1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5888
1.2	ÁREA:	TÉCNICA Y DE GESTIÓN
1.3	COORDINACIÓN:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2010ER9516, 2010ER9920, 2010ER10418, 2010ER10863
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	43274

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	JOSÉ JOAQUÍN ÁLVAREZ CURADURÍA URBANA No.4
2.2	PROYECTO:	SERRANIA DE LOS NOGALES
2.3	LOCALIDAD:	2 CHAPINERO
2.4	UPZ:	88 EL REFUGIO
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	LOS ROSALES
2.6	DIRECCIÓN:	CALLE 79B No. 4 - 26
2.7	CHIP:	AAA0093FDNN
2.8	ÁREA DEL PREDIO APROXIMADA	10426.5 M2
2.9	FECHA DE EMISIÓN:	4 DE AGOSTO DE 2010
2.10	EJECUTOR DEL ESTUDIO:	ESPINOSA Y RESTREPO Ltda.

3 INTRODUCCIÓN

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 índole 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 **segunda revisión** realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del informe "Análisis de Microzonificación Local para los edificios a construirse en la calle 79B entre carrera 4 y 5 de Bogotá donde actualmente funciona el Colegio Colsubsidio" elaborado por el Ing. Carlos Restrepo, para el proyecto "Serranía de los Nogales" a construirse en el predio ubicado en la Calle 79B No. 4 - 26, el cual fue radicado el 6 de Julio de 2010 mediante oficio 2010ER9516, por el Ing. José Joaquín Álvarez de la Curaduría Urbana No.4. Información complementaria fue radicada el 14 de julio de 2010 mediante oficio 2010ER9920, por el Ing. Carlos Restrepo. Posteriormente, el Ing. Carlos Restrepo radicó el oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión 2010ER10418 el 23 de Julio de 2010 y el 29 de Julio de 2010 se recibió información complementaria al oficio aclaratorio mediante radicado Fopae 2010ER10863.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "SERRANIAS DE LOS NOGALES"

De acuerdo con el consultor, el proyecto contempla la construcción de 3 edificios de 8 pisos y entre 1 semisótano y 3 sótanos de acuerdo con la topografía del lote (hacia la carrera 4 costado oriental del predio 3 sótanos y hacia la carrera 5 costado occidental del lote 1 semisótano) en mampostería estructural y/o pórticos de concreto con luces entre ejes de muros y/o columnas hasta de 6 m.

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

107100 N 103200 E

El informe "Análisis de Microzonificación Local para los edificios a construirse en la Calle 79B entre Carrera 4 y 5 de Bogotá donde actualmente funciona el Colegio Colsubsidio" fue elaborado por el Ing. Carlos Restrepo Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma Espinosa y Restrepo S.A., de un ensayo Down Hole realizado por la firma AM INGENIEROS y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Universidad de los Andes.

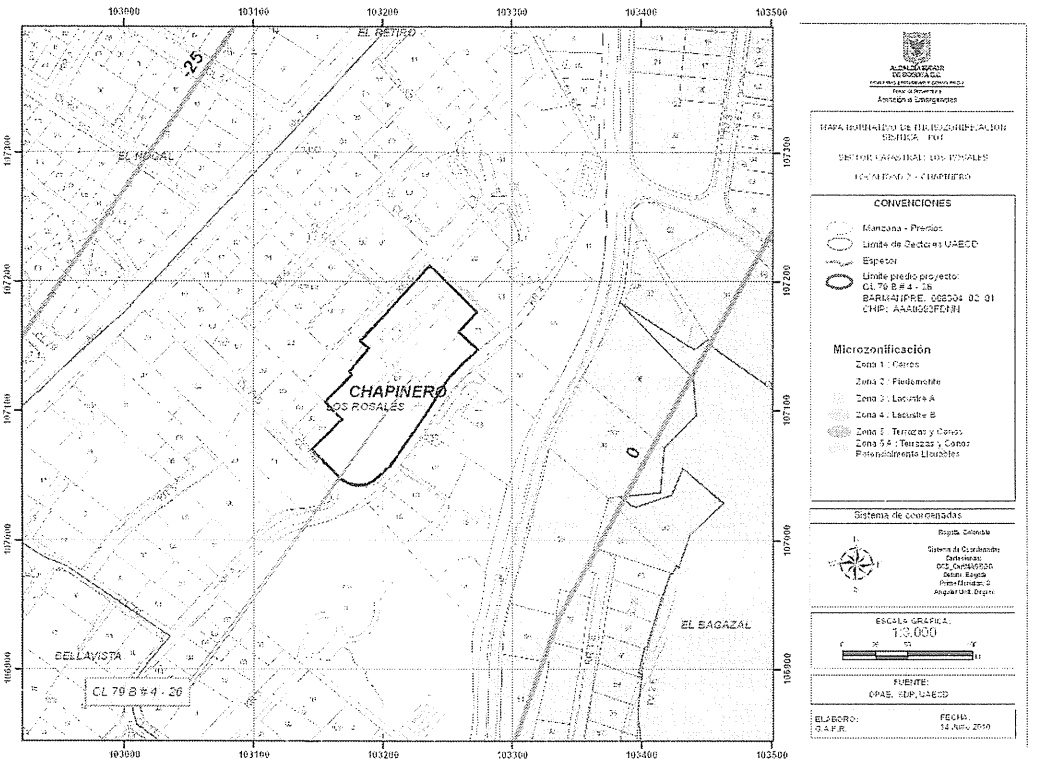

Figura 1. Localización del proyecto Serranía de los Nogales

5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- RAD FOPAE: 2010ER9516 Y 2010ER9920

El concepto técnico CT-5867 de Julio 21 de 2010 emitido por la DPAE relacionado con la primera revisión del estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación.

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

En el numeral 1 del informe presentado por el consultor, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la Zona 2 - Piedemonte según el Decreto 193 de 2006, lo cual es consistente con la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

5.2 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 2 y el Anexo 2 el informe, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el sitio del proyecto la firma Espinosa y Restrepo S.A., realizó nueve (9) perforaciones que alcanzaron entre 3.0 y 20.0 metros, realizadas con un equipo de rotopercusión, cuyos resultados se complementaron con ensayos de penetración estándar y penetrómetro manual. De las perforaciones se obtuvieron muestras inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. En el sondeo No. 9 (10 m) se ejecutó la prueba de Down Hole, por parte de la firma AM Ingenieros. Los registros de las perforaciones junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe. Según el numeral 2.1 del informe, 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 a 0.5/2.80 m: Capa vegetal y/o relleno heterogéneo compuesto por limo orgánico arenoso, gravas y escombros.
- De 0.50/2.80 a 3.0/12.0 m: Arcilla arenosa con gravas de consistencia dura. De acuerdo al ensayo SPT se obtuvieron valores entre 5-77 golpes.
- De 3.0/12.0 a 15.0 m: Arcillolita algo arenosa rojiza con gravas de consistencia muy dura. De acuerdo al ensayo SPT se obtuvieron valores entre 83-100 golpes.

Adicionalmente, con lo enunciado en la información complementaria radicada mediante oficio 2010ER9920 de 14 de Julio de 2010, se adjunta el sondeo No. 6 realizado en el predio ubicado en la Calle 73A No. 0-51, el cual profundiza en roca 5 m, con lo cual cumple con lo expuesto en el Decreto 193 de 2006 respecto a la profundidad mínima de exploración (Artículo 6º).

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

5.3 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 numeral 2.3 del informe, en el sondeo No. 9 de 10 m se ejecutó un ensayo de Down-Hole realizado por la AM Ingenieros. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados del ensayo ejecutado.

Profundidad (m)	Vs (m/s)
0-4.0	129
4.0-10.0	374

Junto con el oficio 2010ER9920, el consultor adjunta el resultado del ensayo Down Hole del predio ubicado en la Calle 73A No. 0-51, el cual alcanzo 16 m de profundidad.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

5.4 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.).

Según el numeral 3.1 del informe se presenta la tabulación realizada a partir de las curvas interpretadas de los ensayos dinámicos de triaxial cíclico de deformación controlada, velocidad de onda y columna resonante a las muestras obtenidas a 6.5 m de profundidad del sondeo No. 9. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan en el anexo 4 del informe. Las curvas dinámicas presentadas para el estrato No. 2 muestran concordancia con los ensayos del laboratorio ejecutados. En cuanto a las curvas dinámicas empleadas para los estratos No. 1 y 3, estas se obtuvieron a partir de correlaciones del índice de plasticidad (IP) y esfuerzo de confinamiento.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

Según el numeral 3.2 del informe, en el estudio se utilizaron un total de 16 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7 del Decreto 193 de 2006.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

5.6 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.

De acuerdo con lo enunciado en el numeral 3.2 del informe, para la realización del análisis de respuesta dinámica se realizó un modelo bidimensional del sitio de estudio el cual fue ejecutado mediante el programa QUAKE, basado en el método de los elementos finitos que considera la propagación de ondas de corte horizontales 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.

De acuerdo a la información complementaria contenida en el comunicado con radicado 2010ER9920 del 14 de julio de 2010, se presentan los resultados de un ensayo de Down Hole realizado en el predio ubicado en la Calle 73 No. 0-59 en los cuales se reportan velocidades de onda de corte entre 467 m/s y 494 m/s para profundidades entre 10.0 m y 16.5 m; sin embargo, en la Tabla 3 del informe, en la cual se recopilan los datos empleados en análisis de respuesta dinámica realizado, la velocidad de corte empleada para profundidades mayores a 10 m es de 374 m/s.

Se solicita al consultor:

- Realizar el análisis de respuesta dinámica teniendo en cuenta la velocidad de onda reportada por el ensayo de Down Hole del predio ubicado en la Calle 73 No. 0-59 para profundidades comprendidas entre 10 m y 15 m.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

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

Debido a que el sitio del estudio se encuentra en la Zona 2 - Piedemonte 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.

5.8 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 sean aclaradas las observaciones del punto 5.6 del presente concepto técnico.

Se solicita al consultor:

- Aclarar cuál es el espectro de diseño propuesto, dado que la Tabla No. 6 del informe contiene los parámetros del espectro propuesto, que difieren de aquellos que se encuentran graficados en las Figuras 33, 34, 35, 36, 37 y 38 del informe.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO – RAD FOPAE: 2010ER10418, 2010ER10863

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del estudio "Análisis de Microzonificación Local para los edificios a construirse en la calle 79B entre carrera 4 y 5 de Bogotá donde actualmente funciona el Colegio Colsubsidio" que se remite como estudio sísmico local y del oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión, 2010ER10418 de 23 de Julio de 2010, e información complementaria radicada mediante radicado Fopae 2010ER10863 de 29 de Julio de 2010, se efectúa siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

El propósito de la revisión es corroborar 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.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

6.2 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.

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

6.4 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 CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

6.5 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 desde la primera revisión.

6.6 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.

De acuerdo con la información contenida en el oficio aclaratorio con radicado Fopae 2010ER10863, el perfil de velocidad de corte (v_s) empleado en el análisis bidimensional, fue complementado con los resultados del ensayo de Down Hole No. 31 realizado en el predio ubicado en la Calle 73 No. 0-59 y de esta manera se completó la información faltante respeto a las velocidades de corte desde 10 m hasta 15 m. Adicionalmente, el consultor indica en su comunicación que el perfil dinámico fue ajustado con las velocidades correspondientes.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

6.8 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.

De acuerdo con la información complementaria del oficio aclaratorio 2010ER10863 de 29 de Julio de 2010, el consultor realiza el análisis bidimensional considerando las velocidades de corte correspondientes a las ensayos de Down Hole No. 31 y 101 y de esta manera responde a los comentarios realizados en el CT-5867 del 21 de Julio de 2010.

Así mismo, con base en los resultados de la modelación el consultor reclasifica el sitio del proyecto a Zona 1 – Cerros y recomienda utilizar como espectro de diseño el mostrado en el oficio aclaratorio 2010ER10863, el cual se presenta en la Figura 2 del presente concepto. El espectro propuesto inicia en 0.24 g y asciende hasta 0.60 g en 0.20 segundos continuando con este valor hasta 0.70 segundos donde desciende hasta una aceleración de 0.47 g en 0.75 segundos y finalmente se presenta un descenso gradual siguiendo el espectro mínimo de la Zona 1 – Cerros hasta una aceleración de 0.07 g para un periodo de 5 segundos.

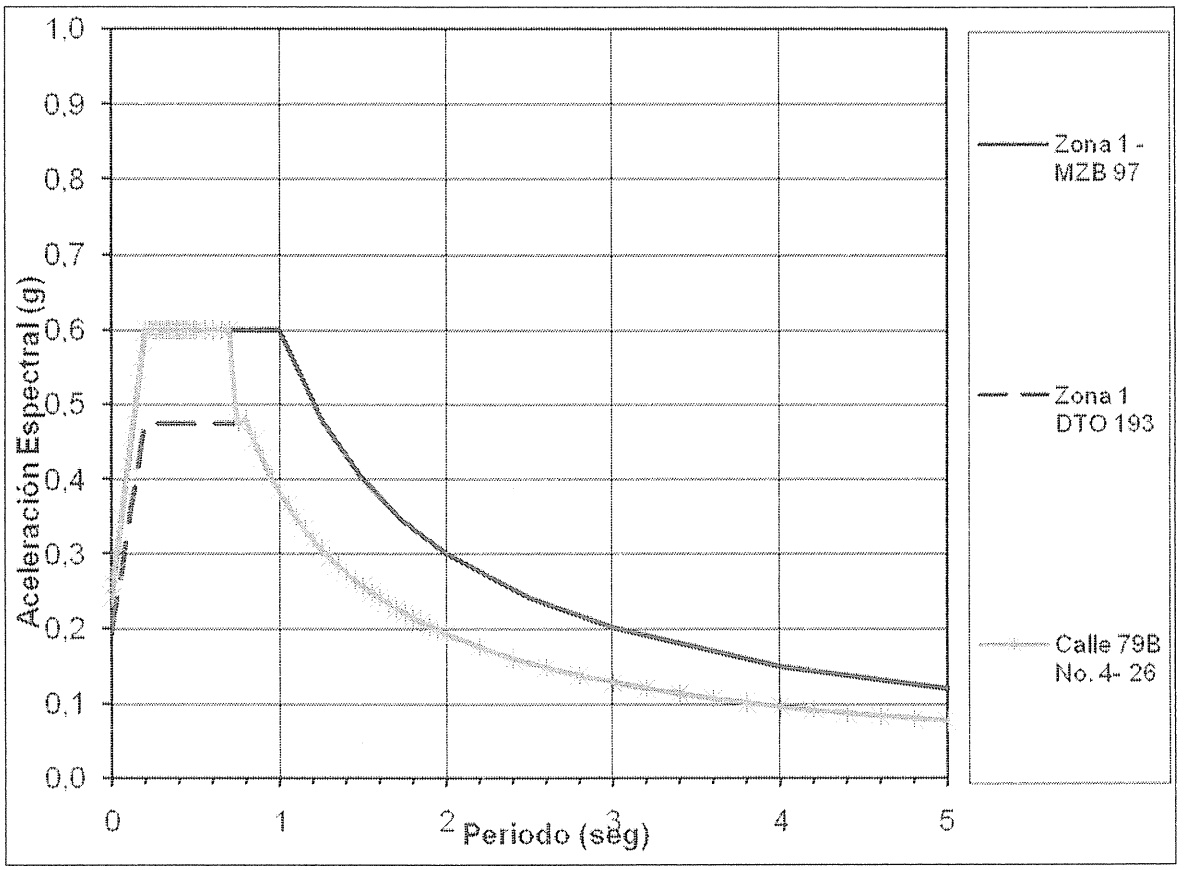

Figura 2. Espectro de diseño recomendado para el Proyecto Serranía de los Nogales

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

7 CONCLUSIONES

Como resultado de la presente revisión, se concluye que el estudio de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas del proyecto en referencia, cumple con los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006.

Se debe aclarar que, el alcance del concepto técnico es la verificación de los aspectos contemplados en el Decreto 193 de 2006 con fundamento en el informe suministrado y no implica hacer un juicio de valor sobre la validez de los sondeos, ensayos, parámetros adoptados, el empleo de software, los análisis de respuesta, los resultados de los análisis y el espectro de diseño recomendado, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en el informe del estudio, limitándose la revisión a verificar el cumplimiento del Decreto.

Elaboró:	Revisó:
ADRIANA LUCÍA BELTRÁN GALVIS Ingeniera Civil, MCE-Geotecnia. M.P. 25202117150CND	**FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA** Responsable de Grupo
Avaló: **GLADYS PUERTO CASTRO** Responsable de la Coordinación de Investigación y Desarrollo	

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co