



CONCEPTO TECNICO No. CT- 4008 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:

Dr. Jaime Rodríguez Azuero

Curador Urbano No. 1

LOCALIDAD:

BARRIO:

Pradera Norte

PROYECTO:

VILLAS DE TOSCANA

UPZ:

Toberín 12

Usaquén

FECHA DE EMISION:

Julio 19 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 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 a la revisión realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas del proyecto urbanístico Villas de Toscana, localizado entre la Diagonal 166 y Calle 165 A, con Carrera 29 A y Transversal 28, barrio Pradera Norte de la localidad de Usaquén, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO VILLAS DE TOSCANA

El estudio entregado a esta entidad indica que en el lote localizado Diagonal 166 y Calle 165 A, con Carrera 29 A y Transversal 28 de la localidad de Usaquén (Figura 1), se contempla el desarrollo de un proyecto con 205 casas de 3 pisos con semisótano y un salón comunal con estructura en pórticos pero no se indica el área construída o las coordenadas del mismo.

Tanto el estudio geotécnico como el estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas fue elaborado por la firma Espinosa y Restrepo.





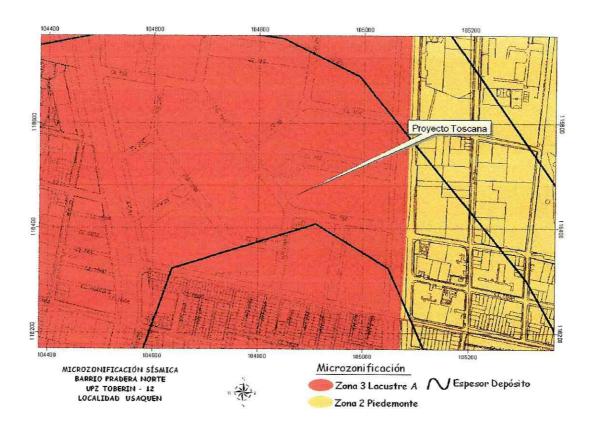


Figura 1 Ubicación del Proyecto Villas de Toscana

4. REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe EYR-S 5371 "Análisis de Microzonificación Local para su Proyecto Toscana a construirse entre la Diagonal 166 y la Calle 165 A y entre la Carrera 29 A y Transversal 28 de Bogotá," y el Estudio de Suelos para el Proyecto Toscana, Trabajo EYR-S-5371, 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 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 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.





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

En el cuerpo del informe se define la localización del proyecto de acuerdo con en el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 3 Lacustre A. Sin embargo, en el informe no se presenta dicho mapa, y no se hace referencia a las implicaciones de la ubicación en dicha zona para la realización de los estudios geotécnicos detallados y el análisis de la respuesta local de amplificación de las ondas sísmicas. La ubicación esta de acuerdo con el Decreto 074 de 2001.

En la sección 4.1- Metodología y ensayos se indica que la profundidad del depósito en el sitio es de 200 m. Sin embargo, de acuerdo con los resultados de la Microzonificación el espesor puede ser cercano a 250 m (Ver Figura 1 del presente concepto). Se requiere verificar esta diferencia.

 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.

No se presenta el perfil de análisis dinámico completo y detallado hasta la roca (falta el perfil dinámico entre los 50m y 200 m de profundidad). Solo se presenta el perfil hasta los 50m de profundidad, aunque sin detallar parámetros índice (peso unitario, IP), y tipos de suelo de acuerdo a su diferente comportamiento dinámico (curvas de comportamiento dinámico características obtenidas a partir de los ensayos dinámicos, ya que las presentadas para arenas son teóricas). Tampoco se presenta el análisis utilizado para definir e interpolar el posible perfil geotécnico entre 50m y 200 m.

 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 del que se define un perfil con tres estratos. En la sección 4.1 se menciona que las propiedades de las turbas se obtuvieron del ensayo de Dowh Hole. Sin embargo en al interpretación del ensayo no se identifican estos estratos.

No se indican que propiedades se utilizaron para los suelos de 50 a 200 m de profundidad. Se menciona que son arenas pero no se indica que valores de Vs o Go ni se muestran las curvas de variación del módulo y el amortiguamiento con la





deformación. Se deben presentar de manera justificada estas curvas y precisar que valores de Vs o Go se utilizaron.

 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 la sección 2.3 - Ensayos dinámicos del informe se presentan resultados de Bender element antes y después de consolidar pero no se indica la presión de consolidación. No se correlaciona con la Vs del ensayo Down Hole.

Se hicieron ensayos de columna resonante y triaxial cíclico con presiones de consolidación de 1.5 k/cm² para la muestra a 15.5 m, y 3.85 para la de 39.5 m, cuando el esfuerzo vertical efectivo no es mayor de 1.0 k/cm² y y 2.4 k/cm² aproximadamente para estas muestras. Estos valores son muy distintos a los del terreno y pueden aún exceder la presión de preconsolidación. Esto tiene un importante efecto sobre los resultados, ya que se obtienen módulos diferentes a los del terreno.

Por otra parte, no se presentan las curvas obtenidas en términos de la degradación normalizada de G y variación de la relación de amortiguamiento para todos los niveles de deformación por corte. En la figura 2 obtenida por esta Sociedad a partir de los datos tomados de los ensayos dinámicos que se reportan en el informe, se puede apreciar que los datos de los distintos ensayos corresponden a diferentes rangos de deformación y en algunos casos no hay buena correspondencia de continuidad de las curvas dinámicas. Por lo tanto se debe aclarar que curvas se utilizaron. Además se debe aclarar que relación hay entre las curvas de los ensayos y los datos del ensayo de down hole.

Se dice que para los estratos de arcilla se obtuvieron los parámetros dinámicos de los ensayos de laboratorio y campo. Sin embargo no se indica cuales fueron esos valores. Se deben mostrar en una figura las curvas utilizadas para cada tipo de material.

Se dice que para los lentes de turba se utiliza correlación para obtener el módulo de cortante con los ensayos geofísicos efectuados y con los ensayos de laboratorio. Sin embargo no se hicieron ensayos de laboratorio sobre estos materiales y tampoco se identifican como estratos diferentes en el ensayo de Down Hole de acuerdo con los estratos indicados en la página 7. Tampoco se indica cuales fueron esos valores. Se deben mostrar en una figura.





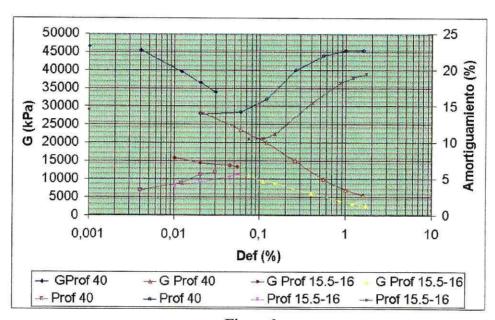


Figura2

- Utilizar todos los acelerogramas del proyecto de microzonificación sísmica de Bogotá, en la obtención del espectro de respuesta en superficie.
- 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.
- Para todas las zonas, el espectro de diseño obtenido no puede ser menor que el espectro mínimo establecido para cada zona en la Microzanificación Sísmica de Bogotá,

Estos aspectos se tratan en el capítulo 4 del informe. Con respecto a esto se tienen las siguientes observaciones:

El análisis con el programa Quake es bidimensional, por lo tanto las condiciones de frontera deben estar lo suficientemente alejadas para que se pueda hacer un análisis unidimensional sin efecto de interferencia de las fronteras laterales. En la Figura de la pag. 11 no se aprecia que este sea el caso. Tampoco en dicha figura se identifican los tipos de materiales ni las propiedades utilizadas.

El programa Quake se puede utilizar para hacer análisis lineales elásticos o lineales equivalentes. No se especifica cual se utilizó.





4.1 Metodología y ensayos

Se indica que se fijan los espectros de los sismos de diseño establecidos. Sin embargo lo que está especificado por el decreto 074 son los acelerogramas. De todas maneras, el espectro del sismo regional que se muestra no corresponde con el obtenido para el registro del sismo correspondiente definido por el decreto (ver comentarios en 4.2).

Se da una breve explicación sobre la selección de los parámetros, lo cual ya se discutió, pero que no permite saber realmente que perfil de suelos y propiedades se utilizaron.

4.2 Análisis de respuesta dinámica

Se presentan los tres sismos utilizados y sus espectros y luego una gráfica de espectros en superficie. Los espectros de los sismos utilizados presentan valores a bajos periodos que no corresponden a los de diseño, ya que para periodo cero deben coincidir con los valores de aceleración máxima del terreno.

Como no se indican las propiedades de los materiales utilizadas no es posible verificar los resultados. Sin embargo, para el sismo regional de la microzonificación y datos de Vs del estudio, con el rango de valores definidos por las curvas dinámicas del estudio, y asumiendo para los suelos de 50 a 200 m de profundidad un ligero incremento de Vs con la profundidad y curvas típicas de arenas, de acuerdo con lo que se indica en el estudio, se obtienen los resultados que se muestran en la figura 3 (superficie1 y superficie2). En primera instancia se nota que el espectro del sismo regional definido por el decreto 074 no corresponde con el presentado en el estudio de Espinosa y Restrepo. Por otra parte el rango de resultados en superficie es bastante amplio dependiendo de las propiedades que se utilicen.





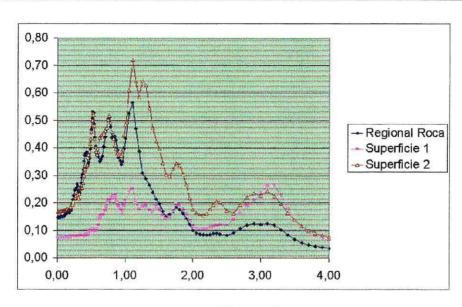


Figura 3

El espectro recomendado no se puede apreciar en la figura de la página 14. Con base en los datos de la tabla de la pag 15 se dibujó el espectro recomendado y se encuentra que está por debajo del mínimo aceptado para la zona 3 a partir de 1.4 seg. Estos datos se presentan en la figura 4

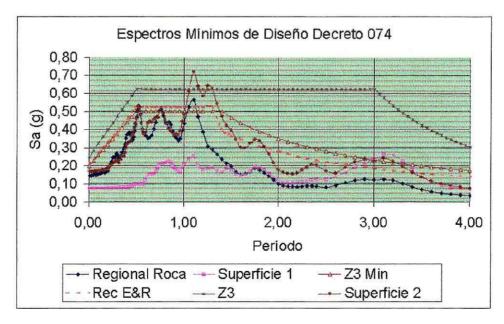


Figura 4





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 está incompleto a la luz de los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001. Para poder conocer con certeza la validez de los espectros de respuesta obtenidos y el recomendado en el estudio evaluado, primero deben aclararse y corregirse los puntos antes mencionados, ya que existen serias dudas sobre la confiabilidad de dichos resultados.

Una vez realizadas las correcciones y aclaraciones solicitadas, se recomienda enviar el estudio nuevamente a la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, con el fin de emitir concepto de cumplimiento, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN Presidente y Representante Legal

Sociedad Colombiana de Geotecnia

ACEPTADO: JAVIER PAVA SÁNCHEZ

Coordinador Técnico FOPAE