1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5608
1.2	ÁREA:	TÉCNICA Y DE GESTIÓN
1.3	COORDINACIÓN:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2009ER10542
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	37828

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	JUAN REINALDO SUÁREZ MEDINA CURADURÍA URBANA No. 1
2.2	PROYECTO:	CAMINOS DE SANTA FE
2.3	LOCALIDAD:	1 USAQUEN
2.4	UPZ:	9 VERBENAL
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	SAN ANTONIO NOROCCIDENTAL
2.6	DIRECCIÓN:	DIAGONAL 182 No. 19-75
2.7	CHIP:	AAA0116KPJZ
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	20 DE AGOSTO DE 2009
2.9	EJECUTOR DEL ESTUDIO:	ESPINOSA Y RESTREPO.

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

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

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 su Proyecto Caminos de Santa Fe a Construirse en la Diagonal 183 No. 40-01 en la Ciudad de Bogotá" elaborado por el Ing. Carlos Restrepo, a construirse en el predio ubicado en la Diagonal 182 No. 19-15 de Bogotá. El cual fue radicado el 16 de Junio de 2009 mediante oficio 2009ER8023, por el Arq. Juan Reinaldo Suárez Medina de la Curaduría Urbana No. 1 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006. Posteriormente, el Ing. Carlos Restrepo radicó el oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión 2009ER10542 el 10 Agosto de 2009.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "CAMINOS DE SANTA FE"

De acuerdo con el consultor, el proyecto contempla la construcción de dos torres de 17 y 18 pisos y una zona de plataforma por fuera de la proyección de las torres con un sótano.

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

118000 N 104000 E

El informe "Análisis de Microzonificación Local para su Proyecto Caminos de Santa Fe a Construirse en la Diagonal 183 No. 40-01 en la Ciudad de Bogotá" fue elaborado por el Ing. Carlos Restrepo, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma Espinosa y Restrepo, de un ensayo Down Hole realizado por la firma Ulloa y Díez y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- RAD FOPAE: 2009ER8023

El concepto técnico 5571 de Julio 08 de 2009 emitido por la DPAE relacionado con la primera revisión del estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación.

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

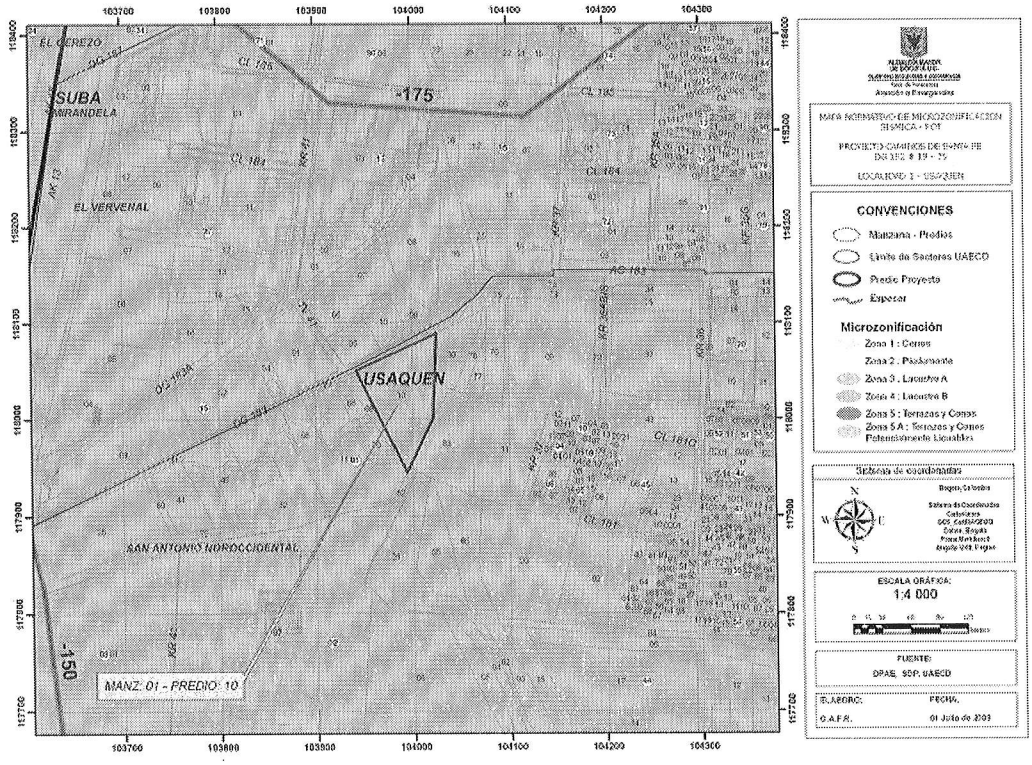


Figura 1. Localización del Proyecto Caminos de Santa Fe.

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 3 - Lacustre A 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 1 el informe, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el sitio del proyecto la firma Espinosa y Restrepo, realizó cinco perforaciones que alcanzaron entre

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

15 y 50 metros, tres realizadas con un equipo de percusión y lavado, cuyos resultados se complementaron con ensayos de penetración estándar y dos realizadas mediante cono estático. De las perforaciones se obtuvieron muestras remoldeadas e inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. En la perforación de 50 m se ejecutó la prueba de Down Hole, por parte de la firma Ulloa y Díez Ltda. y se obtuvieron muestras inalteradas para los ensayos dinámicos de laboratorio. Los registros de las perforaciones junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe.

Según el numeral 2.1, 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 2/4 m: Arcilla habana y/o amarilla de consistencia media.
- De 2/4 a 18/22 m: Limo arcilloso y/o arcilla limosa carmelita de consistencia muy blanda.
- De 18/22 a 28/30 m: Limo arcilloso carmelito grisáceo con presencia de turba de consistencia muy blanda a blanda.
- De 28/30 a hasta la profundidad de explotación (50 m): Arcilla limosa carmelita de consistencia blanda.

Después de los 50 m y hasta los 130 m de profundidad el consultor utiliza la información del sondeo realizado en la Calle 170 con Autopista Norte. Desde los 130 m hasta 160 m donde el consultor indica que se encuentra el contacto del depósito de suelo con la roca (basado en el mapa de espesores de sedimentos del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá), se utiliza la información del sondeo realizado en la Calle 126 con Carrera 29. Los dos sondeos anteriores fueron realizados para el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

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 de 50 m se ejecutó un ensayo de Down-Hole realizado por la firma Ulloa y Díez Ltda, cuyo registro no se encuentra debidamente firmado por un profesional responsable. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados del ensayo ejecutado en el sitio del proyecto.

Profundidad (m)	Vs (m/s)	ν
0-18	130	0.35
18-35	211	0.35
35-50	196	0.35

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

El perfil de Vs desde los 50 m a los 130 m de profundidad se adopta de acuerdo a las mediciones realizadas en la Autopista Norte con Calle 170, con valores que varían entre 170 a 330 m/s, a partir de 130 m se adopta un valor constante de 250 m/s hasta el basamento rocoso.

Se solicita al consultor:

- Anexar el registro del ensayo Down Hole debidamente firmado por un profesional responsable.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 2.5 del informe, se realizaron ensayos dinámicos de triaxial cíclico de esfuerzo controlado y de Bender Elements a las muestras obtenidas con tubo Shelby a 15 y 33 m de profundidad. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan anexos al informe.

Sin embargo, es necesario que el consultor revise el ajuste efectuado con los resultados de los ensayos de laboratorio, en las curvas de variación del amortiguamiento y degradación de módulo de corte con la deformación angular para los estratos 2 y 4 en las figuras presentadas en las páginas 24 y 27. Dichas curvas muestran aparentemente mayores valores de amortiguamiento para el rango de deformaciones comprendido entre 0.002 y 0.04%, en comparación con lo que se podría inferir del ajuste de los mismos resultados de laboratorio a formas características de la curva de amortiguamiento. Para las curvas de degradación del módulo se observa un comportamiento atípico por lo que se recomienda ajustar dichas curvas.

Se solicita al consultor:

- Aclarar el criterio utilizado para normalizar las curvas de los materiales localizados a 15 y 33 m de profundidad, ya que el valor del módulo de corte presentado en las páginas 25 y 28 no corresponde con el medido mediante el bender element,
- Ajustar las curvas de degradación del módulo y de amortiguamiento para los materiales de los estratos 2 y 4.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

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

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 9 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.

En el estudio se realizan análisis bidimensionales mediante la utilización del programa Quake (Geo-slope Internacional, 2000), 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. La malla utilizada para los análisis se presenta en la figura 7 del informe, donde se indica el sitio del proyecto; mientras que las curvas asignadas a los diferentes estratos se presentan en las figuras 10 a 31 del informe junto con los criterios empleados para determinar el comportamiento dinámico.

Sin embargo el cumplimiento de este numeral está condicionado a realizar las aclaraciones y ajustes solicitados en el numeral 5.3 y 5.4 del presente concepto.

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 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.

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 de los puntos 5.3, 5.4 y 5.6.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

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

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO - RAD FOPAE: 2009ER10542

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del estudio "Análisis de Microzonificación Local para su Proyecto Caminos de Santa Fe a Construirse en la Diagonal 183 No. 40-01 en la Ciudad de Bogotá" que se remite como estudio sísmico local y del oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión, 2009ER10542 de Agosto 10 de 2009, 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.

Con el oficio aclaratorio 2009ER10542 de agosto 10 de 2009 el consultor anexa el informe del ensayo de Down Hole realizado por la firma Ulloa y Díez, el cual está debidamente firmado por un profesional responsable.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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.).

En el oficio aclaratorio 2009ER10542 de agosto 10 de 2009 el consultor normaliza las curvas de degradación del módulo de corte a partir de los resultados del ensayo de Bender Elements. Sin

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

embargo las curvas de degradación del módulo y de amortiguamiento presentan un comportamiento atípico que no corresponde a la forma tradicional de dichas curvas, es importante aclarar que la interpretación y formulación de curvas para los análisis de respuesta son de entera responsabilidad del consultor.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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.

En el oficio aclaratorio 2009ER10542 de agosto 10 de 2009 el consultor indica que utilizando las curvas presentadas en las figuras 14 y 15 del oficio, que corresponden a los estratos 2 y 4, se hicieron "nuevos análisis espectrales observando que los resultados obtenidos no cambian".

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.

Con base en los resultados de las nuevas modelaciones, el consultor recomienda reclasificar el sitio del proyecto a zona de transición entre las Zonas 3 (Lacustre A) y 4 (Lacustre B).y utilizar como espectro de diseño el mostrado en las figuras 38, 39 y 40 de estudio, el cual corresponde al espectro promedio de las Zonas 3 y 4 de acuerdo con los resultados del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

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: **CARLOS JAVIER PEDRAZA ALFONSO** Ingeniero Civil, MSc Geotecnia. M.P. 15202098211 BYC	Revisó: **FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA** Responsable de Grupo
Avaló: **GERMÁN BARRETO ARCINIEGAS** 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