

000001



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4131 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:	SECRETARIA DE EDUCACION DE BOGOTA D.C. MÓNICA MARCELA LÓPEZ
LOCALIDAD:	SUBA
BARRIO:	TUNA ALTA
PROYECTO:	CED- TUNA ALTA
DIRECCIÓN:	Calles 154 -155 y Carreras 90 - 91
UPZ:	27 - Suba
ÁREA (Ha):	8 Ha aproximadamente
TIPO DE RIESGO:	Remoción en masa
EJECUTOR:	LFO Ingenieros de Suelos Ltda.
FECHA DE EMISION:	Abril 19 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.

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

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

que tiene por objeto realizar la 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, a la versión del estudio de fecha Febrero 10 de 2005, 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 No. 4 del P.O.T.

El estudio particular de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa fue elaborado por la firma LFO- INGENIEROS DE SUELOS LTDA, de la ciudad de Bogotá D.C, con el número LFO 10518-5A y enviado a la Secretaría de Educación el 10 de Febrero de 2005.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

En el estudio entregado a la DPAE, en su Figura 6-1, aparecen las siguientes edificaciones: (a) Edificio de Pre-escolar en dos módulos de 1 piso; (b) Edificio de Primaria en tres (3) módulos de 2 pisos; Edificio de Secundaria en tres (3) módulos de 2 y 3 pisos; Edificio de Administración, en cuatro módulos de 2 pisos; ciclerero; cancha de microfútbol y zonas verdes, todo con acceso por la Carrera 90. Sobre la Carrera 91, en la parte baja NW del lote, se ve un sitio de parqueadero para 14 automóviles.

El lote se encuentra en la localidad de Suba, dentro de las siguientes coordenadas geográficas de Bogotá D.C. (Figura 1).

Norte (m):	116,955.5	a	117,219.6
Este (m):	99,556.7	a	99,863.9

En la carta remisoría de la primera revisión, LFO- 0143-05 de Febrero 10 de 2005, no se menciona ni el tipo de estructuras ni el tipo de cimentación de las mismas.

En la carta remisoría de la SEGUNDA REVISIÓN, LFO-0421-05 de Abril 04 de 2005 y recibida en el FOPAE el 6 de Abril de 2005, se anuncia que se han hecho los cambios solicitados en la primera revisión.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

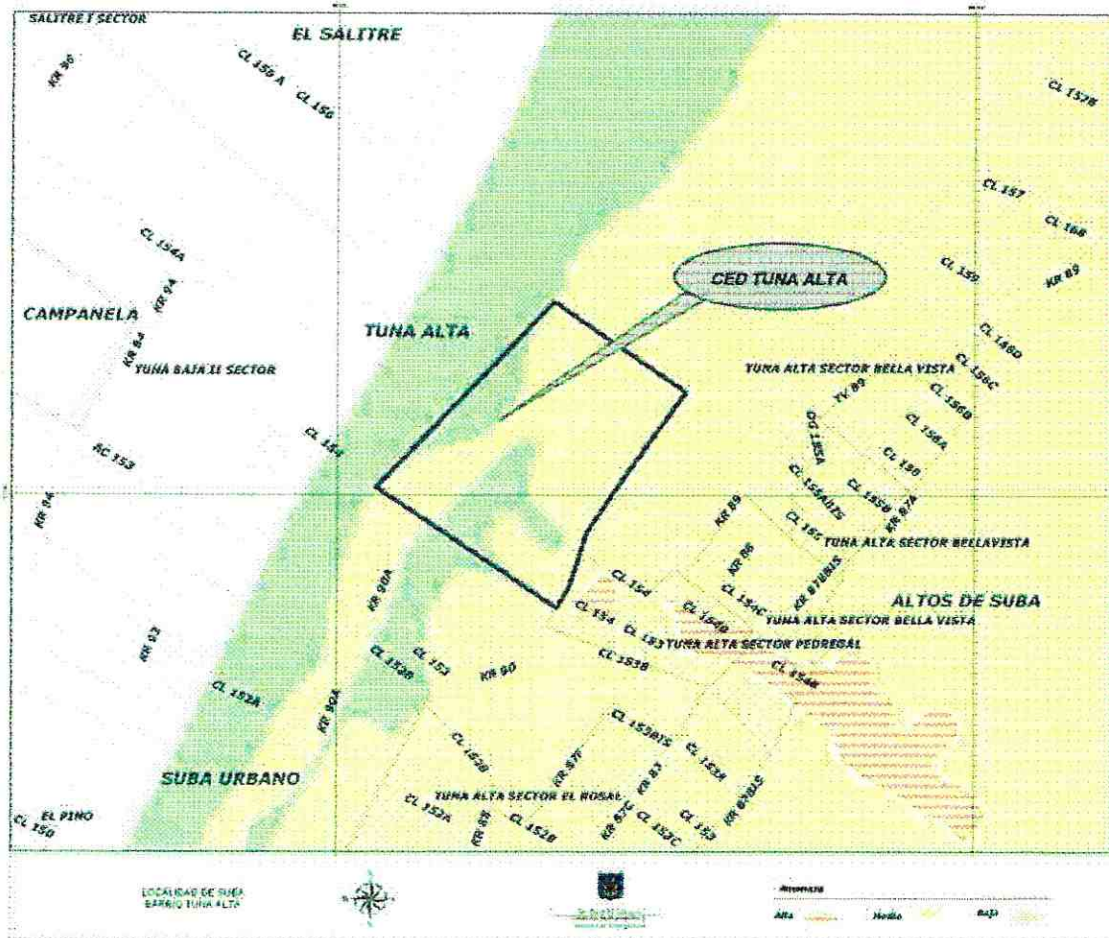


Figura 1 Localización General del Proyecto CED Tuna Alta

OBSERVACIONES GENERALES AL ESTUDIO EN PRIMERA REVISIÓN:

- 1) Se debe hacer la descripción de las edificaciones, que incluya, en forma resumida,: a) Areas de construcción; b) Tipo de estructuras; c) Cargas de las edificaciones; d) Tipo y profundidad de cimentación; e) Tipo de suelo de cimentación; f) Capacidad portante de trabajo y g) Asentamientos esperados. Hay información parcial en el Aparte 6.1.1



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

En la SEGUNDA REVISIÓN se encuentra que en el Aparte 1.6 se hace una descripción resumida detallada de las edificaciones, con todos los datos. SOLICITUD CUMPLIDA.

- 2) En lo posible, todos los mapas, fotografías aéreas y figuras deben tener el NORTE hacia la parte superior de las mismas o si no debe indicarse con una flecha su dirección. Asimismo deben tener una escala gráfica.

En la SEGUNDA REVISIÓN, todos los mapas, fotografías aéreas y figuras tienen el N hacia arriba o flecha indicativa. Tan sólo una figura y las fotos aéreas no tienen escala, pero se indica que no la tienen. SOLICITUD CUMPLIDA.

- 3) El lote de estudio debe delimitarse en todas las figuras, fotografías aéreas y planos.

En la SEGUNDA REVISIÓN, en todas las figuras y fotos aparece delimitado el lote o indicada su ubicación. SOLICITUD CUMPLIDA.

- 4) Faltan algunas referencias en el listado del Aparte 1.5 (p-ej. Bowles, Hoek, Slope-W, etc)

En la SEGUNDA REVISIÓN se complementaron las referencias. SOLICITUD CUMPLIDA.

4. REVISIONES 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.

1. El Numeral 2.1 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:



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

- a. **Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica escala 1:1,000 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: a) Plano topográfico en escala 1:1000-Fig. 2-1; b) Fotografía aérea 1960 sin escala ni nomenclatura de foto -Fig. 3-1; c) Fotografía aérea 1980 sin escala ni nomenclatura de foto -Fig 3-2; d) Plano geológico regional, sin escala, con litología y dos (2) datos de buzamientos regionales- Fig 3-3; e) Plano geológico detallado en escala 1:1,000, con litología y seis (6) datos de buzamientos- Fig 3-4. En el Capítulo 3- ESTUDIOS BÁSICOS, el Aparte 3.1 Geología es completo e incluye geología regional y detallada, con litología y condiciones estructurales.

La SCG recomienda adicionar al Informe un listado de los datos de estratificación obtenidos en campo.

CUMPLIMIENTO

Aun cuando este punto estaba cumplido, en la SEGUNDA REVISIÓN se encuentran, en el aparte 3.1.3, tres datos de estatificación regional, incluido uno en arcillolitas. SOLICITUD CUMPLIDA.

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

El estudio incluye: a) Plano geomorfológico en escala 1:1000 -Fig. 3-5; b) Mapa de susceptibilidad en escala 1:1000 -Fig. 3-6

El Aparte 3.3- Geomorfolología del Capítulo 3- ESTUDIOS BÁSICOS, es un texto completo, con descripción de las unidades geomorfológicas y evaluación cualitativa de procesos, identificando 3 tipos: (a) reptamiento potencial de suelos residuales; (b) deslizamientos potenciales tipo flujo en suelos rsiduales y coluviones y (c) desprendimiento de bloques en corte del talud occidental

La SCG recomienda:

- a) *Diferenciar los procesos potenciales de los activos actuales y si no existen de éste último tipo, decirlo claramente*
- b) *Incluir fotos convencionales de las laderas, en especial del corte del talud occidental.*



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CUMPLIMIENTO

Aun cuando este punto estaba cumplido, en la SEGUNDA REVISIÓN:

- (a) **Se identifican claramente los procesos potenciales y activos**
- (b) **Se adicionó el Anexo D con doce fotografías del lote y los taludes.**

SOLICITUDES CUMPLIDAS.

- 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 Aparte 3.4- Clima, Hidrología e Hidráulica del Capítulo 3- ESTUDIOS BÁSICOS, presenta en 3.4.1 una descripción general de temperatura, precipitación anual y evapotranspiración y en 3.4.2 se hace una descripción del sistema de drenaje superficial de la zona. El Aparte 3.2 tiene una evaluación hidrogeológica cualitativa. En el Aparte 5.1.1 - Lluvias, del Capítulo 5- Amenaza, se hace una descripción de curvas intensidad-frecuencia-duración de estudio de IRH y de lluvia crítica de estudio de INGEOCIM.

La SCG recomienda:

- a) *Debe colocarse el código de la estación pluviométrica y sus coordenadas y debe decirse que la probabilidad de la lluvia crítica es anual y que está en porcentaje*
- b) *Colocar en el Aparte 3.4 del Capítulo 3- Estudios Básicos., lo relativo a lluvias, que actualmente está en el Capítulo 5- Amenaza.*

CUMPLIMIENTO

Aun cuando este punto estaba cumplido, en la SEGUNDA REVISIÓN se encuentra:

- (a) **En el aparte 3.4.1, la estación pluviométrica Cerros de Suba está identificada**
- (b) **Se colocó la probabilidad de lluvia anual en porcentaje y se adicionó la probabilidad a 10 años**



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

- (c) *Lo escrito sobre lluvias en el Capítulo 5-AMENAZA se trasladó al Capítulo 3-ESTUDIOS BÁSICOS.*

SOLICITUDES CUMPLIDAS

Aunque el Consultor trasladó al Capítulo 3 lo escrito sobre lluvias del Capítulo 5, en esta segunda revisión no se traslada acá lo expresado en la primera revisión sobre este tema, sino que se comenta en el texto donde se hicieron las observaciones de la primera revisión.

- 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 Aparte 5.1.2 - Sismo, del Capítulo 5- AMENAZA, se dice que la aceleración es de 0.24g para período de retorno de 475 años (datos que corresponden a la Zona 1. Cerros, pero no se consigna explícitamente) y luego se dice que se aplica un factor de amplificación de 1.5, sin justificación de este valor. Sin embargo, en los análisis de estabilidad del Capítulo 5 se emplea una aceleración de 0.24g.

La SCG recomienda:

- Colocar en el Capítulo 3- ESTUDIOS BÁSICOS., lo relativo a sismos, que actualmente está en el Capítulo 5- AMENAZA.*
- Se debe decir que la probabilidad del sismo es anual y que está en porcentaje. Se debe explicitar que el lote está en Zona 1- Cerros*
- Aclarar porqué en los análisis de estabilidad no se empleó un factor de amplificación, el cual, además, debe justificarse..*

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A ESTA ACLARACION.

En la SEGUNDA REVISIÓN se encuentra:

- Lo escrito sobre sismo en el Capítulo 5-AMENAZA se trasladó al Capítulo 3-ESTUDIOS BÁSICOS.**
- Se colocó la probabilidad de sismo anual en porcentaje y se adicionó la probabilidad a 10 años**
- Se eliminó lo escrito sobre factor de amplificación, que en realidad no es necesario.**



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

SOLICITUDES CUMPLIDAS Y LA ACLARACION YA NO ES NECESARIA AL RETIRAR LO ESCRITO SOBRE AMPLIFICACION.

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 Aparte 3.5 hace una descripción del uso del suelo y la cobertura vegetal, la cual incluye árboles, pero no hay un plano indicativo de la distribución de las zonas, ni se comenta sobre la influencia de la vegetación en el régimen de aguas.

DEBE PRESENTARSE UN PLANO CON LA DISTRIBUCIÓN APROXIMADA DE LAS ZONAS DE USO Y LOS TIPOS DE VEGETACIÓN.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A ESTA ADICION

En la SEGUNDA REVISIÓN se encuentra adicionado:

- (a) Hay una descripción detallada de zonas de uso
- (b) En las Figuras 3-6 y 3-7 se presentan los árboles antes y después de implantado el proyecto.
- (c) En la Figura 3-8 se presentan las Zonas de Uso actuales

SOLICITUDES CUMPLIDAS

CUMPLIMIENTO

2. El Numeral 2.2 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.

No hay en el estudio esta recopilación y descripción. Si no hay datos históricos de procesos de remoción en masa, debe decirse claramente.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A ESTA ADICION

En la SEGUNDA REVISIÓN, se adicionó el aparte 3.7- Antecedentes Históricos, en el cual se recopilan antecedentes históricos de inestabilidad y se afirma que no hay eventos de inestabilidad en la zona de desarrollo urbanístico. SOLICITUD CUMPLIDA

CUMPLIMIENTO



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

3. A) El Numeral 2.3 de la Resolución 364 de 2000 en el Aparte 2.3.1 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

No hay en el estudio esta identificación y descripción. Si no hay procesos actuales de remoción en masa, debe consignarse claramente en el informe.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A ESTA ADICION

En la SEGUNDA REVISIÓN, se adicionó el aparte 3.8- Evaluación de Procesos Regionales de Inestabilidad, en dónde se presentan los procesos de inestabilidad en los alrededores del lote de estudio, SOLICITUD CUMPLIDA

CUMPLIMIENTO

- B) El Numeral 2.3 de la Resolución 364 de 2000 en el Aparte 2.3.2, establece los requerimientos para la exploración geotécnica.

El Capítulo 4- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA, en su Aparte 4.1 describe la investigación del subsuelo con 17 perforaciones, con detalle en el Anexo C- EXPLORACION DEL SUBSUELO Y ENSAYOS DE LABORATORIO, el cual incluye la localización en planta en la figura 18, los perfiles de las perforaciones en las figuras 1 a 17, con ensayos de SPT en 4 sondeos (1, 7, 10 y 11) y el resto con datos de veleta de campo (Sv). El Anexo C también presenta resultados de los siguientes ensayos de laboratorio: 17 humedades naturales, 15 límites de Atterberg, 3 granulometrías, 2 lavados sobre tamiz No. 200, 6 compresiones simples y 2 cortes directos.

En las páginas 7 a 13 del Anexo B- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES, se hace una caracterización de parámetros de resistencia de materiales para las diferentes secciones de análisis. El Consultor emplea un método indirecto para evaluar las propiedades así: (1) Los valores de Sv de veleta de campo se multiplican por un factor único $\lambda=0.82$ para tener en cuenta corrección por IP según Bjerrum y c' se adopta como 2/3 del valor corregido de Sv (2) Posteriormente se obtiene Φ' de la correlación que presenta Bowles con IP (Fig 13.21). Los pesos unitarios, denominados Pu por el Consultor, se deducen de la Tabla B-1 de Bowles en función de qu. En la Tabla 4-1 aparecen los valores medios de los parámetros y sus desviaciones estándar, los cuales fueron empleados en los análisis de estabilidad.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

El Aparte 4.2 incluye la caracterización del macizo rocoso de areniscas con el método GSI de Hoek y una descripción del macizo de arcilolitas, pero sin clasificación.

La SCG tiene los siguientes comentarios sobre estos procedimientos:

- a) *No se justifica obtener los pesos unitarios de correlaciones con q_u , hay datos de humedad natural y con pocos ensayos de G_s y los pesos unitarios de las muestras inalteradas, es posible deducir valores de saturación y de pesos unitarios.*
- b) *Aunque el valor de $\lambda=0.82$ puede ser conservativo, no se justifica usar un solo valor de λ para valores de IP entre 20 ($\lambda=1.0$) y 55 ($\lambda=0.80$). Debe usarse un valor único de λ para cada valor de IP. Puede usarse la expresión*

$$\lambda = 1.135 \exp(-IP/157.33)$$

- c) *Los ensayos de resistencia de laboratorio son escasos (6 compresiones simples y 2 cortes directos)*
- d) *No hay ninguna comparación o calibración de los valores de resistencia de veleta S_v o de los pesos unitarios P_u contra los valores obtenidos en laboratorio.*
- e) *Aunque el método empírico para hallar c' y Φ' puede tener alguna validez, cualquier método empírico debe calibrarse con los resultados de laboratorio. Debe hacerse esta calibración o demostrar que se ha hecho anteriormente..*
- f) *La Tabla 4-1, debe adicionarse de columnas en dónde se consigne el número de datos que se usaron para obtener los promedios y las desviaciones estándar*
- g) *En esta misma tabla aparecen parámetros con desviación estándar nula, esto es estadísticamente imposible. Si no hay sino un solo dato debe colocarse un coeficiente de variación CV ($CV = \text{desviación estándar}/\text{promedio}$) similar a los obtenidos en otros materiales para el mismo parámetro.*
- h) *Deben colocarse, bien sea en el Anexo B o en el aparte 4.1, las tablas con todos los datos de los cuales resultaron los valores de la Tabla 4-1. No se entiende que objeto tiene la Tabla 5-4, con todos los datos de suelos, cuando hay que asignar promedios y desviaciones estándar a cada tipo de material .*
- i) *Debe hacerse una clasificación GSI del macizo de arcilolitas*

**EN CONSECUENCIA DEBEN REVISARSE TODOS LOS PARÁMETROS DE DENSIDAD Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES.
NO HAY CUMPLIMIENTO HASTA HACER ESTAS REVISIONES.**

En la SEGUNDA REVISIÓN, se encontró:



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

- (a) **Los pesos unitarios se obtuvieron de promediar los datos de ensayo de laboratorio. SOLICITUD CUMPLIDA;**
- (b) **No se corrigieron los datos de veleta para diferente IP, pero nunca se usan en los análisis de estabilidad. SOLICITUD NO ACOGIDA, PERO YA NO NECESARIA;**
- (c) **No se hicieron más ensayos, pero los disponibles pueden ser representativos. SOLICITUD NO ACOGIDA, PERO AHORA NO INDISPENSABLE;**
- (d) **Como no se usan valores de pesos unitarios o de veleta deducidos, LA COMPARACION NO SE HIZO, PERO YA NO ES NECESARIA;**
- (e) **Los valores de c' y Φ' fueron adoptados de los ensayos de laboratorio y del GSI. LA VALIDACION DEL METODO INDIRECTO NO SE HIZO Y YA NO ES NECESARIA;**
- (f) **En el Anexo B-Análisis de Estabilidad de Taludes se presenta el número de datos empleado para obtener los promedios y desviaciones estándar de los parámetros de análisis. SOLICITUD CUMPLIDA;**
- (g) **Ya no hay parámetros con desviación estándar nula. SOLICITUD CUMPLIDA;**
- (h) **En el Anexo B-Análisis de Estabilidad de Taludes, se presentan los cálculos de parámetros. SOLICITUD CUMPLIDA;**
- (i) **Se presenta la clasificación GSI del macizo de arcillolitas. SOLICITUD CUMPLIDA**

REVISIONES EJECUTADAS. CUMPLIMIENTO

4. El Numeral 2.4 de la Resolución 364 de 2000, requiere la evaluación de la amenaza por procesos de movimientos en masa mediante la utilización de métodos 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 Capítulo 5- Amenaza contiene una introducción metodológica, en el Aparte 5.1, una descripción de variables aleatorias, en 5.1.1 la adopción de la lluvia crítica con un período de retorno de 25 años y una probabilidad (anual?) de 4.88% y en 5.1.2 la adopción de un sismo de diseño de 0.24g con un período de retorno de 475 años y una probabilidad anual de 0.21%, condiciones aceptables para la situación actual. En 5.2 se hace una evaluación cualitativa de la susceptibilidad del terreno con obras, con base en el plano geomorfológico. En 5.3 se categoriza la amenaza con factores de seguridad F_s y una



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

escala de éstos así: Amenaza alta ($F_s < 1.3$), Amenaza media ($1.3 < F_s < 1.9$) y Amenaza baja ($F_s > 1.9$). En 5.4 se analizan las probabilidades de falla, obteniendo, según el Consultor, probabilidades de falla nulas (lo cual es un imposible estadístico) para algunas situaciones. En 5.5 se presentan los Análisis de Estabilidad bidimensionales con el programa SlopeW para 5 secciones, sin y con obras, con la Tabla 5-5 que presenta 15 resultados de factores de seguridad y probabilidades de falla. Finalmente en 5.6 se analizan los resultados de la evaluación de la amenaza por remoción en masa.

La SCG anota:

- a) Los promedios y desviaciones estándar de los materiales se encuentran en el capítulo 4. Entonces sobre la Tabla 5-4.
- b) El período de retorno de la lluvia crítica y la probabilidad de ocurrencia anual no son coherentes: $Tr = 25$ años y $P_{anual} = 4.00\%$ o $Tr = 20.5$ años y $P_{anual} = 4.88\%$, dado que $P_{anual} = 1/Tr$.
- c) Las probabilidades anuales son aceptables para condiciones actuales, pero se necesitan condiciones **“a las.. que puede estar expuesto el proyecto durante su vida útil”** Se recomienda que esta vida útil (T_d) no sea inferior a 10 años, que es el T_d del mapa de amenaza por movimientos en masa del POT. Por ejemplo, para $T_d = 25$ años, $P_{llcrit} = 63.2\%$ y $P_{sismo} = 5.1\%$, las cuales en ningún momento pueden calificarse como bajas.
- d) El estudio dice “...los fenómenos de remoción en masa no tienen como detonante principal a la precipitación, ya que la probabilidad de ocurrencia es muy baja”. Se debe corregir esta afirmación a la luz de lo expuesto en el punto anterior
- e) El Aparte 5.5 Análisis de Estabilidad debería ir antes del Aparte 5.3 Categorización de la Amenaza.
- f) En los análisis de estabilidad se deben hacer tablas de F_s y P_f con la situación actual y con las edificaciones sin y con obras de mitigación, para poder comparar.
- g) En los análisis de estabilidad sólo se toman como variables aleatorias las propiedades de los materiales. sismo y lluvia se toman con valores únicos para cada caso. O sismo y lluvia se toman aleatoriamente dentro del programa de estabilidad o alternativamente se debe presentar el cálculo de probabilidades de falla combinadas con sismo y lluvia, empleando el Teorema de Probabilidad Total.
- h) La escala de factores de seguridad es más conservativa que la de $T_d = 10$ años del POT, la cual coloca el límite superior a amenaza alta en $F_s = 1.1$ y no $F_s = 1.3$. Se recomienda usar la escala del POT..



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

- i) *En ningún momento las probabilidades de falla pueden ser nulas. Pueden ser muy bajas, pero si la configuración del programa no las puede expresar adecuadamente, se debe decir “menores de xx”, siendo xx el mínimo valor que pueda suministrar el programa de análisis.*
- j) *Para los macizos rocosos, en especial para la caída de bloques, debe hacerse un análisis cinemático y de estabilidad de cuñas de roca. En este caso un análisis bidimensional no es real. Además debe estimarse la máxima distancia que deben alcanzar los bloques, en términos probabilísticos.*
- k) *Por todo lo anterior, también debe revisarse el mapa de amenaza (Figura 5-2)*

LA SCG CONCLUYE QUE LA AMENAZA NO ESTA EVALUADA ADECUADAMENTE PARA EL PERIODO DE DISEÑO DE LAS OBRAS Y POR LO TANTO NO HAY CUMPLIMIENTO EN ESTE ASPECTO, AUNQUE SE TIENEN TODOS LOS COMPONENTES PARA SU CALCULO.

En la SEGUNDA REVISIÓN, se encontró:

- (a) **Ya no hay tabla 5.4, sino 4.3, igual a la 4.1, con los datos de los materiales. Aunque son redundantes, esto no tiene importancia.**
- (b) **Los períodos de retorno y las probabilidades de ocurrencia de lluvia y sismo para 1 y 10 años ya son las correctas y están en el Capítulo 3.**
- (c) **Ya se incluyen las probabilidades a 10 años y se califican correctamente.**
- (d) **Se corrigió el párrafo sobre calificación de las lluvias como detonante de deslizamientos.**
- (e) **Los análisis de estabilidad se pasaron al aparte 4.4 del Capítulo 4- Caracterización Geotécnica, antes del análisis de Amenaza propiamente dicho.**
- (f) **Con la Tabla 4-4 se tienen F_s y P_f con la situación actual y con las edificaciones sin y con obras de mitigación, todo a horizonte de 10 años.**
- (g) **En el Anexo B-Estabilidad se presenta el detalle de cálculo de la probabilidad de falla total para cada sección y caso.**
- (h) **Se usa la escala de F_s del POT.**
- (i) **Ya no hay probabilidades de falla nulas. La mínima que da el programa SLOPE-W es 0.0004.**
- (j) **Al final del aparte 4.4- Análisis de Estabilidad, se dice que el análisis cinemático de la Figura 5-3, no indica posibilidad de falla en cuña o planar y que para la caída de bloques se adopta, “de manera conservadora”, falla circular. ACEPTABLE**



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

(k) Se revisó el Mapa de Amenaza, el cual, conservativamente, se hizo con los Factores de Seguridad Mínimos (con sismo y lluvia). Este no es el método estadísticamente aconsejable, pues es muy conservativo. Sin embargo, dado que se trata de un CED, con población infantil importante, SE ACEPTA EL CRITERIO.

REVISIONES EJECUTADAS. CUMPLIMIENTO

5. El Numeral 2.5 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 con el método de Leone. Sin embargo, dado que las solicitudes y sus probabilidades dependen de la evaluación de la amenaza, una vez se haya calculado adecuadamente la amenaza, es necesario revisar la Tabla 6-4 sobre daños potenciales.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A LA REVISION DE DAÑOS POTENCIALES

En la SEGUNDA REVISIÓN, se encontró que, ya revisada la amenaza, la evaluación de los daños potenciales es aceptable.

REVISION EJECUTADA. CUMPLIMIENTO

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.

No hay ningún capítulo sobre Evaluación de Riesgo. Es necesario hacer las evaluaciones de riesgo económico sin y con obras de mitigación.

NO HAY CUMPLIMIENTO



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

En la SEGUNDA REVISIÓN, se encontró que ya hay existe el Capítulo 7- Evaluación del Riesgo, en términos de porcentaje de daño, sin y con obras, y el cual resulta en que, con obras, todas las instalaciones se encuentran en riesgo bajo.

CUMPLIMIENTO

7. El Numeral 2.7 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 7- DESCRIPCIÓN Y PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN, se plantean medidas para los cortes de excavación (7.1), control de desprendimiento de bloques (7.2) y manejo de aguas (7.3).

La SCG anota::

- a) *En la descripción de las medidas de mitigación debe indicarse en cuáles secciones está analizada su estabilidad.*
- b) *En la medidas para control de desprendimiento de bloques, se debe hacer una comparación de alternativas y consignar alguna recomendación.*
- c) *Para las medidas de manejo de aguas debe indicarse claramente como influyen en los niveles de agua subterránea de los análisis de estabilidad.*
- d) *Las medidas de mitigación deben incorporarse a los análisis de riesgos.*
- e) *Es muy posible que las medidas indicadas por el Consultor sean adecuadas. Sin embargo el análisis comparativo de riesgos sin y con estas medidas permitirán unas decisiones más realistas.*

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A INCORPORACION DE LAS OBRAS DE MITIGACION A LOS ANALISIS DE RIESGOS.

En la SEGUNDA REVISIÓN, se encontró:

- (a) **En el Capítulo 8 se describen las medidas para cada zona de riesgo.**
- (b) **No se hace una recomendación específica para la caída de bloques, pero esto no es esencial.**
- (c) **De la Tabla 4.4 se deduce el efecto del agua en la estabilidad.**



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

(d) En la Tabla 7-2 se presenta el riesgo, en porcentaje de daño, sin y CON OBRAS LAS OBRAS SE INCORPORARON AL ANALISIS DE RIESGOS. SOLICITUD ACOGIDA.

CUMPLIMIENTO

8. El Numeral 3 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 NO incluye las hojas de vida de los profesionales con nombre, cédula, matrícula profesional y experiencia.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO A ESTA ADICION

En la SEGUNDA REVISIÓN, el Consultor ya incluye las hojas de vida de los siguientes profesionales con nombre, cédula, matrícula profesional y experiencia.

- *Geólogo Edgar Forero Beltrán*
- *Ingeniero Luis Fernando Orozco Rojas*

CUMPLIMIENTO

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 NO incluye la carta de responsabilidad por parte del analista de riesgos y los planos NO están firmados por el profesional principal
NO HAY CUMPLIMIENTO*

En la SEGUNDA REVISIÓN, el Consultor ya incluye la carta de responsabilidad del Geólogo Edgar Forero Beltrán, analista de riesgos. No hay planos que firmar, sino figuras



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

COMO RESULTADO DE LA REVISIÓN ANTERIOR, LA SCG CONCLUYE QUE PARA EL CUMPLIMIENTO DEL ESTUDIO CON LO EXIGIDO EN LA RESOLUCION 364 DE 2000 SE REQUIERE:

- A) EFECTUAR AL INFORME LAS ADICIONES, SUPRESIONES O CORRECCIONES MENCIONADAS EN ESTA REVISION.
- B) REVISAR TOTALMENTE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD PARA EL PERÍODO DE VIDA UTIL DE LAS EDIFICACIONES.
- C) HACER LOS ANALISIS DE RIESGO, INCORPORANDO LAS OBRAS DE MITIGACION.
- D) TODAS LAS MODIFICACIONES ANTERIORES DEBEN QUEDAR EN EL INFORME. LO QUE NO ESTÉ EN EL INFORME SE CONSIDERA QUE NO ES PARTE DEL ESTUDIO.
- E) ADICIONAR LAS HOJAS DE VIDA DE LOS PROFESIONALES Y LAS CARTAS DE RESPONSABILIDAD.

CUMPLIDOS ESTOS REQUERIMIENTOS SE PODRÁ APROBAR EL ESTUDIO.

Como resultado de la presente revisión, se concluye que el informe NO cumple 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.

En la SEGUNDA REVISIÓN, el Consultor ya efectuó todas las correcciones y adiciones solicitadas en la primera revisión y entonces ya hay CUMPLIMIENTO.

COMO RESULTADO DE LA SEGUNDA REVISION, SE CONCLUYE QUE EL INFORME LFO-10518-5A- ESTUDIO DE AMENAZA Y RIESGO POR PROCESOS DE REMOCION EN MASA- CED TUNA ALTA- SEGUNDA VERSION, CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS CONSIGNADOS EN LA RESOLUCIÓN 364 DE 2000 PARA SU APROBACIÓN.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

Revisó y Aprobó:

ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Presidente y Representante Legal
Sociedad Colombiana de Geotecnia

VoBo:

ING. MAURICIO TAPIAS CAMACHO
Grupo de Conocimiento
DPAE