



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4929
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local
de Amplificación de Ondas Sísmicas
Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1 INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE: Ing. José Joaquín Álvarez - Curaduría No 4
PROYECTO: **LA CASTELLANA**
LOCALIDAD: 12 Barrios Unidos
UPZ: 21 Los Andes
BARRIO: La Castellana
DIRECCIÓN: Calle 89 No. 34-15
CHIP: AAA0173PCSK
TIPO DE RIESGO: Sísmico
EJECUTOR: Ingeciencias S.A.
FECHA DE EMISION: Agosto 17 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, acogiéndose 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.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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

El presente concepto técnico corresponde a la **primera revisión** realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del informe "*Estudio de suelos La Castellana*" elaborado por Héctor Parra Ferro, a construirse en el predio ubicado en la Calle 89 No. 34-15. El cual fue radicado el 16 de Julio de 2007 mediante oficio ER-8913, por el Ing. José Joaquín Álvarez de la Curaduría No.4, remitido como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con el consultor, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de dos torres de 12 pisos y sótano.

En la Figura 1 del presente concepto se ilustra la localización del lote del proyecto, que corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadamente:

109128 N 101732 E

El informe "*Estudio de suelos La Castellana*" fue elaborado por el Ing. Héctor Parra Ferro, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma Ingeociencias S.A. y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Universidad de Los Andes.

4 REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe presentado para el proyecto La Castellana en Bogotá D.C., se hace a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

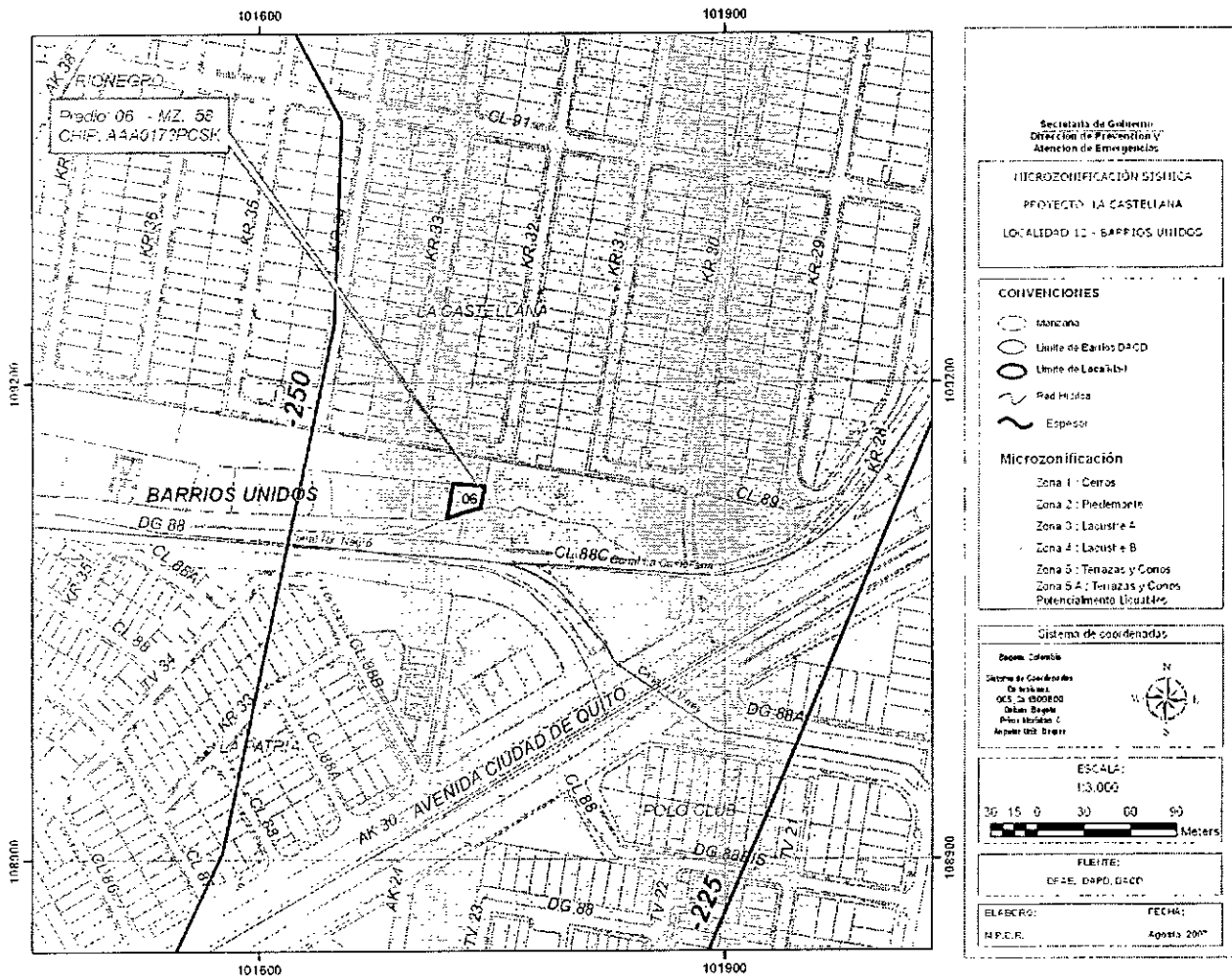


Figura 1. Localización del Proyecto La Castellana.

El propósito de la revisión es verificar que el estudio cumpla con los requerimientos del 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.

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.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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

En el numeral 4.3.1, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la zona de transición entre las Zonas 3 -Lacustre A- y 4 -Lacustre B-, según el decreto 193 de 2006, la cual es consistente con la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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 4.5.1, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto la firma Ingeciencias S.A. realizó dos (2) sondeos mecánicos hasta 51 metros y 5 barrenos manuales hasta 10 metros de profundidad, donde se obtuvieron muestras remoldeadas e inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. El resultado de estas perforaciones fue complementado con ensayos de resistencia con veleta de campo y de pruebas de penetración estándar. Los registros de perforación de los sondeos 1 a 7 junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe.

Según el numeral 4.5.1, 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 explorada como se describe:

- De 0.0 a 2/3.3 m: Relleno de limos, plásticos y madera de consistencia muy dura.
- De 2/3.3 a 4/5.3 m: Arcilla limosa y limo arcilloso con arena fina, gris oscura de consistencia media.
- De 4/5.3 a 6/7.4 m: Arena fina arcillosa gris de muy suelta a suelta.
- 6/7.4 a 8/10.1 m: Arena fina arcillosa gris oscura de densidad media.
- 8/10.1 a 19.1/27.3 m: Arcilla limosa gris oscura de consistencia blanda.
- 19.1/27.3 a la profundidad máxima explorada (51 m): Arcilla limosa gris oscura de consistencia blanda.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

Entre 51 m y 190 m el consultor se basó en perfil geotécnico de la exploración N9A, ubicado en la Calle 127 con Carrera 29, del Estudio de la Microzonificación Sísmica de Bogotá y entre 190 m y 210 m el consultor utilizó el estudio de Puentes Vehiculares IDU-CIFI para el Puente Vehicular de la Calle 92 con Autopista Norte, profundidad a la cual adoptó el basamento rocoso de acuerdo al mapa de espesores de sedimento del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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 4.5.1 en el sitio del proyecto se realizó un ensayo Down Hole, a una profundidad de 50 m, y en los anexos se presenta el registro de dicho ensayo realizado por la firma Ulloa y Diez LTDA. En la siguiente tabla se resumen los valores del perfil de velocidad de onda, determinado a partir de los resultados de la prueba Down-Hole. Así mismo, se incluyen los valores de la relación de Poisson, obtenidos de los datos de Vs y Vp de campo.

Profundidad (m)	Vs (m/s)	ν
0-5	168	0.38
5-8	157	0.33
8-30	132	0.38
30-50	136	0.39

El estudio 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.).

Se realizaron ensayos dinámicos a muestras obtenidas con tubo Shelby a tres profundidades diferentes: 10, 20 y 35 m. Para cada profundidad se ejecutaron pruebas de columna resonante y triaxiales cíclicos de deformación controlada. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan anexos al informe. Se observa concordancia entre los datos obtenidos en el laboratorio y los presentados en las figuras 3 a 5 del informe. Así mismo se presenta con claridad a que estratos fueron asignadas las curvas obtenidas.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

El estudio 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 numeral 4.4 del estudio se indica que utilizaron los tres sismos empleados en el estudio de Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá, más cinco sismos adoptados por el consultor.

No obstante lo anterior, se solicita al consultor utilizar como aceleración máxima para el sismo de fuente cercana 0.25g, de acuerdo con el numeral 3 del artículo 7 del decreto 193 de 2006. Igualmente, se recomienda utilizar para futuros estudios las señales que actualmente se encuentran aprobadas por parte de DPAE en la página:

www.sire.gov.co/portal/page/portal/sire/gestionRiesgo/Sismo/registroSismo.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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.

En el estudio se realizan análisis unidimensionales mediante la utilización del 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 las Tablas 5, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en las Figuras 6 y 7, donde se observa que se emplearon para los demás estratos las curvas de la Microzonificación Sísmica de Bogotá para las arcillas y las de Seed para las arenas. Sin embargo es necesario que el consultor aclare:

- Cual fue el criterio utilizado para asignar las velocidades de onda, para los diferentes materiales, teniendo en cuenta que no es claro cómo se emplearon los resultados obtenidos mediante el ensayo Down Hole y es necesario explicar la manera como se extrapó la velocidad de onda para las profundidades mayores a 51m.
- En la tablas 5, donde es presentado el modelo de análisis unidimensional, se encuentran estratos con grandes espesores, por lo que necesario que el consultor



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

Secretaría
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

presente el número de sub-capas utilizadas en la modelación, con el fin de cumplir con la condición de longitud de onda.

Adicional a lo anterior, el cumplimiento de este numeral está condicionado a las aclaraciones del punto 4.5.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

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

Debido a que el sitio del estudio se encuentra en la zona de transición entre las Zonas 3 - Lacustre A- y 4 -Lacustre B-, y a que en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arenas sueltas, limpias y saturadas, 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.

En la figura 9 del numeral 4.5.5 el consultor presenta el espectro de diseño propuesto, el cual tiene un valor de $A_m=0.12g$, a partir del cual crece linealmente hasta $S_a=0.3g$ para un periodo de 0.3 segundos y se mantiene constante hasta 2 segundos donde desciende ajustándose al espectro mínimo de la Zona 4.

Sin embargo, es necesario que el consultor revise y ajuste el espectro propuesto, ya que dicho espectro es inferior al mínimo permitido para la zona 4 de acuerdo con el decreto 193 de 2006. Adicionalmente, el consultor debe revisar el espectro propuesto para los periodos comprendidos entre los 2 y los 3.5 segundos ya que los espectros de respuesta obtenidos para los sismos sintéticos 1 y 2 superan ampliamente el valor recomendado.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTA D.C.

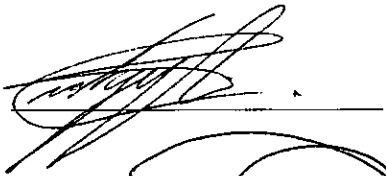
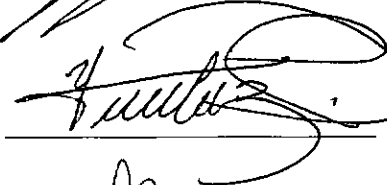
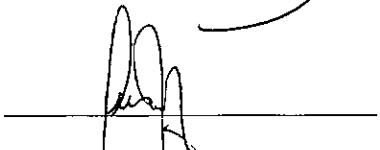
Secretaría
GOBIERNO


DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

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 193 de 2006. Para poder conocer con certeza la validez de los espectros de respuesta obtenidos y del recomendado en el estudio evaluado, primero deben aclararse y complementarse los puntos antes mencionados.

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 193 de 2006

Elaboró	CARLOS JAVIER PEDRAZA A. Ingeniero Civil, MSc (c) Geotecnia M.P. 15202098211BYC	
Revisó	FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA Coordinación Estudios Técnicos	
Aprobó	GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ Subdirector Investigación y Desarrollo	

Vo.Bo.	DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS DIRECTORA	
--------	--	---