CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4874
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1 INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Adriana López Moncayo - Curaduría No 3
PROYECTO:	**CENTRO EMPRESARIAL Y DEPORTIVO COLSUBSIDIO CALLE 53**
LOCALIDAD:	13 Teusaquillo
UPZ:	104 Parque Simón Bolívar - CAN
BARRIO:	Nicolás de Federman
DIRECCIÓN:	AK 30 No. 52A-77
CHIP:	AAA0054SWSY
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	JEOPROBE Ltda.
FECHA DE EMISION:	Julio 10 de 2007

2 ANTECEDENTES

En el Decreto 193 del 08 de junio de 2006, por el cual se complementa y modifica el Código de Construcción de Bogotá, D.C., se adoptan los espectros de diseño y las determinantes del estudio de Microzonificación Sísmica, se establece que las construcciones y edificaciones nuevas de cualquier indole que se levanten en Bogotá Distrito Capital, deberán diseñarse y construirse dependiendo de la zona en la cual se encuentren según la zonificación sísmica adoptada a través de los artículos anteriores, acogiendo al efecto el espectro 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 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 193 de 2006, 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 presente concepto técnico corresponde a la **primera revisión** realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del informe *"Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Centro Empresarial y Deportivo Colsubsidio Calle 53"* elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en el predio ubicado en la AK 30 No. 52A-77, que se remite como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con el consultor, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de dos edificaciones principales, una de ellas a lo largo del paramento contra la Calle 53, en la cual estarán localizadas las grandes salas o auditorios del Centro de convenciones, en la primera planta; la piscina en el segundo piso y canchas múltiples en el tercer piso. También existirán canchas de microfútbol en el cuarto y quinto nivel. El segundo edificio paralelo a la conectante de la Calle 53 con Carrera 30, albergará las oficinas, salas de conferencias, baños y un restaurante en la primera planta; salones juveniles, canchas de squash, aulas, etc., en la segunda planta y bolos y gimnasio en las dos plantas superiores. Además el proyecto contará con dos sótanos cubriendo prácticamente la totalidad de los terrenos utilizados como parqueaderos.

En la Figura 1 del presente concepto se ilustra la localización del lote del proyecto, que corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadamente:

105100 N 99700 E

El informe *"Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Centro Empresarial y Deportivo Colsubsidio Calle 53"* fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma LFO Ltda. y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

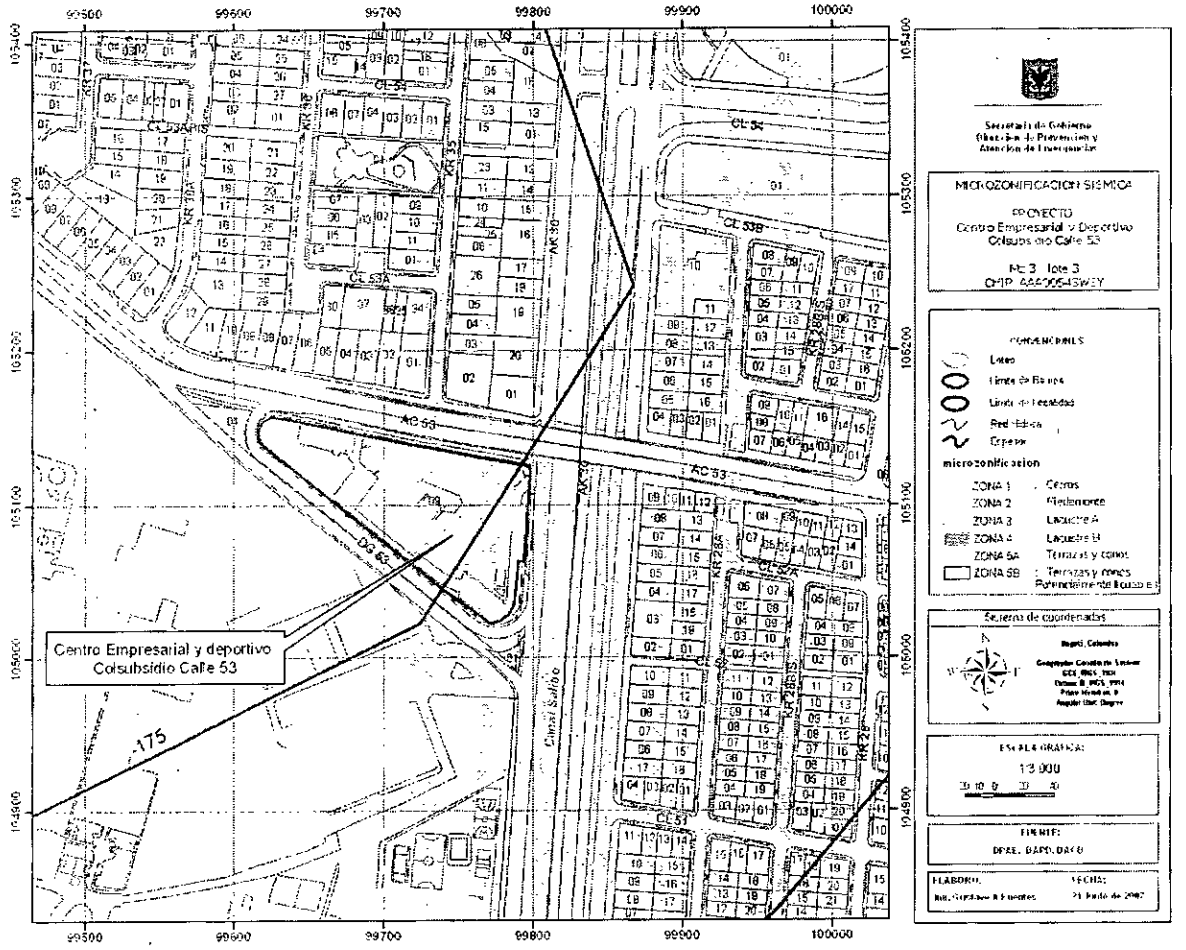

Figura 1. Localización del Proyecto Centro Empresarial y Deportivo Colsubsidio Calle 53

4 REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe presentado para el proyecto Centro Empresarial y Deportivo Colsubsidio Calle 53 en Bogotá D.C., se hace a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 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 193.

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 el numeral 1.1 y 3.2, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la Zona 3 (Lacustre A) según el decreto 193 de 2006, la cual es consistente con la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto.

El estudio CUMPLE con 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.

De acuerdo con el Numeral 1.3.2 y 3.2, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto la firma LFO Ltda. realizó diez (10) perforaciones las cuales alcanzaron profundidades entre 10 y 40 m, donde se obtuvieron muestras remoldeadas e inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. El resultado de estas perforaciones fue complementado con ensayos de resistencia con veleta de campo, de penetración estándar y de resistencia a la penetración con cono. Adicionalmente, se ejecutó la perforación 11 de 50 m de profundidad, en la cual se realizo la prueba de Down Hole y se obtuvieron muestras inalteradas para los ensayos dinámicos de laboratorio. Los registros de perforación de los sondeos 1 a 10 junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe.

Sin embargo, es necesario que el consultor anexe el registro de perforación y localización del sondeo 11 de 50 m de profundidad.

Según el numeral 3.2, la investigación de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio realizados permitieron una caracterización de la estratigrafía en el sitio de proyecto hasta la profundidad explorada como se describe:

- De 0.0 a 0.7/1.1 m: Recebos arcillosos y arenosos.
- De 0.7/1.1 a 2.2/4.0 m: Arcillas café con raíces de consistencia media que disminuye en profundidad.
- De 2.2/4.0 a 32 m: Limo arcilloso café de consistencia media.
- De 32 a 32.9/33.5 m: Arena fina café densa.
- De 32.9/33.5 a 40 m: Limo arcilloso café de consistencia media a firme.

Es necesario que el consultor presente la información de la estratigrafía que se encuentra entre los 40 m y los 50 m.

Después de 50 m y hasta los 175 m, donde el consultor basado en el mapa de espesores de sedimento que indica que esta entre 175 y 200 m, adoptó la profundidad aproximada del basamento rocoso, el perfil geotécnico se complementó según el informe con los resultados de un ensayo down hole que alcanzó los 100 m realizado en la calle 26 con carrera 30, a partir de esta profundidad y hasta los 175 m, considera la presencia de la formación Subachoque formada por arenas donde los valores de Vs varían con un valor exponencial n de 0.2 con la profundidad.

Se recomienda al consultor ajustar el perfil estratigráfico de acuerdo con la perforación de INGEOMINAS (N49) hasta los 188 m de profundidad incluida en la información geotécnica del proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con 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.

Según los numerales 1.3.2 y 3.2, en el sondeo adicional No 11 se indica la realización de un ensayo de Down-Hole a una profundidad de 50 m que lo realizó la firma AM Ingenieros, aunque en el registro aparece ejecutado por LFO, con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs. En la figura 3.4 se indican los resultados de los ensayos Down Hole ejecutados en el Colegio Colsubsidio sede Norte y en la calle 26 con carrera 50. El perfil de Vs hasta 175 m de profundidad se adopta aumentando la velocidad en proporción a un exponente de n igual 0.2 de la profundidad para tener en cuenta el efecto del confinamiento. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

2 – 5 m	101 m/s
5 – 10 m	78 m/s
10 – 17 m	67 m/s
17 – 30 m	89 m/s
30 – 36 m	98 m/s
36 – 44 m	121 m/s
44 – 50 m	143 m/s

Es necesario que el consultor aclare y justifique los siguientes aspectos:

- La localización del ensayo ya que el Down Hole aparece como proyecto Colegio CEI Colsubsidio sede Norte.
- Quién ejecutó el ensayo Down Hole y anexar los resultados del mismo firmados por el profesional responsable.

Se recomienda que el consultor revise cuidadosamente la interpretación de los valores de velocidad de onda medidos en el Down hole, dado que: son notoriamente inferiores a los reportados en proyectos cercanos con propiedades geotécnicas muy similares; las velocidades de onda cortante medidas en las pruebas de laboratorio de bender element reportan valores de 75, 67 y 89 m/s para las muestras a 10, 19 y 39 m de profundidad respectivamente, son similares a los medidas en campo, a diferencia de lo esperado por la alteración que sufren las muestras en los proceso de muestreo; y la relación de poison calculada a partir de los datos de campo oscila entre 0.47 a 0.49, diferente a los valores típicos de 0.4 reportados de para este material.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 a muestras obtenidas con tubo Shelby a cuatro profundidades diferentes: 10, 20, 31 y 40 m. Para cada profundidad se ejecutaron pruebas de bender element y triaxiales cíclicos de esfuerzo controlado. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan anexos al informe, aunque faltan los resultados del ensayo de bender element para la muestra obtenida a los 31 m. Se observa concordancia entre los datos obtenidos en el laboratorio y los presentados en las figuras 3.6 y 3.7.

El estudio 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.

En el estudio se utilizaron un total de 12 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE y un sismo de los utilizados en el estudio de Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7 del decreto 193 de 2006.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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.

En el estudio se realizan análisis unidimensionales mediante la utilización del programa EERA (Bardet et al, 2000), que considera la propagación unidimensional de ondas de corte horizontal con un método lineal equivalente para tener en cuenta las variaciones del amortiguamiento y el módulo de corte con la deformación en los suelos del perfil. Los datos de los análisis se presentan en las Tablas 3.1 y 3.2, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en la Figura 3.8.

Es necesario aclarar porqué no existe coherencia entre el modelo empleado para el análisis unidimensional y el perfil estratigráfico y explicar que criterio se utilizó para asignar las curvas dinámicas a los diferentes materiales, ya que las curvas obtenidas mediante las pruebas de laboratorio no coinciden con las asignadas al modelo.

Adicional a lo anterior, el cumplimiento de este numeral esta condicionado a las aclaraciones de los puntos 4.2 y 4.3 y se sugiere utilizar las señales que actualmente se encuentran aprobadas por parte de DPAE en la página www.sire.gov.co.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

4.7 Evaluación del potencial de licuación en los suelos susceptibles a licuarse.

Debido a que el sitio del estudio se encuentra en la zona 3 (Lacustre A), y a que en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arenas sueltas, limpias y saturadas, no es necesaria la evaluación del potencial de licuación.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.8 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.

Este numeral se revisará una vez se aclaren por parte del consultor todas las observaciones anteriores.

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 193 de 2006. Para poder conocer con certeza la validez de los espectros de respuesta obtenidos y del recomendado en el estudio evaluado, primero deben aclararse y complementarse los puntos antes mencionados.

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 193 de 2006

Elaboró
CARLOS JAVIER PEDRAZA A.
Ingeniero Civil, MSc (c) Geotecnia
M.P. 15202098211BYC

Revisó
FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA
Coordinación Estudios Técnicos

Aprobó
GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ
Subdirector Investigación y Desarrollo

Vo.Bo.
DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS
DIRECTORA