



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4416 de 2006
ADENDO No. 1 AL CONCEPTO TECNICO No. CT-4327 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: Dra. Natalia Vásquez
Promotora Nueva Granada S. A.

LOCALIDAD: USAQUEN

BARRIO: Bella Suiza

PROYECTO: **PROYECTO URBANISTICO EL BOSQUE**

UPZ: 15 Country Club

TIPO DE RIESGO: Sísmico

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



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

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 celebrado un convenio que tiene por objeto realizar una asesoría técnica 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 al **Adendo No. 1** por el cual se complementa el Concepto Técnico No. CT-4327 correspondiente a la **segunda revisión** realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas del proyecto urbanístico El Bosque ubicado en la Calle 130 No. 10-90 en la ciudad de Bogotá, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO EL BOSQUE

El estudio entregado a esta entidad indica que en el lote localizado Calle 130 No. 10-90 en la ciudad de Bogotá, se contempla la construcción de dos torres de apartamentos de 17 pisos de altura, con un sótano de dos niveles de 4.10 m de profundidad y semisótano.

El estudio geotécnico fue realizado por la firma L F O Ingeniería de Suelos Ltda. y la evaluación de la respuesta sísmica local del suelo fue ejecutado por el Ingeniero Jorge Alberto Rodríguez.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

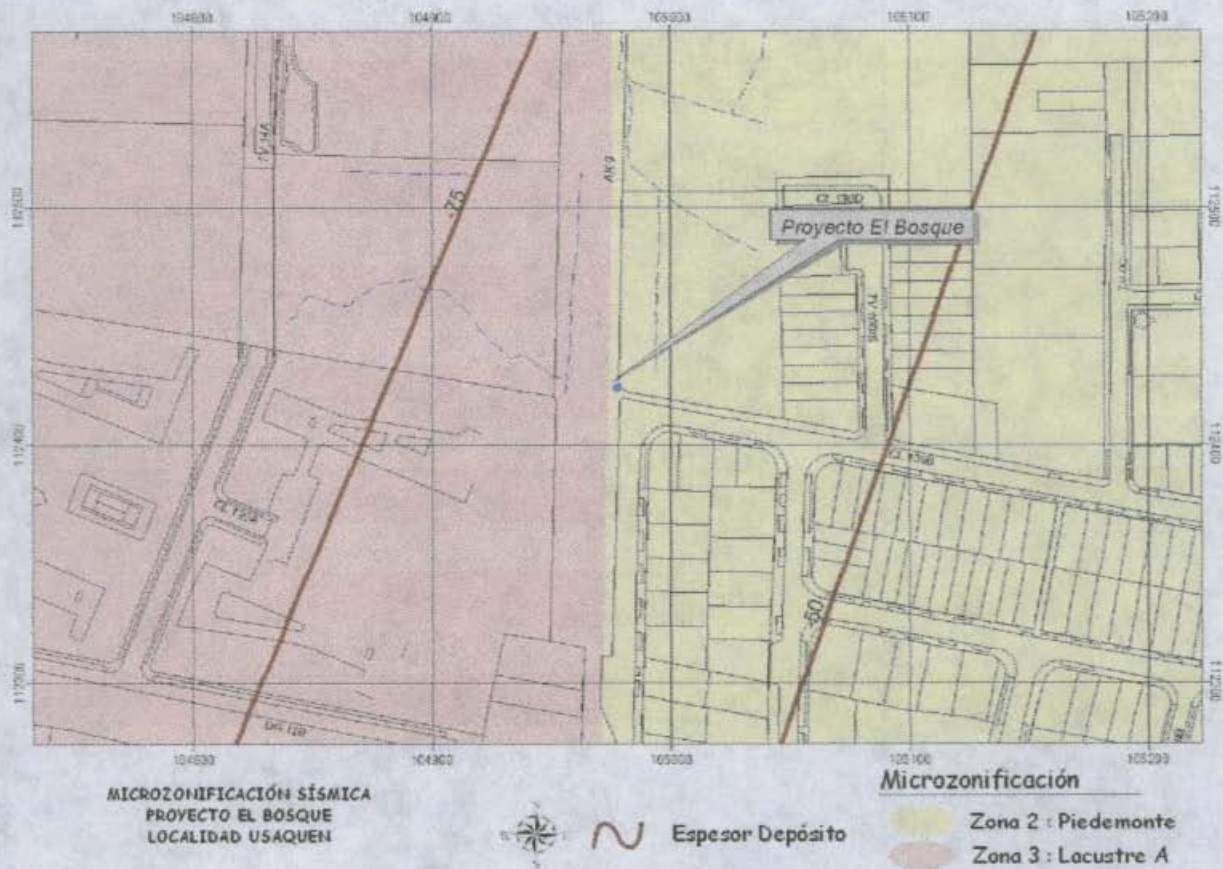


Figura 1 Localización General del Proyecto El Bosque

4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica Proyecto Urbanización El Bosque", se hace a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 074 de 2001 para este tipo de estudios.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



000004

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

El propósito de la revisión es verificar que el estudio cumpla con los requisitos de manera que se pueda verificar de manera razonable la validez del espectro de diseño recomendado, si dicho espectro es diferente al espectro de diseño definido por el decreto 074.

El concepto técnico No. CT-4261 de Diciembre 26 de 2005 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.

De acuerdo con lo consignado en este informe el proyecto El Bosque se encuentra localizado justo sobre la frontera de las zona 2 y zona 3, de acuerdo con el mapa de la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

De acuerdo con el mapa de profundidades del basamento rocoso, este se encuentra a una profundidad del orden de 75 m.

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 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 el estudio de suelos se realizaron en total 8 sondeos (6 de menos de 10 m de profundidad y 2 de 50 m). En este informe sólo se hace referencia a los estudios para la respuesta dinámica y no se presentan los resultados de la exploración realizada, no se encontró el registro de las perforaciones profundas, ni los resultados de los ensayos de clasificación y/o humedad.

Dentro del informe se hace referencia a estos resultados, pero de forma descriptiva. Se recomienda incorporar dicha información a este informe con el objeto de poder analizar más claramente las consideraciones realizadas en el estudio.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

Para definir las características de los materiales por debajo de la profundidad explorada hasta el basamento rocoso, se utilizó la información del mapa de profundidades presentado en el estudio de la Microzonificación y varias perforaciones cercanas. Además, se consideraron los resultados de estudios realizados sobre el proceso de sedimentación de la Sabana de Bogotá. Los resultados son bastante consistentes. De acuerdo con estos resultados por debajo de los 50 m explorados se encuentran sedimentos arenosos que presentan un incremento de su rigidez con la profundidad. A pesar de que en la descripción se habla de la presencia de estratos de turba a partir de 21 m, no se considera la presencia de estos materiales dentro del perfil analizado. Como se observa en la Tabla No. 1, que se presenta a continuación, con excepción de la muestra más superficial, todas las muestras ensayadas presentan relaciones de vacíos cercanas a 3 e índices de plasticidad moderados, típicos de materiales con contenidos importantes de materia orgánica.

TABLA No. 1 Resumen propiedades ensayos dinámicos

MUESTRA	PROFUNDIDAD (M)	IP %	SUCS	e_0	PESO UNITARIO (Kn/m ³)	ESFUERZO DE CONFINAMIENTO EFECTIVO (kpa)
S8-M7-SH01	8.00 – 8.70	33,1	MH	0,84	17,5	99
S8-M13-SH03	19.84 – 20.53	102,8	MH	3,98	12,4	149
S8-M16-SH04	28,50 – 29.23	28,2	MH	2,66	13,4	195
S8-M22-SH06	35,60 – 41,41	72,6	MH	3.79	11,08	158

Tal como se comenta, en el informe, existen estudios sobre el comportamiento de las turbas sometidas ante carga dinámica y su efecto en la respuesta de los suelos. Si bien es cierto que este es un tema sobre el cual existen discrepancias, se debe considerar su presencia; no se puede descartar la continuidad de estos estratos, para esto sería fundamental contar con los registros de las perforaciones ejecutadas y realizar un perfil (por lo menos con las dos profundidades) que permita confirmar o desestimar la condición de continuidad de los estratos.

En principio se considera que las turbas tienen efecto favorable a la respuesta dinámica debido a los altos amortiguamientos que se desarrollan en estos materiales, que



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

producen como consecuencia una reducción de la respuesta, y resultaría conservativo no tener en cuenta estos materiales en los análisis; sin embargo, también se debe analizar el efecto de estos materiales en los periodos de vibración predominantes del suelo.

Se recomienda evaluar el efecto de estos materiales considerando las propuestas de Rodríguez y otros

CUMPLIMIENTO PARCIAL.

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.

Se hizo un ensayo de Down Hole en una de las perforaciones profundas. Los resultados se reinterpretaron, pues los valores no coinciden exactamente con la interpretación realizada por P.S.I., encargado de ejecutar este ensayo.

Los resultados de este ensayo se compararon con los resultados de perforaciones cercanas y se distinguieron tres zonas, una superficial que muestra velocidades del orden de 200 m/seg; un segundo nivel con velocidades menores entre 100 y 150 m/seg y finalmente un material cuya velocidad aumenta con la profundidad, consistente con las características de los materiales que se presentan en la zona.

Con base en el análisis de la información se propuso una banda de la variación de la velocidad de propagación de ondas de corte con la profundidad. Lo cual representa la incertidumbre que se presenta en la evaluación de este parámetro.

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.).

Se realizaron tres ensayos triaxiales cíclicos sobre muestras inalteradas Sin embargo, llama la atención la variación de los esfuerzos de confinamiento con la profundidad y que para la muestra más profunda el confinamiento sea menor que el esfuerzo de la segunda muestra. Se recomienda explicar como se definieron los esfuerzos de confinamiento para las diferentes profundidades.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



000007

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

Al tomar esfuerzos de confinamientos que no sean compatibles con el estado de esfuerzos a los cuales está sometido el suelo, se pueden obtener resultados diferentes a los representativos de los materiales ensayados.

A pesar de contar con curvas de variación del módulo de rigidez y de la fracción de amortiguamiento con el nivel de deformación, se tomaron curvas obtenidas en la literatura y no se convalidaron con los resultados obtenidos. Además, para definir la curva de variación del módulo de rigidez y el amortiguamiento a utilizar en el análisis de la respuesta, se empleó la curva de variación del I.P. con la profundidad obtenida para una perforación ubicada en la Calle 134 con Avenida 9, relativamente cerca del proyecto El Bosque; sin embargo, si se localizan los índices de plasticidad reportados en los ensayos de la Universidad Javeriana sobre la figura 3.4 del informe, se observa que no corresponden con dicha variación.

En las tablas 3.1 y 3.2 se presentan los perfiles analizados con el programa EERA, se observa que además los pesos unitarios considerados no tienen correspondencia con los valores obtenidos en los ensayos dinámicos realizados en la Universidad Javeriana, los cuales son los únicos valores disponibles en este estudio.

INCUMPLIMIENTO.

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

Se utilizaron los acelerogramas de los sismos propuestos por la microzonificación de Bogotá, y se realizó una discusión válida sobre la representatividad del sismo de Tauramena modificado. Adicional a esto se seleccionaron 10 acelerogramas adicionales representativos de condiciones tectónicas similares a las esperadas para el sismo lejano, el sismo local y el sismo regional.

La utilización de estos acelerogramas permite hacer un barrido mas amplio de las diferentes características de los sismos esperados en Bogotá.

CUMPLIMIENTO

4.6 Realizar mínimo un análisis unidimensional (SHAKE, EERA), para todas las zonas de la microzonificación, siempre y cuando la pendiente del terreno sea inferior a 10 grados.

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

Se realizaron análisis unidimensionales con el programa EERA, que corresponde a una versión mucho más amigable del programa SHAKE. Debido a la baja pendiente de la zona no se justifica la ejecución de análisis bidimensionales.

Los análisis efectuados consideran un número mayor de sismos que los recomendados y se consideraron las incertidumbres asociadas al valor de la velocidad de propagación de ondas S.

En cuanto a las curvas de variación de la rigidez y de la fracción de amortiguamiento con el nivel de deformación se analizó un intervalo de variación definido con base en unos índices de plasticidad que no corresponden a los valores obtenidos en los ensayos presentados en este informe.

Se deben considerar curvas correspondientes a las obtenidas en los ensayos efectuados, y con las curvas correspondientes a las características de los materiales encontrados, caracterizados por altas relaciones de vacíos e índices de plasticidad moderados, lo cual es un indicativo de la alta presencia de materia orgánica y de materiales de turba, como se comentó en la descripción de los materiales.

Se recomienda mostrar en una gráfica los rangos de variación empleados en los análisis y compararlos con las curvas obtenidas en los ensayos de laboratorio y las correspondientes a los índices de plasticidad medidos. Si estas curvas están dentro del rango establecido los resultados de los análisis serían aceptables.

CUMPLIMIENTO PARCIAL

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,

Con base en los análisis efectuados se obtiene que el espectro recomendado corresponde a uno intermedio entre los espectros mínimos propuestos para las zonas 2 y 3, puesto que en general los espectros obtenidos con un cubrimiento del 90% están por debajo de las formas espectrales especificadas.

De acuerdo con el perfil geotécnico obtenido en la perforación profunda, y tal como lo cita el Ingeniero Rodríguez en el informe, los materiales obtenidos corresponden a un perfil típico de suelos de la Zona 3, por tanto se considera que el espectro recomendado debe



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

coincidir con el mínimo especificado para la Zona 3; puesto que con el propuesto por el Ingeniero Rodríguez se están incrementando las aceleraciones espectrales en la zona de periodos cortos, sin que exista una justificación de acuerdo con los resultados de los análisis (Ver figuras 3.10, 3.11 y 3.12 del informe) y se reducen las sollicitaciones para periodos largos de más de 1 seg, que pueden coincidir con las características fundamentales de vibración de las estructuras a construir en este proyecto.

5. REVISIÓN DEL ESTUDIO ACTUALIZADO DE FECHA FEBRERO 9 DE 2006

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

De acuerdo con lo consignado en este informe, el proyecto El Bosque se encuentra localizado justo sobre la frontera de las zona 2 y zona 3, de acuerdo con el mapa de la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

De acuerdo con el mapa de profundidades del basamento rocoso, este se encuentra a una profundidad del orden de 75 m.

En el numeral 1.1 se describen las condiciones del subsuelo “El terreno original donde se encuentra ubicado el Proyecto era más bajo que la superficie existente por lo que se encuentran algunos rellenos de poco espesor. Debajo de estos rellenos hasta la profundidad explorada se encuentran depósitos de limos, limos arcillosos y arenas, con lentes de turba particularmente a 21 m de profundidad, con un espesor estimado del orden de 75 m, típicos de la zona 3 de la microzonificación sísmica de Bogotá”.

En la página 81 de la Microzonificación Sísmica de Santa Fé de Bogotá se describen las características de los materiales de las zonas homogéneas:

“Zona 2 – Piedemonte. Está conformada por la zona de transición entre los cerros y la zona plana y consta principalmente de depósitos coluviales y conos de deyección de materiales con una elevada capacidad portante en general, pero con estratigrafías heterogéneas con predominio de gravas, arenas y limos y depósitos ocasionales de arcillas de poco espesor”

“Zona 3 – Lacustre A. Está conformada principalmente por depósitos de arcillas blandas con profundidades mayores de 50 m. Pueden aparecer depósitos ocasionalmente de turbas y arenas de espesor intermedio a bajo. Presenta una capa superficial preconsolidada de espesor variable y no mayor de 10 m.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

Si bien por su localización el sitio está en la zona de transición, la descripción del perfil de suelo realizada por los autores del estudio coinciden con el perfil de la zona 3 de acuerdo con lo definido por el estudio de la microzonificación; y por tanto esta zona se debe considerar como referencia para la selección del espectro de diseño..

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 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 el estudio de suelos se realizaron en total 8 sondeos (6 de menos de 10 m de profundidad y 2 de 50 m). En este informe sólo se hace referencia a los estudios para la respuesta dinámica y no se presentan los resultados de la exploración realizada, no se encontró el registro de las perforaciones profundas, ni los resultados de los ensayos de clasificación y/o humedad.

Dentro del informe se hace referencia a estos resultados, pero de forma descriptiva. Se recomienda incorporar dicha información a este informe con el objeto de poder analizar más claramente las consideraciones realizadas en el estudio. Esta solicitud no fue atendida.

Para definir las características de los materiales por debajo de la profundidad explorada hasta el basamento rocoso, se utilizó la información del mapa de profundidades presentado en el estudio de la Microzonificación y varias perforaciones cercanas. Además, se consideraron los resultados de estudios realizados sobre el proceso de sedimentación de la Sabana de Bogotá. Los resultados son bastante consistentes. De acuerdo con estos resultados por debajo de los 50 m explorados se encuentran sedimentos arenosos que presentan un incremento de su rigidez con la profundidad. Se incorporó en los análisis la presencia de estratos de turba a partir de 21 m.

CUMPLIMIENTO

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.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

5.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte, V_s , por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.

Se hizo un ensayo de Down Hole en una de las perforaciones profundas. Los resultados se reinterpretaron, pues los valores no coinciden exactamente con la interpretación realizada por P.S.I., encargado de ejecutar este ensayo.

Los resultados de este ensayo se compararon con los resultados de perforaciones cercanas y se distinguieron tres zonas, una superficial que muestra velocidades del orden de 200 m/seg; un segundo nivel con velocidades menores entre 100 y 150 m/seg y finalmente un material cuya velocidad aumenta con la profundidad, consistente con las características de los materiales que se presentan en la zona.

Con base en el análisis de la información se propuso una banda de la variación de la velocidad de propagación de ondas de corte con la profundidad. Lo cual representa la incertidumbre que se presenta en la evaluación de este parámetro.

CUMPLIMIENTO

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 tres ensayos triaxiales cíclicos sobre muestras inalteradas. Sin embargo, llama la atención la variación de los esfuerzos de confinamiento con la profundidad y que para la muestra más profunda el confinamiento sea menor que el esfuerzo de la segunda muestra. Se recomienda explicar como se definieron los esfuerzos de confinamiento para las diferentes profundidades.

Muestra	Profundidad(m)	Peso Unitario (kN/m ³)	Presión de Cámara (Kpa)
Sondeo 6 –M7	8.00 – 8.70	17.8	99
Sondeo 6 –M13	19.84-20.53	12.7	149
Sondeo 6 –M15	28.50 – 29.23	13.7	195
Sondeo 6 –M22	35.66 – 41.41	11,3	158

En la Figura 3.4 se presenta la variación del peso unitario con la profundidad, en donde se muestra su variabilidad. Se optó por considerar un valor medio.

CUMPLIMIENTO PARCIAL



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.



000012

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

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

CUMPLIMIENTO.

5.6 Realizar mínimo un análisis unidimensional (SHAKE, EERA), para todas las zonas de la microzonificación, siempre y cuando la pendiente del terreno sea inferior a 10 grados.

Se realizaron análisis unidimensionales con el programa EERA, que corresponde a una versión mucho más amigable del programa SHAKE. Debido a la baja pendiente de la zona no se justifica la ejecución de análisis bidimensionales.

Los análisis efectuados consideran un número mayor de sismos que los recomendados y se consideraron las incertidumbres asociadas al valor de la velocidad de propagación de ondas S.

En cuanto a las curvas de variación de la rigidez y de la fracción de amortiguamiento con el nivel de deformación se analizó un intervalo de variación definido con base en los diferentes tipos de suelos.

CUMPLIMIENTO

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,

Con base en los análisis efectuados se obtiene que el espectro recomendado corresponde a uno intermedio entre los espectros mínimos propuestos para las zonas 2 y 3, puesto que en general los espectros obtenidos con un cubrimiento del 90% están por debajo de las formas espectrales especificadas.

Como lo indica el título de esta viñeta: "el espectro de diseño obtenido no puede ser menor que el espectro mínimo establecido para cada zona".

Como se anteriormente a pesar de que el sitio se encuentra en una zona de transición los materiales encontrados en la exploración claramente coinciden con el perfil típico de la zona 3, tal como lo reconoce el Ingeniero Rodríguez en el informe; por tanto se considera que el espectro recomendado debe coincidir con el mínimo especificado para la Zona 3;



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.



000013

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

puesto que con el propuesto por el Ingeniero Rodríguez se están incrementando las aceleraciones espectrales en la zona de periodos cortos, sin que exista una justificación de acuerdo con los resultados de los análisis (Ver figuras 3.13, 3.14 y 3.15 de esta revisión) y se reducen las solicitaciones para periodos largos de más de 1 seg, que pueden coincidir con las características fundamentales de vibración de las estructuras a construir en este proyecto y que de acuerdo con los resultados de los análisis (ver figura 3.15) existen casos en los cuales las aceleraciones espectrales alcanzan el espectro mínimo de la zona 3, como ocurre entre 1.8 y 2.4 segundos.

6. ADENDO No. 1 AL CT-4327 CORRESPONDIENTE A LA SEGUNDA REVISIÓN CON BASE EN COMUNICACIÓN ELECTRÓNICA DEL CONSULTOR DE FECHA ABRIL 23 DE 2006

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

CUMPLIMIENTO

6.2 Para estos estudios, todos los datos de campo deben provenir de mínimo una perforación de 50 m en suelos blandos y se debe realizar 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.

CUMPLIMIENTO DESDE LA REVISION ANTERIOR

6.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte, V_s , por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.

CUMPLIMIENTO DESDE LA PRIMERA REVISION



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

- 6.4 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.).**

CUMPLIMIENTO

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

CUMPLIMIENTO DESDE LA PRIMERA REVISION

- 6.6 Realizar mínimo un análisis unidimensional (SHAKE, EERA), para todas las zonas de la microzonificación, siempre y cuando la pendiente del terreno sea inferior a 10 grados.**

CUMPLIMIENTO DESDE LA REVISION ANTERIOR

- 6.7 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,**

Con base en los análisis efectuados se obtiene que el espectro recomendado corresponde a uno intermedio entre los espectros mínimos propuestos para las zonas 2 y 3, puesto que en general los espectros obtenidos con un cubrimiento del 90% están por debajo de las formas espectrales especificadas.

Como se dijo anteriormente, si bien el sitio se encuentra en una zona de transición los materiales encontrados en la exploración claramente coinciden con el perfil típico de la Zona 3, tal como lo reconoce el Ingeniero Rodríguez en el informe; por tanto se considera que el espectro recomendado podía haber coincidido con el mínimo especificado para la Zona 3. Sin embargo, en el marco del decreto 074, el Ingeniero Rodríguez optó por el promedio de los mínimos correspondientes a las zonas 2 y 3.

En el espectro propuesto se incrementan las aceleraciones espectrales en la zona de periodos cortos y se reducen las solicitaciones para periodos largos de más de 1 seg, que pueden coincidir con las características fundamentales de vibración de las estructuras a construir en este proyecto, lo que se traduce en una economía en el diseño.

CUMPLIMIENTO



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado del Adendo No. 1 por el cual se complementa el Concepto Técnico CT-4327 correspondiente a la segunda 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 G
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