunadamente esta observación no ha sido tomada en cuenta por el consultor



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CUMPLIMIENTO PARCIAL DE ESTE REQUERIMIENTO

5.4 ATENCION A LA OBSERVACIÓN 4.4

La Sociedad no está de acuerdo con los argumentos del consultor sobre la poca probabilidad de falla traslacional. Si observamos detenidamente los perfiles de análisis (anexo B – análisis de estabilidad), nos encontramos que si hay posibilidad de falla traslacional del suelo residual en el contacto roca-coluvión. Por tal motivo, solicitamos se realice este tipo de análisis. Para efectos de análisis se recomienda tomar el intervalo de cohesión entre 1 y 3 t/m2, ya que los ensayos de corte directo tienden a sobre-estimar la cohesión.

En los análisis de estabilidad para la condición futura solamente se consideran superficies de falla de la parte superior del talud. Sin embargo, los consultores no consideraron superficies de falla en las que se involucre la carga transmitida por las edificaciones. De igual manera se solicita mencionar el tipo de cimentación recomendada para las edificaciones.

Por otra parte, en el documento no se hace claridad sobre el efecto de la construcción de las zonas de drenaje de media ladera (de 4m de profundidad).

El estudio presenta el mapa de amenaza para la condición actual, pero no para la condición futura. Este mapa debe incluirse en la siguiente revisión del estudio.

CUMPLIMIENTO PARCIAL DE ESTE REQUERIMIENTO

5.5 ATENCION A LA OBSERVACIÓN 4.5

Los consultores para la evaluación del IVF asumen asentamiento diferenciales teóricos máximos de 2 cm. Se solicita presentar los respectivos soportes (cálculos de estos valores), más aún cuando la cimentación quedará ubicada sobre el suelo residual. Dentro de las pruebas de laboratorio no se presentan los ensayos de consolidación correspondientes.

CUMPLIMIENTO PARCIAL DE ESTE REQUERIMIENTO.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

5.6 ATENCION A LA OBSERVACIÓN 4.6

El consultor presenta el mapa de riesgo, clasificando como de riesgo bajo. Sin embargo, el concepto de este numeral dependerá en gran medida de los resultados de los análisis de estabilidad para condición futura, los cuales se solicita revisar.

Igualmente el estudio debe incluir el plano de riesgo para la condición futura.

CUMPLIMIENTO PARCIAL DE ESTE REQUERIMIENTO

5.7 ATENCION A LA OBSERVACIÓN 4.7

Desde la anterior revisión se le solicitó la siguiente información al consultor:

- a. *Muro de contención en las excavaciones, asumiendo un $K_a = 0.3$. En el informe no se menciona como se obtuvo este parámetro. Adicionalmente no se presenta la memoria de cálculos del muro, ya que este debe diseñarse contra deslizamiento y volcamiento.*
- b. *Se afirma que el muro está diseñado para un sismo de $a_{máx} = 0.27$, pero el igual que el caso anterior no se presenta los valores de los empujes. Además el coeficiente de aceleración horizontal es realmente 0.325.*

Desafortunadamente, el consultor no ha respondido los anteriores requerimientos.

CUMPLIMIENTO PARCIAL DE ESTE REQUERIMIENTO.

5.8 ATENCION A LA OBSERVACIÓN 4.8

EL ESTUDIO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO.

5.9 ATENCION A LA OBSERVACIÓN 4.9

EL ESTUDIO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.




DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de la presente revisión, se concluye que el informe incumple 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.

REVISO Y APROBO:  ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN Presidente y Representante Legal Sociedad Colombiana de Geotecnia	
VoBo:  ING. CARLOS EDUARDO MENDOZA Grupo de Deslizamientos DPAE	VoBo:  ING. DIANA ARÉVALO SANCHEZ Coordinadora Técnica DPAE