

# **ESTUDIO DE RIESGO Y MEDIDAS DE MITIGACION EN EL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN BOGOTÁ, D. C.**

## **1 GENERALIDADES**

En el suroccidente de Bogotá, en la UPZ 69 Ismael Perdomo, al norte de la localidad Ciudad Bolívar en los barrios Santa Viviana, La Carbonera, Santo Domingo, Santa Helena, San Antonio del Mirador, El Espino, Cerro El Diamante, Mirador de la Estancia, Rincón del Porvenir y San Rafael, se localizan las quebradas Carbonera, Rosales o Santo Domingo y Santa Rita, en cuyas microcuencas se han desarrollado múltiples fenómenos de inestabilidad de variadas proporciones, entre los que se destacan los ocurridos en las últimas décadas: el deslizamiento de Santa Viviana y La Carbonera, el de El Espino y El Diamante, los cuales han desplazado cientos de miles de metros cúbicos y han obligado la reubicación de cientos de familias en un área aproximada de 100 ha, llamada de manera genérica Sector Altos de la Estancia. Ver figura 1.

El objetivo principal del proyecto es la elaboración del estudio de riesgo, diseño de las medidas de mitigación de riesgo y planteamiento de obras de adecuación urbanística y paisajística en el sector de Altos de la Estancia, de la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C., tomando como base la zonificación en fases hecha por la DPAE, con énfasis en el área de Fase III y consultando los estudios anteriores de fenómenos de remoción en masa y otras propuestas institucionales para manejo de la zona de alto riesgo.

El proyecto incluye la recopilación y análisis de la información existente, levantamientos topográficos, estudio geológico y geotécnico, evaluación de la amenaza por remoción en masa, análisis de vulnerabilidad y riesgo, evaluación de mitigabilidad y análisis costo/beneficio y diseño de las medidas de mitigación.

A continuación se presentan los principales resultados alcanzado en el desarrollo del estudio.

## **2 AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, VULNERABILIDAD Y RIESGO.**

El área de estudio se dividió en tres categorías de similar condición de amenaza: Baja, Media y Alta.

La categoría Alta en el Espino describe laderas estructurales, falladas modeladas por procesos extractivos intensos en la base, y deslizamientos traslacionales planares en bloque activos múltiples, retrogresivos, con profundidades entre 10 m y 20 m. El material movilizado involucra paquetes de areniscas y arcillolitas, los planos preferenciales de deslizamiento se disponen esencialmente en la arcillolita. La misma categoría en La Carbonera encierra deslizamientos rotacionales activos múltiples, retrogresivos, con profundidades entre unos pocos metros y la decena, y procesos extractivos. El material desplazado es esencialmente

el fluvio glacial, detonado por reducción en el esfuerzo efectivo (aumento del nivel de agua). La masa fallada puede viajar hasta 360 m (medidas desde la base del movimiento).

Las unidades de Amenaza Media en El Espino, involucra planos estructurales constituidos por secuencias de areniscas en bancos de más de 2 m y arcillolitas en paquetes desde 0.30 m hasta varios metros. El plano preferencial de deslizamiento discurre a 20 m de profundidad y las masas móviles son bloques de 50 m de longitud con anchos de hasta 40 m. La activación de los procesos puede tener lugar bien por desconfinamiento (liberación de esfuerzos) o sobrepresión en los horizontes blandos. En el caso de La Carbonera se conjugan laderas posiblemente modeladas por antiguos procesos extractivos, conformadas por espesos depósitos fluvio glaciales (>15 m), en los que pueden tener lugar deslizamientos rotacionales simples o múltiples retrogresivos. Los potenciales cuerpos inestables poseen longitudes de hasta 115 m y profundidades de 30 m, y las unidades expuestas pueden sufrir igual suerte que las franjas de amenaza alta. Las superficies altamente pobladas en los barrios El Espino Sector I, Tres Reyes y Sector Soacha en El Espino; y Santo Domingo y Santa Viviana en La Carbonera, pueden vincularse en esta categoría.

Por último, la Categoría Baja en El Espino constituida por superficies al noroeste, encierra paquetes de arenisca de hasta 10 m de espesor, que descansan en potentes niveles arcillolíticos. Carecen de evidencias morfodinámicas, y son estables aún para periodos de diseño de hasta 50 años. Ver Figura 1.

Como resultado de la evaluación de vulnerabilidad, con base en la resistencia, exposición, índice de daño y el valor de los elementos se generaron curvas de igual nivel de pérdida con representación en pesos, (referidas como curvas de “isodaño”). Las “isodaño” son el resultado de adicionar por franjas las unidades físicas sujetas a destrucción: viviendas, enseres, redes de servicios públicos y vías; y expresarlas en dinero. Ver Figura 2.

El riesgo incurrido en una zona o elemento se asimila como las probables pérdidas de un sistema, y se puede expresar al combinar la probabilidad de ocurrencia de determinada solicitud (Pf) con las pérdidas potenciales (VD) -corresponden a las pérdidas de las unidades físicas (viviendas, enseres, redes de servicios públicos y vías)-; así el riesgo queda definido en términos de curvas que representan la distribución del riesgo (denominadas curvas de “isoriesgo”), a partir de la conjugación de las curvas de “isodaño” con las probabilidades de falla de las solicitudes asociadas. Ver Figura 3.

### **3 ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN**

De acuerdo con los análisis realizados y resultados obtenidos, se recomiendan las siguientes medidas correctivas generales y específicas:

#### **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Medidas de control de aguas.
- Reconformación de la parte inferior de las zonas de deslizamiento

- Instrumentación y monitoreo

## MEDIDAS DE MITIGACIÓN ESPECÍFICAS

- Drenos horizontales o subdrenes ubicados en los escarpes del antiguo deslizamientos de La Carbonera y en el talud de la falla Espino W
- Anclajes activos en el talud de la falla del Espino W, de capacidad 50 toneladas, longitud libre 30 m, bulbo de anclaje de 20 m y separación horizontal de 10 m.
- Reubicación de las viviendas del barrio San Rafael ubicadas en la zona de influencia donde los empujes del deslizamiento del Espino genera levantamientos del terreno. Ver figura 4.

## 4 RECUPERACIÓN AMBIENTAL Y URBANA DEL ÁREA AFECTADA

Se propone una *utilización activa del área afectada*: para un conjunto de usos recreativos, de movilidad, de encuentro social, de disfrute de la naturaleza. Adicionalmente, se recomienda aprovechar la acción de recuperación para generar *procesos ambientales* de amplio alcance. Tal como un programa de investigación y siembra de especies adecuadas a las muy particulares condiciones climáticas, geológicas, de relieve y de suelos de la zona, con alta participación de la comunidad y dirigido por entidades ampliamente capacitadas.

Finalmente, se considera la implantación de una *red peatonal* que interconecte los tejidos urbanos restantes. La red peatonal se complementa con *ciclo-rutas* en los tramos en que la topografía lo permite. Ver figura 5.

## 5 PRESUPUESTO

El presupuesto para las obras de mitigación recomendadas, las obras de control de las aguas, la limpieza de cauces, la reducción de la vulnerabilidad social y el mejoramiento urbanístico y ambiental, se resume a continuación:

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
1	MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR FRM	\$ 3,245,489,495
2	CONTROL DE REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y LIMPIEZA DE CAUCES	\$ 2,737,839,400
3	MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL Y SOCIAL	\$2,471,218,750
4	MEDIDAS DE RECUPERACIÓN URBANÍSTICA Y AMBIENTAL	\$ 9,058,595,522

**\$ 17,513,143,167**

**Nota.** - Este presupuesto no incluye la adquisición de los predios, ni ningún costo Indirecto (Administración, Imprevistos, Utilidades, Impuestos, etc)



Figura 1 – Área de Estudio

