CONCEPTO TECNICO No. CT- 4673

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:	2 Chapinero
PROYECTO:	**PROYECTO CITRUS**
DIRECCIÓN:	**CR 1 # 65C – 40***
BARRIO:	**MARIA CRISTINA**
UPZ:	90 Pardo Rubio
ÁREA (Ha):	0.304
FECHA DE EMISIÓN:	Enero 24 de 2007
TIPO DE RIESGO:	**Remoción en Masa**
EJECUTOR DEL ESTUDIO:	ESPINOSA & RESTREPO Y CIA LTDA

*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 **PRIMERA** revisión de FASE II realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE), al estudio "EVALUACIÓN DE FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASAPARA EL PROYECTO CITRUS LOCALIZADO EN LA CARRERA 1 No. 65C – 40 DE BOGOTÁ", elaborado por la firma ESPINOSA & RESTREPO Y CIA LTDA., 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 de remoción en masa del Plan de Ordenamiento Territorial P.O.T.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con la información suministrada por el consultor en el informe, el proyecto CITRUS se construirá en un terreno ubicado al occidente de la Av. Circunvalar, en la carrera 1 No. 65C – 40 de la Localidad de Chapinero, al oriente del Distrito Capital; las coordenadas planas con origen Bogotá tomadas del "Plano de Ubicación de Sondeos y Apiques", son las siguientes:

Norte:	105630 m	a	105705 m	
Este:	102650 m	A	102725 m	
Cota:	2643 m.s.n.m	a	2654 m.s.n.m.	Aprox.

En la Figura 1 del presente concepto se indica la localización de los PROYECTO CITRUS en el Plano normativo de amenaza por remoción en masa.

Así mismo, el Numeral 1.1 del informe describe que en el PROYECTO CITRUS se proyecta la construcción de una torre de doce (12) pisos de altura con un (1) sótano y un (1) semisótano, el cual para adecuarlo a los cambios topográficos contempla cortes entre 2.3 y 8.0 m de altura.

El edificio será construido en estructura aporticada de concreto reforzado, con luces entre columnas de 5.80 y 8.00 m. El consultor establece que: "*Las cargas previstas, estimadas por áreas aferentes, son inferiores a* 572.0 *toneladas*".

La estructura de cimentación consistirá en zapatas aisladas o corridas en concreto reforzado, cuyo nivel estará a 1.50 m de profundidad sobre la arcillolita de color morado con vetas grises, la cual identifica el consultor que se localiza a profundidades entre 1.00 y 3.00 m en el área de estudio. Para los cortes se contemplan "*muros de contención vinculados a la estructura de los edificios proyectados*".

El informe en el numeral 1.2 denominado "Topografía", describe lo siguiente: "*El lote está ubicado en ladera con pendientes entre 2 y 47º buzando hacia el norte y hacia el occidente con desniveles entre sur y norte y entre este y oeste hasta de 11.0 m*".

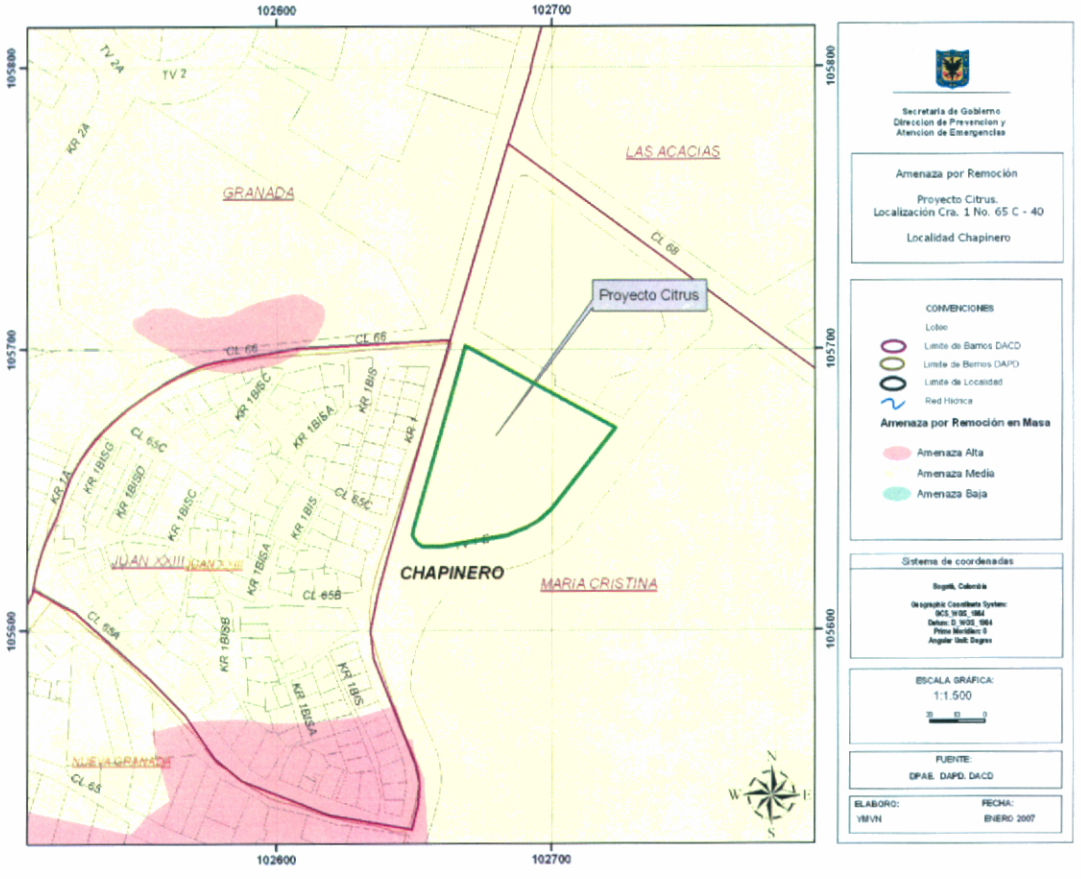

Figura 1 Localización General del Proyecto CITRUS, Localidad de Chapinero en el Plano Normativo de Amenaza por remoción en masa (Decreto 190 de 2004)

4. REVISIÓN DEL ESTUDIO

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.

En el numeral 2.1.2 del informe, denominado "Geología del Contorno", el consultor describe las formaciones de la más antigua a la más reciente: 1) Grupo Guadalupe (Kd, Kp, Kg), que describe

Bogotá sin indiferencia

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

como las rocas que identifican la Formación Arenisca Dura, Labor, Planers y Tierna; 2) Formación Guaduas (TG), donde predominan los materiales arcillosos originados en un ambiente de depositación epicontinental, y concluye lo siguiente: "*En esta Formación se desarrolla enteramente el lote en estudio*"; 3) Formación Arenisca Cacho (Tc); 4) Formación Bogotá (TB); 5) Depósitos cuaternarios (Q); 6) Depósitos de ladera; y 7) Depósitos Antrópicos.

La descripción estratigráfica se complementa con el numeral 2.1.4 "Geología Local" donde se mencionan: 1) Formación Guaduas, descrita previamente y la cual fue detectada en la exploración como lo confirma el consultor "*Su evidencia se detectó principalmente por la exploración del subsuelo ya que en superficie tampoco se detectan suelos residuales*"; 2) Depósitos cuaternarios, entre los que incluye: Suelo Residual de la Formación Guaduas (Qsr), Flujos de Tierra (Qft) y Relleno antrópico (Qra). Sin embargo, existe una contradicción con relación a la presencia de suelos residuales en el modelo geológico frente a lo expresado en el numeral 2.1.4.1, por lo tanto se recomienda revisar y ajustar este aspecto. Así mismo, se considera que un perfil geológico permitiría comprender el modelo en cuanto a la presencia de la Formación Guaduas y su incidencia en la estabilidad del terreno.

El consultor presenta en el Anexo 4 del informe un Plano denominado "PLANO GEOLÓGICO" sobre una base cartográfica a escala 1:750 con curvas de nivel cada 0.50m donde presenta tres unidades así: Qra, Qsr/Tg y Qft, las cuales coinciden con las descritas en el informe.

Así mismo, presenta la ubicación de dos secciones en planta A-A y B-B, sin embargo no presenta un plano o figura con estas secciones y la distribución en profundidad de los materiales, por lo tanto la DPAE recomienda complementar este aspecto.

El numeral 2.1.3 del informe, denominado "GEOLOGÍA ESTRUCTURAL", el consultor describe que los estratos presentan un volcamiento, lo cual ha generado que las formaciones más antiguas estén sobre las más recientes, e identifica valores del ángulo de buzamiento así: "*...los buzamientos son variables y por ejemplo en el grupo Guadalupese reportaron ángulos de inclinación entre 30 y 35 grados y en la zona de las rocas del Terciario los valores de buzamiento tienen rangos que oscilan entre 45 y 75 grados*". Y continúa con lo siguiente: "*En cuanto a las discontinuidades, en la zona se han reportado algunas fallas dentro de las cuales se destaca la Falla de Bogotá...*", sin embargo, la DPAE considera la falla como un tipo de estructura que difiere de la discontinuidad, por lo tanto se recomienda ajustar este aspecto.

CUMPLE PARCIALMENTE

Es necesario complementar este aspecto de acuerdo con las observaciones hechas.

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

El numeral 2.2 del informe describe la Geomorfología y establece que: "*La zona se encuentra en el flanco Oriental de una gran estructura sinclinal en donde se han presentado entallamientos por la erosión de la quebrada la Fiscala dejando expresiones geomorfológicas de menor extensión en el área del lote*", no obstante, la estructura sinclinal a que hace relación no había sido identificada en la geología estructural, así como tampoco la presencia de la Quebrada La Fiscala en este sector de la ciudad, por lo tanto se debe ajustar este aspecto.

Realiza una clasificación de unidades geomorfológicas acuerdo a las Geoformas, así: 1. Depresiones de antiguos drenajes recubiertas hoy por materiales arcillosos, 2. Laderas de baja pendiente desarrolladas sobre suelos residuales, y 3. Geoformas antrópicas.

El consultor presenta en el "PLANO GEOMORFOLÓGICO" del Anexo 4 el levantamiento de este tema, sobre una base cartográfica a escala 1:750 con curvas de nivel cada 0.50. Sin embargo, es de anotar que la Unidad A denominada "Geoforma de flujos" en el plano corresponde con la unidad de suelos residuales y la Unidad B "Geoforma de suelos residuales coincide con los Flujos de Tierra (Qft), por lo tanto la DPAE recomienda corregir este aspecto.

En el numeral 2.1.1 el consultor establece que realizó un análisis multitemporal con fotografías aéreas de los años 1998 y 2004, que permitieron establecer rasgos geológicos y geomorfológicos del área del estudio, sin embargo, el período de tiempo comprendido es menor a 10 años, lo cual es insuficiente frente a lo que establece la Resolución No. 227/06 en el numeral 3.2.1.2: "*Se efectuará un análisis multitemporal que permita evaluar la dinámica de dichos procesos, considerando como mínimo dos fechas (actual y 20 ó 30 años atrás)*", por lo tanto la DPAE recomienda complementar este aspecto y presentar el resultado del análisis para el proyecto.

CUMPLE PARCIALMENTE

Es necesario complementar este aspecto con las observaciones realizadas.

c. Evaluación de aspectos hidrogeológicos y de drenaje superficial.

El numeral 2.4 del informe describe las características de la hidrogeología atribuyendo su control a la Formación Guaduas, así: *"Desde el punto de vista hidrogeológico en la Formación guaduas se presentan algunos acuíferos confinados en las intercalaciones de arenisca pero en el área del lote debido a que estas intercalaciones no se encuentran o son muy delgadas no se espera encontrar acuíferos propiamente dichos".*

No obstante lo anterior, la Resolución 227/06 establece en el numeral 3.2.1.3 lo siguiente: "*El estudio deberá determinar y evaluar las condiciones de agua subsuperficial en condiciones normales y extremas más probables en el período de análisis del proyecto, esto es 50 años*", esto se hará a partir de la topografía, uso actual, tipo de materiales, así como de los resultados de la exploración del subsuelo.

Este numeral de la Resolución concluye con: "*Finalmente 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...*", por lo tanto la DPAE considera que la Hidrogeología debe tener en cuenta los aspectos antes citados.

Posteriormente, en el numeral 3.3.1 "Lluvia" como factor detonante, establece la incidencia de la lluvia crítica en la inestabilidad de la ladera y asume como nivel mínimo "...se tomó el contacto coluvión – roca", sin embargo, el material denominado coluvión no es descrito en la caracterización de materiales. Adicionalmente, este contacto de acuerdo con la Figura del corte A-A en la página 41 este nivel estaría a aproximadamente 5.0 m de profundidad, mientras los resultados de la exploración presentan niveles de agua entre 1.50 m para los sondeos 2, 3 y 4, y 1.80 m en el sondeo 1, frente a lo que la DPAE sugiere revisar la existencia o no de niveles freáticos colgados.

NO CUMPLE

Este aspecto debe complementarse de acuerdo con las observaciones hechas.

d. Evaluación de drenaje superficial.

En este aspecto de acuerdo con el numeral 3.2.1.4 de la Resolución No. 227/06: "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...", por lo tanto se debe presentar este tema en el informe.

NO CUMPLE

e. Sismología

El numeral 2.5 del informe describe las características sismológicas del área de estudio, ubicándolo así: "*...dada la ubicación del predio sobre el cual se desea desarrollar el proyecto, este clasifica como Zona 2 (Piedemonte) a menos de 205.0 m de la Zona 1 (cerros)*", con lo anterior se asume que el consultor utilizó los resultados del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá para establecer las características o condiciones de amenaza sísmica.

Luego realiza una explicación para adoptar una distribución probabilística de tipo exponencial truncada para este factor detonante, con valores entre 0g y 0.20g, y enfatiza en lo siguiente: "*Los análisis se realizaron por el método seudo-estático...*", y continúa con: "*...el error más común es el uso del valor pico de la aceleración con el coeficiente sísmico, ya que, aunque hay una pérdida de resistencia, su uso puede ser muy conservador debido a que este pico actúa momentáneamente en una dirección*".

En el numeral 3.3.2 (página 38) el consultor adopta un valor de 0.20 para la aceleración máxima probable que según él "*corresponde a la aceleración pico efectiva para la ciudad de Bogotá dada por la NSR-98*", y expresa lo siguiente: "*Los espectros en el Decreto de microzonificación están establecidos para el diseño sísmico de estructuras y no para el diseño de estabilidad de ladera*", concluye este aspecto con los siguiente: "*Finalmente para efectos de análisis de estabilidad se adopta el criterio establecido en el decreto 227 de 2006 en el cual se establece como aceleración para modelos pseudoestáticos 2/3 de la aceleración dada para periodo de retorno de 50 años*". Sin embargo, en las memorias de análisis (Anexo 7) se presenta un valor de aceleración máximo de 0.12 en una distribución exponencial, el cual no corresponde con 2/3 de la aceleración máxima, por lo tanto, la DPAE recomienda verificar y revisar el criterio para adoptar el valor de la aceleración máxima necesario para la ejecución de los análisis de estabilidad.

CUMPLE PARCIALMENTE

Es necesario complementar este aspecto de acuerdo con las observaciones realizadas.

f. Uso del Suelo

En el numeral 2.3.4 denominado "SUELOS" el consultor expresa lo siguiente: "dado el desarrollo de asentamientos humanos la mayor parte de la vegetación nativa fue retirada y reemplazada por rellenos antrópicos de bajo espesor y recubrimiento en pastos", sin embargo, omite presentar lo descrito como unidades de cobertura de suelo y uso actual indicando su localización, por lo tanto la DPAE recomienda presentar este aspecto en concordancia con lo que establece el numeral 3.2.1.6 de la Resolución No. 227/06: "..deberá realizarse mapas en la escala correspondiente (1:500 o 1:1000) donde se presente la situación actual de uso del suelo, con énfasis en procesos de minería o canteras actuales o abandonadas", y aclarar la influencia que los usos del suelo identificados por el consultor podrían tener en el modelo geológico – geotécnico y en la estabilidad de la ladera.

NO CUMPLE

Este aspecto debe complementarse de acuerdo con las observaciones realizadas.

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

El consultor en el numeral 2.6 "Procesos de inestabilidad", describe en los antecedentes históricos algunos de los deslizamientos asociados a las márgenes de la quebrada las Delicias, así como caída de rocas en escarpes naturales y de canteras en el Grupo Guadalupe y deslizamientos que involucraron coluvión en inmediaciones de la Universidad Manuela Beltrán, sin embargo, establece lo siguiente: "*...estos están relativamente alejados del área de lote*".

En el numeral 2.6.2 "Evidencias de Procesos de inestabilidad" describe lo siguiente: "*Aunque se han detectado algunas franjas de flujos de tierras están en equilibrio metaestable, condición tenida en cuenta para llevar a cabo los movimientos de tierra proyectados en el lote*". De acuerdo con los resultados del análisis multitemporal el consultor establece que: "*la zona ha tenido una alta intervención urbanística...*" y continúa con "*el lote presenta un buen soporte lateral y no hay indicios de fenómenos de remoción en masa de grandes magnitudes. Los flujos de tierra y pequeñas zonas inestables que se presentan tan solo se pueden deducir de las observaciones de campo y no son claramente identificables sobre las fotografías aéreas más recientes, en los vuelos más antiguos también aparecen los patrones de urbanización y el recubrimiento de vegetación es un poco más denso*", sin embargo, en concordancia con el numeral 4.1b del presente concepto y el numeral 3.3.1 de la Resolución No. 227 de 2006, este tema será complementario a los trabajos de geomorfología y teniendo en cuenta que el análisis multitemporal no contempló una fecha superior a 10 años atrás, la DPAE considera que este aspecto debe complementarse.

CUMPLE PARCIALMENTE

Este aspecto se debe complementar de acuerdo con las observaciones realizadas.

b. Formulación del Modelo

En el numeral 2.8 del informe denominado "MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO" el consultor describe que: "*...se elaboró el modelo geológico geotécnico con el cual se analizará la condición actual de estabilidad de la ladera, la condición con la implantación del proyecto, y la condición con obra y medidas de mitigación*". Sin embargo, en este aspecto se omiten secciones transversales de acuerdo con lo que establece el numeral 3.3.2 de la Resolución No. 227/06, por lo tanto la DPAE recomienda complementar este aspecto.

Algunos de los registros de la exploración del subsuelo no concuerdan con los materiales identificados en el plano de geología, lo que permite inferir que el planteamiento del modelo geológico-geotécnico podría estar contemplando materiales diferentes a los registrados; es así que la perforación No. 1 registra un espesor de relleno de 0.50m y luego la arcillolita, sin embargo, en el plano Geológico en el sitio donde se localiza esta perforación se identifica como flujos de tierra (Qft), por lo tanto se recomienda verificar este aspecto y realizar los ajustes necesarios, lo cual puede incidir en el modelo de análisis y por ende en los resultados.

CUMPLE PARCIALMENTE

Es necesario complementar este aspecto con la observación realizada. Se reitera la importancia de la definición de un modelo geológico – geotécnico en función de la información básica levantada como geología, geomorfología, uso del suelo, hidrogeología, procesos activos y potenciales entre otros y no solo en la exploración del subsuelo, el cual debe ser consistente en su formulación de manera tal que integre los aspectos fundamentales de cada temática y represente de manera adecuada el comportamiento del terreno para efectos de análisis.

c. Exploración Geotécnica

El numeral 2.7 del informe, describe la investigación geotécnica que consistió en la ejecución de cuatro (4) sondeos a profundidades entre 4.0m y 8.0m y un apique a 1.0m, complementados con exploración indirecta a través de la ejecución de una (1) línea sísmicas descritas en el numeral 2.7.1 del informe.

En el Anexo 2 se presenta el plano de ubicación de sondeos y en el Anexo 5.2 la interpretación de la línea sísmica. Igualmente, en el Anexo 3 el consultor adjunta los resultados de ensayos de laboratorio que incluyeron ensayo de caracterización esfuerzo – deformación, resistencia y propiedades índices de los materiales. Sin embargo, se omite presentar la ubicación de la línea sísmica en un plano en planta, por lo tanto se recomienda complementar esta información.

En el numeral 3.2.1 del informe el consultor presenta la obtención de los parámetros de resistencia de cohesión y ángulo de fricción a partir de correlaciones con el resultado del ensayo de penetración estándar (SPT) y establece los rangos de variación de los parámetros para cada material (Relleno, Flujos de tierra y suelos residuales de la formación Guaduas), sin embargo, la DPAE recomienda revisar los resultados de las Tablas en este numeral para los diferentes materiales, dado que se registran valores del esfuerzo efectivo mayores al esfuerzo total, lo cual puede tener incidencia en los valores de los parámetros adoptados para el análisis de estabilidad.

En el numeral 3.2.2 del informe establece lo siguiente: "*Los valores de c y f determinados para los estratos de suelo residual de la formación guaduas (Qsr) y Flujo de tierras (Qft), fueron obtenidos a*

partir de correlaciones propuestas por Hoek and Bray con base en la clasificación de Barton y Bienawski establecidas para este tipo de material y considerando una condición de roca regular con diaclasas entre 0.30 y 1.0 m."; dado que las clasificaciones tanto de Barton como de Bienawski son para macizos rocosos y que estas tienen en cuenta características a partir no solo del resultado de resistencia (compresión simple) y espaciamiento entre discontinuidades, sino también el valor del RQD (Rock Quality Design), persistencia, rugosidad y relleno de las discontinuidades así como el nivel de agua y la orientación de las discontinuidades frente al tipo de intervención como túneles, taludes o cimentaciones, se recomienda al consultor revisar este aspecto.

CUMPLE PARCIALMENTE

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

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

El consultor en el numeral 3.4 denominado "RESULTADOS" evalúa la Amenaza por fenómenos de remoción en masa; en el numeral 3.4.1 "Condición Actual" describe lo siguiente: "*Para clasificar la amenaza se utilizaron los factores de seguridad o probabilidades de falla con base en la escala en condición extrema usada por la resolución 227 de 2006*", y continúa con: "*El resumen de los análisis probabilísticos para la condición actual, allí se puede apreciar que en forma general en la ladera de la zona de estudio (Véase Plano de Localización de Secciones de Análisis), los factores de seguridad para la condición actual varían entre 1.11 y 5.449 con lo que se podría catalogar la zona como de amenaza media a baja*", a este respecto la Resolución No. 227/06 en el numeral 3.4 presenta criterios a partir del factor de seguridad para la clasificación de la amenaza, por lo que se le recomienda al consultor tenerlos en cuenta.

En este mismo numeral expresa lo siguiente: "*Los factores de seguridad bajan considerablemente al tener sobrecargas por las obras proyectadas y varían entre 0.06 y 2.41 con lo que la zona se catalogaría como de amenaza alta a baja, indicando la alta probabilidad de falla en algunos cortes sin la implementación de obras de mitigación*".

En el numeral 3.4.1 se presenta la tabla con los criterios adoptados para evaluar la amenaza en función del factor de seguridad que corresponde a los valores indicados en el numeral 3.4 de la Resolución No. 227 para la condición extrema, sin embargo omite los valores para la condición normal.

El consultor presenta en las páginas 41 a 44 las Figuras con los resultados del análisis de estabilidad para los Cortes A-A y C-C, en lo que se asume la condición actual frente a mecanismos de falla rotacional y traslacional, y en el Anexo 7 presenta las memorias de cálculo. Sin embargo,

omite presentar un tercer perfil de análisis a pesar de haber expresado en el numeral 3.4.1 lo siguiente: *"Para determinar la estabilidad de la zona en estudio se realizaron tres secciones de análisis representativas"*, por lo tanto la DPAE recomienda complementar esta información.

El numeral 3.4.2 del informe denominado "Condición con obra" presenta los resultados del análisis de estabilidad en lo que se asume los cortes u sobrecargas dadas por la construcción del proyecto, sin embargo el consultor no presenta explícitamente a que corresponde esta condición, por lo que se debe complementar este aspecto.

CUMPLE PARCIALMENTE

Es necesario ajustar este aspecto de acuerdo con las observaciones realizadas. Así mismo, se recomienda tener en cuenta lo que establece el numeral 3.4 de la Resolución No. 227 de 2006, en cuanto a que la evaluación de amenaza se deberá realizar para dos escenarios: 1) Situación actual, bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo, y 2) Situación generada por el cambio de uso, bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua y sismo. *"Para ambos escenarios y como mínimo para la condición más extrema se elaborarán y presentarán mapas de amenaza a escala 1:500 y 1:1000..."*

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

El numeral 4.1 del informe el consultor establece lo siguiente: *"Los principales elementos a evaluar son las viviendas (las cuales implican indirectamente a las personas que las habitan), por lo que los análisis de vulnerabilidad se encaminan a determinar los posibles daños en las edificaciones proyectadas"*. El consultor presenta metodología de Leone (1996) y la modificación de la misma realizada por Soler (1999) para evaluar la vulnerabilidad.

Frente al aspecto de vulnerabilidad la Resolución No. 227 de 2006 establece en su numeral 3.5 lo siguiente: "El análisis de vulnerabilidad será realizado a todos los elementos del nuevo proyecto y estructuras e infraestructura existente, frente a las amenazas identificadas", por lo tanto no debe limitarse a las viviendas, en consecuencia se recomienda complementar este aspecto.

El resultado de la evaluación de vulnerabilidad debe presentarse en un plano sobre la base cartográfica adecuada.

NO CUMPLE

Teniendo en cuenta que la vulnerabilidad tiene en cuenta aspectos de la amenaza, debe ajustarse en función de las modificaciones en la evaluación de la amenaza y tener en cuenta las estructuras e

infraestructuras tanto del nuevo proyecto como las existentes. Adicionalmente, de acuerdo con la Resolución 227/06 deberá concluir al evaluar este aspecto lo siguiente: 1) Las condiciones de adecuación para el mejor emplazamiento y ubicación de las construcciones en relación con las amenazas identificadas, 2) La necesidad o no de obras de mitigación y 3) El tipo y el propósito de tales medidas.

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

En el numeral 4.2 del informe el consultor describe la metodología utilizada para evaluar el riesgo a través del "*modelo dinámico integral (Rivera, 2001)*", calculando el riesgo en términos cuantitativos mediante el índice de Riesgo (IR) con el uso de conjuntos difusos para establecer el producto de la amenaza y la vulnerabilidad. No obstante, teniendo en cuenta lo anterior, las modificaciones en los aspectos de amenaza y vulnerabilidad pueden alterar los resultados en el cálculo del riesgo.

NO CUMPLE

Es necesario complementar y corregir los temas de amenaza y vulnerabilidad antes de evaluar el riesgo.

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

El estudio presenta en el Numeral 5.1 las medidas de mitigación, que clasifica en "obras de drenaje" y "Obras de Estructuras de Contención", sin embargo, debido a que la adopción de medidas de mitigación debe provenir de los resultados en la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, se recomienda verificar y revisar estas medidas luego de realizar los ajustes pertinentes en los temas anteriores. El Anexo 8 presenta "Plano de Obras de Mitigación – Planta" que contienen "Muros de contención" y "Zanjas de coronación", sobre una base cartográfica a escala 1:750 con curvas de nivel cada 0.50m, sin embargo, esto es muy esquemático pues carece de elementos de ingeniería acordes con lo establecido en el inciso i del numeral 3.7 de la Resolución No. 227/06: "Planos de Ubicación que muestre 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".

En el Anexo 8 presenta también una figura denominada "Medidas de Mitigación Perfil Corte A-A" donde presenta una zanja de coronación de 1.40 m de ancho y 0.4m de profundidad, esta figura carecen de abscisado, así como de un sistema de coordenadas, por lo que se recomienda ajustar esta información. No se presentan detalles de obras que ilustren las características del diseño básico, por lo que se recomienda complementar este aspecto de acuerdo con el inciso ii del numeral

3.7 de la Resolución: "Plano de detalles que ilustren las características de su diseño básico. (Dimensiones, profundidad de emplazamiento, profundidad y diámetros de drenes y anclajes, etc.)".

En la página 70 presenta los parámetros bajos los cuales debe adelantarse el diseño estructural detallado de las obras; allí habla de tres condiciones para los muros: 1) Libre en la corona, 2) Apuntalado en la corona, y 3) Restringido horizontal, sin embargo, se recomienda presentar de manera explícita el uso de cada condición y su incidencia en la estabilidad del proyecto.

En la Página 71 del informe presenta el numeral 5.2 "Recomendaciones y secuencia de construcción y Mantenimiento", donde describe lo siguiente: "*Las obras de drenaje se realizarán teniendo en cuenta el artículo No. 671 del INVIAS*", y continúa con: "*... y el artículo No 600 del INVIAS "Excavaciones Varias" Esta última aplica también para la construcción de muros de contención*", sin embargo, el inciso iv del numeral 3.7 de la Resolución establece lo siguiente: "Condiciones y Recomendaciones Particulares de Construcción, especificaciones técnicas o las normas de construcción exsitentes 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 obras de urbanismo y de las construcciones o edificaciones mismas", por lo tanto se debe complementar este aspecto.

Igualmente, el consultor establece que: "*En cuanto a mantenimiento de las cunetas se debe hacer una limpieza rutinaria de estas eliminando le material caído o sedimentado en las cunetas de coronación que obstruye el normal paso de las aguas*", sin embargo, no establece la periodicidad esta limpieza rutinaria, por lo que se recomienda complementar este aspecto.

En el numeral 5.3 "Monitoreo" el consultor establece lo siguiente: "*...el monitoreo para las excavaciones se realizará mediante control topográfico detallado de desplazamientos verticales tanto de la torre misma como de puntos aledaños como andenes, vías, vecinos, etc. Así mismo se monitorearán las coronas de los muros*", no obstante, se omite en esta actividad la periodicidad de esta actividad y valores aproximados del resultado de este monitoreo que deban tenerse en cuenta para llevar a cabo acciones, por lo tanto la DPAE recomienda complementar este aspecto.

NO CUMPLE

Es necesario complementar este aspecto con las observaciones señaladas.

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 el numeral 3.4.3 del informe se presenta la "Condición con obra y medidas de Mitigación" a través de los resultados del análisis de estabilidad en los Cortes A-A y C-C, sin embargo, estos resultados

pueden variar frente a los ajustes en el modelo geológico – geotécnico y los valores en los parámetros adoptados.

Al respecto la DPAE precisa que los análisis de estabilidad con obras de mitigación deben realizarse para las condiciones normales y extremas de agua y sismo a las que podrá estar expuesta el área de estudio, en concordancia con el Numeral 3.4 de Resolución No. 227 de 2006.

Adicionalmente, este aspecto debe ser consecuente con los ajustes recomendados en los literales anteriores.

En el Anexo No. 9 presenta un Plano denominado "Plano de Amenaza Obra", sobre una base cartográfica a escala 1:750 con curvas de nivel cada 0.50m, identificando la presencia de un sector al costado sur oriental del lote en amenaza alta y el restante en amenaza baja, sin que exista una transición entre estas dos categorías de amenaza, no obstante, los resultados pueden variar de acuerdo con los ajustes que puedan presentarse en el modelo geológico – geotécnico y los parámetros adoptados.

NO CUMPLE

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

Se anexan al final del informe las hojas de vida de los profesionales responsables del desarrollo de los diferentes temas del estudio.

CUMPLE

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

El informe presenta la tabla de contenido junto con un listado de anexos; dentro de éstos se presentan los planos del estudio (Anexos 1, 4, 6, 8 y 9), no obstante, en el Anexo 4 se indica lo siguiente: "Planos (Topográfico, Planta y Perfil Geológico, Geomorfológico, Mapa Geomorfológico Regional y Mapa Geológico Regional", sin embargo, se omite el perfil geológico y los mapas regionales geológico y geomorfológico, por lo que la DPAE sugiere revisar este aspecto.

El Numeral 1.1 del estudio se describe el tipo de edificio proyectado, su localización y establece el número de unidades habitacionales, describiendo el tipo de cimentación y las cargas transmitidas al suelo de fundación.

En el Capítulo 2 se encuentran los temas de geología, geomorfología, clima y suelos, hidrogeología, sismología, sin embargo, estos deben revisarse y ajustarse de acuerdo con las observaciones descritas a lo largo del presente concepto.

Los numerales 2.6 a 2.7 presenta los antecedentes históricos, evidencias de procesos e investigación geotécnica.

La evaluación de la amenaza es presenta en el Capítulo 3 del informe, para la condición sin obras, y con obras, sin embargo, este aspecto debe complementarse de acuerdo con las observaciones señaladas previamente. En el Capítulo 4 se presentan los temas de vulnerabilidad y riesgo; mientras en el Capítulo 5 presenta las medidas de mitigación.

En la Página 74 presenta en el numeral 7.0 "Referencias Bibliográficas", limitándose a señalar la Resolución No. 227 de 2006, sin embargo, a lo largo del informe se mencionan autores como Hoek and Bray, Bienawski, Kishida, etc., que deben estar compilados en las referencias bibliográficas, por lo tanto se debe complementar este aspecto.

CUMPLE PARCIALMENTE

Es necesario ajustar el contenido luego de revisar y verificar los diferentes aspectos de acuerdo con las observaciones realizadas a lo largo del presente concepto.

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

La presentación del estudio incluyó una carta de responsabilidad por parte del Ingeniero Civil Carlos Restrepo, mencionando que el estudio se realizó de acuerdo con la Resolución No. 227 de 2006.

CUMPLE

5. CONCLUSIONES

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, luego de evaluar los distintos aspectos en esta versión, se permite conceptuar que el estudio "EVALUACIÓN DE FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASAPARA EL PROYECTO CITRUS LOCALIZADO EN LA CARRERA 1 No. 65C – 40 DE BOGOTÁ", elaborado por ESPINOSA & RESTREPO Y CIA LTDA, **NO 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.

6. RECOMENDACIONES

Una vez realizadas las complementaciones, correcciones y aclaraciones solicitadas, en cada uno de los puntos que no cumplen o que cumplen parcialmente, se recomienda enviar el estudio nuevamente a la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, con el fin de emitir concepto de cumplimiento, de acuerdo con lo estipulado en 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 2006.

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.

Elaboró	**JUAN PABLO GAONA GÓMEZ** Ingeniero Civil M. P. 25202 – 68121 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	