

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<u>1 GENERALIDADES.....</u>	<u>1-1</u>
1.1 ALCANCE DEL MONITOREO	1-2
1.2 ORGANIZACIÓN DEL INFORME	1-2
<u>2 RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</u>	<u>2-1</u>
2.1 DOCUMENTACIÓN RECOPIADA.....	2-1
2.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	2-1
<u>3 CONTROL TOPOGRÁFICO</u>	<u>3-1</u>
3.1 INSTALACIÓN DE MOJONES, ESTACAS Y PUNTOS ADICIONALES	3-1
3.2 PUNTOS DE REFERENCIA	3-2
3.3 LEVANTAMIENTO DE SECCIONES (PLANIMETRÍA Y ALTIMETRÍA)	3-2
3.4 RESULTADOS DEL MONITOREO	3-2
<u>4 CONTROL DE EXTENSÓMETROS</u>	<u>4-1</u>
<u>5 CONTROL DE VIVIENDAS.....</u>	<u>5-1</u>
5.1 CARACTERÍSTICAS Y LOCALIZACIÓN DE LAS VIVIENDAS MONITOREADAS	5-1
5.2 CLASIFICACIÓN GLOBAL DE RIESGO.....	5-1
5.2.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	5-1
5.2.2 ESTABILIDAD GLOBAL DEL TERRENO	5-2
5.2.3 ESTABILIDAD GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN.....	5-3
5.2.4 EVALUACIÓN DE RIESGO	5-4
5.3 MÉTODO DE TRABAJO	5-5
5.4 RESULTADOS DE LAS CAMPAÑAS.....	5-5
<u>6 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.....</u>	<u>6-1</u>
<u>7 CONCLUSIONES.....</u>	<u>7-1</u>
7.1 CONTROL TOPOGRÁFICO	7-1
7.2 CONTROL DE EXTENSÓMETROS	7-1
7.3 CONTROL DE VIVIENDAS	7-2
7.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	7-2

7.5 RECOMENDACIONES..... 7-3

8 BIBLIOGRAFÍA.....8-1

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1 Coordenadas y cotas de puntos referenciados en sección A	3-4
Tabla 3.2 Coordenadas y cotas de puntos referenciados en la sección B	3-5
Tabla 3.3 Coordenadas y cotas puntos de monitoreo en zona de abultamiento de la parte baja del talud – Sección C	3-5
Tabla 3.4 Coordenadas y Cotas CD y BM-1.....	3-6
Tabla 3.5 Desplazamiento en las secciones de análisis.....	3-7
Tabla 4.1 Lecturas de extensómetros Campaña 1	4-3
Tabla 4.2 Lecturas de extensómetros Campaña 9	4-3
Tabla 4.3 Desplazamientos relativos entre campañas 1 y 9.....	4-4
Tabla 4.4 Frecuencia de desplazamientos relativos entre campañas.....	4-5
Tabla 5.1 Formato para la evaluación de viviendas en zona de alto riesgo de deslizamiento....	5-7
Tabla 5.2 Diagrama de flujo de la clasificación de riesgo	5-8
Tabla 5.3 Clasificación global del riesgo Campaña 10	5-9
Tabla 5.4 Frecuencia de Clasificaciones globales de riesgo	5-11
Tabla 6.1 Parámetros geotécnicos usados para el análisis de estabilidad.....	6-4
Tabla 6.2 Parámetros geotécnicos usados en el estudio de GeolIngeniería (2002)	6-4
Tabla 6.3 Resultados de los análisis de estabilidad para la sección A – Condición de factor de seguridad FS=1.0 para un nivel piezométrico establecido según lecturas de piezómetro de Cemex y geometría usada por GeolIngeniería	6-5
Tabla 6.4 Resultados de los análisis de estabilidad para la sección B – Condición de factor de seguridad FS=1.0 para un nivel piezométrico establecido según lecturas de piezómetro de Cemex y geometría usada por GeolIngeniería	6-6
Tabla 6.5 Evolución de los factores de seguridad para las dos secciones de análisis	6-7

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1 Localización de poligonales	3-15

Figura 3.2 Localización de secciones - Planta.....	3-16
Figura 3.3 Secciones – Perfil.....	3-17
Figura 3.4 Vectores de desplazamiento y círculos de asentamiento.....	3-18
Figura 3.5 Tasas de desplazamiento horizontal en la sección A-A.....	3-19
Figura 3.6 Tasas de desplazamiento horizontal en la sección B-B.....	3-20
Figura 3.7 Tasas de desplazamiento vertical en la sección A-A.....	3-21
Figura 3.8 Tasas de desplazamiento vertical en la sección B-B.....	3-22
Figura 3.9 Tasas de desplazamiento horizontal respecto al nivel del embalse en la sección A-A 3-23	
Figura 3.10 Tasas de desplazamiento horizontal respecto al nivel del embalse en la sección B-B	3-24
Figura 3.11 Tasas de desplazamiento vertical respecto al nivel del embalse en la sección A-A.. 3-25	
Figura 3.12 Tasas de desplazamiento vertical respecto al nivel del embalse en la sección B-B.. 3-26	
Figura 4.1 Esquema de extensómetro de puntillas.....	4-5
Figura 4.2 Frecuencia de desplazamientos relativos entre campañas	4-6
Figura 4.3 Localización y actividad de extensómetros.....	4-7
Figura 5.1 Localización de viviendas monitoreadas y clasificación global de riesgo	5-12
Figura 5.2 Distribución de Calificación Global de Riesgo Campaña 10.....	5-13
Figura 5.3 Análisis de frecuencias Campaña 10.....	5-13
Figura 5.4 Variación de la clasificación CGR con las campañas.....	5-14
Figura 6.1 Resultados de los análisis de estabilidad para la sección A – Condición actual	6-8
Figura 6.2 Resultados de los análisis de estabilidad para la sección B – Condición actual	6-9
Figura 6.3 Resultados de los análisis de estabilidad para la sección A – Condición de factor de seguridad FS=1.0.....	6-10
Figura 6.4 Resultados de los análisis de estabilidad para la sección B – Condición de factor de seguridad FS=1.0.....	6-11
Figura 6.5 Evolución de los factores de seguridad para las dos secciones de análisis	6-12
Figura 6.6 Análisis de estabilidad para la parte baja del talud Codeipa – Condiciones piezométricas variables.....	6-13
Figura 6.7 Fotografías del talud Codeipa en su parte baja – Fenómenos de inestabilidad local .. 6-14	
Figura 6.8 Fotografías del talud Codeipa en su parte baja – Fenómenos de desecación y cambios volumétricos.....	6-15

- Figura 6.9 Fotografías de los lagos de las canteras Santa Inés y Guaquera – Descenso en el nivel del lago frente al Talud Codeipa 6-16
- Figura 6.10 Fotografías de la terraza superior y el predio Codeipa – Hundimientos locales y zona de escombros..... 6-17

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A FORMATOS DE CAMPO PARA LA CLASIFICACIÓN GLOBAL DE RIESGO

1 GENERALIDADES

El barrio Villa Jaqui se encuentra localizado en el sector sur de Bogotá D.C., comprendido entre la cantera Santa Inés (oriente) y la Avenida Boyacá ó Avenida al Llano (occidente). El terreno en que se asentó la comunidad del barrio Villa Jaqui, está constituido superficialmente por depósitos de rellenos antrópicos heterogéneos con diferentes grados de compactación en espesores variables –en promedio de 2 m-, realizados localmente como parte de la adecuación del terreno para la construcción de viviendas; el relleno cubre limos areno arcillosos in situ que yacen sobre las gravas del Tunjuelo. Con respecto al talud de la cantera Santa Inés –denominado Codeipa-, este consiste en un relleno antrópico terracedo, conformado por limos arenosos y arcillosos, lentes arenosos y ocasionalmente cantos y gravas con diferente grado de compactación. Las viviendas que componen el barrio son predominantemente en mampostería, de uno y dos pisos.

Durante la temporada invernal de junio y julio de 2002, se produjeron crecientes del río Tunjuelo, que provocaron la inundación de las zonas de explotación de material aluvial – pozos a cielo abierto, denominados comúnmente “gravilleras del Tunjuelo”-, ocasionando la modificación de las condiciones de estabilidad de los taludes de los frentes de explotación. En el caso de la mina Santa Inés, ésta comenzó a sumergirse como consecuencia de la infiltración de agua subsuperficial proveniente de minas aledañas ya inundadas. Esta situación generó preocupación, dado que en el talud Codeipa había ocurrido un deslizamiento hace más de una década, por lo cual CEMEX acometió como medida preventiva la construcción del ya mencionado relleno antrópico terracedo, a manera de contrapeso del talud Codeipa.

En razón a las circunstancias relacionadas con la inundación de la mina, el FOPAE ejecutó un “Estudio de evaluación de riesgos para los barrios México y Villa Jaqui por inestabilidad en los taludes aledaños a las gravilleras e inundación para los barrios Tunjuelito y Meissen por desbordamiento del Río Tunjuelito debido al embalsamiento actual de las aguas dentro de las gravilleras”, a través del contrato CONS-292/2002 suscrito con la firma Geoingeniería Ltda., el cual contó con la interventoría de la firma Análisis Geotécnicos Colombianos A.G.C. Ltda.

Entre las conclusiones del estudio, se encuentra la calificación de amenaza alta y riesgo alto por remoción en masa del sector sur del barrio Villa Jaqui –manzanas 6 a 10- asociada a las condiciones de estabilidad del talud Codeipa.

Posteriormente, en octubre de 2003 el DPAE emite el Diagnóstico Técnico DI-1927 que describió:

- Hundimientos localizados en la terraza superior del talud Codeipa. Como posibles motivos de este fenómeno se señalaron:
 - o Diferencias en la composición de los materiales y en el grado de compactación de los mismos
 - o Posibles sobrecargas realizadas dentro del predio de Codeipa, cerca de la corona.

- No se observaron evidencias de daño cerca de las viviendas, que comprometieran su habitabilidad.

En octubre de 2004, la DPAE emite el Diagnóstico Técnico DI-2143, donde se reporta la información de instrumentación suministrada por la empresa Cemex S.A. en el período comprendido entre Junio de 2002 y octubre de 2004, según la cual, el nivel del agua se ha incrementado en 24.5 m en la Cantera Santa Inés, producto de la infiltración de las aguas depositadas en las canteras adyacentes. El diagnóstico recomienda incluir en el programa de reasentamiento de familias en alto riesgo no mitigable, 25 de los predios más cercanos al talud Codeipa y adelantar un monitoreo tanto de la evolución en las condiciones de estabilidad del talud como del comportamiento de las construcciones; todo esto dentro del marco de acciones definidas en el Plan de Prevención y Mitigación de Riesgo en el Sector Gravilleras de la Cuenca del Río Tunjuelo a Corto Plazo que adelanta el Distrito Capital en el sector.

En este documento se establecen las condiciones del monitoreo recomendado en el Diagnóstico Técnico DI-2143, así como los resultados obtenidos del conjunto de campañas efectuadas en desarrollo del contrato de consultoría CONS 468 de 2004 suscrito entre el FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS FOPAE e INGENIERIA Y GEORIESGOS.

1.1 ALCANCE DEL MONITOREO

El monitoreo comprende tres tipos de controles: topográfico, de instrumentación y de viviendas, con los cuales se pretende una aproximación a la cinemática del problema de inestabilidad y su relación con la modificación de las condiciones habitacionales del sector.

Las actividades involucradas son las siguientes: análisis de información existente, evaluación de las condiciones del proyecto, controles topográficos –a lo largo de dos (2) secciones-, instrumentación –extensómetros en viviendas-, campañas de control de viviendas e interpretación y análisis de resultados. Los controles topográficos y de instrumentación, así como el monitoreo de las viviendas se realizaron a lo largo del proyecto en 10 campañas.

1.2 ORGANIZACIÓN DEL INFORME

Este informe compendia los resultados de las nueve campañas de control topográfico –secciones topográficas-, e instrumentación –extensómetros sobre viviendas-, y la diez campañas de control de viviendas. En el primer capítulo se describen de manera sucinta las actividades realizadas, mientras que en los capítulos siguientes se relacionan los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad bajo las condiciones que presentaron las secciones de análisis (Capítulo 6), de los controles topográficos sobre las mismas secciones (Capítulo 3), la medición de los extensómetros de las viviendas (Capítulo 4), el control de viviendas (Capítulo 5), y finalmente las conclusiones que se pueden extraer para el periodo de control estipulado contractualmente.

2 RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 DOCUMENTACIÓN RECOPIADA

La recopilación de información consistió en la consecución por medio de la DPAAE, del estudio de GeolIngeniería Ltda (2002) "EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LOS BARRIOS MÉXICO Y VILLA JACQUI POR INESTABILIDAD EN LOS TALUDES ALEDAÑOS A LAS GRAVILLERAS E INUNDACIÓN PARA LOS BARRIOS TUNJUELITO Y MEISSEN POR DESBORDAMIENTO DEL RÍO TUNJUELITO DEBIDO AL EMBALSAMIENTO ACTUAL DE LAS AGUAS DENTRO DE LAS GRAVILLERAS. LOCALIDADES DE CIUDAD BOLÍVAR Y TUNJUELITO". Este documento compendia información específica de geología y geotecnia, útil para el desarrollo del monitoreo.

Adicionalmente se contó con los registros históricos de CEMEX correspondientes al monitoreo del talud Codeipa, los cuales incluyen: registro diario de lectura de extensómetros a partir de octubre de 2002; control diario de piezómetro y nivel del lago a partir de enero 07 de 2005 hasta cuando se desembalsó la mina; planos de nivelación del canal flexible y localización de extensómetros; y parámetros de resistencia de los materiales encontrados en el talud.

2.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La información recopilada hasta el momento ha sido estudiada, y de ésta, se estableció la geometría del problema, los alcances previos y demás condiciones de relevancia para este estudio, los cuales se discuten en los numerales siguientes.

Del estudio de GeolIngeniería Ltda (2002) se empleó la base cartográfica, los perfiles estratigráficos, y la caracterización geotécnica.

La información suministrada por CEMEX fue útil para la definición de la superficie piezométrica del talud, así como para la caracterización geotécnica de los materiales, mediante un análisis estadístico de los datos disponibles. Adicionalmente, permitió determinar la zona de mayores desplazamientos, correspondiente al costado sur del talud Codeipa en donde se encuentran localizados los extensómetros 13 y 15.

De acuerdo con los desplazamientos registrados por los extensómetros a partir del año 2002, se identificaron varias fechas de reactivación del movimiento en el talud Codeipa, correspondientes a los meses de septiembre y diciembre de 2004 y coincidente con la época invernal que durante este periodo afectó a la ciudad de Bogotá.

La información correspondiente a los niveles de embalse fue suministrada por el CEMEX a través de la DPAAE.

3 CONTROL TOPOGRÁFICO

Se efectuaron nueve campañas de control topográfico -de altimetría y planimetría- en las siguientes fechas, previa materialización el 26 y 27 de febrero de los puntos de control superficial:

- Campaña 1: 5 y 6 de marzo
- Campaña 2: 3 de abril
- Campaña 3: 1 de mayo
- Campaña 4: 26 de mayo
- Campaña 5: 26 de junio
- Campaña 6: 17 de julio
- Campaña 7: 5 de agosto
- Campaña 8: 3 de septiembre
- Campaña 9: 2 de octubre

3.1 INSTALACIÓN DE MOJONES, ESTACAS Y PUNTOS ADICIONALES

La materialización se efectuó por medio de tres secciones, denominadas A, B, C a través de 61 puntos de control superficial distribuidos en 10 mojones de concreto, 43 estacas o tacos de madera y 8 puntos adicionales con puntilla de acero sobre pozos o andenes. Los mojones tienen una profundidad media de 0.60m, mientras que las estacas tienen una longitud de 0.50m

En la primera sección (Sección A), que se extiende a lo largo de la Kra 16 A y en dirección al talud Codeipa hasta la parte baja cercana al lago, se materializaron 5 mojones (1A a 5A) y 21 tacos, además del CD 607A ubicado en la parte alta del cerro aledaño al costado occidental de la Av. Boyacá. La Tabla 3.1 muestra las coordenadas de los puntos referenciados en la sección A.

De igual manera se procedió en la sección B, ubicada a lo largo de la Kra 16 Bis del barrio Villa Jaqui. En ella se ubicaron 5 mojones y 22 tacos. La Tabla 3.2 muestra las coordenadas de los puntos referenciados en la sección B.

Adicionales a los puntos de las secciones de análisis, se instalaron 3 puntos de control en la zona de aparente levantamiento del terreno en la parte baja del talud, tacos 1C, 2C y 3C, para realizar un monitoreo y seguimiento de desplazamientos. La Tabla 3.3 muestra las coordenadas de los puntos en el levantamiento. La localización de los puntos de control levantados se muestra en la **Figura 3.1**.

3.2 PUNTOS DE REFERENCIA

Para la elección de los puntos de referencia se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: buena visual para poder realizar el mayor número de radiaciones y minimizar la necesidad de poligonales de apoyo; que estuvieran en sitios estables y que estuvieran distribuidos convenientemente en el sector de estudio.

El procedimiento se inició ubicando el punto CD-607A de la red Geodésica Nacional en Bogotá, localizado en el afloramiento rocoso del costado occidental de la Av. Boyacá, al frente del barrio Villa Jaqui, con coordenadas certificadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), desde el cual se dieron coordenadas y ajuste a los puntos y mojones materializados que se utilizaron como puntos de apoyo para poligonales y radiaciones en el área afectada.

En la **Figura 3.1** se muestra la localización de los puntos de control y en la Tabla 3.4 se relacionan sus coordenadas y cotas.

3.3 LEVANTAMIENTO DE SECCIONES (PLANIMETRÍA Y ALTIMETRÍA)

En las nueve campañas se levantaron todos los puntos de control, dando visual a la primera poligonal desde el CD-607A del IGAC para ajustar la localización de los controles superficiales a coordenadas reales. Todos los detalles levantados se radiaron desde puntos de referencia o desde estaciones debidamente amarradas por poligonal cerrada al CD-607A, tomando lectura de coordenadas y cota a cada uno de ellos. La Tabla 3.4 muestra las coordenadas de los puntos de referencia CD-607A y BM1.

El equipo utilizado en el control topográfico es una Estación semi-total marca NIKKON, referencia DTM-A 20 Número de serial LG 920993, debidamente calibrado. Para el descargue y procesamiento de la información de la estación total se utilizó el Software CRC-DATA COMMUNICATION, REDUCTION Y CONVERSIÓN PROGRAM FOR THE GTS 210. VERSIÓN 1.07.

Para el levantamiento de los detalles se realizó una nivelación cerrada tanto en el sector del barrio Villa Jaqui como en la parte interna de CEMEX Colombia. Los puntos se ubicaron lo más cercanos posibles a las secciones típicas del área de estudio.

Los puntos del talud Codeipa fueron leídos desde dos estaciones en su interior que se integran mediante poligonal cerrada. Los puntos de la sección A se encuentran consignados en la Tabla 3.1 y los puntos de la sección B en la Tabla 3.2, mientras que los de la sección C se indican en la Tabla 3.3. En la Figura 3.1 se muestra la localización de los puntos de las poligonales, mientras que la ubicación de las secciones de monitoreo se identifica en la Figura 3.2.

3.4 RESULTADOS DEL MONITOREO

Después de realizar la comparación de desplazamientos entre las campañas 2 y 9, para un periodo de 7 meses se pueden establecer los siguientes aspectos generales (Ver Tabla 3.5):

- En la sección A-A, el 67% de los desplazamientos horizontales son inferiores a 0.05m y el 92% son menores que 0.10m. De los desplazamientos verticales descendentes

(Hundimientos) se puede concluir que, el 74% es inferior o igual 0.06m, pero todos los puntos son inferiores a 0.15m.

- El 75% de los desplazamientos horizontales medidos en la sección B-B son inferiores a 0.05m y el 96% son menores que 0.10m. Los desplazamientos verticales en un 53% son inferiores a 0.05m, y el 96% son inferiores a 0.10m.
- En la sección C-C se registraron desplazamientos horizontales acumulados los cuales son inferiores a 0.05m, mientras que los desplazamientos verticales son inferiores a 0.07m.
- Respecto a la dirección de los desplazamientos horizontales, la tendencia de desplazamiento coincide con la preferencia cinemática del talud Codeipa. Así para la sección A-A, los vectores de desplazamiento tienen direcciones NE en la parte alta del talud, y en la parte baja SE, en tanto que en la sección B-B, los vectores apuntan a movimientos con dirección W-E.
- Las tasas o velocidades de desplazamiento horizontal entre campañas consecutivas se han mantenido estables desde el inicio, lo que indica que aún no existe una aceleración del movimiento del talud en el tiempo y se encuentran principalmente por debajo de 0.005m/día, (Ver Figura 3.5 y Figura 3.6). Con relación a las tasas de desplazamiento vertical estas se agrupan alrededor de 0.0025m/día, pero se presentan valores extremos inferiores a 0.005m/día. Ambas tasas de movimiento muestran tendencias aproximadamente uniformes y manifiestan movimientos muy lentos del talud.

En la Figura 3.3, se presentan los perfiles de las secciones de análisis –lo cuáles no se ven afectados sustancialmente con respecto a los definidos en la campaña inicial-, y en la Figura 3.4 se presentan los vectores de desplazamiento obtenidos de las posiciones registradas entre las campañas 2 y 9, así como la representación de los cambios de elevación para el mismo periodo.

Por último, con el fin de evaluar la incidencia de la variación del nivel del embalse sobre las tasas de desplazamiento que ocurren en el talud Codeipa, se elaboraron gráficos de variación de las dos variables (Ver Figura 3.9 a Figura 3.12). De estos se puede concluir que no existe relación directa entre la disminución del nivel del embalse y los desplazamientos registrados en las secciones de control.

- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: 70
- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: 02m
- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: en general todos los desplazamientos horizontales
- Eliminado: inferiores a 0.03m.
- Con formato: Sin Resaltar
- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: 19
- Eliminado: 037, se obtuvo un registro de 0.037m en la primera berma ladera abajo de la quebrada en el punto PT-TACO8B a la cota 2571msnm, que como ya se ha mencionado en informes anteriores puede estar asociado al peso de vehículos pesados. Los desplazamientos ... [2]
- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: de tipo ascendente, ... [1]
- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: 75
- Con formato: Sin Resaltar
- Con formato: Sin Resaltar
- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: y verticales del orden de
- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: 02m
- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: a semejanza de la ... [3]
- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: no
- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: Los
- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: muestran orientación
- Eliminado: la sección de análisis ... [4]
- Con formato: Sin Resaltar
- Eliminado: también se sigue
- Con formato: Sin Resaltar
- Con formato: Sin Resaltar
- Con formato: Sin Resaltar
- Con formato: Sin Resaltar

Tabla 3.1 Coordenadas y cotas de puntos referenciados en sección A

PUNTO	COORD. NORTE	COORD. ESTE	COTA
D_ CD-607A	94,006,157	93,488,051	2,640,300
D_ MJ-1A	94,144,093	93,640,571	2,576,978
Pt MJ-2A	94,159,728	93,659,474	2,575,207
Pt MJ-3A	94,177,911	93,681,461	2,574,445
Pt MJ-4A	94,188,018	93,692,500	2,572,811
Pt MJ-5A	94,194,184	93,701,820	2,572,063
Pt TACO 1A	94,151,257	93,649,232	2,576,422
Pt TACO 2A	94,168,650	93,670,261	2,574,751
Pt TACO 3A	94,179,504	93,683,382	2,574,488
D_ TACO 4A	94,180,601	93,684,701	2,574,562
Pt TACO 5A	94,183,310	93,685,370	2,573,854
Pt TACO 6A	94,192,094	93,698,496	2,573,250
Pt TACO 7A	94,199,846	93,710,376	2,571,976
Pt TACO 8A	94,201,691	93,713,144	2,570,152
Pt TACO 9A	94,204,639	93,717,640	2,567,373
Pt TACO 10A	94,210,353	93,726,236	2,567,305
Pt TACO 11A	94,213,082	93,730,391	2,564,798
Pt TACO 12A	94,218,678	93,738,844	2,560,287
Pt TACO 13A	94,222,926	93,745,241	2,560,327
Pt TACO 14A	94,225,584	93,749,248	2,557,701
Pt TACO 15A	94,229,575	93,755,285	2,554,229
Pt TACO 16A	94,239,871	93,770,888	2,554,243
Pt TACO 17A	94,248,133	93,783,362	2,550,167
Pt TACO 18A	94,255,950	93,796,949	2,550,564
Pt TACO 19A	94,265,959	93,810,321	2,545,698
Pt TACO 20A	94,272,235	93,819,813	2,544,185
Pt TACO 21A	94,280,133	93,831,752	2,544,059

Nota: El TACO 13A se encontró movido por maquinaria.

Tabla 3.2 Coordenadas y cotas de puntos referenciados en la sección B

PUNTO	COORD. NORTE	COORD. ESTE	COTA
D_ CD-607A	94,006,157	93,488,051	2,640,300
D_ MJ-1B	94,090,119	93,673,165	2,578,048
Pt MJ-2B	94,112,672	93,697,411	2,576,220
Pt MJ-3B	94,128,229	93,714,131	2,575,379
Pt MJ-4B	94,138,763	93,725,469	2,572,712
Pt MJ-5B	94,149,567	93,737,084	2,570,525
Pt TACO 1B	94,103,124	93,687,149	2,576,938
Pt TACO 2B	94,121,102	93,706,466	2,575,920
Pt TACO 3B	94,129,747	93,715,762	2,575,367
D_ TACO 4B	94,131,726	93,717,889	2,575,360
Pt TACO 5B	94,132,773	93,719,018	2,574,868
Pt TACO 6B	94,144,402	93,731,539	2,573,032
Pt TACO 7B	94,156,193	93,744,217	2,570,502
Pt TACO 8B	94,158,835	93,747,061	2,568,368
Pt TACO 9B	94,162,029	93,750,481	2,566,101
Pt TACO 10B	94,167,198	93,756,032	2,566,251
Pt TACO 11B	94,169,978	93,759,034	2,563,514
Pt TACO 12B	94,173,705	93,763,030	2,560,065
D_ TACO 13B	94,185,915	93,776,163	2,559,963
Pt TACO 14B	94,188,312	93,780,384	2,557,921
Pt TACO 15B	94,193,326	93,789,251	2,553,961
Pt TACO 16B	94,198,803	93,798,904	2,551,133
Pt TACO 17B	94,202,129	93,804,762	2,549,131
Pt TACO 18B	94,213,970	93,825,652	2,549,409
Pt TACO 19B	94,216,296	93,829,767	2,547,940
Pt TACO 20B	94,222,585	93,840,867	2,544,955
Pt TACO 21B	94,229,742	93,853,501	2,544,842
Pt TACO 22B	94,240,826	93,872,954	2,543,911

Nota: El TACO 22B estaba movido por maquinaria.

Tabla 3.3 Coordenadas y cotas puntos de monitoreo en zona de abultamiento de la parte baja del talud – Sección C

PUNTO	COORD. NORTE	COORD. ESTE	COTA
Pt TACO 1C	94,209,823	93,852,620	2,545,735
Pt TACO 2C	94,201,824	93,840,038	2,549,678
Pt TACO 3C	94,190,810	93,822,181	2,549,169

Tabla 3.4 Coordenadas y Cotas CD y BM-1

DELTA	PUNTO	DISTANCIA	COORD.NORTE	COORD.ESTE	COTA
D_ CD-607A	D_ CD-607 ^a	0	94,006,157	93,488,051	2,640,300
	Pt BM-1	173,520	94,053,475	93,654,995	2,579,747

Tabla 3.5 Desplazamiento en las secciones de análisis

CAMPAÑAS		DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL							
		2-1	3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7	9-8
SECCIÓN	FECHA	03/04/2005	01/05/2005	22/05/2005	26/06/2005	17/07/2005	07/08/2005	03/09/2005	02/10/2005
	PUNTO								
A-A'	D_CD-607A	0	0	0	0	0	0	0	0
	D_MJ-1A	0.021	0.007	0.009	0.015	0.009	0.009	0.017	0.02
	Pt MJ-2A	0.017	0.009	0.004	0.024	0.006	0.012	0.024	0.02
	Pt MJ-3A	0.019	0.008	0.007	0.015	0.002	0.008	0.026	0.017
	Pt MJ-4A	0.042	0.017	0.01	0.008	0.011	0.015	0.027	0.011
	Pt MJ-5A	0.031	0.016	0.007	0.013	0.007	0.002	0.021	0.012
	Pt TACO 1A	0.019	0.008	0.008	0.025	0.009	0.008	0.025	0.022
	Pt TACO 2A	0.021	0.011	0.006	0.015	0.004	0.005	0.019	0.021
	Pt TACO 3A	0.019	0.009	0.013	0.02	0.006	0.006	0.021	0.019
	D_TACO 4A	0.023	0.013	0.013	0.023	0.007	0.01	0.022	0.02
	Pt TACO 5A	0.032	0.018	0.083	0.082	0.009	0.01	0.022	0.011
	Pt TACO 6A	0.039	0.019	0.01	0.023	0.117	0.018	0.028	0.01
	Pt TACO 7A	0.024	0.022	0.005	0.012		0.012	0.024	0.009
	Pt TACO 8A	0.025	0.024	0.004	0.01	0.014	0.011	0.026	0.011
	Pt TACO 9A	0.028	0.01	0.004	0.01	0.01	0.008	0.038	0.008
	Pt TACO 10A	0.032	0.017	0.002	0.02	0.002	0.009	0.019	0.008
	Pt TACO 11A	0.026	0.033	0.024	0.006	0.008	0.005	0.022	0.026
	Pt TACO 12A	0.037	0.02	0.014	0.045	0.005	0.005	0.012	0.006
	Pt TACO 13A	0.03	0.02	0.021			0.006	0.009	0.026
	Pt TACO 14A	0.031	0.016	0.021	0.012	0.004	0.004	0.026	0.006
	Pt TACO 15A	0.033	0.023	0.025	0.005	0.01	0.007	0.026	0.009
Pt TACO 16A	0.034	0.02	0.025	0.013	0.012	0.009	0.013	0.02	
Pt TACO 17A	0.042	0.026	0.024	0.011	0.01	0.004	0.018	0.015	
Pt TACO 18A	0.048	0.016	0.024	0.017	0.007	0.012	0.022	1.292	
Pt TACO 19A	0.031	0.019	0.032	0.016	0.015	0.012	0.017	0.023	
Pt TACO 20A	0.04	0.02	0.04	0.014	0.014	0.016	0.021	0.021	
Pt TACO 21A	0.029	0.026	0.043	0.011	0.019	0.023	0.018	0.025	

Convenciones:

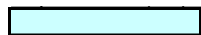


Puntos de control con desplazamientos mayores a 0.10 m

Tabla 3.5 Desplazamiento en las secciones de análisis (Continuación)

CAMPAÑAS		DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL							
		2-1	3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7	9-8
SECCIÓN	FECHA	03/04/2005	01/05/2005	22/05/2005	26/06/2005	17/07/2005	07/08/2005	03/09/2005	02/10/2005
	PUNTO								
B-B'	D_CD-607A	0	0	0	0	0	0	0	0
	D_MJ-1B	0.028	0.009	0.003	0.009	0.012	0.014	0.019	0.009
	Pt MJ-2B	0.018	0.008	0.006	0.01	0.017	0.016	0.018	0.007
	Pt MJ-3B	0.019	0.014	0.008	0.015	0.013	0.015	0.021	0.012
	Pt MJ-4B	0.017	0.01	0.008	0.008	0.025	0.028	0.017	0.019
	Pt MJ-5B	0.024	0.014	0.01	0.009	0.018	0.019	0.019	0.018
	Pt TACO 1B	0.019	0.007	0.004	0.007	0.012	0.011	0.022	0.01
	Pt TACO 2B	0.022	0.007	0.006	0.013	0.012	0.015	0.022	0.012
	Pt TACO 3B	0.013	0.007	0.008	0.012	0.012	0.016		
	D_TACO 4B	0.019	0.014	0.008	0.015	0.012	0.015	0.021	0.01
	Pt TACO 5B	0.02	0.024	0.013	0.008	0.015	0.021	0.028	0.011
	Pt TACO 6B	0.018	0.014	0.012	0.009	0.015	0.015	0.019	0.019
	Pt TACO 7B	0.012	0.019	0.005	0.016	0.015	0.021	0.028	0.02
	Pt TACO 8B	0.065	0.016	0.017	0.017	0.013	0.022	0.017	0.023
	Pt TACO 9B	0.048	0.016	0.009	0.018	0.02	0.019	0.023	0.019
	Pt TACO 10B	0.051	0.017	0.013	0.019	0.019	0.028	0.023	0.023
	Pt TACO 11B	0.032	0.019	0.027	0.017	0.014	0.012	0.023	0.006
	Pt TACO 12B	0.04	0.019	0.017	0.012	0.013	0.016	0.021	0.01
	D_TACO 13B	0.03	0.021	0.017	0.015	0.01	0.011	0.022	0.006
	Pt TACO 14B	0.019	0.021	0.017	0.024	0.021	0.011	0.018	0.008
	Pt TACO 15B	0.022	0.02	0.019	0.027	0.01	0.005	0.019	0.016
	Pt TACO 16B	0.071	0.025	0.023	0.009	0.013	0.006	0.019	0.002
	Pt TACO 17B	0.03	0.027	0.025	0.016	0.022	0.022	0.015	0.009
	Pt TACO 18B	0.039	0.026	0.027	0.01	0.016	0.014	0.013	0.012
	Pt TACO 19B	0.038	0.025	0.03	0.021	0.012		0.016	0.007
	Pt TACO 20B	0.184	0.028	0.027	0.014	0.019	0.021	0.009	0.005
Pt TACO 21B	0.222	0.024	0.026	0.034	0.012	0.013	0.013	0.006	
Pt TACO 22B	0.269	0.024	0.026	0.024	0.011	0.008	0.013	0.048	
C-C'	Pt TACO 1C	0.042	0.028	0.03	0.034	0.006	0.011	0.009	0.005
	Pt TACO 2C	0.032	0.028	0.029	0.023	0.009	0.011	0.019	0.011
	Pt TACO 3C	0.142	0.023	0.025	0.017	0.01	0.013	0.016	0.006

Convenciones:



Puntos de control con desplazamientos mayores a 0.10 m

Tabla 3.5 Desplazamiento en las secciones de análisis (Continuación)

CAMPANAS		DESPLAZAMIENTO VERTICAL								
SECCIÓN	PUNTO	FECHA	2-1	3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7	9-8
			03/04/2005	01/05/2005	22/05/2005	26/06/2005	17/07/2005	07/08/2005	03/09/2005	02/10/2005
A-A'	D_CD-607A		0	0	0	0	0	0	0	0
	D_MJ-1A		0	0.003	-0.001	0.001	-0.005	0.004		-0.005
	Pt MJ-2A		-0.001	0.006	-0.002		-0.005	0.003	0.002	-0.003
	Pt MJ-3A		0.041	0.008	-0.004		-0.007	0.003	0.004	-0.003
	Pt MJ-4A		-0.021	-0.021	0.026	0.011	0.013	-0.015	0.014	0.001
	Pt MJ-5A		-0.022	-0.021	-0.11	0.147	0.014	-0.013	0.018	-0.006
	Pt TACO 1A		-0.001	0.006	-0.003	0.001	-0.004	0.002	0.001	-0.004
	Pt TACO 2A		0.454	0.006	-0.001	0.001	-0.005	0.002	0.002	-0.001
	Pt TACO 3A		-0.004	0.007	-0.002	-0.003	-0.002	0.001	0.004	-0.002
	D_TACO 4A		-0.003	0.007	-0.003	-0.002	-0.005	0.004	0.003	0.001
	Pt TACO 5A		-0.018	-0.021	0.022	0.012	0.014	-0.013	0.015	0.004
	Pt TACO 6A		-0.02	-0.022	0.027	0.015	0.065	-0.016	0.016	0.057
	Pt TACO 7A		-0.017	-0.018	0.031	0.016		-0.015	0.023	
	Pt TACO 8A		-0.011	-0.026	0.033	0.014	0.016	-0.013	0.022	-0.003
	Pt TACO 9A		-0.016	-0.02	0.027	0.004	0.028	-0.008	0.019	-0.009
	Pt TACO 10A		-0.017	-0.019	0.027	0.022	0.013	-0.013	0.022	0.002
	Pt TACO 11A		-0.02	-0.033	0.031	0.027	0.01	-0.008	0.011	0.005
	Pt TACO 12A		-0.014	-0.032	0.029	0.029	0.009	-0.01	0.006	0.01
	Pt TACO 13A		-0.016	-0.025	0.024			-0.012	0.005	0.01
	Pt TACO 14A		-0.02	-0.027	0.026	0.033	0.008	-0.008	0.012	0.007
	Pt TACO 15A		-0.025	-0.019	0.022	0.02	0.014	-0.011	0.014	-0.001
Pt TACO 16A		-0.02	-0.026	0.031	0.037	0.015		0.015	0.01	
Pt TACO 17A		-0.023	-0.032	0.031	0.034	0.008	-0.012	0.012	0.009	
Pt TACO 18A		-0.023	-0.021	0.027	0.047	0.017	-0.006	0.013	0.018	
Pt TACO 19A		-0.02	-0.022	0.022	0.032	0.012	-0.012	0.008	0.016	
Pt TACO 20A		-0.029	-0.026	0.03	0.033	0.01	-0.012	0.009	0.016	
Pt TACO 21A		-0.022	-0.025	0.032	0.035	0.014	-0.002	0.009	0.011	

Tabla 3.5 Desplazamiento en las secciones de análisis (Continuación)

CAMPANAS		DESPLAZAMIENTO VERTICAL								
SECCIÓN	PUNTO	FECHA	2-1	3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7	9-8
			03/04/2005	01/05/2005	22/05/2005	26/06/2005	17/07/2005	07/08/2005	03/09/2005	02/10/2005
B-B'	D_CD-607A		0.011	-0.011	0	0	0	0	0	0
	D_MJ-1B		-0.002	0.002	0.001	0.002	-0.002		-0.001	0.007
	Pt MJ-2B		0.001	0.003	0	0.002	-0.003	0.001	-0.001	0.006
	Pt MJ-3B		-0.002	0.007	0	-0.001	-0.007	0.009	-0.003	0.003
	Pt MJ-4B		-0.012	-0.017	0.031	0.019	0.013	-0.016	0.018	0.003
	Pt MJ-5B		-0.017	-0.022	0.035	0.015	0.017	-0.015	0.018	-0.001
	Pt TACO 1B		-0.003	0.005	-0.002	0.004	-0.008	0.006	0.003	0.007
	Pt TACO 2B		-0.002	0.007	-0.002	0.001	-0.005	0.005	0.001	0.008
	Pt TACO 3B		-0.004	0.006	-0.002		-0.007	0.003		
	D_TACO 4B		-0.001	0.005	-0.001	-0.002	-0.006	0.005	0.004	0.001
	Pt TACO 5B		-0.013	-0.022	0.028	0.005	0.015	-0.015	0.01	0.002
	Pt TACO 6B		-0.019	-0.019	0.039	0.015	0.019	-0.016	0.017	-0.003
	Pt TACO 7B		-0.014	-0.018	0.033	0.021	0.019	-0.02	0.019	0.001
	Pt TACO 8B		-0.011	-0.021	0.037	0.012	-0.028	-0.05	-0.037	0.002
	Pt TACO 9B		-0.012	-0.02	0.03	0.017	0.022	-0.023	0.017	0.011
	Pt TACO 10B		-0.014	-0.02	0.03	0.016	0.017	-0.013	0.01	0.005
	Pt TACO 11B		-0.007	-0.029	0.033	0.018	0.011	-0.011	0.007	0.008
	Pt TACO 12B		-0.006	-0.027	0.027	0.023	0.012	-0.013	0.012	0.004
	D_TACO 13B		-0.009	-0.023	0.028	0.021	0.013	-0.012	0.011	0.006
	Pt TACO 14B		-0.019	-0.026	0.031	0.028	0.01	-0.009	0.013	
	Pt TACO 15B		-0.021	-0.023	0.028	0.041	0.013	-0.009	0.016	0.007
	Pt TACO 16B		-0.023	-0.024	0.029	0.031	0.01	-0.008	0.012	0.005
Pt TACO 17B		-0.025	-0.022	0.027	0.032	0.009	-0.011	0.013	0.008	
Pt TACO 18B		-0.021	-0.023	0.029	0.033	0.016	-0.008	0.011	0.009	
Pt TACO 19B		-0.019	-0.023	0.032	0.037	0.012	-0.007	0.01	0.012	
Pt TACO 20B		-0.02	-0.028	0.033	0.032	0.012	-0.003	0.006	0.006	
Pt TACO 21B		-0.024	-0.027	0.028	0.03	0.014	-0.009	0.015	0.006	
Pt TACO 22B		-0.013	-0.025	0.037	0.038	0.017	-0.003	0.016	-0.024	
C-C'	Pt TACO 1C		-0.019	-0.026	0.028	0.02	0.029	-0.005	0.008	0.013
	Pt TACO 2C		-0.026	-0.022	0.028	0.035	0.01	-0.009	0.015	0.01
	Pt TACO 3C		-0.025	-0.023	0.026	0.033	0.012	-0.007	0.009	0.008

Eliminado: ¶

Con formato: Fuente: 10 pto, Sin Resaltar

Tabla 3.5 Desplazamiento en las secciones de análisis (Continuación)

CAMPANAS		VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL							
		2-1	3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7	9-8
SECCIÓN	FECHA PUNTO	03/04/2005	01/05/2005	22/05/2005	26/06/2005	17/07/2005	07/08/2005	03/09/2005	02/10/2005
A-A'	D_CD-607A	0	0	0	0	0	0	0	0
	D_MJ-1A	0.0008	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0006	0.0007
	Pt MJ-2A	0.0006	0.0003	0.0002	0.0007	0.0003	0.0006	0.0009	0.0007
	Pt MJ-3A	0.0007	0.0003	0.0003	0.0004	0.0001	0.0004	0.0010	0.0006
	Pt MJ-4A	0.0015	0.0006	0.0005	0.0002	0.0005	0.0007	0.0010	0.0004
	Pt MJ-5A	0.0011	0.0006	0.0003	0.0004	0.0003	0.0001	0.0008	0.0004
	Pt TACO 1A	0.0007	0.0003	0.0004	0.0007	0.0004	0.0004	0.0009	0.0008
	Pt TACO 2A	0.0008	0.0004	0.0003	0.0004	0.0002	0.0002	0.0007	0.0007
	Pt TACO 3A	0.0007	0.0003	0.0006	0.0006	0.0003	0.0003	0.0008	0.0007
	D_TACO 4A	0.0008	0.0005	0.0006	0.0007	0.0003	0.0005	0.0008	0.0007
	Pt TACO 5A	0.0011	0.0006	0.0040	0.0023	0.0004	0.0005	0.0008	0.0004
	Pt TACO 6A	0.0014	0.0007	0.0005	0.0007	0.0056	0.0009	0.0010	0.0003
	Pt TACO 7A	0.0009	0.0008	0.0002	0.0003		0.0006	0.0009	0.0003
	Pt TACO 8A	0.0009	0.0009	0.0002	0.0003	0.0007	0.0005	0.0010	0.0004
	Pt TACO 9A	0.0010	0.0004	0.0002	0.0003	0.0005	0.0004	0.0014	0.0003
	Pt TACO 10A	0.0011	0.0006	0.0001	0.0006	0.0001	0.0004	0.0007	0.0003
	Pt TACO 11A	0.0009	0.0012	0.0011	0.0002	0.0004	0.0002	0.0008	0.0009
	Pt TACO 12A	0.0013	0.0007	0.0007	0.0013	0.0002	0.0002	0.0004	0.0002
	Pt TACO 13A	0.0011	0.0007	0.0010			0.0003	0.0003	0.0009
	Pt TACO 14A	0.0011	0.0006	0.0010	0.0003	0.0002	0.0002	0.0010	0.0002
	Pt TACO 15A	0.0012	0.0008	0.0012	0.0001	0.0005	0.0003	0.0010	0.0003
Pt TACO 16A	0.0012	0.0007	0.0012	0.0004	0.0006	0.0004	0.0005	0.0007	
Pt TACO 17A	0.0015	0.0009	0.0011	0.0003	0.0005	0.0002	0.0007	0.0005	
Pt TACO 18A	0.0017	0.0006	0.0011	0.0005	0.0003	0.0006	0.0008	0.0446	
Pt TACO 19A	0.0011	0.0007	0.0015	0.0005	0.0007	0.0006	0.0006	0.0008	
Pt TACO 20A	0.0014	0.0007	0.0019	0.0004	0.0007	0.0008	0.0008	0.0007	
Pt TACO 21A	0.0010	0.0009	0.0020	0.0003	0.0009	0.0011	0.0007	0.0009	

Tabla 3.5 Desplazamiento en las secciones de análisis (Continuación)

CAMPANAS		VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL							
		2-1	3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7	9-8
SECCIÓN	FECHA PUNTO	03/04/2005	01/05/2005	22/05/2005	26/06/2005	17/07/2005	07/08/2005	03/09/2005	02/10/2005
B-B'	D_CD-607A	0	0	0	0	0	0	0	0
	D_MJ-1B	0.0010	0.0003	0.0001	0.0003	0.0006	0.0007	0.0007	0.0003
	Pt MJ-2B	0.0006	0.0003	0.0003	0.0003	0.0008	0.0008	0.0007	0.0002
	Pt MJ-3B	0.0007	0.0005	0.0004	0.0004	0.0006	0.0007	0.0008	0.0004
	Pt MJ-4B	0.0006	0.0004	0.0004	0.0002	0.0012	0.0013	0.0006	0.0007
	Pt MJ-5B	0.0009	0.0005	0.0005	0.0003	0.0009	0.0009	0.0007	0.0006
	Pt TACO 1B	0.0007	0.0003	0.0002	0.0002	0.0006	0.0005	0.0008	0.0003
	Pt TACO 2B	0.0008	0.0003	0.0003	0.0004	0.0006	0.0007	0.0008	0.0004
	Pt TACO 3B	0.0005	0.0003	0.0004	0.0003	0.0006	0.0008		
	D_TACO 4B	0.0007	0.0005	0.0004	0.0004	0.0006	0.0007	0.0008	0.0003
	Pt TACO 5B	0.0007	0.0009	0.0006	0.0002	0.0007	0.0010	0.0010	0.0004
	Pt TACO 6B	0.0006	0.0005	0.0006	0.0003	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007
	Pt TACO 7B	0.0004	0.0007	0.0002	0.0005	0.0007	0.0010	0.0010	0.0007
	Pt TACO 8B	0.0023	0.0006	0.0008	0.0005	0.0006	0.0010	0.0006	0.0008
	Pt TACO 9B	0.0017	0.0006	0.0004	0.0005	0.0010	0.0009	0.0009	0.0007
	Pt TACO 10B	0.0018	0.0006	0.0006	0.0005	0.0009	0.0013	0.0009	0.0008
	Pt TACO 11B	0.0011	0.0007	0.0013	0.0005	0.0007	0.0006	0.0009	0.0002
	Pt TACO 12B	0.0014	0.0007	0.0008	0.0003	0.0006	0.0008	0.0008	0.0003
	D_TACO 13B	0.0011	0.0008	0.0008	0.0004	0.0005	0.0005	0.0008	0.0002
	Pt TACO 14B	0.0007	0.0008	0.0008	0.0007	0.0010	0.0005	0.0007	0.0003
	Pt TACO 15B	0.0008	0.0007	0.0009	0.0008	0.0005	0.0002	0.0007	0.0006
	Pt TACO 16B	0.0025	0.0009	0.0011	0.0003	0.0006	0.0003	0.0007	0.0001
Pt TACO 17B	0.0011	0.0010	0.0012	0.0005	0.0010	0.0010	0.0006	0.0003	
Pt TACO 18B	0.0014	0.0009	0.0013	0.0003	0.0008	0.0007	0.0005	0.0004	
Pt TACO 19B	0.0014	0.0009	0.0014	0.0006	0.0006		0.0006	0.0002	
Pt TACO 20B	0.0066	0.0010	0.0013	0.0004	0.0009	0.0010	0.0003	0.0002	
Pt TACO 21B	0.0079	0.0009	0.0012	0.0010	0.0006	0.0006	0.0005	0.0002	
Pt TACO 22B	0.0096	0.0009	0.0012	0.0007	0.0005	0.0004	0.0005	0.0017	
C-C'	Pt TACO 1C	0.0015	0.0010	0.0014	0.0010	0.0003	0.0005	0.0003	0.0002
	Pt TACO 2C	0.0011	0.0010	0.0014	0.0007	0.0004	0.0005	0.0007	0.0004
	Pt TACO 3C	0.0051	0.0008	0.0012	0.0005	0.0005	0.0006	0.0006	0.0002

Tabla 3.5 Desplazamiento en las secciones de análisis (Continuación)

CAMPANAS		VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL							
		2-1	3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7	9-8
SECCIÓN	FECHA	03/04/2005	01/05/2005	22/05/2005	26/06/2005	17/07/2005	07/08/2005	03/09/2005	02/10/2005
A-A'	D_CD-607A	0	0	0	0	0	0	0	0
	D_MJ-1A		0.0001	0.0000	0.0000	-0.0002	0.0002		-0.0002
	Pt MJ-2A	0.0000	0.0002	-0.0001		-0.0002	0.0001	0.0001	-0.0001
	Pt MJ-3A	0.0015	0.0003	-0.0002		-0.0003	0.0001	0.0001	-0.0001
	Pt MJ-4A	-0.0008	-0.0008	0.0012	0.0003	0.0006	-0.0007	0.0005	0.0000
	Pt MJ-5A	-0.0008	-0.0008	-0.0052	0.0042	0.0007	-0.0006	0.0007	-0.0002
	Pt TACO 1A	0.0000	0.0002	-0.0001	0.0000	-0.0002	0.0001	0.0000	-0.0001
	Pt TACO 2A	0.0162	0.0002	0.0000	0.0000	-0.0002	0.0001	0.0001	0.0000
	Pt TACO 3A	-0.0001	0.0003	-0.0001	-0.0001	-0.0001	0.0000	0.0001	-0.0001
	D_TACO 4A	-0.0001	0.0003	-0.0001	-0.0001	-0.0002	0.0002	0.0001	0.0000
	Pt TACO 5A	-0.0006	-0.0008	0.0010	0.0003	0.0007	-0.0006	0.0006	0.0001
	Pt TACO 6A	-0.0007	-0.0008	0.0013	0.0004	0.0031	-0.0008	0.0006	0.0020
	Pt TACO 7A	-0.0006	-0.0006	0.0015	0.0005		-0.0007	0.0009	
	Pt TACO 8A	-0.0004	-0.0009	0.0016	0.0004	0.0008	-0.0006	0.0008	-0.0001
	Pt TACO 9A	-0.0006	-0.0007	0.0013	0.0001	0.0013	-0.0004	0.0007	-0.0003
	Pt TACO 10A	-0.0006	-0.0007	0.0013	0.0006	0.0006	-0.0006	0.0008	0.0001
	Pt TACO 11A	-0.0007	-0.0012	0.0015	0.0008	0.0005	-0.0004	0.0004	0.0002
	Pt TACO 12A	-0.0005	-0.0011	0.0014	0.0008	0.0004	-0.0005	0.0002	0.0003
	Pt TACO 13A	-0.0006	-0.0009	0.0011			-0.0006	0.0002	0.0003
	Pt TACO 14A	-0.0007	-0.0010	0.0012	0.0009	0.0004	-0.0004	0.0004	0.0002
	Pt TACO 15A	-0.0009	-0.0007	0.0010	0.0006	0.0007	-0.0005	0.0005	0.0000
Pt TACO 16A	-0.0007	-0.0009	0.0015	0.0011	0.0007		0.0006	0.0003	
Pt TACO 17A	-0.0008	-0.0011	0.0015	0.0010	0.0004	-0.0006	0.0004	0.0003	
Pt TACO 18A	-0.0008	-0.0008	0.0013	0.0013	0.0008	-0.0003	0.0005	0.0006	
Pt TACO 19A	-0.0007	-0.0008	0.0010	0.0009	0.0006	-0.0006	0.0003	0.0006	
Pt TACO 20A	-0.0010	-0.0009	0.0014	0.0009	0.0005	-0.0006	0.0003	0.0006	
Pt TACO 21A	-0.0008	-0.0009	0.0015	0.0010	0.0007	-0.0001	0.0003	0.0004	

Tabla 3.5 Desplazamiento en las secciones de análisis (Continuación)

CAMPANAS		VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL							
		2-1	3-2	4-3	5-4	6-5	7-6	8-7	9-8
SECCIÓN	FECHA	03/04/2005	01/05/2005	22/05/2005	26/06/2005	17/07/2005	07/08/2005	03/09/2005	02/10/2005
B-B'	D_ CD-607A	0.000392857	-0.000392857	0	0	0	0	0	0
	D MJ-1B	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	-0.0001		0.0000	0.0002
	Pt MJ-2B	0.0000	0.0001		0.0001	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0002
	Pt MJ-3B	-0.0001	0.0003		0.0000	-0.0003	0.0004	-0.0001	0.0001
	Pt MJ-4B	-0.0004	-0.0006	0.0015	0.0005	0.0006	-0.0008	0.0007	0.0001
	Pt MJ-5B	-0.0006	-0.0008	0.0017	0.0004	0.0008	-0.0007	0.0007	0.0000
	Pt TACO 1B	-0.0001	0.0002	-0.0001	0.0001	-0.0004	0.0003	0.0001	0.0002
	Pt TACO 2B	-0.0001	0.0003	-0.0001	0.0000	-0.0002	0.0002	0.0000	0.0003
	Pt TACO 3B	-0.0001	0.0002	-0.0001		-0.0003	0.0001		
	D TACO 4B	0.0000	0.0002	0.0000	-0.0001	-0.0003	0.0002	0.0001	0.0000
	Pt TACO 5B	-0.0005	-0.0008	0.0013	0.0001	0.0007	-0.0007	0.0004	0.0001
	Pt TACO 6B	-0.0007	-0.0007	0.0019	0.0004	0.0009	-0.0008	0.0006	-0.0001
	Pt TACO 7B	-0.0005	-0.0006	0.0016	0.0006	0.0009	-0.0010	0.0007	0.0000
	Pt TACO 8B	-0.0004	-0.0008	0.0018	0.0003	-0.0013	-0.0024	-0.0014	0.0001
	Pt TACO 9B	-0.0004	-0.0007	0.0014	0.0005	0.0010	-0.0011	0.0006	0.0004
	Pt TACO 10B	-0.0005	-0.0007	0.0014	0.0005	0.0008	-0.0006	0.0004	0.0002
	Pt TACO 11B	-0.0003	-0.0010	0.0016	0.0005	0.0005	-0.0005	0.0003	0.0003
	Pt TACO 12B	-0.0002	-0.0010	0.0013	0.0007	0.0006	-0.0006	0.0004	0.0001
	D TACO 13B	-0.0003	-0.0008	0.0013	0.0006	0.0006	-0.0006	0.0004	0.0002
	Pt TACO 14B	-0.0007	-0.0009	0.0015	0.0008	0.0005	-0.0004	0.0005	
	Pt TACO 15B	-0.0008	-0.0008	0.0013	0.0012	0.0006	-0.0004	0.0006	0.0002
	Pt TACO 16B	-0.0008	-0.0009	0.0014	0.0009	0.0005	-0.0004	0.0004	0.0002
Pt TACO 17B	-0.0009	-0.0008	0.0013	0.0009	0.0004	-0.0005	0.0005	0.0003	
Pt TACO 18B	-0.0008	-0.0008	0.0014	0.0009	0.0008	-0.0004	0.0004	0.0003	
Pt TACO 19B	-0.0007	-0.0008	0.0015	0.0011	0.0006	-0.0003	0.0004	0.0004	
Pt TACO 20B	-0.0007	-0.0010	0.0016	0.0009	0.0006	-0.0001	0.0002	0.0002	
Pt TACO 21B	-0.0009	-0.0010	0.0013	0.0009	0.0007	-0.0004	0.0006	0.0002	
Pt TACO 22B	-0.0005	-0.0009	0.0018	0.0011	0.0008	-0.0001	0.0006	-0.0008	
C-C'	Pt TACO 1C	-0.0007	-0.0009	0.0013	0.0006	0.0014	-0.0002	0.0003	0.0004
	Pt TACO 2C	-0.0009	-0.0008	0.0013	0.0010	0.0005	-0.0004	0.0006	0.0003
	Pt TACO 3C	-0.0009	-0.0008	0.0012	0.0009	0.0006	-0.0003	0.0003	0.0003

Figura 3.1 Localización de poligonales

Figura 3.2 Localización de secciones - Planta

Figura 3.3 Secciones – Perfil

Figura 3.4 Vectores de desplazamiento y círculos de asentamiento

Figura 3.5 Tasas de desplazamiento horizontal en la sección A-A

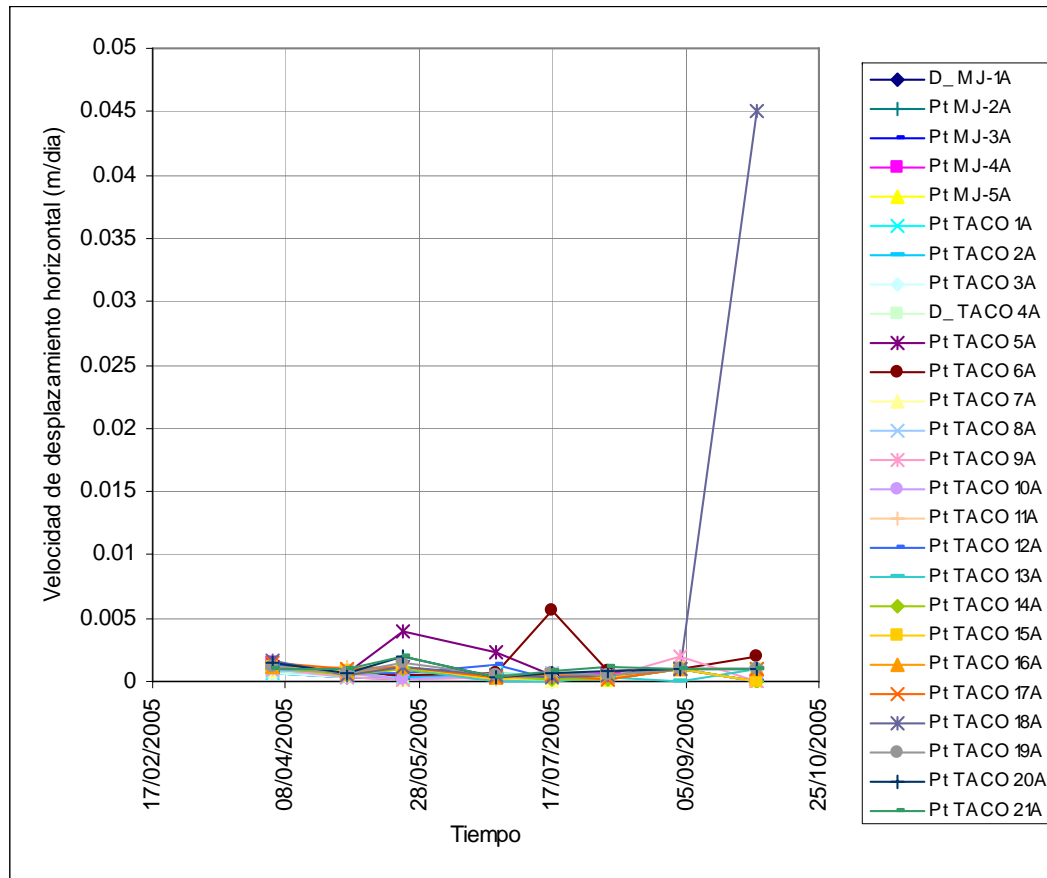


Figura 3.6 Tasas de desplazamiento horizontal en la sección B-B

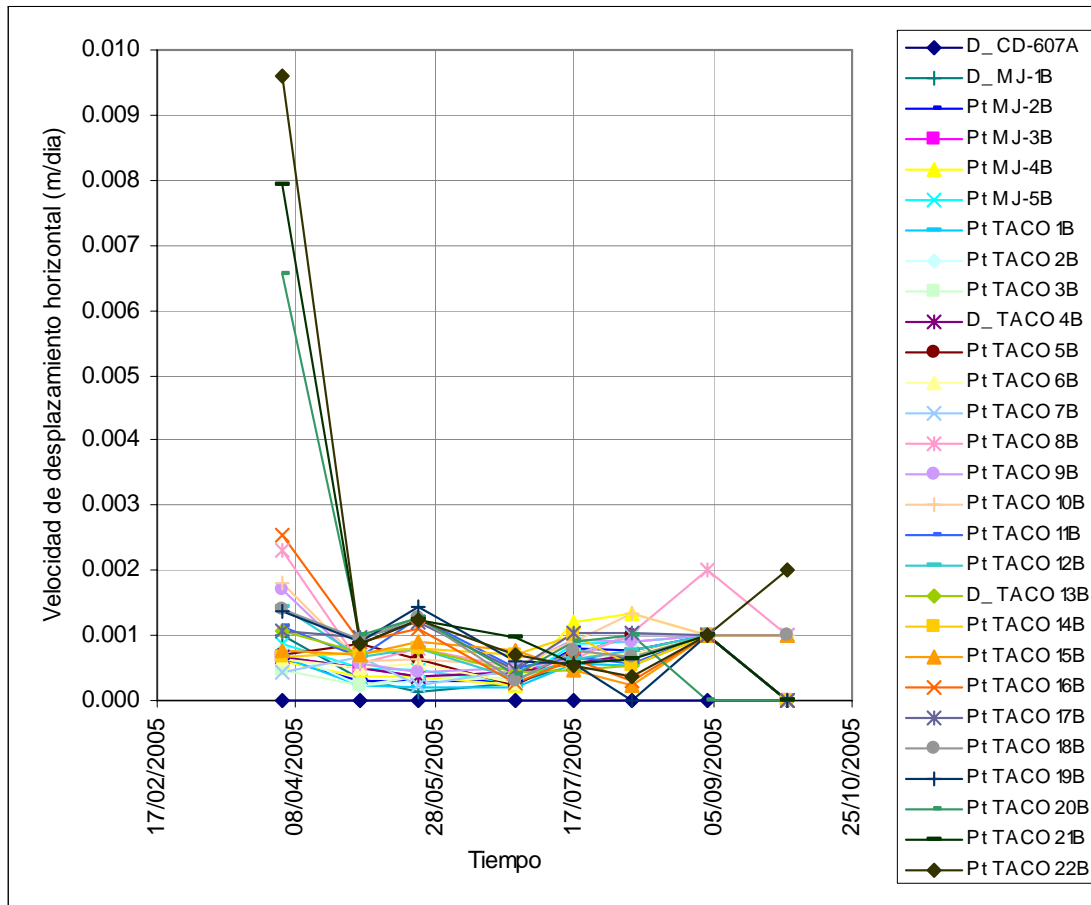


Figura 3.7 Tasas de desplazamiento vertical en la sección A-A

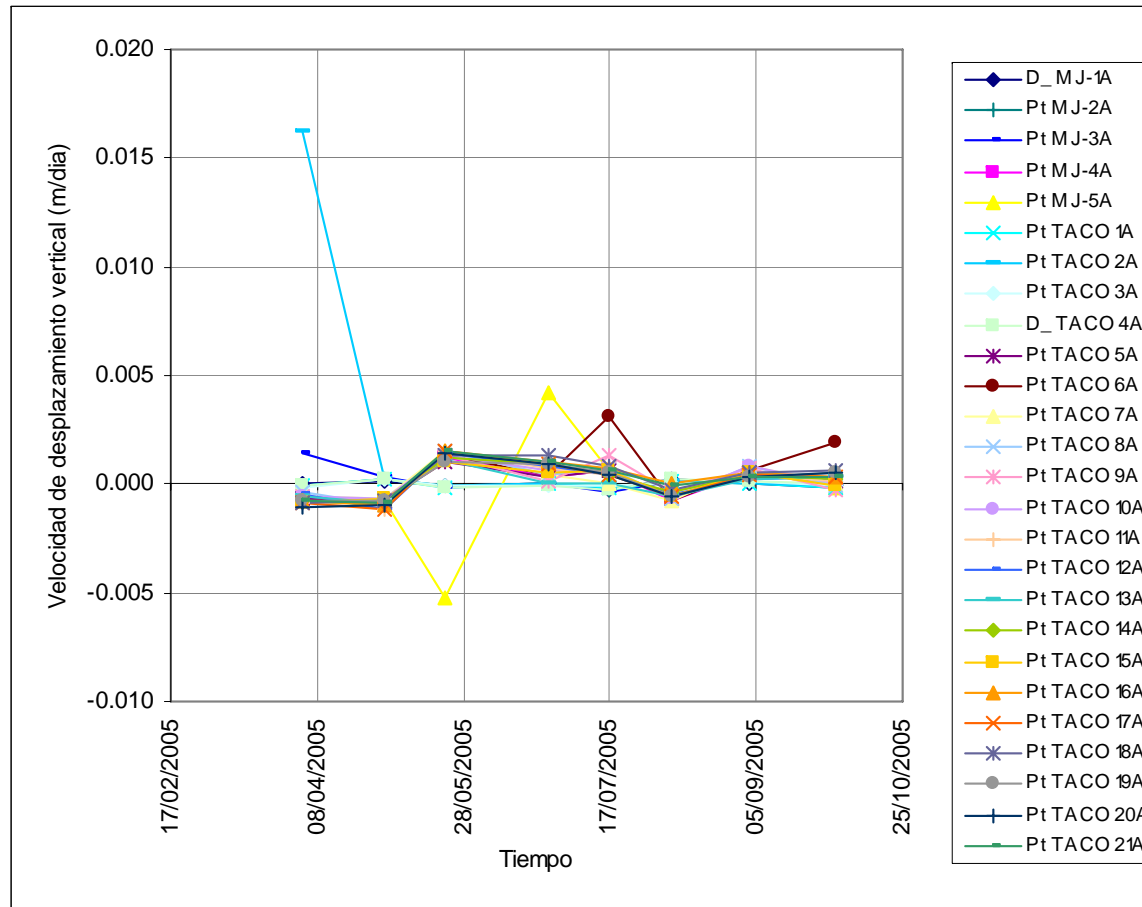


Figura 3.8 Tasas de desplazamiento vertical en la sección B-B

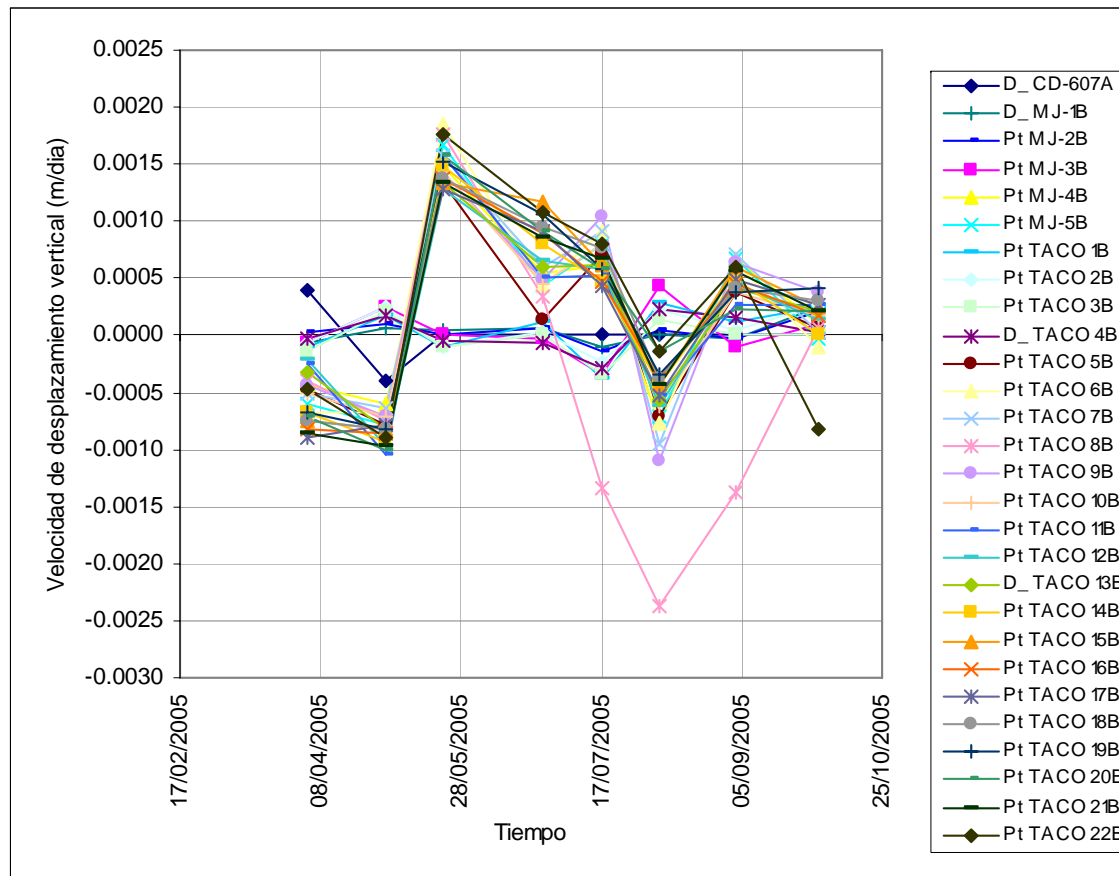


Figura 3.9 Tasas de desplazamiento horizontal respecto al nivel del embalse en la sección A-A

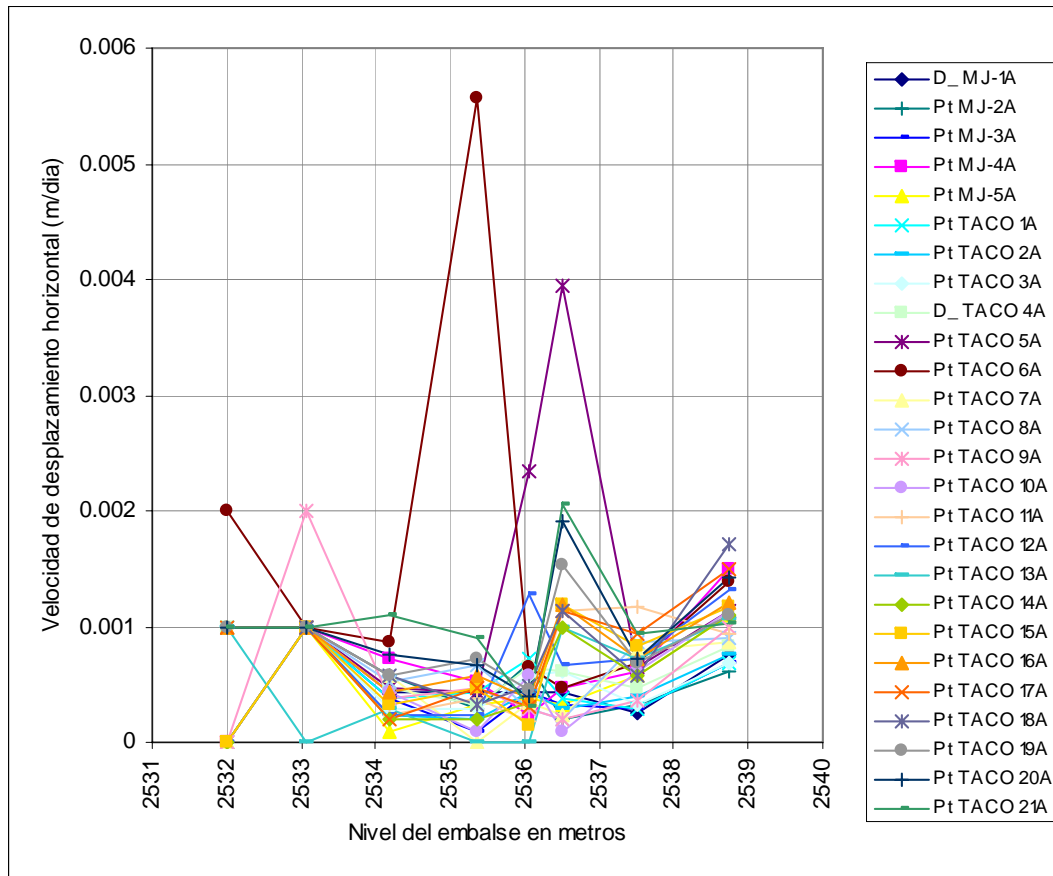


Figura 3.10 Tasas de desplazamiento horizontal respecto al nivel del embalse en la sección B-B

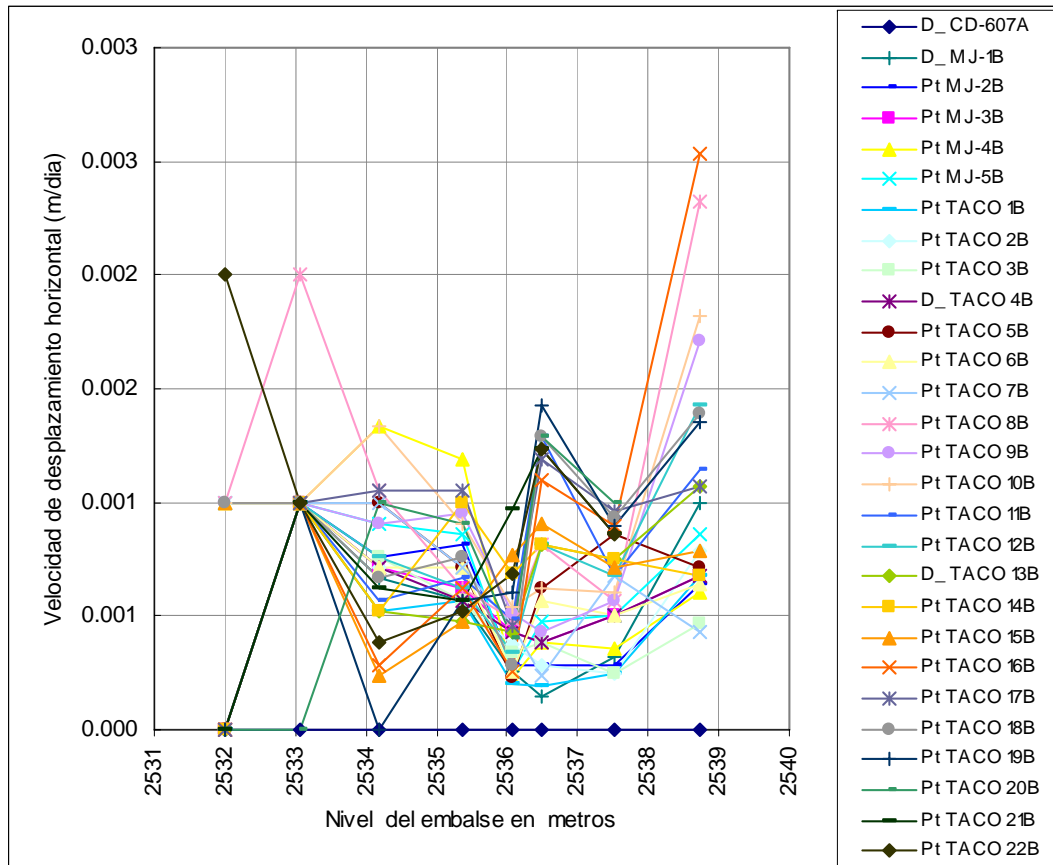


Figura 3.11 Tasas de desplazamiento vertical respecto al nivel del embalse en la sección A-A

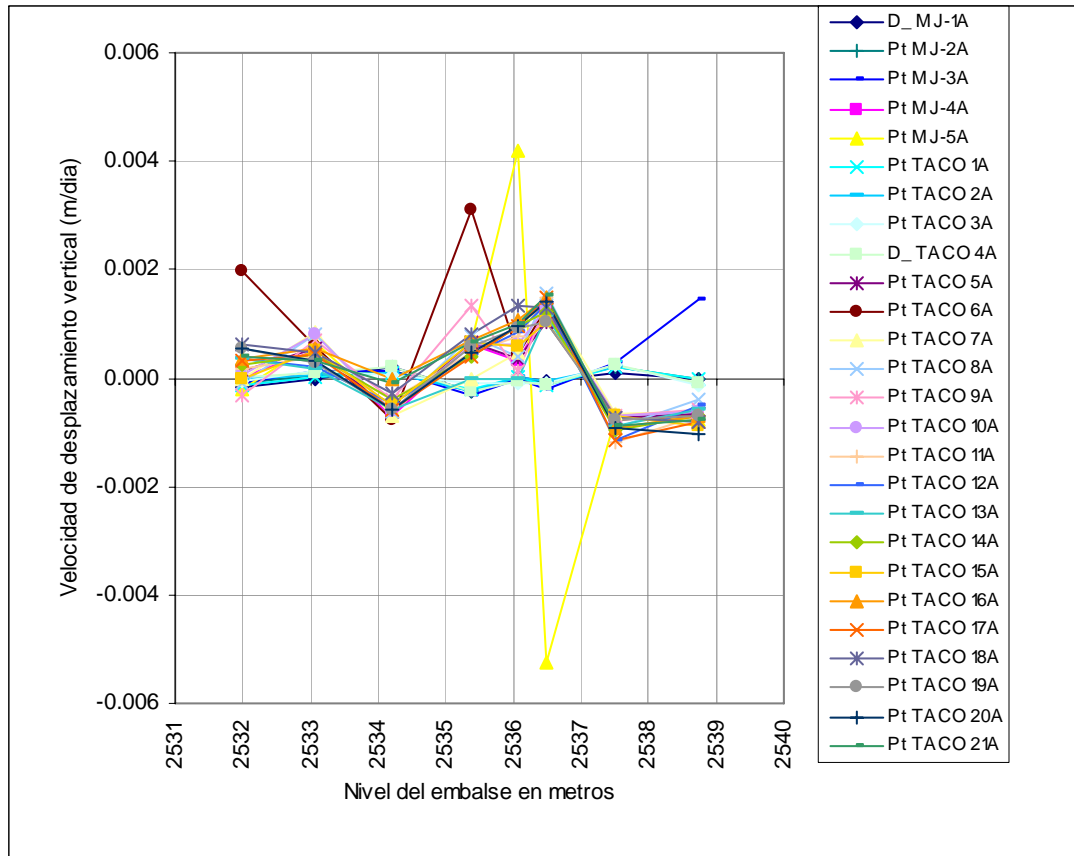
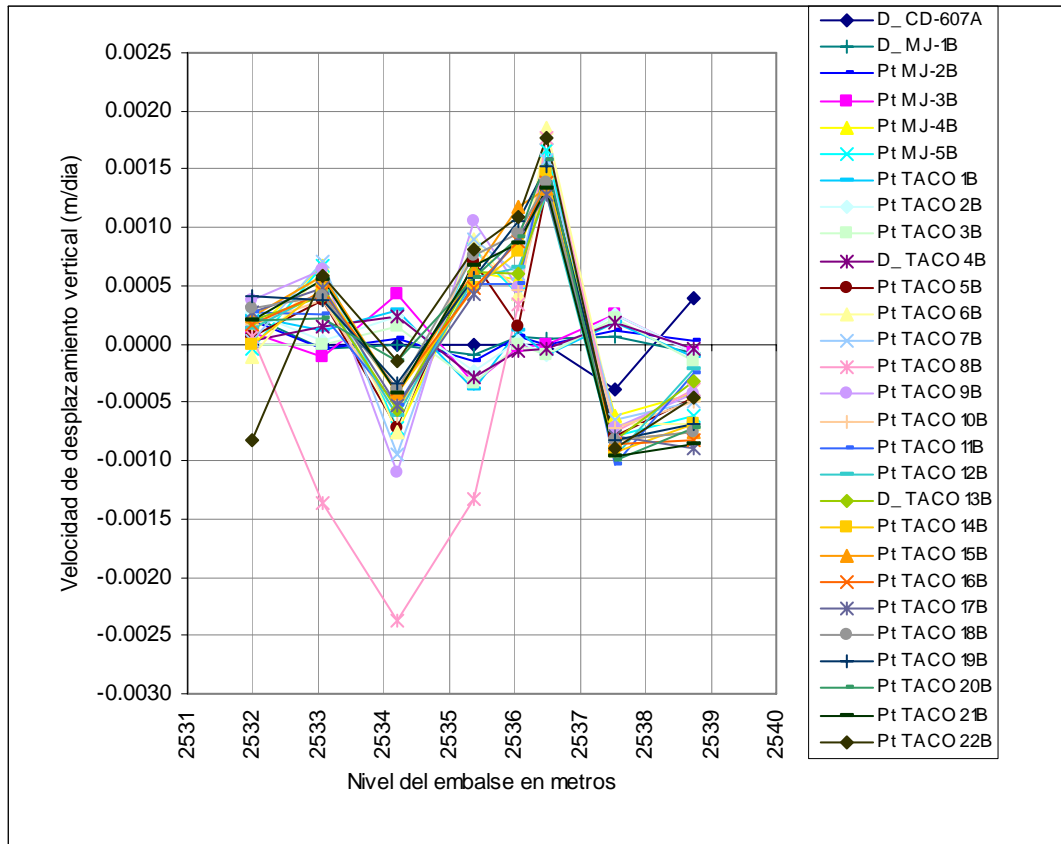


Figura 3.12 Tasas de desplazamiento vertical respecto al nivel del embalse en la sección B-B



4 CONTROL DE EXTENSÓMETROS

En desarrollo del contrato de monitoreo se tenía prevista la instalación de extensómetros para el seguimiento de agrietamientos. Dado que durante la visita inicial de los especialistas del proyecto no se detectaron agrietamientos en el terreno que corresponde a las vías del barrio, ni en las viviendas, se decidió controlar los desplazamientos relativos entre construcciones, como indicador inicial del desarrollo de fenómenos de inestabilidad propagándose a la corona del talud, lugar en que se asienta el barrio Villa Jaqui.

Para tal fin se estableció un sistema de 15 extensómetros, cada uno consistente en cuatro puntillas colocadas por pares enfrentados, en cada lado de la junta entre viviendas. La medición registra las distancias entre los cuatro puntos –nomencladas como A, B, C, D, E y F- como se muestra en la Figura 4.1.

- Campaña 1: 12 y 13 de marzo
- Campaña 2: 3 de abril
- Campaña 3: 2 de mayo
- Campaña 4: 26 de mayo
- Campaña 5: 28 de junio
- Campaña 6: 19 de julio
- Campaña 7: 19 de agosto
- Campaña 8: 9 de septiembre
- Campaña 9: 6 de octubre

Las mediciones efectuadas en la primera y última campaña se presentan en la Tabla 4.1 y en la **Tabla 4.2**. Las diferencias entre ellas se indican en la **Tabla 4.3** y la variación composicional en la apertura entre campañas se ilustra en la Figura 4.2. La ubicación de los extensómetros se distribuyó en algunas viviendas cercanas al talud y 2 que se incluyeron a partir de la segunda campaña de lecturas dentro de las viviendas cuya Clasificación Global de Riesgo (CGR) es media como se aprecia en la Figura 4.3 .

De las diferencias establecidas entre las campañas 1 y 9, se descartaron los valores correspondientes a aperturas superiores a 0.6mm para Mz10Lt1 (1.14mm), Mz8Lt17_15 (1.20mm), Mz9Lt5_4 (5mm) y Mz6Lt14_12 (3.10mm), debido a que no corresponden con las mediciones efectuadas en los mismos extensómetros de puntilla.

Los resultados de la evaluación acumulada de extensómetros muestran que el valor medio de apertura entre viviendas (tomadas como las mediciones 1-2 y 3-4) es de 0.28mm, con un 78% de medidas agrupadas en el intervalo comprendido entre 0.05mm y 0.055mm. El valor máximo es de 1.15mm. La tasa media de apertura en los extensómetros es de 0.0014mm/día, valor en extremo bajo, considerando las pobres condiciones del terreno de fundación de las viviendas y las constantes vibraciones a las que se ve sometido por el paso

MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS VIVIENDAS DEL BARRIO VILLA JAQUI DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR EN LA CIUDAD DE BOGOTA, D.C.

de vehículos en la avenida Boyacá y por el funcionamiento de la maquinaria en las instalaciones de Cemex.

MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS VIVIENDAS DEL BARRIO VILLA JAQUI DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR EN LA CIUDAD DE BOGOTA, D.C.

Tabla 4.1 Lecturas de extensómetros Campaña 1

MEDIDAS DE EXTENSÓMETROS

Mz.	Lotes	1 a 2 (cm)	2 a 3 (cm)	3 a 4 (cm)	4 a 1 (cm)	1 a 3 (cm)	2 a 4 (cm)	Observaciones
10	1	7.80	6.51	7.17	9.88	11.93	10.16	Al interior de vivienda con CGR media
10	1_6							
9	5_6	9.70	8.30	8.11	7.95	10.32	11.80	Reposición Puntilla # 2 campaña 8
9	5_4	9.52	9.79	9.76	9.63	13.39	13.74	Reposición de puntillas. Campaña 3
8	19_17	9.39	10.93	10.23	9.92	14.82	13.88	
8	17_15	7.11	12.54	6.79	11.04	13.68	13.72	
8	10_12	6.05	9.71	6.85	10.46	11.97	12.49	Reposición de Puntillas en campaña 6
8	8_10	7.03	9.59	7.61	8.52	12.00	11.41	Reposición de Puntillas en campaña 6
7	15_13	8.90	9.61	8.44	9.93	13.05	13.22	Reposición de Puntillas # 2 y 3 campaña 6
7	14_15	6.97	8.73	6.19	8.27	10.91	10.75	
7	14_12	7.56	10.18	8.70	9.25	13.93	10.95	Reposición Puntilla # 4 campaña 8
7	13_11	7.92	9.20	7.32	8.31	11.22	12.20	Reposición de Puntillas en campaña 2
7	12_10	7.96	10.57	8.97	9.42	14.16	12.20	
6	14_12	10.02	11.18	9.20	9.95	14.24	13.80	
6	13_11	10.02	10.63	9.82	9.02	14.10	13.95	
6	11_9	7.84	8.88	7.67	8.75	11.75	11.99	
6	10_8	8.15	11.62	8.56	10.01	14.44	13.04	Reposición puntilla N° 4 Campaña 3

Tabla 4.2 Lecturas de extensómetros Campaña 9

MEDIDAS DE EXTENSÓMETROS

Mz.	Lotes	1 a 2 (cm)	2 a 3 (cm)	3 a 4 (cm)	4 a 1 (cm)	1 a 3 (cm)	2 a 4 (cm)	Observaciones
10	1	7.91	6.50	7.21	9.90	11.96	10.16	
10	1_6	9.59	10.02	9.91	9.48	13.92	13.83	
9	5_6	9.65	8.36	8.09	7.96	10.32	11.81	
9	5_4	9.52	9.79	9.73	9.13	13.38	13.73	
8	19_17	9.36	10.94	10.23	9.92	14.85	13.89	
8	17_15	6.99	12.54	6.79	11.07	13.72	13.73	
8	10_12	-	-	-	-	-	-	Puntillas tapadas con bajante
8	8_10	7.03	9.59	7.62	8.53	12.01	11.40	
7	15_13	8.91	9.62	8.46	9.91	13.07	13.22	
7	14_15	7.02	8.72	6.37	8.37	11.06	10.86	
7	14_12	7.55	10.18	8.66	9.30	13.95	10.93	
7	13_11	7.95	9.25	7.39	8.29	11.20	12.19	
7	12_10	8.00	10.55	9.03	9.42	14.17	12.20	
6	14_12	10.03	11.18	9.26	9.96	14.55	13.82	lote 14 en ampliación
6	13_11	10.03	10.61	9.80	9.02	14.08	13.95	
6	11_9	7.84	8.87	7.75	8.75	11.76	11.90	
6	10_8	-	-	-	-	-	-	Perdida total de puntillas

Indica que la medida es entre cabezas de puntillas.

Indica medida al exterior de las cabezas de las puntillas.

Tabla 4.3 Desplazamientos relativos entre campañas 1 y 9

Mz.	Lotes	1 a 2 (mm)	2 a 3 (mm)	3 a 4 (mm)	4 a 1 (mm)	1 a 3 (mm)	2 a 4 (mm)
10	1	1.14	0.10	0.40	0.20	0.30	0.00
10	1_6						
9	5_6	0.50	0.60	0.20	0.15	0.05	0.10
9	5_4	0.00	0.00	0.30	5.00	0.10	0.10
8	19_17	0.30	0.10	0.00	0.00	0.30	0.10
8	17_15	1.20	0.00	0.00	0.30	0.40	0.10
8	10_12						
8	8_10	0.00	0.00	0.10	0.10	0.05	0.10
7	15_13	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.00
7	14_15	0.50	0.10	1.80	1.00	1.50	1.10
7	14_12	0.10	0.00	0.40	0.50	0.20	0.20
7	13_11	0.25	0.50	0.70	0.20	0.20	0.10
7	12_10	0.40	0.20	0.60	0.00	0.10	0.00
6	14_12	0.10	0.00	0.60	0.10	3.10	0.20
6	13_11	0.10	0.20	0.20	0.00	0.20	0.00
6	11_9	0.00	0.10	0.80	0.00	0.10	0.90
6	10_8						

Tabla 4.4 Frecuencia de desplazamientos relativos entre campañas

Diferencia en mm	Campañas 1-2	Campañas 2-3	Campañas 3-4	Campañas 4-5	Campañas 5-6	Campañas 6-7	Campañas 7-8	Campañas 8-9
0-0.2	56%	54%	58%	82%	76%	72%	75%	81%
0.2-0.4	13%	18%	18%	16%	10%	19%	21%	13%
0.4-0.6	6%	12%	9%	1%	7%	4%	4%	4%
0.6-0.8	10%	2%		1%	3%	3%		
0.8-1	3%	2%	8%		1%	1%		1%
1-1.2	4%		1%					
1.2-1.4	1%	3%			1%			
1.4-1.6	1%				1%			
1.6-1.8	1%		2%					
1.8-2	1%				1%			
2-2.2		1%						
2.6-2.8						1%		
3.4-3.6		1%	1%					
3.6-3.8			2%					
3.8-4		3%						
4-4.2		1%						
5-5.2			1%					
5.6-5.8	1%							
6.2-6.4	1%							
6.8-7		1%						
7-7.2		1%						
>10	1%							

Figura 4.1 Esquema de extensómetro de puntillas

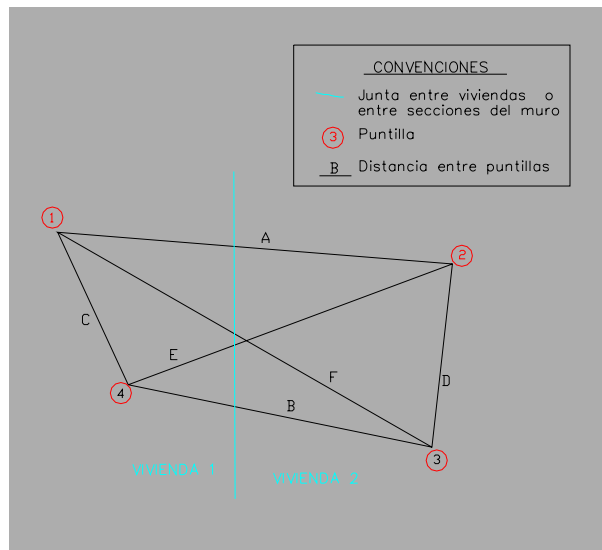


Figura 4.2 Frecuencia de desplazamientos relativos entre campañas

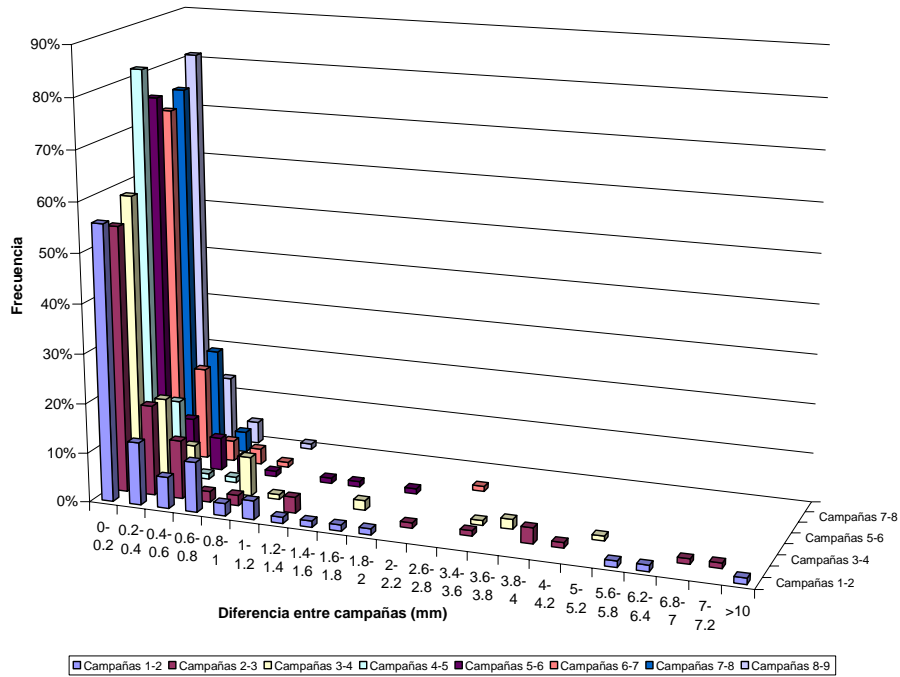


Figura 4.3 Localización y actividad de extensómetros

5 CONTROL DE VIVIENDAS

Con el propósito de realizar la evaluación de los daños de un grupo representativo de las viviendas del sector y establecer el nivel de riesgo permisible, se requiere identificar cuáles presentan mayor grado de deterioro y cuáles en el corto plazo necesitan la aplicación de alguna medida de mitigación del riesgo.

La identificación del nivel de riesgo y de las posibles medidas de mitigación se efectúa a partir de la metodología adaptada de Clasificación Global de Riesgo (Ingeniería y Georriesgos, 2003).

La selección de las viviendas tuvo en consideración el tipo de construcción utilizado: principalmente las de muros en bloque y losas en concreto que reflejan los efectos del desplazamiento del suelo sobre la estructura más fácilmente.

5.1 CARACTERÍSTICAS Y LOCALIZACIÓN DE LAS VIVIENDAS MONITOREADAS

Dentro de la necesidad de selección de mínimo 70 viviendas para llevar a cabo el monitoreo –se debe anotar que el número total de viviendas del barrio es 75- y la clasificación de riesgo permisible, se estableció como primera medida una zona de posible deterioro en las vecindades al talud (zona próxima al muro) y en la zona que Geoingeniería (2002), califica como de riesgo alto e intermedio por fenómenos de remoción en masa.

En estas viviendas preseleccionadas se buscó hacer contacto con sus dueños para solicitarles el permiso para integrar su vivienda al programa de monitoreo y su colaboración para identificar los indicadores de daño. Sin embargo, los propietarios, en general, mencionan no tener hasta la fecha problemas asociados a los fenómenos estudiados.

En la Figura 5.1 se muestra la localización de viviendas con la calificación de riesgo de la última campaña efectuada.

5.2 CLASIFICACIÓN GLOBAL DE RIESGO

Para este efecto se propone el uso del formato para evaluación de viviendas en la zona de alto riesgo de deslizamiento, presentado en la Tabla 5.1, basado en la metodología propuesta en la Clasificación Global de Riesgo con algunas adaptaciones (IGR, 2003).

El formato contempla la información general de la vivienda y dos grupos de factores principales para la evaluación: Estabilidad global del terreno y Estabilidad global de la edificación. Estos consideran diferentes factores que serán explicados a continuación:

5.2.1 Información general

Esta información permite caracterizar la vivienda en forma general y localizarla espacialmente, pero no contribuye cuantitativamente dentro de la calificación de riesgo.

A. Ubicación de la vivienda en ladera:

1. Crítica: Ubicada dentro del escarpe o en agrietamientos considerables. Se presentan movimientos grandes que generan fisuras y desprendimientos del material.
2. Alta: Ubicada muy cerca o dentro de la zona de alto riesgo. Se presentan taludes verticales con pendientes abruptas cercanas a las viviendas, escarpes que muestran suelo fresco, escarpes viejos cubiertos por vegetación, elementos con muros, postes o cualquier otro no alineado en su forma normal, árboles muy inclinados en diferentes direcciones o desprendimiento de material en taludes de corte y rellenos.
3. Media: Ubicada a una distancia de menos de 50m de la zona de alto riesgo. Se presentan deformaciones, desniveles y/o depresiones intermedias con presencia de grietas de ancho mayor a 4mm, levantamientos en el terreno, en las aceras o en los muros de lindero, no ocasionados por las raíces de los árboles.
4. Baja: Ubicada a una distancia de mas de 50m de la zona de alto riesgo. Se presentan pequeñas deformaciones, desniveles y/o depresiones en el suelo que se pueden visualizar en postes, muros divisorios y otros.

B. Localización de la vivienda en la zona en movimiento:

1. Corona
2. Media Ladera
3. Pata

C. Tipo de cimentación

1. Placa de concreto
2. Zapatas
3. Zapatas con viga de amarre
4. Continuo de piedra
5. Viga perimetral
6. Ninguno

D. Tipología de construcción

1. Pórticos
2. Muros
3. Prefabricados
4. Otros

5.2.2 Estabilidad global del terreno

Este agente contribuye en un 50% a la clasificación de riesgo y cada uno de sus factores tiene un aporte que se especifica a continuación y se esquematiza en la Tabla 5.2 .

A. Movimiento local del terreno: Contribuye en el 40% de la estabilidad global del terreno.

1. Imperceptible: No existen manifestaciones visuales de fisuramientos o giros relativos en la placa de piso, o en el suelo que conforma el lote.
2. Intermedio: En terreno horizontal o en una explanación horizontal se presentan diferencias de nivel inferiores a 1.0 cm entre diversas partes de la losa de piso o lo que la sustituya o haga sus veces. Existen fisuramientos en la cimentación o losa de piso, con persistencias superiores a 1.0 m y/o aberturas inferiores a 0.3 cm.

3. Alto: Ocurren desplazamientos relativos entre diferentes puntos de la losa, que se manifiestan en agrietamientos severos en su superficie y que pueden causar la impresión de daño intenso en ella. Los agrietamientos tienen aberturas superiores a 0.3 cm y la densidad de fisuramiento es alta. Los desplazamientos relativos entre diferentes puntos de la losa son superiores a 1.0 cm y son observables a simple vista.

B. Agrietamiento del suelo en alrededores: Contribuye en el 60% de la estabilidad global del terreno.

1. Bajo: No existen manifestaciones de agrietamientos en el terreno adyacente al lote.
2. Intermedio: Se desarrollan grietas en el terreno orientadas preferencialmente de manera perpendicular a la inclinación principal de la ladera; algunas de las grietas han acumulado agua proveniente de precipitaciones y escorrentía. Pueden existir nacederos de agua, así como zonas de pastos de color verde intenso y áreas de vegetación parcialmente muerta. Igualmente, es posible que existan terracetos -que indican desplazamientos superficiales pequeños-, o bien carcavamientos incipientes.
3. Alto: Existen desplazamientos y giros relativos entre viviendas adyacentes, o incluso entre diferentes secciones de cada vivienda, así como agrietamientos y hundimientos en el suelo. Hay evidencias de desplazamientos relativos importantes como escarpes, zonas de acumulación de material desprendido y levantamientos de material en la base del talud, o bien desplazamientos a través de planos de discontinuidad. Pueden existir modelos de drenaje anómalos (aparecen o desaparecen corrientes de agua no atribuibles a cambios estacionales). El desarrollo de las grietas configura formas semicirculares.

5.2.3 Estabilidad global de la edificación

Este agente contribuye al 50% restante de la clasificación de riesgo y cada uno de sus factores tiene una contribución que se especifica a continuación y se esquematiza en la Tabla 5.2 .

A. Calidad del sistema estructural: Contribuye en el 20% de la estabilidad global de la edificación.

1. Muy bueno: La vivienda tiene un sistema estructural tipo pórticos de concreto combinados con muros estructurales.
2. Bueno: La vivienda tiene un sistema estructural tipo pórticos de concreto o muros estructurales.
3. Regular: La vivienda tiene un sistema estructural de pórticos en materiales diversos como madera o prefabricados.
4. Malo: La vivienda tiene cualquier otro tipo de sistema estructural diferente a los anteriores o emplea un sistema de muros no estructurales.
5. Muy malo: La vivienda no tiene ningún tipo de sistema estructural.

B. Calidad del método constructivo: Contribuye en el 20% de la estabilidad global de la edificación.

1. Muy bueno: Tanto los materiales como el método de construcción son excelentes.
2. Bueno: Tanto los materiales como el método constructivo son buenos.
3. Regular: Tanto los materiales como el método constructivo son de calidad mediana.
4. Malo: Tanto los materiales como el método constructivo son de mala calidad.

5. Muy malo: Los materiales son de muy mala calidad y no se observa haya existido un método constructivo.

C. Inestabilidad y agrietamiento en muros: Contribuye en el 35% de la estabilidad global de la edificación.

1. Muy bajo: Pequeñas fisuras de ancho menor a 3mm en las unidades de mampostería y/o en las juntas de pega.
2. Bajo: Fisuras de ancho entre 3mm y 6mm en las unidades de mampostería y/o en las juntas de pega.
3. Intermedio: Grietas de ancho entre 6mm y 12mm en las unidades de mampostería, en las juntas de pega y/o en los elementos de confinamiento del muro. Desplazamientos claramente definidos entre las piezas que conforman el muro.
4. Alto: Grietas de ancho mayor a 12mm en las unidades de mampostería, en las juntas de pega y/o en los elementos de confinamiento del muro. Desprendimiento en las unidades de mampostería. Grandes desplazamientos en el muro con tendencia al volcamiento.
5. Muy alto: Grietas generalizadas de ancho mayor a 12mm en las unidades de mampostería, en las juntas de pega y/o en los elementos de confinamiento del muro. Curvaturas o inclinaciones excesivas que conllevan a la caída inminente del muro.

D. Agrietamiento en placas y cubiertas: Contribuye en el 25% de la estabilidad global de la edificación.

1. Muy bajo: Pequeñas fisuras de ancho menor a 3mm en los elementos estructurales donde se apoyan las placas y/o cubiertas.
2. Bajo: Fisuras de ancho entre 3mm y 6mm en los elementos estructurales donde se apoyan las placas y/o cubiertas.
3. Intermedio: Grietas de ancho entre 6mm y 12mm en las uniones de placas y columnas. Grietas y/o curvaturas dentro de la placa.
4. Alto: Grietas generalizadas en las uniones de placas y columnas. Curvatura de la placa por movimiento de los apoyos.
5. Muy alto: Pérdida del recubrimiento de la placa que deja al descubierto el acero de refuerzo.

5.2.4 Evaluación de riesgo

Una vez evaluados los factores se realiza el promedio y ponderación para clasificar la vivienda dentro de la *Clasificación Global de Riesgo* que contempla los siguientes estados de riesgo:

- BAJO: Indicador menor a 1.5. No hay riesgo de colapso. Realizar monitoreo mensual y calificación mensual de riesgo.
- INTERMEDIO: Indicador entre 1.5 y 2.5. Presencia de indicios de inestabilidad. Realizar monitoreo mensual de riesgo y calificación inmediata de riesgo.
- ALTO: Indicador mayor que 2.5. Riesgo de colapso parcial o total. Plan de evacuación.

5.3 MÉTODO DE TRABAJO

Una vez seleccionadas las unidades habitacionales a monitorear, se realizaron las campañas establecidas contractualmente. Estas campañas tienen como objetivo implementar la metodología adaptada para clasificación de riesgo, diligenciando el formato respectivo que contiene la información indicativa de posible afectación estructural de las viviendas. Dicha metodología fue aplicada a través de diez campañas de monitoreo efectuadas en las siguientes fechas:

- Campaña 1: 8 a 12 de febrero en que se inspeccionaron 80 predios
- Campaña 2: 9 a 11 de marzo, en que se revisaron 110 predios
- Campaña 3: 7 a 8 de abril, en que solamente se logró la aplicación de la revisión a 49 construcciones
- Campaña 4: 29 de abril a 1 de mayo, que incluyó 62 viviendas
- Campaña 5: 26 a 30 de mayo, en que se inspeccionaron 65 viviendas
- Campaña 6: 17 a 19 de junio, que incluyó 61 viviendas
- Campaña 7: 17 a 19 de julio, en que se inspeccionaron 62 viviendas
- Campaña 8: 12 a 13 de agosto, en que se revisaron 64 viviendas
- Campaña 9: 9 a 10 de septiembre, en que se visitaron 64 viviendas
- Campaña 10: 6 a 8 de octubre, en la que se inspeccionaron 66 viviendas

Es prudente aclarar que la diferencia en número de viviendas inspeccionadas entre campañas y con respecto a las 70 solicitadas se debe principalmente a los siguientes factores: renuencia de algunos habitantes para permitir el inventario, nuevos arrendatarios que han ocupado construcciones que antes se encontraban deshabitadas, y nuevas construcciones que se llevaron a cabo durante el periodo de monitoreo.

5.4 RESULTADOS DE LAS CAMPAÑAS

La aplicación de la metodología reseñada en el numeral anterior se consignó en los formatos de campo y posteriormente se procesó para la campaña 10, como se aprecia en la Tabla 5.3. En ella se señalan las modificaciones entre las clasificaciones globales de riesgo de las campañas 9 y 10, para cada vivienda. La ubicación individual de las viviendas inspeccionadas así como su clasificación, se muestran en la Figura 5.1.

En términos generales, luego de la inspección de viviendas efectuada en las campañas 9 y 10, se encontró un comportamiento constante entre ellas. Con respecto a la novena campaña, las viviendas ubicadas en Mz10-Lt1 y Lt6 localizadas a 65m de la corona del talud Codeipa y las ubicadas en Mz3-Lt11 y Mz2-Lt6, se mantienen en riesgo medio, no obstante que el estado de los muros y las placas presentan continuo deterioro. Durante la última inspección visual llevada a cabo en las viviendas, los habitantes manifiestan inquietud con respecto a rumores acerca de las intenciones de continuar la explotación de la cantera Santa Inés.

En la representación porcentual de la Figura 5.2, se puede apreciar que del total de viviendas monitoreadas en esta campaña, un 94% se clasifica dentro de la categoría de riesgo bajo. Este porcentaje no cambió con respecto a la campaña anterior y fue sensiblemente parecido en todas las campañas anteriores.

Los valores del índice de clasificación global del riesgo del conjunto, indican que una gran cantidad de viviendas (83.3%) están en el intervalo entre 0 – 1.3 (Figura 5.3), mientras que un 10.61% (7 viviendas) califican entre 1.3 y 1.5 –en las que cabría la posibilidad de aumentar la calificación y pasar a riesgo medio-. Solo el 6.06% (4 viviendas) califican por encima de 1.5 –riesgo medio-.

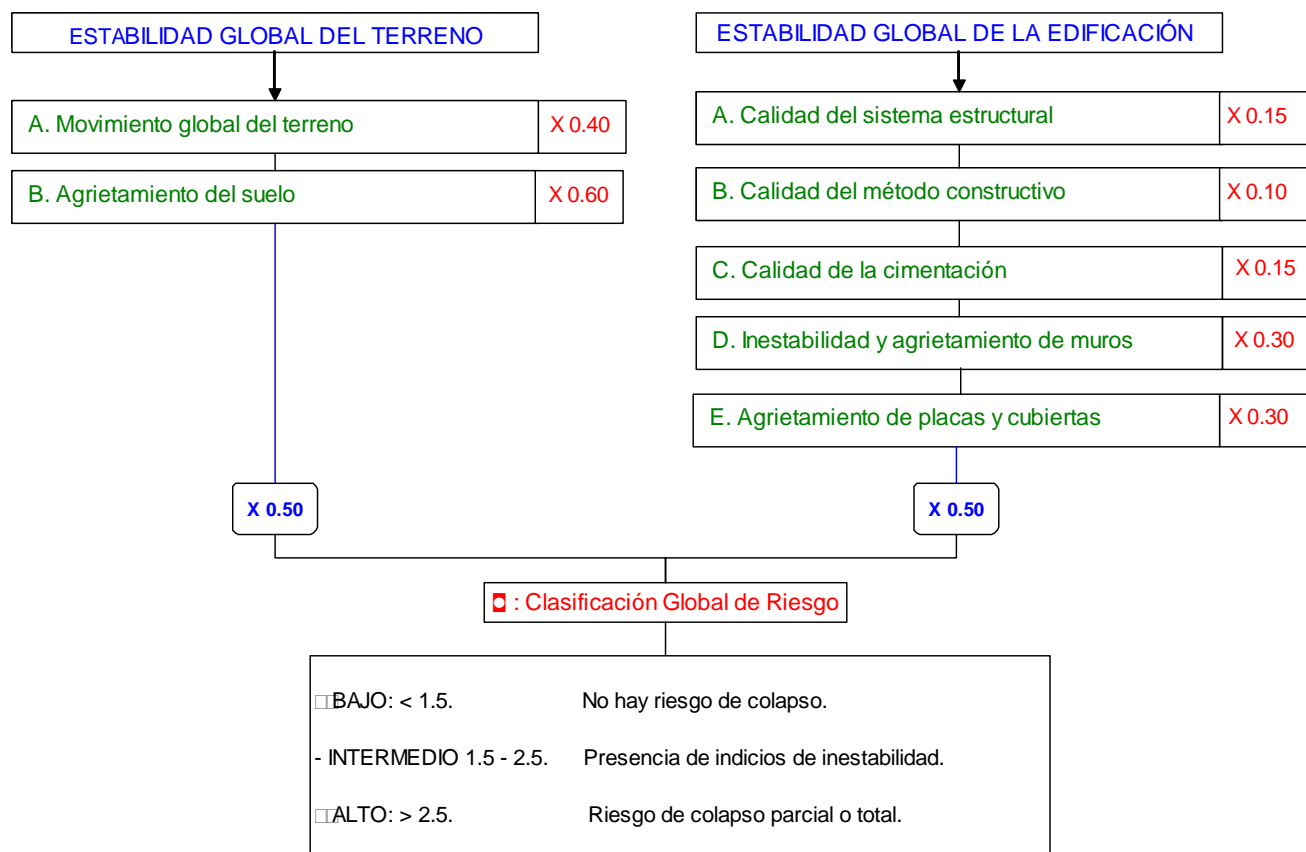
Como comparación de la clasificación global de riesgo se contrastaron los porcentajes de de clasificación global de riesgo entre diversas campañas. Los resultados se indican en la Tabla 5.4 que se representan en la Figura 5.4, los cuales confirman las clasificaciones globales del conjunto de edificaciones establecidas en la última campaña.

Durante el inventario estructural de las viviendas del barrio Villa Jaqui se detectaron algunas viviendas cuya estructura ha sufrido o sufre algún daño o deterioro, sin embargo la gran mayoría de ellas están asociadas a problemas de tipo constructivo, como una mala cimentación de las mismas o baja calidad del método constructivo o de los materiales empleados, esto sumado a las “vibraciones” generadas en los alrededores de dichas viviendas, ha facilitado el deterioro de las mismas. Dadas estas circunstancias, tales viviendas no se clasifican de amenaza intermedia ni alta, pese a que los propietarios insisten en atribuir o asociar estos problemas a dichas “vibraciones”.

Tabla 5.1 Formato para la evaluación de viviendas en zona de alto riesgo de deslizamiento

MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS VIVIENDAS DEL BARRIO VILLA JAQUI DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR EN LA CIUDAD DE BOGOTA, D.C.														
FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DE VIVIENDAS EN ZONA DE RIESGO DE DESLIZAMIENTO														
FECHA	DIRECCIÓN	Mz	Lt.	INFORMACIÓN GENERAL				ESTABILIDAD GLOBAL DEL TERRENO		ESTABILIDAD GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN				OBSERVACIONES
				A.	B.	C.	D.	A.	B.	A.	B.	C.	D.	
				UBICACIÓN EN LADERA	LOCALIZACIÓN EN ZONA DE MOVIMIENTO	TIPO DE CIMENTACIÓN	TIPOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN	MOVIMIENTO LOCAL DEL TERRENO	AGRIETAMIENTO DEL SUELO EN ALREDEDORES	CALIDAD DEL SISTEMA ESTRUCTURAL	CALIDAD DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO	INESTABILIDAD Y AGRIETAMIENTO EN MUROS	INESTABILIDAD Y AGRIETAMIENTO EN PLACAS Y CUBIERTAS	
				1. Crítica 2. Alta 3. Media 4. Baja	1. Corona 2. Media ladera 3. Pata	1. Placa de concreto 2. Zapatas 3. Zapatas con viga de anclaje 4. Continuo de piedra 5. Viga perimetral 6. Ninguno	1. Pórtico 2. Muros 4. Prefabricados 5. Otros	1. Bajo 2. Intermedio 3. Alto	1. Bajo 2. Intermedio 3. Alto	1. Bueno 2. Regular 3. Malo	1. Bueno 2. Regular 3. Malo	1. Bajo 2. Intermedio 3. Alto	1. Bajo 2. Intermedio 3. Alto	

Tabla 5.2 Diagrama de flujo de la clasificación de riesgo



MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS VIVIENDAS DEL BARRIO VILLA JAQUI DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR EN LA CIUDAD DE BOGOTA, D.C.

Tabla 5.3 Clasificación global del riesgo Campaña 10

	DIRECCIÓN	Mz	Lt	ESTABILIDAD GLOBAL DEL TERRENO		ESTABILIDAD GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN						CLASIFICACIÓN GLOBAL DE RIESGO				ANÁLISIS COMPARATIVO CON LA CAMPAÑA ANTERIOR			
				MOVIMIENTO LOCAL DEL TERRENO	AGRIETAMIENTO DEL SUELO EN ALREDEDORES	CALIDAD DEL SISTEMA ESTRUCTURAL	CALIDAD DE LA CIMENTACIÓN	CALIDAD DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO	INESTABILIDAD Y AGRIETAMIENTO EN MUROS	INESTABILIDAD Y AGRIETAMIENTO EN PLACAS Y CUBIERTAS	ESTABILIDAD GLOBAL DEL TERRENO	ESTABILIDAD GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN	Calificación de CGR	Clasificación de CGR		Clasificación de CGR Campaña anterior (9)	Aumenta el nivel de riesgo		
1	Kra 16 Bis # 71 - 52 s	9	7	1	1	2	1	2	1	1	1	1.25	1.125	Bajo	1	Bajo	1	No	
2	Kra 16 Bis # 71 - 55 s	8	20	1	1	1	1	1	2	1	1	1.3	1.15	Bajo	1	Bajo	1	No	
3	Kra 16 Bis # 71 - 74 s	9	4	1	1	3	1	3	1	1	1	1.5	1.25	Bajo	1	Bajo	1	No	
4	Kra 16 Bis # 71 - 65 s	8	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
5	Clle 71 A Bis # 16 - 12 s	9	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1.15	1.075	Bajo	1	Bajo	1	No	
6	Kra 16 Bis # 71 A - 03 s	8	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
7	Kra 16 Bis # 71 A - 06 s	10	6	2	1	2	2	2	3	2	1.4	2.3	1.85	2.3	Medio	2	Medio	2	No
8	AC 71 B # 16 - 30 s	10	1	2	1	1	2	2	3	1	1.4	1.85	1.625	2	Medio	2	No		
9	AC 71 B # 16 - 18 s	10	3	1	1	2	1	2	1	1	1	1.25	1.125	Bajo	1	Bajo	1	No	
10	AC 71 B # 16 - 06 s	10	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
11	AC 71 B # 16 - 38 s	8	4	1	1	1	1	2	2	1	1	1.4	1.2	Bajo	1	Bajo	1	No	
12	Kra 16 Bis A # 71 - 72 s	8	9	1	1	1	1	1	2	1	1	1.3	1.15	Bajo	1	Bajo	1	No	
13	Kra 16 Bis A # 71 - 77 s	7	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
14	Kra 16 Bis A # 71 - 68 s	8	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
15	Kra 16 Bis A # 71 - 64 s	8	15	2	1	2	1	2	2	1	1.4	1.55	1.475	Bajo	1	Bajo	1	No	
16	Kra 16 Bis A # 71 - 60 s	8	17	1	1	2	1	1	1	1	1	1.15	1.075	Bajo	1	Bajo	1	No	
17	Kra 16 Bis A # 71 - 59 s	7	13	1	1	2	1	2	2	1	1	1.55	1.275	Bajo	1	Bajo	1	No	
18	Sin nomenclatura	7	15	1	1	1	1	2	1	1	1	1.1	1.05	Bajo	1	Bajo	1	No	
19	Kra 16 Bis A # 71 - 56 s	8	19	1	1	1	1	2	1	1	1	1.1	1.05	Bajo	1	Bajo	1	No	
20	Kra 16 A # 71 - 59 s	6	13		1	1	1	1	1	1	0.6	1	0.8	Bajo	1	Bajo	1	No	
21	Kra 16 A # 71 - 63 s	6	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
22	Kra 16 A # 71 - 56 s	7	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
23	Kra 16 A # 71 - 60 s	7	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
24	Kra 16 A # 71 - 67 s	6	9	1	1	1	1	2	1	1	1	1.1	1.05	Bajo	1	Bajo	1	No	
25	Kra 16 A # 71 - 71 s	6	7	1	1	2	1	2	2	1	1	1.55	1.275	Bajo	1	Bajo	1	No	
26	Kra 16 A # 71 - 75 s	6	5	1	1	2	1	2	2	1	1	1.55	1.275	Bajo	1	Bajo	1	No	
27	Kra 16 A # 71 - 70 s	7	8	1	1	1	1	2	1	1	1	1.1	1.05	Bajo	1	Bajo	1	No	
28	Kra 16 A # 71 - 74 s	7	6	1	1	1	1	2	2	1	1	1.4	1.2	Bajo	1	Bajo	1	No	
29	AC 71 B # 16 A - 10 s	6	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1.25	1.125	Bajo	1	Bajo	1	No	
30	Kra 16 A Bis # 71 - 68 s	6	8	1	1	1	1	2	1	1	1	1.1	1.05	Bajo	1	Bajo	1	No	
31	Kra 16 A Bis # 71 - 64 s	6	10	1	1	2	2	2	1	1	1	1.4	1.2	Bajo	1	Bajo	1	No	
32	Kra 16 A Bis # 71 - 56 s	6	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	

MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS VIVIENDAS DEL BARRIO VILLA JAQUI DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR EN LA CIUDAD DE BOGOTA, D.C.

Tabla 5.3 Clasificación global del riesgo Campaña 10 (Continuación)

	DIRECCIÓN	Mz	Lt	ESTABILIDAD GLOBAL DEL TERRENO		ESTABILIDAD GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN						CLASIFICACIÓN GLOBAL DE RIESGO				ANÁLISIS COMPARATIVO CON LA CAMPAÑA ANTERIOR			
				MOVIMIENTO LOCAL DEL TERRENO	AGRIETAMIENTO DEL SUELO EN ALREDEDORES	CALIDAD DEL SISTEMA ESTRUCTURAL	CALIDAD DE LA CIMENTACIÓN	CALIDAD DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO	INESTABILIDAD Y AGRIETAMIENTO EN MUROS	INESTABILIDAD Y AGRIETAMIENTO EN PLACAS Y CUBIERTAS	ESTABILIDAD GLOBAL DEL TERRENO	ESTABILIDAD GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN	Calificación de CGR	Clasificación de CGR	Clasificación de CGR Campaña anterior (9)	Aumenta el nivel de riesgo			
33	Kra 16 A Bis # 71 - 59 s	5	15	1	2	1	1	1	2	1	1.6	1.3	1.45	Bajo	1	Bajo	1	No	
34	Clle 71 Bis # 16 A - 17 s	5	12B	2	1	2	1	1	1	1	1.4	1.15	1.275	Bajo	1	Bajo	1	No	
35	Clle 71 Bis # 16 A - 15 s	5	12A	2	1	1	1	2	1	1	1.4	1.1	1.25	Bajo	1	Bajo	1	No	
36	Kra 16 A Bis A # 71 - ...	5	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No
37	Kra 16 A Bis A # 71 - 55 s	4	14	1	1	1	2	2	2	1	1	1.55	1.275	Bajo	1	Bajo	1	No	
38	Kra 16 A Bis A # 71 - 60 s	5	8	1	1	1	1	2	1	1	1	1.1	1.05	Bajo	1	Bajo	1	No	
39	Kra 16 A Bis A # 71 - 59 s	4	12	1	1	1	1	2	1	1	1	1.1	1.05	Bajo	1	Bajo	1	No	
40	Kra 16 A Bis A # 71 - 71 s	4	6	1	1	2	1	2	1	1	1	1.25	1.125	Bajo	1	Bajo	1	No	
41	AC 71 B # 16 A - 42 s	5	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1.55	1.275	Bajo	1	Bajo	1	No	
42	AC 71 B # 16 A - 46 s	5	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1.85	1.425	Bajo	1	Bajo	1	No	
43	AC 71 B # 16 A - 52 s	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
44	AC 71 B # 16 A - 60 s	4	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1.1	1.05	Bajo	1	Bajo	1	No	
45	Kra 16 A Bis B # 71 - 72 s	4	5	1	1	2	1	2	1	2	1	1.55	1.275	Bajo	1	Bajo	1	No	
46	Kra 16 A Bis B # 71 - 71 s	3	5	1	1	1	1	2	1	1	1	1.1	1.05	Bajo	1	Bajo	1	No	
47	Kra 16 A Bis B # 71 - 68 s	4	7	1	1	1	2	1	1	1	1	1.15	1.075	Bajo	1	Bajo	1	No	
48	Kra 16 A Bis B # 71 - 64 s	4	9	1	1	1	2	1	1	1	1	1.15	1.075	Bajo	1	Bajo	1	No	
49	Kra 16 A Bis B # 71 - 60 s	4	11	1	1	1	1	2	2	2	1	1.7	1.35	Bajo	1	Bajo	1	No	
50	Kra 16 A Bis B # 71 - 63 s	3	9A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
51	Kra 16 A Bis B # 71 - 59 s	3	9B	2	1	2	2	2	2	2	1.4	2	1.7	Medio	2	Medio	2	No	
52	Kra 16 A Bis # 71 - 55 s	3	11	1	1	2	2	2	1	1	1	1.4	1.2	Bajo	1	Bajo	1	No	
53	Kra 16 A Bis C # 71 - 56 s	3	10	1	1	2	1	1	1	1	1	1.15	1.075	Bajo	1	Bajo	1	No	
54	Kra 16 A Bis C # 71 - 60 s	3	8		1				1	1	0.6	0.6	0.6	Bajo	1	Bajo	1	No	
55	Kra 16 A Bis C # 64	3	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
56	Kra 16 A Bis C # 71 - 55 s	2	10	1	1	2	1	1	2	2	1	1.75	1.375	Bajo	1	Bajo	1	No	
57	Kra 16 A Bis C # 71 - 67 s	2	6	2	1	2	1	1	2	2	1.4	1.75	1.575	Medio	2	Medio	2	No	
58	Kra 16 A Bis C # 71 - 68 s	3	4	1	1	1	1	1	2	2	1	1.6	1.3	Bajo	1	Bajo	1	No	
59	AC 71 B # 16 A - 68 s	3	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1.25	1.125	Bajo	1	Bajo	1	No	
60	Kra 16 A Bis D # 71 - 68 s	2	5	1	1	1	1	1	2	1	1	1.3	1.15	Bajo	1	Bajo	1	No	
61	AC 71 B # 16 A - 90 s	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
62	AC 71 B # 16 A - 98 s	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	
63	AC 71 B # 16 B - 06 s	1	7	1	1	2	1	2	2	1	1	1.55	1.275	Bajo	1	Bajo	1	No	
64	AC 71 B # 16 B - 10 s	1	5	2	1	2	1	2	1	1	1.4	1.25	1.325	Bajo	1	Bajo	1	No	
65	AC 71 B # 16 C - 12 s	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1.25	1.125	Bajo	1	Bajo	1	No	
66	Kra 16 A Bis B # 71 - 56 s	4	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bajo	1	Bajo	1	No	

Tabla 5.4 Frecuencia de Clasificaciones globales de riesgo

Calificación CGR	Campaña 1 (Enero 2005)	Campaña 2 (Febrero 2005)	Campaña 3 (Marzo 2005)	Campaña 4 (Abril 2005)	Campaña 5 (Mayo 2005)	Campaña 6 (Junio 2005)	Campaña 7 (Julio 2005)	Campaña 8 (Agosto 2005)	Campaña 9 (Septiembre 2005)	Campaña 10 (Octubre 2005)
1-1.2	82%	72%	64%	65%	65%	63%	62%	59%	59%	61%
1.2-1.4	14%	22%	28%	25%	29%	27%	27%	30%	30%	28%
1.4-1.6	4%	7%	6%	8%	6%	8%	6%	6%	6%	6%
1.6-1.8			2%	2%		2%	5%	5%	5%	3%
1.8-2										2%

Figura 5.1 Localización de viviendas monitoreadas y clasificación global de riesgo

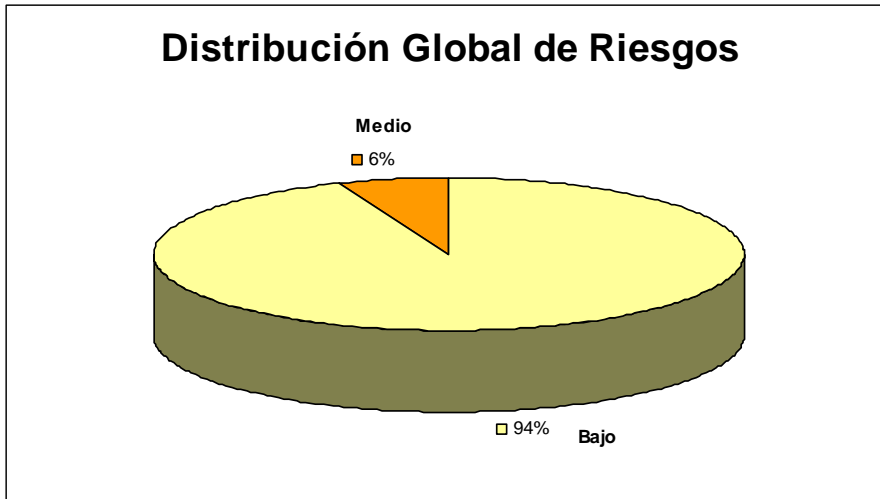


Figura 5.2 Distribución de Calificación Global de Riesgo Campaña 10

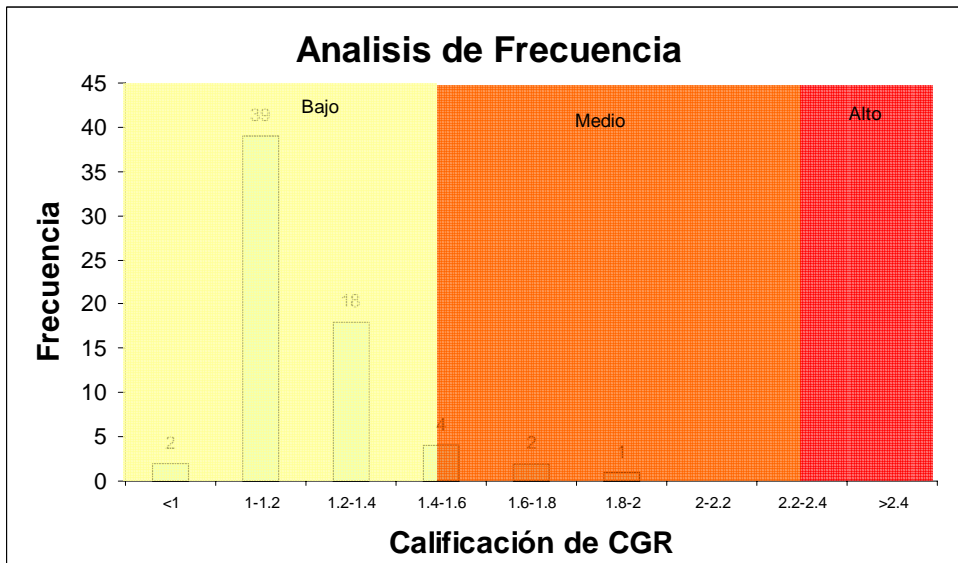


Figura 5.3 Análisis de frecuencias Campaña 10

MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS VIVIENDAS DEL BARRIO VILLA JAQUI DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.

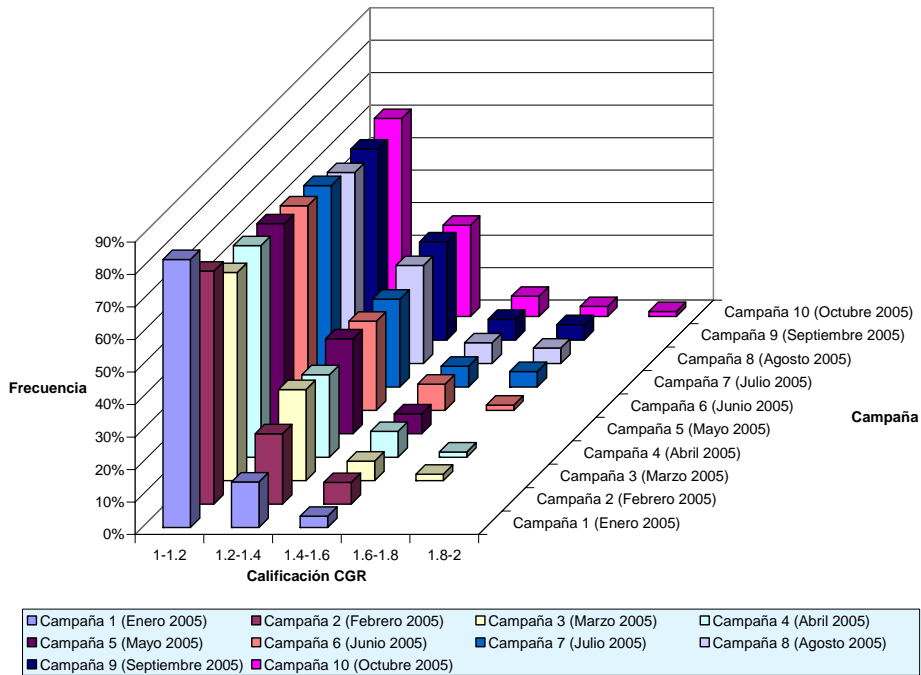


Figura 5.4 Variación de la clasificación CGR con las campañas

6 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Con el fin de establecer un sistema de alerta y facilitar la interpretación de los resultados del monitoreo del talud Codeipa, se realizaron análisis de estabilidad para las secciones A y B, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Geometría del talud
- Tasa de desembalse de la mina
- Niveles de agua
- Sismo
- Presencia de capas de arcilla en la base del talud
- Llenos antrópicos
- Sobrecarga por escombros
- Presencia de un canal adyacente al muro

En el desarrollo de esta actividad, se adoptó el modelo geotécnico y geológico del estudio de Geolingeniería (2002), por no contar con información adicional de la estratigrafía del sector. Para la caracterización geomecánica de los materiales involucrados en el perfil estratigráfico se utilizó la información suministrada por CEMEX. En la Tabla 6.1 se encuentran las propiedades geomecánicas de los materiales de las secciones de análisis que se presentan en la Figura 6.1 y en la Figura 6.2. En la Tabla 6.2 se relacionan los parámetros utilizados por Geolingeniería para los análisis de estabilidad. La geometría del talud se obtuvo de las nueve campañas topográficas realizadas en el presente monitoreo, que aunque presentan ligeras variaciones entre unas y otras, no muestran una afectación sobre los análisis de estabilidad, dado que el orden de magnitud de dichas diferencias, en los perfiles de la superficie del terreno, es del orden de unos pocos centímetros.

Para el análisis de estabilidad se consideraron dos mecanismos de falla en el talud Codeipa: rotacional y complejo (rotacional en la parte alta del talud y traslacional hacia el contacto entre las arcillas blandas y el depósito de gravas del Tunjuelo). Las superficies de falla se desarrollan inicialmente sobre las gravas colapsadas del Tunjuelo (antigua superficie fallada en 1992), y posteriormente en la base, a través de un depósito de arcillas blandas limosas y arenosas. Se recopilaron entonces los parámetros de Geolingeniería y CEMEX y dada la marcada diferencia entre unos y otros se decidió realizar un análisis de sensibilidad mediante la variación de condiciones de resistencia al corte y ángulos de fricción interna para la condición de estabilidad asociada a un factor de seguridad $FS = 1.0$. Para el análisis se consideraron tres escenarios, con el objeto de evaluar el mejor modelo geotécnico; estos escenarios se describen a continuación:

- Variación de los parámetros geotécnicos para el material 3- Arcillas limosas y limos arenosos-, manteniendo constantes los parámetros del material 4- Gravas del Tunjuelo colapsadas.

Con formato: Sangría de texto normal

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Eliminado: la novena campaña topográfica realizada

Eliminado: presenta

Eliminado: con respecto a las anteriores

Eliminado: muestra

Con formato: Sin Resaltar

Con formato: Sin Resaltar

Eliminado: milímetros

Eliminado:

- Variación de los parámetros geotécnicos para el material 4- Gravas del Tunjuelo colapsadas-, manteniendo constantes los parámetros del material 3- Arcillas limosas y limos arenosos.
- Variación de los parámetros geotécnicos para el material 3- Arcillas limosas y limos arenosos-, junto con los parámetros del material 4- Gravas del Tunjuelo colapsadas.

Para cada uno de los tres escenarios se tuvo en cuenta la condición estática actual y la condición de sismo con aceleración de 0.1g, en cada uno de los mecanismos de falla, para las dos secciones de análisis.

Eliminado: consideró
Con formato: Sangría de texto normal

Adicionalmente, se incluyeron en los análisis sendas variaciones del nivel piezométrico para determinar su influencia sobre la estabilidad del talud. Las condiciones de superficie piezométrica fueron tomadas de acuerdo con los registros disponibles del piezómetro localizado sobre el talud Codeipa, y los niveles del lago de la Cantera Santa Inés; en la actualidad el lago está en condición seca y el piezómetro se encuentra averiado. La configuración estratigráfica fue adaptada del estudio de Geolingeniería a la geometría obtenida de las nueve campañas de control topográfico, como ya se indicó.

Eliminado: consideraron

Eliminado: el último registro disponible

Eliminado: , pero se debe tener en cuenta que

Eliminado: ; la

Eliminado: la novena campaña

Eliminado:

Con formato: Sangría de texto normal

Eliminado:

Es importante resaltar que desde el estudio realizado por Geolingeniería (2002), durante un intervalo de tiempo considerable (entre diciembre de 2002 y abril de 2004), la superficie piezométrica subió hasta 12 m, por efecto de la infiltración del agua de inundación de la cantera Santa Inés. El nivel del lago y el nivel piezométrico han venido descendiendo desde abril de 2004 hasta la actualidad, con tasas que oscilan entre 0 y 15cm/día. Actualmente, el lago sobre el talud Codeipa se encuentra seco, como consecuencia de las obras realizadas por Cemex para unir los lagos de las canteras Santa Inés y Guaquera, este último con menor cota de superficie piezométrica; estas acciones traen como consecuencia el abatimiento del nivel piezométrico en el talud.

El procedimiento de secado del lago de la cantera Santa Inés tiene por objeto principal el continuar con la explotación de las gravas y arenas de los depósitos aluviales en la mina Santa Inés, sin intervenir el talud Codeipa.

Eliminado: pero

Eliminado: afectar el sector del

Eliminado: granulares

Eliminado: talud

Dentro de los análisis de estabilidad se consideraron sobrecargas en la corona del talud por efecto de la zona de depósito de materiales y escombros en la corona del predio Codeipa. Se usaron valores de esfuerzos generados por el peso de los escombros, variables entre 1 y 10 Ton/m². Actualmente, la sobrecarga producida por los escombros no tiene efecto sobre el factor de seguridad, por estar aplicada a 10 metros de distancia, arriba de la corona de la superficie de falla con menor factor de seguridad, y por tanto fuera del área de influencia de la superficie de falla crítica obtenida en los análisis; sin embargo, de reactivarse el deslizamiento sobre el talud Codeipa, se podría generar una nueva superficie de falla producto de la sobrecarga en la escombrera. Es así como se insiste en tomar medidas para el retiro de los escombros de este sector. Además, se ve con preocupación que la altura del relleno de la zona de escombros se ha venido incrementando, desde el inicio del presente monitoreo, lo que indica cierta actividad en la colocación de estos materiales sobre la corona del talud Codeipa.

Con formato: Sin subrayado

Los resultados de los análisis numéricos de estabilidad realizados en el programa PC-Stable para la condición actual (campaña 9) se presentan en la Tabla 6.3 y en la Tabla 6.4. Las relaciones entre c' y ϕ' determinadas para un Factor de Seguridad de FS=1.0 se muestran de la Figura 6.3 a la Figura 6.4. Con respecto al análisis de estabilidad ante cargas sísmicas, el modelo usado en PC-Stable realiza un análisis seudo estático de equilibrio límite, el cual

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

tiene sus limitaciones al no considerar la deformabilidad de los materiales involucrados, pero que dados los niveles de deformación registrados por el monitoreo topográfico cobra validez.

De los análisis de estabilidad del talud Codeipa se encontró que los factores de seguridad han ido aumentando con el tiempo, principalmente por efecto del descenso en el nivel freático y secado del lago de la cantera Santa Inés. En la campaña inicial se encontraron valores de FS entre 0.96 y 1.086, mientras que esta misma variable para la novena campaña presenta valores entre 1.44 y 1.62 para ambos mecanismos de falla, siendo el más crítico el correspondiente a la falla planar. En condiciones de sismo (0.10g), los factores de seguridad caen considerablemente.

- Eliminado: , para la presente campaña,
- Eliminado: son ligeramente mayores a los de la campaña anterior
- Eliminado: Los
- Eliminado: varían
- Eliminado: , llegando a estar con valores entre 0.93 y 1.07.

Es importante destacar nuevamente que los parámetros considerados en el análisis fueron tomados de una base de datos facilitada por CÉMEX, y en donde se utilizaron los correspondientes a los valores mínimos y medios de c' y ϕ en la mayoría de los casos, por lo cual el escenario de análisis se puede considerar conservador. La evolución de los factores de seguridad desde el inicio del monitoreo y durante las nueve campañas de evaluación de estabilidad, se indica en la Tabla 6.5 y se muestra en la Figura 6.5.

- Código de campo cambiado
- Código de campo cambiado
- Con formato: Sangría de texto normal
- Eliminado: podría generar
- Código de campo cambiado
- Código de campo cambiado

El descenso en los niveles del lago de la cantera Santa Inés hasta lograr su secado, si bien refleja un aumento en el factor de seguridad general del talud Codeipa, ha generado fenómenos de inestabilidad local en los materiales de la pata del talud, como se muestra en la Figura 6.6 y en las fotografías de la Figura 6.7, debido a que probablemente estos materiales poseen propiedades mecánicas inferiores al resto del material colocado que conforma el talud. Para corroborar este hecho, se realizó un análisis de estabilidad considerando un mecanismo de falla local de tipo circular en la pata del talud, con condiciones piezométricas variando entre los niveles 2532 y 2544msnm, como se muestra en la Figura 6.6. Como resultado del análisis, se encontró que el talud presenta fenómenos de inestabilidad local para la mayoría de condiciones, con factores de seguridad cercanos a 1.0 que disminuyen hasta 0.89 a medida que se produjo el desembalse. Además de lo anterior, es también posible que durante el descenso en los niveles piezométricos se hayan producido cambios volumétricos por desecación en los materiales del talud, que se vean reflejados en movimientos moderados y reacomodamiento de los mismos, tal y como se muestra en las fotos de la Figura 6.8 a la Figura 6.10.

- Código de campo cambiado
- Eliminado: produce
- Eliminado: produzcan

Como conclusión de los análisis, es importante continuar con el seguimiento a la estabilidad de la parte baja del talud Codeipa, así como evaluar la necesidad de efectuar obras de estabilización locales, para evitar que los problemas de inestabilidad detectados en campo y confirmados con los análisis de factores de seguridad, evolucionen en el tiempo, convirtiéndose en un problema de características globales que en un futuro lleguen a afectar las casas del Barrio Villa Jaqui.

Se hace necesario además, realizar un reunión con los representantes de CÉMEX, con el fin de conocer los planes futuros de explotación de agregados en el sector del talud Codeipa, dadas las acciones implementadas por esta empresa para el secado del lago de la Cantera Santa Inés con el fin de continuar con la explotación de materiales.

Tabla 6.1 Parámetros geotécnicos usados para el análisis de estabilidad

Material No.	Descripción	γ_d (Ton/m ³)	γ_t (Ton/m ³)	c' (Ton/m ²)	ϕ (°)
1	Relleno arcillo-limoso con gravas compacto	1.82	2.03	0.0	31.6
2	Relleno heterogéneo arcillo-limoso con basuras de compactación media	1.45	1.76	5.1	25.3
3	Arcillas limosas y limos arenosos	1.57	1.95	0.5	12.5
4*	Gravas del Tunjuelo colapsadas	1.65	1.86	0.0	18.5
5**	Gravas del Tunjuelo insitu	1.94	2.31	0.0	38.4
6	Arcillolita formación la regadera	2.3	2.5	35.0	42.0

Fuente: CÉMEX

* Los parámetros asignados corresponden a los valores más bajos encontrados en la base de datos de Cemex.

** Los parámetros asignados son bajos, teniendo en cuenta el origen aluvial de las gravas.

Tabla 6.2 Parámetros geotécnicos usados en el estudio de Geolingeniería (2002)

Material No.	Descripción	γ_d (Ton/m ³)	γ_t (Ton/m ³)	c' (Ton/m ²)	ϕ (°)
1	Relleno arcillo-limoso con gravas compacto	2.2	2.2	1.0	30.0
2	Relleno heterogéneo arcillo-limoso con basuras de compactación media	1.95	1.95	0.5	22.0
3	Arcillas limosas y limos arenosos	2	2.2	0.5	7.0
4	Gravas del Tunjuelo colapsadas	2.4	2.6	0.0	40.0
5	Gravas del Tunjuelo insitu	2.4	2.6	2.0	45.0
6	Arcillolita formación la regadera	2.3	2.4	4.0	35.0

Fuente: Geolingeniería (2002)

Tabla 6.3 Resultados de los análisis de estabilidad para la sección A – Condición de factor de seguridad FS=1.0 para un nivel piezométrico establecido según lecturas de piezómetro de Cemex y geometría usada por GeolIngeniería

a)				b)				c)			
Variando parámetros material 3 modelo Stable FS=1 (Propiedades material 4: $c'=0$; $\phi=18.5^\circ$)				Variando parámetros material 4 modelo Stable FS=1 (Propiedades material 3: $c'=0.5$ T/m ² ; $\phi=12.5^\circ$)				Variando parámetros materiales 3 y 4 modelo Stable FS=1 (considerando materiales 3 y 4 con las mismas propiedades)			
	c' (ton/m ²)	ϕ (°)			c' (ton/m ²)	ϕ (°)			c' (ton/m ²)	ϕ (°)	
Sec AP1	0	6.1	sin sismo	Sec AP2	0	5.9	sin sismo	Sec AP3	0	10.6	sin sismo
	1	4.0			1	4.0			1	8.6	
	2	1.9			2	2.1			2	6.6	
	3	0.0			3	0.1			3	4.5	
	4	0.0			4	0.0			4	2.4	
Sec AP1A	0	15.2	con sismo (0.1g)	Sec AP2A	0	21.5	con sismo (0.1g)	Sec AP3A	0	16.3	con sismo (0.1g)
	1	13.1			1	19.6			1	14.3	
	2	11.1			2	17.7			2	12.3	
	3	9.1			3	15.7			3	10.3	
	4	7.1			4	13.6			4	8.2	
Sec AC1	0	2.6	sin sismo	Sec AC2	0	2.9	sin sismo	Sec AC3	0	9.0	sin sismo
	1	0.9			1	1.0			1	7.2	
	2	0.0			2	0.0			2	5.3	
	3	0.0			3	0.0			3	3.5	
	4	0.0			4	0.0			4	1.6	
Sec AC1A	0	11.9	con sismo	Sec AC2A	0	16.2	con sismo	Sec AC3A	0	14.4	con sismo
	1	10.2			1	14.2			1	12.6	
	2	8.5			2	12.2			2	10.8	
	3	6.8			3	10.1			3	9.0	
	4	5.1			4	8.0			4	7.1	

P: Planar C: Circular A: con sismo

Tabla 6.4 Resultados de los análisis de estabilidad para la sección B – Condición de factor de seguridad FS=1.0 para un nivel piezométrico establecido según lecturas de piezómetro de Cemex y geometría usada por GeolIngeniería

a)				b)				c)			
Variando parámetros material 3 modelo Stable FS=1 (Propiedades material 4: $c'=0$; $\phi=18.5^\circ$)				Variando parámetros material 4 modelo Stable FS=1 (Propiedades material 3: $c'=0.5$ T/m ² ; $\phi=12.5^\circ$)				Variando parámetros materiales 3 y 4 modelo Stable FS=1 (considerando materiales 3 y 4 con las mismas propiedades)			
	c' (ton/m ²)	ϕ (°)			c' (ton/m ²)	ϕ (°)			c' (ton/m ²)	ϕ (°)	
Sec BP1	0	6.3	sin sismo	Sec BP2	0	6.1	sin sismo	Sec BP3	0	10.7	sin sismo
	1	4.3			1	4.1			1	8.7	
	2	2.2			2	2.2			2	6.6	
	3	0.1			3	0.2			3	4.6	
	4	0.0			4	0.0			4	2.5	
Sec BP1A	0	15.3	con sismo (0.1g)	Sec BP2A	0	21.8	con sismo (0.1g)	Sec BP3A	0	16.4	con sismo (0.1g)
	1	13.3			1	19.9			1	14.4	
	2	11.3			2	18.0			2	12.4	
	3	9.3			3	16.0			3	10.4	
	4	7.3			4	13.9			4	8.3	
Sec BC1	0	1.7	sin sismo	Sec BC2	0	3.0	sin sismo	Sec BC3	0	8.8	sin sismo
	1	0.0			1	1.0			1	6.9	
	2	0.0			2	0.0			2	5.0	
	3	0.0			3	0.0			3	3.1	
	4	0.0			4	0.0			4	1.2	
Sec BC1A	0	11.5	con sismo	Sec BC2A	0	15.8	con sismo	Sec BC3A	0	14.3	con sismo
	1	9.7			1	13.8			1	12.5	
	2	8.0			2	11.7			2	10.6	
	3	6.2			3	9.7			3	8.7	
	4	4.4			4	7.6			4	6.8	

P: Planar C: Circular A: con sismo

Tabla 6.5 Evolución de los factores de seguridad para las dos secciones de análisis

Fecha	Cota nivel del lago (msnm)	FACTOR DE SEGURIDAD			
		Sección A (F. Circular)	Sección A (F. Planar)	Sección B (F. Circular)	Sección B (F. Planar)
30/01/2005	2542.04	1.086	0.97	1.079	0.96
10/04/2005	2538.74	1.256	1.084	1.247	1.074
10/05/2005	2537.52	1.471	1.272	1.455	1.257
02/06/2005	2536.50	1.51	1.31	1.49	1.3
08/07/2005	2536.07	1.52	1.33	1.51	1.31
30/07/2005	2535.37	1.53	1.35	1.53	1.34
19/08/2005	2534.2	1.534	1.39	1.565	1.375
12/09/2005	2533.08	1.57	1.43	1.6	1.41
10/10/2005	2532.00	1.59	1.46	1.62	1.44

Figura 6.1 Resultados de los análisis de estabilidad para la sección A – Condición actual

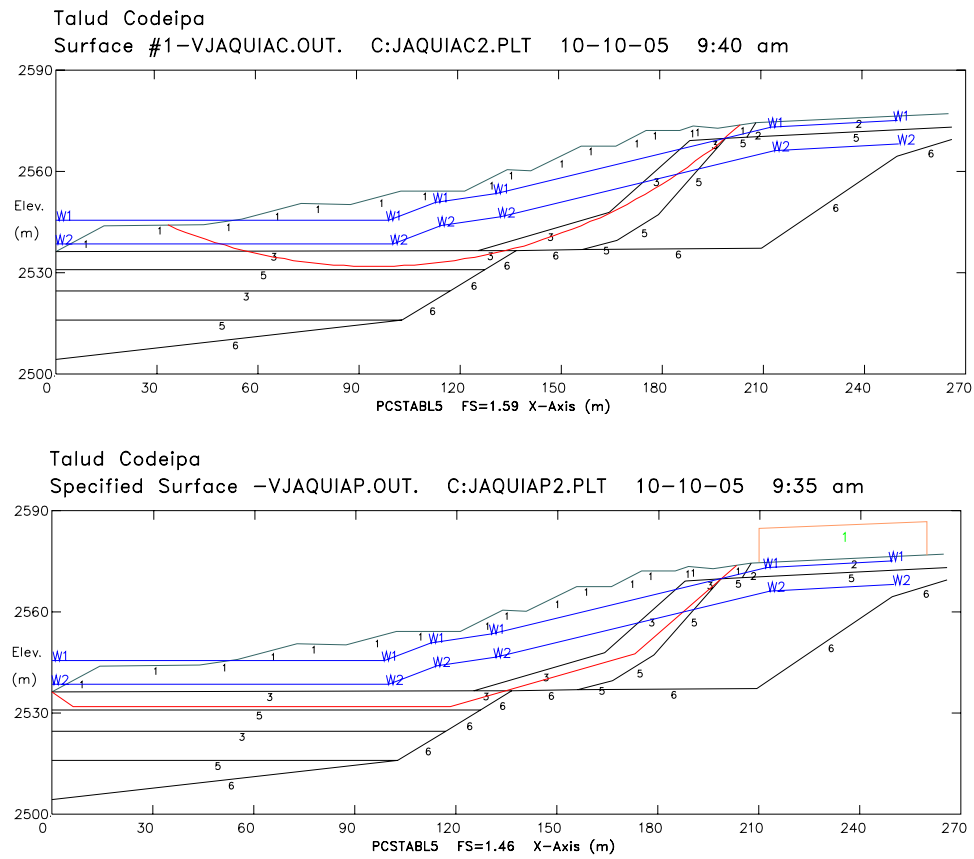


Figura 6.2 Resultados de los análisis de estabilidad para la sección B – Condición actual

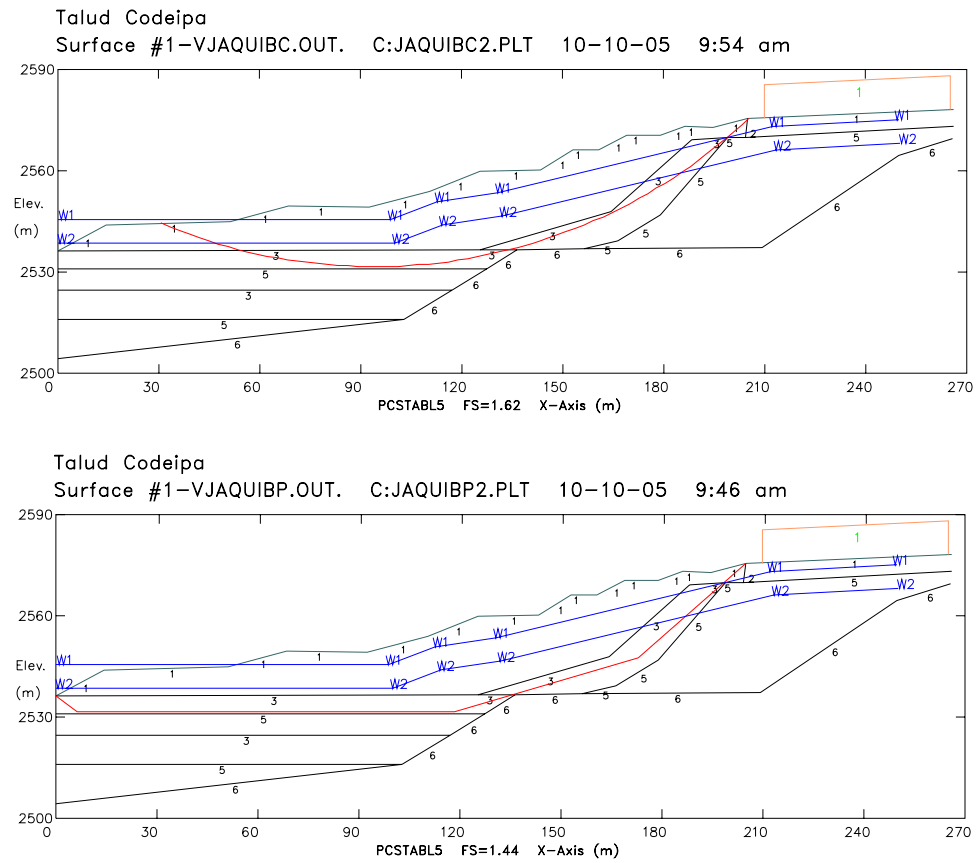


Figura 6.3 Resultados de los análisis de estabilidad para la sección A – Condición de factor de seguridad FS=1.0

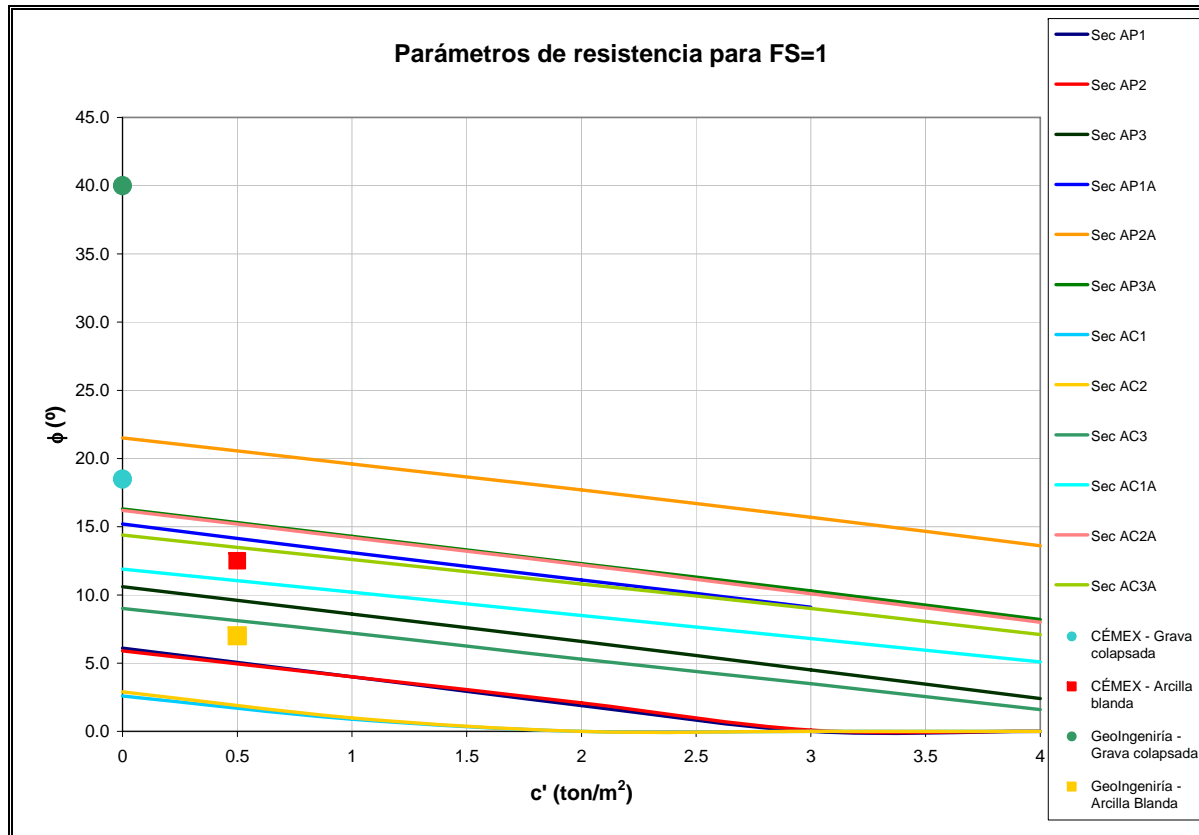


Figura 6.4 Resultados de los análisis de estabilidad para la sección B – Condición de factor de seguridad FS=1.0

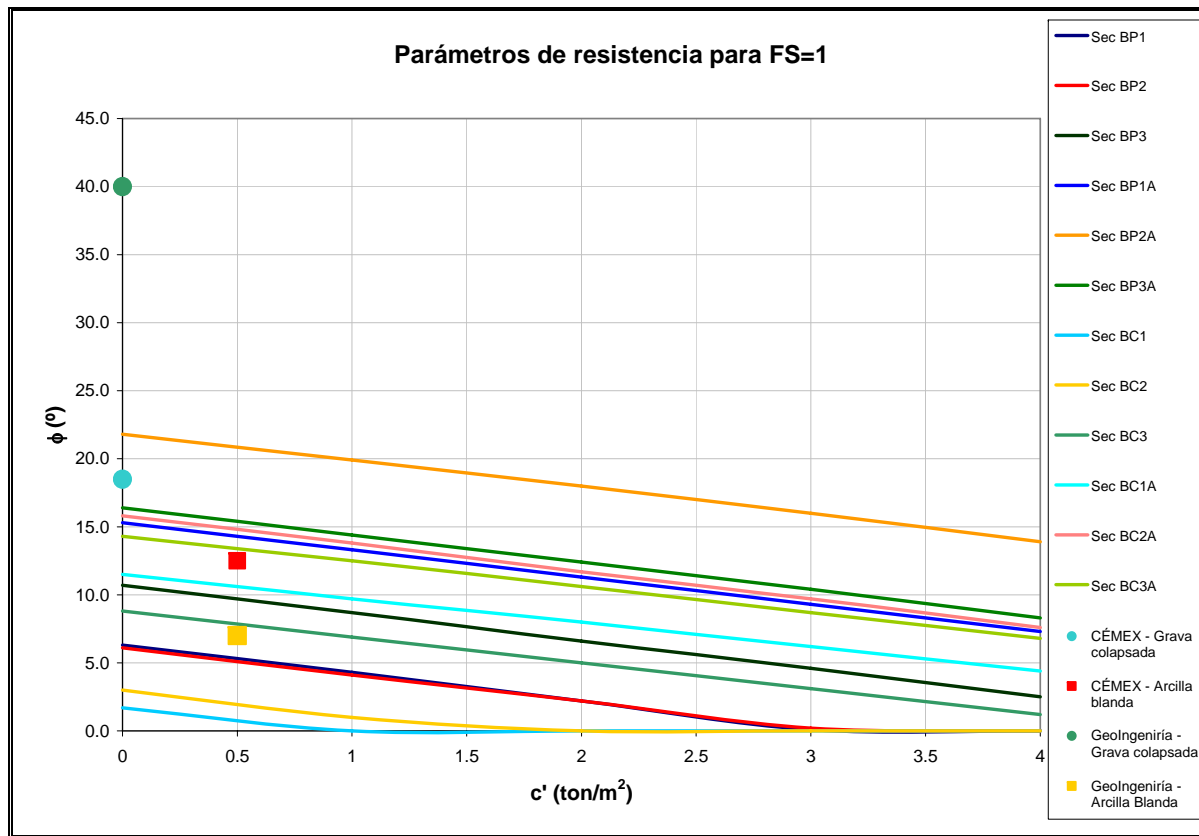


Figura 6.5 Evolución de los factores de seguridad para las dos secciones de análisis

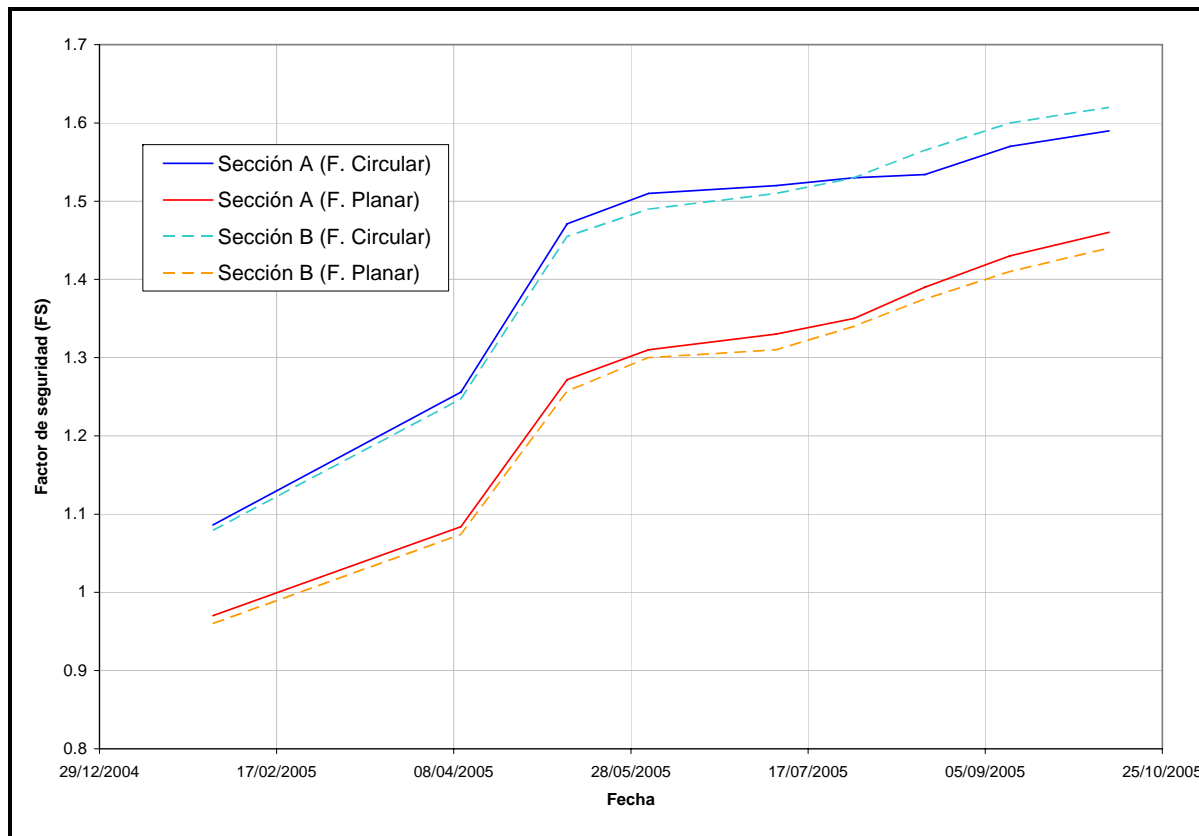


Figura 6.6 Análisis de estabilidad para la parte baja del talud Codeipa – Condiciones piezométricas variables

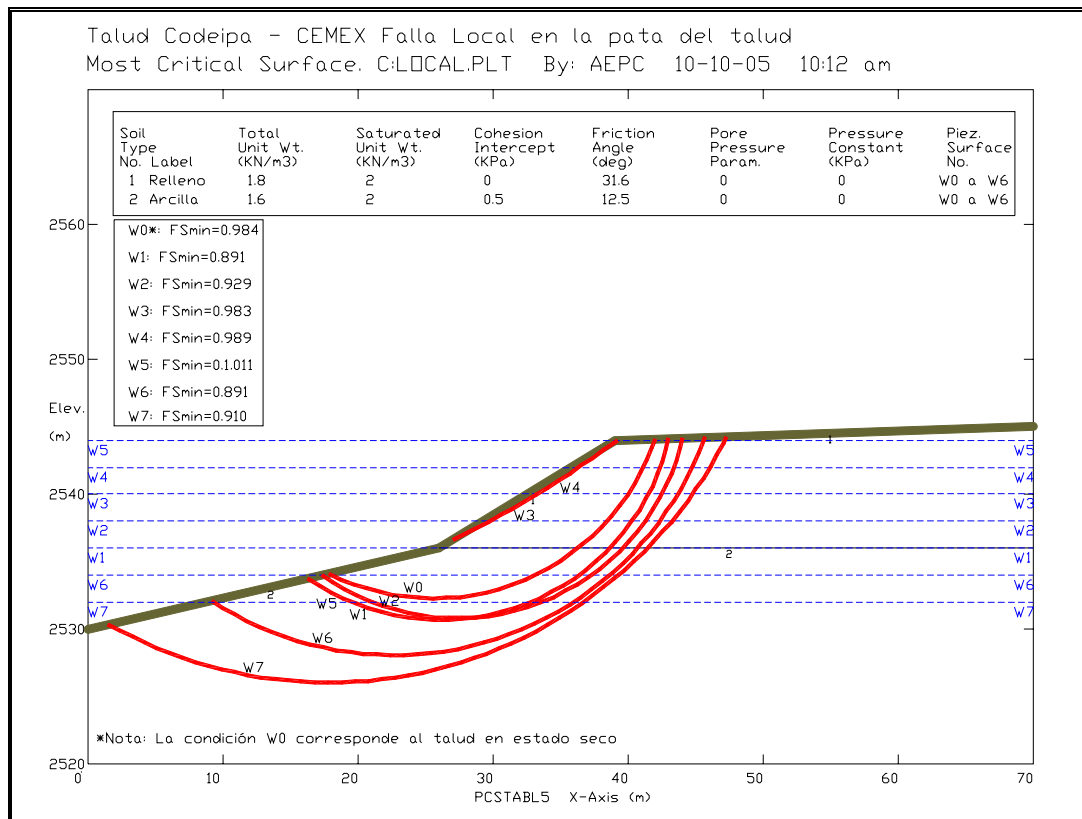


Figura 6.7 Fotografías del talud Codeipa en su parte baja – Fenómenos de inestabilidad local



Vista general de la pata del talud Codeipa: crecimiento de vegetación (pasto y arbustos) y disminución del nivel del lago en la Cantera Santa Inés. Se construyeron zanjas de drenaje para el abatimiento de la superficie piezométrica dentro del talud y conducción hacia el lago.



Fenómenos de inestabilidad local de tipo rotacional en los materiales de la pata del talud, consecuencia de las bajas propiedades geomecánicas de los materiales de lleno y el efecto de desembalse rápido dentro de la mina Santa Inés.

Figura 6.8 Fotografías del talud Codeipa en su parte baja – Fenómenos de desecación y cambios volumétricos



Desecación y cambios volumétricos en los materiales que conforman la terraza inferior del talud Codeipa. Agrietamiento superficial de los limos y arcillas, así como hundimientos en algunos sectores.



Inestabilidad local y aparición de grietas por efecto del desembalse. La concentración de zanjas de drenaje en la pata del talud propicia el lavado de los materiales finos, generando zonas de debilidad sobre la terraza inferior del talud.

Figura 6.9 Fotografías de los lagos de las canteras Santa Inés y Guaquera – Descenso en el nivel del lago frente al Talud Codeipa



Descenso del nivel del lago de la cantera Santa Inés, frente al Talud Codeipa. En la actualidad el lago de esta cantera se encuentra seco. El agua de la cantera Santa Inés fue canalizada hacia el lago Guaquera para continuar con la explotación de materiales aluviales en el sector de Codeipa.

Comparación entre los niveles de los lagos Santa María (arriba-izquierda), Guaquera (arriba-centro) y Manas (abajo-derecha), adyacentes a la cantera Santa Inés (lago seco). En las fotografías se puede observar el Barrio Villa Jaqui y la zona de escombros del predio Codeipa (abajo-derecha).

Figura 6.10 Fotografías de la terraza superior y el predio Codeipa – Hundimientos locales y zona de escombros



La terraza superior del talud Codeipa presenta zonas de hundimiento y grietas asociadas con la antigua superficie de deslizamiento. CÉMEX instaló extensómetros para el control y seguimiento de las grietas. Los hundimientos son observables dentro del canal trompeta.



Zona de escombros dentro del predio Codeipa (parte alta del talud). En algunos tramos, el espesor del relleno de escombros supera la altura del muro de cerramiento de CÉMEX (3m apróx.). El muro presenta agrietamientos y volcamientos, por efecto de la sobrecarga.

7 CONCLUSIONES

Las actividades que se desarrollaron durante el contrato fueron: análisis de información existente, evaluación de las condiciones del proyecto, nueve campañas de control topográfico, nueve campañas de control de extensómetros, diez campañas de control de viviendas, análisis de estabilidad sobre el talud Codeipa e interpretación y análisis de resultados. A continuación se presentan los principales aspectos que se pueden deducir de la ejecución de las actividades mencionadas en el lapso del monitoreo.

7.1 CONTROL TOPOGRÁFICO

- Se instalaron dos secciones de control topográfico A-A y B-B desde la Avenida Boyacá hasta la base del talud, y una mas (C-C) en la base del talud. A través de la medición topográfica en las secciones, se detectó que en el talud se presentan movimientos horizontales del orden de 0.05m, y eventualmente algunos del orden de 0.10m –como consecuencia del paso de vehículos-. En las dos secciones, A-A y B-B, los desplazamientos tienen coincidencia con las posibilidades cinemáticas de los materiales en el talud aledaño al barrio Villa Jaqui en sentido NE y SE para la sección A-A y WE para la sección B-B. En la corona del talud, y que corresponde a la zona de asiento del barrio Villa Jaqui, el valor medio de los desplazamientos horizontales es de 0.022m.
- Con relación a los desplazamientos verticales, en las dos secciones son del orden de 0.06m, y en el barrio Villa Jaqui el valor medio de los hundimientos acumulados es de 0.73cm.
- Comparando la información de desplazamientos horizontales y verticales entre el sector del barrio Villa Jaqui y el del talud Codeipa, se puede afirmar que durante el periodo de monitoreo, no hubo influencia cinemática entre el talud y el barrio. Los desplazamientos del talud se pueden atribuir a procesos normales de consolidación de los llenos que lo conforman, como consecuencia del desembalse de la mina y no al desarrollo de fenómenos de inestabilidad del terreno. Por otro lado los desplazamientos en las viviendas del barrio están asociados al progreso de asentamientos diferenciales en el lleno heterogéneo que sirve de fundación para el barrio.

7.2 CONTROL DE EXTENSÓMETROS

- Dado que en el barrio no se detectaron grietas, se estableció un monitoreo de desplazamientos relativos entre aquellas viviendas más cercanas al talud, por medio de extensómetros de puntilla, en los cuales se determinaban las diferencias en las mediciones de las distancias relativas entre ellas. A pesar que el muro de cerramiento de Cemex, y con el que colinda el barrio Villa Jaqui muestra agrietamientos severos en algunos sectores, se determinó que estos se encuentran ligados a un sistema de cimentación deficiente, así como a pobres características del relleno en el que se fundó, razón por la cual no es un indicador adecuado de los daños que pudieren ocurrir en las viviendas del barrio.

- Se estableció que el 78% de los desplazamientos relativos entre viviendas son inferiores a 0.06mm, con un valor medio de apertura entre viviendas de 0.28mm. Estos pueden estar asociados a asentamientos locales debido a la heterogeneidad del relleno sobre el que se localizan.
- La tasa media de apertura en los extensómetros de viviendas es de 0.0014mm/día – valor bajo, considerando las pobres características geotécnicas de los materiales de relleno sobre los que se encuentran la mayoría de cimentaciones de las viviendas.

7.3 CONTROL DE VIVIENDAS

- Durante todas las campañas efectuadas un buen porcentaje de viviendas tuvo una clasificación de riesgo bajo –el 94% de las viviendas muestra calificaciones inferiores a 1.5-, y solo el 6% de las estructuras monitoreadas se encuentra en riesgo medio -lo que corresponde a 4 viviendas-.

7.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

- Para el análisis de estabilidad se consideraron dos mecanismos de falla en el talud Codeipa: rotacional y complejo (rotacional en la parte alta del talud y traslacional hacia el contacto entre las arcillas blandas y el depósito de gravas del Tunjuelo).
- Las superficies de falla se desarrollan en la parte alta del talud sobre las gravas del Tunjuelo colapsadas (antigua superficie fallada en 1992), y en la base por un depósito de arcillas blandas limosas y arenosas. Los lugares geométricos en donde se pueden encontrar superficies de falla, están bastante limitados por la presencia de la arcillolita de la Formación Regadera –capa 6- y por las arcillas limosas y limos arenosos –capa 3-, junto con las gravas colapsadas del Tunjuelo, que determinan la estimación de los factores de seguridad del talud, dentro del modelo geológico y geotécnico implementado.
- Se recopilaron los parámetros geomecánicos de GeolIngeniería y CÉMEX y, dada la marcada diferencia entre unos y otros, se decidió realizar un análisis de sensibilidad mediante la variación de condiciones de resistencia al corte y ángulos de fricción interna para la condición de estabilidad asociada a un factor de seguridad igual a uno. Finalmente, los análisis desarrollados se llevaron a cabo con los parámetros geotécnicos más conservadores de CEMEX.
- La estabilidad del talud Codeipa mejoró en la medida que el nivel del embalse disminuyó, aumentando el factor de seguridad desde el inicio del monitoreo de 0.99 a 1.44 en el escenario más desfavorable –mecanismo de falla planar-En condiciones de sismo, los factores de seguridad caen considerablemente.
- El descenso del nivel del embalse originó fenómenos locales de inestabilidad en la base del talud, que deben continuar monitoreándose, con el fin de estudiar la implementación de obras de contención para evitar el desarrollo retrogresivo de movimientos en masa.

7.5 RECOMENDACIONES

- El muro de cerramiento de las instalaciones de CEMEX, que colinda con el barrio Villa Jaqui, no se debe utilizar como indicador de desplazamientos. Este muro posee deficiencias en su cimentación que han provocado cabeceos y agrietamientos, que no están relacionados con desplazamientos del talud Codeipa o del barrio Villa Jaqui, por lo cual no es útil como herramienta de alerta.
- Es conveniente impedir la colocación de escombros en la parte superior del talud Codeipa. De igual forma se debería revisar la forma en que se manejan las aguas en este sector.
- Sería bastante ventajoso efectuar la revisión del perfil geológico, así como la caracterización geomecánica de los materiales que conforman el talud Codeipa.
- Se debe programar una reunión con los profesionales de CEMEX involucrados en el manejo y explotación de la mina Santa Inés, con el fin de socializar los resultados del monitoreo efectuado durante el proyecto. En dicha reunión se debe destacar el impacto que pueden generar las obras que se desarrollen en la parte baja del talud Codeipa, sobre la estabilidad del terreno en que se asienta el barrio Villa Jaqui.
- Es importante evaluar en conjunto con los profesionales de CEMEX, la necesidad de efectuar obras geotécnicas en la parte baja del talud Codeipa para evitar que los problemas detectados evolucionen en el tiempo y afecten la estabilidad del sistema.
- Se hace necesario además, realizar un reunión con los representantes de CEMEX, con el fin de conocer los planes futuros de explotación de agregados en el sector del talud Codeipa, dadas las acciones realizadas por esta empresa para el secado del lago de la Cantera Santa Inés.
- Es recomendable continuar desarrollando el seguimiento al talud Codeipa, manteniendo los alcances del presente contrato, pero modificando las frecuencias de las campañas de monitoreo. Para tal fin, se puede optimizar la aplicación de las campañas flexibilizando los lapsos entre campañas, de manera que durante los periodos invernales se realicen menos espaciadas –teniendo en cuenta la afectación que las lluvias tienen sobre los taludes-, mientras que durante los periodos no invernales su ejecución se retrase. Es conveniente también que el lapso del monitoreo comprenda periodos anuales completos, para lo cual las ordenes de servicio deben tener igual duración.

8 BIBLIOGRAFÍA

GEOINGENIERÍA LTDA. Evaluación de riesgos para los barrios México y Villa Jaqui por inestabilidad en los taludes aledaños a las gravilleras e inundación para los barrios Tunjuelito y Meissen por desbordamiento del Río Tunjuelito debido al embalsamiento actual de las aguas dentro de las gravilleras. Localidades de Ciudad Bolívar y Tunjuelito. Diciembre de 2002

CÉMEX. Información del monitoreo al talud Codeipa: controles topográficos, extensómetros, niveles piezométricos, niveles del embalse y parámetros geotécnicos. Marzo de 2005

MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS VIVIENDAS DEL BARRIO VILLA JAQUI DE LA LOCALIDAD DE
CIUDAD BOLIVAR EN LA CIUDAD DE BOGOTA, D.C.

ANEXO A FORMATOS DE CAMPO PARA LA CLASIFICACIÓN GLOBAL DE RIESGO

Página 3-3: [1] Eliminado JPuentes 12/10/2005 02:51:00 p.m.

de tipo ascendente, que se presentan en su mayoría en la corona del talud (Barrio Villa Jaqui), de los cuales el 50% es

Página 3-3: [2] Eliminado JPuentes 12/10/2005 02:51:00 p.m.

037, se obtuvo un registro de 0.037m en la primera berma ladera abajo de la quebrada en el punto PT-TACO8B a la cota 2571msnm, que como ya se ha mencionado en informes anteriores puede estar asociado al peso de vehículos pesados. Los desplazamientos verticales descendentes (Hundimientos), ubicados en gran proporción sobre el en el talud, en un 68% son inferiores o iguales a 0.015m, en un 95% tienen una magnitud inferior a 0.018m, y el mayor hundimiento fue de 0.019m

Página 3-3: [3] Eliminado JPuentes 12/10/2005 02:51:00 p.m.

a semejanza de la campaña anterior,

Página 3-3: [4] Eliminado JPuentes 12/10/2005 02:51:00 p.m.

la sección de análisis A-A orientación