Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4379 de 2006
ADENDO No. 1 AL CONCEPTO TECNICO No. CT-4280 DE 2006

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

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Javier Arias Constructora Las Galias
LOCALIDAD:	Suba
BARRIO:	Iberia
PROYECTO:	**PRADOS DE LA COLINA II**
DIRECCIÓN:	Calle 135 con Av. Boyacá
UPZ:	24 Niza
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	Luís Fernando Orozco - LFO.
FECHA DE EMISION:	Marzo 31 de 2006

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

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

se definan unos efectos locales particulares para el lugar donde se encuentra localizada la 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 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 al Adendo No. 1 por el cual se complementa el Concepto Técnico No. CT-4280 correspondiente a la **segunda revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio de Suelos y Geotecnia, el cual incluye el Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas, para el Proyecto Prados de la Colina II, que contempla la construcción de siete torres de doce pisos cada una con sótano común, localizado en la Calle 135 con Avenida Boyacá de la ciudad de Bogotá D.C., en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO PRADOS DE LA COLINA II

El estudio entregado para revisión por esta sociedad indica que en el lote localizado en la esquina nor-oriental de la Calle 135 con Avenida Boyacá en la ciudad de Bogotá, D.C. (Figura 1), para el proyecto se contempla la construcción de siete torres de doce pisos de altura con sótano común a nivel -3.0 m bajo la superficie de la Avenida Boyacá, de acuerdo a los resultados de cargas preliminares, se tiene una carga en proyección sobre la cimentación de 10 T/m^2. Para el sistema de cimentación de las edificaciones se presentan dos alternativas, la primera contempla una cimentación conformada por pilotes de tipo pre-excavado y fundido in-situ que trabajarán por fricción en los suelos del perfil, estos pilotes alcanzarán profundidades entre los 40 y 45 m. La segunda alternativa incluye la construcción de una placa de cimentación que tomara el 30% de la carga total, y el 70% restante será tomado por los pilotes en concreto. Con el fin de lograr que tanto la placa como los pilotes trabajen en conjunto los pilotes contaran con longitudes entre 22 y 25 m.

El lote del proyecto corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadas:

114.547 N 100.829 E

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

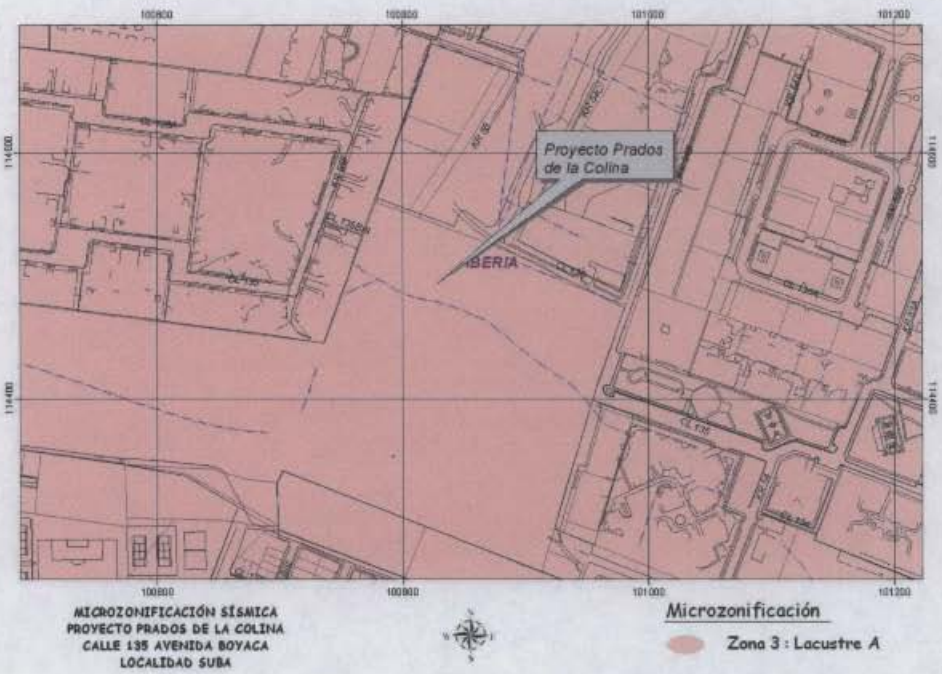


Figura 1 Localización del Proyecto Prados de la Colina II

El Estudio de Suelos y Geotecnia para las edificaciones del proyecto Prados de la Colina II fue realizado por la firma Luis Fernando Orozco Rojas y CIA. Ingenieros Consultores Suelos y Cimentaciones, mientras que el estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, PhD., con el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe presentado para el proyecto Prados de la Colina II, se hizo 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.

El concepto técnico No. CT-4217 de Octubre 3 de 2005 relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo se transcribe a continuación, con referencia a los requerimientos pertinentes del decreto antes mencionado.

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

En el informe se define la localización del proyecto de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 3 de Lacustre A. Esta ubicación está de acuerdo con el Decreto 074 de 2001 (Figura 1 del presente concepto técnico).

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.

Para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto se realizaron nueve (9) perforaciones, con profundidades que varian entre los 10 y 50 m. En los sondeos más profundos se llevaron a cabo ensayos de penetración estándar y se tomaron muestras inalteradas a las cuales se les realizaron ensayos de laboratorio para determinar las propiedades dinámicas, de resistencia y deformabilidad de los materiales.

La investigación de campo, información de otros estudios, y los resultados de los ensayos de laboratorio realizada permitió una caracterización de la estratigrafía en el sitio de proyecto hasta la profundidad explorada (50 m), usando el mapa de espesor de sedimentos del estudio de microzonificación sísmica de Bogotá se muestra que a los 75 m se ubica el techo de la roca para el sitio de interés.

En el informe no se indica la manera como se extendió el perfil de suelos hasta los 75 m donde se ubico el techo de la roca, se le solicita al consultor que amplié en este particular.

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.

Según el texto del informe se realizo un ensayo de Down-Hole hasta 50.0 m de profundidad, sin embargo, en el informe no se presenta la figura de profundidad vs. tiempo de viaje, correspondiente al ensayo de Down-Hole. Se le solicita al consultor incluya ésta figura, de manera se pueda evaluar la validez del ensayo.

Además de lo anterior en el informe no se explica la manera en que el perfil de velocidades fue extendido hasta los 75 m de espesor, adicional a lo anterior, en el informe no se explican las consideraciones tenidas en cuenta para fijar la velocidades a profundidades mayores (Roca), en la tabla 3.1 se indica un valor de 1100 m/s, pero no se comenta de donde proviene ese valor. Es necesario ampliar en este particular con el objeto de validar el perfile propuesto.

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 obtenidas a cuatro (4) diferentes profundidades: 5, 15, 25 y 35 m, respectivamente. Con los resultados obtenidos de estos ensayos se determinaron las propiedades de rigidez y amortiguamiento del suelo en un amplio intervalo de deformaciones, necesario para adelantar un análisis de la respuesta dinámica del sitio. En las figuras 3.6 y 3.7 se presentan los puntos obtenidos para el ajuste de las gráficas, se le solicita al consultor indique las razones por las cuales no se obtuvieron datos inferiores a 0.1 y 0.01 para algunos tipos de material.

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

En el estudio se propone utilizar un total de ocho (8) acelerogramas, dentro de los cuales se presenta una inconsistencia, pues en la tabla 2.3 de sismos seleccionados se incluye como evento número 8 el registro de Michoacán (México-1985) con una aceleración máxima de 0.08, la cual no corresponde al acelerógrama exigido en el decreto, es necesario que el consultor aclare sobre este aspecto y tome las correcciones correspondientes al caso.

En el informe no se describe que componente del movimiento se selecciono para la modelación de la respuesta. También se debe aclarar si para la modelación de la respuesta se uso toda la señal del registro o solo se uso la ventana del registro que corresponde a las ondas de corte, esto es muy importante desde que el programa para modelación de la respuesta solo considera ondas de corte.

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 cumple con este requerimiento mediante la utilización del programa EERA que considera la propagación unidimensional de ondas de corte.

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.

El informe presenta en la figura 3.14 una comparación de los espectros mínimo y máximo de la zona 4 del estudio de microzonificación sísmica de Bogotá D.C., así mismo se presentan los espectros promedios obtenidos mediante el análisis de respuesta, sin embargo estas comparaciones deben realizarse con respecto a los espectros obtenidos en cada caso para cada registro por separado, y también se debe incluir el registro del sismo de Tauramena, correspondiente al estudio de microzonificación, como lo exige el Decreto 074 de 2001.

Por otra parte la validez de los espectros de respuesta en superficie está condicionada a aclarar las inconsistencias y dudas planteadas.

5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA DICIEMBRE DE 2005

En relación a esta segunda revisión, llama la atención el comunicado de Noviembre 29 de 2005 del Dr. Jorge Alberto Rodríguez dirigido al Dr. Luis Fernando Orozco, Referencia "Estudio sísmico edificio calle 135 Av. Boyacá", en este comunicado en el cuarto párrafo se afirma: "*Se debe anotar que las observaciones de dicho concepto técnico no estaban fundamentadas, y en realidad corresponden a observaciones que habían sido hechas para otros informes ...*", estas afirmaciones no son ciertas, pues las observaciones realizadas sí corresponden al informe presentado para el proyecto "Prados de la Colina 2", además cada

una de las observaciones presentadas están de acuerdo con los requisitos del Decreto 074 del 2001.

5.1 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.1

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO DESDE LA ANTERIOR REVISIÓN

5.2 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.2

El consultor no atendió las observaciones realizadas.

EL INFORME NO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO.

5.3 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.3

El consultor no atendió las observaciones realizadas.

EL INFORME NO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO.

5.4 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.4

El consultor no atendió las observaciones realizadas.

EL INFORME NO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO.

5.5 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.5

El consultor no atendió las observaciones realizadas.

EL INFORME NO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO.

5.6 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.6

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO DESDE LA ANTERIOR REVISIÓN

5.7 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 4.7

El consultor no atendió las observaciones realizadas.

EL INFORME NO CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO.

6. ADENDO No. 1 AL CT-4280 CORRESPONDIENTE A LA SEGUNDA REVISIÓN CON BASE EN COMUNICACIÓN ELECTRÓNICA DEL CONSULTOR DE FECHA MARZO 15 DE 2006

Una vez recibida la comunicación del consultor de fecha marzo 15 de 2006, la SCG considera que de oficio debe realizar un Adendo al Concepto Técnico CT-4280 emitido en la segunda revisión, de acuerdo con las observaciones que se presentan a continuación:

6.1 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.1

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

6.2 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.2

El consultor indica que en el informe se discute el modelo conceptual que permite hacer la extrapolación del perfil entre 50 y 75m de profundidad. El consultor considera que de una manera concreta en el informe muestra como se hizo la extrapolación.

CUMPLIMIENTO

6.3 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.3

El consultor comenta que los datos del ensayo de down hole se presentan en el anexo al informe. Por otra parte, el consultor explica que los datos asumidos para la roca corresponden bien con los datos normalmente reportados en la literatura, como lo ha comentado en varios otros estudios aprobados previamente por la SCG.

CUMPLIMIENTO

6.4 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.4

El consultor hace notar que en la segunda versión del informe se presenta un comentario sobre las razones por las cuales en los ensayos dinámicos no se obtuvieron datos para deformaciones inferiores a 0.1 y 0.01.

CUMPLIMIENTO

6.5 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.5

El consultor reconoce que hay un error de digitalización en la tabla 2.3 y aclara que el sismo que se presenta en la figura 2.1h si corresponde con el de la microzonificación. Por otra parte, el consultor argumenta que la solicitud de la SCG relacionada con la ventana del registro de las ondas de corte va más allá de los requerimientos del decreto 074 de 2001, lo cual en principio lo acepta la sociedad. El consultor comenta que en los análisis de respuesta se utilizó toda la señal de los acelerogramas, como es la práctica aceptada a nivel mundial en este tipo de estudios.

CUMPLIMIENTO

6.6 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.6

EL INFORME CUMPLE CON ESTE REQUERIMIENTO DESDE LA PRIMERA REVISIÓN

6.7 ATENCION DADA A LA OBSERVACIÓN 5.7

El consultor hace notar que las figuras donde se comparan los espectros máximo y mínimo incluyen el análisis realizado para el sismo de Tauramena. Por otra parte, el consultor reitera que la información se presenta como se ha presentado siempre en este tipo de estudios y aceptada en todos los que se relacionan en el capítulo 4 del informe.

CUMPLIMIENTO

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado del Adendo No. 1 por el cual se complementa el Concepto Técnico CT-4280 correspondiente a la segunda revisión, se concluye que el estudio de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas del proyecto en referencia está completo a la luz de los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001.

Revisó y Aprobó:

ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Presidente y Representante Legal
Sociedad Colombiana de Geotecnia

Revisó:

ING. JUAN CARLOS PADILLA R.
Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos
DPAE

VoBo:

ING. DIANA AREVALO SANCHEZ
Jefe Estudios Técnicos y Conceptos
Area de Investigación y Desarrollo
DPAE

Aprobó:

ING. GUILLERMO AVILA ALVAREZ
Coordinador de Investigación y Desarrollo
DPAE