CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4851
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1 INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Juan Reinaldo Suárez M. - Curaduría 1
PROYECTO:	**BUSINESS PARK 87**
LOCALIDAD:	2 Chapinero
UPZ:	88 El Refugio
BARRIO:	La Cabrera
DIRECCIÓN:	CALLE 87 No 10 - 93
CHIP:	AAA0096TZBS
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	JEOPROBE Ltda.
FECHA DE EMISION:	Junio 26 de 2007

2 ANTECEDENTES

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 **primera revisión** realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del anexo E *"Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Edificio carrera 11 con calle 87 esquina sur oriental"* elaborado por el ing. Jorge Alberto Rodríguez como parte del estudio de suelos y análisis de cimentación para el mismo predio elaborado por la firma AUS y Cia., a construirse en el predio ubicado en la Cl 87 No 10-93, 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 un edificio de tres sótanos a 9.6 m bajo el nivel del andén de la carrera 11 y ocho pisos de altura. La estructura es de concreto reforzado modulada regularmente con columnas y pantallas separadas por luces no mayores a 10 m de longitud.

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

108160 N 103070 E

El informe *"Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto Edificio carrera 11 con calle 87 esquina sur oriental"* fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma AUS y Cia. y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

4 REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe presentado para el proyecto Business Park 87 a construirse en la Cl 87 No 10 - 93 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.

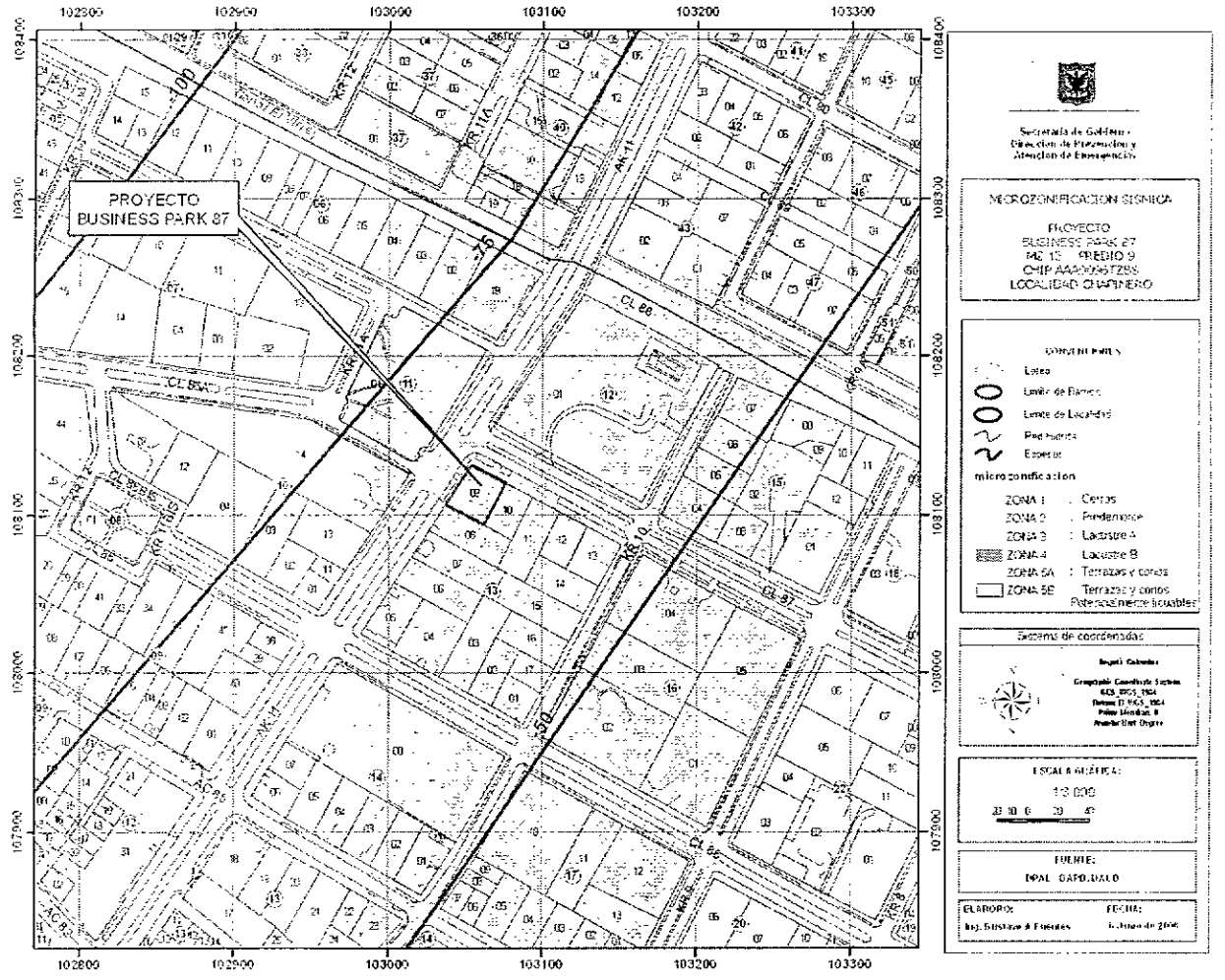


Figura 1. Localización del Proyecto Business Park 87

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) pero muy cerca de la Zona 2 (Piedemonte), en la franja de transición de las dos zonas 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 AUS y Cia cinco (5) perforaciones las cuales alcanzaron profundidades entre 10 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 con veleta de campo y de penetración estándar. En la perforación 4 de 50 m de profundidad, en la cual se realizó la prueba de Down Hole y se obtuvieron muestras inalteradas para los ensayos dinámicos de laboratorio. Los registros de perforación junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe.

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 1.0/2.4 m: Rellenos y capa vegetal.
- De 1.0/2.4 a 2.1/2.4 m: Arcillas café a café oscuro de consistencia media.
- De 2.1/2.4 a 22.9/24.4 m: Arcillas y limos arcillosos café y gris con lentes de turba de consistencia blanda.
- De 21.9/24.4 a 27 m: Arena fina limosa gris con lentes de turba de compacidad media.
- De 27 a 31.4 m: Limos arcillosos café con lentes de turba de consistencia blanda.
- De 31.4 a 38.7 m: Arenas finas café con lentes de limo y compacidad alta.
- De 38.7 a 50 m: Limos arcillosos café con intercalaciones de arena y turba de consistencia media.

Después de 50 m y hasta los 75 m donde el consultor adoptó la profundidad aproximada del basamento rocoso de acuerdo con el mapa de espesores de sedimento que indica que esta entre 50 y 75 m, el perfil geotécnico se complementó según los resultados del estudio de riesgo sísmico para la cuenca del salitre (HMV, 2003), estudio realizado con el fin de definir los regímenes de depositación en la cuenca con base en los cuales se estimó el tipo de materiales predominantes y su comportamiento geotécnico y sísmico. Además fue complementado con las perforaciones de 100 m de profundidad en la Autopista Norte con calles 100 y 170.

El estudio CUMPLE 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 la perforación 4 se indica la realización de un ensayo de Down-Hole a una profundidad de 50 m que lo realizó la firma Ulloa y Díez Ltda., con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs. Los resultados del mismo se indican en la figura 3.4. El perfil de Vs hasta 75 m de profundidad se adopta aumentando la velocidad exponencialmente con la profundidad a la 0.6. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

1 – 23 m	132 m/s
23 – 27 m	196 m/s
27 – 29 m	137 m/s
29 – 32 m	201 m/s
32 – 43 m	166 m/s
43 – 50 m	240 m/s

El estudio CUMPLE 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 dos profundidades diferentes: 4 y 14 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. Para los estratos arenosos el consultor adoptó las curvas de Ishibashi y Zhang, (1993) y para las capas de turba a partir de las recomendaciones de Rodríguez E., (2004).

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 DPAE escalados a los niveles de amenaza definidos en el estudio de Microzonificación, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7 del decreto 193 de 2006. Adicionalmente, el consultor empleó la señal del sismo de México de la Microzonificación, para un total de 15 señales empleadas en los análisis.

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 3.7.

El estudio CUMPLE 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 3, 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.

Con base en los resultados de los análisis el consultor recomienda el espectro de diseño que se presenta en la figura 3.19 y 3.30 del estudio, que se ilustra en la Figura 2 del presente concepto.

Este espectro de respuesta comienza con un valor de Sa de 0.22 g que aumenta hasta llegar a 0.55 g en 0.16 s, luego continua hasta 0.9 s con el valor de Sa constante, finalmente desciende el espectro para luego continuar con los valores promedio entre los mínimos de la Zona 3 y Zona 2 del decreto 193 de 2006.

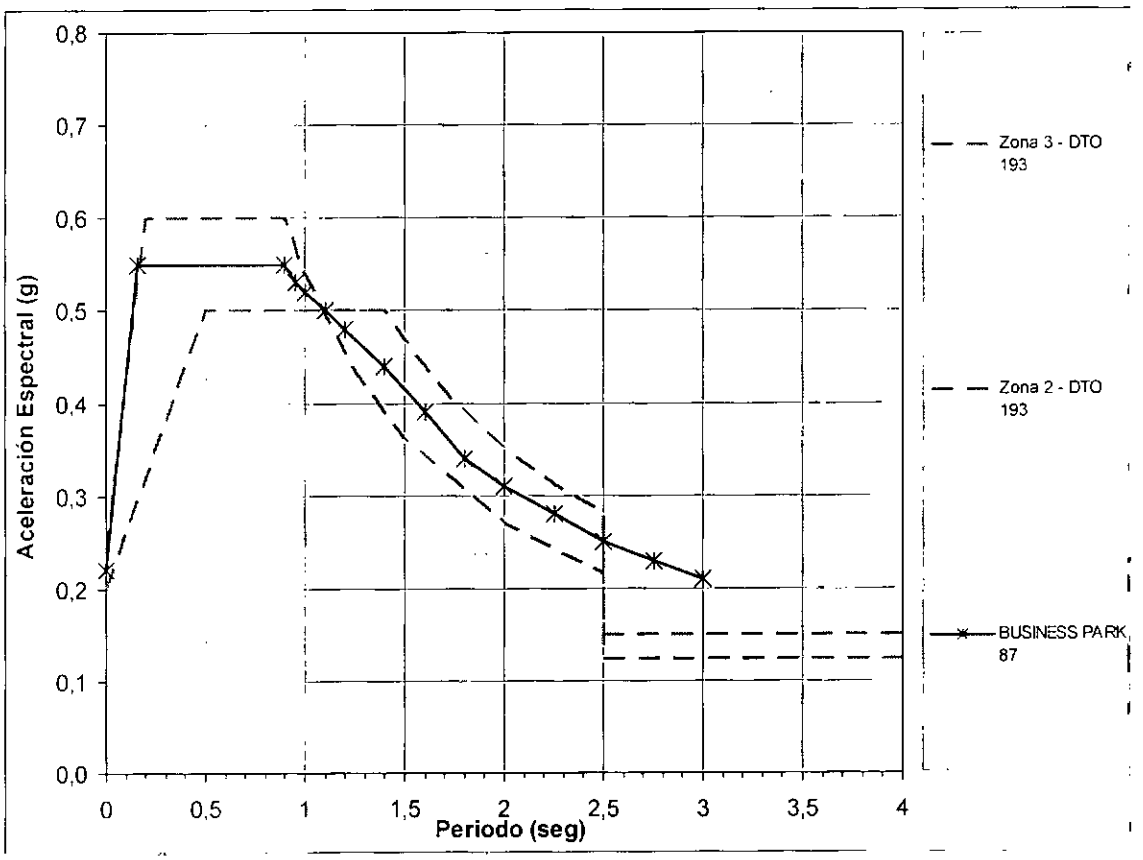


Figura 2. Espectro de diseño recomendado del proyecto Portobello

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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, 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

FERNANDO JAVIER DÍAZ P.
Ingeniero Civil, MSc (c) Geotecnia
M.P. 25202-093681 CND



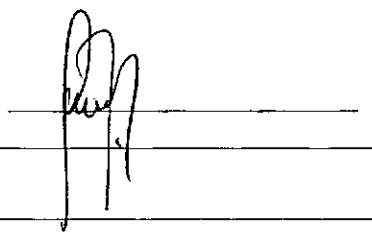
Revisó

DIANA PATRICIA ARÉVALO S.
Coordinadora Grupo Estudios Técnicos



Aprobó

GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ
Subdirector Investigación y Desarrollo



Vo.Bo.

DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS
DIRECTORA

