



Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



**CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA**

**CONCEPTO TECNICO No. CT- 4453 de 2006**

**Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local  
de Amplificación de Ondas Sísmicas  
Artículo 7 - Decreto 074 de 2001**

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

<b>SOLICITANTE:</b>	Gonzalo Vargas Ayala
<b>LOCALIDAD:</b>	2 Chapinero
<b>BARRIO:</b>	El Chico
<b>PROYECTO:</b>	<b>Edificio Carrera 10 No 88-01/27</b>
<b>DIRECCIÓN:</b>	Carrera 10 No 88-01/27
<b>UPZ:</b>	88 El Refugio
<b>TIPO DE RIESGO:</b>	Sísmico
<b>EJECUTOR:</b>	Espinosa y Restrepo
<b>FECHA DE EMISION:</b>	Agosto 16 de 2006

**2. ANTECEDENTES**

De acuerdo con el Decreto 074 del 30 de enero de 2001, por el cual se complementa y modifica el Código de Construcción de Bogotá, D.C., se identifican los límites de Microzonificación Sísmica de Bogotá, D.C. y se adoptan los espectros de diseño, se establece que las construcciones y edificaciones de cualquier índole que se levanten en Bogotá, D. C. o que sean ampliadas, adecuadas o modificadas en forma tal que conlleven intervención estructural, deberán diseñarse y construirse dependiendo de la zona en la cual se encuentren según la Microzonificación Sísmica, acogiendo al efecto los espectros 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



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



### CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

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 074 de 2001, 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 Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá, D.C. – FOPAE - y la Sociedad Colombiana de Geotecnia – SCG – han acordado la realización de una asesoría técnica por parte de la SCG al FOPAE, en la Revisión de Estudios y Metodologías de Evaluación de Riesgo Sísmico y por Fenómenos de Remoción en Masa.

El presente concepto técnico corresponde a la **Segunda** revisión realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio de Suelos y Geotecnia, para la asesoría geotécnica y sismológica para la evaluación de la amenaza sísmica en el Proyecto Edificio Carrera 10 No. 88-01/27 localizado en la Carrera 10 No. 88-01/27 en Bogotá D.C., en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

### 3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El estudio entregado para revisión por esta sociedad indica que el Proyecto se localiza en la Carrera 10 No 88-01/27 en la ciudad de Bogotá, D.C. (Figura 1), para el proyecto se contempla la construcción de un edificio de ocho pisos y dos sótanos en estructura convencional de concreto reforzado y luces entre ejes de columnas hasta de 6.0 m. Las cargas previstas, estimadas por áreas aferentes, son inferiores a 320.0 toneladas.

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

108190.00 N      103175.00.00 E



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

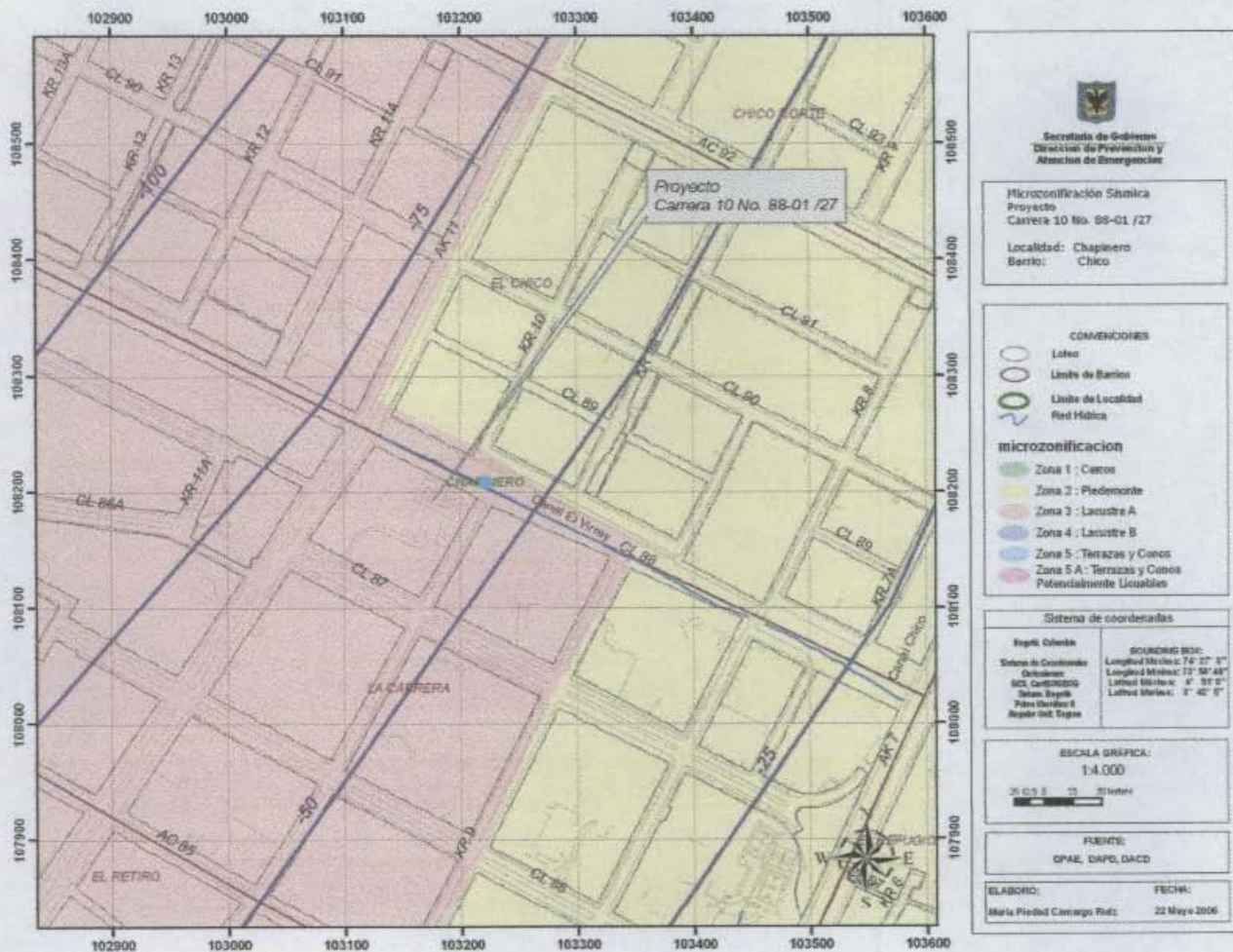


Figura 1 Localización del Proyecto Edificio Carrera 10 No. 88-01/27

El Estudio de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas fue elaborado por Espinosa y Restrepo, con el apoyo del CIMOC de la Universidad de los Andes.



Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



0 0 0 0 0 4  
Sociedad  
Colombiana  
de  
Geotecnia

www.socg.org.co

## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

### 4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA JUNIO 5 DE 2006 (No. CT-4414)

La revisión del informe presentado para el proyecto localizado en la Carrera 10 No 88-01/27 en la ciudad de Bogotá, D.C., se hace a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 074 de 2001 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 074.

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 informe se define la localización del proyecto en la franja de transición entre la Zona 3 (Lacustre A) y la Zona 2 (Piedemonte) de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá. Esta ubicación está de acuerdo con el Decreto 074 de 2001 (Figura 1 del presente concepto técnico).*

#### 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.

*Para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto se realizó una (1) perforación complementaria a cuatro (4) perforaciones realizadas con anterioridad. Las cinco (5) perforaciones con sus profundidades se distribuyen así: una de 50.0 m y dos de 25 m perforados con un equipo de percusión y lavado y dos de 10.0 m perforados con barreno manual. A lo largo de los sondeos se midió la resistencia al corte del suelo con un penetrómetro y se realizó el ensayo de penetración estándar. Finalmente, se tomó un número suficiente de muestras alteradas e inalteradas para inspección visual y posterior*



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



### CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

*envió al laboratorio para ensayos de compresión inconfiada, granulometría, humedad natural, límites de Atterberg, pesos unitarios y clasificación USCS.*

*La investigación de campo, y los resultados de los ensayos de laboratorio realizada permitió una caracterización de la estratigrafía en el sitio de proyecto hasta la profundidad de 50 m, usando el mapa de espesor de sedimentos del estudio de microzonificación sísmica de Bogotá se muestra que a los 62 m se ubica el basamento rocoso para el sitio de interés.*

*El informe cumple con los requisitos exigidos.*

#### **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.**

*El informe se indica la realización de un ensayo de Down-Hole hasta 50.0 m de profundidad. En este particular el informe cumple con los requisitos exigidos.*

#### **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 (triaxial cíclico, columna resonante y bender element) sobre muestras de suelos obtenidas a dos (2) profundidades diferentes: 11.5 y 44 m, respectivamente. Con los resultados obtenidos de estos ensayos 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 informe cumple con los requerimientos exigidos.*

#### **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 los tres (3) acelerogramas del estudio de microzonificación sísmica de Bogotá. El estudio cumple con lo mínimo requerido.*



Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



0 0 0 0 0 6

---

**CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA**

---

**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 presenta un modelo bidimensional con la descripción de los estratos que lo componen, a los cuales se les asignan propiedades dinámicas a bajas deformaciones y sus curvas dinámicas correspondientes para la realización de un análisis bidimensional lineal equivalente, el cual no se requiere dado que la pendiente del terreno es inferior a 10 grados, sin embargo no se presentan resultados del análisis bidimensional, sino los de un análisis unidimensional, para el cual no se presenta el modelo analizado.*

*Como parte de esta revisión se hizo una análisis unidimensional de respuesta dinámica en EERA con el perfil de velocidad de ondas de corte indicado en la tabla 4, y con las curvas dinámicas indicadas en las paginas 26 a 32 del informe en revisión, los resultados de estos análisis (Ver figura 2) muestran diferencias considerables entre los espectros que se presentan en la figura 28 del informe en revisión y los espectros que se presentan en la figura 2 del presente concepto técnico. Por lo tanto, se le solicita al consultor anexar toda la información de dicho modelo, incluyendo el perfil de Vs, y la asignación de todas las propiedades a cada nivel de la columna de suelo utilizada para el modelo unidimensional empleado y verificar los resultados de la Figura 28..*

*En este particular existen asuntos por revisar, por lo tanto el estudio presentado NO CUMPLE con lo requerido en el decreto 074 de 2001.*



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

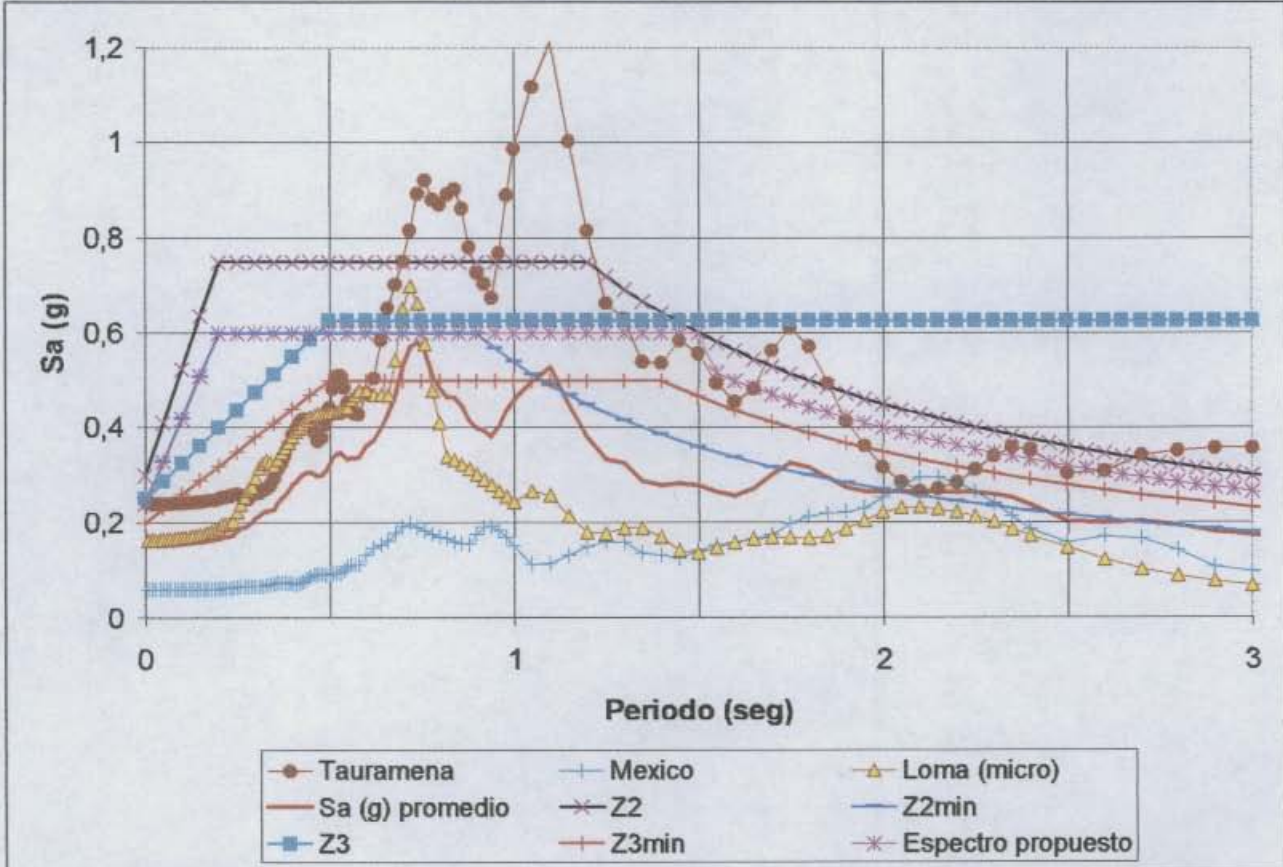


Figura 2 Resultados de análisis unidimensional en EERA, promedio de los resultados y espectros de la microzonificación.

4.7 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 informe presenta en la figura 28 los espectros de respuesta del "análisis 1D", para cada uno de los sismos utilizados en el estudio de microzonificación sísmica de Bogotá, adicionalmente presenta el promedio de los resultados y como referencia el espectro de la zona 2 y su respectivo mínimo. El espectro recomendado no es inferior al promedio de los espectros mínimos de las zonas 2 y 3. Sin embargo como se indicó en el numeral 4.6 no se puede verificar la validez de los resultados presentados para el espectro recomendado y por lo tanto no se puede verificar el cumplimiento de los requisitos del Decreto.



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



000008

## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

### 5. REVISIÓN ACTUALIZADA DEL ESTUDIO DE FECHA JULIO DE 2006

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

*En el informe se define la localización del proyecto en la franja de transición entre la Zona 3 (Lacustre A) y la Zona 2 (Piedemonte) de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá. Esta ubicación está de acuerdo con el Decreto 074 de 2001 (Figura 1 del presente concepto técnico).*

#### 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.

*Para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto se realizó una (1) perforación complementaria a cuatro (4) perforaciones realizadas con anterioridad. Las cinco (5) perforaciones con sus profundidades se distribuyen así: una de 50.0 m y dos de 25 m perforados con un equipo de percusión y lavado y dos de 10.0 m perforados con barreno manual. A lo largo de los sondeos se midió la resistencia al corte del suelo con un penetrómetro y se realizó el ensayo de penetración estándar. Finalmente, se tomó un número suficiente de muestras alteradas e inalteradas para inspección visual y posterior envío al laboratorio para ensayos de compresión inconfiada, granulometría, humedad natural, límites de Atterberg, pesos unitarios y clasificación USCS.*

*La investigación de campo, y los resultados de los ensayos de laboratorio realizada permitió una caracterización de la estratigrafía en el sitio de proyecto hasta la profundidad de 50 m, usando el mapa de espesor de sedimentos del estudio de microzonificación sísmica de Bogotá se muestra que a los 62 m se ubica el basamento rocoso para el sitio de interés.*

*El informe cumple con los requisitos exigidos.*





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



000009

## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

### **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.**

*El informe se indica la realización de un ensayo de Down-Hole hasta 50.0 m de profundidad. En este particular el informe cumple con los requisitos exigidos.*

### **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.).**

*Se realizaron ensayos dinámicos (triaxial cíclico, columna resonante y bender element) sobre muestras de suelos obtenidas a dos (2) profundidades diferentes: 11.5 y 44 m, respectivamente. Con los resultados obtenidos de estos ensayos 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 informe cumple con los requerimientos exigidos.*

### **5.5 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 los tres (3) acelerógramas del estudio de microzonificación sísmica de Bogotá. El estudio cumple con lo mínimo requerido.*

### **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.**

*El estudio cumple con este requerimiento mediante la utilización del programa QUAKE/W que considera la propagación bidimensional de ondas de corte.*

### **5.7 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 informe presenta en la figura 26 los espectros de respuesta del análisis 2D, para cada uno de los sismos utilizados en el estudio de microzonificación sísmica de Bogotá, adicionalmente presenta el promedio de los resultados y como referencia el espectro de la zona 2 y su respectivo mínimo.*



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

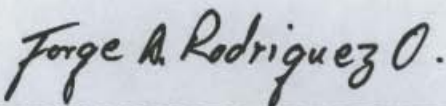
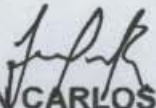




### CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

*El espectro recomendado no es inferior al promedio de los valores mínimos de aceleración espectral de las zonas 2 y 3 de la microzonificación sísmica. El estudio cumple con lo requerido en el decreto 074 de 2001.*

### 6. 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 mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001, ya que se prestó la debida atención a las correcciones y recomendaciones propuestas a la primera versión del informe.

Revisó y Aprobó:	
 <b>JORGE ALBERTO RODRIGUEZ O.</b> Presidente y Representante Legal Sociedad Colombiana de Geotecnia	
Revisó:	VoBo:
 <b>ING. JUAN CARLOS PADILLA R.</b> Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos DPAE	 <b>ING. PABLO GARZON CASARES</b> Jefe (E) Estudios Técnicos y Conceptos Area de Investigación y Desarrollo DPAE
Aprobó:	
 <b>ING. GUILLERMO AVILA ALVAREZ</b> Coordinador de Investigación y Desarrollo DPAE	