CONCEPTO TÉCNICO No CT - 5172
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas
Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Arq. Adriana López Moncayo - Curaduría Urbana No 3.
PROYECTO:	**EDIFICIO ORIZZONTE BOSQUE MEDINA**
LOCALIDAD:	1 Usaquén.
UPZ:	14 Usaquén.
BARRIO:	Ginebra.
DIRECCIÓN:	Carrera 5A No. 134-81
CHIP:	AAA0101MATO
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	JEOPROBE Ltda.
FECHA DE EMISION:	Febrero 25 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 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 *"Evaluación del espectro sísmico de diseño para el proyecto Bosque de Medina"* elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en el predio ubicado en la Carrera 5A No. 134-81 en la ciudad de Bogota D.C. El cual fue radicado el 26 de Noviembre de 2007 mediante oficio ER-15972, por la Arq. Adriana López Moncayo de la Curaduría Urbana No.3, remitido como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006 y de la respuesta de observaciones radicada mediante el oficio ER1166 de Febrero 04 de 2008.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de tres torres integradas; Torres A, B y C. La Torre A se encuentra al pie de la carrera sexta, está constituida por tres sótanos y siete pisos. Las Torres B y C, que se encuentran atrás de la Torres A, ladera arriba, están constituidas por cinco sótanos compartidos y once pisos.

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

112750 N 105700 E

El informe *"Evaluación del espectro sísmico de diseño para el proyecto Bosque de Medina"* fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma Luís Fernando Orozco y Cía. Ltda. y un ensayo Down Hole ejecutado por la firma Gavesa S.A.

4. PRIMERA REVISION DEL ESTUDIO (DICIEMBRE DE 2007)

El concepto técnico 5081 de diciembre 20 de 2007 emitido por la DPAE relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación:

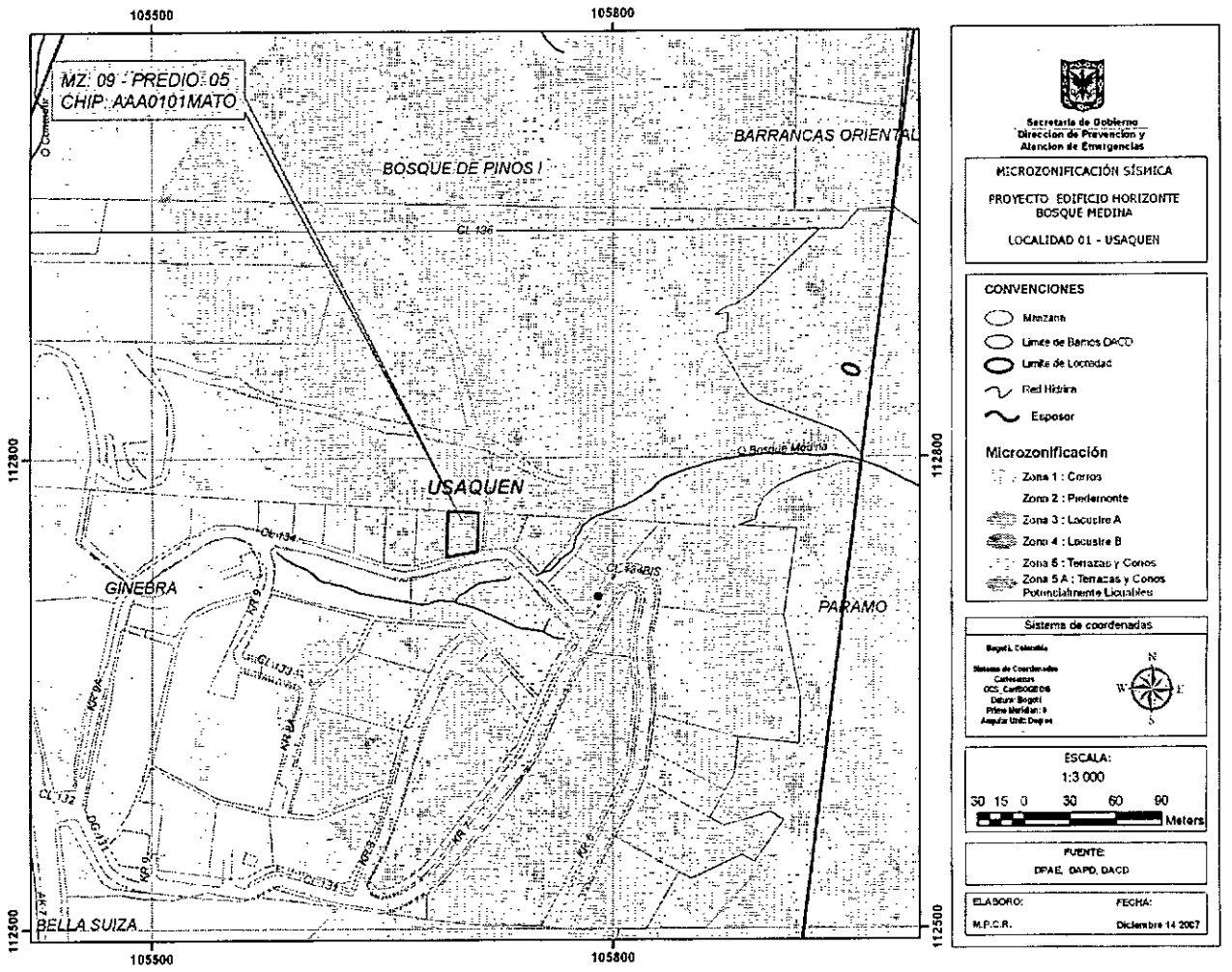


Figura 1. Localización del Proyecto Edificio Orizzonte Bosque Medina.

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

En el numeral 1, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la franja de transición entre las Zonas 1 y 2 de la microzonificación sísmica 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.

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 2, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto, la firma Luís Fernando Orozco y Cía. Ltda. realizó 4 perforaciones que alcanzaron los 9.5 metros, cuyos resultados fueron complementados con ensayos de penetración estándar. Adicionalmente se realizó una perforación en la que se ejecutó un ensayo Down Hole. En el estudio no se presenta el perfil estratigráfico de la zona, pero se indica que el espesor del depósito varía entre 6 y 8 metros.

Se solicita al consultor:

- Anexar los registros y localización de los sondeos, incluido en el que se ejecutó el ensayo Down Hole.

- Indicar si se penetraron al menos 5 metros en roca durante la exploración, para dar cumplimiento al artículo 6 del Decreto 193 de junio de 2006.

El estudio NO 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 el numeral 2 en el sitio del proyecto se realizó un ensayo Down Hole, a una profundidad de 24 m, también se presenta el registro de dicho ensayo realizado por la firma Gavesa S.A. En la siguiente tabla se resumen los valores del perfil de velocidad de onda, determinado a partir de los resultados de la prueba Down-Hole. Así mismo, se incluyen los valores de la relación de Poisson, obtenidos de los datos de Vs y Vp de campo.

Profundidad (m)	Vs (m/s)	ν
0-2	100	0,49
2-7	340	0,35
7-24	540	0,35

El cumplimiento de este numeral está condicionado a la aclaración del punto 4.2.

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.).

No se realizaron ensayos dinámicos, ni se justifican las razones por las cuales no se realizaron, como tampoco clara la manera como se caracterizaron los materiales.

Se solicita al consultor de acuerdo con el numeral 2 del artículo 7 del Decreto 193 de 2006 indicar a partir de que bibliografía se obtuvieron las curvas dinámicas y de qué forma se ajustaron para ser empleadas en los análisis.

El estudio NO 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 los tres sismos empleados en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá y tres acelerogramas adicionales tomados de la literatura que representan de forma aproximada las tres fuentes sismogénicas que afectan a la ciudad 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.

Debido a que la pendiente del terreno es superior a 10 grados, en el estudio se realizan análisis bidimensionales mediante el programa de elementos finitos PLAXIS Professional V7.2, considerando el suelo como un material elástico y utilizando un esquema de amortiguamiento numérico de tipo Rayleigh, con parámetros alfa y beta que dependen de la frecuencia del sistema y de la relación de amortiguamiento.
Es necesario que el consultor:

- Aclare el rango de deformaciones utilizadas para obtener los parámetros elásticos con los que se realizó el modelo bidimensional.
- Aclare en la figura 3.7 a qué material corresponde cada capa del modelo.
- Explicar las diferentes suposiciones consideradas en el análisis bidimensional, indicar los valores de los parámetros alfa y beta considerados en éste.

Adicional a lo anterior, el cumplimiento de este numeral está condicionado a las aclaraciones de los puntos 4.2, 4.3 y 4.4. Se sugiere utilizar las señales que actualmente se encuentran aprobadas por parte de DPAE en la página: www.sire.gov.co/portal/page/portal/sire/gestionRiesgo/Sismo/registroSismo.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

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

Debido a que durante 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 sean aclaradas las observaciones dadas anteriormente, y se recuerda que el espectro de diseño no debe ser menor al mínimo establecido para la Zona 2 de acuerdo con el Decreto 163 de 2006.

5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La segunda revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del *"Evaluación del espectro sísmico de diseño para el proyecto Bosque de Medina"* que se remite como estudio sísmico local y del oficio aclaratorio ER1166 de Febrero 04 de 2008, 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.

En el oficio aclaratorio ER1166 de Febrero 04 de 2008 el consultor anexa los registros y la localización de las perforaciones realizadas, en dichos registros se observa que se penetraron más de 5 metros en roca.

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.

Este numeral queda aclarado con la respuesta del numeral anterior.

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.).

En el oficio aclaratorio ER1166 de Febrero 04 de 2008 el consultor aclara que debido a la rigidez de los materiales y al bajo nivel de deformaciones a las que se someterán los suelos durante un evento sísmico, se consideró que el suelo presentará un comportamiento elástico, por lo que no se hace necesario utilizar curvas de degradación del módulo ni de amortiguamiento para modelar el comportamiento del suelo.

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.

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 ER1166 de Febrero 04 de 2008 el consultor:

- Indica que el rango de deformaciones utilizadas para obtener los parámetros elásticos es muy bajo por lo que se utilizaron los valores obtenidos del ensayo Down Hole.
- Presenta la figura 3.7 y la tabla 3.2 donde se indican los materiales con sus propiedades utilizados en el modelo.
- Explica las diferentes suposiciones consideradas en el análisis bidimensional y los valores de los parámetros alfa y beta empleados para modelar el amortiguamiento del suelo.

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.

Con base en los resultados de la modelación, el consultor recomienda utilizar como espectro de diseño el correspondiente al mínimo de la zona 1.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4. 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 **CARLOS JAVIER PEDRAZA A.**
Ingeniero Civil, MSc Geotecnia
M.P. 15202098211BYC

Revisó **FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA**
Coordinación Estudios Técnicos

Aprobó **GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ**
Subdirector Investigación y Desarrollo

Vo.Bo. **GUILLERMO ESCOBAR CASTRO**
DIRECTOR