



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-4 138 de 2005

**Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local
de Amplificación de Ondas Sísmicas
Artículo 7 - Decreto 074 de 2001**

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE: CARLOS RESTREPO
LOCALIDAD: 2 Chapinero
BARRIO:
PROYECTO: BOSQUES DE KARON
UPZ: 88 Refugio
TIPO DE RIESGO: Sísmico
EJECUTOR: E Y R ESPINOSA Y RESTREPO Y CIA LTDA
FECHA DE EMISION: Abril 12 de 2005

2. ANTECEDENTES

De acuerdo con el Decreto 074 del 30 de enero de 2001, por el cual se complementa y modifica el Código de Construcción de Bogotá, D.C., se identifican los límites de Microzonificación Sísmica de Bogotá, D.C. y se adoptan los espectros de diseño, se establece que las construcciones y edificaciones de cualquier índole que se levanten en Bogotá, D. C. o que sean ampliadas, adecuadas o modificadas en forma tal que conlleven intervención estructural, deberán diseñarse y construirse dependiendo de la zona en la cual se encuentren según la Microzonificación Sísmica, acogiendo al efecto los espectros de diseño y sus coeficientes espectrales adoptados para cada zona.

Por otra parte, el artículo 5 del Decreto antes mencionado establece que podrán utilizarse espectros sísmicos de diseño diferentes a los definidos en dicho decreto, siempre y cuando se definan unos efectos locales particulares para el lugar donde se encuentra localizada la



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

edificación, utilizando estudios de amplificación de las ondas sísmicas que se realicen de acuerdo con lo prescrito en los ordinales (e) a (i) de la sección A.2.9.3 del Decreto 33 de 1998, o estudios especiales referentes a efectos topográficos, cuando sea del caso. Adicionalmente, el parágrafo único del artículo 7 del Decreto 074 de 2001, establece que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias realizará la revisión de los Estudios Particulares de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas 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, D.C. – FOPAE - y la Sociedad Colombiana de Geotecnia – SCG – han acordado la realización de una asesoría 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 **primera revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio de Suelos y Estudio de Respuesta Local para el proyecto **Bosques de Karón** localizado en la vía que conduce a la Calera, realizado por Espinosa y Restrepo Ltda. con fecha del 18 de marzo del 2005, que en el Capítulo 9 incluye las consideraciones sísmicas para efectos del Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO BOSQUES DE KARÓN

El proyecto Bosques del Karón se proyecta construir en el lote ubicado en la vía a la Calera, 100 m antes del restaurante Tramonti, barrio El Refugio de la localidad de Chapinero de esta ciudad (Figura 1).

El proyecto a realizar en el predio constará de 5 torres de edificios, cada una de 6 pisos de altura y dos sótanos, en estructura convencional de concreto reforzado.

El estudio de Suelos y Microzonificación local para el proyecto Bosques de Karon fue realizado por la firma Espinosa & Restrepo Cia Ltda. Se hace notar que el estudio de evaluación de la amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa del predio con el proyecto a construir también lo realizó la misma firma consultora Espinosa & Restrepo Cia. Ltda.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

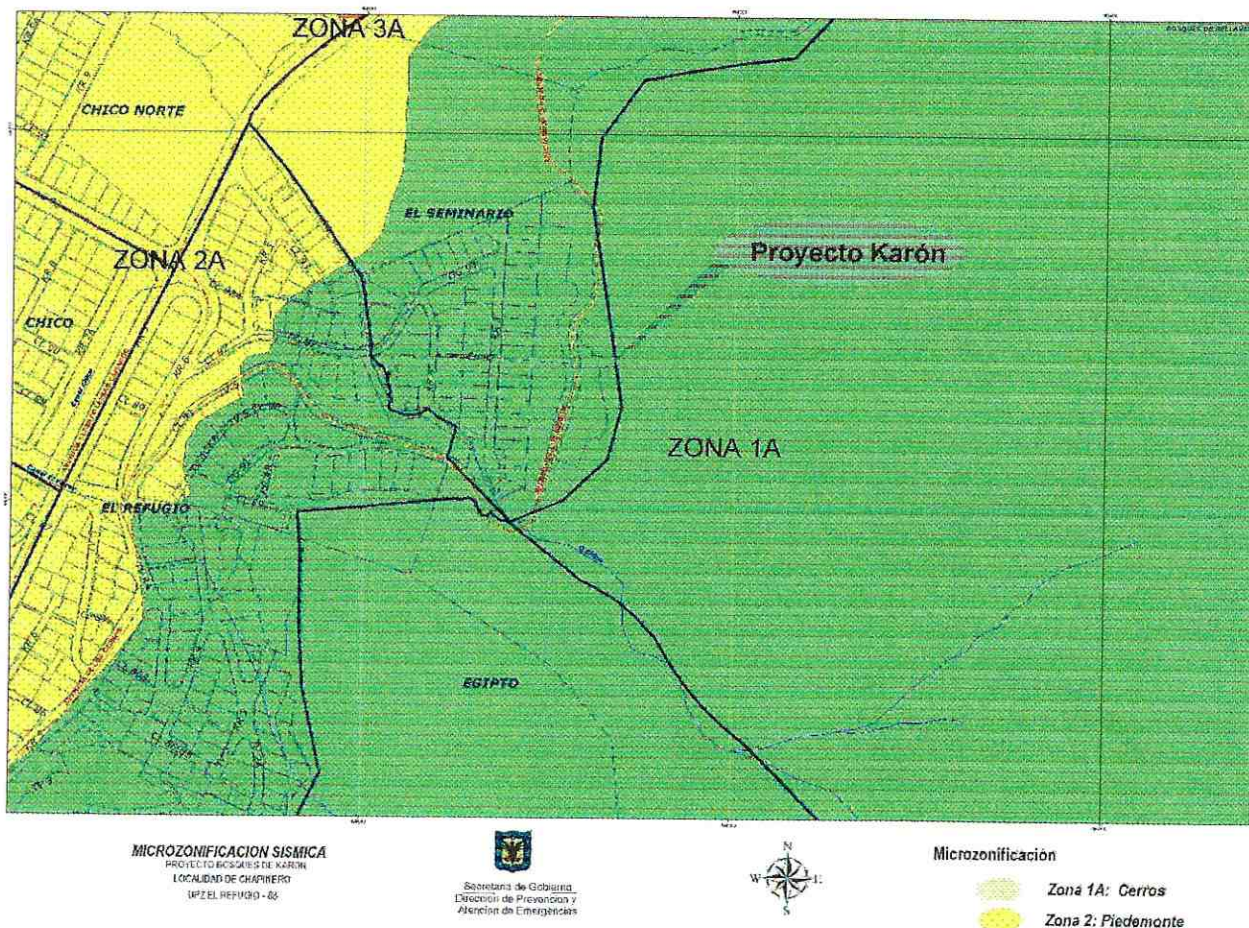


Figura 1 Localización General del Proyecto Bosques de Karón

4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La primera revisión del informe EYR-S-6163 "Estudio de Suelos y Análisis de Micro zonificación local para el proyecto Bosques de Karón, se adelantó a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 074 de 2001 para este tipo de estudios.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

El propósito de la revisión es verificar que el estudio cumpla con los requisitos de manera que se pueda verificar de forma razonable la validez del espectro de diseño recomendado, si dicho espectro es diferente al espectro de diseño definido por el decreto 074.

El concepto técnico relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo se transcribe, con referencia a los requerimientos pertinentes del decreto antes mencionado que se listan a continuación:

4.1 Asignación de la zona del proyecto con respecto a la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

En el cuerpo del informe se define la localización del proyecto de acuerdo con en el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 1 - Cerros, y se presentan las figuras de los modelos de espectro de respuesta establecido por el decreto 074-2001.

EL ESTUDIO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO

4.2 Realizar número suficiente de ensayos para caracterizar el perfil. Para complementar la información en profundidad del perfil del subsuelo, cuando la profundidad de sedimentos sea mayor a 50 m, se puede consultar: estudios geofísicos, estudios geotécnicos, ensayos de campo y laboratorio y los estudios de zonificación incluidos en el proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

En el capítulo 2 se especifica que la máxima profundidad de exploración directa fue de 2 m, mediante trincheras y/o apiques. Los resultados se presentan en el anexo.

Se realizaron dos líneas de sísmica, que sirvieron para establecer los espesores de los diferentes depósitos. Definiendo el contacto con la roca fracturada entre los 3 y 6 m.

Observaciones:

Se considera que la investigación de campo es muy pobre para este tipo de estudios y de edificaciones a construir, alcanzando profundidades menores a los 2 m, cuando los estudios de suelos correspondientes para la cimentación de las torres debieron haber alcanzado mayores profundidades entrando a caracterizar el macizo rocoso o el material rocoso que sirve de material de fundación de las estructuras proyectadas.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

Los ensayos de laboratorio presentan limitaciones en cuanto a la profundidad cubierta. Se obtuvieron muestras inalteradas de la matriz del coluvión sobre las cuales se realizaron ensayos de corte directo y compresión simple. Pero no se adelantaron ensayos para establecer el comportamiento dinámico de la matriz según el artículo 7 del decreto 074 del 2001 y el numeral h de la sección A.2.9.3. de la norma NSR 98.

El Artículo sexto de la norma solicita penetrar por lo menos 5 m en el estrato rocoso y se verifique que no se trata de fragmentos de roca embebidos en suelo no competente. El estudio no lo realizó.

De acuerdo a lo anterior se considera que el estudio presentado no cumple con los requisitos técnicos establecidos en la norma. Igualmente el estudio debe complementarse con relación a los numerales e, f, g, y h de la sección A2.9.3 de la NSR 98; numerales en los cuales se especifica los requerimientos mínimos de los estudios detallados de amenaza sísmica.

El numeral g hace referencia al estudio de inestabilidad de la ladera inducido por sismo, por tanto este numeral debe hacer parte integral de este estudio de respuesta local.

INCUMPLIMIENTO DE ESTE REQUERIMIENTO

4.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte, V_s , por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.

El estudio hace referencia de la ejecución de un ensayo tipo Down Hole, pero no se registra en la etapa de investigación del subsuelo, donde solo se hace referencia a la ejecución de trincheras y apiques y a la ejecución de 2 líneas de sísmica, con base en las cuales se determinan las ondas de corte de los materiales del subsuelo.

Observaciones: Se considera que teniendo en cuenta la magnitud del proyecto, los niveles de corte para la conformación de los dos sótanos y que el estrato de cimentación debe localizarse a profundidades mayores de los 3 y 6 m establecidos como basamento del depósito cuaternario, los perfiles geofísicos deben abarcar un mayor profundidad, por lo menos por debajo del estrato de fundación de las edificaciones.

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

4.4 Realizar ensayos dinámicos para determinar módulos de corte, G , y relaciones de amortiguamiento, D , sobre muestras inalteradas que cubran todo el intervalo de deformaciones (Velocidad de onda de corte en laboratorio, columna resonante, corte simple cíclico, triaxial cíclico, etc.).

El estudio no contempló la ejecución de este tipo de ensayos por la dificultad de obtener muestras inalteradas de los depósitos cuaternarios. Pero se realizaron ensayos de corte directo y compresión simple sobre muestras inalteradas obtenidas en las trincheras y apiques realizados.

Para la caracterización dinámica de los materiales, se utilizaron correlaciones establecidas en la literatura, las cuales no se definen con claridad en el estudio.

Observaciones: *El informe debe dar claridad suficiente en este numeral sobre los criterios y correlaciones utilizadas para la caracterización dinámica de los diferentes materiales que componen la estratigrafía del sector objeto de estudio, aspecto que no lo define el estudio.*

En el numeral 3.1, pag. 13, el estudio presenta los parámetros utilizados en función de la profundidad y menciona que fueron establecidas a partir del ensayo SPT, y la exploración realizada no se registra ensayos de SPT, por tanto no se explica de donde sacaran los resultados del SPT utilizados para las correlaciones utilizadas.

Igualmente mencionan la ejecución de un ensayo down hole, que no se presenta y sus "resultados" son utilizados para la caracterización dinámica de los materiales.

Igualmente las correlaciones donde se utiliza el índice de plasticidad, son válidas solamente para los 2 primeros m, profundidad explorada.

Por lo anterior se considera que los parámetros dinámicos asumidos en el estudio no se encuentran debidamente sustentados y justificados.

EL ESTUDIO NO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO

4.5 Utilizar todos los acelerogramas del proyecto de microzonificación sísmica de Bogotá, en la obtención del espectro de respuesta en superficie.

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

4.6 Realizar un análisis bidimensional, siempre y cuando la pendiente del terreno sea mayor a 10 grados.

Los autores utilizan el programa QUAKE para análisis bidimensionales. Los análisis lo realizan para unas condiciones de velocidad de ondas de corte máxima y mínima, obteniendo espectros de respuesta para la velocidad de ondas de corte máxima y mínima.

Observaciones:

Con relación a los análisis bidimensionales, se solicita la siguiente información al consultor:

- a. *Anexar malla de elementos finitos, aclarando número de elementos utilizados.*
- b. *Aclarar condiciones de contorno utilizada, en especial en los contornos laterales.*
- c. *Tamaño y tipo de elemento utilizado.*
- d. *Limitaciones del modelo utilizado.*

CUMPLIMIENTO PARCIAL DE ESTE REQUERIMIENTO.

4.7 Para todas las zonas el espectro obtenido no puede ser menor que el espectro mínimo establecido para cada zona en la Microzonificación Sísmica de Bogotá,

La revisión del espectro propuesto por el consultor, está supeditada a la aclaración de las inquietudes manifestadas durante la presente revisión

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de la presente revisión, se concluye que el estudio de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas del proyecto en referencia no esta completo a la luz de los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001 y la NSR 98.

Se requiere que el estudio de respuesta sísmica del proyecto adelante la definición del modelo geotécnico y la caracterización del comportamiento dinámico de los materiales de acuerdo a lo establecido tanto en el Decreto 074 de 2001 como en la NSR 98. Especialmente con relación a la investigación del subsuelo y ensayos de laboratorio.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

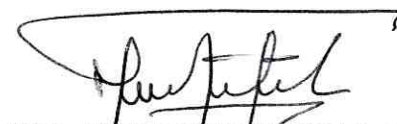
Se recomienda que este tipo de proyectos donde se involucra la amenaza sísmica y por deslizamientos, los estudios geotécnicos sean presentados de manera unificada, inclusive los correspondientes al estudio de suelos y análisis de la cimentación de las estructuras. La información obtenida en cada caso es útil para establecer un modelo geotécnico mas preciso, y por ende una mayor precisión en la evaluación de la respuesta sísmica local.

Una vez realizadas las correcciones y aclaraciones solicitadas, se recomienda enviar el estudio nuevamente a la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, con el fin de emitir concepto de cumplimiento, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

Revisó y Aprobó:


ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Presidente y Representante Legal
Sociedad Colombiana de Geotecnia

VoBo:


ING. MAURICIO TAPIAS CAMACHO
Grupo de Conocimiento
DPAE