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

Sociedad Colombiana de Geotecnia
www.scg.org.co

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4388 de 2006

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

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Bulevar Tequendama S.A. Maria Lucia Sierra
LOCALIDAD:	3 Santa Fé
BARRIO:	San Diego
PROYECTO:	**Bulevar Tequendama**
DIRECCIÓN:	Calle 26A con Carrera 13
UPZ:	91 Sagrado Corazón
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	Jorge Alberto Rodríguez
FECHA DE EMISION:	Mayo 31 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 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 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 **primera revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas del Proyecto Bulevar Tequendama localizado en la Calle 26A con Carrera 13 en Bogotá D.C., en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO BULEVAR TEQUENDAMA

El estudio entregado para revisión por esta sociedad indica que en el Proyecto Bulevar Tequendama se localiza en la calle 26A con Carrera 13 en la ciudad de Bogotá, D.C. (Figura 1) para el proyecto se contempla la construcción de un edificio de 20 a 25 pisos con dos sótanos, con períodos fundamentales de vibración entre 1,5 y 2.0 seg.

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

100729.00 N 101999.00 E

Secretaría
GOBIERNO

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA

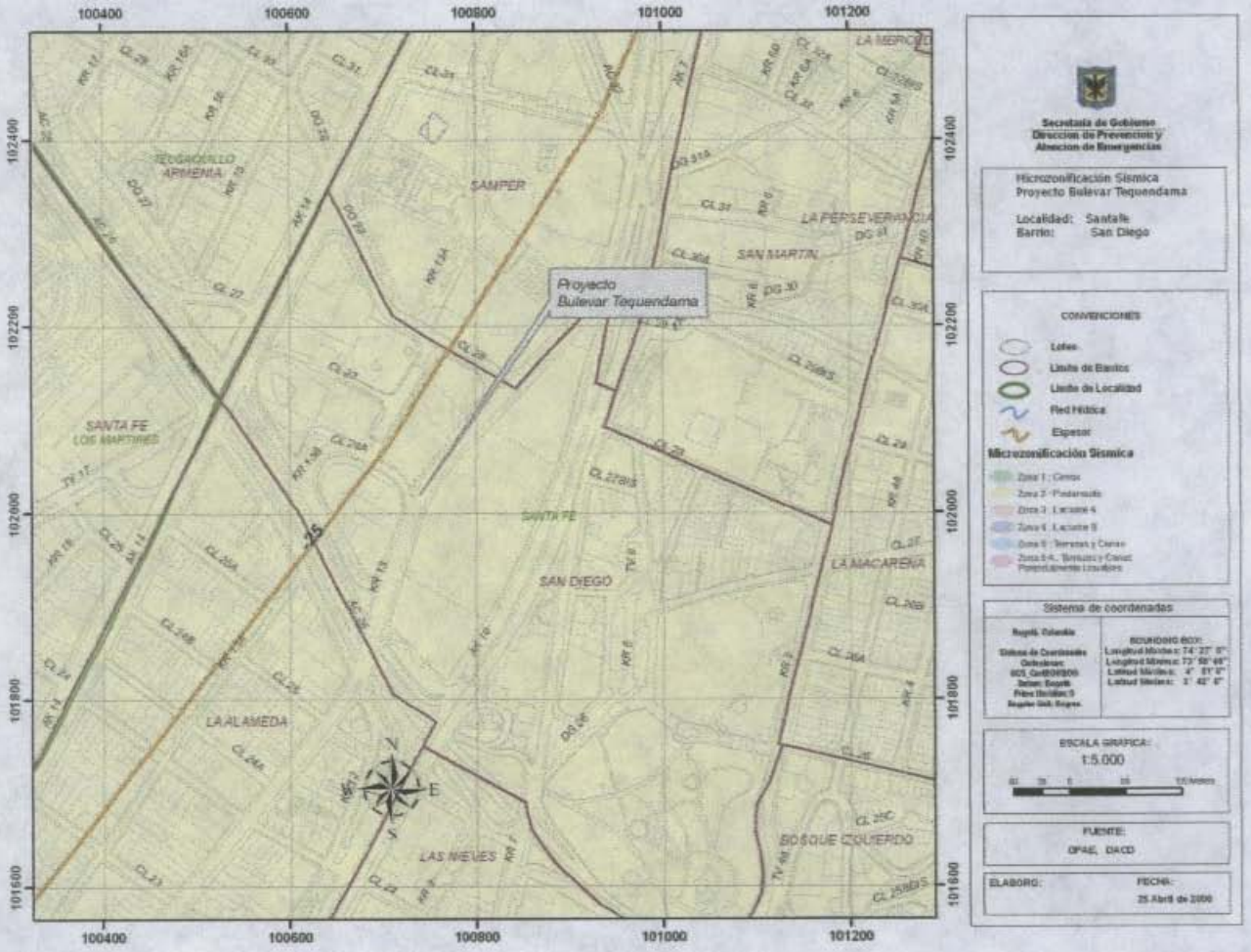


Figura 1 Localización del Proyecto Bulevar Tequendama

El Estudio de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas fue elaborado por el Ingeniero Jorge Alberto Rodríguez Ordoñez.

4. REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe presentado para el proyecto Bulevar Tequendama localizado en la Calle 26A con Carrera 13 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 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 realizaron diez (10) perforaciones, con profundidades que varían entre los 5 y 50 m. En el estudio se utilizó adicionalmente la información de sondeos realizados en la zona hasta 150 m de profundidad. Se obtuvieron muestras remoldeadas para clasificación visual así como muestras inalteradas en tubo de pared delgada tipo Shelby. Sobre estas muestras se realizaron ensayos de clasificación (limites y granulometrías). Según el consultor, la mayoría de muestras tomadas en el sitio de estudio correspondían a materiales con

contenidos de gravas entre 30 y 50%, con porcentajes de arenas y finos aproximadamente similares. Debido a la composición de estos suelos no se pudieron obtener muestras inalteradas representativas para realizar ensayos dinámicos, además de las limitaciones en equipos para ensayar este tipo de suelos. Los argumentos del consultor son en principio válidos para la sociedad.

La investigación de campo realizada, la información de otros estudios y los resultados de los ensayos de laboratorio permitieron una caracterización de la estratigrafía en el sitio del proyecto hasta la profundidad de 50 m. Por otra parte, usando la información de las perforaciones hasta 150 m realizadas en la zona (LFO 11371) se pudo establecer que el basamento rocoso para el sitio de interés se ubica a los 77m.

El estudio CUMPLE con los requerimientos de exploración 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 indica la realización de un ensayo de Down-Hole hasta 46.0 m de profundidad, donde se encontró una capa de piedra gris a dicha profundidad. Además los resultados obtenidos son comparados con resultados de otros ensayos realizados para sitios cercanos al lote, lo cual permitió establecer la variación de los valores Vs mínimos y máximos con la profundidad.

CUMPLIMIENTO.

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 debido a la imposibilidad de obtener muestras inalteradas representativas en tubos Shelby de suelos con gravas. Adicionalmente no se pudieron realizar ensayos dinámicos debido a la falta de equipos disponibles para realizar ensayos en suelos con contenidos significativos de gravas. Para la sociedad, los argumentos del consultor son en principio justificación técnica suficiente para la no realización de ensayos dinámicos y por lo tanto los requerimientos de la norma no se pueden aplicar.

Para compensar esta deficiencia y tomando como base los resultados de ensayos que indican que el depósito de conglomerado es matriz-soportado, esto es que la matriz controla las propiedades dinámicas, el consultor realizó una revisión detallada de artículos sobre propiedades dinámicas de estos materiales y definió las curvas más apropiadas de acuerdo con el estado del conocimiento para los materiales gravo-areno-limosos y arcillosos de baja plasticidad, teniendo en cuenta adicionalmente el nivel de confinamiento promedio de cada capa

CUMPLIMIENTO.

4.5 Utlizar 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 ocho (8) acelerogramas, dentro de los cuales se incluyen los tres (3) acelerógramas del estudio de microzonificación sísmica de Bogotá.

El estudio CUMPLE con el requerimiento mínimo.

4.6 Realizar mínimo un análisis unidimensional (SHAKE, EERA, etc), para todas las zonas de la microzonificación, excepto cuando se ubique la edificación dentro de la zona 1. Cerros y la zona 2. Piedemonte, para las cuales se deben utilizar modelos bidimensionales para zonas con pendientes superiores a 10 grados.

El estudio cumple con el requerimiento de análisis bidimensionales mediante la utilización del programa QUAKE/W de Geostudio 2004, el cual es un programa de elementos finitos, que permite la asignación de curvas dinámicas a los materiales para hacer análisis lineales equivalentes.

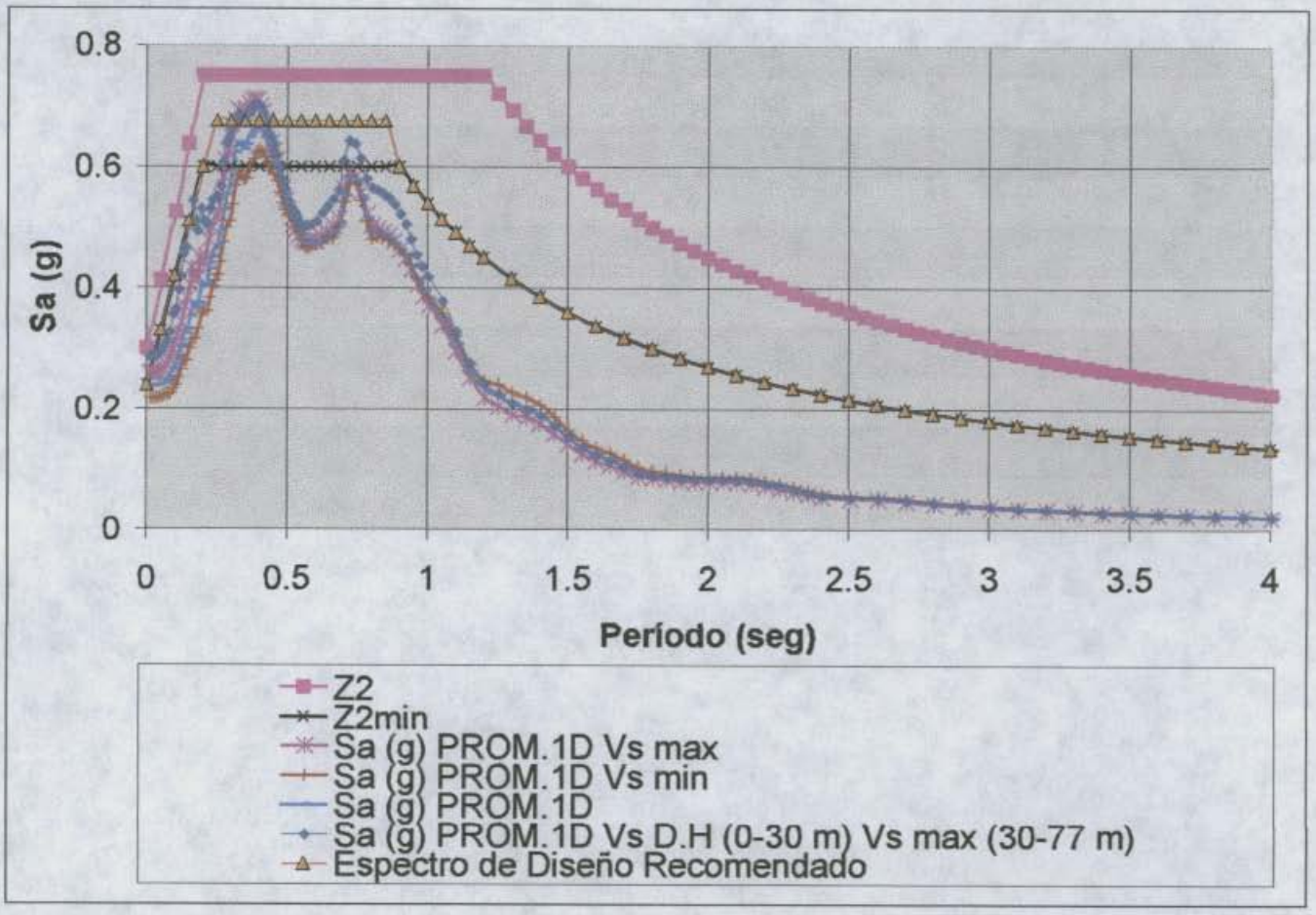
CUMPLIMIENTO

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 las figuras 3.8, 3.9 y 3.10 los espectros de respuesta unidimensional obtenidos de las modelaciones para los casos de Vs máximo, Vs mínimo y Vs Down Hole. En la Figura 3.16 se presenta el espectro de respuesta para el caso bidimensional y en la figura 3.18 se hace una comparación de los espectros mínimo y

máximo de la zona 2 del estudio de microzonificación sísmica de Bogotá D.C., versus los espectros de respuesta promedios obtenidos con las modelaciones tanto unidimensionales como bidimensionales; por otra parte en la figura 3.19 se presenta el espectro de diseño recomendado.

El espectro recomendado está por encima del espectro mínimo de la zona 2 de la microzonificación sísmica como se muestra a continuación:



El estudio CUMPLE con lo requerido en el decreto 074 de 2001.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

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 mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001.

Revisó y Aprobó: **ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN** Sociedad Colombiana de Geotecnia	
Revisó: **ING. JUAN CARLOS PADILLA R.** Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos DPAE	VoBo: **ING. PABLO GARZON CASARES** Jefe (E) Estudios Técnicos y Conceptos Area de Investigación y Desarrollo DPAE
Aprobó: **ING. GUILLERMO AVILA ALVAREZ** Coordinador de Investigación y Desarrollo DPAE	