



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4910
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local
de Amplificación de Ondas Sísmicas
Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE: Luís Fernando Ballesteros - Curaduría Urbana No 2
Jorge Alberto Rodríguez – JEoprobe Ltda.
PROYECTO: EDIFICIO TR 9B No 127A - 85
LOCALIDAD: 1 Usaquén
UPZ: 14 Usaquén
BARRIO: Bella Suiza
DIRECCIÓN: TR 9B No 127A – 73/85
CHIP: AAA0101DDBR, AAA0101DDCX
TIPO DE RIESGO: Sísmico
EJECUTOR: JEoprobe Ltda.
FECHA DE EMISION: Agosto 3 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 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 párrafo 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



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 "Estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas proyecto Transversal 9B # 127A - 85" elaborado por la firma JEoprobe Ltda. como parte del estudio de suelos y análisis de cimentación "Edificio Transversal 9B # 127A - 85" ejecutado por la firma LFO Ingenieros de suelos Ltda., y del oficio aclaratorio ER8911 de Julio 16 de 2007.

El propósito de la revisión es verificar que el estudio cumpla con lo exigido en el 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.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con el consultor, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de un edificio de siete pisos de altura y dos niveles de sótanos alcanzando profundidades de excavación del orden de 5.75 m por debajo de la superficie actual del terreno. El sótano coincide con la proyección de la torre en los costados norte y sur, cuenta con voladizos y plataformas en los costados oriental y occidental.

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

111906 N 105167 E

El informe "Estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas proyecto Transversal 9B # 127A - 85" 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.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

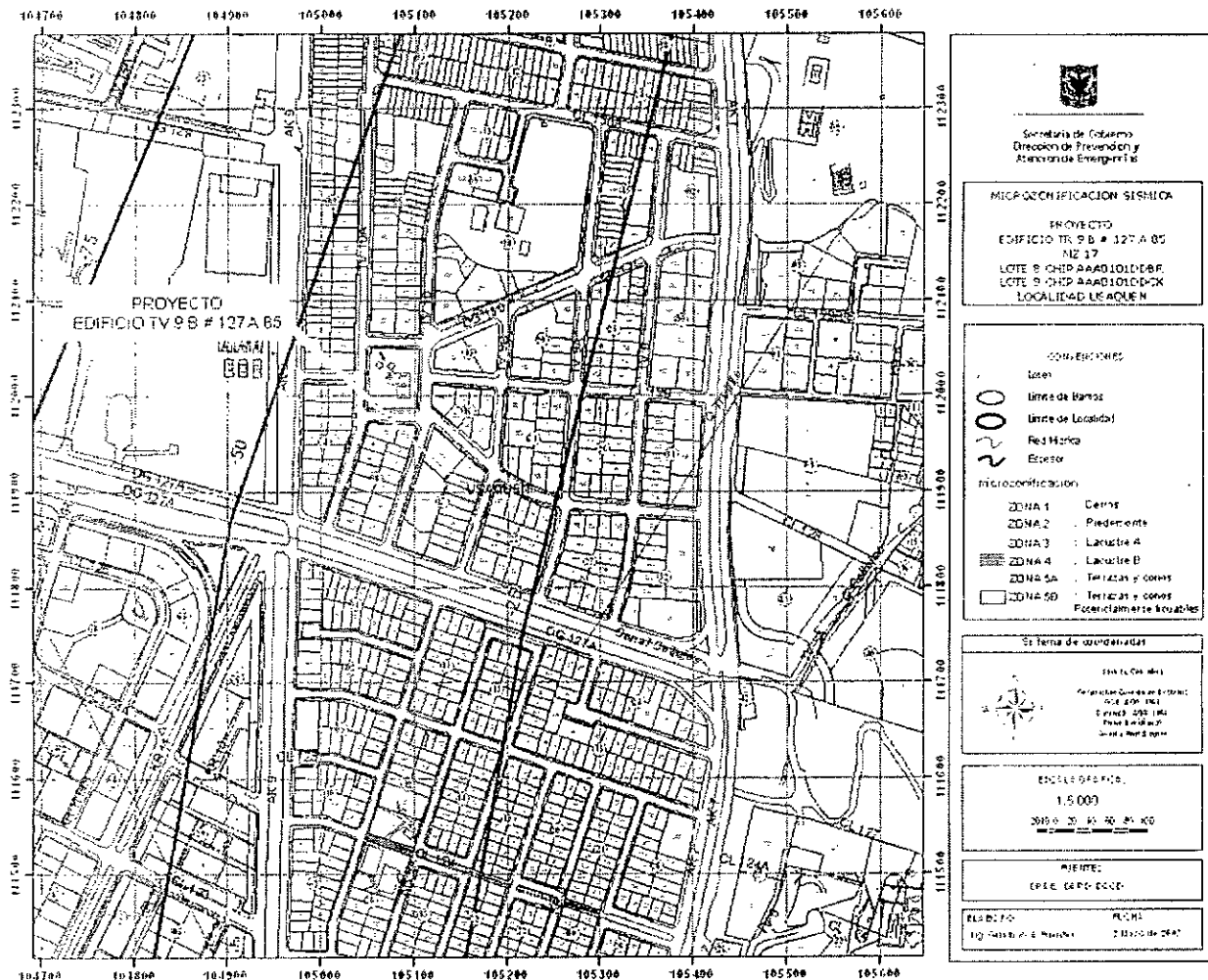


Figura 1. Localización del Proyecto Transversal 9B No 127A – 73/85

4 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO (MAYO DE 2007)

El concepto técnico 4782 de mayo de 2007 emitido por la DPAE relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación:

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

En el numeral 3.2, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la zona 2 (Piedemonte) según el Decreto 193 de 2006, la cual es consistente con la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto.





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 LFO Ltda realizó cuatro (4) perforaciones las cuales alcanzaron profundidades entre 32 y 50 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 a la penetración SPT. Sin embargo, en el informe del estudio de suelos de LFO Ltda. se indica la página 2 que la exploración del suelo realizada se llevo a cabo mediante cuatro perforaciones entre 31 y 46 m de profundidad, además se presentan los perfiles, la ubicación dentro del lote del proyecto y los resultados de laboratorio hasta un profundidad máxima de 46 m.

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 de 46 m como se describe:

De 0 a 1.5/2.4 m. Rellenos heterogéneos.

De 1.5/2.4 a 3.4 m. Arcilla café oscura.

De 3.4 a 17.4/19.5 m. Limo arenoso café con algo de grava y lentes orgánicos.

De 17.4/19.5 a 19.8/22.3 m. Arena fina orgánica café con lentes de grava.

De 19.8/22.3 a 37 m. Limo orgánico café de consistencia alta.

De 37 a 46 m. Intercalaciones de arena fina café y gravas.

Desde 46 hasta 60 m de profundidad, en donde el consultor estimó que esta el basamento rocoso, no se indica claramente cómo se determinó el tipo y características del material con el cual completo el perfil. Es necesario que el consultor aclare la inconsistencia presentada en las profundidades exploradas reportadas en el estudio de respuesta y en el estudio de suelos, la cual debe cumplir el artículo 6 del decreto 193 de 2006, además de aclarar la manera como determinó el tipo y características del material con el cual completo el perfil geotécnico hasta la roca.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 1 se indica la realización de un ensayo de Down-Hole a una profundidad de 50 m que lo realizó la firma AM Ingenieros Ltda., con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs. Los resultados del mismo se indican en la figura 3.3, que a continuación se resumen los valores determinados.

2 – 7 m	131 m/s
7 – 13 m	109 m/s
13 – 20 m	169 m/s
20 – 25 m	102 m/s
25 – 32 m	79 m/s
32 – 40 m	140 m/s
40 – 45 m	259 m/s

Es necesario que el consultor aclare por qué razón el ensayo que se presenta anexo al informe se realizó hasta 45 m de profundidad, pero se indica contradictoriamente en el numeral 1.3.2 y 3.2 del informe que se realizó hasta 50 m de profundidad.

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 tres profundidades diferentes: 10, 27 y 34 m. Para cada profundidad se ejecutaron pruebas de bender element y triaxiales cíclicos de esfuerzo controlado.

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 14 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAAE, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7 del decreto 193 de 2006.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 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 la Tabla 3.1, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en la Figura 3.6.

Como el proyecto se localiza en la zona 2, el consultor se acogió a lo indicado en el numeral 2 del artículo 7 del decreto 193, y efectuó análisis bidimensionales con el programa PLAXIS PROFESSIONAL V7.2 que se presenta en el numeral de "Respuesta Dinámica Bidimensional". Los datos de amortiguamiento, características de la malla de elementos, parámetros de los materiales utilizados, condiciones de frontera y parámetros de los materiales estructurales se presentan en ese numeral y en las figuras 3.9 a 3.11 además de la tabla 3.2. Atendiendo al criterio de reproducibilidad de los resultados, es necesario que el consultor indique la localización de los nodos de registros de las aceleraciones de respuesta. Se debe anotar que para una adecuada revisión del documento es necesario que se garantice la legibilidad del mismo.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

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

Dado que el sitio del estudio se encuentra en la zona 2, y a que en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arenas finas limpias 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.

En el numeral 3.4, el consultor establece el espectro mínimo de Zona 2 como el espectro de diseño. En la tabla 4.1 se presentan los valores espectrales, así como en la figura 3.20 el espectro propuesto. En la Figura 2 del presente concepto se ilustra el espectro propuesto junto con el espectro de la zona 2 de la MZB-97 y el espectros mínimo de la zona 2 establecido en el decreto 193 de 2006. Se aprecia que el espectro propuesto es igual o superior para algunos periodos que el mínimo de la zona 2 establecido en el decreto 193 de 2006.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

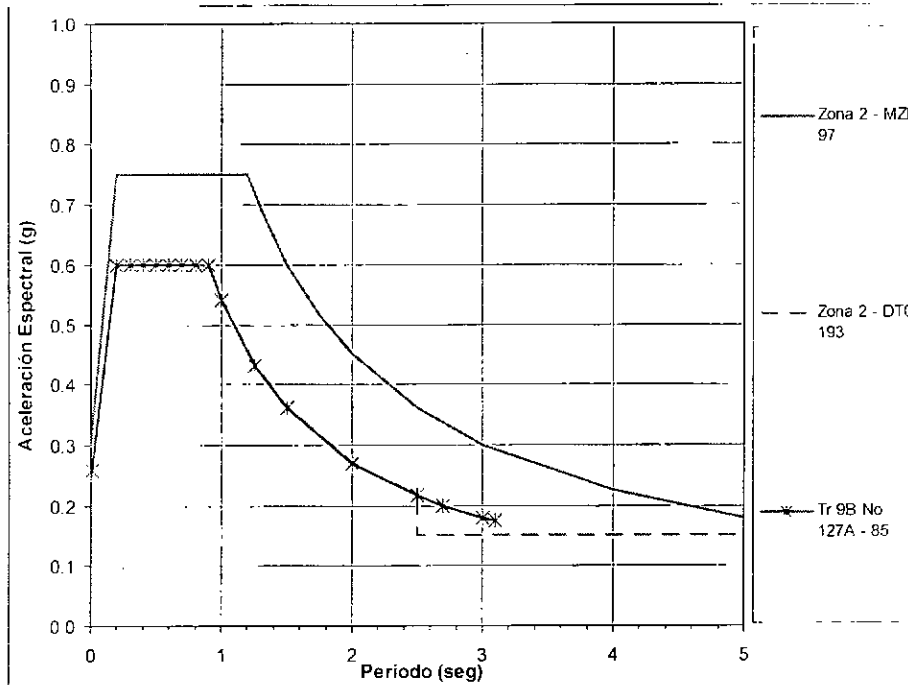


Figura 2. Espectro de diseño recomendado del proyecto Tr 9B No 127A – 73/85
El estudio CUMPLE con este requerimiento.

5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La segunda revisión del informe “Estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas proyecto Transversal 9B # 127A - 85” y del oficio aclaratorio ER8911 de Julio 16 de 2007, se efectúa siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

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.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

En el oficio aclaratorio ER8911 de Julio 16 de 2007 el consultor presenta nuevamente el estudio de suelos donde se aclara que la exploración se realizó hasta 50 m de profundidad.

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.

En el oficio aclaratorio ER8911 de Julio 16 de 2007 el consultor presenta nuevamente los resultados del Down Hole donde se aclara que se realizó la prueba hasta 50 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.).

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

5.5 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.

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 oficio aclaratorio ER8911 de Julio 16 de 2007 el consultor presenta el modelo bidimensional donde indica la localización del nodo de registros de las aceleraciones de respuesta.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

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.

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.


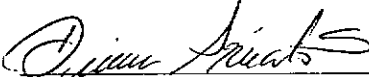

Secretaría
GOBIERNO


DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

6. 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 mínimos 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	FERNANDO JAVIER DÍAZ P. Ingeniero Civil M.P. 25202-093681 CND	
Revisó	DIANA PATRICIA ARÉVALO S. Coordinadora Grupo Estudios Técnicos	
Aprobó	GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ Subdirector Investigación y Desarrollo	

Vo.Bo.	DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS DIRECTORA	
--------	--	--