1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	CT-7182
1.2 ÁREA:	Análisis y Mitigación del Riesgo
1.3 COORDINACIÓN:	Estudios y Conceptos
1.4 REFERENCIA CRUZADA RADICADO FOPAE:	2013ER15008
1.5 RESPUESTA OFICIAL No.	RO-67642

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Caja de la Vivienda Popular
2.2 PROYECTO:	MANZANA 32 Y MANZANA 80
2.3 LOCALIDAD:	19. Ciudad Bolívar
2.4 UPZ:	69.Ismael Perdomo
2.5 BARRIO O SECTOR CATASTRAL:	Sierra Morena
2.6 DIRECCIÓN:	Tv 73 K entre Calle 75 B Sur y Calle 75 A / Calle 75 C entre Tv 73 G Bis B y Tv 73 H.
2.7 CHIP:	Mz 32/ Mz 80
2.8 ÁREA (Ha):	0,079
2.9 FECHA DE EMISIÓN:	23 de Enero de 2014
2.10 EJECUTOR DEL ESTUDIO:	GEOCING SAS

(*) Direcciones suministradas por el ejecutor del estudio.

3. INTRODUCCIÓN

Los artículos 112 y 113 del Decreto 364 de 2013[1] definen en términos generales los condicionamientos para adelantar los procesos de urbanización, parcelación y construcción en modalidad de obra nueva en zonas de amenaza alta, media y baja por procesos de remoción.

[1] "Por el cual se modifican excepcionalmente las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto Distrital 619 de 2000, revisado por el Decreto Distrital 469 de 2003 y compilado por el Decreto Distrital 190 de 2004" – Agosto 26 de 2013.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En caso de requerirse la realización de estudios detallados de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa, estos deberán cumplir con los términos de referencia establecidos para tal fin por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE (Resolución 227 de 2006), de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., en concordancia con lo establecido en el literal I - numeral 1 del Artículo 112 del Decreto 364 de 2013.

El presente concepto técnico corresponde a la PRIMERA revisión realizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE al Estudio de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa FASE II, titulado *"Estudio Detallado de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa, Fase II – Manzana 32 y Manzana 80 del barrio Sierra Morena de la localidad de Ciudad Bolívar"*, elaborado por la firma Geocing SAS, en el marco de lo establecido en el Artículo Tercero, Parágrafo 2, de la Resolución 227 de Julio 13 de 2006, en concordancia con la Circular No 001 de febrero 07 de 2014, emitida por la Secretaria Distrital de Planeación – SDP, donde se señala *"que los términos de referencia para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, contenidos en la Resolución 227 de 2006, seguirán vigentes hasta tanto se actualicen o modifiquen,"* – hoja No 5 de 15.

El estudio corresponde a lo que en la Resolución 227 se denomina como Estudio de Fase II (detallado).Esta revisión del estudio y verificación técnica se hace en atención a la radicación FOPAE 2013ER15008, por solicitud de la Caja de Vivienda Popular.

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

En la Figura 1 se presenta la localización general de las manzanas 32 y 80 del barrio Sierra Morena, de acuerdo con la base cartográfica del FOPAE, en el plano normativo de amenaza por remoción en masa del POT (Decreto 190 de 2004). En este plano se observa que el sector se encuentra en zona de AMENAZA MEDIA por procesos de remoción en masa.

El proyecto se ubica aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá.

MANZANA	COORDENADA NORTE(m)	COORDENADA ESTE (m)
80	97793 a 97823	89602 a 89629
32	97940 a 97967	89609 a 89636

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

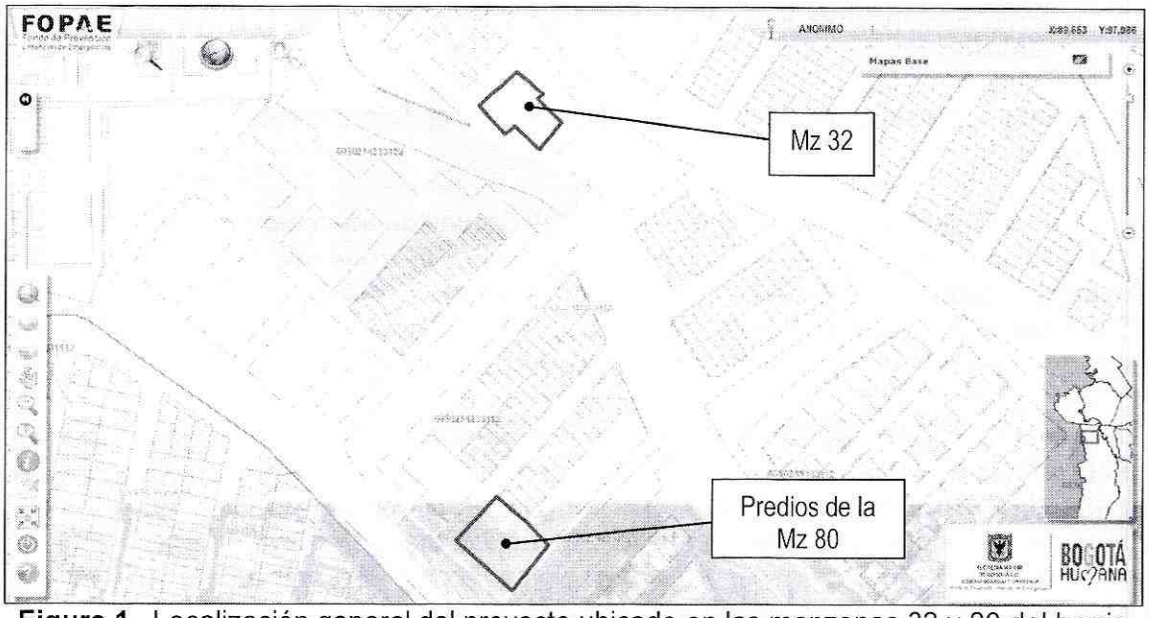

Figura 1. Localización general del proyecto ubicado en las manzanas 32 y 80 del barrio Sierra Morena, de la Localidad de Ciudad Bolívar, en el Plano Normativo de Amenaza por Remoción en Masa del POT (Decreto 364 de 2013), el cual se encuentra en *Amenaza Media*.

De acuerdo con el estudio, el proyecto contempla la construcción de 33 viviendas que consisten en multifamiliares de 3 pisos, donde las unidades de vivienda son 15 para la manzana 32 y 18 para la manzana 80. El sistema constructivo a emplearse para el desarrollo de las viviendas de la manzana 32 y manzana 80 es industrializado y nuevas tecnologías. El diseño urbanístico se presenta en la Ilustración 3 a 6 del estudio.

En el Plano 1 del estudio se presenta a escala 1:200, el levantamiento topográfico del área de estudio que involucra las Manzanas 32 y 80 del barrio Sierra Morena. En el Plano 2, se presentan los perfiles topográficos del área de estudio, tres para la Manzana 32 y tres para la Manzana 80.

5. PRIMERA REVISIÓN DEL ESTUDIO- CONCEPTO TÉCNICO No CT -7182 (Fecha Enero 2014)

5.1. ESTUDIOS BÁSICOS

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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 consultor presenta el estudio Geológico en el capítulo 3 e incluye los siguientes aspectos:

En el numeral 3.4.1 Geología Regional, el Consultor menciona que de acuerdo con estudios geológicos regionales consultados la zona de investigación está localizada sobre rocas de edad Cretácico-Terciarias, agrupadas en la Formación Guaduas (K2E1g, Ingeominas, 2005), y correspondiente al Conjunto Medio (Ktgm, Ingeominas, 1988), y en depósitos Cuaternarios de origen Coluvial (Qc).

De acuerdo con el consultor la **Formación Guaduas**, Conjunto Medio (K2Pgm), está constituida por cuarzo areniscas gris claras y amarillas por meteorización, grano fino a grueso, ocasionalmente conglomerático, en estratificación gruesa a delgada; con intercalaciones menores de arcillolitas y limolitas gris oscuras, en estratificación muy delgada a laminar; las rocas se presentan en general fracturadas y cubiertas ampliamente por depósitos de origen coluvial. La zona de la Manzana 32 se encuentra conformada principalmente por rocas del Conjunto Medio de la Formación Guaduas, cubiertas en baja proporción por depósitos de origen Coluvial. Así mismo, menciona que los **Depósitos Coluviales** (Qc), corresponden a los depósitos de pendientes o de laderas, antiguos, que se encuentran cubriendo sectores amplios dentro del área de estudio. Litológicamente los depósitos coluviales, están conformados por bloques angulares a subangulares de diferentes tamaños, embebidos en una matriz de composición areno-gravosa y areno-limosa. La zona de la Manzana 80 se encuentra conformada en superficie principalmente por depósitos Coluviales, los cuales cubren ampliamente en todo el sector a rocas del Conjunto Medio de la Formación Guaduas.

En el numeral 3.4.1.2, el consultor menciona que el área de estudio se encuentra ubicada en la parte media de los Cerros Sur-Occidentales de Bogotá, donde predominan las estructuras de fallamiento y en menor proporción plegamientos anticlinales y sinclinales. Entre las estructuras de fallamiento más importantes se tienen La Falla de Terreros, una falla inversa con rumbo NW-SE, cuyo trazo se ubica a menos de 100 m y hacia el sur de la zona de estudio, y es un elemento secundario de la Falla de Mochuelo, de magnitud regional y naturaleza inversa.
Con relación a la Geología Local, la cual se describe en el numeral 3.4.3, el consultor realizó el levantamiento geológico a escala 1:250 y denominó las

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

unidades geológicas superficiales, clasificándolas en unidad de suelo y unidad de roca. Las unidades de suelos cartografiadas son: Depósitos antrópicos (Sae), Rellenos ingenieriles (RI), Depósito coluvial (Sco); la unidad de roca corresponde a Rocas intermedias (Ri). A nivel local, el consultor define que estructuralmente el macizo rocoso está influenciado por elementos menores como la estratificación y las discontinuidades tipo diaclasa. Los afloramientos rocosos conformantes del talud de la Calle 75A, presentan como datos estructurales, un rumbo N-S, y buzamientos variable entre 24° y 68° al E. Los estratos rocosos buzan en la misma dirección de la pendiente del talud, conformando una ladera estructural. El consultor presenta datos estructurales de familias de diaclasas observadas en el talud de la vía, son de densidad moderada, con una continuidad menor a 5.0m, y se presentan en areniscas, los cuales fueron tomados como Rumbo y Buzamiento promedios, (R/B): D1, N50°W/ 62° al NE, y D2, N15°E / 62° al SE.

El consultor considera que, de acuerdo con las características que presentan los sistemas de discontinuidades, diaclasas y estratificación, complementados con la pendiente de los taludes de la vía, pueden conformar cuñas inestables y propiciar desprendimiento de detritos y caída de bloques.

El levantamiento geológico es presentado en el Plano 3 "Geología Local", que está a escala 1:250. El perfil geológico elaborado por el Consultor se presenta en el Plano 4. Los planos se encuentran firmados por el Geólogo Justo Pastor Padilla y por el Ingeniero Flavio Soler, que entiende el FOPAE es el profesional que actúa como director y responsable del estudio.

CUMPLE

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

El estudio geomorfológico se presenta en el numeral 3.4.2 del informe, y contiene una descripción general de la geomorfología regional, indicando que el área que conforma las dos Manzanas 32 y 80, se ubica en una unidad estructural-denudativa correspondiente al flanco nororiental de los cerros suroccidentales de la Ciudad de Bogotá.

En el numeral 3.4.4, el consultor identifica y describe cinco unidades geomorfológicas locales en el aparte "Geomorfología Local", las cuales son clasificadas de acuerdo con su origen: Antrópico, Denudativo – Acumulativo y Estructural – denudacional. Las unidades son Depósitos antrópicos (DAe), laderas

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

explanadas (LE), depósitos coluviales (DAm) y laderas estructurales denudativas (LEd) y Laderas en contrapendiente (Lc). Con relación a la morfodinámica, el consultor no cartografió procesos de inestabilidad en el área de estudio.

Con respecto al análisis multitemporal, el consultor utilizó dos pares de fotografías aéreas de los vuelos R-1131 fotografías 2449-2450 a escala 1:5000 del año 1990 y el vuelo C-2802 fotografías 089-090 a escala 1:38600 del año 2007. De acuerdo con el análisis realizado, el consultor determinó que:
"Para los años anteriores a 1990, los terrenos para el área de estudio y sus alrededores, muestran una morfología de laderas alargadas, con una pendientes en general de moderas a altas, constituidos por rocas predominantemente arenáceas y cubiertos por escasa vegetación de pastos. Estos terrenos se observan en los niveles superiores conformados por depósitos coluviales y con presencia de procesos denudativos de tipo erosivo intensos. Igualmente se observan sin desarrollo urbanístico conformado a excepción de las vías de acceso en estado preliminar. También sin la presencia de procesos de inestabilidad. Entre los años de 1990 y 2007, el desarrollo urbanístico para la zona se incrementó gradualmente, hasta mostrar avances comparativos con las condiciones observadas en la actualidad. Igualmente, dentro de este periodo no se *observaron para la zona de estudio (Manzanas 32 y 80), procesos morfodinámicos recientes."*

En el plano 5, se presenta la geomorfología del área de estudio; el plano presenta la firma del Geólogo Justo Pastor Padilla y del Ingeniero Flavio Soler, que entiende el FOPAE es el director del estudio.

NO CUMPLE

Se solicita presentar los soportes del análisis multitemporal efectuado por el profesional encargado de éste.

El FOPAE aclara que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

b. Hidrogeología

El consultor plantea que de acuerdo a las características texturales y estructurales de los materiales encontrados en la zona de estudio, presentan una permeabilidad

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

primaria alta, lo cual pueden originar la conformación de pequeños acuíferos, capaces de almacenar y transmitir agua, procedente de la escorrentía superficial y subterránea, las cuales por saturación pueden igualmente contribuir de alguna manera a la degradación e inestabilización de las laderas y de los taludes resultantes de los diferentes usos.

Adicionalmente el consultor determinó el nivel de aguas en el escenario actual en condición normal para la Manzana 32 y Manzana 80 como seco, de acuerdo a las perforaciones realizadas donde no se reportó niveles de agua. Para los análisis de estabilidad en condición extrema, se adoptó el nivel máximo de agua, que es el punto de saturación del suelo, debido a la permeabilidad primaria alta, dentro de un criterio conservador.

CUMPLE

c. Drenaje Superficial

En el capítulo 5 el Consultor presenta los aspectos hidrológicos e hidráulicos del área de estudio, cuyo análisis está fundamentado en la recopilación y estudio de información de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, y con la demarcación de la cuenca de drenaje en los planos existentes del IGAC del año 1981.

En el numeral 5.3.1, el consultor utilizó los registros históricos de precipitaciones totales mensuales de la Estación Casablanca, operada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, Latitud 4°35', Longitud 74°10' y Elevación 2665 m.s.n.m. que está muy cercana a la zona de estudio y está ubicada en la cuenca del río Bogotá, para establecer el régimen pluviométrico del sector de estudio, con una distribución temporal de precipitación bimodal con dos períodos lluviosos entre los meses de marzo a junio y de octubre a diciembre. La precipitación media multianual es de 606,7 mm y el mes con mayor precipitación es abril con un promedio mensual de 80.7 mm.

En el numeral 5.3.1.2, el consultor determinó que de acuerdo con el "Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad del Terreno para varias localidades de Santafé de Bogotá, (INGEOCIM – UPES, 1998), determinó el valor de lluvia crítica de 220 mm con una duración de 10,8 días y un período de retorno de 20 años. En el numeral 5.3.1.3, el consultor presenta las curvas IDF características de la zona, de acuerdo con el "Estudio para el Análisis y

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Caracterización de tormentas en la Sabana de Bogotá" elaborado por la EAAB (1998).

En el numeral 5.3.2, el consultor define que durante los trabajos de investigación del subsuelo y las visitas de reconocimiento realizadas no se encontraron indicios de aguas subsuperficiales y que en la zona objeto de los estudios no existen cuerpos de agua permanentes ni intermitentes, siendo la escorrentía superficial el medio de tránsito común del agua lluvia.

El consultor define en el numeral 5.3.3, el coeficiente de escorrentía 0,5 teniendo en cuenta el relieve, la permeabilidad, la vegetación y la capacidad de almacenaje en la zona de estudio. El tiempo de concentración de la lluvia se calculó según la fórmula de Kirpich, y es de 10 min, y para estimar el caudal máximo de escorrentía se utilizó el método racional obteniendo un valor de 11047 l/s. En el Anexo IV del informe, el consultor presenta las figuras de Curvas de Precipitación, Curvas de Retorno, y Delimitación de Cuenca.

Finalmente en el numeral 5.3.5 Obras de drenaje superficial, el consultor propone obras para el manejo de aguas superficiales como cunetas o canales y establece los criterios de diseño de las cunetas y canales, con el fin de evitar la erosión superficial y la infiltración y/o saturación en los taludes.

CUMPLE

d. Sismología

El consultor indica que el sector en estudio se localiza en la Zona Cerros y que de acuerdo al Decreto 523 de 2010, le corresponde una aceleración pico de 0.18 g. Sin embargo, establece que utilizará un valor de 0,15 g para el valor del coeficiente sísmico pseudo-estático horizontal (kh), valor que corresponde al mínimo sugerido por la Resolución 227 de 2006 en el numeral 3.4 (2/3 de Am); teniendo en cuenta que **según el consultor** este valor de aceleración se encuentra dentro del rango de los valores propuestos por *Special Report 117 – California Geological Survey - "Guidelines for evaluating and mitigating seismic hazards in California"*, y que se muestran en la Ilustración 15 del estudio.

CUMPLE

El FOPAE aclara que aunque no es del alcance de este concepto técnico, definir o asignar los espectros para el diseño estructural de las

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

edificaciones, se requiere que el consultor cumpla con lo establecido en el Decreto 523 de 2010 en especial al numeral 5.7, para lo cual debe definir claramente el máximo espesor de los depósitos de suelo bajo la placa de cimentación o contrapiso.

e. Uso del Suelo

En el capítulo 7 del estudio, el consultor establece que el 95,33% del suelo es de uso urbano, el 4,67% pertenece a áreas sin desarrollar de la UPZ Ismael Perdomo. Para el área de estudio en particular, el consultor identificó dos tipos principales de Uso del suelo, Tierras Edificadas (ZU) y Pastos de Protección (Ptb). Estos usos se encuentran cartografiados en el plano 6 Cobertura y Uso del Suelo, el cual está firmado por el Ingeniero Juan Chilatra y el Ingeniero Flavio Soler, que entiende el FOPAE es el director del estudio.

NO CUMPLE

El consultor debe completar este ítem teniendo en cuenta lo estipulado en el numeral 3.2.1.6 de la Resolución 227 de 2006, en especial ser explícito sobre la existencia o no de procesos de minería y explotación de canteras.

5.2. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

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

En el capítulo 8, numeral 8.1 el Consultor manifiesta que de acuerdo con los reconocimientos de campo, las características y condiciones geológicas y geomorfológicas de los terrenos de la zona de estudio y alrededores, los procesos de inestabilidad observados corresponden fundamentalmente a los fenómenos de erosión, presentes en ambas Manzanas, en sitios puntuales, de las formas laminar y en menor intensidad de surcos, estos procesos no imposibilitan a estas manzanas para su utilización con fines ingenieriles.

Adicionalmente, el consultor menciona en el estudio que de acuerdo con las observaciones de los reconocimientos de campo, sobre algunos puntos de la vía que pasa por la parte alta de la Manzana 80, se observaron algunos agrietamientos de baja magnitud, y no se observaron procesos mayores o de importancia para el momento de los reconocimientos.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CUMPLE

El FOPAE aclara que las consecuencias que se deriven de la omisión en la identificación, caracterización y cartografía de procesos de remoción en masa de acuerdo con lo exigido en la Resolución 227 de 2006 es responsabilidad del ejecutor del estudio de riesgos.

h. Formulación del Modelo

En el numeral 8.2 del capítulo 8 "Modelo Geológico – Geotécnico", se encuentra la formulación del modelo geológico geotécnico mediante la presentación de dos secciones (Perfil 2 y 3) utilizado para llevar a cabo los análisis de estabilidad para la Manzana 32, y dos secciones (Perfil 2 y 3) para la Manzana 80. El consultor menciona que los perfiles típicos están conformados por suelos antrópicos producto de la construcción de las viviendas y las vías, con espesores de 0.55 m a 1.2 m, coluvión en matriz limo arcillosa con espesores de 1.0 a 3.0 metros, seguida de rocas de resistencia intermedia compuesta por areniscas friables con intercalaciones de arcillolitas.

En este numeral se describe uno a uno los perfiles para ambas manzanas del barrio Sierra Morena, donde se establecen los espesores específicos de los materiales analizados, los niveles de agua y las cargas utilizadas para los análisis de estabilidad. Sin embargo, una vez verificado el capítulo de geología del estudio, el plano geológico y los perfiles geológicos presentados por el consultor, el FOPAE observa que los espesores y la localización de las unidades referenciadas en las secciones de análisis de estabilidad no concuerdan, estableciendo así en el modelo geológico-geotécnico que los suelos antrópicos se presentan en todo el perfil, lo cual no coincide con la cartografía presentada. A continuación sólo se menciona **uno** de los casos evidenciados en este numeral, ya que las incongruencias se presentan en todos los perfiles:

- En el perfil 2 de la manzana 32 del plano 4 - perfiles geológicos, y de acuerdo con las perforaciones presentadas, la roca debería aflorar en la parte alta y en la parte baja de la ladera, y en este mismo perfil debería aflorar en la mayor parte de la ladera el depósito de coluvión. Sin embargo lo presentado en el perfil 2 de la manzana 32 del numeral 8.2 Formulación del modelo, no coincide en absoluto con la geología. Adicionalmente la topografía del perfil en la formulación del modelo, no coincide con el perfil geológico.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

NO CUMPLE

Teniendo en cuenta, que el modelo geológico – geotécnico es fundamental para realizar los análisis de estabilidad del proyecto, el FOPAE considera que el consultor deberá ajustar las incongruencias presentadas en todas las secciones de este numeral, en cuanto a localización de las unidades cartografiadas sobre el perfil, espesores y en algunos casos la topografía de los perfiles.

i. Exploración Geotécnica

De acuerdo con lo expuesto en el Capítulo 4 "Investigación del subsuelo", se realizaron tres (3) perforaciones, dos en la manzana 32 con profundidades entre 3,2 y 6,2 m y una perforación en la manzana 80 con profundidad de 6 metros. Para la manzana 80, la exploración geotécnica fue complementada con registros de perforación realizados por GEOCING Ltda en el año de 2010, los cuales son el sondeo mecánico 5 de 6 m de profundidad, y los sondeos manuales 9 y 10, de 2,15 m y 0,90 m de profundidad, respectivamente. Los registros de las perforaciones utilizadas en el estudio se presentan en la Ilustración 8 a la Ilustración 13.

Los ensayos de laboratorio presentados por el consultor son los siguientes: 9 granulometrías, 3 límites de consistencia, 9 contenido de humedad natural, 2 de compresión inconfinada, 7 pesos unitarios y 1 ensayo de corte directo en roca, cuyos resultados se presentan en el Anexo III – Ensayos de Laboratorio.

En el numeral 8.3, el consultor presenta la caracterización geomecánica de los materiales. En este numeral el consultor define los parámetros de resistencia de los suelos antrópicos y depósitos coluviales mediante correlaciones con el ensayo SPT. Para el macizo rocoso, el consultor determinó los parámetros de resistencia mediante el criterio de falla propuesto por Hoek-Brown, utilizando los valores de los cortes directos.

Finalmente, en la tabla 20 del estudio, se relacionan los parámetros de resistencia adoptados para los materiales encontrados: para los suelos antrópicos se establece un peso unitario de 20.7 kN/m3, una cohesión entre 1.2 y 5.2 kpa y un ángulo de fricción entre 22° y 27°; para el depósito coluvial se presenta un peso unitario 20.9 kN/m3, una cohesión entre 4 y 15 kpa y un ángulo de fricción entre 27° y 30°; y los valores para la roca intermedia son un

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

peso unitario de 20 kN/m3, una cohesión entre 25.4 y 29.2 kpa y un ángulo de fricción entre 30º y 33º.

CUMPLE

El FOPAE aclara que el uso de correlaciones para la determinación de los parámetros de los materiales a partir de pruebas de campo de uso frecuente no es restringido por la Resolución 227 de 2006; sin embargo, la pertinencia, validez, y confiabilidad del uso de tales correlaciones en un problema específico es de total responsabilidad del ejecutor de los estudios.

5.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - EVALUACIÓN DE AMENAZA

Conforme a lo expuesto en el capítulo 9, numeral 9.3., el consultor realizó los análisis de estabilidad para el escenario actual en condiciones normales y extremas. Para la manzana 32 y manzana 80 identificó que el tipo de falla que podía ocurrir es de tipo compuesta debido a los materiales presentes en el área de estudio, sin embargo para la realización del análisis de estabilidad tuvo en cuenta criterios de falla rotacional sobre los estratos de suelo.

En el numeral 9.4, el consultor presenta las secciones de análisis para el escenario actual en condiciones normales y extremas; sin embargo, los perfiles utilizados no coinciden con los del plano 4 – Perfiles geológicos. En la tabla 22 del estudio se presentan los factores de seguridad obtenidos, indicando que para condiciones normales el área de estudio se encuentra en amenaza baja y media, y en condiciones extremas la amenaza es alta. Sin embargo, en la página 85 del mismo capítulo el consultor concluye que la amenaza es baja y media, lo cual no concuerda con las ilustraciones 21 a 36 de este capítulo.

Para el escenario con proyecto urbanístico, el consultor ha realizado los análisis de estabilidad en el numeral 11.2 Planteamiento de opción de diseños de mitigación, del capítulo 11 Plan de medidas de reducción del riesgo. En este numeral el consultor plantea que empleó los perfiles típicos de los cortes entregados por la CVP los cuales presenta en Plano 14 - IMPLANTACIÓN DE OBRAS para la manzana 32 y manzana 80, y los perfiles se presentan en el Plano 15 - PERFILES DE IMPLANTACIÓN DE PROYECTO. Para las edificaciones proyectadas el consultor estimó una sobrecarga de 30 kN/m2 en ambas manzanas del barrio Sierra Morena. Los resultados de los análisis de estabilidad se resumen en la tabla 38 y los perfiles se presentan en las figuras 45 a 52, indicando que para

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

condiciones normales y extremas la amenaza es baja. **Sin embargo, comparando el plano 15 con en el perfil 3 de la manzana 80 presentado en la página 105 del estudio, se observa que no se simuló la carga de la última vivienda. Adicionalmente, en este perfil para la ilustración 52, se indica que el análisis de estabilidad se realizó para la condición actual de agua y sismo; pero en el numeral de hidrogeología se definió la condición normal de agua como en estado seco,** de acuerdo a las perforaciones realizadas donde no se reportó niveles de agua.

Una vez más se indica que las secciones utilizadas para los análisis de estabilidad no coinciden con los perfiles geológicos presentados en el estudio, tanto en el espesor como en la identificación de unidades a lo largo del perfil.

En el plano 11 se presenta la amenaza para el escenario actual en condiciones normales y en el plano 11A, la amenaza para el escenario actual en condiciones extremas. Los planos se presentan firmados por el Ingeniero Flavio Soler quien firma como responsable y que entiende el FOPAE, es el director del estudio.
El consultor no presenta los planos para el escenario con proyecto urbanístico en condiciones normales y extremas.

NO CUMPLE

- **Para que el Consultor valide los análisis de estabilidad que le permitan evaluar la amenaza, es necesario que cumpla con las observaciones realizadas al numeral del modelo geológico-geotécnico, ya que los perfiles o secciones utilizadas para realizar los análisis de estabilidad no coinciden con los perfiles geológicos y el modelo geológico – geotécnico presentado en el estudio.**
- **Adicionalmente, deberá presentar los planos de amenaza con proyecto urbanístico para condiciones normales y extremas y explicar por qué no se tuvo en cuenta la carga de la última vivienda en el escenario con proyecto urbanístico para los análisis de estabilidad realizados en el perfil 3 de la Manzana 80 en condiciones normales y saturadas.**
- **El consultor deberá aclarar en las ilustraciones utilizadas para demostrar los análisis de estabilidad en condiciones extremas, si se modeló el nivel de agua en condiciones saturadas o secas.**

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA

En el capítulo 10 del estudio, el consultor presenta la evaluación de vulnerabilidad física de las viviendas y las vías localizadas al interior de la zona de influencia del estudio. El consultor empleó el cálculo denominado Índice de Vulnerabilidad Física (IVF), utilizando la metodología propuesta por Leone (1996) y modificada por Soler et al. (1999). El consultor aclara que *"debido a inconvenientes con la comunidad se realizó una tipificación general de las viviendas, ayudados a la inspección visual realizada y al desarrollo urbanístico del sector arrojando que las viviendas predominantes son de tipo B3".*

El consultor indica que para la calificación de los daños producidos en las viviendas se sigue el criterio del DRM (Délégation aux Risques Majeurs), el cual divide los daños en cinco (5) categorías. El tipo de solicitación escogido para el área de estudio es VM5, y el índice de daño posible es de I, concluyendo que la vulnerabilidad para las viviendas es baja.

Para las vías, Calle 75 C Sur, Calle 75 B sur, y la Calle 75 A Sur, el consultor indica que se encuentran en una vulnerabilidad baja debido a que son vías principales que cumple con las normas que especifican el debido trazado y diseño de la estructura. Sin embargo, el consultor no establece en el documento una relación clara y coherente entre las diferentes tablas presentadas en el estudio, tabla 31: Vulnerabilidad de la vía, tabla 32: rangos de velocidad utilizados en el estudio, tabla 33: Clasificación de la tipología de las vías, para finalmente concluir que la vulnerabilidad de todas las vías es baja.

La zonificación de Vulnerabilidad se presenta en el Plano 12 - Vulnerabilidad. Este plano se presenta firmado por los ingenieros Juan Chilatra y Flavio Soler, quien firma como responsable y que entiende el FOPAE es el director del estudio.

NO CUMPLE

- **Para que el Consultor valide el análisis de vulnerabilidad debe cumplir con las observaciones realizadas al numeral de evaluación de la amenaza y modelo geológico-geotécnico.**
- **Adicionalmente, se recomienda al consultor justificar en el estudio cómo relaciona o cómo establece o cómo concluye que la vulnerabilidad de las vías es baja.**

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.5. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el numeral 10.3 del estudio se presenta la metodología de riesgo utilizada, la cual consiste en aplicar la Hipótesis 1, que son las pérdidas admisibles por el propietario, y conocido como nivel de riesgo admisible. De acuerdo a las Tablas 35 y 36, el riesgo para las edificaciones existentes y para las vías es bajo, y concluye que:

"Se presentan los resultados de vulnerabilidad y riesgo para las edificaciones existentes, encontrándose que tanto la vulnerabilidad como el riesgo se pueden catalogar como Bajo, teniendo en cuenta las condiciones de cimentación de las estructuras y ***para las dos condiciones de amenaza planteadas a largo plazo (condiciones de saturación del suelo y condiciones secas)***" (Subrayado y negrilla fuera de texto).

Teniendo en cuenta lo anterior, y de acuerdo con el mapa de amenaza Plano 11 A – Amenaza Extrema, el cual se modeló con condiciones de saturación, se evidencia que la calificación es de amenaza media para las viviendas de la manzana 80 y alta para las viviendas construidas en la manzana 32, y que es el mismo caso de las vías evaluadas. Por lo tanto, las tablas 35 y 36 no aplicarían para ambas condiciones (saturación del suelo, y condiciones secas), como lo referencia el consultor en el estudio.

La zonificación de Riesgo se presenta en el Plano 13 – Riesgo. Este plano se presenta firmado por los ingenieros Juan Chilatra y Flavio Soler, quien firma como responsable y que entiende el FOPAE es el director del estudio.

NO CUMPLE

- **Para que el Consultor valide el análisis de riesgo debe cumplir con las observaciones realizadas a los numerales de evaluación de la vulnerabilidad, la amenaza y modelo geológico-geotécnico.**
- **Adicionalmente, el consultor deberá analizar el riesgo, cuando el escenario a evaluar presente condiciones saturadas de acuerdo con lo presentado en el plano 11 A – Amenaza Extrema**

5.6. PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO

En el capítulo 11, el consultor plantea unas medidas de reducción del riesgo, donde establece en el numeral 11.2 que *"Para este sector se plantea la realización*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

de obras de control de erosión con el fin de proteger los taludes, de acuerdo con los reconocimientos de campo, las características y condiciones geológicas y geomorfológicas de los terrenos de la zona de estudio, los procesos de inestabilidad observados corresponden fundamentalmente a los fenómenos de erosión, presentes en ambas Manzanas, en sitios puntuales, de las formas laminar y en menor intensidad de surcos (…)".

"Con el objeto de mitigar los riesgos generados por la implementación del proyecto urbanístico en el sector, se propone una combinación de obras que tienen el propósito de incrementar los factores de seguridad frente a la inestabilidad de la ladera". Estas obras se plantean en el numeral 11.2.2. Medidas estructurales y 11.2.3 Medidas no estructurales.

El consultor plantea como medida estructural construir muros de concreto para contener rellenos y cortes generados por la implantación del proyecto urbanístico, los cuales está del orden de 3.5 a 4 metros. Para los muros de concreto se propone en voladizo reforzados. Asimismo, se propone el perfilado del terreno, reconformación de la superficie, para su posterior implementación del proyecto urbanístico.

Adicionalmente plantea obras de drenaje superficial que son cunetas con trincheras drenantes, que servirán para recoger las aguas procedentes de las partes altas del barrio y posibles infiltraciones de aguas de las casas vecinas, con el fin de evitar la infiltración y/o saturación en los taludes. Los principales criterios de diseño de las cunetas y canales son los siguientes:

- Las frecuencias de las crecientes de diseño (Tr) es de 50 años.
- Si las pendientes longitudinales de las estructuras son superiores al 2%, se recomienda revestirlas en piedra pegada, concreto y/o sacos de suelo-cemento, con el fin de evitar la profundización de los mismos.
- La velocidad mínima debe ser de 0.25 m/s y la velocidad máxima admisible de 6 m/s.

En el numeral 11.4, el consultor plantea como medidas no estructurales la empradización y recuperación de las zonas intervenidas, protección contra erosión de los taludes de la manzana 32 con manto de hormigón pernada y con el objetivo de evitar fallas locales en eventos extremos, se propone la reposición del relleno antrópico localizado en la parte baja de las edificaciones, por material seleccionado, de iguales especificaciones al relleno para la estructura de contención.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En el plano 16 se presenta la localización de las obras y en el plano 17 los detalles de las obras. Estos planos se presentan firmados por el Ingeniero Juan Chilatra, y el Ingeniero Flavio Soler, quien firma como responsable y que entiende el FOPAE, es el director del estudio.

En el numeral 11.7, el consultor presenta nueve recomendaciones para el seguimiento y monitoreo de las obras, así como la evaluación de predios y redes existentes. En el plano 7 – Loteo Catastral, plano 8 – Redes de Alcantarillado y plano 9 – Redes Acueducto, se presenta el inventario de las redes y viviendas cercanas al proyecto.

NO CUMPLE

- **Para que el Consultor valide el Plan de Mitigación del Riesgo deberá cumplir con las observaciones realizadas al numeral de Análisis de riesgo, evaluación de la vulnerabilidad, amenaza y modelo geológico-geotécnico.**

5.7 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El consultor no presentó análisis de estabilidad con medidas de mitigación.

NO CUMPLE

El Consultor deberá cumplir con el numeral 3.8 de la Resolución 227 de 2006.

5.8 PROFESIONALES

Como anexo al informe se entrega la hoja de vida del Ingeniero Civil, Especialista en evaluación de riesgos y prevención de desastres y Magister en Ingeniería Civil con énfasis en Geotecnia, Flavio Soler, de acuerdo con la información suministrada, el FOPAE considera que cumple con las exigencias de la Resolución 227 de 2006.

CUMPLE

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.9 CONTENIDO DEL INFORME

El informe presentado no incluye los capítulos mínimos solicitados de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 del artículo segundo de la Resolución 227 de 2006.

NO CUMPLE

El consultor deberá cumplir con lo estipulado en la Resolución 227 de 2006.

5. 10 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Todos los planos se presentan firmados por los profesionales que se relacionan en los mismos y que fueron responsables de su elaboración, de acuerdo con que se estipula en el numeral 4 del artículo 2 de la Resolución 227 de 2006.

Se incluye una carta de responsabilidad firmada por el Ingeniero Flavio Soler, donde manifiesta que se responsabiliza por la información contenida en el informe final de la referencia y certifica que los ensayos de laboratorio se encuentran bajo la norma legal vigente.

CUMPLE

6. CONCLUSIONES

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE, luego de evaluar los distintos aspectos presentados en esta versión, se permite conceptuar que el estudio particular de amenaza y riesgo por procesos de remoción en masa denominado "Estudio Detallado de Amenaza y Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa, Fase II – Manzana 32 y Manzana 80 del barrio Sierra Morena de la localidad de Ciudad Bolívar", elaborado por la firma Geocing S.A.S **NO CUMPLE** con la totalidad de los términos de referencia establecidos por el FOPAE para la elaboración de estudios detallados de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa, en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 112 del Decreto 364 de 2013; por las consideraciones estipuladas en el presente concepto.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda complementar el estudio presentado teniendo en cuenta las observaciones descritas en este concepto y presentarlo nuevamente al FOPAE, con el fin de emitir el respectivo concepto técnico sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo en el marco de lo establecido en la Resolución 227 de 2006.

8. ADVERTENCIAS

Se aclara que la Entidad se limita a la verificación de los aspectos de contenido que debe cumplir el Estudio a la luz de lo estipulado en la Resolución 227 de 2006, por lo tanto no es del alcance de esta revisión la verificación de los siguientes aspectos: la veracidad de la información presentada por el Consultor del estudio en cada uno de los ítems desarrollados, la validación de los parámetros adoptados para los diferentes materiales involucrados en el modelo geológico-geotécnico, los resultados de los análisis de estabilidad, amenaza, vulnerabilidad y riesgo, el empleo de herramientas computacionales (software), ni la revisión de la pertinencia de los diseños geotécnicos de las medidas de mitigación propuestas.

La responsabilidad total de la información presentada en el documento, así como la de todos sus productos asociados corresponde a los profesionales que fueron responsables de su elaboración, y con un grado de responsabilidad mayor para el Consultor y/o Director del Estudio, quién aprueba y refrenda con su firma la calidad y pertenencia de los análisis realizados, tal como se justifica en la carta de responsabilidad y compromiso anexa al estudio.

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

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

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:	Revisó:
NATHALIA MARIA CONTRERAS VÁSQUEZ Geóloga – Especialista en Geotecnia Ambiental M.P. 2746 CPG	**NUBIA LUCIA RAMIREZ CRIOLLO** Profesional Especializado – Estudios y Conceptos
Avaló: **JESÚS ENRIQUE ROJAS OCHOA** Profesional Especializado – Estudios y Conceptos	

Diagonal 47 No. 778 -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co