CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4567
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1 INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Ingeniería
LOCALIDAD:	**13**. Teusaquillo
BARRIO:	Ciudad Universitaria
PROYECTO:	**EDIFICIOS PLAZA SANTANDER DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL.**
DIRECCIÓN:	Avenida Ciudad de Quito Carrera 30 con Calle 45
UPZ:	**100 Galerías**
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Ingeniería
FECHA DE EMISION:	Febrero 15 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. Adicionalmente, 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 del mencionado decreto, adoptando el espectro de diseño y los coeficientes espectrales indicados 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 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 "Estudio Efectos Locales de los edificios de la Plaza Santander", y de los oficios aclaratorios de diciembre 22 y de enero 24 de 2007, documentos elaborados por el ingeniero consultor, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con el documento, "la plaza Santander se encuentra rodeada por tres edificios, la Facultad de Enfermería, la Biblioteca Central y el Auditorio León de Greiff...tienen las siguientes características generales:

- Torre de enfermería (ENF): El edificio 101 cuenta con un área total aproximada de 8270m2, y está comprendido por una torre de 11 pisos (4180m2), dos sótanos (1200m2), y dos edificaciones adjuntas de dos pisos (1890m2)
- Biblioteca Central (BTC): El edificio...cuenta con un área total aproximada de 10530m2, distribuida en cinco niveles más un sótano, el sistema constructivo corresponde a pórticos en concreto
- Auditorio León de Greiff (ALG): El edificio...cuenta con un área total aproximada de 6350m2, y está comprendido por un sótano (960m2) y dos niveles (2695m2 cada uno) adicionalmente tiene una cubierta con una forma arquitectónica especial."

El lote del proyecto corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadas:

104320 N 99510 E

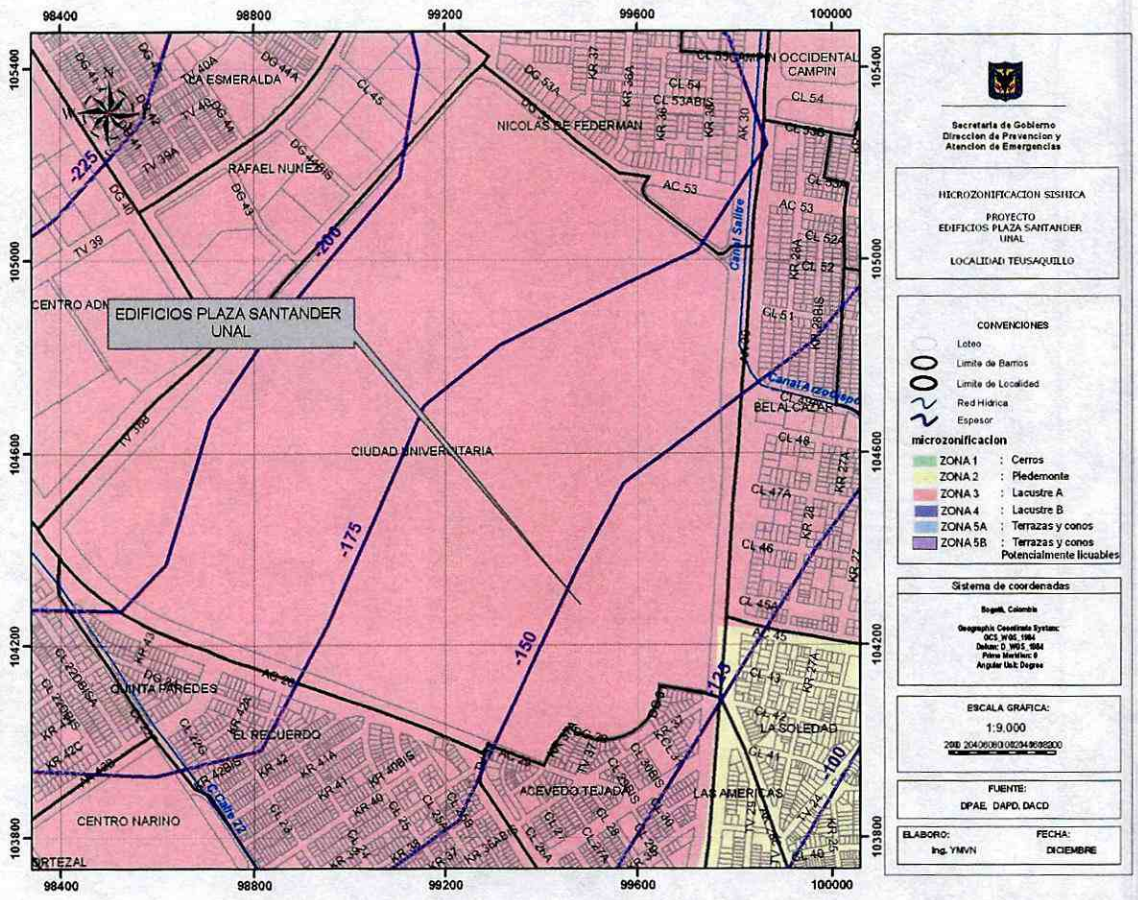


Figura 1. Localización de la plaza Santander de la Universidad Nacional.

4 REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe correspondiente al "Estudio Efectos Locales de los edificios de la Plaza Santander", y del oficio aclaratorio de enero 24 de 2007, se efectúa siguiendo los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

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.

La revisión comprendió los siguientes requerimientos técnicos del Decreto 193.

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

En el capítulo 4 del informe se indica que el sector de la Plaza Santander se encuentra ubicado en la zona 3 (Lacustre A) según la Microzonificación Sísmica de Bogotá. Se menciona además que se encuentra en una franja de transición, a menos de 250m del límite con la zona 2. Esta ubicación está de acuerdo con el Decreto 193 de 2006 (Figura 1 del presente concepto técnico).

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 2.3 del estudio, para conocer el perfil estratigráfico se efectuaron siete perforaciones mecánicas, que alcanzaron profundidades entre 15 y 50.5m. Se obtuvieron muestras remoldeadas para su clasificación visual, herméticas para efectuar en el laboratorio ensayos de clasificación y humedad y muestras inalteradas sobre las cuales se realizaron ensayos de laboratorio para determinar las propiedades dinámicas, de resistencia y deformabilidad de los materiales.

En el numeral 4, se señala que "el espesor aproximado del depósito de suelo es de 150m según el mapa de profundidad del depósito de la Microzonificación Sísmica de Bogotá". Para complementar el perfil geotécnico, en el numeral 2.2, se indica que se consultaron los subproyectos 7 y 8 del Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, así como cinco estudios de vulnerabilidad efectuados para distintas instalaciones de la Universidad Nacional de Colombia. En el numeral 4.3.4 se señala que para efectuar la parametrización de estratos localizados a profundidades mayores de 50m se empleó el 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 2.4 del estudio, se efectuó un ensayo Down-Hole hasta 50 m de profundidad (perforación P-1). El ensayo Down-hole lo realizó la firma Ulloa y Diez Ltda. En el anexo 2 se presenta la información de esta prueba que muestra lo siguiente:

- Hasta 6m de profundidad Vs = 151m/s
- Entre 7 y 9m, Vs = 198m/s
- De 10m a 24m, Vs = 150m/s
- Entre 25m y 27m, Vs = 103m/s
- Hasta 36m, Vs = 200m/s
- Entre 37m y 50m, Vs = 343m/s

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 (triaxial cíclico) sobre muestras de suelos obtenidas a cinco (5) diferentes profundidades: 5.25m, 12.5m, 29.5m, 37.75m y 50.25m. Con los resultados obtenidos de estos ensayos se determinaron las propiedades de rigidez y amortiguamiento del suelo en un amplio intervalo de deformaciones (1e-4% – 1%) por medio de la aplicación del modelo hiperbólico extendido, a pesar que las deformaciones obtenidas de ensayos se encuentran en el rango comprendido entre 0.1 a 1% -grandes deformaciones-. En el oficio aclaratorio del 23 de enero de 2007, el consultor presenta las curvas de variación del módulo de corte con la deformación angular, incorporando

tanto las mediciones efectuadas con los ensayos triaxiales como con los ensayos de bender element realizados a 12.5m, y 29.5m

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 estudio se utilizan un total de 37 acelerogramas, dentro de los cuales se incluyen 16 acelerogramas de los seleccionados por la DPAE -que cubren los 3 escenarios de amenaza- y que se pueden utilizar como alternativos a los 3 acelerogramas empleados en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

El estudio 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.

En el estudio de efectos locales se empleó el programa EERA (Bardet et al, 2000), para evaluar la respuesta dinámica, y cuyos parámetros de entrada se presentan en la Tabla 4.6.

El estudio CUMPLE 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 3A, 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 Tabla 4.7 del oficio aclaratorio del 23 de enero de 2007 se presentan los parámetros de control del espectro de diseño. En la Figura 2 se presenta el espectro de diseño recomendado. El espectro de diseño recomendado es diferente del mínimo de Zona 3, pero teniendo en cuenta lo indicado en el numeral 5 del artículo 4 y en el artículo 5 del decreto 193, así como lo requerido en los literales e) a i) de la sección A. 2.9.3 del decreto nacional 33 de 1998, se considera que el espectro recomendado cumple el requerimiento.

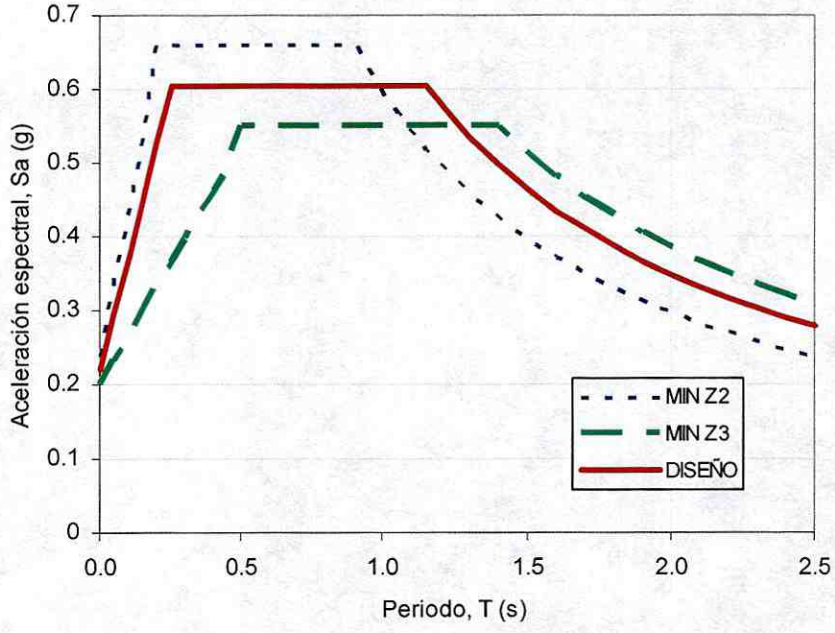


Figura 2. Espectro de diseño de la plaza Santander de la Universidad Nacional.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

La responsabilidad de la DPAE en el estudio del proyecto en referencia, se limita a la revisión sobre los requisitos solicitados por el Decreto 193 de 2006. Los sondeos de exploración, ensayos, análisis realizados, espectros obtenidos y demás resultados relacionados en el estudio, son responsabilidad única y exclusiva de la firma consultora y el ingeniero que elaboró el estudio.

Elaboró	**ING. JOSÉ L. PUENTES O.** Ingeniero Civil – Sp. Geotecnia M.P. 25202-60915 CND	
Revisó	**JUAN CARLOS PADILLA RODRIGUEZ** Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos	
Vo.Bo.	**DIANA PATRICIA ARÉVALO SÁNCHEZ** Coordinadora Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos	
Aprobó	**GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ** Subdirector Investigación y Desarrollo	

Vo.Bo.	**DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS** Directora	