MONITOREO A LA INSTRUMENTACION DE LAS VIVIENDAS EXISTENTES EN LA URBANIZACION CIUDADELA EL PARQUE DE LA ROCA

CONTENIDO

1. INTRODUCCION

2. ACTIVIDADES PRELIMINARES

2.1 COMPLEMENTACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL
2.2 CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS
2.3 CERTIFICACIÓN DE COORDENADAS OFICIALES
2.4 INSPECCIÓN GEOTÉCNICA INICIAL

3. TRABAJOS DE CAMPO Y OFICINA

3.1. LABORES DE MONITOREO TOPOGRÁFICO
3.1.1 Instalación de puntos de control
3.1.2 Amarre topográfico y verificación de referencias instaladas
3.1.3 Amarre y Levantamiento Plani-altimétrico de cada punto
3.1.4 Cálculos y registro gráfico.

3.2 SUPERVISION Y REGISTRO DE INCLINOMETROS - PIEZOMETROS
3.2.1 Análisis de información de la Constructora Colmena S.A.
3.2.2 Resumen y comentarios

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. ANEXOS: ESQUEMA Y FIGURAS

TABLAS Y GRAFICOS DE RESULTADOS

REGISTRO FOTOGRAFICO

CARTERAS TOPOGRAFICAS

PLANO DE LOCALIZACION GENERAL

MONITOREO A LA INSTRUMENTACION DE LAS VIVIENDAS EXISTENTES EN LA URBANIZACION CIUDADELA EL PARQUE DE LA ROCA

1. INTRODUCCION

EL FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS contrató con ***GEOS EU***, los trabajos correspondientes a la realización de campañas periódicas de monitoreo topográfico a la instrumentación de las viviendas que conforman la Urbanización Ciudadela El Parque de La Roca, para adelantar un seguimiento de las deformaciones del terreno y su incidencia en las construcciones existentes.

El proyecto está localizado en la Urbanización Ciudadela El Parque de La Roca , cercano a la planta Vitelma de la EAAB , en limites de las Localidades de Santa Fe y San Cristóbal , entre la Avenida Circunvalar y la carrera 3 con calles 3 y 4.

El área ha presentado una problemática de inestabilidad reflejada en movimientos de terreno, por lo cual la Constructora Colmena S.A. realizó una serie de obras de mitigación y materializó diferentes puntos de control en el área de la Urbanización, que le permitieron llevar registros históricos topográficos de movimiento. Además, instaló 6 piezómetros y 8 inclinómetros para determinar los niveles freáticos existentes y los desplazamientos de la masa de suelo, los cuales ha venido registrando desde el mes de Agosto de 1999.

Con base en lo anterior, el alcance de los trabajos consistió en llevar un control topográfico paralelo e independiente cada quince (15) días, utilizando los puntos de control colocados por La Constructora Colmena S.A., y observar los movimientos verticales y horizontales de las obras de mitigación y del terreno en los sitios definidos por el interventor de la DPAE. Igualmente, se realizó un registro quincenal de las lecturas realizadas en los piezómetros e inclinómetros por parte de la firma Geotecnia y Cimentaciones Ltda., quien ha tenido la responsabilidad de adelantar las actividades de campo y oficina con su propio personal e instrumentos y producir los respectivos informes de resultado.

Durante los trabajos de monitoreo a la instrumentación colocada en la urbanización, se presentaron informes mensuales con los resultados de cada campaña establecida, anexando los formatos y gráficas que mostraban el comportamiento de los puntos monitoreados. El presente es el ultimo de seis informes y contiene los resultados de la décima primera y décima segunda campañas, al igual que las conclusiones finales del monitoreo.

Este informe final presenta los resultados y conclusiones del monitoreo a la instrumentación de la urbanización y muestra el comportamiento topográfico determinado directamente por *GEOS EU,* al igual que el registro de lectura de los datos de la CONSTRUCTORA COLMENA S.A. a los ocho (8) Inclinómetros y seis (6) piezómetros de Casagrande instalados en la parte alta de la urbanización por intermedio de la firma Geotecnia y Cimentaciones Ltda., quien realizó las mediciones de inclinación y de niveles piezométricos de cada instrumento. Igualmente, tiene en cuenta la información entregada por el FOPAE y relacionada con informes, actas de reunión, reportes y plano topográfico general de la Urbanización a escala 1:500.

2. ACTIVIDADES PRELIMINARES

Antes de iniciar los trabajos de campo y oficina correspondientes al monitoreo a la instrumentación de la urbanización, se realizaron las siguientes actividades preliminares:

2.1 COMPLEMENTACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL

Para dar inicio a los trabajos encomendados, se realizó una reunión el día 15 de Septiembre/99 en el campamento de La Constructora Colmena S.A. con presencia de funcionarios del FOPAE y representantes de la firma Constructora, con el fin de hacer un reconocimiento de los puntos de control materializados por el topógrafo de La Constructora y a los cuales se les debía hacer el control paralelo durante 6 meses. Se observó que se realizaba un control topográfico a cincuenta y cinco (55) puntos localizados en la parte superior de la Urbanización y a partir de dos referencias en estaca de madera e identificadas como H y M para el control horizontal; además, se observó que en las manzanas residenciales se utilizaban marcas de pintura como puntos, lo cual no ofrecía un control confiable.

Para iniciar el control topográfico paralelo, se vio la necesidad de colocar dos (2) referencias nuevas e independientes a las de la Constructora, utilizando placas de bronce debidamente identificadas y fundidas en zonas estables, para permitir y garantizar la confiabilidad de las mediciones. Además y por no estar claramente identificados los puntos por parte de la Constructora, se instalaron nuevos puntos de control estables en las esquinas de las Manzanas 32, 33, 33A, 10, 13 y 12.

2.2 CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS

Como actividad previa y necesaria para el correcto desarrollo de los trabajos, se revisaron y calibraron los equipos topográficos compuestos por una Estación total con cartera electrónica y un Nivel automático NA 828 de precisión, ante el representante exclusivo en Colombia de la casa fabricante de estos equipos marca Leica.

Como control de calidad y con el fin de garantizar la exactitud de las mediciones planialtimétricas en cada campaña de monitoreo topográfico y durante los seis meses del estudio, se efectuaron pruebas técnicas y revisiones permanentes de calibración de los equipos, de acuerdo con las certificaciones expedidas por la firma representante Walter Rothlisberger & Co. Ltda. y actualmente por la firma Prosis S.A.

2.3 CERTIFICACIÓN DE COORDENADAS OFICIALES

Con base en la inspección inicial a la zona de trabajo se identificaron las placas oficiales del sistema **IGAC** y se solicitaron las certificaciones al **Instituto Geográfico Agustín Codazzi** de las placas Distritales o vértices **T 4490** y **T 4491** localizadas en la planta Vitelma de la EAAB para el amarre horizontal y además, de la placa **NP 62 CD** para el amarre vertical de precisión (m.s.n.m.).

2.4 INSPECCIÓN GEOTÉCNICA

Con base en la inspección geotécnica al inicio de los trabajos, se identificaron las condiciones del área, los depósitos arcillosos algunos posiblemente naturales y otros de origen antrópico que sobreyacen arcillolitas grises y abigarradas; las obras existentes y la instrumentación para el control de los fenómenos de inestabilidad que se presentaban. De las manzanas de la urbanización, las de

la parte alta (Nos. 32, 33 y 33 A), han sido las más afectadas como lo evidencian las grietas en las edificaciones.
En el talud que llega hasta la vía a Vitelma y aledaño a las manzanas 33 y 33 A se observaron grietas en la parte alta del talud, indicativas de una posible inestabilidad incipiente en este sector que puede llegar a afectar en algún momento las viviendas de la parte baja del talud. Esta situación fue informada en varias oportunidades en los informes mensuales y motivó la construcción del mojón M12 como punto de control adicional y de registro del movimiento permanente del sector desde la quinta campaña.

La manzana 30A mostraba al inicio de los trabajos y en la parte baja del talud, señales de inestabilidad activa por grietas que eran recientes y alta humedad. Esta situación fue tratada posteriormente por la constructora, realizando obras de manejo de las aguas superficiales y revegetalización de toda el área.

En la parte baja en las manzanas 8 a 14, la constructora realizó obras de protección en la pata del talud. Por la ladera entre los dos grupos de manzanas sube una vía de acceso, arriba de la cual se realizaron obras de contención y drenaje en la misma zona inestable que había afectado las manzanas 32 y 33. Se observaron algunos drenes horizontales que han drenado las aguas subsuperficiales de los depósitos inestables.

3. TRABAJOS DE CAMPO Y OFICINA

3.1. LABORES DE MONITOREO TOPOGRÁFICO

3.1.1 Instalación de puntos de control

Como fue mencionado anteriormente y a pesar de no estar previsto contractualmente, la primera actividad consistió en la complementación de la instrumentación de la Constructora, colocando dos placas de bronce como Referencias e instalando con taladro eléctrico un tornillo de acero y platina de bronce en veinticuatro (24) puntos para el control altimétrico y planimétrico en las placas de segundo piso de las viviendas localizadas en las esquinas de las manzanas Nos. 32, 33, 33A, 10, 13 y 12.

Igualmente y como complemento a lo manifestado en los informes Nos. 1 y 2 en relación con las grietas observadas en la Inspección geotécnica al inicio de los trabajos e indicativas de una inestabilidad del sector, se construyó en la parte alta del talud de la urbanización, un mojón de concreto de sección trapezoidal identificado con el numero M-12, al cual se le asignaron datos precisos de coordenadas durante la realización de la cuarta campaña de monitoreo. Igualmente, se colocaron los puntos MZ33A-4A y T3A para reemplazar los puntos que habían desaparecido y un mojón de concreto como estación o delta, para precisar el comportamiento topográfico de los puntos del sector de la manzana 33A (M33A1-Inclinómetro 3 y MZ33A2).

3.1.2 Amarre topográfico y verificación de referencias instaladas

Al inicio de los trabajos, se procedió a realizar una nivelación y contranivelación entre la placa **NP 62 CD** y la Referencia 1 instalada en la roca de la urbanización, para asignarle cota (m.s.n.m) de precisión amarrada al sistema **IGAC,** con un error permitido en el circuito de nivelación de 3 milímetros. Igualmente y a partir de las placas vértices **T 4490** y **T 4491** localizadas en la Planta de Vitelma de la EAAB, se realizó el amarre topográfico y transporte de coordenadas oficiales Norte - Este del **IGAC** a las Referencias 1 y 2 instaladas, mediante una poligonal cerrada de amarre con precisión superior a 1:100.000. Para esta labor, se utilizó cartera electrónica externa HP48GX con software de topografía marca TDS, para registrar automáticamente los valores promediados de

ángulos horizontales y distancias en cuatro (4) series de lecturas (Directas e inversas) entre cada una de las estaciones de la poligonal.
Igualmente y como verificación cada dos meses, se realizaron por parte del mismo topógrafo y con el mismo nivel automático de precisión y mira milimétrica de cinco metros en estaciones con distancias inferiores a 80 metros, las actividades de nivelación y contranivelación entre la placa NP 62 CD y la Referencia 1 para verificar la posición correcta de la referencia. Se concluyó que la referencia 1 no varió su posición altimétrica (m.s.n.m) durante todo el trabajo. Igualmente y a partir de las placas vértices localizadas en la planta de Vitelma de la EAAB **,** se verificó que las referencias colocadas para el amarre topográfico de los trabajos no variaron su posición horizontal, confirmándose los datos de coordenadas originales para el calculo de posición de todos los puntos de control en cada campaña.

3.1.3 Amarre y Levantamiento Plani-altimétrico de cada punto

A partir de la cota (m.s.n.m) determinada para la Referencia 1, se realizó en cada oportunidad una poligonal o circuito central de nivelación de dieciséis cambios y su respectiva contranivelación, para adelantar posteriormente la determinación de cotas (m.s.n.m) de precisión de cada punto de control instalado por la Constructora y complementado por nosotros; el cierre logrado en los circuitos fue siempre inferior a 2.5 milímetros. A continuación, se procedió a nivelar cada uno de los puntos de control establecidos y colocados en los muros de concreto, ladera y manzanas residenciales. En esta forma se asignaron cotas de precisión milimétrica a cada punto, que sirvieron de base para compararlas con las once campañas de control topográfico que se realizaron cada quince (15) días.

Con base en las coordenadas determinadas para las Referencias 1 y 2, se adelantó el levantamiento planimétrico de los puntos de control instalados, mediante el sistema de radiación por base medida , como se indicó en la cartera topográfica de campo y en la cual se relacionaron las longitudes de los lados de cada triángulo realizado. Para esta actividad se tuvo la mayor precaución en la toma de información de campo (ángulos y distancias), con el fin de asignar valores planimétricos reales base y poderlos comparar posteriormente con los resultados de las campañas quincenales de monitoreo. En la primera campaña y siguientes, se utilizó siempre la misma estación total con cartera electrónica externa, que fue operada por el mismo topógrafo.

En el período comprendido entre el 15 de Febrero y 10 de Marzo pasado, se realizaron todas las actividades de monitoreo topográfico correspondientes a las campañas finales Nos. 11 y 12, en las cuales fueron verificadas, como en cada oportunidad, las precisiones horizontales y los errores altimétricos de cierre de los circuitos de nivelación.

De los resultados topográficos de altimetría y planimetría obtenidos hasta la fecha, se tiene lo siguiente:

Sector Oriental :

De los puntos controlados topográficamente en este sector, se observa claramente que el mojón de concreto M-12 construido en la parte alta del talud que llega a la vía a Vitelma, presenta un comportamiento indicativo de un importante asentamiento superior a los 100 milímetros y un desplazamiento en sentido sur-oeste del orden de 140 milímetros. Este comportamiento de movimiento ha sido significativo en el ultimo periodo de control, llegando a valores superiores a los cuatro (4) centímetros en veinte días, lo cual no había sucedido desde su instalación a finales de Octubre/99. De continuar este comportamiento, se pueden producir deslizamientos que podrían afectar las viviendas de la Manzana 33 A.

La casi totalidad de los puntos de control localizados en este sector, dejó de mostrar un comportamiento altimétrico positivo que era indicativo de una expansión del terreno por la presencia

de arcillas, presentándose en la campaña No. 12 valores negativos del orden de un centímetro, como se indica en las gráficas.
Los puntos de control colocados en las viviendas de las manzanas 32, 33 y 33A, presentan un comportamiento relativamente normal y dentro de las precisiones topográficas, lo cual es indicativo de la no presencia de movimientos significativos. Sin embargo, en la ultima campaña se observa un desplazamiento horizontal en los puntos de la manzana 32 y 33 A, con presencia de grietas en los muros de cerramiento de las viviendas del sector sur-occidental y una grieta longitudinal a lo largo del costado sur de esta manzana, aledaño al sitio del Inclinómetro No. 3.

Los resultados obtenidos para los puntos de control instalados en las pantallas de concreto cercanas a las manzanas arriba indicadas, muestran un comportamiento normal y dentro de las precisiones topográficas.

Sector Central :

De los puntos controlados en este sector aledaño a las obras de contención en gaviones y pantalla de concreto anclada, el punto M-5 presenta un comportamiento indicativo de un menor desplazamiento acumulado del orden de 8 milímetros y un movimiento altimétrico positivo de 18 milímetros. El punto M-8 presenta un desplazamiento en sentido nor-oeste de 13 milímetros y el punto M-10, presenta un desplazamiento cercano al centímetro y un asentamiento de nueve milímetros.

Los puntos de control localizados en los mojones M-3, M-9, y M-11 de la ladera entre las manzanas 32 y 33, presentan un comportamiento relativamente estable y con cambios menores que están dentro de las precisiones topográficas de las mediciones.

Los resultados de los puntos de control instalados en las obras de contención (G-1 a 6) muestran un comportamiento normal e indicativo de la no presencia de movimientos planialtimétricos, dado que los cambios están dentro de la precisión de las mediciones. Teniendo en cuenta el desplazamiento horizontal (superior a 30 centímetros) que reportaba el control topográfico de la constructora en el mes de junio/99 para los mojones instalados en este sector, la construcción de estas obras ha sido particularmente importante.

Sector Occidental :

El punto de control ubicado en la tapa del Inclinómetro 8, tuvo un comportamiento planimétrico estable en las ultimas campañas, a pesar de las deformaciones en el sentido de la pendiente reportadas por la firma Geotecnia y Cimentaciones Ltda. Los puntos de control instalados en las viviendas de la Manzana 10, presentan cambios menores y dentro de la precisión de las mediciones.

En relación con los puntos de control instalados en las pantallas de concreto ancladas y localizadas en el nivel inferior aledañas a las manzanas 11, 12 y 13, se observa un comportamiento horizontal y vertical estable y dentro de las precisión de las mediciones.

3.1.4 Cálculos y registro gráfico.

Con el fin de verificar la confiabilidad de la información recolectada en campo, se procedió durante cada campaña de monitoreo a calcular la precisión de los levantamientos planialtimétricos realizados y se preparó la presentación de resultados (coordenadas Norte - Este y Cota) en forma de tabla y gráficas, para permitir comparar los movimientos y comportamiento de cada punto de control. Para el calculo planimétrico y determinación de coordenadas planas X , Y , se utilizó el software de topografía Tripod Data Systems (TDS) , cuyos archivos se presentan en el presente informe , al igual que los resultados gráficos y numéricos de cada punto en extensión .xls.

Para observar la información obtenida en campo y el comportamiento de los puntos de control en cada una de las campañas realizadas hasta la fecha, se presentan tablas informativas con los valores absolutos y diferencias de movimiento respecto a la primera campaña, al igual que las gráficas correspondientes. En las figuras 2 y 3 se muestran los vectores de desplazamiento y asentamiento en centímetros de cada uno de los puntos de control monitoreados durante las doce campañas topográficas adelantadas desde el mes de Septiembre de 1999. Es importante observar la magnitud del vector de desplazamiento y asentamiento del mojón M-12.

Además, para disponer de información sobre la localización de los puntos de control monitoreados en cada campaña, el Mojón M-12 construido posteriormente por *GEOS EU* en la Cuarta campaña, las secciones topográficas Nos. 1 y 2 realizadas, se elaboró en Autocad un Plano esquemático general que se adjunta al presente informe.

3.2 SUPERVISION Y REGISTRO DE INCLINOMETROS - PIEZOMETROS

3.2.1 Análisis de información de la Constructora Colmena S.A.

Hasta la fecha y con carácter informativo, se recibieron los documentos elaborados por la Constructora Colmena S.A., y relacionados con los 16 reportes de Instrumentación geotécnica realizados por la firma Geotecnia y Cimentaciones Ltda., el ultimo de los cuales fechado el 9 de Febrero de 2000, contiene información de las lecturas realizadas hasta dicha fecha.

Con base en los datos leídos y reportados por los instrumentos geotécnicos instalados, el comportamiento durante los meses de Enero y comienzos de Febrero/00, se observa que la rata de desplazamiento en el Inclinómetro 8 disminuyó a 1 milímetro por semana respecto a los 2 milímetros por semana de finales de Diciembre/99; sin embargo, el desplazamiento acumulado a nivel de cabeza es de 4 centímetros y ha continuado la tendencia de deformación pendiente abajo. El Inclinómetro 3 presentó condiciones muy similares al No. 2, mostrando la dirección Norte-sur como la nueva dirección principal de desplazamientos, llegando a un valor acumulado de 13 milímetros a nivel de cabeza. Los Inclinométros Nos. 1, 4, 5, 6 y 7 muestran condiciones de estabilidad favorables.

Los valores de desplazamiento acumulado en los instrumentos desde su instalación en el mes de Agosto/99 y hasta el 9 de Febrero de 2000, son : - El **Inclinómetro No. 8** de cuarenta (40 mm) a nivel de superficie (pendiente abajo) ; El **Inclinómetro 4** de 20 mm (pendiente abajo).-; - El **Inclinómetro 1** de 18 mm ; - Los **Inclinómetros 2, 3** y **5** de 13 mm.- El **Inclinómetro 6** de 12 mm en dirección este-oeste y el **Inclinómetro 7** de 16 mm en dirección este-oeste. En la figura 6 se muestran los desplazamientos acumulados de todos los inclinómetros a nivel de cabeza y en la tabla, el registro histórico de lecturas en el periodo Agosto/99 a Febrero/00.

Los datos reportados en los piezómetros el 9 de febrero/00, muestran un descenso generalizado de los niveles en los instrumentos Nos. 1, 2, 3, 4 y 6 respecto a los datos anteriores registrados el 20 de Diciembre. En la figura 5 se muestran los registros iniciales, mayores y menores de los niveles piezométricos en cada instrumento y en la tabla los datos históricos durante el periodo Agosto/99 a Febrero/00.

3.2.2 Resumen y comentarios

Las actividades de las campañas supervisadas hasta el presente informe, han sido realizadas por la firma Geotecnia y Cimentaciones Ltda. , quien adelanta las actividades con un operario y auxiliar, anotando las lecturas de los niveles piezométricos en forma manual y registrando los datos de inclinación reportados por el hilo vibrátil marca Slope Indicator en la consola Digitilt DataMate. Esta

Firma ha manifestado que las campañas de registro de lecturas a la instrumentación geotécnica contratadas por la Constructora Colmena S.A., se realizarán hasta el mes de abril de 2000.

Dado que los datos de los inclinómetros correspondían a medidas crudas arrojadas por el instrumento y que para su interpretación se utiliza un programa suministrado por el fabricante del instrumento, se solicitó sin éxito a la Constructora Colmena S.A., incluir en los informes de monitoreo, las memorias de cálculo que mostraran los datos de entrada para los cálculos , con el fin de poder compararlos contra los registrados directamente por nosotros en el terreno.

A continuación se presenta una Tabla con el resumen de los datos de desplazamiento en milímetros de los Inclinómetros Nos. 1 a 8, de acuerdo con los reportes recibidos de las campañas realizadas hasta el 9 de Febrero de 2000 :

DESPLAZAMIENTO EN CORONA (mm)								
INCLINOMETRO	SEPTIEMBRE 1999		OCTUBRE 1999		NOVIEMBRE 1999		DICIEMBRE 20/99	FEBRERO 9/00
No.	MENSUAL	ACUMULADO	MENSUAL	ACUMULADO	MENSUAL	ACUMULADO	ACUMULADO	ACUMULADO
1	10	**10**	5	**15**	1	**16**	**15**	**18**
2	6	**6**	6	**12**	2	**14**	**17**	**13**
3	7	**7**	7	**14**	5	**19**	**14**	**13**
4	8	**8**	2	**10**	2	**12**	**18**	**20**
5	5	**5**	3	**8**	4	**12**	**13**	**13**
6	7	**7**	-1	**6**	4	**10**	**10**	**12**
7	4	**4**	2	**6**	9	**15**	**16**	**16**
8	19	**19**	7	**26**	6	**32**	**32**	**40**

Los niveles piezómetricos de los instrumentos han mostrado un comportamiento oscilante desde su instalación ; a continuación, se presenta una Tabla con los valores de nivel resumen de los seis instrumentos desde su instalación y hasta el 9 de Febrero de 2000 fecha hasta la cual se dispone de información :

PIEZOMETRO	REGISTROS DE NIVEL PIEZOMETRICO (m)					
	INICIAL		MENOR		MAYOR	
No.	NIVEL (m)	FECHA	NIVEL (m)	FECHA	NIVEL (m)	FECHA
1	-2.65	Agosto 11/99	-3.93	Sepbre. 15/99	-2.25	Novbre. 3/99
2	-2.05	Agosto 11/99	-5.45	Octubre 28/99	-3.00	Octubre 13/99
3	-3.10	Agosto 11/99	-3.50	Agosto 24/99	-1.57	Octubre 20/99
4	-2.20	Agosto 19/99	-5.32	Sepbre. 8/99	-2.20	Agosto 19/99
5	-5.50	Agosto 11/99	-8.00	Sepbre. 8/99	-5.50	Agosto 11/99
6	-2.70	Agosto 11/99	-4.68	Novbre. 3/99	-2.80	Agosto 25/99

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en el análisis de los datos del monitoreo a la instrumentación de la urbanización el Parque de La Roca, la verificación de la posición de los puntos de control, el comportamiento de piezómetros e inclinómetros y la observación directa del terreno por parte de los especialistas en geotecnia, una vez realizadas las doce (12) campañas durante un periodo de 6 meses, se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Los resultados de las actividades de nivelación y contranivelación realizados a partir de la placa Distrital NP 62 CD del sistema IGAC, mostraron que las Referencias Nos. 1 y 2 instaladas en la urbanización para el amarre topográfico y control quincenal de cada punto, no presentaron variación altimétrica en su posición durante los seis meses de estudio. Igual sucedió con la verificación de coordenadas planas a partir de las placas vértices T 4490 y T 4491 instaladas en la planta de Vitelma.

2. Las tasas de desplazamiento que se reportaban para la mayor parte del área sujeta a movimientos en el sector central hasta el mes de Agosto de 1999, se redujeron a valores que señalan una notable mejoría en las condiciones de estabilidad, una vez acometidas las obras de estabilización, consistentes en pantallas ancladas y obras de drenaje superficial y sub-superficial.

3. Los resultados del monitoreo topográfico obtenidos para el punto de control instalado sobre el mojón de concreto **M-12** construido en la parte alta del talud que llega a la vía a Vitelma y aledaño al sector con presencia de grietas, situado topográficamente encima de la manzana 33 A, registran un desplazamiento vertical de 112 milímetros y un desplazamiento horizontal en dirección sur-oeste, de 140 milímetros. Esta situación y lo observado en el terreno, se interpreta como un deslizamiento que aparentemente ha provocado agrietamientos en algunas de las viviendas de la mencionada manzana No 33 A . No se dispone de información del subsuelo para esta zona, pero se presume que se trata de un deslizamiento rotacional que involucra una masa relativamente delgada de coluvión y material de escombros.

   Se observa que en el último período de veinte (20) días, el desplazamiento vertical del mojón de concreto M-12 fue de 4.5 cm, lo cual representa un incremento del sesenta y siete por ciento (67%) respecto al resultado altimétrico de la campaña anterior (No. 11). Además, el desplazamiento horizontal fue de 4.7 cm que representa un incremento del cincuenta por ciento (50**%**) en el período de los últimos veinte días. Por lo anterior, el vector resultante de desplazamiento del mojón M-12 construido en el talud, muestra un movimiento acumulado de 18 cm.

   Como fue manifestado en la comunicación dirigida al FOPAE el 2 de Marzo pasado y verificado posteriormente el 10 de Marzo/00 en forma conjunta con funcionarios de la Subsecretaría de Control de Vivienda , de la DPAE Ingenieros Javier Pava, Germán Tapia y Silviana Rendon, y Luis Felipe Arbelaez y Juan Montero por parte de GEOS EU, se han presentado grietas en los muros de las viviendas del costado sur-occidental de la manzana 33 A, al igual que una grieta longitudinal en el costado sur de esta manzana. Estas manifestaciones de movimiento se han constatado durante el presente año por el comportamiento del mojón M-12, así como el de los puntos de control instalados en esta manzana y en las lecturas del inclinómetro No. 3.

   Es evidente que la tasa de desplazamiento se está incrementando respecto de lo observado en campañas anteriores y que de continuar aumentando, se podrá presentar un desplazamiento mayor, con deposito de material entre el talud y las casas y con alguna afectación adicional importante de estas ultimas por los empujes que se produzcan. Nuevamente se manifiesta que esta situación merece especial atención por parte de la Constructora.

4. Los puntos de control instalados en los mojones del sector central de la urbanización e identificados como M-5, M-8 y M-10, han presentado movimientos horizontales y verticales desde la quinta campaña con respecto a los datos de la primera campaña, indicativos de un movimiento del terreno. Los desplazamientos registrados, podrían estar advirtiendo sobre un movimiento superficial del terreno por delante de la pantalla anclada de concreto y muro de gaviones, que debe verificarse en el próximo período de lluvias.

5. Los demás puntos de control instalados en las viviendas y pantallas de concreto de los sectores oriental, central y occidental de la urbanización, han tenido en general un comportamiento de estabilidad horizontal dentro de la precisión de las mediciones.

6. Entre las campañas números nueve y décimo primera, se observó un comportamiento altimétrico positivo e indicativo de una expansión generalizada del terreno en la mayoría de puntos de control localizados en los sectores oriental y central, que llegó a valores cercanos a los quince (15) milímetros. De acuerdo con los resultados de la ultima campaña de monitoreo topográfico, esta situación y los valores altimétricos de los puntos del sector oriental y central disminuyeron en algunos casos en valores hasta de un (1) centímetro, como puede observarse en las gráficas de comportamiento. Esta situación podría deberse a un comportamiento expansivo de los suelos arcillosos presentes en la zona.

7. En las figuras 2 y 3 se muestran gráficamente los vectores y la magnitud de desplazamientos horizontales y verticales de cada uno de los puntos de control monitoreados en la urbanización durante las doce (12) campañas topográficas adelantadas en un período seis meses contados a partir del 14 de Septiembre de 1999. Como puede observarse, llama la atención el vector correspondiente al mojón de concreto M-12. Además, se presenta una tabla con los resultados de coordenadas norte-este-cota y los valores de desplazamientos y asentamientos en milímetros de cada punto de control monitoreado respecto a la primera campaña.

8. De acuerdo con el último reporte (No.17), recibido con los registros y lecturas de la instrumentación geotécnica, el inclinómetro No. 8 continúa mostrando desplazamientos y una tendencia de deformación menor en dirección pendiente abajo, con un valor acumulado de 4 centímetros a nivel de cabeza, pero con una tendencia de desplazamiento en tasa promedio inferior a la de finales de Diciembre/99 (2mm/sem vs 1 mm/sem). El inclinómetro No. 3 muestra un cambio de dirección en sentido sur-oeste y un desplazamiento acumulado a nivel de cabeza de 1.3 centímetros a mediados de febrero/99 y los inclinómetros Nos. 1,4,5,6 y 7, indican condiciones de estabilidad.

9. Los Piezómetros Nos. 1, 2, 3, 4, 5 y 6 mostraban en el último reporte un comportamiento satisfactorio de descenso en los niveles superiores del agua en todos los instrumentos, con relación a los niveles piezométricos registrados a mediados de Diciembre/99. Lo anterior refleja un cambio favorable en las presiones de agua, que permite explicar la mejoría en la estabilidad a que se refiere el punto anterior.

10. En las figuras 5 y 6 se muestra el comportamiento de la instrumentación geotécnica instalada en el mes de Agosto/99, donde se observan los desplazamientos acumulados a nivel de cabeza de todos los inclinómetros y los registros históricos de niveles piezométricos en cada instrumento. Llaman la atención los valores acumulados del inclinómetro 8.

11. En la figura 7 se presenta la sección topográfica No.1 realizada en el sector inicialmente critico de la urbanización y en la cual se indica la posición y comportamiento de la instrumentación geotécnica instalada, al igual que la localización de las obras de protección y muro de concreto reforzado anclado, el cual ha sido particularmente beneficioso, teniendo en cuenta la disminución de desplazamientos en el sector, que llegó a tener movimientos del orden de treinta centímetros durante los meses de Marzo y Junio/99, antes de su construcción. Sin embargo, pendiente abajo

y en una cota inferior a esta obra, la masa de suelo podría estar sujeta a un desplazamiento en el futuro, como ha sido evidenciado con el comportamiento del Inclinómetro No. 8.

12. Teniendo en cuenta que los desplazamientos registrados en las zonas del mojón 12 y el Inclinómetro No. 8 presentaron incrementos en las tasas de desplazamiento en el último período de lluvias del mes de Diciembre/99, es importante que en el próximo invierno se observe cuidadosamente el comportamiento de estos sitios. De presentarse incrementos mayores en las tasas de movimiento, estos sitios deberían ser objeto de una investigación geotécnica que defina los tratamientos a implementar en estos sitios.

Santa Fe de Bogotá, Marzo 15 de 2000

Señores
FONDO DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
Atn : Ing. Javier Pava Sánchez / Germán Tapia M.
Area de Análisis de Riesgos
Ciudad

Ref.: Contrato CCS-391/99.-Informes Nos. 4, 5 y 6. - Urbanización el Parque de La Roca.

Estimados señores:

De acuerdo con lo solicitado, adjunto enviamos dos copias adicionales de cada uno de los informes Nos. 4, 5 y 6, correspondientes a los resultados, conclusiones y recomendaciones del monitoreo a la instrumentación de las viviendas existentes en la Urbanización Ciudadela El Parque de La Roca, objeto del contrato de la referencia.

Cordialmente ,

GEOS EU

LUIS FELIPE ARBELAEZ BURAGLIA

Anexo : Lo anunciado