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

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4368 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:	Ing. Carlos Restrepo G. - Espinosa y Restrepo Cia. Ltda.
LOCALIDAD:	Barrios Unidos (12)
BARRIO:	San Miguel
PROYECTO:	**CAMINO DEL VIENTO**
UPZ:	(22) Doce de Octubre
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	Espinosa & Restrepo - Ingeniería de Suelos
FECHA DE EMISION:	Abril 24 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 el 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 **tercera revisión,** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia, del Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas, para el sitio donde se localizará el edificio del proyecto "Camino del Viento", barrio San Miguel, de la localidad de Barrios Unidos en la ciudad de Bogotá, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO "CAMINO DEL VIENTO"

El proyecto consta de un edificio de veintidós (22) pisos y dos (2) sótanos, de estructura aporticada en concreto reforzado, el cuál será construido en la calle 64, entre carreras 37 y 39, barrio San Miguel de la localidad de Barrios Unidos en la ciudad de Bogotá, D.C. La localización general del proyecto se muestra en la Figura 1. El estudio de respuesta sísmica local del subsuelo fue enfocado a definir el espectro de respuesta para el diseño estructural del edificio a diferentes profundidades de cimentación.

La localización de la edificación del proyecto corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadas:

1'007.096 N
999.792 E

El estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas y las perforaciones mecánicas de la exploración del subsuelo para el sitio donde será construido el edificio "Camino del Viento" fueron realizados por la firma ESPINOSA & RESTREPO INGENIERÍA DE SUELOS. Las propiedades dinámicas de los materiales presentes en el subsuelo fueron obtenidas de un (1) ensayo down-hole, realizado por la Universidad de Los Andes, de la ejecución de dos (2) ensayos triaxiales cíclicos, columna resonante y velocidad de onda en laboratorio y de la correlación de curvas de variación de módulo de corte y

amortiguamiento con valores de índice de plasticidad, relación de vacíos, relación de sobreconsolidación y presiones de confinamiento. Adicionalmente, la información geotécnica a profundidades mayores a 50m, fue complementada con los datos de la perforación realizada en INGEOMINAS, dentro del marco de desarrollo del proyecto de Microzonificación Sísmica para la ciudad de Bogotá.

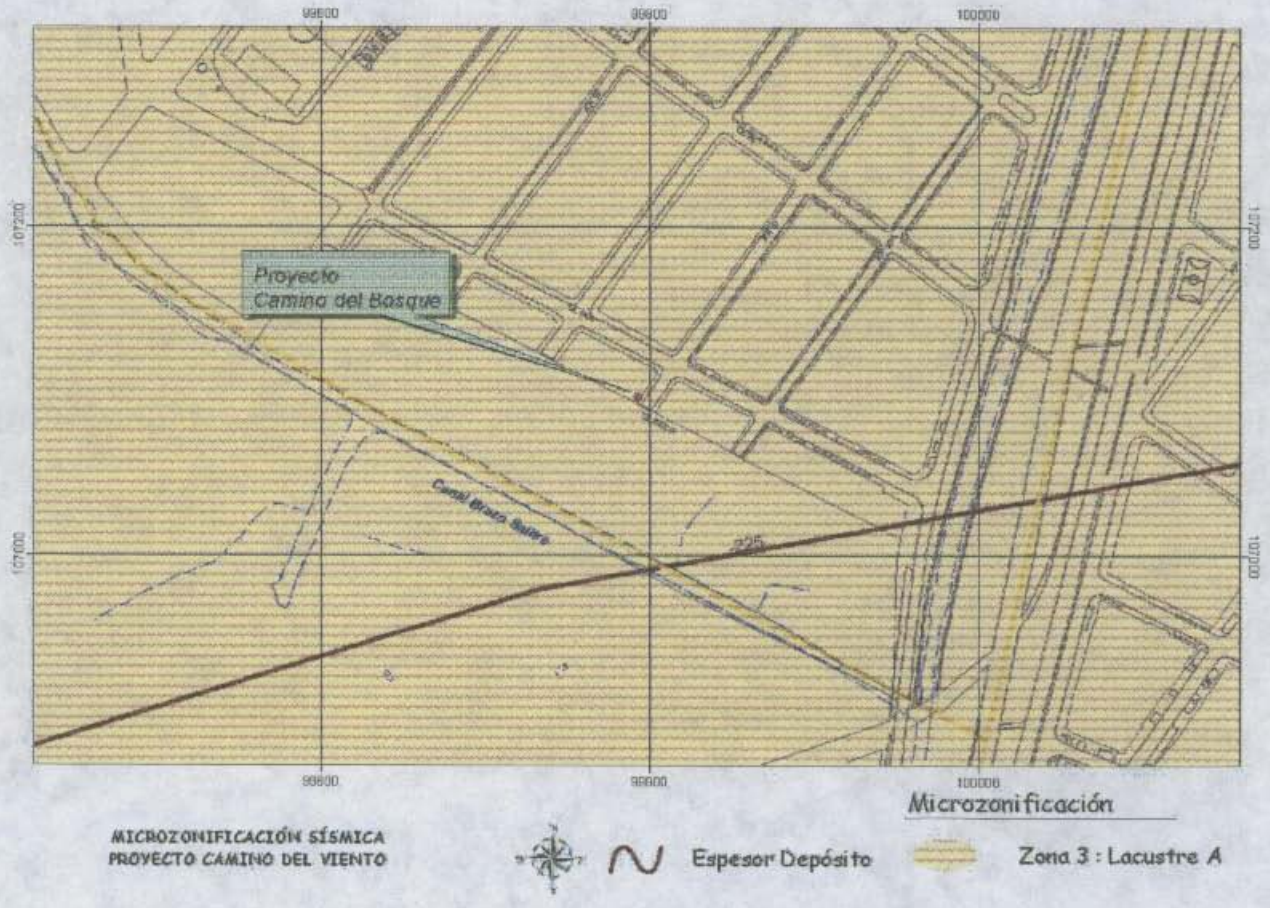

Figura 1 Localización General del Proyecto Camino del Viento

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

4. REVISIÓN INICIAL DEL ESTUDIO

La revisión del informe EYR-S 6396 correspondiente al "Análisis de Efectos Sísmicos Locales para el Proyecto a Construirse en la Calle 64, entre Carreras 37 y 39 de Bogotá D.C.", se hizo 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 lo dispuesto dentro del decreto, de manera que se pueda evaluar de forma 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 No. 4276 de Diciembre de 2005 relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación con referencia a los requerimientos pertinentes del decreto antes mencionado.

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

En la sección 1.0 del informe, Antecedentes y Proyecto, se define la localización del proyecto de acuerdo con el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 3 – Lacustre A. Esta ubicación esta acorde con el Decreto 074 de 2001.

En la misma sección del informe, se indica que de acuerdo con el mapa de espesor de sedimentos de la ciudad de Bogotá (estudio de microzonificación sísmica de la ciudad), la roca se debe encontrar en el sitio a una profundidad del orden de 175m, de acuerdo con los resultados de la perforación realizada en INGEOMINAS, dentro del marco de desarrollo del proyecto de Microzonificación Sísmica para la ciudad.

El estudio CUMPLE con el presente requerimiento.

4.2 Para estudios de respuesta sísmica local, 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 2.0 del estudio, Investigación Subsolar, se menciona la realización de tres (3) perforaciones con profundidades entre 8.0m y 50.0m. Sin embargo, en el Anexo 1 del informe, se relacionan nueve (9) diferentes sondeos, con profundidades entre 10m y 50m, para un total de 160m explorados. Las perforaciones fueron ejecutadas con equipo mecánico de percusión y lavado y durante su cumplimiento se realizó la identificación visual y manual de los estratos del suelo, se tomaron muestras alteradas e inalteradas para posteriores pruebas en laboratorio y se llevaron a cabo ensayos de campo tipo SPT, penetrómetro de bolsillo y veleta. Mediante la obtención de muestras inalteradas, fue posible la realización de los ensayos dinámicos de laboratorio que corresponden a dos (2) ensayos triaxiales cíclicos, dos (2) ensayos de columna resonante y dos (2) ensayos de velocidad de onda en laboratorio, todos estos sobre muestras a 13.5 y 41.5m de profundidad. Las muestras ensayadas son representativas del perfil geotécnico promedio encontrado en la perforación hasta 50m.

De acuerdo con las perforaciones realizadas, el subsuelo en el sitio de estudio está compuesto por los siguientes materiales:

a. *De 0.0m a 0.6/1.0m se encuentran la cobertura vegetal y/o rellenos heterogéneos compuestos por limos arcillosos de color oscuro, gravas, escombros y basuras. La consistencia de estos rellenos es media a firme, presentando valores de N cercanos a 20 golpes/pie.*
b. *Entre 0.6/1.0m y 3.0/4.0m está una arcilla limosa (CH) gris habana sobreconsolidada, de consistencia media a firme y plasticidad alta.*
c. *Entre 3.0/4.0m y 23.0m aparece una arcilla limosa gris clara a carmelita clara (CH), de plasticidad alta y consistencia blanda a muy blanda.*
d. *Entre 23.0m y 25.0m se encuentra un estrato de turba con intercalaciones de limo y arcilla gris, de plasticidad alta y consistencia media.*
e. *Finalmente, entre 25.0 y 50.0m se encuentra una arcilla limosa carmelita clara a gris (CH), de plasticidad alta y consistencia blanda a media y aumentando en profundidad.*

Bajo la profundidad de 50m y hasta los 175m en donde se encuentra el basamento rocoso, el perfil geotécnico se complementó con la información suministrada por la perforación realizada en INGEOMINAS, dentro del proyecto de MZSB. Básicamente se encuentran depósitos compuestos por arcillas limosas de consistencia blanda a media, con intercalaciones de arenas, arenas arcillosas y gravas con espesores variables entre 20 y 25m, los cuales se encuentran principalmente entre 80m y 130m de profundidad.

De acuerdo con los resultados de la exploración, el nivel freático se aloja cercano a 4.5m de profundidad para el sitio del edificio, tal y como es mencionado en el numeral 2.2 del informe.

El estudio CUMPLE satisfactoriamente con los requerimientos de exploración.

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.

Para el estudio de respuesta sísmica local se realizó un (1) ensayos Down Hole, con medición de la velocidad de propagación de ondas de corte (Vs) y compresión (Vp), y se complementó el perfil de velocidades con otro ensayo Down Hole realizado para un estudio de puentes del IDU en la intersección de la calle 63 con carrera 30.

En el perfil de velocidades de propagación de ondas de corte Vs en el subsuelo, se identifican cuatro diferentes estratos: 1) entre 0 y 4m de profundidad, rellenos superficiales y arcillas limosas sobreconsolidadas, con velocidad Vs de 77m/s; 2) Arcillas limosas de plasticidad alta y consistencia blanda, localizadas entre 4m y 24m de profundidad, en donde los valores de Vs son cercanos a 100m/s; 3) Turba con intercalaciones de limo, de plasticidad alta y consistencia media, localizada entre 24 y 28m de profundidad, con velocidad Vs de 95m/s; y finalmente 4) arcilla limosa de plasticidad alta y consistencia blanda a media, en donde los valores de Vs son del orden de 112m/s. Los estratos más profundos, entre 50m y 175m, presentan valores de Vs entre 126 y 162m/s, dado el importante contenido de arena y grava en las intercalaciones.

En los numerales 2.3, 2.4 y 2.5, Ensayo Down Hole, Ensayos de Laboratorio y Ensayos Dinámicos, respectivamente, se resumen las propiedades geofísicas de los diferentes materiales asumidos para el modelo geotécnico. Así mismo, en el numeral 3.1, Metodología y Datos de Entrada, se citan los criterios seguidos en el modelo geotécnico y sus principales características.

El estudio CUMPLE con el requerimiento de realizar ensayos de velocidad de onda de corte y compresión, mediante pruebas de campo tipo down hole y medición de velocidad de onda de corte en laboratorio.

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.).

En el numeral 2.5, Triaxial Cíclico, Módulo Cortante en Laboratorio y Columna Resonante, el consultor indica que se realizaron ensayos dinámicos de laboratorio sobre dos (2)

muestras representativas del perfil geotécnico definido como modelo de análisis. Sobre cada una de las muestras se ejecutaron ensayos triaxiales cíclicos, ensayos de columna resonante y medición de la velocidad de propagación de ondas de corte, antes y después de consolidar la muestra.

De acuerdo con lo anterior, el estudio CUMPLE con el requisito de realizar ensayos dinámicos de laboratorio.

4.5 Utilizar todos los acelerogramas del proyecto de microzonificación sísmica de Bogotá, en la obtención del espectro de respuesta en superficie.

En total, fueron considerados tres (3) diferentes acelerogramas para la obtención del espectro de respuesta: uno (1) para la fuente cercana, uno (1) para la fuente regional o intermedia y uno (1) para la fuente lejana.

En el estudio se utilizaron los tres (3) registros de aceleración definidos por el Decreto 074 de 2001. Sin embargo, en el numeral 3.2, Análisis de Respuesta Dinámica y Espectros, el consultor comenta en el segundo párrafo que los tres sismos establecidos en el Decreto de Microzonificación, fueron corregidos para aceleraciones máximas de 0.25, 0.22 y 0.20g, para fuentes lejana, cercana y regional respectivamente. La SCG considera que el consultor debe aclarar las aceleraciones a las cuales fueron escalados los acelerogramas de diseño, debido a que en el párrafo mencionado se están citando valores de aceleración máxima diferentes a los estipulados dentro del Decreto.

CUMPLIMIENTO PARCIAL

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.

Dada la ubicación del sitio de estudio en zona plana (Zona 3 –Lacustre A) alejada de los cerros de la ciudad, donde la pendiente del terreno es inferior a 10 grados y los materiales del subsuelo no presentan variaciones importantes de su espesor, a la luz del Decreto 074 se hace suficiente el empleo de modelos unidimensionales para establecer el comportamiento sísmico del conjunto de materiales que conforman el subsuelo.

En el estudio realizado por el consultor se utilizó un modelo bidimensional de estratigrafía horizontal mediante el programa de computador QUAKE, basado en elementos finitos y en el modelo lineal equivalente. De esta manera se evaluaron los espectros de respuesta,

tanto en superficie como a diferentes profundidades, de acuerdo con los niveles de cimentación proyectados.

En el numeral 3.1 del informe, Metodología y Datos de Entrada, se menciona que con el objeto de definir las dimensiones de la malla del modelo numérico, se calcularon los periodos y las frecuencias fundamentales de los registros de entrada definidos en el Decreto. Después de una revisión minuciosa, la Sociedad Colombiana de Geotecnia considera que los valores de periodos y frecuencias fundamentales obtenidos para cada uno de los registros de aceleraciones son incorrectos, lo cual conlleva a un dimensionamiento equivocado de la malla. Este hecho se puede evidenciar claramente en la figura de la página 21 del informe, Malla de Elementos Finitos, en donde para los estratos con profundidades entre 56 y 86m y entre 106 y 175m, la malla se encuentra bastante gruesa, no cumpliendo el chequeo por longitud de onda. Está comprobado que una mala definición de la malla en el modelo numérico, conlleva a resultados de espectros de respuesta equivocados.

En el mismo numeral 3.1, se relacionan los módulos cortantes máximos Gmáx, para cada uno de los estratos definidos dentro del modelo de análisis. Los valores de Gmáx deben ser revisados debido a que se presenta un intervalo entre 1000 y 3000 Kg/cm^2, lo cual es exageradamente alto teniendo en cuenta que los estratos corresponden a arcillas blandas cuyas velocidades Vs no superan los 126m/s.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento. La SCG considera que el consultor debe revisar el modelo numérico implementado, tanto en la verificación de la información de entrada como en la definición de la malla de elementos finitos.

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 consultor evaluó los espectros de respuesta con un modelo numérico bidimensional implementado en el programa de elementos finitos QUAKE. Así mismo, se obtuvieron historias de aceleraciones y espectros en superficie y a diferentes profundidades, de acuerdo con los niveles de cimentación proyectados para la estructura.

Los resultados de los análisis de propagación de ondas, presentados en el numeral 3.2 Análisis de Respuesta Dinámica y Espectros del informe, muestran espectros de respuesta por encima del mínimo establecido en el Decreto para periodos inferiores a 1.2s. El espectro de diseño presentado por el consultor corresponde a la envolvente de casi la mayoría de los espectros de respuesta, a excepción de periodos de vibración

cercanos a 0.35 segundos, donde la aceleración espectral Sa se ve ligeramente superada por uno de los espectros de respuesta obtenido en los análisis.

Es así como, a la luz de los resultados, el consultor propone como espectro de diseño uno intermedio entre el de la Zona 3 de la MZSB y el mínimo definido en el Decreto 074. Este espectro de diseño arranca con una aceleración espectral de 0.22g (para un periodo de 0 segundos), la cual aumenta hasta 0.55g, para luego mantenerse constante entre los periodos de 0.20 a 1.20 segundos. Posteriormente, el espectro cae de manera idéntica a como lo hace el espectro mínimo del decreto, hasta alcanzar valores de 0.18g para un periodo de 4.0 segundos.

El espectro de diseño propuesto está justificado por los resultados del estudio de respuesta local, con la salvedad de no haber realizado un adecuado dimensionamiento de la malla de elementos finitos y revisión de información de entrada, clave en la obtención de resultados acertados. De esta manera se da CUMPLIMIENTO PARCIAL al decreto en este aspecto, asumiendo que los modelos presentados por el consultor se encuentren bien planteados.

5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA FEBRERO 17 DE 2006

El concepto técnico No. 4317 de Febrero de 2006 relacionado con la segunda revisión al estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación con referencia a los requerimientos pertinentes del decreto 074.

5.1 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 4.1

El estudio CUMPLE con la asignación de la zona del proyecto con respecto a la Microzonificación Sísmica de Bogotá, desde la primera revisión.

5.2 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 4.2

El estudio CUMPLE satisfactoriamente con los requerimientos de exploración del subsuelo, desde la primera revisión.

5.3 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 4.3

Desde la primera revisión el estudio CUMPLE con el requerimiento de realizar ensayos de velocidad de onda de corte y compresión, mediante pruebas de campo tipo down hole y medición de velocidad de onda de corte en laboratorio.

5.4 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 4.4

El estudio CUMPLE con el requisito de realizar ensayos dinámicos de laboratorio.

5.5 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 4.5

En el estudio se menciona nuevamente que se utilizaron tres (3) acelerogramas: Lejano, Regional y Cercano, escalados con valores de aceleración de 0.038g, 0.20g y 0.25g, respectivamente. Sin embargo, en la gráfica No.25 del informe se presenta la historia de aceleraciones del sismo de fuente cercana, aparentemente sin ser escalado (Amáx de 0.22g en lugar de 0.25g), por lo cual se solicita aclarar y corregir esta situación. Así mismo, en la tabla No.5 se presentan los valores de frecuencia, periodo fundamental y longitud de onda para cada sismo; estos valores son incorrectos y requieren ser revisados. La SCG sugiere que el consultor indique cual componente del movimiento se seleccionó para la modelación de la respuesta (Vertical, Transversal o Longitudinal), e indicar los nombres de los sismos específicos utilizados, lo cual es de vital importancia para poder validar las modelaciones presentadas.

CUMPLIMIENTO PARCIAL.

5.6 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 4.6

El consultor revisó los valores de frecuencias y periodos fundamentales obtenidos para cada uno de los registros de aceleraciones; sin embargo, estos valores siguen siendo incorrectos, lo cual conlleva a un dimensionamiento equivocado de la malla.

La malla de elementos finitos del modelo de análisis fue redimensionada, aumentando la densidad de elementos triangulares en la mayoría de los estratos; sin embargo, se observa que en el estrato No.4, a profundidades entre 40 y 56m aproximadamente, la malla sigue siendo gruesa, incumpliendo con el chequeo de longitud de onda definido. Está comprobado que una incorrecta definición de la malla en el modelo numérico, conlleva a resultados de espectros de respuesta equivocados.

Los valores de Gmáx definidos para cada uno de los estratos, fueron revisados y corregidos por el consultor. Después de una revisión minuciosa, la Sociedad Colombiana de Geotecnia encontró que las curvas dinámicas obtenidas de los ensayos de laboratorio para los estratos No.2 y 4 no se encuentran correctamente normalizadas con respecto a los valores de Gmáx definidos para el modelo de análisis. Así mismo, los valores de deformación por cortante para estas curvas se encuentran expresados en porcentaje, lo

cual es incorrecto (los valores de deformación de los resultados de ensayos de laboratorio presentados por el CIMOC están dados sin porcentaje). Se solicita que el consultor revise y aclare estas inconsistencias, teniendo en cuenta la importancia de los estratos No.2 y 4 que definen el perfil geotécnico de los primeros 56m del subsuelo.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con las observaciones realizadas en la primera revisión.

5.7 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 4.7

Dentro del informe, el consultor obtuvo los espectros de respuesta en superficie y a diferentes profundidades, 4.0m y 40.0m, de acuerdo con los niveles de cimentación proyectados para la estructura.

Los resultados de los análisis de propagación de ondas, presentados en el numeral 3.2 Análisis de Respuesta Dinámica y Espectros del informe, muestran espectros de respuesta por encima del mínimo establecido en el Decreto para periodos inferiores a 1.2s. Sin embargo, en las gráficas No.27 a No.29 (espectros de respuesta a diferentes profundidades), se observa que los espectros y los valores de aceleración son idénticos, sin importar la profundidad a la cual fueron obtenidos, lo cual evidencia un inadecuado planteamiento del modelo de análisis. Es de esperarse que los valores de aceleración varíen en profundidad, dadas las diferencias en estratigrafía y propiedades dinámicas de los materiales involucrados.

De esta manera se da CUMPLIMIENTO PARCIAL a las observaciones de la primera revisión.

6. TERCERA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE FECHA ABRIL 24 DE 2006

Una vez realizada la tercera revisión al presente estudio de respuesta sísmica local, bajo concepto técnico No. 4368 de Abril de 2006, a continuación se citan los comentarios correspondientes, de acuerdo con las directrices del decreto 074 de 2001.

6.1 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 5.1

El estudio CUMPLE con la asignación de la zona del proyecto con respecto a la Microzonificación Sísmica de Bogotá, desde la primera revisión.

6.2 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 5.2

El estudio CUMPLE satisfactoriamente con los requerimientos de exploración del subsuelo, desde la primera revisión.

6.3 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 5.3

Desde la primera revisión el estudio CUMPLE con el requerimiento de realizar ensayos de velocidad de onda de corte y compresión, mediante pruebas de campo tipo down hole y medición de velocidad de onda de corte en laboratorio.

6.4 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 5.4

El estudio CUMPLE con el requisito de realizar ensayos dinámicos de laboratorio.

6.5 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 5.5

En el estudio se revisó y corrigió la gráfica No.25 del informe, en donde se presenta la historia de aceleraciones del sismo de fuente cercana escalada adecuadamente a 0.25g. Así mismo, en la tabla No.5 se presentan los valores corregidos de frecuencia, periodo fundamental y longitud de onda para cada sismo. La componente del movimiento seleccionada para la modelación de la respuesta es la horizontal y se indican los nombres de los sismos específicos utilizados.

El estudio CUMPLE con el presente requisito.

6.6 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 5.6

El consultor revisó los valores de frecuencias y periodos fundamentales obtenidos para cada uno de los registros de aceleraciones de los sismos de diseño. Aunque estos nuevos valores no son estrictamente correctos, sí se encuentran muy cercanos a los reales, lo cual permite un mejor dimensionamiento de la malla.

La malla de elementos finitos del modelo de análisis fue redimensionada, aumentando la densidad de elementos triangulares en la mayoría de los estratos y cumpliendo con el chequeo de longitud de onda solicitado por la SCG en revisiones previas.

Las curvas dinámicas obtenidas de los ensayos de laboratorio para los estratos No.2 y 4 no se encuentran correctamente normalizadas con respecto a los valores de Gmáx definidos para el modelo de análisis en la Tabla No.6 del informe. Aparentemente, el Gmáx definido por el consultor para la normalización de estas curvas corresponde al valor de G para la menor deformación del ensayo de columna resonante, el cual es notablemente diferente al valor del Gmáx consignado en la Tabla No.6. La SCG sugiere que se modifiquen los valores de Gmáx del modelo por los valores de G usados en la normalización de las curvas dinámicas de los estratos No.2 y 4, o si se prefiere, se sugiere normalizar estas curvas, dividiéndolas entre los valores de Gmáx definidos en el modelo de análisis (Tabla No.6).

Por otro lado, si bien se hizo la claridad de que los valores de deformación de las curvas dinámicas para los estratos No.2 y 4, expresados en porcentaje dentro del informe, no se han tomado en porcentaje dentro del programa, se sugiere que las unidades de las gráficas siempre sean consistentes, a pesar de que dentro del modelo de QUAKE se estén utilizando los valores reales (sin porcentaje).

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con las observaciones realizadas en la primera y segunda revisión.

6.7 ATENCIÓN A LA OBSERVACIÓN 5.7

Dentro de la nueva versión del informe, el consultor obtuvo los espectros de respuesta en superficie y eliminó los espectros de respuesta a 4.0m y 40.0m de informes anteriores.

Los resultados de los análisis de propagación de ondas, presentados en el numeral 3.2 Análisis de Respuesta Dinámica y Espectros del informe, muestran espectros de respuesta por encima del mínimo establecido en el Decreto para periodos inferiores a 1.2 segundos. Después de este periodo y hasta 4.0 segundos, los valores de aceleración espectral son iguales a los coeficientes espectrales mínimos para diseño exigidos dentro del decreto 074 de 2001.

Teniendo en cuenta que se deben corregir aspectos consignados en la observación 6.6 del presente concepto, lo cual podría variar la respuesta del subsuelo y el espectro de diseño, se da CUMPLIMIENTO PARCIAL a las observaciones de la primera y segunda revisión.

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

Sociedad Colombiana de Geotecnia

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de la tercera revisión, se concluye que el estudio de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas del proyecto en referencia está aun INCOMPLETO y necesita ser nuevamente revisado para dar total cumplimiento a los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001.

La SCG considera que, a pesar de que se brindó atención a varias de las observaciones del segundo concepto, el consultor debe revisar las observaciones del numeral 6.6, principalmente con lo referente al procedimiento de normalización de las curvas dinámicas obtenidas de los ensayos de laboratorio.

Revisó y Aprobó:

ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Presidente Saliente
Sociedad Colombiana de Geotecnia

Revisó:	VoBo:
ING. JUAN CARLOS PADILLA R. Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos DPAE	**ING. DIANA AREVALO SANCHEZ** Jefe Estudios Técnicos y Conceptos Area de Investigación y Desarrollo DPAE

Aprobó:

ING. GUILLERMO AVILA ALVAREZ
Coordinador de Investigación y Desarrollo
DPAE