



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

**CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4859**  
**Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local**  
**de Amplificación de Ondas Sísmicas**  
**Artículo 7 - Decreto 193 de 2006**

**1. INFORMACIÓN GENERAL**

**ENTIDAD SOLICITANTE:** José Joaquín Álvarez - Curaduría Urbana 4  
Luís Eduardo Escobar – C.I.C. S.A.  
**PROYECTO:** **ALKOSTO CALLE 170 AV. BOYACA**  
**LOCALIDAD:** 11 Suba  
**UPZ:** 17 San José de Bavaria  
**BARRIO:** San José de Bavaria  
**DIRECCIÓN:** Calle 170 con Av. Boyacá, costado nor-oriental  
**CHIP:** AAA0178KHDE, AAA0178KHCHN  
**TIPO DE RIESGO:** Sísmico  
**EJECUTOR:** C.I.C. S.A.  
**FECHA DE EMISION:** Junio 27 de 2007

**2. ANTECEDENTES**

En el Decreto 193 del 08 de junio de 2006, por el cual se complementa y modifica el Código de Construcción de Bogotá, D.C., se adoptan los espectros de diseño y las determinantes del estudio de Microzonificación Sísmica, se establece que las construcciones y edificaciones nuevas de cualquier índole que se levanten en Bogotá Distrito Capital, deberán diseñarse y construirse dependiendo de la zona en la cual se encuentren según la zonificación sísmica adoptada a través de los artículos anteriores, acogiendo al efecto el espectro 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 193 de 2006, 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



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

### DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

emitirá concepto sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.

El presente concepto técnico corresponde a la **segunda revisión** realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del "Estudio de respuesta dinámica" que se remite como estudio sísmico local, del "Estudio de suelos y recomendaciones de cimentación" y de los oficios aclaratorios ER6783 de junio 5 de 2007 y ER7169 de junio 14 de 2007.

El propósito de la revisión es verificar que el estudio cumpla con lo exigido en el 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 193.

### 3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El estudio entregado para revisión indica que en el lote donde se va a construir un almacén con estructura metálica de 10.5 m de altura aproximadamente, con parqueaderos en el primer piso en concreto, los cuales estarán localizados ligeramente por encima del nivel actual del terreno.

En la Figura 1 se presenta la localización del lote del proyecto que corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadas:

118080 N      101580 E

El "Estudio de respuesta dinámica" y el "Estudio de suelos y recomendaciones de cimentación" para el Almacén Alkosto a construirse en el predio ubicado en la Calle 170 con Avenida Boyacá, costado nor-oriental, fue elaborado por el Ing. Luis Eduardo Escobar de la firma C.I.C. S.A., con el soporte del laboratorio de suelos, rocas y materiales Terratest Ltda.

### 4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO (ABRIL DE 2007)

El concepto técnico 4770 de abril de 2007 emitido por la DPAAE relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación:



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

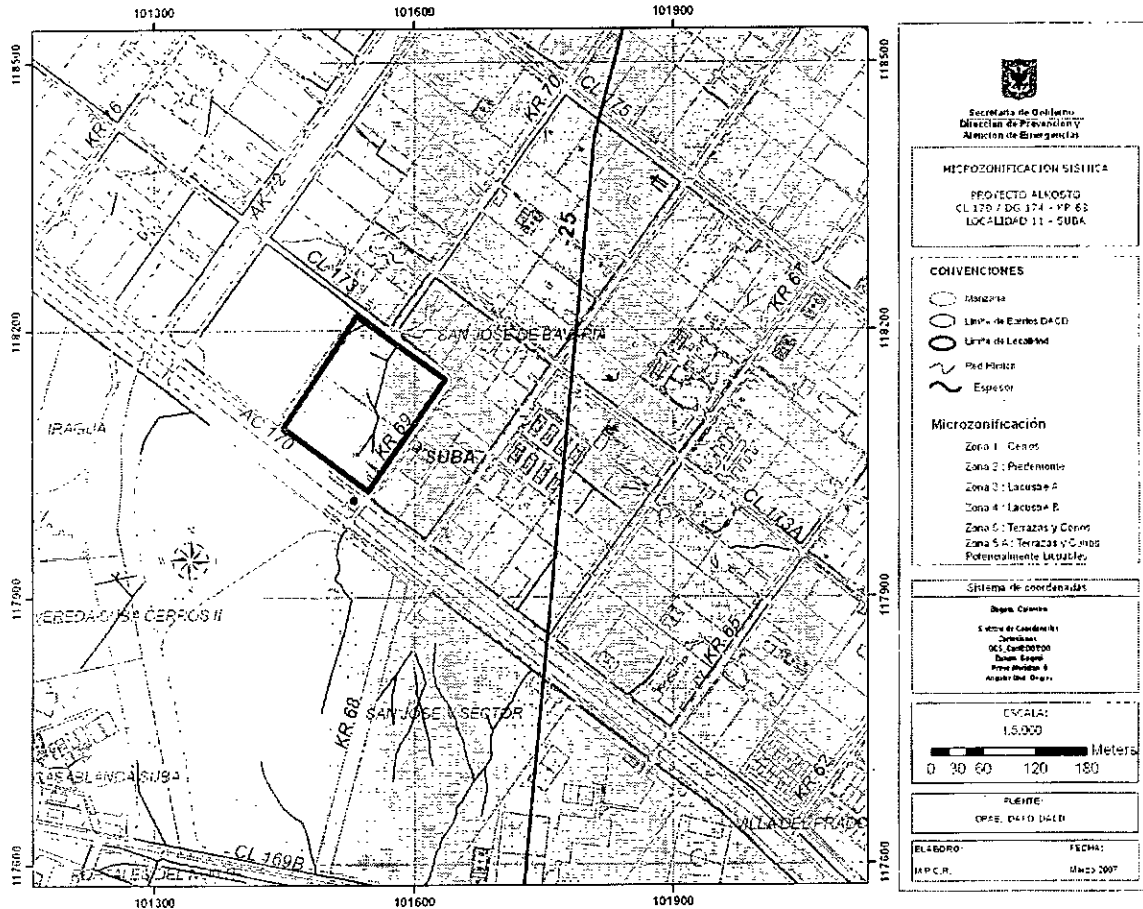


Figura 1. Localización del Proyecto ALKOSTO

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

En el numeral 3.1 del Estudio de respuesta dinámica se indica que el proyecto se encuentra localizado en el límite de la Zona 3 – Lacustre A y la Zona 4 – Lacustre B. Según el artículo 3 del decreto 193 de 2006 en el que se definen las zonas de la microzonificación, las cuales se presentan en la Figura 1 del presente concepto técnico, el lote del proyecto se encuentra en la zona de transición Zona 3 (Lacustre A) – Zona 2 (Piedemonte B). Es necesario que el consultor indique claramente la localización del proyecto de acuerdo con el artículo antes mencionado.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

**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.**

De acuerdo con el Numeral 4 del Estudio de Suelos, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto se ejecutaron: una (1) perforación de 50 m de profundidad y cinco (5) perforaciones, con profundidades que varían entre los 15 y 35 m, un (1) sondeo manual de 4 m de profundidad y tres (3) apiques a 1.5 m de profundidad. Adicionalmente en los Anexos 2 a 4 del Estudio de suelos se presenta la localización de las exploraciones realizadas, los registros de perforación y los resúmenes de los resultados de laboratorio.

Según el numeral 6 del Estudio de suelos y los perfiles estratigráficos, la investigación de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio realizados permitieron una caracterización de la estratigrafía en el sitio de proyecto hasta la profundidad de 50 m como se describe:

De 0 a 1.0 m Limo café oscuro con materia orgánica  
De 1.0 a 4.3/5.0 m. Arcilla limosa gris habana de consistencia blanda  
De 4.3/5.0 a 14.3/15 m Limo arcilloso habano grisáceo de consistencia blanda  
De 14.3/15 a 36.7 m Arcilla limosa gris habana de consistencia blanda a media  
De 36.7 a 38.7 m Arena limosa gris verdosa de compacidad media a alta  
De 38.7 a 44 Arcilla limosa gris oscura con turba de consistencia blanda  
De 44 a 50 Arcilla limosa gris verdosa habana de consistencia firme

Para completar el perfil geotécnico hasta el nivel del basamento rocoso en el numeral 3.1 del Estudio de respuesta dinámica se estima en 100m de profundidad de acuerdo con la Figura 2.4 del Estudio de Microzonificación (Modelo geológico – geofísico calle 170).

Sin embargo, en el mapa de iso-espesores de sedimento del Estudio de Microzonificación, el espesor es aproximadamente de 25 m +/- 50 m (ver Figura 1), por lo cual la profundidad aproximada del basamento es inferior a 75 m de profundidad. Es necesario que el consultor ajuste el perfil geotécnico al espesor del mapa de sedimentos según se establece en el artículo 7 numeral 5 del decreto 193 de 2006.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

**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.**

Según el numeral 5.1 del Estudio de respuesta dinámica, en el sondeo 7 se indica la realización de un (1) ensayo de Down-Hole a una profundidad de 50 m., con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs, el ensayo lo realizó la firma Ulloa y Díez Ltda.

Sin embargo, los resultados del ensayo no se presentan en el informe, por lo cual es necesario que el consultor anexe el informe Geosísmico al que hace referencia.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

**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.).**

El consultor indica en el numeral 5.2.2 del Estudio de respuesta dinámica que se definieron las curvas dinámicas a partir de la suministradas en el estudio de microzonificación sísmica y las obtenidas en el estudio "Demolición del puente vehicular de la calle 170 por Autopista norte y Diseño y construcción del nuevo puente vehicular de la calle 170 por Autopista norte, Bogotá, D.C."

De acuerdo con el artículo 7 numeral 1 del decreto 193 de 2006 se deben realizar ensayos suficientes para caracterizar adecuadamente el perfil, por lo cual es necesario que el consultor realice los ensayos de acuerdo con el decreto en mención.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

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

En el estudio de respuesta dinámica numeral 3, se utilizan los tres sismos de la microzonificación (Corralitos a 0.25g, Frontal a 0.2g y México a 0.038g), adicionalmente presentan tres sismos para la fuente cercana y cuatro para la intermedia con los cuales realizan las modelaciones.

Sin embargo, los sismos escogidos diferentes a los propuestos en la microzonificación no corresponden a los acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAAE, de acuerdo a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7 del decreto 193 de 2006. Es necesario que si el consultor decide modelar con acelerogramas diferentes a los de la microzonificación emplee los sismos alternativos aprobados por la DPAAE, siguiendo las recomendaciones publicadas en la página web [www.sire.gov.co](http://www.sire.gov.co).



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

**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.**

El estudio utiliza el programa EERA (Bardet et al, 2000), que considera la propagación unidimensional de ondas de corte horizontal con un método lineal equivalente para tener en cuenta las variaciones del amortiguamiento y el módulo de corte con la deformación en los suelos del perfil. Los datos de los análisis se presentan en el Anexo 1, mientras que las características de los materiales se indican en el Anexo 2A y 2B del estudio de respuesta dinámica.

Sin embargo, el cumplimiento de este punto esta condicionado a las aclaraciones de los anteriores numerales.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

**4.7 Evaluación del potencial de licuación en los suelos susceptibles a licuarse.**

Dado que el sitio del estudio se encuentra en la zona 3, y a que adicionalmente, en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arenas limpias, finas, no es necesaria la evaluación del potencial de licuación.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**4.8 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 resultados de los análisis realizados se recomienda utilizar el espectro mínimo de la Zona 3 con  $T_0$  igual a 0.15s, proponiendo un espectro de respuesta que se presenta junto con los parámetros espectrales en el numeral 8 del informe, y se ilustra en la Figura 2 del presente concepto, donde se aprecia que el espectro propuesto es superior al mínimo de la Zona 3 hasta 0.5s y luego pasa a ser igual al mínimo establecido de la Zona 3 en el decreto 193 de 2006.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

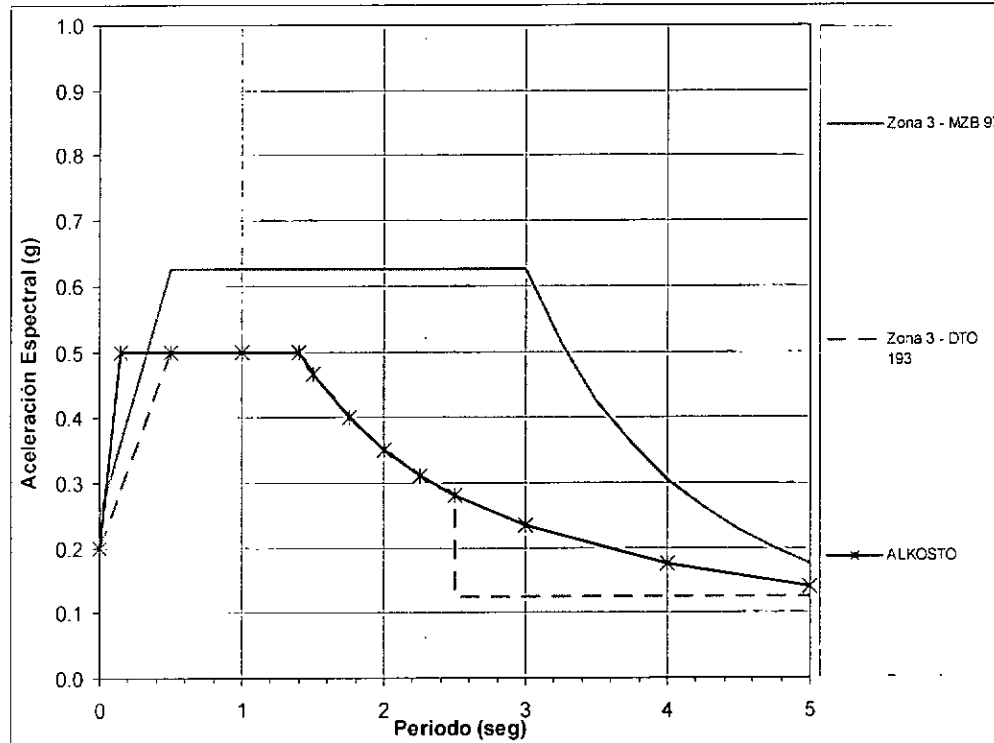


Figura 2. Espectro propuesto Proyecto ALKOSTO

Sin embargo, el cumplimiento de este punto está condicionado a las aclaraciones de los anteriores numerales y a que el informe respectivo esté debidamente firmado por el profesional responsable del estudio.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

## 5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO

La segunda revisión del "Estudio de Respuesta Dinámica" que se remite como estudio sísmico local con el oficio aclaratorio ER6783 de Junio 5 de 2007 y ER7169 de junio 14 de 2007, se efectúa siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

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

En el numeral 3 del estudio de respuesta dinámica del 29 de Mayo de 2007 se indica que el proyecto se encuentra localizado en la zona de transición entre la Zona 3 – Lacustre A



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

y la Zona 2 – Piedemonte, lo cual es consistente con la Figura 1 del presente concepto técnico.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**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 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 3 del estudio de respuesta dinámica del 29 de Mayo de 2007 se adopta como profundidad del basamento rocoso 75 m de profundidad de acuerdo con en el mapa de iso-espesores de sedimento del Estudio de Microzonificación. La estratigrafía y propiedades geomecánicas desde 50 m hasta el basamento rocoso se asumieron de acuerdo con estudio del puente de la calle 170 con autopista norte.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**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.**

En el anexo 6 del estudio de respuesta dinámica del 29 de Mayo de 2007 se presenta informe Geosísmico de la firma Ulloa y Díez Ltda., donde se indica que en la perforación 7 se realizó un ensayo de Down-Hole a una profundidad de 50 m, con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

1 – 2 m	166 m/s
2 – 20 m	131 m/s
20 – 35 m	144 m/s
35 – 41 m	165 m/s
41 – 50 m	180 m/s

El perfil de Vs hasta 75 m de profundidad se adoptó de acuerdo con estudio del puente de la calle 170 con autopista norte.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.





ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

**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.).**

En el oficio aclaratorio ER6783 de junio 5 de 2007 el consultor sustenta suficientemente el uso de la información de los ensayos dinámicos del estudio "Demolición del puente vehicular de la calle 170 por Autopista norte y Diseño y construcción del nuevo puente vehicular de la calle 170 por Autopista norte, Bogotá, D.C." dado que las curvas adoptadas son de la misma formación geológica y presentan parámetros geotécnicos muy similares.

Por medio del oficio ER7169 de junio 14 de 2007 el consultor anexa los resultados de los ensayos de triaxial cíclico, columna resonante y velocidad de onda ejecutados en el laboratorio de la Universidad de los Andes para el estudio del puente de la calle 170 con autopista norte.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

En el numeral 4 del estudio de respuesta dinámica del 29 de Mayo de 2007 se presentan las señales de los tres sismos de la microzonificación (Corralitos a 0.25g, Frontal a 0.2g y México a 0.038g) y 12 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE escalados a los niveles de amenaza definidos en el estudio de Microzonificación, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7 del decreto 193 de 2006.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**5.6 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.**

En el numeral 6 del estudio de respuesta dinámica del 29 de Mayo de 2007 indica que se utilizó el programa EERA (Bardet et al, 2000), que considera la propagación unidimensional de ondas de corte horizontal con un método lineal equivalente para tener en cuenta las variaciones del amortiguamiento y el módulo de corte con la deformación en los suelos del perfil. Los datos de los análisis se presentan en el Anexo 1, mientras que las características de los materiales se indican en el Anexo 2A y 2B del estudio de respuesta dinámica.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

**5.7 Evaluación del potencial de licuación en los suelos susceptibles a licuarse.**

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

**5.8 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.**

En el numeral 7 y 8 del estudio de respuesta dinámica del 29 de Mayo de 2007 se indica que con base en los resultados de los análisis realizados se recomienda utilizar un espectro similar mínimo de la Zona 3, el espectro de respuesta junto con los parámetros espectrales se indican en el numeral 8 y se ilustra en la Figura 3 del presente concepto, donde se aprecia que el espectro propuesto es superior al mínimo de las Zona 3 establecido en el decreto 193 de 2006. Se recomienda corregir en el estudio el espectro mínimo de la zona 2 presentado, aunque no sea relevante en los resultados, puesto que no corresponde al definido en el Decreto 193 de 2006, además es conveniente para futuros estudios presentar los resultados de respuesta separados por escenario sísmico – cercano, intermedio y lejano - junto con los promedio de cada uno.

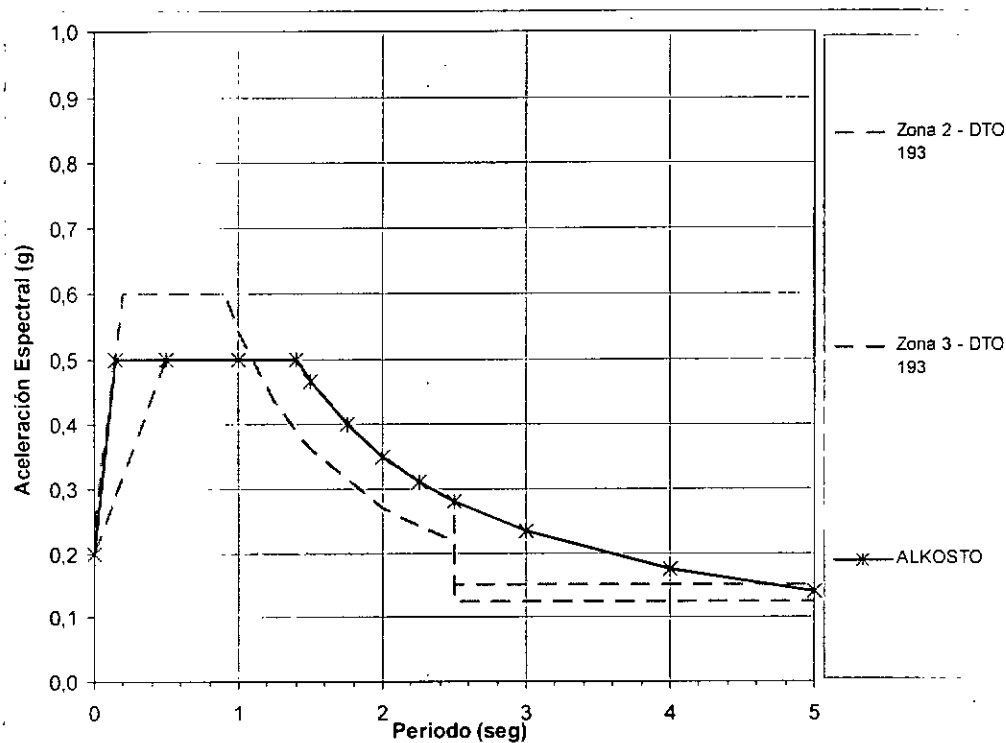


Figura 3. Espectro propuesto en el estudio de respuesta dinámica del 29 de Mayo de 2007 para el proyecto ALKOSTO



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Secretaría  
GOBIERNO

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**

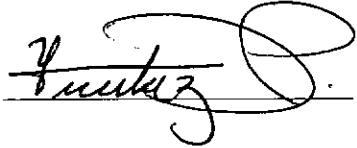


Finalmente, en el oficio aclaratorio ER7169 de junio 14 de 2007 se presenta el informe debidamente firmado por el profesional responsable del estudio.

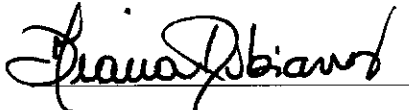
El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**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, cumple con los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006.

Se debe aclarar que, el alcance del concepto técnico es la verificación de los aspectos contemplados en el Decreto 193 de 2006 con fundamento en el informe suministrado y no implica hacer un juicio de valor sobre la validez de los sondeos, ensayos, parámetros adoptados, el empleo de software, los análisis de respuesta, los resultados de los análisis y el espectro de diseño recomendado, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en el informe del estudio, limitándose la revisión a verificar el cumplimiento del Decreto.

Elaboró	<b>FERNANDO JAVIER DÍAZ P.</b> Ingeniero Civil, MSc (c) Geotecnia M.P. 25202-093681 CND	
Revisó	<b>DIANA PATRICIA ARÉVALO S.</b> Coordinadora Grupo Estudios Técnicos	
Aprobó	<b>GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ</b> Subdirector Investigación y Desarrollo	

Vo.Bo.	<b>DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS</b> DIRECTORA	
--------	--	--