# CONCEPTO TECNICO No. CT- 4848

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

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

| | |
|---|---|
| **FASE:** | II |
| **LOCALIDAD:** | 1 Usaquén |
| **PROYECTO:** | **CED BUENAVISTA** |
| **DIRECCIÓN:** | CL 190 # 26 BIS – 51* |
| **BARRIO:** | **BUENAVISTA** |
| **UPZ:** | 9 Verbenal |
| **ÁREA (Ha):** | 0.15 |
| **FECHA DE EMISIÓN:** | Junio 14 de 2007 |
| **TIPO DE RIESGO:** | Remoción en Masa |
| **EJECUTOR DEL ESTUDIO:** | GERMAN DARIO TAPIA MUÑOZ |
| **SOLICITANTE:** | **SECRETARIA DE EDUCACION DISTRITAL-SED** |

*Dirección tomada del estudio

## 2. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el artículo 141 del Decreto 190 de 2004 (compilación del 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.

El presente concepto técnico corresponde a la **SEGUNDA** revisión de FASE II realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), al "ESTUDIO DE RIESGOS POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA CED BUENAVISTA, LOCALIDAD DE USAQUÉN", elaborado por el Ing. GERMAN DARIO TAPIA MUÑOZ, a través de la Orden de Servicio No. 619 en el convenio Secretaría de Educación Distrital (SED) – Universidad Nacional de Colombia (UN) SED—UN No. 295/2005; en cumplimiento a lo estipulado en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004 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 Normativo "Amenaza por Remoción en Masa" del Plan de Ordenamiento Territorial P.O.T.



Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.fopae.gov.co fopae@fopae.gov.co

## 3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con la información suministrada por el consultor en el informe, el Centro Educativo Distrital (CED) BUENAVISTA se encuentra ubicado en la Calle 190 # 26 Bis – 51 de la Localidad de USAQUÉN, al nor-oriente del Distrito Capital; las coordenadas planas con origen Bogotá tomadas del Plano No. 1 del estudio, que se denomina "Topografía", son las siguientes:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Norte:** | 118850m | a | 118886m | |
| **Este:** | 105863m | a | 105910m | |
| **Cota:** | 2665 m.s.n.m | a | 2667.50 m.s.n.m. | Aprox. |

En la Figura 1 del presente concepto se indica la localización del CED BUENAVISTA.

En el Numeral 1 del informe se describe que el CED BUENAVISTA hace parte del programa de reforzamiento estructural y ampliación de la cobertura realizado por la SED, sin embargo, se aclara que no es del alcance del presente concepto la verificación de la normatividad bajo la cual se adelanta el trámite de la licencia ni ante que Curaduría se adelanta el mismo.

El colegio tiene actualmente 3 bloques de aulas de 2 pisos y una cancha deportiva, de acuerdo con la información suministrada por el consultor en el numeral 2.1 del informe. Indica a su vez, que el colegio está limitado al occidente por un Jardín Infantil del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar – ICBF, por el sur con un parqueadero de buses, por el oriente con la antigua vía al Guavio y por el norte con la calle 190. El proyecto arquitectónico tiene contemplado la demolición total de las instalaciones existentes, como lo expresa el consultor en el numeral 2.3 del informe; la nueva infraestructura estará conformada por bloques de tres pisos, aunque no se describe el tipo de sistema estructural.

## 4. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO. CT-4727 DE 2007

La primera revisión del informe del estudio de riesgo por remoción en masa para el Proyecto CED BUENAVISTA, Localidad de USAQUÉN, fue realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias - DPAE, en atención a la solicitud hecha con número de radicación 2007ER2007 de 2007, ante lo cual se expidió el Concepto Técnico CT – 4727.

El concepto técnico No. CT- 4727 del 14 de marzo de 2007, relacionado con el estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa se transcribe a continuación, con referencia a los requerimientos pertinentes de la resolución.



Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.fopae.gov.co fopae@fopae.gov.co

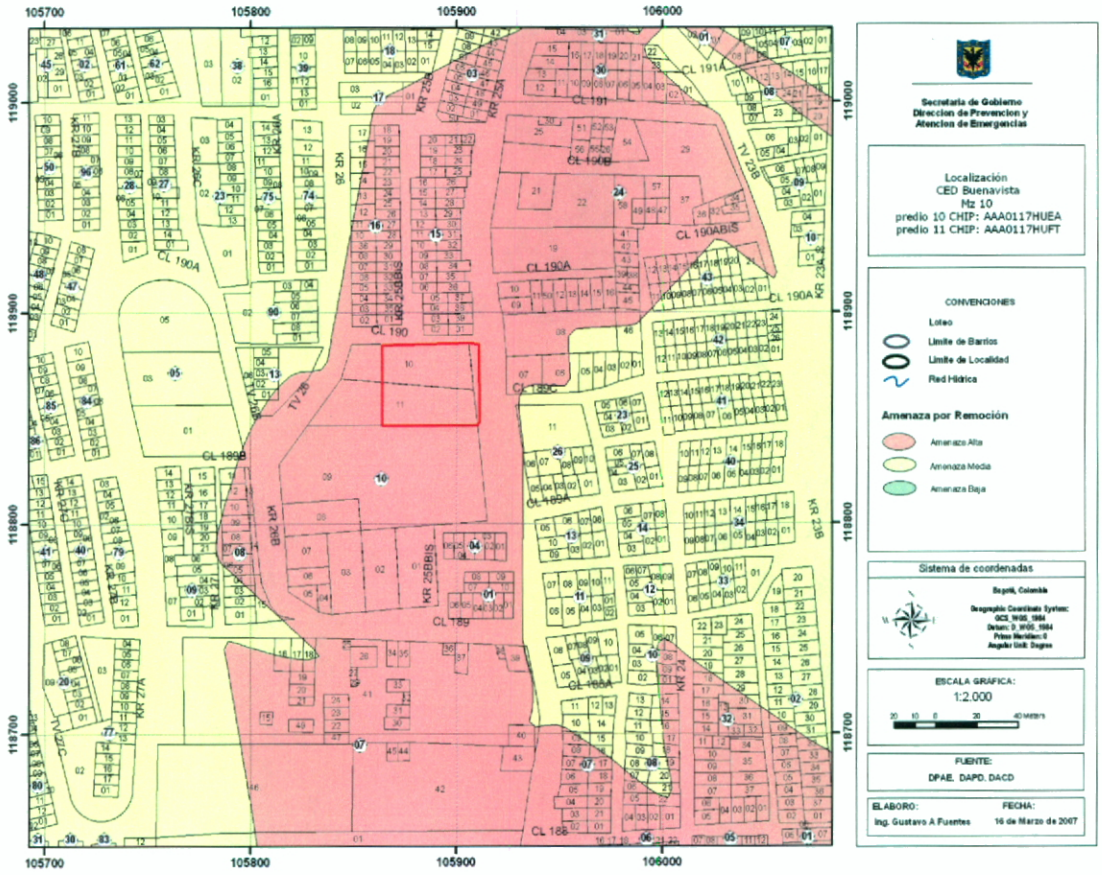



**Figura 1 Localización General del CED BUENAVISTA, Localidad de Usaquén en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa (Decreto 190 de 2004)**

## 4.1. ESTUDIOS BÁSICOS (NUMERAL 3.2.1 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

**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.**

El numeral 4.1.3 del informe presenta una descripción de las siguientes unidades geológicas: Arenisca Lodosas de la Formación Arenisca Tierna del Grupo Guadalupe (Ksgt), Suelos Residuales de arenisca (Ksgt-res), Suelos Transportados de origen paludal - pantanos (Qst) y depósitos antrópicos (Qra y Qrad).

El numeral 4.2 del informe, denominado "GEOLOGÍA ESTRUCTURAL", describe lo siguiente: "*...de acuerdo a la información del estudio del Codito las fallas medidas, alineamientos de brechas tectónicas y*





Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.fopae.gov.co fopae@fopae.gov.co

*la mayor parte de lineamientos fotogeológicos, lomos estructurales, cursos de quebradas no consecuentes, etc. corresponden a direcciones entre N20W y N40W".* El consultor adopta bajo su responsabilidad la información estructural del estudio de INDESA LTDA, realizado en el año 2000.

El Plano No. 2, el cual contiene el "MAPA DE GEOLOGÍA ", es presentado sobre una base cartográfica a escala 1:500 con curvas de nivel cada 0.50 m. Allí se observa que el área donde se emplaza el CED BUENAVISTA esta cubierta principalmente por depósitos antrópicos.

En el Plano No. 2 también incluye las secciones geológicas 1 y 2, donde presenta cuatro (4) unidades geológicas: que de acuerdo con las convenciones del plano son: Qrae – Rellenos Antrópicos con espesor mayor a 5.0 m, conformado por limos arenosos con materiales de demolición, Qst – Suelos Transportados, Ksgt-res – Suelo Residual de arenisca y Ksgt – Formación Arenisca Tierna.

No obstante el valor de lo anterior, la unidad Qrad – Rellenos Antrópicos con espesor menor a 2.0 m conformada por material heterogéneo se omite en las secciones a pesar de que en la vista en planta de geología esta unidad ocupa gran parte del área de estudio, por lo que la DPAE recomienda verificar los contactos geológicos presentados en las secciones geológicas.

***CUMPLE PARCIALMENTE***

Es necesario ajustar este aspecto de acuerdo con las recomendaciones realizadas.

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

El numeral 4.3 del informe presenta la "GEOMORFOLOGÍA", donde el consultor identifica en el área de estudio dos unidades, teniendo en cuenta su origen: 1) Laderas estructurales (LE) y 2) Zonas de valle con rellenos antrópicos (Zvr); las dos unidades aparecen en proporción similar en el área de estudio; estas unidades son presentadas en el Plano No. 3 del estudio, denominado "GEOMORFOLOGÍA", sobre una base cartográfica a escala 1:500 con curvas de nivel cada 0.5 m. El plano aparece firmado por el profesional a cargo de este tema en el estudio. La descripción dada a la unidad LE en el informe es la siguiente: *"Estas laderas se encuentran en algunas zonas con cobertura de suelos generalmente con espesores menores a 1 metro, las cuales enmascaran las características estructurales del paisaje"*, sin embargo, el espesor indicado en esta descripción no coincide con el espesor dado en la geología para estas mismas zonas, por lo que la DPAE recomienda verificar y aclarar este aspecto.

En el numeral 4.3.2 del informe, el consultor describe la dinámica del área de estudio, identificando procesos de meteorización, erosión hídrica concentrada y procesos de remoción en masa, de estos últimos concluye lo siguiente: *"Para la zona de estudio no existen este tipo de procesos en las laderas adyacentes"*.



Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.fopae.gov.co fopae@fopae.gov.co

El consultor en el numeral 6.1 del informe describe el análisis multitemporal realizado con imágenes de los años 1952, 1969, 1973, 1985, 1998, 2004 y 2006, a partir del cual establece la presencia de una cañada rellenada entre los años 1985 y 1998, y sobre la cual se emplaza actualmente el CED Buenavista.

***CUMPLE PARCIALMENTE***

Es necesario complementar este tema con la verificación y aclaración recomendada antes.

**c. Evaluación de aspectos hidrogeológicos**

En el numeral 4.4 del informe, denominado "ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS", el consultor realiza una descripción de este tema, indicando que: "*Dado que el predio de la SED se encuentra sobre relleno espeso que cubrió una forma deprimida de origen paludal, es probable que los flujos subterráneos continúen alimentando el relleno antrópico. La situación descrita anteriormente se traduce en el gran humedecimiento del relleno antrópico, con lo cual dichas capas pueden disminuir sus características de resistencia geomecánica (con las consecuencias sobre la capacidad portante y la estabilidad de la zona)*"

Posteriormente, en el numeral 7.2.4 – Nivel de agua en exploraciones y permeabilidad – establece lo siguiente: "*Es necesario contemplar un nivel de agua máximo sobre la superficie del terreno y un nivel mínimo en el contacto del suelo residual y la roca*". En este numeral el consultor presenta los valores de coeficiente de permeabilidad que asume para los materiales involucrados en el análisis, cuyo rango de variación está entre $1x10^{-4}$ m/s para el relleno a $1x10^{-6}$ m/s para el suelo residual.

***CUMPLE***

**d. Evaluación de drenaje superficial.**

En el numeral 5.2 del informe, se realiza una descripción y caracterización de la información relacionada con el drenaje natural y artificial, resaltando para el primero las evidencias cartográficas de la existencia de una "*quebrada conformando en el cauce suelos limosos de zonas húmedas pantanosas labrando un vallecito en el proceso*", el consultor establece que este vallecito fue rellenado con la consecuente desaparición del cauce. Mientras para el drenaje artificial el consultor menciona lo siguiente: "*La zona cuenta con los diferentes sistemas de alcantarillado pluvial, sanitario y acueducto*".

De acuerdo con el artículo segundo, numeral 3.2.1.4 de la resolución 227 de 2006, "el estudio deberá incluir una evaluación hidrológica e hidráulica del drenaje superficial, tanto natural como artificial (sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial) dentro de la zona de influencia del proyecto, de manera de

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 recomienda realizar esta evaluación.

***CUMPLE PARCIALMENTE***

Es necesario complementar este aspecto de acuerdo con la recomendación anteriormente mencioada.

**e. Sismología**

El numeral 5.4 del informe describe que el área de estudio se encuentra en Zona 2 – Piedemonte, de acuerdo con el estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, y adopta el valor de la aceleración máxima que corresponde 0.30g, el cual adopta y presenta como valor máximo en los análisis de estabilidad de taludes en el capítulo 8 Amenaza del informe. A pesar de que en el Mapa de Microzonificación Sísmica del Decreto 193 de 2006 (Decreto 074 de 2001) el CED Buenavista se localiza en la Zona 1 – Cerros, para la cual el valor de aceleración máxima es de 0.24 g, siendo menor al seleccionado por el consultor para el análisis de estabilidad; el valor de aceleración máxima asumido para los análisis es conservador y aceptable dentro del marco de la Resolución No. 227 de 2006.

***CUMPLE***

**f. Uso del Suelo**

El Numeral 5.4 del informe, denominado "COBERTURA Y USOS DEL SUELO", describe las características de este aspecto; identifica que en el área de estudio existen dos unidades de suelo que corresponden a: 1) "AREAS URBANAS CONSOLIDADAS (ZUP)", que corresponden a las construcciones y vías existentes; y 2) "AREAS URBANAS SIN PAVIMENTAR (ZUSP), que comprende el área destinada actualmente a parqueadero de buses.

En el Plano No. 4 se presenta el "USO DEL SUELO" a escala 1:500 con curvas de nivel cada 0.50 m, donde se indican las dos unidades descrita antes: ZUP y ZUSP, las cuales corresponden con las descritas en el informe, sin embargo, se omite establecer algún tipo de unidad de suelo que relacione el uso precedente del mismo, en especial el asociado al vallecito o cauce relleno, por lo que la DPAE recomienda complementar y aclarar este aspecto, con el fin de determinar la posible relación del uso precedente del suelo, con las condiciones de estabilidad del terreno.

***CUMPLE PARCIALMENTE***

Es necesario complementar el aspecto de uso del suelo de acuerdo con la recomendación realizada en el acápite anterior.



Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.fopae.gov.co fopae@fopae.gov.co

## 4.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO (NUMERAL 3.3 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

### a. Inventario Detallado y Caracterización Geotécnica de los Procesos de Inestabilidad (Numeral 3.3.1. de la Resolución 227 de 2006)

En el Numeral 6.4 del informe el consultor complementa lo expresado en la geomorfología mediante un análisis multitemporal, con una conclusión que surge de la consulta en diferentes fuentes de información, entre las que incluye la DPAE, y establece lo siguiente: "*La DPAE ha realizado en la ladera desde la carrera 7 con calle 170 hasta la calle 200 diferentes estudios en la zona asociados a caída de bloques (Barrio El Codito), flujo de tierra y suelo residual (Santa Cecilia y Buenavista parte baja). Estos estudios y diagnósticos se ubican lejos de la zona de estudio, la cual como tal no presenta registros históricos asociados a FRM. De esta forma una figura de estos sitios no ha sido adelantada*".

Previo a lo anterior, el consultor señala en el numeral 3.2 del informe – INFORMACIÓN RECOPILADA – el resultado de la consulta en fuentes nacionales y distritales como IGAC (Numeral 3.2.1 del informe), de donde obtuvo las fotografías aéreas de los años señalados en el numeral 4.1b del presente concepto (CT-4727) y la Plancha IGAC F-14 de 1981 a escala 1:2000; Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) e IDEAM (3.2.2 del informe), y DPAE. De esta última fuente relacionó 32 informes técnicos, los cuales presenta de manera resumida en la Tabla 3-2 del informe. Allí realiza una clasificación de los informes de acuerdo con el tipo de evento reportado. No obstante el valor de lo anterior, se omite el informe de Diagnóstico Técnico DI-2859 de julio de 2006, en el cual se identifica una agrietamiento en un muro de contención en mampostería de 3.0 m de altura localizado a 50 m al sur del CED Buenavista, por lo que se recomienda tener en cuenta el evento presentado y las posibles implicaciones en la estabilidad del predio del colegio.

El consultor realiza un análisis de los potenciales mecanismos de falla entre los que incluye una falla de tipo rotacional en suelo residual y relleno; y de tipo traslacional "*sobre los estratos de suelo blando o en el contacto de estratificaciones como rellenos – arcilla arenosa – suelo residual*".

***CUMPLE PARCIALMENTE***

Se recomienda complementar este aspecto con lo señalado anteriormente.

### b. Formulación del Modelo (Numeral 3.3.2. de la Resolución 227 de 2006)

El consultor en el Capitulo 7 del informe, denominado "MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO INTEGRAL", describe en el numeral 7.2.1 lo que el consultor denomina "Perfil geotécnico – geológico", apoyado en los resultados de la exploración geotécnica en las dos perforaciones realizadas y que asocia

con los materiales identificados y descritos en la estratigrafía. La descripción del modelo esta apoyada en las secciones 1 y 2 de la Figura 7.2 del informe.

La recomendación dada en el numeral anterior del presente concepto puede modificar el modelo geológico – geotécnico, especialmente en la Sección 1, puesto que la presencia del muro con grietas al costado sur del parqueadero modificaría las condiciones de frontera del modelo, por lo que la DPAE recomienda verificar este aspecto. Pueden identificarse secciones más críticas que ameriten ser evaluadas en el análisis de estabilidad.

***CUMPLE PARCIALMENTE***

Es necesario complementar el modelo geológico – geotécnico con las recomendaciones realizadas.

**c. Exploración Geotécnica (Numeral 3.3.3. de la Resolución 227 de 2006)**

El consultor en el numeral 7.1 describe que realizó dos (2) sondeos con profundidades de 12.50 m y 10.50 m. Lo anterior es soportado con la localización de la exploración en el Plano No. 2, la Figura 7.1 y los registros de perforaciones del Anexo 1 del informe.

La exploración se complementó con ensayos de laboratorio, como lo presenta el consultor en el numeral 7.1.2 del informe. El Anexo 2 presenta los resultados de los ensayos de laboratorio que incluyeron clasificación y esfuerzo - deformación.

Obtiene parámetros de resistencia a partir de los resultados del SPT, como lo describe y presenta en el numeral 7.2.3 del informe.

El consultor en el numeral 7.1.1 expresa lo siguiente: "*En el desarrollo del estudio de suelos previo se ejecutaron tres perforaciones con profundidad máxima de 8.0 m. Para el Estudio se ejecutaron dos perforaciones con profundidad máxima de 12.5 m. En ambas condiciones se recuperaron muestras de los materiales encontrados, permitiendo su identificación y la caracterización detallada en el laboratorio*", no obstante, el consultor previamente en el numeral 3.3 del informe dice, al referirse al estudio de suelos, lo siguiente: "*La Dirección del convenio de la Universidad Nacional comenta además que las perforaciones son idénticas a otro estudio de suelos realizado en otro colegio. Estas particularidades generan que el estudio no sea confiable*", aspecto que confirma el consultor al omitir presentar los resultados de las perforaciones en los perfiles.

De acuerdo con el artículo segundo numeral 3.3.3 en su inciso ii de la resolución 227 de 2006, para la exploración geotécnica se deberá tener en cuenta los siguiente: "Cuando los mecanismos de falla consecuentes con el modelo geológico-geotécnico propuesto permitan inferir la ubicación mas probable de las superficies o zonas de falla, mas de 2/3 de las exploraciones realizadas deberán llevarse como mínimo tres metros por debajo de dichos rasgos. De no ser viable una aproximación como la anterior la

profundidad de al menos 2/3 de las perforaciones deberá involucrar todos los materiales de interés para el estudio, de acuerdo con el modelo geológico-geotécnico propuesto, según el numeral 3.3.2.

Teniendo en cuenta lo anterior, la DPAE considera insuficiente la exploración geotécnica realizada para el Estudio, puesto que su ejecución involucró las mismas unidades de material, sin tener en cuenta la unidad de rellenos antrópicos Qrad, por lo que se recomienda complementar este aspecto.

***CUMPLE PARCIALMENTE***

Es necesario complementar este aspecto de acuerdo con lo señalado anteriormente.

## 4.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA (NUMERAL 3.4 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

En el Capítulo 8 el consultor presenta los resultados de la evaluación de amenaza que calcula a partir de los factores de seguridad, los cuales obtiene del análisis de estabilidad de taludes en suelo.

Los factores de seguridad los obtiene del análisis de estabilidad de taludes sobre las Secciones 1 y 2, las cuales corresponden con las secciones geológicas; este análisis lo realiza utilizando métodos de equilibrio límite mediante el programa SLIDE 5.0, obteniendo factores de seguridad. En el análisis involucra la convolución de cada variable aleatoria y los parámetros geomecánicos a través de método de Rosenblueth, 1975 y Hart, 1987.

Establece propiedades para tres (3) materiales en el análisis: 1) Relleno antrópico, 2) Depósito de suelo transportado y 3) Suelo residual de arenisca, de los cuales determina los parámetros geomecánicos a partir de correlaciones del SPT.

Realiza el análisis de estabilidad para la situación actual bajo las condiciones normales y extremas, de agua y sismo, asumiendo niveles freáticos para el perfil de suelo completamente saturado y otro nivel en el contacto suelo residual – roca, y el coeficiente de aceleración máxima para la zona de Piedemonte en el caso del sismo.

Las Tablas 8.2 presentan los resultados de los factores de seguridad obtenidos del análisis de estabilidad de las secciones 1 y 2 en la situación actual bajo condición extrema con carga futura. Del análisis de estabilidad el consultor concluye entre otros aspectos lo siguiente: *"La superficie de falla crítica en condiciones extremas presenta un comportamiento de falla por capacidad portante del suelo"; "La falla generaría asentamientos diferenciales de la estructura y daños en la zona de la cancha"*, sin embargo, los resultados del análisis pueden estar sujetos a las recomendaciones dadas en los numerales anteriores del presente concepto.



Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.fopae.gov.co fopae@fopae.gov.co

En el Plano No. 5 presenta la zonificación de la Amenaza por movimientos en masa para la situación actual en condición extrema, donde se presenta que la zona de amenaza alta está asociada al mayor espesor de relleno que se identifica en el sector donde existía el vallecito, afectando la cancha del colegio.

El consultor concluye y resalta lo siguiente: "*El modelo de falla obtenido en estos materiales, obedece más a un comportamiento de falla por capacidad portante que a un problema de FRM ya que la pendiente baja y el confinamiento general de la ladera impiden el movimiento. Aun así se realiza una valoración de la amenaza teniendo de presente lo anterior*".

***CUMPLE PARCIALMENTE***

Este aspecto de la evaluación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa, puede variar si se tiene en cuenta la condición de frontera y cambio morfológico dado por el muro localizado a 50 m al sur del lindero del colegio, que puede afectar el confinamiento general de la ladera.

**4.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA (NUMERAL 3.5 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)**

El consultor realiza en el numeral 9.1 del informe, una evaluación de Vulnerabilidad física en términos cuatitativos teniendo en cuenta la tipología de edificaciones y el grado de exposición y resistencia del elemento utilizando la metodología de Leone (1996). En la evaluación de la vulnerabilidad presenta las Tablas 9-1, 9-2 y 9-3, que corresponden a la tipificación de construcciones, intensidades de daño y matriz de daño, respectivamente. En esta última presenta como solicitación los desplazamientos verticales como función de la velocidad, empujes laterales e impactos.

La DPAE recomienda incluir en la evaluación de la vulnerabilidad los asentamientos diferenciales, dado que el consultor resalta que el modelo de falla es de capacidad portante, y tener en cuenta la relevancia de los impactos como solicitación.

Los resultados de la evaluación de vulnerabilidad se presentan en la Tabla 9-6, encontrando que los elementos del proyecto evaluados (Bloques 1, 2 y 3, Cancha), presentan vulnerabilidad baja ante fenómenos de remoción en masa. Sin embargo, no se identifica el nivel de vulnerabilidad de la cancha en el plano, con relación a lo mencionado en el texto.

***CUMPLE PARCIALMENTE***

Es necesario complementar el aspecto de amenaza de acuerdo con lo expresado en los numerales anteriores.



Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.fopae.gov.co fopae@fopae.gov.co

## 4.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (NUMERAL 3.6 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

El consultor realiza un análisis del riesgo en el numeral 9.2 del informe; presenta y describe la metodología utilizada para evaluar el riesgo en términos cuantitativos y obtiene que el riesgo para los bloques 1 y 3 y la cancha es medio, para el Bloque 2 el riesgo es bajo. En el Plano No. 7 presenta el riesgo por fenómenos de remoción en masa del área de estudio sobre una base cartográfica a escala 1:250 sin curvas de nivel. Al igual que en el tema de vulnerabilidad, debe existir correspondencia entre la clasificación proporcionada en el documento con la clasificación en el plano.

***CUMPLE PARCIALMENTE***

Es necesario ajustar los temas de amenaza y vulnerabilidad antes de completar la evaluación de riesgo.

## 4.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS (NUMERAL 3.7 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

El Capítulo 10 del informe presenta las medidas de prevención - mitigación, que incluye lo siguiente: Obra de contención, mediante la instalación de pilotes de concreto que actúen como barrera de corte sobre la superficie de falla. En la Figura No. 10.1 del estudio se indica la localización general de las obras en planta, junto con los detalles constructivos.

El numeral 10.4 presenta las limitaciones del estudio, sin embargo, omite dar recomendaciones particulares de construcción para tener en cuenta, Plan de control y monitoreo así como las especificaciones técnicas de obra.

El consultor omite las memorias de cálculo de los pilotes y los parámetros bajo cuales tenga que adelantarse el diseño estructural, a pesar de que incluye el despiece estructural de los mismos en el corte típico Pilote de la Figura 10.1, no se indica como este diseño contempla la distribución de presiones laterales, por lo que se recomienda complementar este aspecto.

La medida propuesta por el consultor mediante pilotes esta enfocada a mejorar las condiciones de cimentación de las edificaciones, más que una medida de mitigación de riesgo por fenómenos de remoción en masa.

***CUMPLE PARCIALMENTE***

Es necesario complementar este aspecto de acuerdo con lo expresado anteriormente y con los resultados de la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.



Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.fopae.gov.co fopae@fopae.gov.co

## 4.7. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN (NUMERAL 3.8 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

En la Figura 10-2 Sección 1 presenta el análisis de estabilidad con la medida propuesta de pilotes en concreto en condición extrema de agua y sismo, y con agua al 80%, encontrándose para este último un factor de seguridad mayor a 1.3, sin embargo, en concordancia con el numeral anterior, la medida con pilotes no esta diseñada para soportar los empujes generados por la masa inestable como era de esperarse. Los resultados del análisis de estabilidad para la situación con obras son presentados en el Tabla 10-1.

***CUMPLE PARCIALMENTE***

De acuerdo con las modificaciones que realice el consultor en lo temas anteriores pueden presentarse variaciones en la evaluación de amenaza con medidas.

## 4.8. PROFESIONALES (NUMERAL 4 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

El consultor en el informe presenta las hojas de vida de los profesionales que participaron en los estudios básicos y en los diseños y evaluaciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, y los planos están firmados por el Ing. Germán Darío Tapia Muñoz.

***CUMPLE***

## 4.9. CONTENIDO DEL INFORME FINAL DE LA FASE II (NUMERAL 5 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

En el informe se presenta una tabla de contenido, lista de figuras, tablas y planos. En el informe se presenta en el Capitulo 2 la localización y descripción general del proyecto, donde se describen las características dadas en el Numeral 3 del presente concepto. En el capítulo 7 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO INTEGRAL, incluye el programa de exploración geotécnica y los resultados de ensayos en campo y laboratorio, que relaciona en la formulación del modelo geológico - geotécnico adoptado para el análisis. Incluye los aspectos de geología, geomorfología en el capítulo 4 del informe, así como los aspectos de hidrogeología y evaluación del drenaje superficial en el Capítulo 5; presenta un inventario de los procesos de remoción en masa actuales en el Capítulo 6.

El consultor realiza la evaluación de Amenaza en el Capítulo 8, que incluye las condiciones actuales, con proyecto y medidas de mitigación. En el Capítulo 9 describe la Evaluación de vulnerabilidad y riesgo, y en el Capítulo 10 el plan de medidas de mitigación, que incluye el diseño general de las obras, especificaciones técnicas y recomendaciones. Al final del informe incluye las referencias bibliográficas.

***CUMPLE***



Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.fopae.gov.co fopae@fopae.gov.co

### 4.10. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO (ARTÍCULO TERCERO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

El consultor incluye una carta de responsabilidad por parte del profesional que realiza la evaluación y cuantificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo del estudio.

***CUMPLE***

## 5. SEGUNDA REVISIÓN DEL ESTUDIO-RADICACIÓN 1-06195 DEL 24 DE MAYO DE 2007

### 5.1. ESTUDIOS BÁSICOS

**a. Levantamiento geológico, utilizando una base cartográfica a escala adecuada.**

Frente a la verificación de la unidad Qrad – Rellenos Antrópicos, el consultor en el oficio adjunto al radicado 2007ER6195, indica lo siguiente: "*[...] corresponde a rellenos antrópicos de bajo espesor elaborados para conformación de la ladera para cimentación y vías existentes. Por el bajo espesor de esta unidad y su incertidumbre en cuanto a espesores reales ya que en su gran mayoría esta cubierto no fue incluido dentro del análisis. Igualmente estas unidades no son relevantes desde el punto de vista geotécnico*".

***CUMPLE***

**b. Evaluación Geomorfológica del sitio de estudio.**

El consultor corrige el espesor de la unidad LE en el informe.

***CUMPLE***

**c. Evaluación de aspectos hidrogeológicos**

***CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN***

**d. Evaluación de drenaje superficial.**

El consultor en el oficio adjunto al radicado (op.cit.), establece en el numeral 4.1c lo siguiente: "*No existe incidencia de este aspecto dentro del estudio*", con lo cual se reitera que es responsabilidad del consultor que por efectos de drenaje superficial llegase a incidir en la estabilidad del CED.

***CUMPLE***

**e. Sismología**

***CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN***

**f. Uso del Suelo**

Existe un vallecito o cauce relleno, por lo que la DPAE recomendó complementar y aclarar este aspecto con el fin de determinar la posible relación del uso precedente del suelo, con las condiciones de estabilidad del terreno, no obstante, el consultor frente a esto no realizó ningún ajuste. Sin embargo, dado la aclaración del consultor a lo largo del informe de que el problema es de capacidad portante y no de fenómenos de remoción en masa, se entiende que la incidencia del uso del suelo en el modelo es responsabilidad del consultor.

***CUMPLE***

**5.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO (NUMERAL 3.3 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)**

**a. Inventario Detallado y Caracterización Geotécnica de los Procesos de Inestabilidad (Numeral 3.3.1. de la Resolución 227 de 2006)**

El consultor atendió la recomendación de la DPAE llevando a cabo una visita para establecer la incidencia del evento ocurrido en el predio vecino, donde concluye que: "*Este punto fue evaluado en campo y no tiene incidencia de estabilidad en el edificio por ser una falla local y que debe ser evaluada por el dueño del predio*".

***CUMPLE***

**b. Formulación del Modelo (Numeral 3.3.2. de la Resolución 227 de 2006)**

El consultor en el numeral 4.2b del radicado (op. cit.) determina lo siguiente: "*Dado lo anterior no requiere complementación el modelo*"; sin embargo, frente a la observación de que pueden identificarse secciones más críticas que ameriten ser evaluadas en el análisis de estabilidad, no se hace ninguna alusión, por lo que se considera que es responsabilidad del consultor las secciones de análisis adoptadas y presentadas en el desarrollo del estudio.

***CUMPLE***



Bogotá sin indiferencia

Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.fopae.gov.co fopae@fopae.gov.co

**c. Exploración Geotécnica (Numeral 3.3.3. de la Resolución 227 de 2006)**

El consultor justifica el alcance de la exploración basado en los criterios de los profesionales que participaron en el estudio y en las características de uso actual con lo siguiente: " *[...] esta totalmente cubierta la zona con viviendas e infraestructura urbana, impidiendo el trabajo de exploración directa y por tanto el consultor realizó el análisis multitemporal de seis años, siendo el relevante el de 1952 a escala 1:6500 el cual permitió determinar los rellenos en forma previa a la exploración*".

***CUMPLE***

**5.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA**

El consultor concluye en el numeral 4.3 del oficio (op. cit.) lo siguiente: "*De acuerdo a lo mencionado anteriormente la estabilidad no cambia por la falla local del muro localizado a 50m*", con lo cual adopta los resultados obtenidos inicialmente en el análisis de estabilidad.

***CUMPLE***

**5.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA (NUMERAL 3.5 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)**

A pesar de la recomendación dada por la DPAE de incluir en la evaluación de la vulnerabilidad los asentamientos diferenciales, el consultor indica en el oficio (op. cit) lo siguiente: "*El capítulo de vulnerabilidad tal y como se presenta en el texto fue evaluado siguiendo un modelo de capacidad portante y no por FRM*". Y agrega lo siguiente. "*Este capítulo no será incluido para evitar confusiones al lector*", con lo cual justifica el no atender la identificación del nivel de vulnerabilidad de la cancha en el plano, con relación a lo mencionado en el texto.

***CUMPLE***

**5.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA**

El consultor considera que este aspecto no aplica dado el alcance del estudio.

***CUMPLE***

**5.6. PLAN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS**

El consultor indica en el oficio lo siguiente: "*El fenómeno de falla analizado es por capacidad portante. No por FRM. Las recomendaciones particulares de construcción fueron incluidas en el diseño estructural así como el Plan de control y monitoreo. Se incluyen en este capítulo. El diseño de pilotes, los análisis de*





Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.fopae.gov.co fopae@fopae.gov.co

*carga lateral y demás fue elaborado y es responsabilidad del ingeniero de Suelos o el que elaboró el Estudio de suelos al obedecer a un problema de capacidad portante. Esta información fue entregada al ingeniero estructural para el diseño incluido en el informe."*

***CUMPLE***

### 5.7. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El consultor reitera que el problema evaluado en el estudio es de capacidad portante y concluye que: *"[...] el diseño de pilotes planteado cumple con los niveles de seguridad para un análisis de capacidad portante".*
***CUMPLE***

### 5.8. PROFESIONALES (NUMERAL 4 DEL ARTÍCULO SEGUNDO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

***CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN***

### 5.9. CONTENIDO DEL INFORME FINAL DE LA FASE II

***CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN***

### 5.10. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO (ARTÍCULO TERCERO DE LA RESOLUCIÓN 227 DE 2006)

***CUMPLE DESDE LA PRIMERA REVISIÓN***

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE, luego de evaluar los distintos aspectos en esta versión, se permite conceptuar que el "ESTUDIO DE RIESGOS POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA (FRM) CED BUENAVISTA", elaborado por la firma el ingeniero GERMAN DARIO TAPIA MUÑOZ, **CUMPLE** con los términos de referencia establecidos por la DPAE para la elaboración de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 141 del Decreto 190 de 2004; por las consideraciones estipuladas en cada uno de los puntos anteriormente revisados.

Dadas las condiciones particulares del sector donde se desarrolla el proyecto CED Buenavista, se recomienda que para la construcción de las obras, se implemente un plan de monitoreo, que tenga en cuenta las distintas etapas constructivas, de tal manera que si se advierten problemas de inestabilidad, se puedan tomar oportunamente los correctivos necesarios. Adicionalmente, se deben adoptar por parte

del constructor, las medidas de seguridad necesarias, de tal forma que se garantice la vida de los trabajadores.

## 7. ADVERTENCIA

Se aclara, que a la luz de la Resolución 227 de 2006, 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.

La verificación del cumplimiento de los términos de referencia establecidos en la resolución 227 de 2006, no exime ni al urbanizador o constructor, ni a sus consultores de ninguna de las responsabilidades que les corresponden respecto de la seguridad y garantía de estabilidad de las obras y sectores que se proponen intervenir. En este orden de ideas, la construcción de las obras deberá hacerse no sólo con estricto cumplimiento de lo planteado en los estudios presentados, sino con los controles, seguimientos y registros que permitan a las autoridades la verificación de su cumplimiento en cualquier momento. Además, si en el desarrollo de las obras de mitigación y control se presentan problemas que pongan en entredicho las conclusiones de los estudios presentados, se deberán adoptar rápida y oportunamente todas las medidas complementarias adicionales que sean necesarias para garantizar la estabilidad del sector y su entorno, sobre lo cual se deberá dejar igualmente registro

| | | |
|---|---|---|
| Elaboró | **JUAN PABLO GAONA GÓMEZ**<br>Ingeniero Civil – MSc (c) en Geotecnia<br>M. P. 25202 – 68121 CND | |
| Revisó | **CESAR FERNANDO PEÑA PINZÓN**<br>Coordinador Conceptos Técnicos | |
| Aprobó | **GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ**<br>Subdirector Área Investigación y Desarrollo | |
| Vo. Bo. | **DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS**<br>Directora | |





Diagonal 47 N° 77B-09 Interior 11 PBX 4292801 Fax 4292833 www.fopae.gov.co fopae@fopae.gov.co