



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4146 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: Liliana Lozano
C. A. S. A.
LOCALIDAD: Suba
BARRIO: San José del Prado
PROYECTO: **CAMINO DE LA COLINA**
UPZ: 24 Niza
TIPO DE RIESGO: Sísmico
EJECUTOR: Espinosa & Restrepo
FECHA DE EMISION: Mayo 18 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

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ 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 celebrado un convenio que tiene por objeto realizar 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 **primera revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio de Suelos y Análisis de Cimentaciones, el cual incluye el Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas, para el Edificio del Proyecto Camino de la Colina, localizado en la carrera 46a con calle 134, barrio San José del Prado de esta ciudad, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO CAMINO DE LA COLINA

El estudio entregado a esta entidad indica que en el lote localizado en la carrera 46a con calle 134, barrio San José del Prado de la localidad de Suba, en la ciudad de Bogotá, D.C. (Figura 1), se contempla la construcción de una torre de apartamentos que se desarrollan a nivel en trece (13) pisos de altura, sótano y semisótano. Las cargas de los edificios de apartamentos se trasladan a nivel de fundación mediante columnas separadas por luces no mayores a 6.0 m. y cargas a nivel de cimentación, estimadas por áreas aferentes hasta de 522 toneladas para cargas puntuales.

El estudio de suelos y análisis de cimentaciones para los edificios del Proyecto Camino de la Colina fue realizado por la firma Espinosa y Restrepo Ingeniería de Suelos, mientras que en la sección 4 se presenta el Estudio de Amenaza Sísmica Local, que incluye el estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas y en el Anexo 2 los correspondientes ensayos de laboratorio, el cual fue elaborado por la misma firma.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

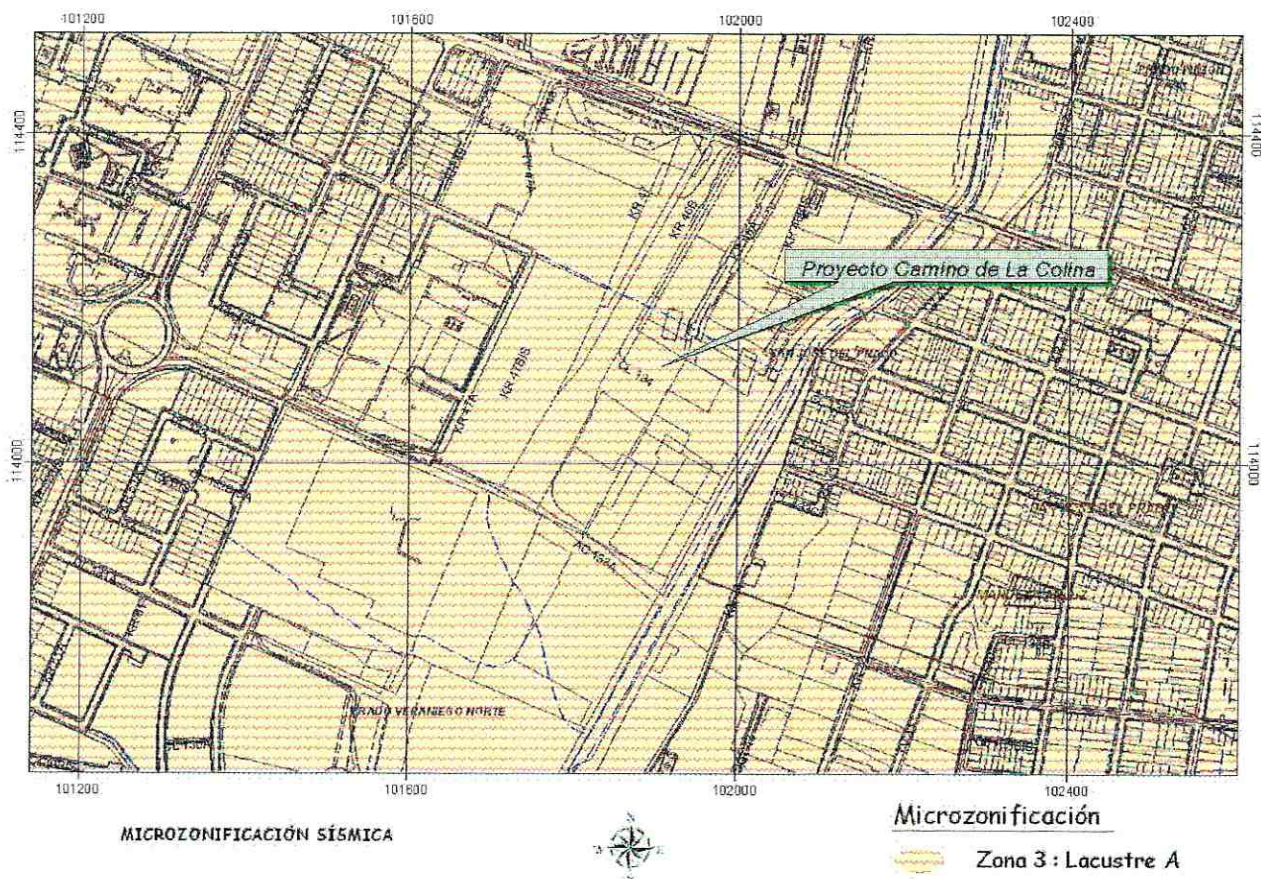


Figura 1 Ubicación del Proyecto Camino de la Colina

4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe EYRS-6299 "Estudio de Suelos para "Análisis de efectos locales para el edificio de la colina a construirse en la calle 134 con 46ª de Bogotá D.C.", se hace a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 074 de 2001 para este tipo de estudios.

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



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

El concepto técnico relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo se presenta, 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 la sección 4 del informe se define la localización del proyecto de acuerdo con en el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 3 Lacustre A. Esta ubicación esta de acuerdo con el Decreto 074 de 2001.

En la sección 11 de Análisis de Efectos Locales, se indica que el espesor del suelo es de 100 metros; Sin embargo, no se presenta el análisis o método de interpolación para definir esta profundidad y además de acuerdo con Estudio de Microzonificación de Bogotá, el espesor del depósito puede estar alrededor de los 200 m. Se debe verificar esta diferencia.

Cumplimiento parcial de este requerimiento

4.2 Para estos estudios, todos los datos de campo deben provenir de mínimo una perforación de 50 m en suelos blandos y se debe realizar un número suficiente de ensayos para caracterizar el perfil. Para complementar la información 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 estudio se menciona la realización de seis perforaciones una a 50 metros de profundidad y las cinco restantes a 8 metros de profundidad. En el estudio no se presenta el perfil de análisis dinámico completo y detallado hasta la roca, se asume que la profundidad total del depósito es de 105 m, cuando en realidad el espesor del depósito en esta zona fluctúa entre 175 y 200 metros, por tanto se solicita anexar el perfil comprendido entre 50 y 200 metros. De igual manera los autores toman como perforación de referencia la realizada en la Universidad Agraria, la cual a juicio de la Sociedad se encuentra muy lejana y las condiciones del subsuelo pueden ser bastante diferentes. Para ello, se recomienda al Ingeniero de Suelos, consultar perforaciones más cercanas.

Finalmente, recomendamos al consultor incrementar el número de ensayos básicos, ya que para los 50 primeros metros solamente se realizan 6 ensayos de clasificación (LL, LP, Wn) , detectándose capas con muy pocos o ningún ensayo.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

Cumplimiento parcial de este requerimiento

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

Se hizo un ensayo de Down Hole del que se define un perfil con dos (2) estratos, que no correlacionan completamente con la estratigrafía obtenida en las perforaciones, que corresponderían básicamente a siete (7) estratos. Se solicita aclarar esta inconsistencia. Esto es preocupante, ya que se ha notado reiterativamente la poca concordancia entre los resultados de Vs y la estratigrafía existente.

Adicionalmente, se solicita al consultor aclarar el criterio para simplificar de 7 capas, que se presentan en la descripción estratigráfica a solamente dos, más aún cuando los pocos ensayos de laboratorio realizadas, muestran la presencia de varios estratos. Esta simplificación no se acepta por parte de la Sociedad, más aún, cuando las respuesta local, estará controlada por los últimos 50 metros.

No se indican que propiedades se utilizaron para los suelos de 50 a 200 m de profundidad. Tampoco se menciona como se extrapolaron los valores de Vs en profundidad.

Estas observaciones hacen que el modelo de subsuelo asumido no corresponda al real, desde los puntos de vista de propagación de ondas, respuesta sísmica y espectros de respuesta

El estudio no cumple con este requerimiento

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.).

Se realizaron ensayos dinámicos (triaxial cíclico) sobre muestras de suelos de grano fino obtenidas a dos (2) diferentes profundidades.

Sin embargo, si se aceptará la hipótesis de solamente dos estratos en los primeros 50 metros, esto implicaría, que se realizaron dos ensayos triaxiales para el primer estrato, el cual va hasta los 24 metros de profundidad (triaxiales a profundidades de 6.5 y 18.5 metros). Lo anterior implica que al segundo estrato no se le realizó ningún tipo de ensayo. En general para este tipo de análisis se deben realizar al menos tres ensayos triaxiales en los primeros metros 50 metros.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

Para la Sociedad, los consultores deberán investigar más sobre los valores de V_s adoptados para profundidades superiores a los 50 metros y no limitarse al uso de correlaciones de otros países, que es desde luego una solución muy aproximada. Además las correlaciones están basadas en el ensayo de penetración estandar, cuya validez para el caso de arcillas es muy cuestionada. Por tanto no se aceptan estas correlaciones.

Finalmente, los autores presentan una serie de curvas de degradación del módulo de corte, cuyo origen se desconocen, aunque bien podrían ser correlaciones empíricas (cuales?), o bien de otros estudios. Por tal motivo se solicita explicar y dar el respectivo soporte para la obtención de estas curvas.

Cumplimiento parcial de 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 pues se utilizaron los tres (3) registros de aceleración definidos por el Decreto 074 de 2001.

4.6 Realizar mínimo un análisis unidimensional (SHAKE, EERA, etc), para todas las zonas de la microzonificación, siempre y cuando la pendiente del terreno sea inferior a 10 grados.

El estudio utiliza el programa de elementos finitos QUAKE, para los análisis dinámicos bidimensionales, por lo tanto se solicita aclarar los siguientes puntos:

- Que condiciones de contorno utilizan en la frontera?
- Se requiere construir una nueva malla, teniendo en cuenta que el espesor es de 200 metros y las condiciones de contorno muy bien definidas.
- Ancho de la zona analizada
- El tamaño del elemento es muy grande para el problema que se está abordando.

Cumplimiento parcial de este requerimiento

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

La revisión del espectro de respuesta propuesto por los asesores, esta supeditada a la aclaración de las dudas planteadas en las secciones anteriores. De igual manera, se le recomienda al consultor anexar el espectro propuesto a manera de tabla con el fin de verificarlo.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

Cumplimiento parcial de este requerimiento

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 está incompleto a la luz de los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001. Para poder conocer con certeza la validez de los espectros de respuesta obtenidos y el recomendado en el estudio evaluado, primero deben aclararse y corregirse los puntos antes mencionados, ya que existen algunas dudas sobre la confiabilidad de dichos resultados.

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. SAMUEL E. MARTINEZ A.
Grupo de Riesgo Sísmico
DPAE