INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

UNIDAD DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

UPES

EVALUACION DE LAS RECOMENDACIONES DEL INFORME DE GEOCONSULTA LTDA.

CONSIDERACIONES TECNICAS Y ECONOMICAS

Informe No. 1719-3
INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
Ingenieros Consultores

Santafé de Bogotá D.C., Marzo de 1998.

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA.
INGENIEROS CONSULTORES

UPES - FOPAE

DESLIZAMIENTO PLAYON - PLAYITAS

Evaluación de las recomendaciones del Informe de Geoconsulta Ltda.

CONSIDERACIONES TECNICAS Y ECONOMICAS

Al estudiar el informe preparado por Geoconsulta Ltda., sobre la zona inestable de Playón - Playitas, donde se presentó un deslizamiento a finales del año anterior, en el cual se están poniendo en práctica obras de emergencia para estabilizar esta zona deslizada, encontramos lo siguiente:

1. Se realizó una investigación geológica y geotécnica concienzuda, lo cual permitió una caracterización razonable del fenómeno que afecta al sector; sin embargo, los ensayos de corte directo realizados sobre el material arcilloso, posiblemente fueron ejecutados a alta velocidad de deformación, por lo cual los resultados arrojan ángulos de fricción muy bajos (casi una condición ϕ=0). Esto llevó a los Especialistas de Geoconsulta a descartar los resultados de dichos ensayos y efectuar los análisis en forma paramétrica, para luego adoptar en las conclusiones unos parámetros de resistencia mínimos (C'=0 y ϕ' = 15°), y por tanto llegar a unas medidas correctivas de grandes dimensiones.

2. En la caracterización geológica y geomorfológica y parcialmente en la geotécnica, se plantea un modelo de movimiento asociado con la estratigrafía (areniscas sobre arcillolitas) donde las capas superiores presentan discontinuidades cuasiverticales que permiten el ingreso y eventual almacenamiento de agua, la cual reblandece el contacto con la arcillolita y éste efecto, combinado con la presión hidrostática, en las diaclasas provoca la caída de los bloques de arenisca y el debilitamiento de la arcillolita, tanto en el contacto con la arenisca como en la cara inconfinada, lo cual también favorece el deslizamiento. A pesar de lo anterior, Geoconsulta propone una superficie de falla profunda, generada por un mecanismo de falla progresiva; al respecto vale anotar que la hipótesis de falla progresiva propuesta por Bjerrum (1967), a pesar de su elegancia, fue revaluada en investigaciones posteriores cuyos resultados fueron difundidos en reuniones y congresos internacionales.

3. Otro factor, que aunque se menciona en el informe, no se tuvo en cuenta en el planteamiento de la posible superficie de falla, es el relacionado con el afloramiento de ésta, la cual fue evidenciada durante el retiro de la masa inestable y presentaba una inclinación de 15° hacia la cara del talud, lo que impone una superficie de falla

más superficial por los terrenos más débiles. Esta situación es acorde con los resultados de los ensayos y la caracterización elaborada por Geoconsulta, donde se indica que a medida que se profundiza dentro de la arcillolita, las condiciones son mucho más firmes.

4. Si tenemos en cuenta los resultados de los ensayos de resistencia al corte efectuados por Ingeniería y Geotecnia Ltda. durante la construcción de las obras de emergencia, donde se encontraron para la arcillolita ángulos de fricción de 30° y 27° y cohesión de 2.5 y 0.1 kg/cm² para condiciones pico e intermedia entre la pico y la residual respectivamente, vemos que los factores de seguridad, con los mismos análisis paramétricos son mucho mayores a los considerados para el planteamiento de las medidas correctivas.

   De acuerdo con lo anterior puede establecerse que las medidas propuestas en el informe de Geoconsulta son excesivas en tamaño y ocupación de área para el tratamiento del fenómeno de inestabilidad de esta zona.

En cuanto a la solución adoptada para el Sector 2 que incluye fundamentalmente una descarga de las cuñas inestables y una disminución de la altura del talud, un manejo de aguas de escorrentía mediante cunetas, la instalación de drenes horizontales para el manejo de las aguas infiltradas, la colocación de concreto dental en zonas de taludes negativos y la instalación de malla de refuerzo en el concreto neumático debidamente anclada, nos parece una solución adecuada y razonable para este sector.

Se podría posiblemente y en el momento de adoptar la solución, revisar el esquema de construcción, de manera que se optimicen recursos y se disminuyan costos.

Por otra parte, de nuestro análisis de las diferentes alternativas para la estabilización del sector 1 presentadas por Geoconsulta en informe del pasado mes de febrero de 1998, hemos considerado pertinente hacer los siguientes comentarios:

1. La solución del terraplén de contrapeso para el sector 1, presentada en el informe de Enero/98 tiene un costo de $1.514'875.000, sin tomar en consideración la reubicación de veinticuatro viviendas, que puede ser del orden de $625'000.000 millones adicionales, lo que daría un costo global con esta solución de unos $2.140'000.000. (Enero/98)

2. Posteriormente, en el informe de febrero/98, al hacer la comparación con las demás alternativas de solución no se tiene en cuenta el área donde se está construyendo la solución de emergencia, y se le asigna un costo al resto del terraplén de $900.000.000 que equivale al 59.4% de la solución inicialmente planteada, lo que nos puede hacer pensar que alrededor del 40.6% del sector 1, corresponde al área donde se presentó el deslizamiento y donde no se preveen inversiones adicionales para estabilizarla.

Si tomamos estos novecientos millones de pesos indicados para el sector 1, debemos entonces adicionarle a esta alternativa los mismos seiscientos veinticinco millones de pesos por reubicación de viviendas, dado que el grupo adyacente al deslizamiento ya se negociaron, y además inicialmente previstas habría que negociarlas por la construcción del resto del gran terraplén. De esta manera la alternativa tendría un costo de:

Relleno y muro en tierra armada de emergencia:	$184'000.000
Terraplén de gran tamaño:	$900'000.000
Reubicación de viviendas	$625'000.000
Total estimado (Sector 1)	$1'709.000.000

3. Si tomamos en consideración el hecho que los parámetros utilizados por Geoconsulta, representan condiciones mínimas es muy probable que el diseño resultantes para las pantallas o caissons, se traduzca, por el efecto de dichos parámetros, en mayores dimensiones de los mismos que se reflejará directamente en sus costos.

Creemos que su diseño amerita una revisión trabajando con parámetros menos conservadores, lo cual con seguridad no disminuirá las especificaciones de esa pantalla, o caissons, disminuyendo de igual manera sus costos. Recordemos que este tipo de solución no necesitaría que se reubiquen viviendas adicionales.

En el anexo un ejemplo de costos para una pantalla de menores espesores y especificaciones, protegiendo una zona similar, extractada de un caso de solución específico a un problema de inestabilidad, en la ciudad de Santafé de Bogotá, D.C.

4. Tomando en consideración la solución final adoptada para la emergencia del deslizamiento presentado, los parámetros utilizados en su análisis y el costo final de la misma, cabe preguntarse hasta que punto toda la solución recomendada para el Sector 1 puede revisarse y analizar si soluciones del tamaño de la que se dio para el sitio del deslizamiento podrían aplicarse en el resto de este sector, con lo cual además de ser menos costosa que el gran terraplén, recomendado, evitaría también la reubicación de viviendas adicionales.

Santafé de Bogotá, Marzo de 1998

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

COMPARACION DE COSTOS ALTERNATIVOS DE ESTABILIZACION TALUDES SECTOR 1 BARRIO PLAYON – PLAYITAS

CUADRO RESUMEN

RECOMENDACION	TERRAPLEN	REUBICACION VIVIENDAS (1)	TOTAL
Geoconsulta Enero /98	$1'514.875.000	$625.000.000	$2'140.000.000
Geoconsulta Enero /98	$900.000.000	$625.000.000	1'525.000.000
Ingenieria y Geotecnia Febrero /98	$200.000.000 (2) Para la zona deslizada	--- 0 --- Para todo el sector	600.000.000 (2)

RECOMENDACION	PANTALLA	REUBICACION VIVIENDAS (1)	TOTAL
Geoconsulta Feb. /98	$916.502.500	$260.000.000	$1'176.502.500
Ingeniería y Geotecnia Ltda. Marzo /98	250.000.000 (3)	--- 0 ---	250.000.000 (3)

RECOMENDACION	CAISSONS	REUBICACION VIVIENDAS	TOTAL
Geoconsulta Ltda. Feb. /98	$988'437.500	$260.000.000	$1'248.437.500
Ingeniería y Geotecnia Ltda. Marzo /98	No. Se evaluó.	--- 0 ---	--- 0 ---

(1) Todos los costos de reubicación son estimados promedio a 26.000.000/ vivienda.

(2) Se recomienda revisar la aplicación de soluciones similares a la dada en la emergencia para el resto del sector 1, con lo cual se podría tener un costo total del orden de $600.000.000.

(3) Se hizo un estimativo de costos tomando como base los obtenidos para pantallas instaladas en taludes de similar altura. No se realizó análisis estructural ni geotécnico. Se obtuvo un orden de magnitud para la zona considerada por Geoconsulta de $250.000.000 como costo de instalación de esta pantalla.

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA
INGENIEROS CONSULTORES

ANEXO
EVALUACION ALTERNATIVAS DE ESTABILIZACION, Sector 1

UPES - SECTOR 1 BARRIO PLAYON - PLAYITA

Costos estimados utilizando pantallas de las siguientes características:

Pantalla módulos de 3,0 m, con losa de e = 0,10 m, viga central de 0,25 m y ancho de 12,0 m.

Concreto de 4.000 psi	$250.000/m^3
Instalación total de tensores de 25 ton/m	$100.000/ml
Hierro de refuerzo: 62.5 kg/m^3	$312.500/m^3 de concreto

Tenemos:

4.0 m^3 de concreto por módulo
60 m de longitud son 20 módulos
3 anclajes/módulo, de 14 m promedio: 42 m de anclaje / módulo.

Costo módulo:

4.0 m^3 X 562.500 + 42 m x 100.000 = $6'450.000/módulo

Son veinte módulos	$129.000.000	
AUI 25%	$ 32.250.000	
Costo pantalla		$161.250.000

Costo de la pata de la pantalla

22.0 m^3 concreto reforzado a $562.000/m^3 = $15.469.000

Otros trabajos incluidos (Geoconsulta)

Excavaciones ..... 1800 m^3 * $25.000/m^3= $45.000.000

Subtotal directos $221.719.000

Imprevistos (10%) $22.172.000

Total pantalla anclada **$243'891.000**

Las dimensiones de la pantalla se han dado con base en dimensiones de pantallas utilizadas como solución de estabilización de taludes de alturas similares o mayores en la ciudad de Santafé de Bogotá, y no provienen de un cálculo estructural de las mismas ni de un análisis geotécnico de los taludes específicos donde se construirían; se incluyen solo a manera de indicación del orden de magnitud de lo que estas podrían costar.