## 1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

| | | |
|---|---|---|
| 1.1 | CONCEPTO TÉCNICO No. CT: | 5636 |
| 1.2 | ÁREA: | TÉCNICA Y DE GESTIÓN |
| 1.3 | COORDINACIÓN: | INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO |
| 1.4 | REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE: | 2009ER12489 |
| 1.5 | RESPUESTA OFICIAL No. RO: | 38513 |

## 2 INFORMACIÓN GENERAL

| | | |
|---|---|---|
| 2.1 | SOLICITANTE: | ADRIANA LÓPEZ MONCAYO<br>CURADURÍA URBANA No.3 |
| 2.2 | PROYECTO: | FLORESTA |
| 2.3 | LOCALIDAD: | 1 USAQUÉN |
| 2.4 | UPZ: | 13 CEDROS |
| 2.5 | BARRIO O SECTOR CATASTRAL: | BOSQUE DE PINOS III |
| 2.6 | DIRECCIÓN: | CARRERA 6 No. 151-80 |
| 2.7 | CHIP: | AAA0144MCJZ |
| 2.8 | FECHA DE EMISIÓN: | 7 DE OCTUBRE DE 2009 |
| 2.9 | EJECUTOR DEL ESTUDIO: | JEOPROBE Ltda. |

## 3 INTRODUCCIÓN

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




Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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 informe "Informe de Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto San Isidro" elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en el predio ubicado en la Carrera 6 No. 151-80 de Bogotá. El cual fue radicado el 16 de Septiembre de 2009 mediante oficio 2009ER12489, por la Arq. Adriana López Moncayo de la Curaduría Urbana No.3 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

## 4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "FLORESTA"

De acuerdo con el consultor, el proyecto contempla la construcción en la zona occidental del terreno de tres torres que se desarrollaran en dos niveles de plataforma para parqueo y 20 pisos de altura.

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

114350 N 106060 E

El informe "Informe de Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Amenaza Sísmica del Proyecto San Isidro" fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma AUS Cia. Ltda., de un ensayo ReMi (Refraction Microtremor) realizado por la firma JEOPROBE Ltda. y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

## 5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- RAD FOPAE: 2009ER12489

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

El propósito de la revisión es corroborar 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.



BOGOTÁ POSITIVA GOBIERNO DE LA CIUDAD

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

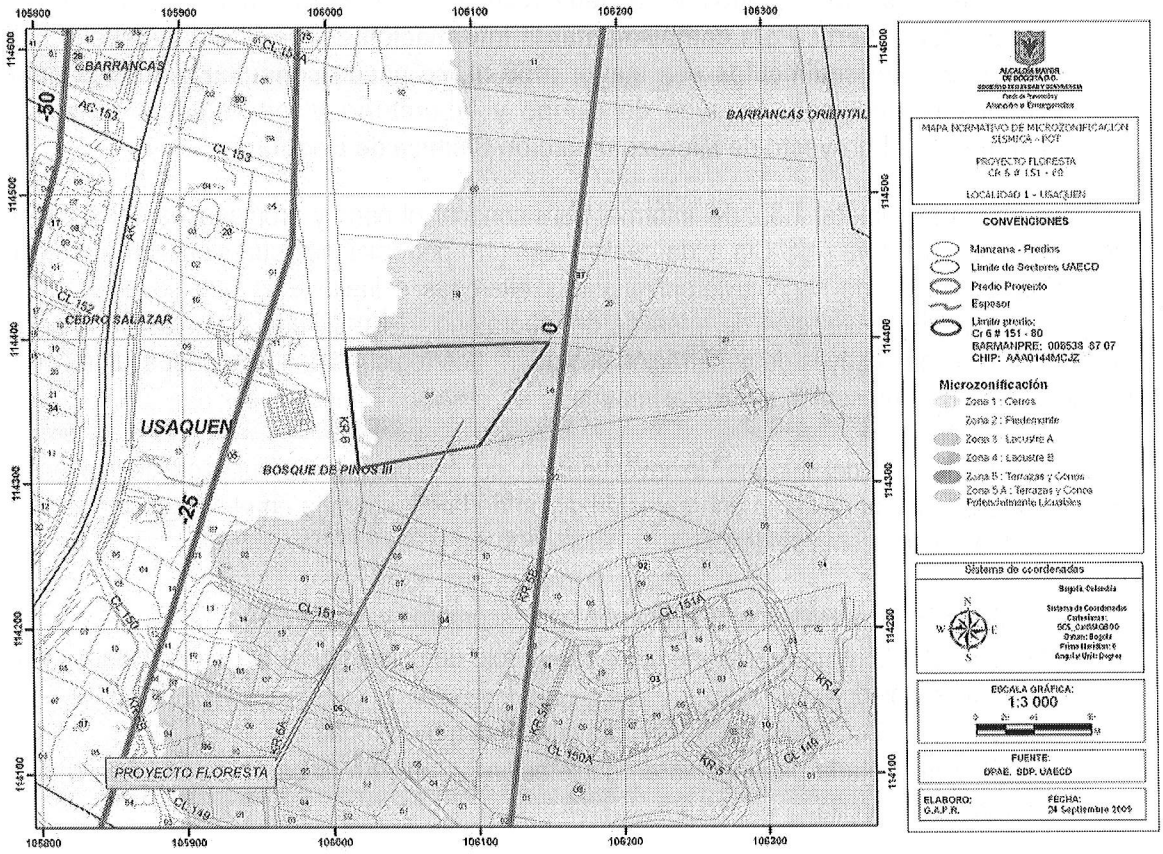


**Figura 1. Localización del Proyecto Floresta.**

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.

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

En los numerales 1.1 y 3.2 del informe, se indica que el sitio del proyecto debido a su extensión se encuentra dividido en dos zonas, como aparece en la figura 1.1, una superior que corresponde a la Zona 1 Cerros y una inferior que corresponde a la franja de transición de las Zonas 1 Cerros y 2 Piedemonte según el Decreto 193 de 2006, lo cual es consistente con la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.




Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

**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.**

De acuerdo con el numeral 1.3.2 del informe, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto, la firma AUS Cia. Ltda. realizó diez (10) perforaciones que alcanzaron profundidades entre 13 y 22 m; donde se obtuvieron muestras alteradas 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 penetración estándar. Los registros de los sondeos junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe.

Según el numeral 3.2 del informe, 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 a 0.3/5.2 m: Rellenos heterogéneo con escombros y capa vegetal.
- De 0.3/5.2 a 3/14 m: Arcillas de color café y rojo de consistencia dura, intercalados con lentes de gravas y piedras.
- De 3/14 a 15.5 m: Arena limosa con grava gruesa muy compacta.
- De 15.5 m hasta la profundidad de explotación (22 m): Arenisca de color amarillo intercalada con lentes de arcilla.

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.**

Según el numeral 3.2 y los anexos del informe, en el lugar del estudio se realizó un ensayo ReMi (Refraction Microtemor) ejecutado por la firma JEOPROBE Ltda., el cual logró identificar el perfil de velocidad de onda de corte hasta una profundidad de 30 m. En la figura 3.5 del informe se presenta el perfil de velocidades interpretado a lo largo de la línea de medición. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

| Profundidad (m) | Vs (m/s) |
|---|---|
| 0-5 | 167 |
| 5-9 | 300 |
| 9-15 | 500 |
| 15-21 | 850 |



Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

| | |
|---|---|
| 21-25 | 1025 |
| 25-30 | 1075 |

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

**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.).**

Según el numeral 3.2 del informe, se realizaron ensayos dinámicos a una muestra obtenidas con tubo Shelby a una profundidad de 4 m. Para esta profundidad se ejecutaron pruebas de Bender Element y triaxial cíclico de esfuerzo controlado. 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 3.5 y 3.6 del informe.

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.**

Según el numeral 2.4 del informe, se utilizaron un total de 14 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE y el acelerograma del sismo de México empleado en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, 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 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 la Tabla 3.1 del informe, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en la Figura 3.7 del informe.

Dentro de los análisis se consideran tres (3) diferentes tipos de materiales y 6 estratos de suelo, desde superficie hasta 5 m de profundidad donde el consultor consideró que se localiza en contacto con el basamento rocoso.



Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Debido a las condiciones topográficas del sitio se realizó una modelación bidimensional utilizando el programa de elementos finitos PLAXIS Professional V8.6, considerando el suelo como un material elástico y utilizando un esquema de amortiguamiento numérico de tipo Rayleigh, con parámetros alfa y beta que dependen de la frecuencia del sistema y de la relación de amortiguamiento. En las figuras 3.9 y 3.10 del informe se presenta el modelo empleado para los análisis, la distribución de materiales y el nodo en el que se calcularon las historias de aceleraciones. En la tabla 3.2 del informe se presentan las propiedades elásticas empleadas en los análisis.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

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

Debido a que el sitio del estudio se encuentra en la Zona 1 – Cerros y en la franja de transición de las Zonas 1 – Cerros y 2 – Piedemonte 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.

**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.**

Con base en los resultados de la modelación el consultor recomienda utilizar como espectro de diseño para la zona superior el mostrado en la Figura 3.19 del informe y para la zona inferior el mostrado en la Figura 3.20.

El espectro propuesto para la zona superior corresponde al mínimo de Zona 2 – Piedemonte y para la zona inferior corresponde al promedio de los mínimos de Zona 1 – Cerros y Zona 2 – Piedemonte dados en el Decreto 193 de 2006.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.



Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

## 6 CONCLUSIONES

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:<br>**CARLOS JAVIER PEDRAZA ALFONSO**<br>Ingeniero Civil, MSc Geotecnia.<br>M.P. 15202098211 BYC | Revisó:<br>**FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA**<br>Responsable de Grupo |
| Avaló:<br>**GERMÁN BARRETO ARCINIEGAS**<br>Responsable de la Coordinación de Investigación y Desarrollo | |




BOGOTÁ POSITIVA GOBIERNO DE LA CIUDAD

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co