ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4689
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas
Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Ing. Juan Carlos Benavides – Edificio La Arcadia Ltda.
LOCALIDAD:	1. Usaquén
BARRIO:	Cedro Narváez
PROYECTO:	**Edificio La Arcadia**
DIRECCIÓN:	Carrera 22 No 143-08
UPZ:	13. Los Cedros
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	Ing. Jorge Alberto Rodríguez PhD.
FECHA DE EMISION:	Febrero 16 de 2007

2. ANTECEDENTES

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 informe "Asesoría geotécnica y sismológica para la evaluación de la amenaza sísmica del Edificio La Arcadia" a construirse en el predio ubicado en la Carrera 22 No 143-08, que se remite como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El estudio entregado para revisión indica que el lote donde se va a construir el proyecto está localizado en la Carrera 22 No 143-08 en la ciudad de Bogotá D.C. y contempla la construcción de una estructura aporticada, en concreto reforzado, con semisótano inferior a -1.70 m con respecto a la superficie del terreno y nueve pisos de altura.

El lote del proyecto corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadas:

113956 N 104561 E

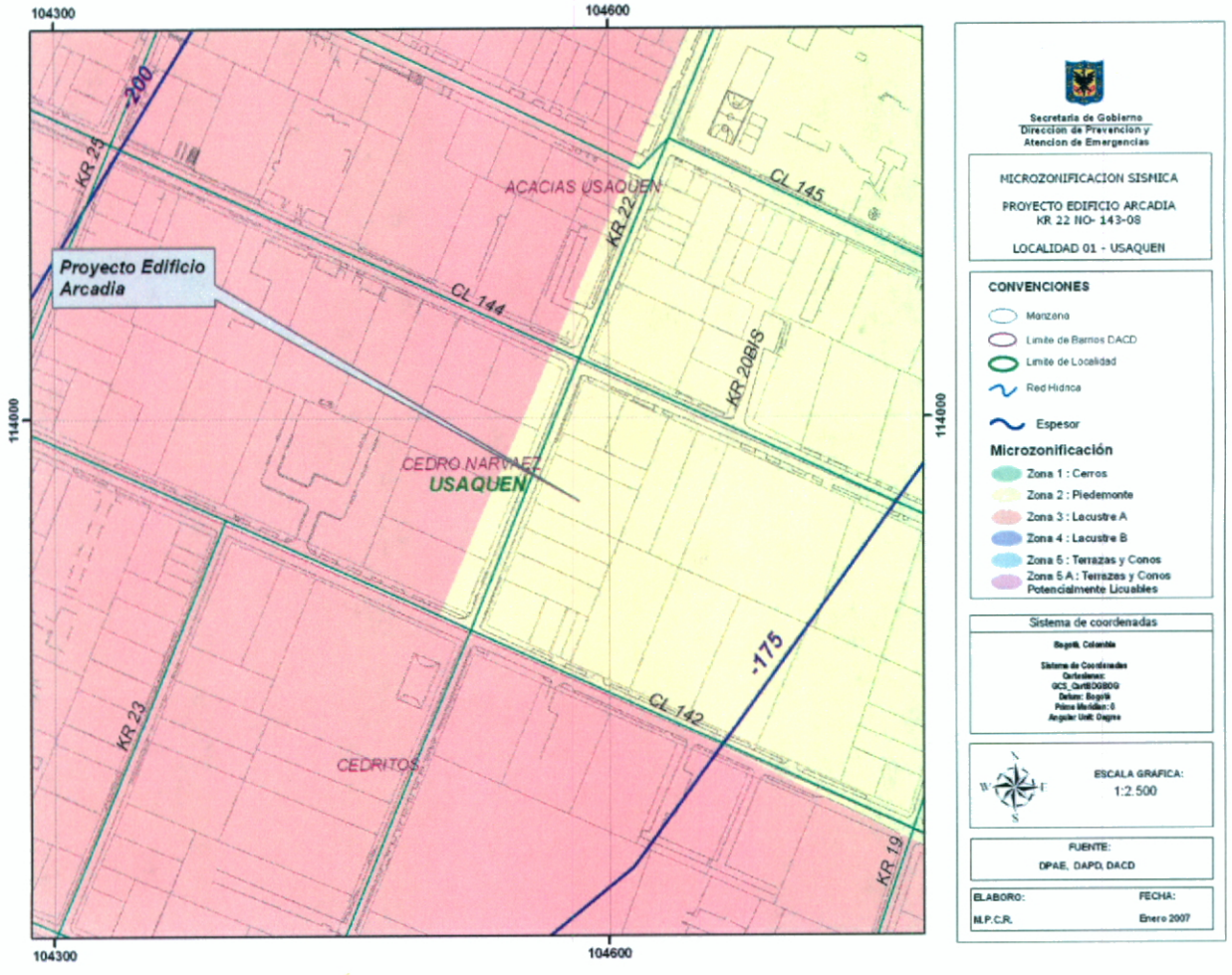


Figura 1. Localización del Proyecto Edificio La Arcadia

El Estudio "Asesoría geotécnica y sismológica para la evaluación de la amenaza sísmica del Edificio La Arcadia" fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, PhD, con 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 "Edificio La Arcadia" a construirse en la Carrera 22 No 143-08 en la ciudad de 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.

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 del informe se informa que la localización del proyecto se encuentra en el límite que divide la zona 2 (Piedemonte) y la zona 3 (Lacustre A) de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá. Esta ubicación está de acuerdo con el Decreto 193 de 2006 (Figura 1 del presente concepto técnico).

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.

En el Numeral 4.0, se menciona que para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto se realizaron seis (6) perforaciones, con profundidades que varían entre los 30 y 50 m y que el estudio se basa en investigaciones previas del

subsuelo realizadas por la firma Áreas Ltda, las cuales se completaron con dos perforaciones cuyas profundidades máximas fueron de 50 m. y que fueron realizadas por la Firma LFO en octubre de 2006. A su vez se indica que se obtuvieron muestras remoldeadas para su clasificación visual, evaluación del contenido de humedad natural y de los límites de consistencia y muestras inalteradas sobre las cuales se realizaron ensayos de laboratorio para determinar las propiedades dinámicas, de resistencia y deformabilidad de los materiales. Sin embargo en el informe no se encontraron los registros de las perforaciones, la ubicación dentro del lote del proyecto y los resultados de laboratorio. Se solicita al consultor que se anexen dichos registros y que se incluya un plano del lote a escala con la ubicación de dichas perforaciones. Además de un resumen con los resultados de laboratorio.

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 50 m, bajo esta profundidad y hasta los 175m en donde se encuentra aproximadamente el basamento rocoso, el perfil geotécnico se complementó según el informe con 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.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 3.2, en el sondeo No. 3 se indica la realización de un (1) ensayo de Down-Hole con profundidades de 50 m., con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs, en profundidad. Como referencia se presentan los valores de Vs obtenidos de ensayos de Down Hole en la Calle 130 con Av. 9 y en la Autopista Norte con calles 100 y 170. Los resultados del ensayo y el perfil de Vs adoptado hasta 175m de profundidad se ilustra en la figura 3.4. El ensayo Down-Hole lo realizó la firma AM Ingenieros Ltda.

Sin embargo el cumplimiento a este numeral está supeditado a aclarar la observación del numeral 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.).**

El consultor indica en el numeral 3.2 que se realizaron ensayos dinámicos (triaxial cíclico de esfuerzo controlado y bender element) sobre muestras de suelos obtenidas a tres (3) diferentes profundidades: 11, 22, y 33 m, respectivamente. El consultor complementó la información con las curvas dadas Ishibashi y Zhang (1992) para el tipo de materiales encontrados en la zona del proyecto. Con los resultados obtenidos de los ensayos realizados así como con la información recolectada, se determinaron las propiedades de rigidez y amortiguamiento del suelo en un amplio intervalo de deformaciones, necesario para adelantar un análisis de la respuesta dinámica del sitio.

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 utilizan un total de catorce (14) acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7.

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**.

El estudio cumple con este requerimiento 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 caracteristicas 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 proyecto no se encuentra en la zona 5, y que adicionalmente, en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arena limpias, finas, 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.

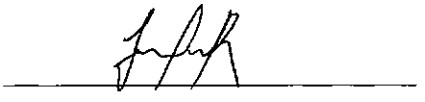
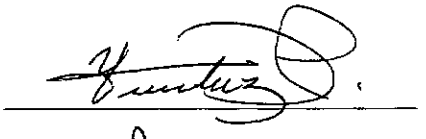
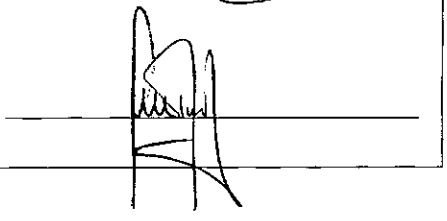
En las figuras 3.19 y 3.20 del estudio, se presenta el espectro propuesto el cual tiene valores de aceleración espectral del mínimo de la zona 3 hasta 1.4 seg de periodo, después de este periodo y hasta 5.0 seg tiene valores de aceleración por encima del mínimo de la zona 3. Dicho espectro tiene un valor de aceleración espectral máximo de Sa = 0.5g, para los periodos comprendidos entre 0.5 seg. y 1.9 seg.

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 está incompleto a la luz de los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 193 de 2006. Para poder conocer con certeza la validez de los espectros de respuesta obtenidos y del recomendado en el estudio evaluado, primero deben aclararse y complementarse los puntos antes mencionados.

Una vez realizadas las correcciones y aclaraciones solicitadas, se recomienda enviar el estudio nuevamente a la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, con el fin de emitir concepto de cumplimiento, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 193 de 2006

Realizó	**JUAN CARLOS PADILLA RODRIGUEZ** Ingeniero Civil M.P. 25202086112 CND	
Revisó	**FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA** Coordinación Estudios Técnicos y Conceptos	
Aprobó	**GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ** Subdirector Investigación y Desarrollo	

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