CONCEPTO TECNICO No. CT- 4548

Revisión de Estudio Particular de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa Artículo 141 - Decreto 190 de 2004

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	**HOSPITAL NAZARETH I NIVEL**
LOCALIDAD:	**20. SUMAPAZ**
PROYECTO:	**CENTRO DE DESARROLLO DEL POTENCIAL HUMANO**
BARRIO:	**CORREGIMIENTO DE NAZARETH**
DIRECCIÓN	**PREDIOS LA PAZ Y CEMENTERIO**
ÁREA (Ha):	**3.92**
FECHA DE EMISIÓN:	**17 de Diciembre de 2006**
TIPO DE RIESGO:	**REMOCIÓN EN MASA**
EJECUTOR DEL ESTUDIO:	**GEOCING LTDA**

El presente concepto técnico corresponde a la **PRIMERA** revisión realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias al estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II del Proyecto **CENTRO DE DESARROLLO DEL POTENCIAL HUMANO – CORREGIMIENTO DE NAZARETH** de la localidad de **SUMAPAZ**, con el fin de verificar el cumplimiento de los términos de referencia establecidos en la Resolución 227 de julio 13 de 2006 expedida por la DPAE.

El estudio revisado tiene fecha Septiembre de 2006, en este nuevo contexto cabe señalar que el estudio presentado corresponde a lo que en la Resolución 227 se denomina como Estudio de Fase II (detallado).

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO CENTRO DE DESARROLLO DEL POTENCIAL HUMANO

De acuerdo con la información suministrada, el CENTRO DE DESARROLLO DEL POTENCIAL HUMANO, se construirá en la Localidad de Sumapaz en el corregimiento de Nazareth, al sur del Distrito Capital. El proyecto se ubica entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá (Cartografía I.G.A.C.)

Norte: 952780 a 953120
Este: 992110 a 992315

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

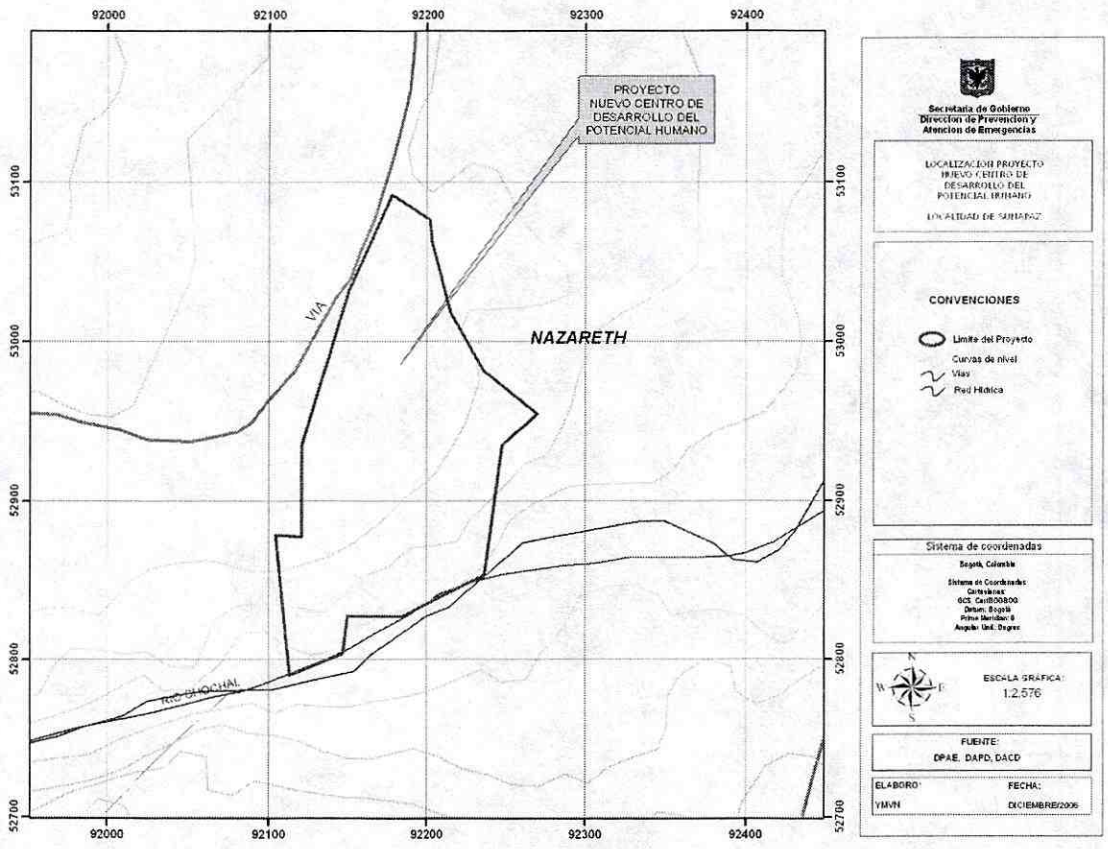

Figura 1 Localización General del Proyecto – CENTRO DE DESARROLLO DEL POTENCIAL HUMANO – CORREGIMIENTO DE NAZARETH, Localidad de Sumapaz

El proyecto contempla la utilización de dos predios denominados como predio No.1 (La Paz) el cual tiene un área de 0.89 Ha y en el que se hará la construcción y el predio No. 2 (Cementerio) de 3.03 Ha en el cual no se hará ninguna intervención. El proyecto colinda por el norte con el Corregimiento de Nazareth, por el Oriente con la Escuela CERD Nazareth y por el Sur con el Río Chochal.

La disposición de las estructuras y edificaciones existentes en el predio del estudio, se detalla en el Plano Anexo GE 146 – PL – 01

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

3. REVISIÓN DEL ESTUDIO

3.1. ESTUDIOS BÁSICOS

a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica a escala adecuada (1:500 o 1:1000) con curvas de nivel cada 1.0 m o con mayor detalle.

En el numeral 2.1 del estudio, se presenta una descripción de los aspectos geológicos regionales destacando la presencia de pliegues profundos que se encuentran cubiertos por depósitos fluviales y coluviales y hacia el norte en las partes más altas por depósitos morrénicos de origen fluvioglaciar. Se resaltan los afloramientos de la Formación Chipaque (Kich) y las areniscas de la Formación Une (Kiu).

El estudio presenta un plano geológico y geomorfológico de referencia, con la geología local (GE 146 PL – 02) a escala 1:1000 sobre una base cartográfica con curvas de nivel cada 1.00m, la cual fue suministrada al Consultor por la Firma Taller Ciudad Arquitectos dentro de las actividades del estudio. Para la zonificación Geológica y Geomorfológica el Consultor se apoyó en el estudio elaborado por la U.T. Sumapaz en mayo de 2005.

Litológicamente las descripciones del texto del informe son coherentes con las unidades cartografiadas, el plano geológico local se complementa con cuatro secciones estratigráficas levantadas, más otras dos tomadas del estudio de UT Sumapaz, las cuales son ilustradas en Plano (GE 146 PL – 03). Las secciones de análisis coinciden con las descripciones plasmadas en el informe; dentro de las unidades geológicas identificadas se destacan la Formación Chipaque (Kch), Aluviones Aterrazados (Qalt), Depósito de Talus (Qt), Depósitos Coluviales y Coluviones Aterrazados (Qcl), Cuerpos Deslizantes (QD) y Rellenos Antrópicos (Qra).

CUMPLE

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

El consultor presenta en el numeral 2.2 una descripción de la geomorfología local, determinando que los contactos entre las distintas unidades no difieren de las plasmadas en el Plano Geológico por lo cual el Plano (GE 146 PL – 02), es complementado con los distintos procesos morfodinámicos identificados. El consultor destaca la presencia de deslizamientos por socavación en la margen izquierda del río Chochal al sur del corregimiento de Nazareth.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

Aunque el Consultor expresa en la leyenda del Plano (GE 146 PL – 02), que la zonificación geomorfológica fue elaborada con base en el estudio de la UT Sumapaz en mayo de 2005, en ninguna parte del texto, se hace referencia a un análisis multitemporal que permita evaluar la dinámica de los procesos que ha sufrido el área de influencia del proyecto.

CUMPLE PARCIALMENTE

La DPAE considera necesario que los aspectos geomorfológicos se deben complementar con un análisis multitemporal que indique como ha sido la dinámica de los procesos identificados.

c. Hidrogeología

En el numeral 4 del Informe, se presenta un capítulo que contiene los aspectos hidrológicos del sector, utilizando los datos de la estación hidrometeorológica Río Nazareth se obtienen los parámetros para calcular las curvas IDF; el valor de precipitación crítica se calcula a partir de los resultados del estudio de INGEOCIM – 1998 utilizando las relaciones de la zonas sur occidental y cerros orientales, decisión que a juicio de la DPAE no es justificada debidamente en el informe, dada la diferencia en las características topográficas y de altitud entre dichas zonas y el área donde se desarrolla el Proyecto, lo que hace que el comportamiento hidrológico sea posiblemente distinto.

No se hacen anotaciones o referencias respecto a los aspectos hidrogeológicos del sector, ni a la presencia de posibles tablas de agua, ni su relación con lo obtenido en la exploración del subsuelo, aspecto sobre el cual se debe concluir.

Aunque en el numeral 4.4.4. se presenta el cálculo del caudal de escorrentía para la ladera donde se ubica el proyecto, para las obras de drenaje recomendadas, no se establecen parámetros que permitan establecer el rango de eficacia de las mismas en términos de los niveles de agua iniciales o factores r_u.

CUMPLE PARCIALMENTE

La DPAE considera que este aspecto del estudio debe ser complementado teniendo en cuenta lo expresado en el numeral 3.2.1.3. del artículo segundo de la resolución 227 el cual expresa lo siguiente: "el estudio hidrogeológico fijará los criterios para definir y diseñar el tipo de medidas de drenaje que mejor se adecuen a los rasgos hidrogeológicos y topográficos del sitio y que harán parte del plan de obras de prevención y estabilización, estableciendo el rango de eficacia de las mismas en términos de su efecto sobre los parámetros iniciales (niveles de agua o factores r_u), valores que se tendrán en cuenta en los análisis requeridos en el numeral 3.8 de esta Resolución".

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

d. Drenaje Superficial

Tal como se menciona en el punto anterior del presente Concepto, el consultor realizó un análisis hidrológico para la cuenca donde se encuentra localizado el proyecto, determinando los valores de lluvia crítica; no obstante, no hace explicito un análisis del drenaje superficial dentro de la zona de influencia del proyecto, de manera que se pueda establecer su posible incidencia en los fenómenos de remoción en masa que afectan el área o que se podrían generar; por lo tanto La DPAE considera que este aspecto del estudio debe ser complementado.

CUMPLE PARCIALMENTE

e. Sismología

Teniendo en cuenta que el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C., no cubre la zona donde se desarrollará el proyecto, el Consultor para determinar la variabilidad de la aceleración máxima a nivel de roca utilizó los datos de la Norma Sismo Resistente (NSR – 98), tomando los valores del coeficiente Kh para los análisis de estabilidad pseudo – estáticos iguales a 2/3 de la aceleración máxima a nivel del terreno, que en este caso corresponden a 0.25g

CUMPLE

f. Uso del Suelo

En ninguna parte del texto del informe revisado, se hace alusión a este aspecto.

NO CUMPLE

Este aspecto se debe presentar de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.2.1.6 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

3.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

a. Inventario Detallado y Caracterización Geotécnica de los Procesos de Inestabilidad

Aunque en el informe revisado no hay un capítulo específico sobre caracterización e inventario detallado de procesos de inestabilidad, el numeral 2.3.5 hace referencia a

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

los cuerpos deslizantes identificados en el sector; no obstante, no se hace una descripción detallada de los mismos, ni se hace mención de aspectos fundamentales para su caracterización tales como su estado de actividad, mecanismos de falla y forma de propagación.

NO CUMPLE

Este aspecto se debe presentar de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.3.1 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

b. Formulación del Modelo

En el numeral 5 del informe se presenta la caracterización geotécnica apoyándose en las seis secciones de análisis típicas presentadas en el Plano (GE 146 PL – 03) donde se distinguen cuatro clases de materiales a saber: Rellenos Antrópicos (Qra), Depósitos Coluviales (Qcl), Aluviones Aterrazados (Qalt) y Formación Chipaque (Kch). Este ejercicio se complementa con una caracterización geomecánica de los materiales presentes a partir de las pruebas de SPT realizadas en la exploración el subsuelo y a partir de la realización de un ensayo de corte directo; adicionalmente el consultor adopta los resultados de otros dos ensayos de corte directo obtenidos del estudio del estudio elaborado por la UT Sumapaz en el año de 2005. Con base en los anteriores rasgos se formularon hipótesis sobre los procesos de inestabilidad asumiendo mecanismos de falla rotacional.

CUMPLIMIENTO CONDICIONADO

Para dar cumplimiento a este aspecto, se debe validar por el consultor los aspectos de estudios básicos y la caracterización e inventario detallado de procesos, ya que es posible que se requieran más secciones de análisis o que el modelo geológico – geotécnico cambie

c. Exploración Geotécnica

En el numeral 3. del estudio, se presenta la investigación del subsuelo, en la cual se referencia la elaboración de tres perforaciones con profundidades entre 1.0 y 2.0 metros y cinco apiques con profundidades entre 1.0 y 1.3 metros; la ubicación de tales perforaciones se muestra en el Plano (GE 146 PL – 01) donde adicionalmente se muestran los sondeos realizados en el sector en el estudio realizado por UT Sumapaz en 2005, de los cuales no se describe si son utilizados en los análisis; los registros de perforación se adjuntan en el Anexo I. Se realizaron ensayos mecánicos y de caracterización, cuyos resultados se presentan en el Anexo II.

El Consultor no presenta explícitamente la justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio ni explica como tuvo en cuenta los aspectos que debe tener la exploración del subsuelo de acuerdo con los literales i, ii, iii y iv del numeral 3.3.3. del artículo segundo de la resolución 227.

CUMPLE PARCIALMENTE

La nueva versión el estudio se debe ajustar de acuerdo con las observaciones anteriores.

3.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

En el informe se presentan análisis de estabilidad probabilísticos para condiciones críticas de lluvia y sismo, tomando como secciones de análisis representativas los seis perfiles adoptados para el sitio del proyecto; la zonificación de amenaza se presenta en el Plano (GE 146 PL – 04). Observando el mencionado plano, y contrastando con lo descrito en el informe, no son claros los criterios utilizados para determinar los límites de la zonificación en los mapas de amenaza, especialmente para el predio denominado "El Cementerio", donde no se incluyeron secciones de análisis.

En el numeral 7.1 se presenta un breve párrafo donde se describe la amenaza con proyecto; allí se afirma que de acuerdo con los análisis de estabilidad con el proyecto *"los factores de seguridad son del orden de 1.3, para la condición más extrema para un período de tiempo de 50 años, condición que garantiza que la amenaza en la zona es baja";* al respecto, para la DPAE no es claro si los análisis a los que se refiere el consultor en el numeral 7.1 tienen en cuenta las medidas de mitigación , o únicamente la implantación del proyecto, dado que los análisis mostrados en el Anexo IV y que son referenciados en el numeral 7.1 muestran los perfiles con análisis de estabilidad que tienen en cuenta la implantación de muros en gavión para los perfiles H y SG 2-2

El Consultor no justifica como se logra llegar a una condición de amenaza baja para el predio denominado "El Cementerio" pues no se hace mención a la zona o a secciones que cubran esta parte del Proyecto.

CUMPLE PARCIALMENTE

Este aspecto debe ser complementado y se debe realizar el análisis de amenaza para toda el área de influencia del proyecto, en concordancia con lo establecido en las observaciones anteriores. Adicionalmente la complementación el modelo geológico - geotécnico puede modificar los resultados de amenaza.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

3.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El numeral 7.2 del Informe revisado, presenta un análisis semi-cuantitativo de las condiciones de exposición y aparente capacidad que tendrían las edificaciones del proyecto a eventos de remoción en masa con base en la metodología de Leone; no obstante, no es claro como se asignan las solicitaciones para las estructuras existentes, entre otras cosas porque en ninguna parte del estudio, se describe físicamente el proyecto, adicionalmente, no se hace alusión a la vulnerabilidad de la obras de infraestructura futuras o existentes de servicios públicos, vías, etc. que podrán verse afectadas por la implantación del proyecto, aspecto que debe ser cubierto en concordancia con el objeto definido para el estudio en la Resolución 227 de 2006 . Por lo anterior en el plano del proyecto se deberá 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.

Para cada una de las edificaciones y para la infraestructura futura, mediante un plano se debe indicar la categorización de vulnerabilidad de acuerdo con los análisis. Es por eso que este aspecto debe ser complementado.

CUMPLE PARCIALMENTE

Se debe complementar la descripción física del proyecto, la cual debe ir plasmada en los planos de implantación del proyecto; la vulnerabilidad se deberá complementar con base en los comentarios anteriores. Adicionalmente, como conclusión del análisis de vulnerabilidad el estudio deberá ser explícito al fijar pautas específicas sobre:

i. Las condiciones de adecuación del terreno para el mejor emplazamiento y ubicación de las construcciones en relación con las amenazas identificadas.

ii. La necesidad o no de obras de mitigación y control de las amenazas identificada.

iii. El tipo y el propósito específico de tales medidas.

3.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

El consultor hace una evaluación semi cuantitativa del riesgo, el cual fue categorizado, calculando un Índice de Riesgo expresado como la probabilidad de excedencia de las pérdidas probables admisibles, definidas por el consultor en un 10%. Los resultados de la evaluación del riesgo se plasman en el Plano GE146 – PL – 05.

Llama la atención los resultados obtenidos; pues el consultor concluye que en las zonas donde se plantea construir las instalaciones del nuevo centro, el riesgo se estimó como de categoría baja; no obstante, la totalidad del predio denominado "el

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

Cementerio" mantiene la calificación de riesgo alto, situación que se solicita sea aclarada, dado que aparentemente no habrá elementos expuestos en este sector del proyecto, de acuerdo con la implantación del mismo.

CUMPLE PARCIALMENTE

Primero deben cumplirse los aspectos de Amenaza y Vulnerabilidad para luego determinar el Riesgo. No obstante, se reitera que el estudio deberá cumplir con lo solicitado expresamente en el numeral 3.6 del artículo segundo de la resolución 227

3.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Con base en los resultados obtenidos con respecto a las condiciones de amenaza, el consultor presenta en el numeral ocho (8) del informe, las medidas de mitigación de riesgo dando recomendaciones sobre la realización de los taludes de corte, así como las especificaciones que deben tener los materiales que se usarán para la adecuación de los rellenos estructurales y arquitectónicos, así como la disposición de un muro en gaviones que servirá como estructura de contención, finalmente plantea la construcción de obras hidráulicas consistentes en cunetas y filtros.

El Consultor plantea una serie de medidas no estructurales tales como:

- Restringir el uso del suelo en las zonas de alto riesgo, con el fin de no permitir construcciones en esta zona.

- No colocar rellenos en los bordes de los taludes a una distancia menor de 5.0m
- La empradización de los taludes de corte.

La ubicación de las obras en la zona del proyecto, así como los cortes y detalles, se indican en los planos GE146 – PL – 06, y GE146 – PL – 07; el presupuesto con las cantidades de obra de las medidas de mitigación, son presentados en la Tabla 18; no obstante, en el informe presentado, no se hace mención sobre la necesidad de un plan de monitoreo para verificar la estabilidad y adecuado comportamiento de las obras de estabilización propuestas, ni se hacen recomendaciones sobre las necesidades y periodicidad de las labores de mantenimiento de las obras recomendadas.

CUMPLE PARCIALMENTE

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores, se reitera lo establecido en el numeral 3.7 del artículo segundo de la resolución 227:

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

"La presentación y caracterización de las obras y planes de mitigación del riesgo deberán incluir de manera explícita los siguientes aspectos:

i. ***Planos de Ubicación*** *que muestren el tipo y localización (altimétrica y planimétrica) de las obras necesarias, mostrando las etapas o secuencias en que se adelantarán las distintas intervenciones y su relación con las obras de adecuación urbana y las construcciones como tales.*

ii. ***Planos de Detalle*** *que ilustren las características de su diseño básico. (dimensiones, profundidad de emplazamiento, profundidad y diámetros de drenes y anclajes, etc.)*

iii. ***Parámetros bajo los cuales tenga que adelantarse el diseño estructural detallado*** *de las Obras de Mitigación que requiera este tipo de diseño.*

iv. ***Condiciones y Recomendaciones*** *Particulares de Construcción, especificaciones técnicas o las normas de construcción existentes que deban cumplirse en su ejecución. Secuencia en que deben adelantarse las obras de estabilización y mitigación en relación con el programa de construcción de las obras de urbanismo y de las construcciones o edificaciones mismas.*

v. ***Plan de Mantenimiento*** *recomendaciones sobre las necesidades y periodicidad de las labores de mantenimiento de las obras recomendadas*

vi. ***Plan de Monitoreo*** *El informe final deberá ser explícito en los planes de monitoreo que los dueños de los desarrollos deberán realizar periódicamente para verificar la estabilidad y adecuado comportamiento de las obras de estabilización, así como las situaciones después de sismos principalmente cuya intensidad local deberá indicarse, después de hacerse una inspección especifica de los sitios por un especialista. El informe de esta evaluación podrá ser solicitado por la Subdirección de Control de Vivienda del DAMA si ésta lo requiere."*

Adicionalmente, al incluir nuevos análisis, es posible que se requieran otras medidas de mitigación, por lo cual este aspecto debe ser complementado.

3.7. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el informe revisado no existe un acápite, en el que se haga alusión explícita al análisis de amenaza con las medidas de mitigación; pues tal y como se mencionó en el numeral 3.3 de este Concepto, en el numeral 7.1 del Informe no es claro si la evaluación de amenaza con proyecto tiene en cuenta las medidas de mitigación planteadas.

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co

NO CUMPLE

Teniendo en cuenta que las medidas de mitigación deben ser la respuesta ante una condición de amenaza identificada en cada uno de los sectores del predio evaluado, y en concordancia con la revisión el estudio presentado, este aspecto se volverá a verificar cuando se complementen los puntos de amenaza y vulnerabilidad.

3.8. PROFESIONALES

En ninguna parte del estudio revisado, se adjuntan las hojas de vida de los profesionales que participaron en el estudio los cuales deben firmar los Planos presentados en las distintas temáticas; así mismo no se incluye la carta de responsabilidad firmada por el analista de riesgos

NO CUMPLE

Se deben anexar las hojas de vida de los profesionales que participaron en la elaboración del estudio, los cuales deben cumplir con el perfil exigido en el numeral 4 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006; así mismo se debe incluir la carta de responsabilidad firmada por el analista de riesgos quien debe validar y estar conforme con la totalidad de la información utilizada para la elaboración del estudio. Los profesionales participantes deben firmar la totalidad de los planos presentados.

3.9. CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado no incluye los capítulos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del articulo segundo de la resolución 227 de 2006, lo anterior debido a que no se incluyen los capítulos denominados Modelo Geológico – Geotécnico, Localización y Descripción del Proyecto, Plan de medidas de Mitigación de Riesgo, así mismo no se incluyen las referencias bibliográficas

CUMPLE PARCIALMENTE

El informe debe ser estructurado, presentando como mínimo, los capítulos exigidos en el numeral 5 del artículo segundo de la resolución 227 de 2006, los cuales internamente pueden ser organizados y desarrollados de acuerdo con el criterio del analista.

4. CONCLUSIONES

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, luego de evaluar los distintos aspectos en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para el proyecto "CENTRO DE

DESARROLLO DEL POTENCIAL HUMANO", presentado por la firma GEOCING Ltda., **NO CUMPLE** con los términos de referencia establecidos por la DPAE en la resolución 227 de 2006 para la elaboración de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa; por las consideraciones estipuladas en cada uno de los puntos anteriormente revisados.

5. ADVERTENCIA

Se aclara, que no es del alcance de esta revisión la comprobación y validación de los parámetros, los análisis de estabilidad, el empleo de software, los resultados de los análisis y los diseños geotécnicos de las medidas de mitigación, por lo que la responsabilidad de los mismos recae en el consultor como lo refrenda con su firma en la carta de responsabilidad y compromiso, anexa al informe del estudio, limitándose la revisión a verificar el cumplimiento de la Resolución.

Elaboró	**OSCAR IVÁN CHAPARRO FAJARDO** Ingeniero Civil - Magíster en Geotecnia M. P. 25202 – 78485 CND	
Revisó	**DIANA PATRICIA ARÉVALO SÁNCHEZ** Coordinadora Grupo Estudios Técnicos y Conceptos	
Aprobó	**GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ** Subdirector Área Investigación y Desarrollo	
Vo Bo	**DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS** Directora	

Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co fopae@fopae.gov.co