ESTUDIO DE RIESGOS POR REMOCION EN MASA Y DISEÑOS DETALLADOS DE LAS OBRAS DE MITIGACION PARA ESTABILIZAR EL BARRIO EL TESORITO

INFORME EJECUTIVO

CONTENIDO

1 ALCANCE 2

2 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES. 2

3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. 2

4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA. 2

5 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. 4

6 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES. 4

7 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA 5

8 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA: 5

9 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO. 5

10 ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN 6

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 6

INFORME EJECUTIVO

1 Alcance

En este informe se presentan los resultados del estudio efectuado por el Consorcio GEOGRAL LTDA – INNOVA INGENIERIA LTDA dentro del contrato de consultoría DEPAE – CCS-467-99 relacionado con el Estudio de Riesgos por Remoción en Masa y Diseños Detallados de las Obras de Mitigación para Estabilizar el Barrio El Tesorito en la localidad de Ciudad Bolívar de la Ciudad de Santafé de Bogotá.

La zona del estudio está localizada al sur de Santafé de Bogotá D.C., en la localidad de Ciudad Bolívar, a la altura de la carrera 18 J con calle 80 sur, según nomenclatura urbana. Los límites del área cuya extensión es de 6 hectáreas aproximadamente, están definidos por la calle 81 sur, la carrera 18J, las calles 79 sur, la diagonal 80B sur y la carrera 18 F dentro de los cuales se localiza prácticamente la totalidad del Barrio El Tesorito.

El estudio considera la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y el riesgo por fenómenos de remoción en masa únicamente. No se refiere al efecto que pueda generar un evento sísmico en las viviendas de la zona, aunque el aspecto sísmico se tiene en cuenta al analizar el comportamiento del terreno. Hacen parte también del alcance del estudio los diseños detallados de las obras de mitigación recomendadas.

El trabajo se ejecutó en un todo de acuerdo con los términos del contrato DPAE-CCS-467-99 y atendiendo siempre las indicaciones u observaciones hechas por el DPAE través del ingeniero Danilo Ruiz Plazas y por el grupo de ingenieros de la Interventoría, a cargo de la firma INGEMETRICA LTDA, encabezado por el ingeniero Jorge Puerto.

2 Descripción de Actividades.

Se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Recopilación y análisis de la información existente.
- Reconocimiento del área de estudio.
- Levantamiento topográfico.
- Exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio.
- Evaluación de daños en elementos estructurales, líneas vitales.
- En cuesta socioeconómica.
- Evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.
- Planteamiento de alternativas de mitigación.
- Diseños detallados de las obras de mitigación.
- Informe parciales e informe final.

3 Levantamiento Topográfico.

En el levantamiento se utilizaron dos (2) comisiones de topografía durante 7 días. Las mediciones se realizaron con una estación electrónica total marca TOPCON GT-310 por el sistema de radiación, en un área de 6 hectáreas. Para obtener al nivel de detalle toda el área levantada, fue necesario determinar aproximadamente 2300 puntos de detalles que incluyeron la totalidad de los accidentes del terreno y de las obras existentes.
El levantamiento detallado incluyó la localización de vías existentes, paramentos de edificaciones, todas las casas, escarpes, zonas de falla, perforaciones, postes de alumbrado, energía, teléfonos, árboles, placas de referencia.

4 Geología y Geomorfología.

Las unidades geológicas regionales con influencia en el área de estudio, comprenden desde rocas del Cretáceo Terciario hasta depósitos y suelos Cuaternarios.

La zona de interés se caracteriza por ser una de las partes mas fuertemente

plegadas en la Cordillera Oriental, con numerosas fallas, lineamientos y pliegues, de los cuales solamente las estructuras principales reciben nombres específicos. El área de estudio se localiza regionalmente entre el eje del Anticlinal de Cheba y el Sinclinal de Tunjuelito.

El área de estudio se encuentra enmarcada dentro de una unidad geomorfológica de relieve colinado de control estructural, con crestas redondeadas, que corresponde a materiales arcillosos principalmente.

Las unidades en las que se dividió el área de estudio están directamente relacionadas con el grado de intervención antrópica, por ser este el factor de degradación de mayor influencia en el área de estudio.

De acuerdo con la evaluación de Cambios Morfológicos a partir de Fotografías Aéreas se pudo establecer que en 1977 la vía del sector occidental (cra 18f) ya había sido construida y al parecer no se dispuso de alcantarillas para garantizar la continuidad de las aguas del Zanjón del Recuerdo lo que comenzó a generar una zona de inundación en el costado occidental de la vía, que aún hoy día permanece y ha comenzado a drenar por encima de la vía, generando un nuevo cauce que está restableciendo el cruce original del Zanjón.

En el costado oriental el Zanjón presentaba un brazo corto de alta erosión que quedó abandonado al interrumpirse el cauce por la construcción de la vía. Este cauce fue prácticamente invadido con la construcción de un relleno mixto (escombros de construcción, basuras, material de descapote) sobre el cual fueron construidas algunas viviendas que han presentado problemas de asentamientos diferenciales.

Fotografías más recientes (1992), muestran que sobre este lecho aún no se habían realizado los rellenos, por lo que se consideran como rellenos relativamente recientes.

En el sector nororiental se observa (1972), una intensa actividad minera por el desarrollo de excavaciones circulares en forma de huecos, algunos de los cuales están hoy día llenos de agua. La morfología de este sector es la de una ladera corta, de inclinación media con escarpes abruptos producto de la explotación minera. En el año de 1992 se observa un progreso de las excavaciones y comienza a evidenciarse la explanación que se observa hoy en día en la parte baja del Área de estudio. Del análisis anterior se deducen los rellenos antiguos marcados en el plano geológico y se anticipan problemas geotécnicos en las construcciones situadas sobre ellos.

El sector donde se localiza la actual fábrica de cal correspondía a una vía de acceso hacia las explotaciones mineras centrales. La construcción de la vía implicó algunos rellenos sobre el Zanjón del Recuerdo. Durante la construcción de la fábrica, parte de los rellenos fueron removidos y se depositaron nuevos rellenos que modificaron el cauce del Zanjón y sobre los cuales se presentan actualmente problemas de asentamiento en los muros de dicha fábrica.

En el sector central entre la casa central y la colina suroriental, existía un pequeño caño de alta incisión que remataba a la altura de la calle 80B en una zona amplia de erosión intensa y alta densidad de drenaje, que se prolongaba hacia el sur en el antigua barrio. En este sector no existía ni la calle 80B, ni el sector sur de la cra 18F, ni las viviendas del costado suroccidental.

En el año de 1992 se observa que todo el cauce de este caño fue rellenado, se construyeron las vías faltantes a la configuración actual del barrio y las viviendas de este sector, algunas localizadas adaptándose a la topografía y otras sobre rellenos producidos por la excavación y regularización morfológica del área. Los drenajes naturales antiguos fueron parcialmente modificados y algunas viviendas se construyeron sobre los mismos obstruyendo el drenaje natural.

A pesar de las edificaciones el agua sigue hoy día drenando por este sector y originando problemas de inundación a los moradores.

La identificación de esta zona de erosión antigua, explica suficientemente los

problemas de estabilidad reportados en este sector.

5 Exploración del Subsuelo.

Con el fin de obtener una apropiada descripción y caracterización de los suelos y rocas que se encuentran en las zonas de mayor susceptibilidad a los fenómenos de remoción en masas, se programaron y ejecutaron ocho (8) barrenos manuales que alcanzaron profundidades variables entre 1.50 y 6.5 m y 3 apiques que alcanzaron profundidades entre 1,75 y 4,50 m. De igual manera se efectuaron dos registros en los escarpes existentes en el área los cuales muestran la estratigrafía predominante en la zona hasta alturas entre 5 y 10m.

Durante la exploración se tomaron muestras de los estratos representativos y se llevaron al laboratorio donde se evaluaron los parámetros de los materiales encontrados según el siguiente programa de laboratorio:

- En sayos de clasificación (límites, humedad, peso unitario, granulometría).
- Ensayos cuantitativos de resistencia y compresibilidad (cortes directos en laboratorio y SPT en campo).

La estratigrafía típica del área de estudio esta conformada así:

- Desde la superficie del terreno y hasta aproximadamente 0.15 m de profundidad, se encuentra una CAPA VEGETAL constituida por pasto y raíces.
- Debajo de la capa vegetal y hasta una profundidad variable entre 0,35 m, y 1,70 m se encuentra un relleno heterogéneo de escombros de construcción y basuras en una matriz de arcilla limosa carmelita grisácea de compactación baja.
- Debajo del estrato 1 y hasta una profundidad variable entre 0,55 m y 2.70 m, se encuentra una ARCILLA LIMOSA gris con vetas oxidadas amarillas, algunas raíces finas, plasticidad media a alta, consistencia firme.
- Debajo del estrato 2 y hasta una profundidad variable entre 2,30 m y más de 4,05 m, se encuentra una ARCILLA LIMOSA gris clara a gris rojiza, con vetas oxidadas habanas, amarillas o violetas, de consistencia firme a muy firme. (Suelo Residual).
- Debajo del estrato 3 y hasta una profundidad variable entre 2,10 m y 3,15 m, se encuentra una ARCILLOLITA limosa gris clara a rojiza, vetas oxidadas habanas y amarillas, algunos tonos violeta, plasticidad alta, consistencia firme a dura.
- Finalmente se encontró una ARENISCA fina limosa habana amarillenta, consistencia muy dura (N> 50 golpes/pie).

6 Análisis de Estabilidad de Taludes.

Con el fin de analizar la condición de los taludes existentes en el área del estudio, se realizaron una serie de análisis de estabilidad que permitieron estudiar el comportamiento de la totalidad de los taludes en suelos y en rocas blandas presentes en la totalidad de la zona de estudio

Para efectuar los correspondientes análisis se utilizó el programa PCSTABL6 desarrollado por la Universidad de Pordue (USA). Con este programa se modelaron superficies de falla cuasi circulares tipo Janbu y se analizaron superficies de bloque deslizante que pretenden simular la condición de contacto entre los depósitos superficiales y la roca subyacente para diferentes inclinaciones del terreno, espesores del relleno y condiciones de saturación y sobre carga.

De acuerdo con la cartografía geológica de toda el área de estudio y los perfiles geológico - geotécnicos realizados para las zonas críticas, se logró determinar que los fenómenos de inestabilidad presentes en el área se desarrollan sobre la capa

superior de suelo en contacto con roca blanda. Este tipo de falla para la zona de estudio en consideración, involucra un espesor moderado de suelo.
Se consideró una aceleración horizontal de 0.24 g en los análisis bajo condiciones dinámicas.

7 Resultados de la Evaluación de la Amenaza

Se generaron tres niveles diferentes de amenaza:

- Amenaza alta: Comprende casi la totalidad de las zonas con procesos de inestabilidad existentes o potenciales.
- Amenaza media: Incluye en general las zonas con menos densidad de ocupación.
- Amenaza baja: Corresponde a zonas con pendiente suave que no han sido afectadas por procesos de inestabilidad.

El número total de viviendas expuestas a amenaza por FRM es de 42, que representan el 42 % de las construcciones del área, de estas el 48 % son tugurios, el 40 % son casas de mampostería o prefabricadas, el 12 % corresponde a casas hasta de 2 niveles con estructura y el 31 % a lotes vacíos.

El área total expuesta a amenaza por FRM es de 13,053 m2, de los cuales el 75 % corresponde a lotes baldíos o áreas comunes. La población total expuesta a amenaza por FRM es de 218 personas, de los cuales se estima que el 33 % pueden ser damnificados directos.

8 Resultados de la Evaluación de la vulnerabilidad Física:

Basados en la información recopilada durante las encuestas puerta a puerta, se llegó a la siguiente caracterización del área de estudio:

- El 40% de los lotes están sin construir y el 45% están destinados a vivienda unifamiliar
- El 74% de la viviendas no presentan daños apreciables, mientras que el 11% presentan daños por deslizamiento del terreno, el 3% danos por inundación y el 2% danos por asentamientos.
- El 56% de las viviendas presentan una regular calidad de construcción, mientras que el 15 % presentan una mala calidad y solamente el 8% una buena calidad.
- El 61% de las construcciones son de 1 piso, el 8% son de 2 pisos y el 2% de más de 2 pisos.
- El 17% de las construcciones tienen de 1 a 3 años de edad, el 15% menos de 1 año, el 15% tienen de 3 a 6 años, el 15% mas de 3 años y el 10% de 6 a 10 años.
- El 59% de las viviendas no presentan inestabilidad en el suelo de fundación, el 13% presentan deslizamiento y el 4% presentan hundimientos leves y el 4% presentan fenómenos de reptación.
- El 22% de las viviendas tienen un valor estimado por el propietario menor a $10 millones, el 17% de $10 a $15 millones y el 9% de 15 a 30 millones.

9 Resultados de la Evaluación del Riesgo.

Tal como se mencionó anteriormente el número total de viviendas expuestas a amenaza por FRM es de 42, que representan el 42 % de las construcciones del área, de estas el 48 % son tugurios, el 40 % son casas de mampostería o prefabricadas, el 12 % corresponde a casas hasta de 2 niveles con estructura y el 31 % a lotes vacíos. El área total expuesta a amenaza por FRM es de 13,053 m2, de los cuales el 75 % corresponde a lotes baldíos o áreas comunes. La población total expuesta a amenaza por FRM es de 218 personas,

de los cuales se estima que el 33 % pueden ser damnificados directos. Las pérdidas económicas directas por FRM se estiman en 171 millones de pesos por daños en edificaciones y en el terreno, mas 81 metros lineales de vías y 312 metros lineales de redes telefónicas, eléctricas y de alcantarillados pluvial y sanitario.

10 Alternativas de Mitigación

Teniendo en cuenta que existe una alta densidad de vivienda construida sobre terrenos con fenómenos activos de remoción en masa, es imposible garantizar la estabilización total y definitiva del área estudiada. Las alternativas de mitigación presentadas pretenden proporcionar un cierto grado de mitigación del riesgo por fenómenos de remoción en masa de común ocurrencia, pero no reduce los riesgos por eventos sísmicos en especial sobre las viviendas.

De acuerdo al resultado de los análisis de estabilidad efectuados a las distintas alternativas de mitigación planteadas en cada una de las zonas de riesgo, y su correspondiente evaluación de beneficio / costo, las obras que ofrecen una aceptable condición de estabilidad a los taludes del Barrio El Tesorito son las siguientes:

OBRAS	ZONA DE RIESGO							
	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-5	Z-6	Z-8	Z-10
Relleno.		■						
Muro en Gaviones			■					
Terraceo	■			■	■		■	■
Drenajes						■		

El costo de las estas obras de mitigación se estima en $ 240.9 millones de pesos.

11 Conclusiones y Recomendaciones.

- Se recomienda efectuar las obras de mitigación planteadas en el cuadro anterior de acuerdo a los diseños detallados de las mismas.
- La zona de riesgo Z-6 en la que se presentó una emergencia por un FRM es la primera que debe ser intervenida por el contratista de construcción. Es importante anotar que no se pueden construir las obras de la zona Z-8 hasta tanto no se haya construido el sistema de entrega al Zanjón del Recuerdo de la zona Z-6, pues estas dos zonas drenan al Zanjón del Recuerdo por un mismo sistema. En forma simultánea o inmediatamente posterior a la construcción de las obras de mitigación de la zona Z-6, se debe acometer la construcción de las obras de la zonas de riesgo Z-1 y Z-2 que muestran evidencias de movimiento por el agrietamiento de sus construcciones. Una vez construidas las obras de las zonas Z-1 y Z-2, se podrá construir la zona Z-10. Finalmente se puede proceder a la construcción de las obras de las demás zonas de riesgo en cualquier orden.
- Es indispensable conocer los diseños previstos por la EAAB para la recuperación del Zanjón del Recuerdo con el objeto de evaluar su consistencia con las medidas de mitigación aquí planteadas. En el presente estudio no fue posible obtener esta importante información.
- Una vez implementadas las obras es recomendable instrumentar los taludes principalmente los correspondientes a la zona Z-6 y Z-1 con el fin de observar su comportamiento y tomar las acciones preventivas del caso.

- Es indispensable que se tomen medidas inmediatas acerca de normatizar por parte de las autoridades la prohibición de los usos del suelo para desarrollos de asentamientos humanos en las zonas clasificadas como riesgo media y alto, a pesar de implementarse las medidas de mitigación que aquí se recomiendan. Ellas por si solas no garantizan la integridad de los habitantes de las áreas estudiadas.
- Es indispensable como medida de mitigación complementaria de las aquí recomendadas, que el Instituto de Desarrollo Urbano IDU o la entidad competente, complete la pavimentación de la calle 80B sur debido a que el tramo que actualmente no está construido actúa como vertedero directo de aguas de escorrentía sobre los taludes de la zona Z-6. Esta situación fue uno de los factores detonantes de la emergencia y reubicación de familias ocurrida hace 2 años.
- En la zona Z-6 se recomienda la reubicación de la vivienda referenciada como No. 71. Su precaria calidad constructiva la hace altamente vulnerable a sufrir colapso estructural.
- En la zona Z-1 se deben reubicar las viviendas No. 43 y 44 pues están localizadas en zona de alto riesgo de deslizamiento (según los resultados obtenidos en el presente estudio). Además, las medidas de mitigación que se deben implementar en esta zona, las afectan directamente.
- Se recomienda adelantar los diseños detallados del plan de paisajismo y mejoramiento urbano propuesto en este estudio. Resulta de importancia fundamental para alcanzar los propósitos de un plan como éste, las actividades del DPAE en la atención, manejo y mitigación de situaciones de amenaza por eventos naturales, con fuerte componente antrópica en las condiciones marginales de segmentos de la población, a través de estudios de riesgos como el aquí desarrollado, y las actividades del DAMA en torno al mejoramiento del medio ambiente a las de la EAAB en la recuperación de los cauces naturales como el del Zanjón del Recuerdo.
- Las denominadas "**Zonas – Parque**" indicadas en el plano Paisajístico y de Mejoramiento Urbano corresponden en todos los casos a zonas de tratamiento arquitectónico con obras de mitigación – estabilización del terreno, en donde, con posterioridad a dichas obras y con posterioridad al logro estabilizador de las mismas, se recomiendan tratamientos que las habiliten al uso comunitario como recreativas, deportivas, contemplativas, etc. Dadas las difíciles condiciones topográficas se requerirán de diseños arquitectónicos muy detallados (Imposibles de considerar dentro del alcance de este estudio de riesgos) en que se incluyan tanto la configuración final del terreno intervenido por las medidas de mitigación de FRM y todas medidas preventivas o de aseguramiento para los usuarios. Se resalta sin embargo que esas mismas dificultades o escabrosidad del terreno son parte importante de su singularidad, atractivo y potencialidades.