1 INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1	CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	5980
1.2	ÁREA:	TÉCNICA Y DE GESTIÓN
1.3	COORDINACIÓN:	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
1.4	REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2010ER15898
1.5	RESPUESTA OFICIAL No. RO:	45160

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1	SOLICITANTE:	ADRIANA LÓPEZ MONCAYO CURADURÍA URBANA No. 3
2.2	PROYECTO:	PARQUE DE LOS CEREZOS CONJUNTO RESIDENCIAL
2.3	LOCALIDAD:	11 SUBA
2.4	UPZ:	28 RINCON
2.5	BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	VILLA ELISA
2.6	DIRECCIÓN:	CALLE 137 No. 91-97
2.7	CHIP:	AAA0130LZJH
2.8	FECHA DE EMISIÓN:	30 DE NOVIEMBRE DE 2010
2.9	EJECUTOR DEL ESTUDIO:	ESPINOSA Y RESTREPO S.A.

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

BOG 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

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.

Dado que mediante Decreto Distrital 413 de 2010, se suprimió, de la estructura organizacional de la Secretaría Distrital de Gobierno la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, se dispuso que todas las funciones establecidas en las leyes, decretos y demás normas vigentes son asignadas para su ejercicio al Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá D.C.

El presente concepto técnico corresponde a la **segunda revisión** realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, del informe "Análisis de microzonificación La Floresta a construirse en la Calle 137 No. 91-97 en Bogotá" elaborado por el Ing. Carlos Restrepo, a construirse en el predio ubicado en la Calle 137 No. 91-97 de Bogotá. Este estudio fue radicado el 1 de Octubre de 2010 mediante oficio 2010ER14091, por la Arq. Adriana López Moncayo de la Curaduría Urbana No. 3 en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006. Posteriormente, el Ing. Carlos Restrepo, radicó el oficio aclaratorio 2010ER15898 el 9 de Noviembre de 2010 con el fin de atender las observaciones realizadas durante el la primera revisión del informe.

4 GENERALIDADES DEL PROYECTO "PARQUE DE LOS CEREZOS CONJUNTO RESIDENCIAL"

De acuerdo con lo consignado en el informe, el proyecto contempla la construcción de una serie de edificios de 15 pisos, sin sótanos de estructura convencional de concreto reforzado y/o muros estructurales con luces entre ejes de columna y/o muros hasta de 6 m. Las cargas previstas por áreas aferentes con de 504 toneladas.

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

115500 N 98900 E

El informe "Análisis de microzonificación La Floresta a construirse en la Calle 137 No. 91-97 en Bogotá" fue elaborado por el Ing. Carlos Restrepo, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma Espinosa y Restrepo S.A., de un ensayo geofísico Down Hole realizado por la firma Ulloa y Diez Ltda. y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

BOG 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

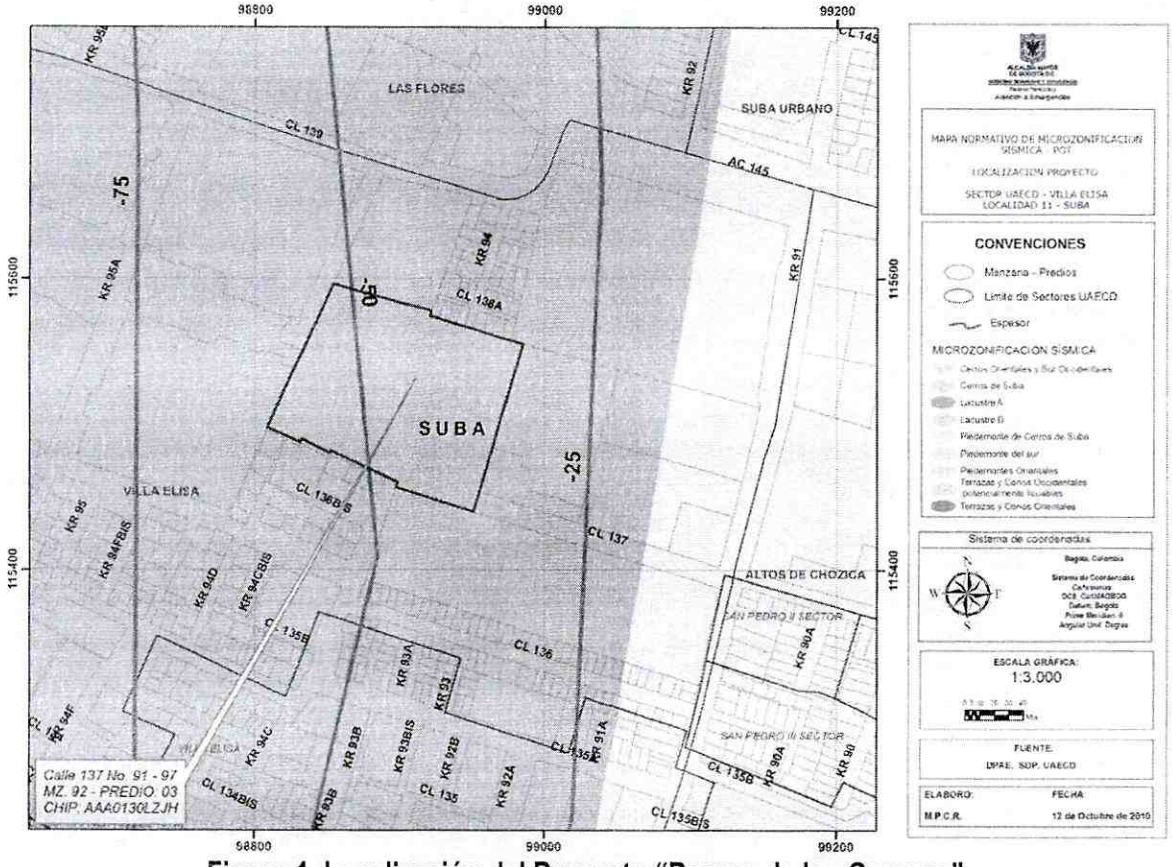


Figura 1. Localización del Proyecto "Parque de los Cerezos"

5 PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- RAD FOPAE: 2010ER14091

El concepto técnico CT-5955 de 22 de octubre de 2010 emitido por el FOPAE relacionado con la primera revisión del estudio de respuesta local del subsuelo, se transcribe a continuación.

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

En el numeral 1.0 del informe, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la Zona 3 – Lacustre A según el Decreto 193 de 2006, lo cual es consistente con la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto. Sin embargo es importante mencionar que de acuerdo con lo mencionado en el numeral 5 del parágrafo del artículo 4 del decreto 193 de 2006, si bien este proyecto se encuentra en la Zona 3 – Lacustre A, esta zona es considerada como zona de transición entre la Zona 3 – Lacustre A y Zona 2 - Piedemonte.

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.

De acuerdo al estudio de suelos realizado en la zona del proyecto, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto, la firma Espinosa y Respuesta S.A. realizó cinco (5) perforaciones que alcanzaron profundidades entre 10 y 46 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 con penetrómetro manual y ensayos de penetración estándar, los registros de los sondeos se presentan de manera anexa al informe en un (1) plano.

Según el numeral 2.1 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 1.5/2.5 m: Limo orgánico de consistencia entre medio firme y dura. El ensayo de penetración estándar reporto valores entre 2 y 12 golpes/pie y el penetrómetro manual de 0.75 a 4.5 kg/cm².
- ✓ De 1.5/2.5 a 9.5/10.0 m: Arcilla limosa con de arena fina y rastros de turba de consistencia blanda. El ensayo de penetración estándar reportó valores de 2 golpes/pie y el penetrómetro manual de 0.25 a 0.75 kg/cm².
- ✓ De 9.5/10.0 a 17.0 m: Arcilla limosa con lentes de turba a 11.50 y a 15.50 con espesores de 1.5 m, de consistencia blanda a medio firme. El ensayo de penetración estándar reportó 2 golpes/pie y el penetrómetro manual de 0.25 a 0.75 kg/cm².
- ✓ De 17.0 a 21.5 m: Limo arcilloso de consistencia blanda. El ensayo de penetración estándar reportó 1 golpes/pie y el penetrómetro manual de 0.5 kg/cm².
- ✓ De 21.5 a 33.5 m: Arcilla limosa con un lente de turba a 23 m de profundidad y espesor de 0.5 m de consistencia blanda. El ensayo de penetración estándar reportó 2 golpes/pie y el penetrómetro manual de 0.5 kg/cm².
- ✓ De 33.5 a 38.5 m: Limo acilloso de consistencia firme. El ensayo de penetración estándar reportó 7 golpes/pie.
- ✓ De 38.5 m hasta la profundidad de la exploración (46 m): Roca arcillolita. El ensayo de penetración estándar reportó 100 golpes/pie.

El nivel de agua se presentó a profundidades entre 1.5 y 6.0 m de profundidad. El consultor indica que de acuerdo con el mapa de espesor de sedimentos del estudio de microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá, se estima que el contacto con el basamento rocoso esta aproximadamente entre 25 y

BOG 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

50 m de profundidad y considerando lo reportado en la perforación No. 5, el contacto con roca se encontró a 41 m de profundidad, por tanto este espesor fue asumido para la modelación posterior.

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 2.3 y el anexo No. 5 del informe, en el lugar del estudio se realizó un ensayo geofísico Down Hole ejecutado por la firma Uribe y Diez Ltda, para el cual se empleo la perforación No. 5 de 46 m de profundidad. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

Profundidad (m)	Vs (m/s)
0-2	166.7
2-22	130.6
22-37	242.0
37-46	437.5

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 2.5 del informe, se realizaron ensayos dinámicos a muestras obtenidas con tubo Shelby a las profundidades de 10.5 y 30.5 m en la perforación No.5. Con estas muestras se ejecutaron pruebas de Bender Element y ensayos triaxiales cíclicos de esfuerzo controlado. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan en el anexo del informe. A partir de los resultados obtenidos se establecieron las curvas dinámicas de los materiales empleados en el perfil del modelo empleado, las cuales presentan una forma atípica a las reportadas por la literatura científica mundial.

Se solicita al consultor:

- Realizar una interpretación congruente de los resultados de laboratorio para obtener las curvas degradación del módulo y de amortiguamiento de las muestras localizados a 10.5 y 30.5 m de profundidad, dado que las curvas propuestas no son consistentes con el comportamiento de este tipo de materiales, según la bibliografía reconocida y se deben presentar en escala semi-logarítmica.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE 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 3.2 del informe, se utilizaron un total de 9 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE, empleados 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 un análisis bidimensional mediante la utilización del programa QUAKE, 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. El modelo y la malla del mismo se presentan en la figura No. 6 y 7 y las curvas dinámicas empleadas se presentan en las figuras 8, 9, 10, 11, 12 y 13 del informe.

Dentro del modelo bidimensional planteado por el consultor, se consideran tres (3) diferentes tipos de materiales, desde la superficie hasta 41 m de profundidad donde el consultor considera que se localiza en contacto con el basamento rocoso.

Se solicita al consultor:

- Realizar la modelación con las curvas de degradación del módulo y amortiguamiento ajustadas conforme se solicita en el numeral 5.4 del presente informe.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

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

De acuerdo con los registros de exploración presentados, ninguna de las cinco perforaciones realizadas reportan capas de arena limpia y suelta entre los primeros 20 m de profundidad, por lo que es no necesaria la evaluación del potencial de licuación en la zona.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

BOG 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

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.

Este numeral se revisará una vez sea aclarada la observación del punto 5.4 y 5.6 del presente concepto técnico.

Sin embargo, el consultor propone reclasificar el sitio a la zona de transición entre Lacustre A – Zona 3 y Lacustre B – Zona 4, lo cual no es viable dado que el perfil geotécnico del sitio del proyecto tiene un espesor menor a 50 m, consistente con la zona de transición Piedemonte – Zona 2 y Lacustre A – Zona 3 y para ser viable la reclasificación a transición Lacustre A – Zona 3 y Lacustre B – Zona 4 debe tener por lo menos un perfil geotécnico de al menos 200 metros de profundidad de suelos blandos conforme se describen los perfiles en el Artículo 2 del decreto 193 de 2006.

Se solicita al consultor:

- Ajustar el espectro propuesto de diseño de acuerdo con la profundidad del perfil del suelo reportado.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

6 SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO – RAD FOPAE: 2010ER15898

La segunda revisión realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, del estudio "Análisis de microzonificación La Floresta a construirse en la Calle 137 No. 91-97 en Bogotá"que se remite como estudio sísmico local y el oficio aclaratorio de las observaciones de la primera revisión, 2010ER15898 de 9 de Noviembre de 2010, se efectúa siguiendo 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.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

6.2 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,

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD
Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292601 Fax: 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

estudios geotécnicos, ensayos de campo y laboratorio y los estudios de zonificación incluidos en el proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

6.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte, Vs, por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

6.4 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.).

De acuerdo con lo consignado en la información suministrada por el consultor en donde se da respuesta a los comentarios realizados en la primera revisión realizada por esta entidad, el consultor presenta las curvas dinámicas ajustadas para los estratos 2 y 3. Sin embargo, las curvas suministradas por el consultor no presentan las tendencias generales de degradación del modulo de corte, reportadas en la bibliografía nacional e internacional para este tipo de materiales, ni de las curvas de amortiguamiento de estos materiales, por lo que nuevamente solicitamos que se haga una interpretación adecuada a los resultados de las pruebas dinámicas realizadas.

Se solicita al consultor:

- Realizar una interpretación adecuada de los resultados de las pruebas dinámicas ejecutadas para los estratos 1, 2 y 3.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

6.5 Utilizar todos los acelerogramas del proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá, en la obtención del espectro de respuesta en superficie.

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

6.6 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.

Ya que los espectros de respuesta de cada una de las señales presentadas tanto en la primera como segunda entrega de información por parte del consultor son los mismos, se le reitera al consultor la necesidad de realizar nuevamente la modelación correspondiente, dado que la respuesta de un depósito dependerá de las propiedades dinámicas de los materiales que lo conforman, por lo que es

necesario realizar nuevamente la modelación correspondiente al proyecto con las curvas dinámicas ajustadas de acuerdo a lo mencionado en el numeral 6.4 del presente informe.

Se solicita al consultor:

- Realizar la modelación con las curvas dinámicas ajustadas de acuerdo a lo solicitado en el numeral 6.4 de este concepto técnico.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

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

El estudio CUMPLE con este requerimiento desde la primera revisión.

6.8 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.

Este numeral se revisará una vez sean aclaradas las observaciones de los puntos 6.4 y 6.6 del presente concepto técnico.

El estudio NO CUMPLE con este requerimiento.

BOG 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

7 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 al Fondo 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: **ADRIANA LUCÍA BELTRÁN GÁLVIS** Ingeniera Civil, MCE-Geotecnia y Sísmica M.P. 25202117150CND	Revisó: **FERNANDO JAVIER DÍAZ PARRA** Responsable de Grupo
Aprobó: **LINDON LOSADA PALACIOS** Profesional Especializado Investigación y Desarrollo	

BOG 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