



Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

**CONCEPTO TECNICO No. CT- 4470 de 2006**

**Revisión de Estudio Particular de Amenaza y Riesgo  
por Fenómenos de Remoción en Masa  
Artículo 112 - Decreto 469 de 2003**

### 1. INFORMACIÓN GENERAL

<b>ENTIDAD SOLICITANTE:</b>	Curaduría Urbana No. 4
<b>LOCALIDAD:</b>	RAFAEL URIBE URIBE
<b>BARRIO:</b>	Predio GUIPARMA
<b>PROYECTO:</b>	Urbanización GUIPARMA ETAPA VII
<b>DIRECCIÓN:</b>	Calle 49B a 49F Sur, entres carreras 9 y 10
<b>UPZ:</b>	54 Marruecos
<b>ÁREA (Ha):</b>	1.30 Ha aprox.
<b>TIPO DE RIESGO:</b>	Remoción en masa
<b>EJECUTOR DEL ESTUDIO:</b>	Juan Pablo Gaona Gómez
<b>FECHA DE EMISION:</b>	18 de Agosto de 2006

### 2. INTRODUCCION

De acuerdo con el artículo 112 del Decreto 469 de 2003 (que modifica el Decreto 619 de 2000, Plan de Ordenamiento Territorial - POT), para los futuros desarrollos urbanísticos que se localicen en zonas de amenaza alta y media por remoción en masa, se debe anexar el estudio detallado de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para la solicitud de licencias de urbanismo. Adicionalmente establece que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias realizará la verificación y emitirá concepto sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## **CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA**

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá Distrito Capital – FOPAE – y la Sociedad Colombiana de Geotecnia – SCG – han celebrado un convenio de cooperación que tiene por objeto realizar la asesoría técnica al FOPAE en la Revisión de Estudios y Metodologías de Evaluación de Riesgo Sísmico y por Fenómenos de Remoción en Masa.

El presente concepto técnico corresponde a la primera revisión realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia al estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa de la Urbanización Guiparma VII de la localidad de Rafael Uribe Uribe, en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 112 del Decreto 469 de 2003 y en el marco de lo establecido en la Resolución 227 de julio 13 de 2006, por estar localizado en zona de amenaza media y alta según el mapa No. 4 del P.O.T.

Se hace notar que al momento de realizarse este estudio la normatividad de la ciudad para evaluación de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa estaba regida por la Resolución 364 de 2000, la cual sirvió de marco al desarrollo y estructuración del informe correspondiente, la SCG por considerar que los aspectos fundamentales al objeto de estos estudios no se modifican entre las dos Resoluciones, ha adelantado la revisión con el propósito de que las observaciones y requerimientos que se hagan conduzcan a la adecuada atención de tales aspectos esenciales, además desde el punto de vista formal ha ido señalando a lo largo de su evaluación la manera como ha soportado la verificación de las exigencias de la resolución vigente, con lo que se exigía en la derogada. En este nuevo contexto además cabe señalar que el estudio presentado corresponde a lo que en la Resolución 227 se denomina como de Estudio de Fase II (detallado).

Las circunstancias anteriores motivaron al evaluador de la SCG a reunirse con el ingeniero ejecutor del estudio, para hacer mayor claridad sobre el sentido de las observaciones contenidas en este documento.

Para concluir esta introducción se hace notar que el estudio específico de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa fue elaborado a mediados de 2006 por el ingeniero Juan Pablo Gaona, quien para efectos de información geotécnica, esto es de registros de perforaciones, pruebas de campo y laboratorio se apoyó en los Estudio de Suelos y Cimentaciones para el mismo proyecto los cuales fueron realizados por la firma Alfonso Uribe y Cía. Ltda. en varias etapas: septiembre de 2002, abril de 2003 y una última de complementación en abril de 2006.





ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

### 3. GENERALIDADES

De acuerdo con el numeral 3.2 del Estudio en el área del proyecto se planea llevar a cabo un desarrollo urbanístico constituido por edificios de 6 pisos, en mampostería estructural con luces no mayores a 3 m y cargas a nivel de fundación del orden de 5.0 ton/m<sup>2</sup>. El área de interés ocupa 1.3 ha aproximadamente y se ubica dentro de las siguientes coordenadas geográficas.

Norte: 95800 a 95940  
Este: 95300 a 95470

Y entre las cotas 2612 y 2624 msnm aproximadamente. En estas condiciones el terreno objeto del estudio se caracteriza por muy bajas pendientes, predominantemente del orden del 3 al 4%, con algunos sectores algo más empinados pero igualmente moderados, con pendientes hasta de un 12 % especialmente en su parte nor-oriental.

La disposición detallada del plan urbanístico se muestra en el Plano No 8 del informe, este sin embargo y como se reitera mas adelante deberán mostrar más claramente la ubicación de las obras y su relación con las intervenciones, cortes y terrazas, que ya tiene y tendrá el terreno a futuro en otros sectores.

### 4. REVISIÓN DEL ESTUDIO

El numeral 3.2 de la Resolución 227 de julio de 2006, en forma comparable con lo que en su momento decía el artículo 2 de la Resolución 364 de octubre de 2000, establece que el objeto de estos estudios será:

1. Evaluar las condiciones de amenaza por fenómenos de remoción en masa en toda el área de interés definida en la Fase I (área de influencia del proyecto) y
2. Identificar, planificar y diseñar las medidas para su mitigación y control de manera que los riesgos sobre las nuevas construcciones, las existentes y la infraestructura que pudieran verse afectadas por las intervenciones propuestas estén en niveles de seguridad aceptables de acuerdo con los criterios indicados en la resolución.









Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

### 4.1 Evaluación de los Estudios Básicos (numeral 3.2.1 de la Resolución 227)

#### a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica a escala adecuada con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle.

El estudio presenta la geología regional y local del área de estudio (Figura 5.1 y Plano 2) está última en escala 1:1000 sobre un levantamiento topográfico suministrado por el dueño del proyecto al consultor.

Litológicamente las descripciones del texto del informe son coherentes con las unidades cartografiadas, sin embargo, puesto que en otros acápite del mismo informe se llama la atención sobre los diferentes orígenes y condiciones de los rellenos antrópicos que cubren el área: unos heterogéneos conformados de manera irregular luego de las explotaciones mineras operadas en el sitio hasta los años 80 y los otros resultado de labores de mejoramiento y homogenización (colocación por capas, compactación etc), parcialmente terminados al momento de la realización de estos estudios, la SCG considera que a nivel descriptivo y cartográfico se deben diferenciar estos dos tipos de intervenciones antrópicas, entre otras razones porque en gran medida el soporte de la calificación de amenaza baja y bajo riesgo asignada al área esta asociada a que los rellenos irregulares y heterogéneos todavía existentes serán retirados para el emplazamiento de las edificaciones de acuerdo con el numeral 3.2 del informe.

En relación con los rasgos estructurales de las rocas aflorantes en los extremos del área de proyecto, la SCG no encontró en el informe sino referencias muy generales y en consecuencia requiere la inclusión y análisis de los datos de estratificación y fracturación que debieron haberse levantado.

En síntesis este aparte del estudio debe ser complementado.

#### c. Evaluación Geomorfológica del sitio de estudio, que debe incluir una caracterización morfométrica, morfológica y morfodinámica.

El numeral 5.4 presenta una caracterización geomorfológica del área que de manera general resume la situación de la misma en términos de una modelación antrópica, la SCG consecuente con lo solicitado en el numeral anterior, considera que esta caracterización debe hacer una diferenciación clara entre los dos tipos de intervenciones antrópicas ya mencionadas. Así mismo considera necesario que en el aspecto geomorfológico se haga un análisis de las características de pendiente y





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

orientación de la ladera a un lado y otro del sinclinal de Usme, principal rasgo estructural del área, en relación con los demás rasgos estructurales del basamento rocoso.

En síntesis este aparte del estudio debe ser igualmente complementado

### **d. Aspectos Hidrológicos, Hidráulicos e Hidrogeológicos.**

El numeral 5.5 del informe cubre los aspectos de Clima e Hidrología y en desarrollo de este en el numeral 5.5.9 se presenta una evaluación Hidrogeológica.

Siendo el propósito fundamental de esta evaluación la formulación de un modelo hidrogeológico soportado en la mejor información disponible para el área, la SCG no considera adecuadamente satisfecho este objetivo y en consecuencia solicita una mayor justificación y validación del modelo hidrogeológico propuesto que por lo pronto se reduce a señalar que el nivel del agua podría llegar en la situación mas desfavorable hasta  $-2.0$  por debajo del nivel del terreno.

La SCG considera que habiéndose realizado en el sitio perforaciones de hasta 9 m de profundidad y en diferentes épocas del año, algunas de ellas en un mes muy lluvioso como abril, se deben aportar elementos adicionales sobre este particular. En síntesis para la SCG los supuestos sobre las condiciones hidrogeológicas del sitio deben soportarse con un mayor y más integrado análisis de los resultados de los sondeos realizados y los rasgos geológicos y geomorfológicos del área.

### **e. Emplear la información sísmica requerida, con base en el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, la cual fue reglamentada por medio del Decreto 074 de 2001.**

El numeral 5.6 del informe presenta la clasificación del sitio de acuerdo con el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, el cual corresponde a la zona 1 y reporta los valores respectivos. El informe reconoce por otra parte la relativa cercanía del área a la zona 5, de terrazas y conos, pero reitera que sismológicamente se deberán emplear los parámetros correspondiente a la zona 1. Aunque el evaluador de la SCG considera que esta decisión es probablemente la mas válida, estima que el informe debe ser mas explicito y justificativo de la misma, sobre la base de un análisis no necesariamente detallado pero mas específico del perfil geológico del sitio.





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

### f. Realizar el levantamiento de la cobertura del suelo y uso actual

El estudio cumple en los aspectos formales de lo que para este requerimiento se establecía en la resolución 364 de 2000, al describir el uso o condición actual del suelo y mostrar el mapa respectivo. La SCG sin embargo, dados los antecedentes de uso de este terreno, chircales para la fabricación de ladrillos y tejas, considera que esta evaluación debe ser ampliada, específicamente analizado con mayor detalle la evolución que ha tenido el terreno, las características de las intervenciones a las que través del tiempo ha sido sometido y las implicaciones y problemas geotécnicos que se podrían presentar para el desarrollo urbanístico propuesto.

En conclusión este aspecto debe ser igualmente complementado.

#### 4.2 Modelo Geológico – Geotécnico (Numeral 3.3 Resolución 227)

#### 4.3 Procesos de Inestabilidad en el área de proyecto y su zona de Influencia. (Numeral 3.3.1. Res 227)

Sobre la base de que en el terreno en su situación actual no se observa ningún tipo de proceso inestable, el informe en su numeral 6.1 presenta un reseña de los problemas de inestabilidad que han afectado zonas vecinas y los conceptos que sobre ellos se han emitido por distintas instancias. La SCG considera que este último ejercicio no obstante su valor es inconcluso para efectos del propósito de este estudio, en la medida que no es utilizado para analizar si tales fenómenos y sus mecanismos de ocurrencia pueden o no darse en la zona, a la luz de factores intrínsecos y/o extrínsecos característicos del área del proyecto.

Es por lo anterior que la SCG considera que este es un aspecto que también debe ser complementado.

#### 4.4 Formulación del Modelo (Numeral 3.3.2. Resolución 227)

Aunque un requerimiento en estos términos no es así de explícito en la Resolución 364, el evaluador considera que lo que entonces se denominó Caracterización Geotécnica del Área procura cubrir este aspecto.

En tal sentido efectivamente, el informe en su numeral 6.4 presenta la caracterización geotécnica apoyándose en dos secciones transversales típicas para toda el área, las





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



000008

## **CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA**

cuales se muestran en el Plano No 6, secciones en las que se ilustra además la evolución topográfica que habría tenido la zona a través del tiempo. Este ejercicio se complementa con una caracterización geomecánica de los materiales presentes a partir de las pruebas de SPT y los ensayos de identificación y clasificación realizados para los estudios de cimentación. No obstante el valor de los trabajos reseñados, la SCG considera que en términos de la estructuración de un modelo geológico-geotécnico el ejercicio no es completo por las siguientes razones.

- a. Las secciones mostradas son bastante esquemáticas, según el informe en el sitio se hicieron 45 sondeos, sin embargo en la elaboración de las secciones solo se utilizan unos pocos y las descripciones de los perfiles respectivos son ilegibles.
- b. No se consolidan perfiles geológico-geotécnicos completos, que integren el marco geológico local y las perforaciones y que permitan mostrar con claridad la disposición espacial de los materiales presentes.
- c. No es claro en la elaboración de estos perfiles como se ha tenido en cuenta la condición topográfica del terreno (que ha sido intervenido en varias ocasiones en los últimos años) en el momento en que las perforaciones fueron realizadas.
- d. No se formulan hipótesis con base en los rasgos anteriores sobre los procesos de inestabilidad más probables en tales condiciones y cuales podrían ser los factores intrínsecos y extrínsecos determinantes en el eventual desencadenamiento de los mismos, a partir de los cuales se establecerían las propiedades geotécnicas de mayor relevancia para su modelación analítica.

### **4.5 Exploración Geotécnica (numeral 3.3.3 de la Resol. 227)**

*Nota: para efectos de esta revisión esta exigencia se considera compatible con lo que anteriormente se exigía en algunos apartes del numeral 2.3 de la Resolución 364.*

Como ya se ha indicado este estudio en particular no llevó a cabo un plan de exploración geotécnica específico y en este aspecto se apoyó totalmente en los trabajos realizados para los estudios de Suelos y Cimentaciones del mismo proyecto.

Aunque por la reseña general que se hace de los planes de investigación geotécnica en el informe, es aparente que éstos habrían resultado de utilidad y ser suficientes para el presente estudio, la SCG considera que en circunstancias como estas, en la que el consultor responsable del estudio no programa, ni lleva a cabo el plan de investigación





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

geotécnica, y dada la intención de esta exigencia de la Resolución, el consultor deberá indicar explícitamente su conformidad con todos los aspectos de dicho programa y sus resultados. De manera de que la utilización posterior de la información respectiva se haga igualmente bajo su entera responsabilidad.

En cuanto al uso de la información de estos sondeos y como ya se ha indicado en varios numerales anteriores de esta evaluación, la SCG considera necesario que el estudio muestre una más amplia utilización de la misma.

### 4.6 Análisis de Estabilidad y Evaluación de la Amenaza. (Numeral 3.3 Resolución 227)

*Nota: para efectos de esta revisión este numeral es conceptualmente compatible con las exigencias de la Resolución 364 de 2000 en su numeral 2.4*

En el Capítulo 7 del estudio se presentan los resultados de los análisis de estabilidad realizados sobre las secciones típicas del área para las situaciones sin y con proyecto urbanístico y para condiciones normales y extremas (agua y sismo) considerando mecanismos de falla circulares, la pertinencia de este mecanismo no está sustentada en ninguna parte del informe como se reseñó en el numeral 4.4 y la SCG considera que es un aspecto a ser revisado.

Aún así los resultados de tales análisis muestran una condición de muy baja amenaza con factores de seguridad muy por encima del 1.9 para condiciones normales y del orden de 1.3 para condiciones extremas en ambas condiciones de análisis sin y con proyecto, como lo exige la Resolución. Estos resultados en concepto de la SCG no son de extrañar por la poca pendiente del terreno y la circunstancia ya anotada sobre la eliminación de los rellenos heterogéneos y su sustitución por rellenos construidos bajo condiciones controladas, operaciones que ha venido teniendo lugar desde hace algunos meses.

En resumen sobre este aspecto la SCG considera conveniente la revisión de los factores de seguridad obtenidos sobre mecanismos mas probables, aunque muy posiblemente por lo ya anotado arrojaran resultados en términos de los factores de seguridad muy similares.

### 4.7 Evaluación de Vulnerabilidad Física (numeral 3.5 de la Resolución 227)

*Nota: para efectos de esta revisión este numeral es asociable con las exigencias de la Resolución 364 de 2000 en su numeral 2.5.*





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

El numeral 7.3 del estudio presenta un análisis semi-cuantitativo de las condiciones de exposición y aparente capacidad que tendrían las obras propuestas a eventos de remoción en masa con base en la metodología de Leone, evaluación que en el marco de la resolución 227 estaría excediendo los niveles de detalle exigidos. Y que mas aún por la calificación de baja amenaza que le correspondería al sitio del proyecto, no habría habido necesidad de realizar.

En tales condiciones la SCG no considera que este aspecto deba ser objeto de mayores ajustes, sin embargo, teniendo en cuenta el enfoque con que esta evaluación se propone en el marco de la Resolución 227, se considera que si debe hacer énfasis en que la baja amenaza y vulnerabilidad asignable esta basada en la remoción sustancial y casi total de los rellenos heterogéneos que cubren parte del área.

### 4.8 Evaluación del Riesgo (numeral 3.6 de la Resolución 227)

*Nota: para efectos de esta revisión este numeral es asociable con las exigencias de la Resolución 364 de 2000 en su numeral 2.6.*

El estudio consecuentemente con el marco referencial con el que fue realizado, la Resolución 364, presenta un análisis de riesgo en el numeral 7.4 que como era de esperarse y coherentemente con la evaluación de vulnerabilidad y amenazas referidas atrás resulta en estimativos de riesgo muy bajo.

Este aspecto por consiguiente es totalmente aceptable.

### 4.9 Plan de Medidas de Reducción de Riesgos (numeral 3.7 de la Resolución 227)

*Nota: para efectos de esta revisión este numeral es asociable con las exigencias de la Resolución 364 de 2000 en su numeral 2.7.*

Dados los resultados hasta ahora obtenidos con respecto a las condiciones de amenaza, lo cual sin embargo deberán validarse para mecanismos de falla más probables, el Estudio es consecuente en no presentar ningún tipo de obras de mitigación. Se hace énfasis como corresponde en el texto del informe a la importancia que tienen las obras de sustitución y mejoramiento de los rellenos heterogéneos existentes y a las exigencias para su conformación bajo condiciones controladas como las exigidas en los Estudios de Suelos y Cimentación respectivos, con respecto a los cuales se solicita además dejar suficientes registros y pruebas.

La SCG considera que este aspecto debe quedar mejor refrendado en el Plano No 8 del informe haciendo mas clara la ubicación de las estructuras, indicando los niveles de las





Secretaría  
**GOBIERNO**

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



## **CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA**

terrazas y reiterando las condiciones de remoción de los rellenos existentes y su sustitución con rellenos realizados de manera controlada.

### **4.10 Evaluación de Amenaza con Medidas de Mitigación (numeral 3.8 de la Resolución 227)**

Por las condiciones particulares de este proyecto es claro que no hay lugar a este tipo de evaluación

### **4.11 Profesionales (numeral 4.0 de la Resolución 227)**

En la parte final del informe se anexan las hojas de vida de los responsables del estudio, las cuales el evaluador de la SCG considera adecuadas y dentro del espíritu de las exigencias de la Resolución 227 y quienes firman lo planos de las distintas temáticas.

El único plano carente de firmas es el relativo a la Exploración Geotécnica, en este sentido la SCG reitera lo indicado en el numeral 4.5 de este informe en cuanto a que el ingeniero geotecnista que se presenta como responsable del estudio de amenaza, debe asumir la responsabilidad sobre los estudios geotécnicos de soporte, así no haya sido su ejecutor directo.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Como se señaló en la introducción a este documento el estudio de Amenazas, Vulnerabilidad y Riego por Fenómenos de Remoción en Masa para el otorgamiento de la Licencia de Construcción del Proyecto Guiparma VII se desarrolló en el marco de la Resolución 364, hoy en día ya derogada y reemplazada por la 227 de julio de 2006. Por esta razón la evaluación de la SCG ha procurado enmarcarse dentro del espíritu y exigencias de la resolución vigente pero buscando sus equivalencias en los aspectos cubiertos por la Resolución 364.

Como conclusión de las evaluaciones presentadas para los distintos apartes del estudio, para la SCG es necesario hacer ajustes y complementaciones en varios de ellos tal como se indica en los numerales respectivos y en consecuencia **NO LE ES POSIBLE RECOMENDAR LA APROBACION DEL ESTUDIO CON ESTA VERSIÓN**, sin embargo, para la SCG no es menos importante llamar igualmente la atención sobre la circunstancia particular de esta área, que por sus rasgos topográficos, geológicos y geotécnicos muy





ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y  
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA**

probablemente podría haber sido estudiada y liberada con un estudio realizado a nivel de Fase I en el marco de la nueva normativa. Es por lo anterior además, que las principales observaciones y requerimientos al contenido de este informe se han formulado sobre los estudios básicos de manera que su presentación sea mas consistente y conducente a soportar la condición de amenaza baja que se desprende DE las cuantificaciones realizadas y que de haber sido presentados así habrían permitido la liberación del área de mayores estudios en este sentido.

Revisó :

**GUILLERMO ANGEL REYES**  
Ingeniero Especialista  
Sociedad Colombiana de Geotecnia

Revisó y Aprobó:

**JORGE ALBERTO RODRIGUEZ O.**  
Presidente  
Sociedad Colombiana de Geotecnia

Revisó:

**ING. OSCAR IVÁN CHAPARRO FAJARDO**  
Grupo de Estudios Técnicos y Conceptos  
DPAE

VoBo:

**ING. PABLO GARZON CASARES**  
Jefe (E) Estudios Técnicos y Conceptos  
Área de Investigación y Desarrollo  
DPAE

Aprobó:

**ING. GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ**  
Coordinador de Investigación y Desarrollo  
DPAE