



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

0 0 0 0 0 1



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4028 de 2004

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

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Alfonso Uribe Sardiña Alfonso Uribe S. & Cia. Ltda.
LOCALIDAD:	Suba
BARRIO:	Mónaco
PROYECTO:	URBANIZACIÓN LAGOS DE CÓRDOBA
Dirección:	Avenida Suba con Diagonal 117 A
UPZ:	Niza 24
FECHA DE EMISION:	Septiembre 16 de 2004
TIPO DE RIESGO:	Sísmico

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 párrafo único del artículo 7 del Decreto 074 de 2001,



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

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 a la segunda revisión realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio de Suelos y Análisis de Cimentaciones Edificios 2 Y 3 Urbanización Lagos de Córdoba, que en el Capítulo 6 incluye la Caracterización Sísmica para efectos del Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO EDIFICIOS 2 Y 3 LAGOS DE CÓRDOBA

El estudio entregado a esta entidad indica que en el lote localizado en la Avenida Suba con Diagonal 117 A, se contempla la construcción de cinco torres: tres torres de 13 pisos, una de 15 pisos y otra de 17 pisos, en el lote ubicado en el barrio Mónaco de la localidad de Suba, correspondiente a las siguientes coordenadas planas aproximadas (Figura 1):

Norte	111.300
Este	101.000

El estudio de Suelos y Análisis de Cimentaciones fue elaborado por la firma Alfonso Uribe S. & Cia. Ltda., mientras que el estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas fue elaborado por el ingeniero Jorge A. Rodríguez O.



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

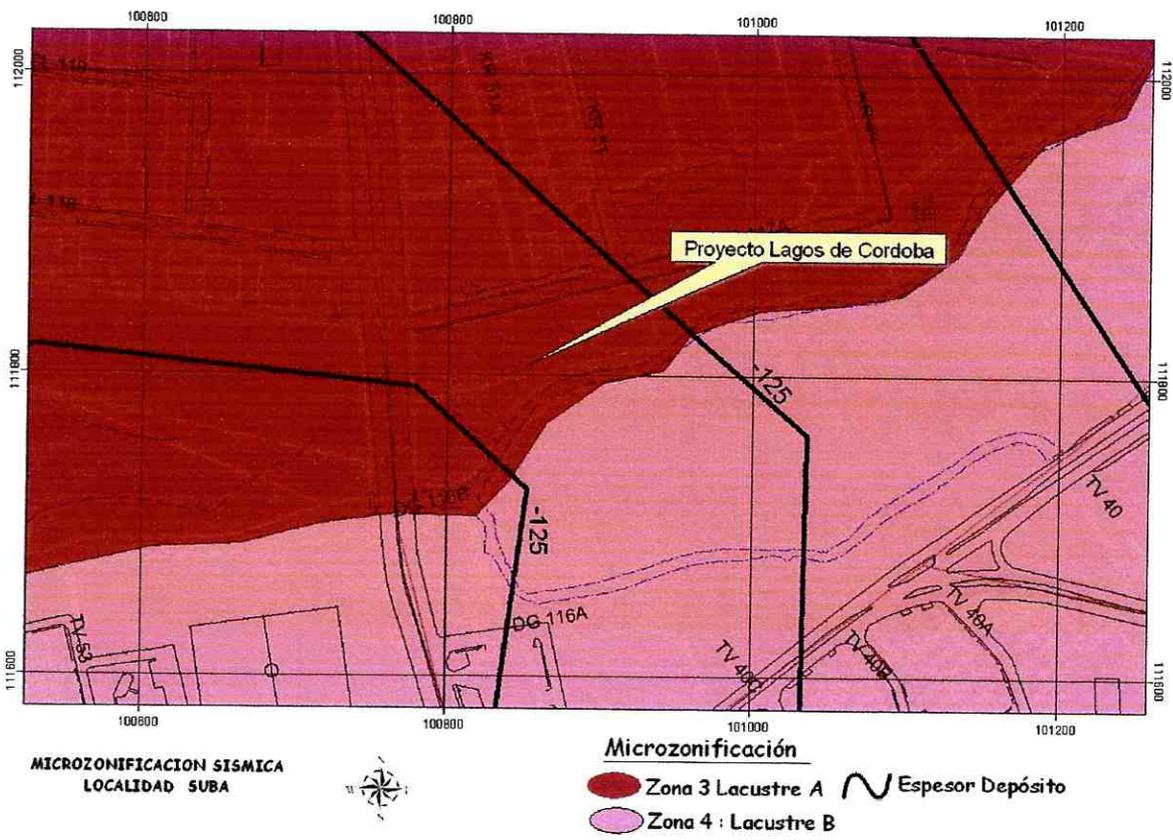


Figura 1 Ubicación del Proyecto Lagos de Córdoba.

4. REVISIÓN INICIAL DEL ESTUDIO

La revisión del informe AUS-2122-2 "Asesoría Geotécnica y Sismológica para la evaluación de la amenaza sísmica avenida suba diagonal 117 de Bogotá," y el "Estudio de Suelos y Análisis de cimentaciones Edificios Lotes 2 y 3 Urbanización Lago de Córdoba", se hizo a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 074 de 2001 para este tipo de estudios. El concepto técnico relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo se transcribe a continuación, con referencia a los requerimientos pertinentes del decreto antes mencionado.

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



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

En el cuerpo y anexos del informe se incluye la localización del proyecto en el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 3, pero muy cerca del límite con la zona 4, por lo cual la definen como zona de transición.

- **Realizar número suficiente de ensayos para caracterizar el perfil. Para complementar la información en profundidad 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.**

Se destacan las siguientes observaciones:

-En el estudio se presenta la información recolectada para la elaboración del estudio.

- De igual manera se presenta la ubicación de las perforaciones ejecutadas; en el informe se habla de 5 perforaciones de 7.40 metros y una de 46.20 metros de profundidad, tomándose las muestras para los ensayos dinámicos de la perforación 3. Sin embargo en el anexo de los resultados de laboratorio, aparecen como referenciadas las muestras de la perforación 6. Se requiere aclarar esta inconsistencia.

-No se presenta el perfil de análisis dinámico completo y detallado hasta la roca (falta definir el perfil dinámico entre los 50m y 125m de profundidad; Aunque se menciona la información recolectada, no se presentan los valores asumidos).

- En el anexo estratigráfico, se identifican al menos tres tipos de estratos (incluyendo una turba de dos metros de espesor en la perforación 6); sin embargo, el perfil promedio con los parámetros para cada uno de los estratos no se presenta. (Únicamente se presenta el de velocidad de ondas de corte).

- Tampoco se presenta el análisis utilizado para definir e interpolar el posible perfil geotécnico entre 50m y 125m. Solamente se presentan los valores de velocidad de ondas de corte, pero la densidad y variación del módulo de corte en profundidad no se presenta.

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

En el informe se menciona que se realizó una perforación a 46.2 metros de profundidad (P3), en la que se realizó un ensayo Down Hole. Sin embargo, para efectos de cálculo se menciona que los valores adoptados se tomaron de la superposición de las pruebas de Down –Hole realizadas en la calle 100 y calle 170. Creemos que dada la alta variabilidad espacial de las propiedades de la arcilla de



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

Bogotá, lo más conveniente es adoptar los valores obtenidos en la perforación P3, y, para profundidades mayores asumir las obtenidas de la calle 100 y calle 170. Está última hipótesis es válida, siempre y cuando el material localizado entre los 50 metros y los 125 metros sea muy similar.

- **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 perfil geotécnico no se presenta la ubicación de las muestras recolectadas durante la fase de campo.

Se menciona la ejecución de tres ensayos triaxiales cíclicos de deformación controlada; A este respecto se tienen las siguientes inquietudes:

- *Se solicita uniformizar el sistema de unidades, ya que las presiones de consolidación se dan en Kg/cm² y los pesos unitarios en KN/m³ (Definir en que sistema de unidades se está trabajando).*
- *Definir si la presión de consolidación de las muestras es utilizando el esfuerzo vertical o el promedio a esa profundidad.*
- *Asumiendo, que los ensayos se consolidaron al esfuerzo vertical, se encuentra que las presiones a las cuales fueron consolidadas las muestras son muy inferiores al esfuerzo efectivo vertical a esa profundidad. Por ejemplo, el esfuerzo efectivo vertical de la muestra 7 P6, a 12.75 de profundidad presentaría un esfuerzo efectivo de 1.38 Kg/cm², y la presión de consolidación fue de 0.4 Kg/cm². Algo similar sucede para los restantes ensayos.*
- *Los ensayos triaxiales corresponden son de deformación controlada, con un incremento sucesivo en la deformación axial. Se solicita aclarar la manera como se realizó la prueba, aclarando si la presión de consolidación se mantuvo o fue variable; De igual manera se solicita incluir los ciclos en los cuales se produjo el incremento en la deformación axial.*
- *En las curvas de G/Go vs γ y β vs γ , se obtienen diferentes resultados dependiendo de la presión de confinamiento. Lo anterior implicaría que para este caso en particular, lo más adecuado sería definir al menos tres curvas típicas que dependerían de la presión de confinamiento. (debido a la existencia de una capa de turba entre los 20 y 22 metros en la perforación 6, se recomienda realizar un análisis teniendo en cuenta este material).*



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

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

El informe cumple con este requisito; Sin embargo se menciona que en la tabla 2.3 se presentan las características de los eventos mencionados, pero esta tabla no aparece en el informe.

- **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.**

El estudio cumple con este requerimiento.

5. REVISIÓN DE LAS RESPUESTAS DADAS POR EL CONSULTOR AL CONCEPTO TÉCNICO DE LA SCG.

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

En el informe se incluye la localización del proyecto en el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 3, pero muy cerca del límite con la zona 4, por lo cual la definen como zona de transición, lo cual implica que subsuelo está conformado por depósitos arcillosos blandos, que en la zona de estudio alcanzan del orden de 128 m de espesor.

Esta ubicación está de acuerdo con el Decreto 074 de 2001 ver Figura 1 del presente concepto)

- **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 informe se aclaran las inconsistencias detectadas en el primer informe sobre las perforaciones ejecutas y se especifica que las muestras se tomaron de la perforación 6.

El estudio cumple con este requerimiento.



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

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

El estudio cumple con este requerimiento

- 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.).

- Para futuros estudios, se recomienda realizar pruebas triaxiales cíclicas sobre la turba, especialmente si esta aparece en los primeros 50 metros.
- Igualmente, se deja la inquietud sobre si un triaxial dinámico de deformación controlada, reproduce de manera adecuada un fenómeno que podría aproximarse más a uno de carga controlada. Otro interrogante sobre este tipo de ensayos, es si ese aumento sistemático de la deformación axial sobre la misma muestra (stage testing), es realmente representativa del fenómeno que se está analizando.

El estudio cumple con este requerimiento.

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

El informe cumple con este requisito.

- 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.

El estudio cumple con este requerimiento.

- Para todas las zonas el espectro obtenido no puede ser menor que el espectro mínimo establecido para cada zona en la Microzonificación Sísmica de Bogotá,

Una vez revisado el espectro de diseño propuesto (Figura 2), se observa que para periodos inferiores a 1.2 segundos el espectro calculado cumple con lo requerido por el decreto 074 de 2001. Para la zona de la meseta el espectro se localiza al nivel 0.5g,

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

y la zona de descenso se inicia a partir de 1.15 segundos y coincide con la rama descendente del mínimo de la zona 4.

El estudio cumple con este requerimiento.

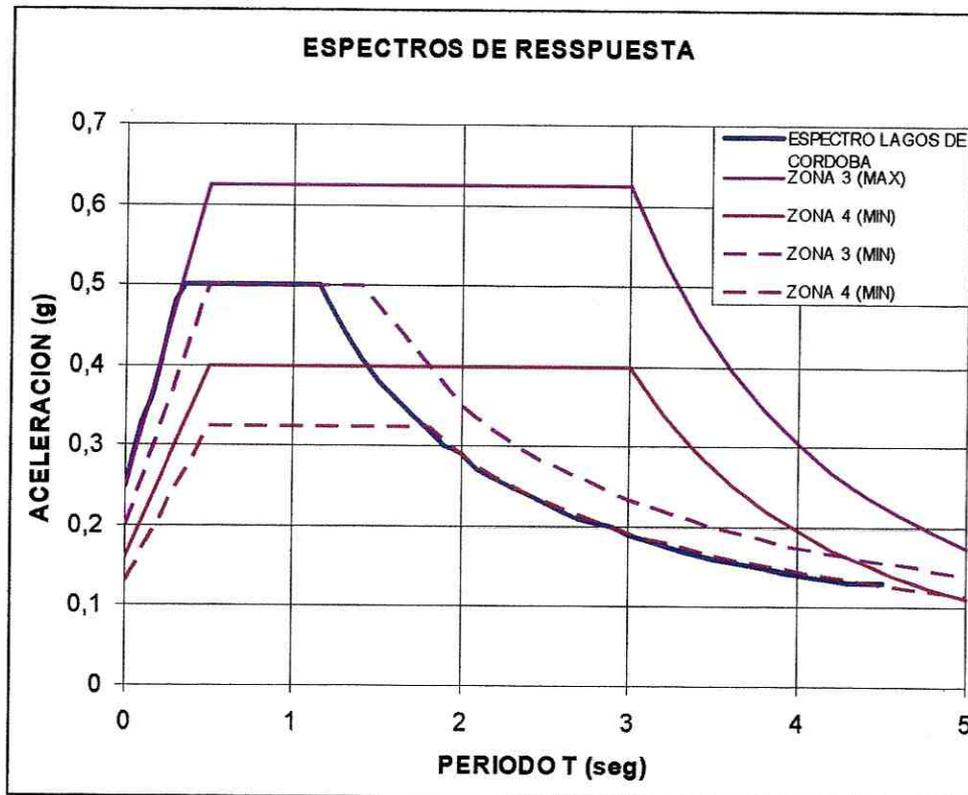


Figura 2. Espectro Propuesto y espectros de Microzonificación



Secretaría
GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.



CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

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 está completo a la luz de los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001.

ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Presidente / Representante Legal
Sociedad Colombiana de Geotecnia

Revisó:

ING. MAURICIO TAPIAS CAMACHO
Grupo de Conocimiento
DPAE

Aprobó:

JAVIER PAVA SÁNCHEZ
Coordinador Técnico
DPAE