DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. DI - 2151

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE

CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004

PUNTO No. 5 – MÉXICO, CIUDAD BOLÍVAR

1 LOCALIZACIÓN

Localidad	:	Ciudad Bolívar (19)
Barrio	:	México
UPZ	:	(67) Lucero
Coordenadas	:	N 995.510 – E 993.750
Fecha	:	Octubre de 2004.
Área de influencia	:	1,1 ha
No. de predios evaluados:		Ninguno
Población beneficiada	:	Aproximadamente 50 personas, que habitan las viviendas que colindan con la zona
Vigencia	:	Temporal, mientras no se modifiquen las condiciones físicas actuales del sector o se realicen obras de mitigación

2 DIAGNÓSTICO

La actividad de explotación de materiales para construcción, la localización de asentamientos humanos y la ocurrencia de otros eventos de origen natural y humano, en el valle del río Tunjuelito, han involucrado varios cambios en el curso del río y sus afluentes, entre los cuales se encuentra la canalización de la quebrada Trompetas y el realce de las márgenes por medio de jarillones de rellenos heterogéneos.

Pocos metros aguas abajo de la confluencia de la quebrada Trompetas y el río Tunjuelo, se produjo un deslizamiento sobre la margen izquierda, en la curva externa de un meandro, detonado por la socavación de la corriente (véase la **Fotografía 1**). Este proceso de degradación, aunque natural –efecto de la ubicación en el meandro–, ha sido fuertemente influenciado por el aumento de la velocidad de flujo debida a la reducción de la sección hidráulica del río como parte del proceso de sedimentación que actualmente se presenta y al aumento en los caudales de la quebrada Trompetas, ya que por allí se está bombeando parte del agua almacenada en los socavones de las canteras, inundadas durante un evento crítico registrado a mediados del año 2002.

Debido a la tendencia retrogresiva del deslizamiento y la dinámica del río, se está comprometiendo la estabilidad del jarillón, y por ende, las condiciones de seguridad de las viviendas más cercanas del barrio México, que se ubican aproximadamente a 55 m del sitio de estudio, por lo cual es muy importante la protección de las márgenes.



FOTOGRAFIA 1. Deslizamiento en la confluencia de la Quebrada Trompetas y el Río Tunjuelito

3 ESTUDIOS BÁSICOS

3.1 Geología y Geomorfología

Las características geológicas de los materiales involucrados (rellenos y depósitos aluviales) y de los procesos de inestabilidad, son extractadas del "Estudio de 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" (Geoingeniería, 2002), así:

Depósito Aluvial Reciente (Qal). Se emplaza en el entalle del talud, conforma la playa y el cauce del Río Tunjuelito, y describe una morfología plana. Es de color café oscuro a marrón; litológicamente exhibe un cambio gradacional en sentido lateral desde arenas limosas en las márgenes, hasta gravas en el lecho y su espesor alcanza los 50 metros.

Relleno Hidráulico Reciente (Qrh1). Dibuja el tope y la cima de los taludes y su espesor alcanza los 18 metros. Es de color café claro, crema, rojizo o violáceo, y está compuesto por arenas limosas medias a finas, laminadas, producto de la depositación de los materiales de lavado mediante recirculación del agua en antiguas piscinas confinadas lateralmente por rellenos compactados.

Relleno Antrópico en Zona Minera (Qra2). Demarca la parte media de la ladera, con espesores cercanos a los 4 metros. Es de tonalidades pardas y está constituido por limos arenosos y arcillosos, con restos de basura (plástico, caucho y escombros

de construcción). Poseen bajo grado de compactación y yacen sobre los limos arenosos *in situ* que cubren las gravas del Tunjuelito.

Previo a la descripción tanto de las unidades geomorfológicas como de los procesos morfodinámicos, se hará énfasis en la dinámica fluvial del río Tunjuelito en el sector –en especial en los cambios durante el período invernal–, debido a que es la causa que conllevó a la realización del presente estudio.

El río Tunjuelito, en sus partes media y baja, durante su historia reciente ha sufrido cambios significativos por intervención humana. Esto trajo consigo modificaciones en su comportamiento hidráulico, y en su dinámica, inundaciones y deslizamientos frecuentes. Estos cambios se refieren principalmente a: Cambios en su curso, limitaciones de su tendencia a la divagación (al disminuir el área de amortiguamiento contra inundaciones), agradación en el lecho por aportes de sedimentos y baja capacidad de transporte de los mismos; invasión de la llanura aluvial y contaminación, entre otros. (Cantillo, 2002).

Lo anterior sumado a la actividad minera, dan lugar a la generación de diferentes unidades geomorfológicas de origen denudacional y transicional, cada una matizada principalmente por la pendiente, los materiales que la constituyen y los procesos morfodinámicos que en ella tienen lugar.

Así entonces, se tiene: el Talud de Relleno Antrópico (T-ra) como geoforma de origen denudacional, con pendientes mayores al 100%, que conforman los taludes del río Tunjuelito y los bordes de la piscina de lodos adyacente a la ladera en estudio. Y el Cauce del Tunjuelito (C-RT): Unidad de origen transicional, dispuesta en la base del talud y entallada lateralmente por los jarillones del río.

Los procesos morfodinámicos son detonados principalmente por el agua, bien por procesos de infiltración gradual hacia la masa con origen de grietas de tracción, o bien por socavación lateral como efecto del cambio de dinámica del río –aumento de la velocidad de flujo principalmente- por reducción del radio hidráulico debido a la sedimentación.

3.2 Investigación geotécnica

a) Exploración del subsuelo

Además de la información provista por la exploración del subsuelo realizada por la firma consultora Geoingeniería (2002), el Consorcio Constructores realizó dos (2) sondeos de tipo manual (acompañados del ensayo de penetración estándar - SPT) debido a que el programa de exploración del estudio de Geoingeniería no involucra este sector de manera puntual ni la necesidad de estudiar la secuencia estratigráfica en el cuerpo preferencial de movilización del cuaternario. De esa forma, la perforación S1 está dispuesta en la corona del escarpe y devela el relleno antrópico en zona minera, y la S2, en la base del mismo, aporta información para inferir el contacto con el depósito aluvial.

Durante los trabajos se describieron los materiales encontrados (tipo de material, tamaño de grano, distribución granulométrica, color, contenido de humedad, presencia de oxidaciones y fisuras, y compacidad o consistencia). En el **Anexo B** se presenta la información obtenida en campo, mediante los registros de exploración y en el **Plano No. 1** del **Anexo D** se muestra la distribución en planta de las perforaciones. De igual forma, en la **Tabla 1** se registran las coordenadas, cotas y profundidades de los sondeos, y en la **Tabla 2,** se describen los niveles estratigráficos identificados.

Tabla 1. Localización de las perforaciones

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS			NIVELES FREÁTICOS
		NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m.s.n.m.)	
S1	4,55	95.511,93	93.750,58	2.661,5	N.R
S2	3,60	95.509,85	93.751,34	2.656,5	N.R.

Tabla 2. Descripción de los niveles estratigráficos

NIVEL	SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	Qra2	Relleno Antrópico en Zona Minera	Limos arenosos y arcillosos, con restos de basura tipo plástico, caucho y escombros de construcción
2	Qal	Depósito Aluvial Reciente	Arenas medias a finas y limosas, laminadas, producto de la depositación de materiales de lavado

b) Ensayos de campo: SPT

En forma paralela al avance en los sondeos manuales se llevó a cabo el ensayo de penetración estándar, SPT, el cual se consideró adecuado dado el carácter heterogéneo de los suelos encontrados y la dificultad de obtener muestras inalteradas en este tipo de suelos -principalmente arenosos-. No obstante, gracias a este ensayo se obtuvieron muestras alteradas para clasificación, y un estimativo de la resistencia del material, información con la cual se pudieron constatar los contactos litológicos. El ensayo se practicó con aparataje manual y pesa de 70 lb. El número de golpes de campo, aparece graficado en los registros de perforación dispuestos en el **Anexo B**, para cada uno de los sondeos.

El número de golpes registrado en campo se corrigió por peso del martillo para obtener el N_{60} y se normalizó para tener en cuenta el confinamiento del material y la relación de energía promedio aplicada, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$N_i^{'} = C_N * N * \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4$$

En donde:

N'_i : Número de golpes corregido para un determinado nivel de transmisión de energía *i*

-- : Factor de ajuste para tener en cuenta el esfuerzo geostático, σ'_v. Se evaluó con base en las propuestas de Peck, Seed, Meyerhoff-Ishihara, Liao-Whitman, Skempton, Sedd-Isdriss, Schmertmann y González, cuidando siempre que este factor no resultara mayor a 2. Estos valores posteriormente se promediaron

n_1 : Factor de corrección por eficiencia de energía trasmitida del martillo al varillaje y al tomamuestras. Se obtiene como la relación entre las eficiencias medias de cada país así, para Japón la eficiencia es del 72%, para USA del 60% y para Colombia del orden de 45%.

n_2 : Factor de corrección por longitud del varillaje.

n_3 : Factor de corrección por presencia de revestimiento. Debido a que no se utilizó revestimiento, el factor de corrección es 1,0.

n_4 : Factor de corrección por diámetro de la perforación. Los diámetros de las perforaciones fueron inferiores a 12 cm, por lo cual el factor de corrección es 1,0

La corrección del número de golpes se muestra en la **Tabla B.1** del **Anexo B**, y la ecuación de la envolvente del relleno se ilustra en la **Figura B.1** del mismo anexo, así como los respectivos parámetros de resistencia. En ellas se observa la obtención de un sólo grupo de materiales producto de la interpretación simultánea y retroalimentada de la información geológica y de campo (plano y secciones), de los registros de exploración del subsuelo, de las propiedades físicas de los materiales y de las propiedades geomecánicas resultantes de este proceso. En la **Tabla 3** se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 3. Resumen de parámetros de resistencia en condición drenada a partir del SPT

Nombre	Descripción	γ (ton/m^3)	Cohesión (ton/m^2)	ϕ (°)
Qra2	Relleno Antrópico en Zona Minera	1,80	0	27,3

c) Ensayos de laboratorio

Debido a la profusión de ensayos de laboratorio ejecutados por otras firmas, el enfoque que se le dio a este tópico en el presente estudio fue el de comprobar y validar de manera puntual (entiéndase en el sitio de deslizamiento) los valores encontrados, teniendo en cuenta que las otras campañas de exploración, si bien abarcan materiales similares, son de un contexto más general.

Así, simultáneamente con el avance de las perforaciones y los ensayos *in situ*, se llevó a cabo el muestreo de dos formas: Muestreo inalterado (bloque) y alterado (bolsa), los dos definidos como representativos de los estratos, y descriptivos tanto de las superficies libres expuestas, como del plano de deslizamiento (véase **Anexo B**).

En la **Tabla 4** se discriminan la cantidad y el tipo de ensayos de clasificación y resistencia, tanto los tomados de otros estudios como los ejecutados por el Consorcio. De esa forma con la "P" se hace mención a los ensayos ejecutados por la firma Geoingeniería en agosto de 2002, y con la "S", los llevados a cabo por el Consorcio Constructores para el presente estudio.

Tabla 4. Resumen de Ensayos de Laboratorio

Sondeo	Muestra	Profundidad	LL (%)	LP (%)	W (%)	G (%)	A (%)	F (%)	γ_t - γ_d (ton/m^3)	USCS	qu (ton/m^2)	Cohesión (ton/m^2)	ϕ' (°)
P5	4	5,25	29,0	12,7	9,3	-	-	-	2,16 -	SC		-	-
	5	6,75	21,6	11,6	9,9	-	-	-	2,39 -	SC	0,79	-	-
	7	9,75	-	-	12,6	-	-	-	2,30 -	SC	0,21	-	-
	11	15,75	39,8	17,3	16,3	-	-	-	1,99 -	SC	0,42	-	-
	14	24,75	24,6	13,2	9,7	-	-	-	-	SC	-	-	-
P6	5	3,25	24,5	12,3	8,0	-	-	-	-	SC	-	-	-
	8	5,25	16,0	11,8	13,6	-	-	-	2,04 -	SC	0,45	-	-
S1	3	3,25	-	-	10,6				1,933-1,748	-	-	-	-
S2	3	1,95	-	-	16,9	-	-	-	2,060-1,762	-	-	-	-
S-Bloque	1	3,60	-	-	5,2	-	-	-	1,773-1,684	-	0,35	-	-
S-Bloque	2	3,60	-	-	8,1	-	36,5	63,5	1,749-1,631	ML	-	0,26	22

3,3 Caracterización geomecánica

La caracterización geomecánica se basó principalmente en las siguientes fuentes:

a) Información obtenida del estudio de Geoingeniería Ltda, 2002 (véase **Tabla 5**)
b) Ensayos de penetración estándar SPT de la caracterización con SPT en las perforaciones realizadas para el presente proyecto (véase **Tabla 3**), y
c) Aplicación de retroanálisis,

Tabla 5, Parámetros de Resistencia obtenidos de diversas fuentes,

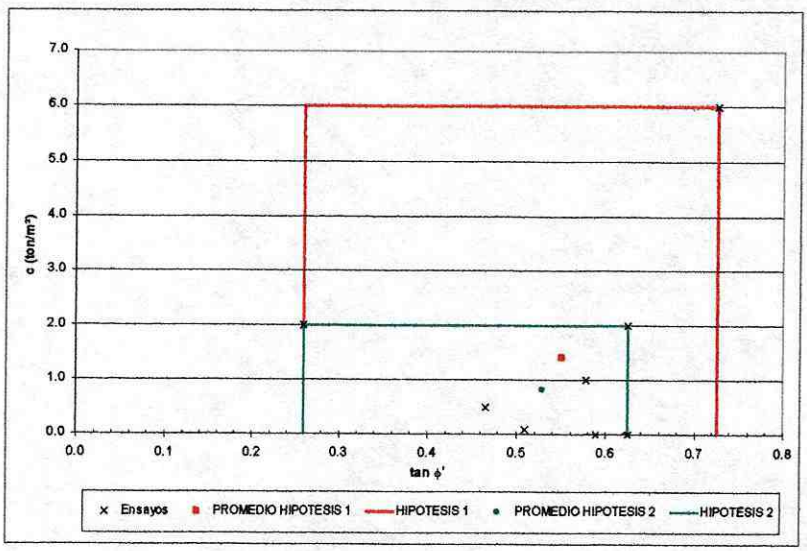
ESTUDIO	MATERIAL	PARÁMETROS DE RESISTENCIA		OBSERVACIONES
		COHESIÓN (T/M2)	FRICCIÓN (GRADOS)	
Consorcio Constructores	Relleno heterógeno compuesto por arenas, limos y arcillas, en proporciones variadas,	0,10	27,0	Caracterización con SPT, Presente estudio
Diamante – Samper Estabilidad Escombrera de Santa María, Junio /96	Material del botadero	2,00	14,5	Ensayos de laboratorio sobre una muestra y análisis retrospectivo
	Material del botadero	2,00	32,0	Corte directo
	Material del botadero	6,00	36,0	Corte directo

ESTUDIO	MATERIAL	PARÁMETROS DE RESISTENCIA		OBSERVACIONES
		COHESIÓN (T/M2)	FRICCIÓN (GRADOS)	
Cantillo (2002) para Fundación San Antonio	Material Lavado Compactado	1,00	30,0	Estudios Geotécnicos Para la Recuperación de los Taludes de Relleno y Manejo de los Taludes de Corte en las Minas de la Fundación San Antonio (Mayo de 2002).
Geoingeniería – FOPAE	Material de relleno areno-arcilloso, poco compacto	0,50	25,0	Evaluación de Riesgo por Remoción en Masa - Barrio México (2002)
	Relleno Compactado con arcillas, limos, arenas y gravas	0,50	15,5	
	Arcillas limosas, lentes de arena y limos	0,00	30,5	Caracterización con SPT Perforaciones 5 y 6 de la Evaluación de Riesgo por Remoción en Masa - Barrio México (2002)
	Limos, arcillas y arenas	0,00	32,0	

Fuente: Geoingeniería (2002)

En primera instancia la información de las **Tablas 3 y 5** se condensa de forma gráfica como relación c' - tan ϕ'. Con esta gráfica se definen tendencias en aras de realizar un análisis estadístico, insumo fundamental para establecer dos hipótesis de trabajo (véanse la **Tabla 6** y la **Figura 1**).

Figura 1. Hipótesis 1 y 2 (c' - tan ϕ') a partir de la Compilación de Ensayos



De otro lado, el retroanálisis emplea deslizamientos ocurridos con anterioridad como ensayos a escala natural. Ellos permiten deducir las propiedades de resistencia de los materiales involucrados, mediante el conocimiento de la geometría antes y después del movimiento, el mecanismo de falla y la condición de agua. Este conjunto evaluado para factor de seguridad igual a la unidad, es el que establece el marco de referencia que permite calcular los parámetros mencionados.

La geometría antes y después de la falla está definida por los trabajos topográficos de los años 2002 y 2004. El primero concierne a la sección TNJ-14 (Geoingeniería, 2002) y el segundo a la sección 2-2' (véase **Figura D.1**); una y otra están desfasadas tanto horizontal como verticalmente, por lo que para su compatibilización se recurrió a contrastar las características morfológicas (*i.e.* la cima de la ladera). En cuanto al posible mecanismo –aproximadamente circular– se deduce tanto de la geometría de la sección 2-2' como del tipo de material.

Por último, la condición de agua en el talud está regida por el máximo nivel del río (se escoge el de Tr=50 años) y de la zona de recarga hacia atrás del talud en las proximidades del muro que delimita el barrio México y la planta de Cemex. Su modelación se realizó de tres formas. La primera, denominada W0, como la ausencia total del nivel de agua; la segunda, W1, describe el nivel de aguas máximas del río y su unión con la zona de recarga; y la tercera, W2, simula el desembalse rápido, en la que se mantiene un nivel de agua colgado en el interior de la masa.

Los resultados de la aplicación del retrocálculo se observan en la **Figura 2**. Ella permite obtener una tercera hipótesis de trabajo (véase la **Tabla 6**).

Figura 2. Hipótesis 3 (c' - tan ϕ') a partir del retroanálisis

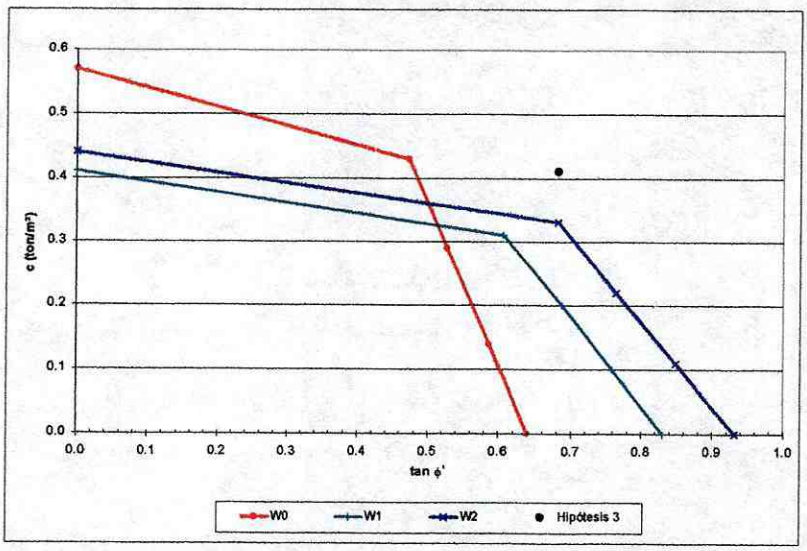


Tabla 6. Parámetros de resistencia obtenidos para las hipótesis de análisis

HIPÓTESIS	c (ton/m²)	ϕ (grados)
1	1,40	28,83
2	0,83	27,86
3	0,41	34,30

En la **Tabla 7** se listan los intervalos de los parámetros geotécnicos para el Qra2 y la selección de los parámetros de resistencia de la hipótesis definitiva se sintetiza en el **numeral 4** como parte del análisis de estabilidad,

Tabla 7, Parámetros geotécnicos del material Qra2

Propiedad	Valor
Contenido de humedad, w (%)	8,0 – 16,3
Límite líquido, LL (%)	16,0 – 39,8
Límite plástico, LP (%)	11,6 – 17,3
Peso unitario húmedo (ton/m^3)	1,78 – 2,39
qu (ton/m^2)	0,21 – 0,79
USCS	SC

4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Se evalúa con el programa PCSTABLE por el método de *Janbu* modificado, con generación aleatoria de superficies de falla circulares y las cuatro combinaciones posibles de los eventos extremos probables (lluvia y sismo, a_h=0,3g y a_v=0,1g), Así, con los resultados de los aspectos anteriores (Topografía, geología y exploración del subsuelo), se efectuó el modelo geotécnico y se plasmó en las secciones 1-1' y 2-2' (véase **Plano D,2**), con el fin de evaluar y validar la hipótesis de trabajo, De este modo, la selección de los parámetros de resistencia promedio es el producto de la aplicación, tanto de las evidencias de campo como del sentido común,

De otro lado, cabe resaltar la aplicación de la formulación propuesta por Ishihara (1996), para deducir los valores de los parámetros geomecánicos en condición dinámica, y así realizar análisis pseudoestático, Su cálculo se hace a través de la siguiente expresión, cuyos resultados para las diferentes hipótesis se resumen en la **Tabla 8**,

$$\phi'_d = \phi'_e$$

$$c'_d = c'_e\left(1+\frac{\alpha}{0.5}\right)$$

donde:

ϕ'_d = ángulo de fricción para la condición dinámica
ϕ'_e = ángulo de fricción para la condición estática
c'_d = cohesión para la condición dinámica
c'_e = cohesión para la condición estática
α = a/g

Tabla 8, Parámetros de resistencia dinámicos

HIPÓTESIS	c (ton/m²)	ϕ (grados)
1	2,24	28,83
2	1,33	27,86
3	0,66	34,30

La hipótesis 3, obtenida del retroanálisis, confiere para las superficies críticas de deslizamiento factores de seguridad inferiores a la unidad, valores que no concuerdan con la realidad -no hay inminencia de falla-. La superposición de las **Figuras 1** y **2**, deja entrever este hecho, al mostrar que las curvas obtenidas del retroanálisis son inferiores a los valores obtenidos por medio de ensayos, con parámetros de resistencia bajos. La hipótesis 2, otorga valores del factor de seguridad cercanos a la unidad (equilibrio inestable); si bien muestra un escenario más razonable, sigue sin evidenciar lo que se observa en campo. Por último, los factores de seguridad con la hipótesis 1 son superiores a la unidad para la conformación geométrica actual, por lo que se considera como cierta y se descartan las otras dos. La **Tabla 9** registra los resultados descritos y en las **Figuras C.1 a C.6** se pueden observar las superficies de falla críticas para las diferentes hipótesis y secciones.

Tabla 9. F.S. para falla rotacional - parámetros promedio (ah= 0,3g y av= 0,1g)

HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS prom
			ϕ medio (°)	Cohesión (T/m^2)	Lluvia	Sismo	
1	1-1'	Qra2	28,8	Estática	Sin	Sin	1,275
				1,40	Sin	Con	1,018
				Dinámica	Con	Sin	1,232
				2,24	Con	Con	0,835
2	1-1'	Qra2	27,9	Estática	Sin	Sin	0,987
				0,83	Sin	Con	0,785
				Dinámica	Con	Sin	0,985
				1,33	Con	Con	0,640
3	1-1'	Qra2	34,3	Estática	Sin	Sin	0,917
				0,41	Sin	Con	0,646
				Dinámica	Con	Sin	0,913
				0,66	Con	Con	0,562
1	2-2'	Qra2	28,8	Estática	Sin	Sin	1,336
				1,40	Sin	Con	1,029
				Dinámica	Con	Sin	1,224
				2,24	Con	Con	0,824
2	2-2'	Qra2	27,9	Estática	Sin	Sin	0,969
				0,83	Sin	Con	0,804
				Dinámica	Con	Sin	0,979
				1,33	Con	Con	0,627
3	2-2'	Qra2	34,3	Estática	Sin	Sin	0,779
				0,41	Sin	Con	0,632
				Dinámica	Con	Sin	0,775
				0,66	Con	Con	0,547

Con base en la **Tabla 9** se estableció que el mecanismo del fenómeno no es el deslizamiento como efecto puro de inestabilidad, sino que responde a una secuencia de eventos que empiezan con el aumento del nivel de agua en el río. Tal aumento ocasiona pérdida de confinamiento en la pata de la ladera, producto del trabajo en la masa -fenómeno de socavación lateral-, a su vez favorecido por las características granulométricas del material y la posición en el meandro (como ya se explicó). A medida que aumenta la socavación, el material suprayacente con gradiente negativo, se desploma por pérdida de confinamiento en la base, además, con carácter retrogresivo y potencializado por erosión debida a agua de escorrentía.

La explicación de esto último, es que con el desconfinamiento se presentan grietas de tracción hacia la corona del talud, con lavado y aumento de las presiones en el plano de la grieta por el agua.

El movimiento se puede estabilizar localmente, mediante la implementación de muros de contención como gaviones o concreto reforzado, o incluso tablestacas, pero, emplazar una estructura de estas traería consigo reducción de la sección hidráulica y aumentaría la socavación de fondo del cauce. De otro lado, plantear reductores de velocidad no solucionaría el problema en toda su magnitud, y por el contrario aumentaría las dificultades logísticas constructivas.

A la luz de estas evidencias, las medidas de estabilización desde el punto de vista geotécnico propenderán hacia la reconformación morfométrica y el manejo de la erosión superficial, y desde el hidráulico a la protección contra la socavación tanto lateral como de fondo.

5 ANÁLISIS HIDRÁULICO

Para el análisis se utilizó la información hidrológica e hidráulica del estudio de Geoingeniería (ref. cit.). La información cartográfica se complementó con el análisis topográfico del deslizamiento y de los sitios de confluencia del río Tunjuelito y del canal de la quebrada Trompetas, realizado por el Consorcio Constructores.

Con los anteriores insumos, el propósito es presentar el análisis de la profundidad de socavación. Para determinarla se utilizó el método de Lischtvan – Levediev, que se basa en las siguientes formulaciones para suelos granulares (arenas) homogéneos:

$$Hs = \left[\frac{\alpha \cdot Ho^{\frac{5}{3}}}{0.68 \cdot \beta \cdot dm^{0.28}} \right]^{\frac{1}{1+z}}$$

donde:

α	Coeficiente de sección o de distribución de gasto $s^{0,5}/n=1,69$
Ho	Profundidad de flujo = 2,83 m
β	Coeficiente de frecuencia. Esta en función del período de retorno (Tr=50 años)= 0,96
dm	Diámetro medio de las partículas de material granular = 6,55 mm
z	Exponente función del diámetro medio de las partículas del material granular = 0,36

De la aplicación de ésta fórmula con los valores indicados se obtiene una altura de socavación de Hs = 4,9 m aproximadamente.

6 MEDIDAS RECOMENDADAS

Con el fin de estabilizar el relleno ubicado en la margen izquierda del río Tunjuelito se proponen obras de tipo no estructural y estructural que se pueden observar en el **Plano D.2**.

6.1 Obras no estructurales

Mantenimiento y conformación del sitio de confluencia del río Tunjuelito con el canal de la quebrada Trompetas, que consiste en el dragado de la zona de depositación de sedimentos y la excavación de la margen derecha del río al sesgo con pendiente de 45°, en una franja de 2,0 metros de ancho y 30 m de largo aproximadamente, con el fin de aumentar la sección hidráulica del río y así reducir la velocidad de flujo aguas abajo de la misma, lo que permitirá mitigar el proceso de erosión lateral del relleno ubicado en el meandro del río Tunjuelito.

Igualmente, reconformación morfométrica de la ladera, con taludes 1H:1V a partir de la cota 2658,60 hacia la corona, que se revegetalizará mediante el empleo de semillas de pasto kikuyo; y con descarga desde la misma cota hacia la pata, con 0,50 m de espesor promedio con el fin de suavizar las pendientes y eliminar los gradientes negativos.

En las **Figuras C.7** y **C.8**, se visualizan las superficies de falla críticas para la nueva configuración, mientras que en la **Tabla 10** se relacionan los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad. En ella también se puede corroborar la bondad de la acción recomendada al no ir en detrimento ni de la condición de estabilidad ni del arreglo paisajístico (véase la **Tabla 9**).

Tabla 10. Factores de Seguridad - falla rotacional para reconformación morfométrica (ah= 0,3g y av= 0,1g)

SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS prom
		ϕ medio (°)	Cohesión (T/m^2)	Lluvia	Sismo	
1-1'	Qra2	28,8	Estática	Sin	Sin	1,389
			1,40	Sin	Con	1,029
			Dinámica	Con	Sin	1,256
			2,24	Con	Con	0,845
2-2'	Qra2	28,8	Estática	Sin	Sin	1,466
			1,40	Sin	Con	1,036
			Dinámica	Con	Sin	1,243
			2,24	Con	Con	0,777

6.2 Obras estructurales

Dentro de las obras estructurales se tienen dos opciones, bolsacretos o enrocado, ya que son soluciones económicas y tienen muchas ventajas sobre otros tipos de protección, como son su carácter flexible, facilidad de reparación, no requerir cimentaciones especiales, apariencia natural –después de un período de tiempo la vegetación crece entre ellos–, lo que favorece además su estabilidad.

De ambas, se propone la utilización de bolsacretos, por las bondades mostradas en obras aledañas al sector hacia aguas abajo (véase la **Fotografía 2**) y por su facilidad de manejo. No obstante, a continuación, además de las consideraciones básicas que se deben tener para la construcción de los bolsacretos, también se

muestra el cálculo del diámetro del enrocado, para que DPAE tenga elementos de juicio adicionales, en caso de requerirlos.

Bolsacreto

Bolsas dispuestas a lo largo del talud en contacto unos con otros, de dimensiones 2,4 m de largo, 1,20 m de ancho y 0,35 de espesor, rellenos de mortero que debe hacerse con una mezcla de cemento con el 15% en peso como mínimo, por lo que la máxima cantidad de arena seca será del 85%. La primera hilada debe ubicarse por debajo del nivel de socavación calculado y levantarse con una pendiente máxima de 1H:1V. La protección debe alcanzar como mínimo el nivel máximo de aguas (Tr = 50 años).

Se requiere de un geotextil NT1600 entre la ladera y los bolsacretos y cuyos bordes deberán enterrarse por debajo de la profundidad de la socavación general, esto con el fin de garantizar una protección más efectiva.

La técnica de colocación es similar a la de un muro de mampostería en ladrillo cuidando que las hiladas sean horizontales y trabadas. Para proporcionar continuidad y mayor resistencia se colocan barras de trabazón adyacentes a través de los sacos antes de que la mezcla fragüe.



FOTOGRAFIA 2. Utilización de Bolsacretos hacia aguas abajo del deslizamiento

Enrocado

Para calcular el diámetro del enrocado se utilizó el criterio de inicio de movimiento de Shields que permite calcular el tamaño crítico de la partícula,

El esfuerzo cortante medio es igual a:

$$\tau_o = \gamma_w \cdot R_h \cdot S$$

donde:

γ_ω	Peso especifico del agua = 9810 N / m³
R_h	Radio hidráulico 2,4 m
S	Pendiente del tramo = 0,0035
τ_o	Esfuerzo cortante medio = 82,40 Pa

Tamaño crítico de la partícula es:

$$ds = \frac{\tau_o}{(\rho_s - \rho_w) \cdot g \cdot \tau_*}$$

donde:

τ_o	Esfuerzo cortante medio = 82,40 Pa
ρ_s	Densidad del enrocado = 1800 kg / m
ρ_w	Densidad del agua = 1000 Kg / m³
g	Gravedad = 9,81 m / s²
τ_*	Parámetro crítico de Shields para flujos completamente rugoso = 0,06

Al realizar los cálculos se obtiene un diámetro aproximado de 17,5 cm para el inicio del movimiento por lo que se toma un diámetro promedio del enrocado de 20 cm para garantizar la estabilidad al paso de la creciente de 50 años.

En los anexos se presenta el levantamiento de información topográfica (**Anexo A**), investigación del subsuelo (**Anexo B**), los análisis de estabilidad y memorias de cálculo (**Anexo C**), los planos (**Anexo D**), las especificaciones técnicas (**Anexo E**), cantidades de obra, presupuesto y análisis unitarios (**Anexo F**) y el cronograma aproximado de obra (**Anexo G**). En el archivo digital del presente informe se anexa, adicionalmente, un conjunto de fotografías tomadas en el sitio de los trabajos.

7 FUENTES DE CONSULTA

Cantillo R., Carlos H. (2002) para Fundación San Antonio. Informe No. 2 de Emergencia por Avenidas e Inundaciones del río Tunjuelito. Bogotá, Colombia.

Geoingeniería Ltda. (2002) para FOPAE. Estudio de 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. Bogotá, Colombia.

CONSORCIO CONSTRUCTORES
CARLOS H. CANTILLO R.
Director de Consultoría

CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO A

TOPOGRAFÍA - CARTERAS DE CAMPO Y CÁLCULO

COORDENADAS DEFINITIVAS

PUNTO	GEOGRAFICAS LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	CARTESIANAS NORTE	CARTESIANAS ESTE	GAUSS NORTE	GAUSS ESTE	PLANOS AZIMUTH	PLANOS DISTANCIA
CD-603	4 30 52.730	-74 7 31.801	2668.18	90659.701	95054.968	990666.99	995052.08	339 26 18.226	1153.613
CD-604	4 31 27.887	-74 7 44.917	2622.34	91740.059	94650.431	991746.95	994647.80	348 55 13.259	963.656
CD-605	4 31 58.662	-74 7 50.921	2611.25	92685.753	94465.242	992692.27	994462.78	345 23 47.347	669.848
CD-606	4 32 19.756	-74 7 56.397	2583.71	93333.961	94296.354	993340.23	994294.02	309 44 30.744	1050.913
CD-607	4 32 41.620	-74 8 22.600	2640.19	94005.841	93488.273	994011.92	993486.32	345 37 32.337	1738.095
CD-608	4 33 36.410	-74 8 36.591	2642.35	95689.524	93056.780	995694.96	993055.17	5 26 38.928	1435.441
CD-609	4 34 22.911	-74 8 32.174	2559.79	97118.490	93192.968	997123.33	993191.44	344 21 49.104	716.107
CD-610	4 34 45.352	-74 8 38.433	2557.86	97808.095	92999.955	997812.68	992998.57	337 47 46.871	719.377
CD-611	4 35 7.032	-74 8 47.251	2556.55	98474.313	92728.027	998478.65	992726.81	343 48 43.302	474.401
CD-612	4 35 21.858	-74 8 51.540	2555.47	98929.905	92595.769	998934.07	992594.65	339 48 54.311	340.512
CD-613	4 35 32.258	-74 8 55.350	2555.40	99249.504	92478.275	999253.55	992477.23		

COORDENADAS PLANAS DE GAUSS ORIGEN BOGOTA

COORDENADAS CARTESIANAS CON ORIGEN EN LA INTERSECCION DEL MERIDIANO 74 GR. 09 MIN. Y EL PARALELO 04 GR. 41 MIN. : NORTE=109320.965 MTS ESTE=92334.879 MTS PLANO DE PROYECCION=2550.00 MTS

TTI -- STOP

CALCULO DETALLES MEXICO

16 de octubre de 2004

Est	Punto	Dist. Inclinada	Dist. H	Ang. Vert. g	m	s	P m	HTR m	Ang. Horint. g	m	s	Azimut g	m	s	COORDENADAS Norte	Este	COTA m
CD-608	CD-607											345	37	32.3	95689.524	93056.780	2642.350
	D-1	734.781	734.588	88	41	18	1.43	1.454	303	44	3	109	21	35.3	95446.008	93749.831	2659.189
	D-A	728.362	728.355	89	45	19	2.43	2.454	310	52	0	116	29	32.3	95364.621	93708.654	2644.485
D-1	D-A											26	49	58			
	D-2	32.17	32.167	90	49	18	1.43	1.39	42	38	18	249	28	16	95434.728	93719.707	2658.688
	D-3	80.59	80.280	84	58	36	1.43		153	4	0	359	53	58	95526.289	93749.691	2666.179
	1	63.1	63.075	88	23	12	1.43		153	22	30	0	12	28	95509.083	93750.060	2660.925
	2	64.95	64.942	89	4	30	1.43		155	54	18	2	44	16	95510.876	93752.933	2660.198
	3	64.72	64.720	90	6	42	1.43		157	28	18	4	18	16	95510.546	93754.689	2659.023
	4	64.31	64.305	90	41	30	1.43		158	19	12	5	9	10	95510.054	93755.607	2658.373
	5	63.51	63.436	92	46	0	1.43		159	2	0	5	51	58	95509.112	93756.315	2656.087
	6	63.39	63.329	92	30	36	1.43		160	2	30	6	52	28	95508.882	93757.412	2656.376
	7	65.83	65.781	92	13	12	1.43		161	4	42	7	54	40	95511.163	93758.885	2656.601
	8	66.71	66.619	93	0	0	1.43		162	33	48	9	23	46	95511.733	93760.708	2655.663
	9	65.01	64.830	94	16	12	1.43		161	44	24	8	34	22	95510.113	93759.495	2654.322
	10	63.23	63.064	94	9	0	1.43		160	33	18	7	23	16	95508.549	93757.940	2654.586
	11	61.6	61.415	94	26	30	1.43		158	52	54	5	42	52	95507.118	93755.947	2654.393
	12	62.74	62.657	92	57	0	1.43		158	5	36	4	55	34	95508.434	93755.212	2655.925
	13	64.19	64.130	92	29	0	1.43		157	48	24	4	38	22	95509.928	93755.019	2656.371
	14	64.64	64.594	92	9	24	1.43		155	54	42	2	44	40	95510.528	93752.924	2656.719
	15	63.97	63.930	92	1	0	1.43		153	52	24	0	42	22	95509.934	93750.619	2656.900
	16	61.87	61.818	92	21	0	1.43		152	41	0	359	30	58	95507.824	93749.309	2656.615
	17	59.6	59.532	92	44	24	1.43		152	27	0	359	16	58	95505.535	93749.086	2656.304
	18	56.41	56.364	92	18	42	2.57		152	10	30	359	0	28	95502.364	93748.855	2655.736
	19	55.68	55.617	92	43	0	2.57		152	42	18	359	32	16	95501.624	93749.383	2655.373
	20	54.78	54.677	93	31	18	2.57		153	25	0	0	14	58	95500.684	93750.069	2654.651
	21	53.33	53.225	93	35	18	2.57		153	2	0	359	51	58	95499.234	93749.707	2654.678
	22	53.72	53.623	93	26	54	0.2		152	23	54	359	13	52	95499.626	93749.112	2657.154
	23	52.11	51.935	94	42	12	2.57		153	21	36	0	11	34	95497.942	93750.006	2653.751
	24	54.5	54.339	94	24	24	2.57		153	57	36	0	47	34	95500.342	93750.583	2653.834
	25	56.87	56.707	94	20	12	2.57		155	22	42	2	12	40	95502.673	93752.019	2653.721
	26	57.74	57.576	94	18	48	2.57		157	36	30	4	26	28	95503.412	93754.290	2653.679
	27	59.4	59.248	94	6	18	2.57		158	24	0	5	13	58	95505.009	93755.235	2653.768
	28	61.36	61.191	94	15	12	2.57		160	11	30	7	1	28	95506.740	93757.315	2653.471
	29	63.16	63.001	94	4	0	2.57		161	25	30	8	15	28	95508.356	93758.880	2653.542
	30	59.91	59.805	93	23	36	2.57		158	24	0	5	13	58	95505.564	93755.286	2654.470
	31	59.61	59.517	93	12	18	2.57		158	3	42	4	53	40	95505.308	93754.909	2654.682
	32	58.22	58.129	93	11	48	2.57		156	37	36	3	27	34	95504.032	93753.339	2654.768
	33	57.74	57.647	93	14	54	2.57		155	15	48	2	5	46	95503.617	93751.940	2654.743
	34	57.45	57.351	93	22	0	2.57		153	56	0	0	45	58	95503.354	93750.598	2654.641
	35	56.1	56.004	93	21	30	2.57		153	27	30	0	17	28	95502.011	93750.116	2654.729
	36	54.94	54.877	92	45	0	2.57		152	27	0	359	16	58	95500.881	93749.145	2655.377
	37	57.39	57.317	92	52	54	2.57		152	58	18	359	48	16	95503.325	93749.636	2655.128
	38	59.32	59.264	92	29	0	2.57		154	24	42	1	14	40	95505.259	93751.119	2655.442
	39	61.03	60.971	92	30	48	2.57		156	9	30	2	59	28	95506.896	93753.013	2655.336
	40	63.44	63.412	91	43	0	2.57		156	18	30	3	8	28	95509.325	93753.306	2656.110
	41	62.3	62.275	91	38	0	2.57		154	28	30	1	18	28	95508.267	93751.253	2656.234
	42	59.91	59.877	91	54	0	2.57		153	6	54	359	56	52	95505.885	93749.777	2656.024
	43	63.88	63.861	91	24	42	2.57		154	31	0	1	20	58	95509.851	93751.335	2656.436
	44	47.43	47.202	95	37	6	2.57		150	36	36	357	26	34	95493.163	93747.725	2653.388
	45	47.77	47.683	93	27	54	2.57		151	13	18	358	3	16	95493.663	93748.213	2655.128
	46	39.74	39.238	99	7	12	0		146	35	48	353	25	46	95484.988	93745.342	2654.360
	47	39.46	39.323	94	46	12	2.57		146	10	24	353	0	22	95485.039	93745.043	2654.739
	48	31.37	31.085	97	43	30	2.57		141	25	42	348	15	40	95476.443	93743.507	2653.831
	49	31.01	30.844	95	55	30	2.57		139	43	42	346	33	40	95476.008	93742.663	2654.825
	50	24.98	24.670	99	2	12	2.57		138	57	0	345	46	58	95469.923	93743.773	2654.135
	51	24.52	24.351	96	43	54	2.57		137	58	42	344	48	40	95469.509	93743.451	2655.155
	52	21.99	21.603	100	45	30	2.57		135	49	36	342	39	34	95466.630	93743.393	2653.977
	53	21.98	21.798	97	23	0	2.57		134	59	24	341	49	22	95466.718	93743.031	2655.208
	54	20.9	20.549	100	31	0	2.57		129	6	30	335	56	28	95464.772	93741.454	2654.259
	55	21.03	20.850	97	30	30	2.57		129	4	18	335	54	16	95465.041	93741.319	2655.285
	56	25.85	25.665	96	52	0	1.43		128	33	54	335	23	52	95469.343	93739.147	2656.081
	57	29.31	29.155	95	53	12	1.43		133	44	25	340	34	23	95473.504	93740.134	2656.159
	58	36.03	35.826	96	6	0	1.43		140	12	48	347	2	46	95480.923	93741.800	2655.342
	59	43.29	43.105	95	18	12	1.43		145	42	54	352	32	52	95488.749	93744.241	2655.165
	60	65.97	65.930	88	0	0	1.43		153	49	18	0	39	16	95511.934	93750.584	2661.450
	61	65.93	65.889	87	59	0	1.43		154	18	30	1	8	28	95511.884	93751.144	2661.468
	62	65.63	65.618	88	55	18	1.43		156	0	0	2	49	58	95511.546	93753.074	2660.384

CALCULO DETALLES MEXICO

16 de octubre de 2004

Est	Punto	Dist. Inclinada	Dist. H	Ang. Vert.			P	HTR	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA
				g	m	s	m	m	g	m	s	g	m	s	Norte	Este	m
	63	64.88	64.841	88	0	6	1.43		153	27	24	0	17	22	95510.848	93750.159	2661.410
	64	67.54	67.443	86	55	54	1.43		152	36	30	359	26	28	95513.448	93749.174	2662.759
	65	76.67	76.501	86	11	36	1.43		154	33	12	1	23	10	95522.487	93751.682	2664.228
	66	74.59	74.461	86	37	30	1.43		155	51	0	2	40	58	95520.387	93753.317	2663.533
	67	70.84	70.748	87	4	48	1.43		155	16	18	2	6	16	95516.709	93752.429	2662.753
	68	68.61	68.589	88	34	0	1.43		156	45	12	3	35	10	95514.462	93754.122	2660.865
	69	67.3	67.300	90	7	18	1.43		159	18	18	6	8	16	95512.922	93757.027	2659.006
	70	68.28	68.232	92	9	0	1.43		161	39	0	8	28	58	95513.494	93759.896	2656.590
	71	72.79	72.760	91	38	30	1.43		164	53	18	11	43	16	95517.251	93764.613	2657.065
	72	72.25	72.170	92	42	0	1.43		165	40	48	12	30	46	95516.464	93765.468	2655.750
	73	70.81	70.649	93	52	12	2.57		166	10	48	13	0	46	95514.843	93765.739	2653.241
	74	80.81	80.626	93	52	12	2.57		170	0	0	16	49	58	95523.180	93773.179	2652.568
	75	70.92	70.848	92	35	0	2.57		165	41	0	12	30	58	95515.172	93765.185	2654.816
	76	66.53	66.358	94	7	0	2.57		163	25	48	10	15	46	95511.305	93761.654	2653.246
	77	66.72	66.661	92	24	48	2.57		163	5	30	9	55	28	95511.672	93761.320	2655.202
	78	16.1	15.708	102	40	0	2.57		130	40	24	337	30	22	95460.521	93743.822	2654.565
	79	16.48	16.092	102	27	12	2.57		135	0	0	341	49	58	95461.298	93744.814	2654.539
	80	15.07	14.628	103	55	0	2.57		140	6	42	346	56	40	95460.258	93746.527	2654.491
	81	9.14	8.232	115	45	42	2.57		167	35	54	14	25	52	95453.980	93751.883	2654.432
	82	8.21	7.506	113	54	24	4		182	33	30	29	23	28	95452.548	93753.515	2653.538
	83	7.21	6.591	113	54	24	2.57		182	33	30	29	23	28	95451.751	93753.066	2655.338
	84	9.96	9.555	106	24	0	2.57		148	1	48	354	51	46	95455.525	93748.976	2655.312
	85	14.82	14.610	99	40	0	2.57		134	51	0	341	40	58	95459.878	93745.240	2655.556
	86	9.88	9.680	101	33	12	2.57		113	26	54	320	16	52	95453.454	93743.646	2656.071
	87	4.92	4.500	113	50	0	2.57		195	18	0	42	7	58	95449.346	93752.851	2656.191
	88	5.56	5.336	106	20	0	2.57		126	46	36	333	36	34	95450.788	93747.460	2656.509
	89	11.72	11.485	101	30	0	1.43		82	2	0	288	51	58	95449.722	93738.964	2656.860
	90	9.65	9.577	97	4	18	1.43		73	52	12	280	42	10	95447.787	93740.421	2657.970
	91	12	11.980	93	18	0	1.43		63	21	30	270	11	28	95446.048	93737.851	2658.460
	92	23.55	23.538	91	51	0	1.43		29	0	0	235	49	58	95432.789	93730.356	2658.390
	93	10.26	10.248	87	13	36	2.57		54	49	30	261	39	28	95444.521	93739.692	2658.505
	94	15.95	15.938	87	46	42	2.57		32	38	0	239	27	58	95437.911	93736.104	2658.627
	95	25.4	25.387	88	9	30	2.57		22	41	30	229	31	28	95429.529	93730.520	2658.825
	96	45.15	45.066	86	30	42	1.43		7	33	0	214	22	58	95408.816	93724.382	2661.891
	97	36.15	36.083	86	30	0	1.43		12	28	6	219	18	4	95418.087	93726.977	2661.352
	98	23.63	23.591	86	43	0	1.43		15	45	42	222	35	40	95428.641	93733.865	2660.501
	99	13.73	13.709	86	51	52	1.43		25	25	42	232	15	40	95437.617	93738.990	2659.899
	100	6.33	6.323	87	21	0	1.43		58	24	42	265	14	40	95445.484	93743.530	2659.442
	101	3.28	3.280	89	49	12	1.43		82	29	42	289	19	40	95447.094	93746.736	2659.160
	102	2.1	2.093	85	27	48	1.43		257	31	18	104	21	16	95445.489	93751.860	2659.315
	103	4.44	4.432	86	28	30	1.43		313	48	42	160	38	40	95441.827	93751.300	2659.422
	104	7.66	7.656	88	5	42	1.43		350	19	48	197	9	46	95438.693	93747.572	2659.404
	105	35.3	35.235	86	30	36	1.43		359	11	54	206	1	52	95414.348	93734.368	2661.294
D-2	D-1																
	106	24.86	24.642	97	35	30	2.57	1.46	333	35	30	43	3	46	95452.732	93736.533	2654.323
	107	24.79	24.725	94	8	24	2.57		334	53	18	44	21	34	95452.406	93736.994	2655.793
	108	23.73	23.551	97	3	6	2.57		341	20	42	50	48	58	95449.608	93737.962	2654.687
	109	21.59	21.442	96	43	0	2.57		344	30	42	53	58	58	95447.336	93737.050	2655.070
	110	9.85	9.745	98	22	36	2.57		28	23	0	97	51	16	95433.396	93729.361	2656.158
	111	9.36	9.207	100	21	48	2.57		38	28	42	107	56	58	95431.891	93728.467	2655.922
	112	5.96	5.773	104	22	42	2.57		32	34	36	102	2	52	95433.523	93725.354	2656.144
	113	5.49	5.446	97	14	30	2.57		43	36	54	113	5	10	95432.593	93724.718	2656.892
	114	6.22	6.220	89	54	30	2.57		43	24	30	112	52	46	95432.310	93725.438	2657.588
	115	10.08	10.080	90	8	6	2.57		46	22	0	115	50	16	95430.335	93728.780	2657.554
	116	10.62	10.620	90	4	36	2.57		30	36	34	100	4	50	95432.869	93730.164	2657.564
	117	7.23	7.224	92	23	36	1.43		45	6	18	114	34	34	95431.724	93726.277	2658.416
	118	12.88	12.879	90	37	42	1.43		104	51	30	174	19	46	95421.912	93720.980	2658.577
	119	14.71	14.710	90	16	24	1.43		135	1	18	204	29	34	95421.342	93713.609	2658.648
	120	1.22	1.203	99	34	12	1.43		21	31	18	90	59	34	95434.707	93720.910	2658.518
	121	1.7	1.700	91	5	48	1.43		249	12	6	318	40	22	95436.004	93718.585	2658.686
	122	3.72	3.720	90	41	48	1.43		293	7	6	2	35	22	95438.444	93719.876	2658.673
	123	3.82	3.468	114	48	0	2.57		307	53	0	17	21	16	95438.038	93720.742	2656.124
	124	2.6	1.907	132	49	0	2.57		300	40	30	10	8	46	95436.605	93720.043	2656.282
	125	3.36	2.782	124	6	12	2.57		13	36	48	83	5	4	95435.063	93722.469	2656.018
	126	3.86	3.728	105	0	0	2.57		21	56	30	91	24	46	95434.636	93723.435	2656.613
	127	14.47	14.362	96	59	42	2.57		315	31	30	24	59	46	95447.745	93725.776	2655.829
	128	14.82	14.685	97	45	0	2.57		326	13	30	35	41	46	95446.654	93728.276	2655.598
	129	16.03	15.894	97	27	42	2.57		325	21	42	34	49	58	95447.774	93728.786	2655.514

CALCULO DETALLES MEXICO

16 de octubre de 2004

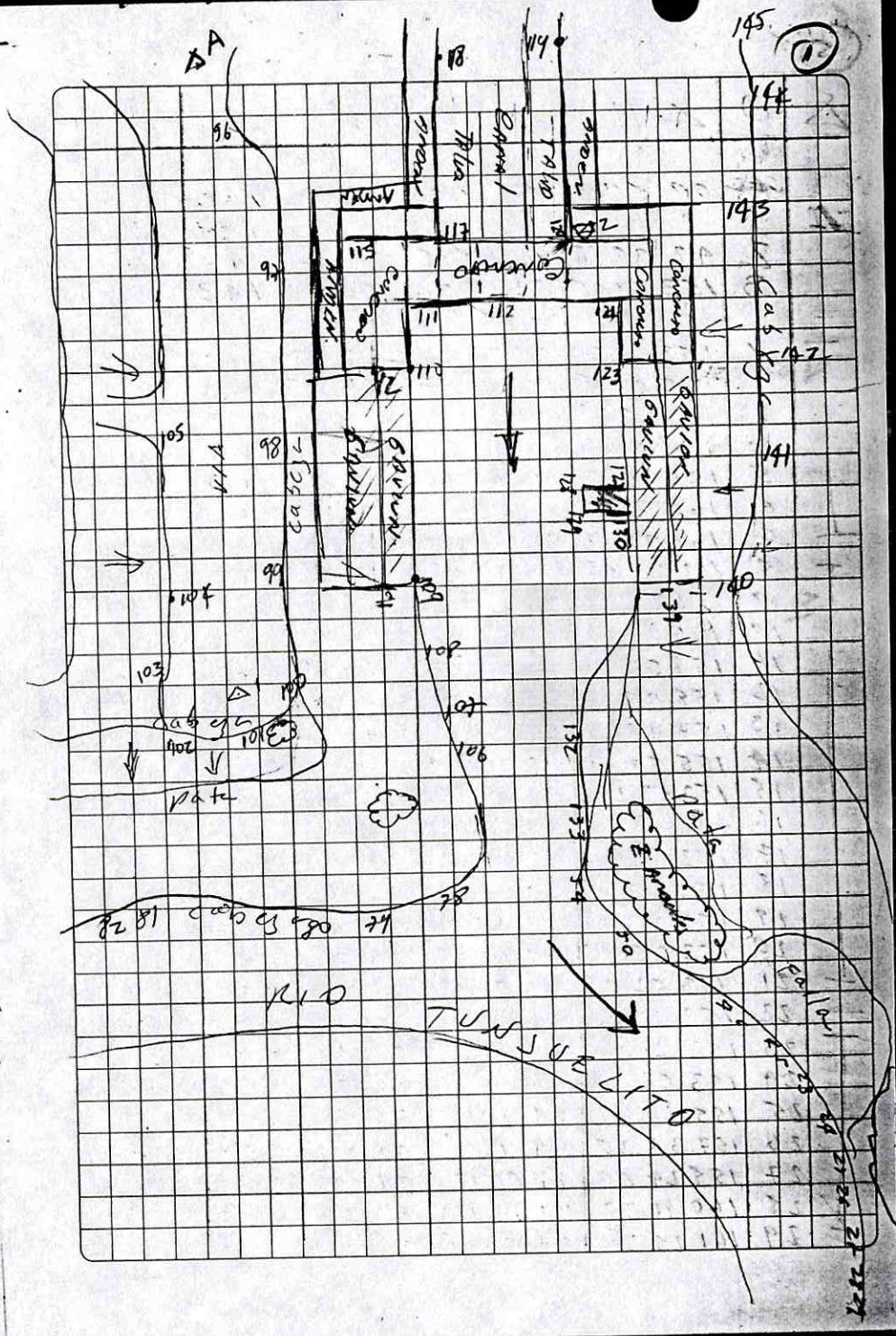
Est	Punto	Dist. Inclinada	Dist. H	Ang. Vert.			P	HTR	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA
				g	m	s	m	m	g	m	s	g	m	s	Norte	Este	m
	130	15.71	15.575	97	31	36	2.57		315	57	18	25	25	34	95448.794	93726.394	2655.538
	131	19.29	19.147	96	58	30	2.57		316	41	18	26	9	34	95451.914	93728.149	2655.253
	132	23.46	23.270	97	18	0	2.57		323	32	24	33	0	40	95454.241	93732.385	2654.621
	133	31.12	30.925	96	24	54	2.57		325	9	54	34	38	10	95460.173	93737.284	2654.123
	134	31.1	30.931	95	59	0	1.43		323	56	0	33	24	16	95460.549	93736.736	2655.494
	135	26.57	26.405	96	23	18	1.43		323	57	12	33	25	28	95456.766	93734.252	2655.780
	136	23.37	23.236	96	9	0	1.43		321	19	0	30	47	16	95454.689	93731.601	2656.229
	137	21.74	21.682	94	12	0	1.43		316	25	54	25	54	10	95454.231	93729.179	2657.130
	138	19.26	19.214	93	57	18	1.43		316	34	30	26	2	46	95451.991	93728.144	2657.393
	139	19.36	19.357	91	1	24	1.43		313	22	6	22	50	22	95452.567	93727.221	2658.372
	140	19.28	19.277	90	56	48	1.43		309	41	18	19	9	34	95452.938	93726.034	2658.400
	141	10.6	10.598	91	1	9	1.43		301	42	0	11	10	16	95445.126	93721.761	2658.530
	142	4.51	4.505	92	36	36	1.43		277	20	36	346	48	52	95439.115	93718.680	2658.513
	143	2.97	2.948	83	3	45	1.43		209	57	18	279	25	34	95435.211	93716.799	2659.074
	144	7.81	7.808	88	36	33	1.43		151	8	54	220	37	10	95428.802	93714.624	2658.908
	145	13.26	13.259	89	9	42	1.43		142	28	48	211	57	4	95423.478	93712.691	2658.912
	146	14.08	13.948	82	8	12	1.43		155	57	42	225	25	58	95424.940	93709.771	2660.626
	147	5.77	5.466	71	19	36	1.43		221	45	30	291	13	46	95436.707	93714.612	2660.468
	148	13.17	13.075	83	7	36	1.43		291	35	42	1	3	58	95447.801	93719.951	2660.283
	149	20.2	20.169	86	50	18	1.43		302	43	42	12	11	58	95454.442	93723.970	2659.831
	150	24.1	24.094	88	45	0	1.43		305	30	0	14	58	16	95458.004	93725.932	2659.244
	151	28.9	28.895	88	59	12	1.43		308	46	42	18	14	58	95462.170	93728.756	2659.229
	152	33.26	33.258	89	19	18	1.43		310	1	36	19	29	52	95466.079	93730.808	2659.112
	153	39	38.946	86	59	0	1.43		309	52	0	19	20	16	95471.477	93732.604	2660.768
	154	44.08	43.993	86	24	18	1.43		308	27	30	17	55	46	95476.585	93733.251	2661.477
	155	51.08	50.990	86	36	0	1.43		305	52	18	15	20	34	95483.901	93733.199	2661.742
	156	58.54	58.391	85	54	42	1.43		304	5	18	13	33	34	95491.492	93733.397	2662.881
	157	68.12	67.916	85	33	54	1.43		304	55	0	14	23	16	95500.514	93736.583	2663.970
	158	71.3	71.148	86	15	48	1.43		306	48	12	16	16	28	95503.026	93739.646	2663.355
	159	68.76	68.618	86	18	50	1.43		306	47	12	16	15	28	95500.602	93738.918	2663.130
	160	57.98	57.897	86	55	30	3		309	19	18	18	47	34	95489.538	93738.359	2660.254
	161	53.81	53.701	86	21	18	2.57		307	21	18	16	49	34	95486.130	93735.252	2660.992
D-3	D-1																
	M46	5.45	5.449	91	5	24	1.43	1.36	44	50	12	224	44	10	95522.418	93745.855	2666.005
	162	24.65	23.981	103	23	0	2.57		6	30	0	186	23	58	95502.457	93747.018	2659.418
	163	21.53	21.020	102	29	30	2.57		5	23	30	185	17	28	95505.358	93747.752	2660.422
	164	19.03	18.607	102	6	24	2.57		2	45	36	182	39	34	95507.702	93748.827	2661.066
	165	21.64	21.618	92	36	30	1.43		32	34	0	212	27	58	95508.050	93738.086	2665.125
	166	10.6	10.594	92	0	0	1.43		31	4	30	210	58	28	95517.206	93744.239	2665.739
	167	4.04	4.038	91	48	36	1.43		27	48	0	207	41	58	95522.713	93747.814	2665.981
	168	6.95	6.950	90	3	6	1.43		220	55	0	40	48	58	95531.548	93754.233	2666.103
	169	14.45	14.449	89	16	42	1.43		217	42	12	37	36	10	95537.736	93758.507	2666.291
	170	12.12	12.117	88	40	48	1.43		200	51	48	20	45	46	95537.618	93753.986	2666.388
	171	5	4.999	88	56	6	1.43		176	26	24	356	20	22	95531.278	93749.371	2666.202
	172	8.86	8.853	92	18	48	1.43		53	11	12	233	5	10	95520.971	93742.612	2665.752
	173	21.37	21.352	92	22	36	1.43		38	30	48	218	24	46	95509.558	93736.424	2665.223
	174	34.49	34.394	94	16	36	1.43		33	43	6	213	37	4	95497.647	93730.648	2663.544
	175	36.31	36.181	94	50	0	2.57		40	41	30	220	35	28	95498.814	93726.149	2661.920
	176	27.17	27.013	96	10	18	2.57		50	41	30	230	35	28	95509.140	93728.820	2662.065
	177	15.45	15.209	100	8	0	2.57		82	43	36	262	37	34	95524.337	93734.607	2662.293
	178	13.68	13.495	99	26	12	2.57		152	20	42	332	14	40	95538.231	93743.406	2662.756
	179	20.21	20.112	95	39	18	2.57		183	31	12	3	25	10	95546.364	93750.890	2662.987
	180	67.04	66.914	93	30	48	2.57		138	22	0	318	15	58	95576.223	93705.148	2660.868
	181	44.66	44.527	94	25	36	2.57		80	11	12	260	5	10	95518.623	93705.829	2661.532

CARLOS HERNANDO MORENO MORENO
TOPOGRAFO

OCT 15/04

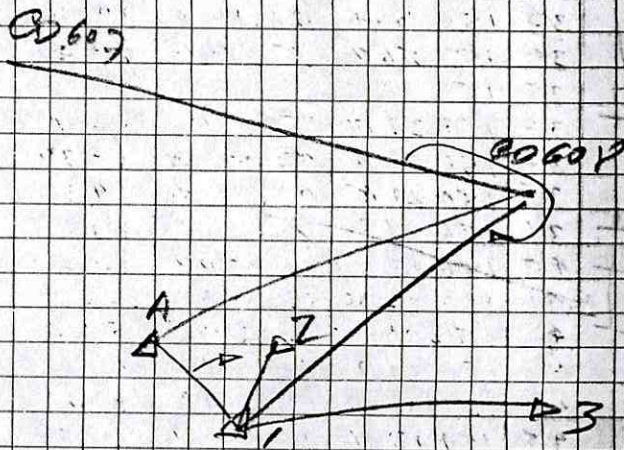
BARRIO MEXICO — RIO TUNJUELITO.

Δ	⊙	H	X	Y	Z	Desc
	CD607	00				
					1454	
CD608	1	303.4493	88 4118	734781	143	
	A	310 5200	89 4519	728.362	145	


Δ A
Rio
Tunjuelito
Canaveral
Canaveral
Canaveral

Mexico.

	A	00 00 00	87 28 00	91.21	143		
1					134	B/VIA	
	2	42 38 18	90 49 18	32.17	143	Estructura	salida
	3	153 09 00	84 58 36	80 59	143		
	1	153 22 30	88 23 12	63.10	143	cabeza	
	2	155 54 18	89 04 30	64.95	143	"	
	3	157 28 18	90 06 42	64.72	143	"	
	4	158 19 12	90 41 30	64.31	143	"	
	5	159 02 00	92 46 00	63 51	143	"	
	6	160 02 30	92 30 36	63.39	143	"	
	7	161 04 42	92 13 12	65.83	143	"	
	8	162 33 48	93 00 00	66 71	143	pata	
	9	161 44 24	94 16 12	65.01	143	"	
	10	160 33 18	94 09 00	63 23	143	"	
	11	158 52 24	94 26 30	61 60	143	"	
	12	158 05 36	92 57 00	62 74	143	"	
	13	157 48 24	92 29 00	64 19	143	"	
	14	155 54 42	92 09 24	64.64	143	"	
	15	153 52 24	92 01 00	63.97	143	"	
	16	152 41 00	92 21 00	61.87	143	"	
	17	152 27 00	92 44 24	59 60	143	"	
	18	152 10 30	92 18 42	56.41	257	"	
	19	152 42 18	92 43 00	55 68	257	"	
	20	153 25 00	93 31 18	54 78	257	"	
	21	153 02 00	93 35 18	53 33	257	"	
	22	152 23 54	93 26 54	53.72	0.20	cabeza	
	23	153 21 36	94 42 12	52 11	2.57	B/VIA	
	24	153 57 36	94 24 24	54.50	257	" "	
	25	155 22 42	94 20 12	56 87	257	" "	
	26	157 36 30	94 18 48	57 74	2.57	" "	
	27	159 24 00	94 06 18	59 40	2.57	" "	
	28	160 11 30	94 15 12	61.36	257	" "	
	29	161 25 30	94 04 00	63 16	2.57	" "	



Mexico

(3)

Δ	O	∡ N	∡ U	8 I	↗	Observ.	
	30	158 24 00	93 23 36	59.91	257	cabeza	
	31	158 03 42	93 12 18	59 61	257	"	
	32	156 37 36	93 11 48	58 22	257	"	
	33	155 15 48	93 14 54	57.74	257	"	
	34	153 56 00	93 22 00	57.45	257	"	
	35	153 27 30	93 21 30	56.10	257	"	
	36	152 27 00	92 45 00	54.94	0.50	cabeza	
	37	152 58 18	92 52 54	57.39	257	pata	
	38	154 24 42	92 29 00	54 32	257	"	
	39	156 09 30	92 30 48	61.03	257	"	
	40	156 18 30	91 43 00	63 44	257	Top	
	41	154 28 30	91 38 00	62 30	257	"	
	42	153 06 54	91 54 00	59 91	257	"	
	43	154 31 00	91 24 42	63 88	257	Apique	
	44	150 36 36	95 37 06	47 43	257	B/rio -	Arboles
	45	151 13 18	93 27 54	47.77	257	pata talud	"
	46	146 35 48	99 07 12	39.74	0.00	B/rio	"
	47	146 10 24	94 46 12	39.46	257	Talud -	"
	48	141 25 42	97 43 30	31.37	257	B/rio	"
	49	139 43 42	95 55 30	31.01	257	cabeza	"
	50	138 57 00	99 02 12	24.98	257	B/rio	"
	51	137 58 42	96 43 54	24.52	257	cabeza	"
	52	135 49 36	100 45 30	21.99	257	B/rio	"
	53	134 59 24	97 23 00	21.98	257	cabeza	"
	54	129 06 30	100 31 00	20.90	257	B/rio	"
	55	129 04 18	97 30 30	21.03	257	cabeza	"
	56	128 33 54	96 52 00	25.85	143	B/Arboles	"
	57	133 44 25	95 53 12	29.21	143	cerca -	INICIA
	58	140 12 48	96 06 00	36.03	143	pata	
	59	145 42 24	95 18 12	43 29	143	Pata	
	60	153 49 18	88 00 00	65 97	143	Apique	
	61	154 18 30	87 59 00	65 93	143	"	
	62	156 00 00	88 55 18	65 63	143	"	
	63	153 27 24	88 00 06	64 88	143	B/Arboles	
	64	152 36 30	86 55 54	67.54	143	" "	

Mexico

(4)

Δ	⊙	∡H	∡V	DI	⊼	Obser
	65	154 33 12	86 11 36	76.67	143	cerca y B/ Arboles
	66	155 51 00	86 37 30	74.59	143	B/ arboles
	67	155 16 18	87 04 48	70.84	143	" "
	68	156 45 12	88 34 00	68.61	143	"
	69	159 18 18	90 07 18	67.30	143	"
	70	161 39 00	92 09 00	68.28	143	"
	71	164 53 18	91 38 30	72.79	143	"
	72	165 40 48	92 42 00	72.25	143	"
	73	166 10 48	93 52 12	70.81	257	B/rio
	74	170 00 00		80.81		B/rio
	75	165 41 00	92 35 00	70.92	257	cabeza
	76	163 25 48	94 07 00	66.53	257	B/rio
	77	163 05 30	92 24 48	66.72	257	cabeza
	78	130 40 24	102 40 00	16.10	257	b/rio
	79	135 00 00	102 27 12	16.48	257	"
	80	140 06 42	103 55 00	15.07	257	"
	81	167 35 54	115 45 42	9.14	257	"
	82	182 33 30	113 54 24	8.21	4.00	"
	83	182 33 30	113 54 24	7.21	257	cabeza b/arboles
	84	148 01 48	106 24 00	9.96	257	"
	85	134 51 00	99 40 00	14.82	257	"
	86	113 26 54	101 33 12	9.88	257	Arbol radio 2.50
	87	195 18 00	113 50 00	4.92	257	pata - B/arboles
	88	126 46 36	106 20 00	5.56	257	"
	89	82 02 00	101 30 00	11.72	143	pata y cabeza
	90	73 52 12	97 04 18	9.65	143	Arbol ϕ 0.40 Ramas radio 2.50
	91	63 21 30	93 18 00	12.00	143	cabeza Gavion 1 metro
	92	29 00 00	91 51 00	23.55	143	Gavion
	93	54 49 30	87 13 36	10.26	257	pata
	94	32 38 00	87 46 42	15.95	257	"
	95	22 41 30	88 09 30	25.40	257	"
	96	07 33 00	86 30 42	45.15	143	cabeza y B/ r/A
	97	12 28 06	86 30 00	36.15	143	" " "
	98	15 45 42	86 43 00	23.63	143	" " "
	99	25 25 42	86 51 52	13.73	143	" " "

	100	5822442	872100	6.33	143	cabeza y
	101	822942	894912	3.28	143	"
	102	2573118	8527448	2.10	143	"
	103	3134842	8628330	4.44	143	b/arta
	104	3501948	880542	7.66	143	"
	105	3541154	863036	35.30	143	"
	1	00000	890900	32.18	143	
2					146	
	106	3333500	973530	24.86	2.57	Para y b/ quebrada
	107	3345318	940824	24.79	257	cabeza
	108	3412042	970306	23.70	257	b/ quebrada
	109	3443042	964300	21.59	257	b/ "
	110	2823300	982236	9.85	257	gavion
	111	3828442	1092148	9.36	257	concreto
	112	3223436	1092242	5.94	257	"
	113	4333654	971430	5.49	257	"
	114	4324330	895430	6.22	257	cabeza
	115	4622400	900806	10.08	257	" concreto
	116	3033434	900436	10.62	257	"
	117	4506118	922336	7.23	143	cabeza
	118	1045130	903742	12.88	143	"
	119	1350118	90624	14.71	140	"
	120	2121118	993412	1.22	143	"
	121	2491206	910548	1.70	143	"
	122	2930706	904148	3.72	143	"
	123	3075300	1144800	3.82	257	b/ rio
	124	3004030	1324900	2.60	257	"
	125	133648	1240612	3.36	257	"
	126	2156330	1050000	3.86	257	"
	127	2153130	965942	14.49	257	gavion "
	128	3241330	974590	14.82	257	"

y gavion
concreto
fondo
"
cuneo
concreto
y gavion
cuneo concreto
y gavion
cuneo concreto
" "
" "
" "

	129	325 2142	97 2742	1603	257	Guaicar	
	130	325 57118	97 3136	15.71	257		
	131	316 4118	96 58 30	19.29	257	Fix	g
	132	323 3224	97 1800	23.46	257	D/Rec	
	133	325 09 54	96 2454	31.12	257	" "	
	134	323 5600	95 5900	31.10	143	casaca	
	135	323 5712	96 2318	26.57	143	"	
	136	321 1900	96 0900	23.37	143	"	
	137	316 2554	94 1200	21.74	143	"	
	138	316 3430	93 5718	19.26	143	"	
	139	313 2206	91 0124	19.36	143	casaca	
	140	304 4118	90 5648	19.28	143	Pak	
	141	301 4200	91 0109	10.60	143	Pak	
	142	277 2036	92 3636	4.51	143	"	
	143	209 5718	83 0345	2.97	143	"	
	144	151 0854	88 3633	7.81	143	"	
	145	142 2848	89 0942	13.26	143	"	
	146	155 57 42	82 0812	14.08	143	casaca	
	147	221 4530	71 1936	5.77	143	"	
	148	291 3542	83 0736	13.17	143	"	
	149	302 4342	86 5018	20.30	143	"	
	150	305 3000	88 4500	24.10	143	"	
	151	306 4642	88 5712	28 90	143	"	
	152	310 0136	89 1918	33 26	143	"	
	153	304 5200	86 5900	39.00	143	"	
	154	308 2730	86 2418	44.08	143	"	
	155	305 52 18	86 3200	51.08	143	"	
	156	304 0518	85 5442	58 54	143	"	
	157	304 5500	85 33 54	68.12	143	"	
	158	306 4812	86 1548	71.30	1.20	Cerca	
	159	306 4712	86 1830	68 76	143	"	
	160	309 14 18	86 5530	57 98	3.00	"	
	161	307 21 18	86 21 18	53 81	2.57	Anibal	0.20

Alba 0.80

Guaicar S/Rec H. 800

" "

" "

" "

" "

" "

Mexico

7

Δ	O	∡H	∡V	DI	↑	Obs
3	1	00 00	94 56 24	80.62	143	
					136	
	M46	44 50 12	91 05 24	5.45	143	GPS 46 del acueducto
	162	06-30 00	103 23 00	24.65	257	cabeza
	163	05 23 30	102 29 30	21.53	257	"
	164	02-45 36	102 06 24	19.03	257	"
	165	32 34 00	92 36 30	21.64	143	cabeza
	166	31 04 30	92 00 00	10.60	143	"
	167	27 48 00	91 48 36	4.04	143	"
	168	220 55 00	90 03 06	6.95	143	"
	169	217 42 12	89 16 42	14.45	143	"
	170	200 51 48	88 40 48	12.12	143	"
	171	176 26 24	88 56 06	5.00	143	"
	172	53 11 12	92 18 48	8.86	143	"
	173	38 30 48	92 22 36	21.37	143	"
	174	33 43 06	94 16 36	34.49	143	"
	175	40 41 30	94 50 00	36.31	257	Pata
	176	50 41 30	96 10 18	27.17	257	"
	177	82 43 36	100 08 00	15.45	257	"
	178	152 20 42	99 26 12	13.68	257	"
	179	183 31 12	95 39 18	20.21	257	"
	180	138 22 00	93 30 48	67.04	257	Construccion
	181	80 11 12	94 25 36	44.66	257	muro cerramiento

g b/ cabezas

" "

" "

" "

Dique

"

"

"

"

"

"

"

"

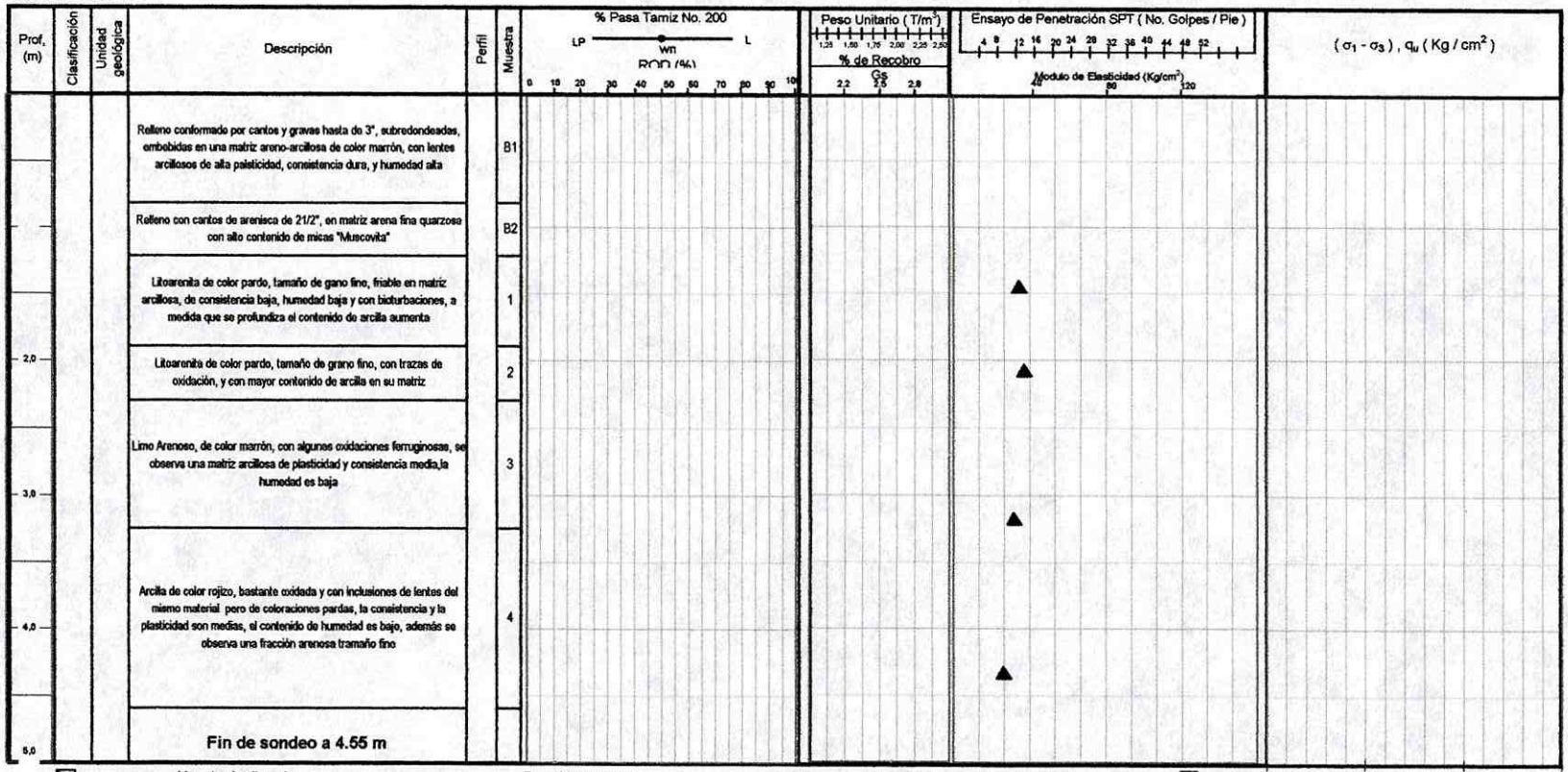
CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO B
INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Resumen gráfico de propiedades índice y mecánicas

PROYECTO: DIAGNÓSTICO PLANTA CEMEX - BARRRIO MEXICO
LOCALIZACIÓN: CONFLUENCIA QUEBRADA LA TROMPETA - RIO TUNJUELITO
COORDENADAS:

SONDEO No: 1
FECHA: OCTUBRE DE 2004

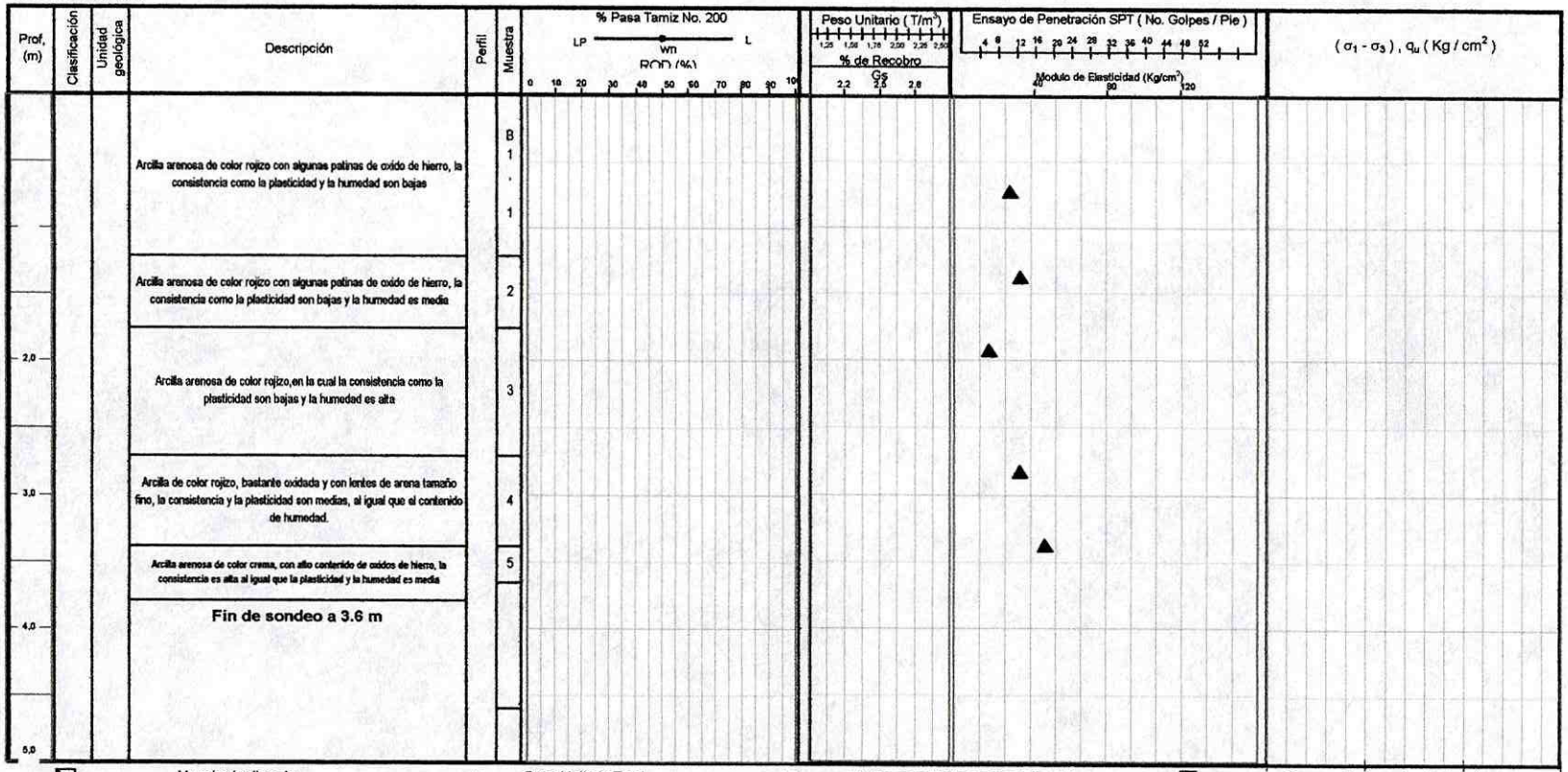


Muestra Inalterada	Peso Unitario Total	qu, Compresión Inconfinada (suelo)	q_u, Compresión Inconfinada (roca)
Muestra Alterada	Peso Unitario Seco	c', Intercepto de cohesión - corte directo	% RQD
Nivel Freático	Ensayo SPT	%, Pasa T-200	% de Recobro
Límite Plástico-Humedad Natural-Límite Líquido	Ensayo con cono	Sv, Veleta de Campo. (Inalt)	Esf a tracción, Ensayo Brasilero
Gs, Peso especifico	Penetrómetro	Sv, Veleta de Campo. (Remol)	Eu, Mod. Deform. no drenada

Resumen gráfico de propiedades índice y mecánicas

PROYECTO: DIAGNÓSTICO PLANTA CEMEX - BARRRIO MEXICO
LOCALIZACIÓN: CONFLUENCIA QUEBRADA LA TROMPETA - RIO TUNJUELITO
COORDENADAS:

SONDEO No: 2
FECHA: OCTUBRE DE 2004



Muestra Inalterada	Peso Unitario Total	qu, Compresión Inconfinada (suelo)	q_u, Compresión Inconfinada (roca)
Muestra Alterada	Peso Unitario Seco	c', Intercepto de cohesión - corte directo	% RQD
Nivel Freático	Ensayo SPT	%, Pasa T-200	% de Recobro
LP wn LL Límite Plástico-Humedad Natural-Límite Líquido	Ensayo con cono	Sv, Veleta de Campo. (Inalt)	Esf a tracción, Ensayo Brasilero
Gs, Peso específico	Penetrómetro	Sv, Veleta de Campo. (Remol)	Eu, Mod. Deform. no drenada

Tabla B.1 Normalización del SPT

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)			golpes/pie			N_{45}	NF	γ (Ton/m³)	σ_v (Ton/m²)	σ_v' (Ton/m²)	Rs	C_N (adim)						C_N (prom)	η_1		η_2	η_3	η_4	Ncorr		$\phi_{equivalente}$				
		de	a	media	1	2	3							Peck	Seed	Meyerhoff-Ishihara	Liao-Whitman	Skemp-ton	Seed-Idriss	Schmert mann	González		USA	Japón				USA	Japón	Kishida	JRB	Shiou & Fukui	JNR	Prom
											0,00	0,00																				
S - 1		1,20	1,70	1,450	5	5	5	10	n.e.	1,80	2,61	2,61	0,26	1,448	1,729	1,769	1,957	1,586	1,823	2,000	1,583	1,737	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	9	8	27,65	25,95	29,88	29,40	28
S - 1		1,85	2,30	2,075	5	5	5	10	n.e.	1,80	3,74	3,74	0,37	1,329	1,535	1,584	1,636	1,456	1,603	1,828	1,428	1,550	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	8	7	26,83	25,25	29,52	29,10	28
S - 1		2,95	3,40	3,175	7	4	5	9	n.e.	1,80	5,72	5,72	0,57	1,187	1,304	1,337	1,323	1,273	1,343	1,491	1,243	1,312	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	6	5	25,00	23,66	28,80	28,50	26
S - 1		4,10	4,55	4,325	6	5	7	12	n.e.	1,80	7,79	7,79	0,78	1,084	1,136	1,150	1,133	1,125	1,153	1,250	1,109	1,142	0,75	0,63	0,85	1,00	1,00	8	7	26,83	25,25	29,52	29,10	28
											0,00	0,00																				
S - 2		0,50	0,95	0,725	3	4	5	9	n.e.	1,80	1,31	1,31	0,13	1,680	2,000	2,000	2,000	1,769	2,000	2,000	1,884	1,917	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	9	8	27,65	25,95	29,88	29,40	28
S - 2		1,15	1,60	1,375	4	5	5	10	n.e.	1,80	2,48	2,48	0,25	1,466	1,758	1,794	2,000	1,603	1,855	2,000	1,606	1,760	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	9	8	27,65	25,95	29,88	29,40	28
S - 2		1,70	2,15	1,925	3	3	3	6	n.e.	1,80	3,47	3,47	0,35	1,354	1,575	1,624	1,699	1,485	1,649	1,886	1,460	1,692	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	5	4	23,94	22,75	28,44	28,20	26
S - 2		2,60	3,05	2,825	5	5	5	10	n.e.	1,80	5,09	5,09	0,51	1,226	1,367	1,407	1,402	1,326	1,414	1,584	1,294	1,377	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	7	6	25,95	24,49	29,16	28,80	27
S - 2		3,15	3,60	3,375	5	5	8	13	n.e.	1,80	6,08	6,08	0,61	1,166	1,271	1,300	1,283	1,244	1,305	1,442	1,216	1,279	0,75	0,63	0,75	1,00	1,00	9	7	26,83	25,25	29,52	29,10	28

N_{45} Número de golpes para el 45% de energía del martillo (Estimado para Colombia)
NF Nivel freático
σ_v Esfuerzo vertical total
σ_v' Esfuerzo vertical efectivo
Rs Parámetro utilizado para el C_N, $Rs = \sigma_v'/p_a$
C_N Factor de corrección por confinamiento efectivo
η_1 Factor de corrección por energía del martillo: La energía de USA es el 60% y la de Japón el 72%
η_2 Factor de corrección por longitud de la varilla
η_3 Factor de corrección por revestimiento interno de tomamuestras
η_4 Factor de corrección por diámetro de la perforación
Ncorr Número de golpes corregido
ϕ Ángulo de fricción interna
σ_v' Esfuerzo vertical efectivo

FACTURA = 191.900=

SUELOS Y PAVIMENTOS
GREGORIO ROJAS & CIA LTDA.

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO

Referencia: SYP-PL-ST-F028
Revisión: 000

PROYECTO : BARRIO MEXICO - CONSORCIO CONSTRUCTORES
CLIENTE : G.I.A CONSULTORES LTDA
CÓDIGO : 0699

FECHA ENSAYO: 2004-10-26
ORDEN DE TRABAJO No. 2571
ORDEN DE COMPUTADOR No. 1643

SONDEO : 1 MUESTRA : 3 PROFUNDIDAD : 2,95-3,40 m
DESCRIPCION : Limo arenoso de color café, con algunas gravas.

	ω n
Recipiente	22
P_1 (g)	95,2
P_2 (g)	87,8
P_3 (g)	17,8
Humedad	10,6%

PESO UNITARIO	
W1	48,0
W2	50,4
W3	22,9
γ t (t/m³)	1,933
γ d (t/m³)	1,748

P_1 = Peso del recipiente mas muestra húmeda P_2 = Peso del recipiente mas muestra seca P_3 = Peso del recipiente

SONDEO : 2 MUESTRA : 3 PROFUNDIDAD : 1,70-2,15 m
DESCRIPCION : Limo arcilloso de color café.

	ω m
Recipiente	24
P_1 (g)	105,6
P_2 (g)	93,0
P_3 (g)	18,4
Humedad	16,9%

PESO UNITARIO	
W1	96,8
W2	100,5
W3	49,4
γ t (t/m³)	2,060
γ d (t/m³)	1,762

P_1 = Peso del recipiente mas muestra húmeda P_2 = Peso del recipiente mas muestra seca P_3 = Peso del recipiente

SONDEO : MUESTRA : PROFUNDIDAD : m
DESCRIPCION :

	ω m
Recipiente	
P_1 (g)	
P_2 (g)	
P_3 (g)	
Humedad	

PESO UNITARIO	
W1	
W2	
W3	
γ t (t/m³)	
γ d (t/m³)	

P1 = Peso del recipiente mas muestra húmeda P2 = Peso del recipiente mas muestra seca P3 = Peso del recipiente

SONDEO : MUESTRA : PROFUNDIDAD : m
DESCRIPCION :

	ω m
Recipiente	
P_1 (g)	
P_2 (g)	
P_3 (g)	
Humedad	

PESO UNITARIO	
W1	
W2	
W3	
γ t (t/m³)	
γ d (t/m³)	

P1 = Peso del recipiente mas muestra húmeda P2 = Peso del recipiente mas muestra seca P3 = Peso del recipiente

REVISÓ Y APROBÓ
GREGORIO ROJAS ROJAS
SUBGERENTE TÉCNICO

Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra ensayada.
El laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción total de este documento sin la debida autorización escrita de la SUBGERENCIA TÉCNICA.

SUELOS Y PAVIMENTOS GREGORIO ROJAS & CIA LTDA.

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO
(NTC 1522)

Industria y Comercio
ACREDITADO
Res. 2532 julio 31/2002

Referencia
SYP-PL-ST-F013
Revisión
001
Página 1 de 1

PROYECTO :	BARRIO MEXICO - CONSORCIO CONSTRUCTORES	FECHA ENSAYO:	2004-10-27
CLIENTE :	G.I.A CONSULTORES LTDA	ORDEN DE TRABAJO No.	2571
CÓDIGO :	0699	ORDEN DE COMPUTADOR No.	1643

SONDEO: - MUESTRA : B1 PROFUNDIDAD 3,60 m.

DESCRIPCIÓN : Limo arenoso de color habano rojizo.

OBSERVACIONE: TALUD,

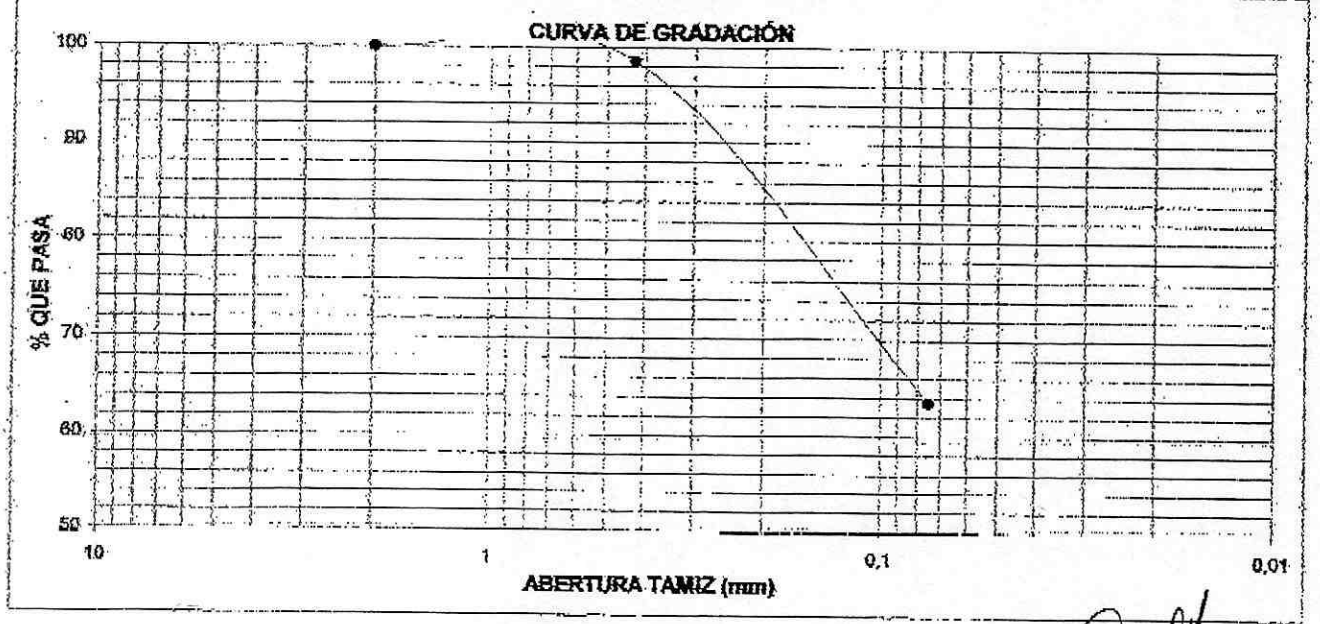
Peso total de la muestra seca	85,86	Suma pesos retenidos	31,40
Peso muestra lavado sobre tamiz 200	31,40	Error%	0,00

TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO	%PASA
	-	-	-	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
N 4	0,0	0,0	0,0	100,0
N10	0,0	0,0	0,0	100,0
N40	1,3	1,3	1,5	98,5
N200	30,0	30,0	34,9	63,5
FONDO	0,1	0,1	63,5	-
	31,4	31,4		

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Recipiente	4
P_1 (g)	108,00
P_2 (g)	103,50
P_3 (g)	17,64
Humedad (%)	5,7%

GRAVA	0,0	%
ARENA	36,5	%
FINOS	63,5	%

P1 = Peso del recipiente mas muestra húmeda P2 = Peso del recipiente mas muestra seca P3 = Peso del recipiente



REVISÓ Y APROBÓ

GREGORIO ROJAS ROJAS
SUBGERENTE TÉCNICO

Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo.
El laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción total de este documento sin la debida autorización escrita de la SUBGERENCIA TÉCNICA.

OFICINAS Y LABORATORIO: Calle 80 No. 51 – 64 Tels: 225 47 60 630 04 73 Telefax 543 85 20
Bogotá, D.C. – Colombia
E - mail: suelosypavimentos@sky.net.co.

SUELOS Y PAVIMENTOS
GREGORIO ROJAS & CIA LTDA.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA
(NTC 1527)

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA
ACREDITADO
Res. 25362 julio 31/2007

Referencia: SYP-PL-ST-F009
Revisión: 001

PROYECTO :	BARRIO MEXICO - CONSORCIO CONSTRUCTORES	FECHA ENSAYO:	2004-10-26
CLIENTE :	G.I.A CONSULTORES LTDA	ORDEN DE TRABAJO No.	2571
CÓDIGO :	0699	ORDEN DE COMPUTADOR No.	1643

SONDEO: - MUESTRA : B1 PROFUNDIDAD : 3,60 m

DESCRIPCIÓN: Limo arenoso de color habano rojizo.

OBSERVACIONES: TALUD.

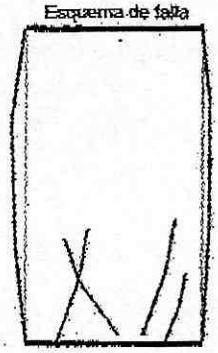
Diámetro de la muestra	6,30	cm
Altura de la muestra	12,60	cm
Area inicial	31,17	cm²
Relación Altura diámetro	2,00	-
Volumen de la muestra	392,77	cm³
Peso de la muestra	696,20	g
Peso unitario húmedo	1,773	g/cm³
Peso unitario seco	1,684	g/cm³

Resistencia a la compresión inconfinada
qu= 3,56 kg/cm²

CONTENIDO DE HUMEDAD		
Recipiente		4
P_1	(g)	108,0
P_2	(g)	103,5
P_s	(g)	17,6
W	(%)	5,2%

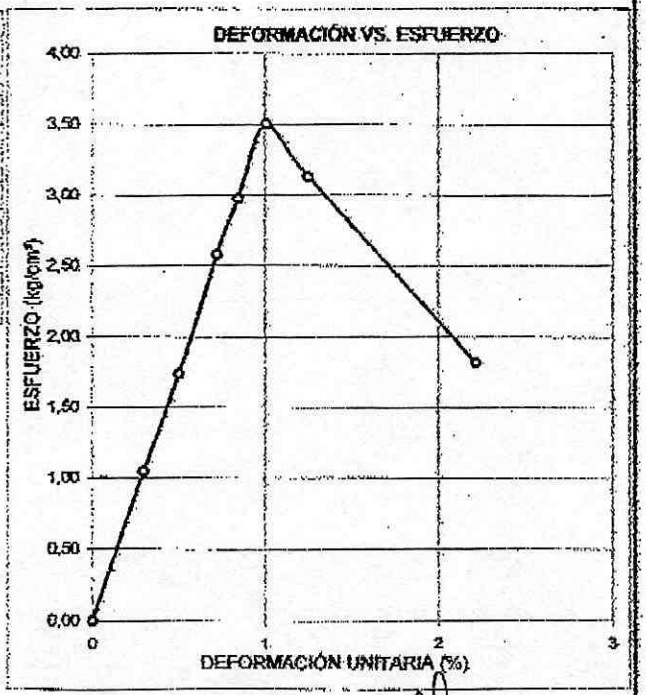
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA	
Cilíndrica	X
Prismática	-
Inalterada	X
Compactada	-
Remoldeada	-

Esquema de falla



P_1 = Peso del recipiente mas muestra húmeda P_2 = Peso del recipiente mas muestra seca P_s = Peso del recipiente
W = Contenido de humedad de la muestra

TIEMPO	LECTURA ANILLO	CARGA	LECTURA DEFORMACIÓN	DEFORMACIÓN UNITARIA	AREA CORREGIDA	ESFUERZO NORMAL
min-s	1*10E-4 plg	kg	1*10E-3 plg	(%)	cm²	kg / cm²
0	0	0,00	0	0,00	31,17	0,00
0'30"	450	32,65	15	0,30	31,27	1,04
1'00"	750	54,41	25	0,50	31,33	1,74
1'30"	1020	80,86	36	0,73	31,40	2,58
2'00"	1090	93,51	42	0,85	31,44	2,97
2'30"	1183	110,31	50	1,01	31,49	3,50
3'00"	1120	98,93	62	1,25	31,57	3,13
3'30"	800	58,04	110	2,22	31,88	1,82



REVISÓ Y APROBÓ
GREGORIO ROJAS ROJAS
SUBGERENTE TÉCNICO

Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo.
El laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción total de este documento sin la debida autorización escrita de la SUBGERENCIA TÉCNICA.

OFICINAS Y LABORATORIO: Calle 80 No. 51 – 64 Tels. 225 47 60 630 04 73 Telefax 543 85 20
Bogotá, D.C. – Colombia
E - mail: suelosypavimentos@sky.net.co.

SUELOS Y PAVIMENTOS
GREGORIO ROJAS & CIA LTDA.

CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS

(NTC 1917)

Referencia: SYP-PL-ST-F008
Revisión: 001

PROYECTO:	BARRIO MEXICO - CONSORCIO CONSTRUCTORES	**FECHA ENSAYO:**	2004-10-27
CLIENTE :	G.I.A CONSULTORES LTDA	**ORDEN DE TRABAJO No.**	2571
CÓDIGO :	0699	**ORDEN DE COMPUTADOR No.**	1643

SONDEO: - MUESTRA : B1 PROFUNDIDAD : 3,6 m.

DESCRIPCION : Limo arenoso de color habano rojizo.

OBSERVACIONES: **TALUD.**

Diámetro muestra	6,35	cm
Altura muestra	2,75	cm
Área inicial muestra	31,67	cm^2
Volumen de la muestra	87,09	cm^3
Peso de la muestra	152,30	g
Carga normal	23,75	kg
Esfuerzo normal	0,750	kg/cm^2
Altura después de consolidada	2,943	cm
Altura final	2,862	cm

EQUIPO DE CORTE 01	
ANILLO SERIE	1408

Peso unitario total	1,749	(g/cm^3)
Peso unitario seco inicial	1,631	(g/cm^3)
Masa seca inicial	142,074	(g)

CONTENIDO DE HUMEDAD			TIPO DE MUESTRA	
	INICIAL	FINAL	Inalterada	X
Recipiente	36	11T	Compactada	-
P_1 (g)	147,80	203,10		
P_2 (g)	111,10	174,80	SECCIÓN DE MUESTRA	
P_3 (g)	18,50	41,85	Circular	X
Humedad (%)	21,24	21,29	Cuadrada	-

P_1 = Peso del recipiente mas muestra húmeda P_3 = Peso del recipiente

P_2 = Peso del recipiente mas muestra seca

FALLADO EN CONDICIÓN:		
Humedad natural	-	
Inundado	X	
Velocidad de falla (mm/min)	0,070	

ETAPA DE CONSOLIDACIÓN		
Def. inicial	414	1*10E-3 in
Def. final	490	1*10E-3 in
Delta	-0,1930	cm

TIEMPO	LECTURA ANILLO	DEFORMACIÓN HORIZONTAL	DEFORMACIÓN VERTICAL	FUERZA CORTE	ÁREA CORREGIDA	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTE	DEFORMACIÓN VERTICAL	DEFORMACIÓN HORIZONTAL	RELACIÓN τ/σ
	$1*10E^{-4}$ in	$1*10E^{-3}$ in	$1*10E^{-3}$ in	kg	cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	%	%	
00:00:00	0	0	487	0,00	31,67	0,750	0,000	0,000	0,000	0,000
04'30"	11	10	485	2,28	31,51	0,754	0,072	0,173	0,400	0,096
08'10"	17	20	483	3,52	31,35	0,758	0,112	0,345	0,800	0,148
12'20"	28	30	480	5,79	31,19	0,762	0,186	0,604	1,200	0,244
16'30"	37	42	479	7,65	30,99	0,766	0,247	0,690	1,680	0,322
22'50"	41	60	475	8,48	30,70	0,774	0,276	1,036	2,400	0,357
33'10"	46	80	473	9,51	30,38	0,782	0,313	1,208	3,200	0,401
40'10"	49	100	470	10,13	30,06	0,790	0,337	1,467	4,000	0,427
47'30"	50	120	468	10,34	29,73	0,799	0,348	1,640	4,800	0,435
54'20"	51	140	464	10,54	29,41	0,807	0,359	1,985	5,600	0,444
1H:00'00"	52	178	460	10,75	28,80	0,825	0,373	2,330	7,120	0,453
08'30"	56	208	458	11,58	28,32	0,839	0,409	2,503	8,320	0,487
13'50"	56	230	458	11,58	27,96	0,849	0,414	2,503	9,200	0,487
19'30"	57	252	457	11,78	27,61	0,860	0,427	2,589	10,080	0,496
24'10"	57	274	457	11,78	27,26	0,871	0,432	2,589	10,960	0,496
33'10"	57	306	457	11,78	26,75	0,888	0,441	2,589	12,240	0,496
39'50"	57	320	456	11,78	26,52	0,895	0,444	2,675	12,800	0,496
48'30"	57	340	456	11,78	26,20	0,906	0,450	2,675	13,600	0,496
59'50"	57	368	455	11,78	25,76	0,922	0,458	2,762	14,720	0,496
2H:00'50"	56	384	455	11,58	25,50	0,931	0,454	2,762	15,360	0,487
2H:24'10"	56	400	455	11,58	25,25	0,941	0,459	2,762	16,000	0,487

REVISO Y APROBO

GREGORIO ROJAS ROJAS
SUBGERENTE TÉCNICO

Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo.
El laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción total de este documento sin la debida autorización escrita de la SUBGERENCIA TÉCNICA.

SUELOS Y PAVIMENTOS
GREGORIO ROJAS & CIA LTDA.

CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS

(NTC 1917)

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA
ACREDITADO
Res. 25502 julio 31/2002

Referencia SYP-PL-ST-F008
Revisión 001

PROYECTO : BARRIO MEXICO - CONSORCIO CONSTRUCTORES
CLIENTE : G.I.A CONSULTORES LTDA
CODIGO : 0699

FECHA ENSAYO: 2004-10-27
ORDEN DE TRABAJO No. 2571
ORDEN DE COMPUTADOR No. 1643

SONDEO: - MUESTRA : B1 PROFUNDIDAD : 3,60 m.
DESCRIPCIÓN : Limo arenoso de color habano rojizo.
OBSERVACIONES: TALUD.

Diámetro muestra	6,35	cm
Altura muestra	2,75	cm
Área inicial muestra	31,67	cm²
Volumen de la muestra	87,09	cm³
Peso de la muestra	152,10	g
Carga normal	15,83	kg
Esfuerzo normal	0,500	kg/cm²
Altura después de consolidada	2,963	cm
Altura final	2,905	cm

EQUIPO DE CORTE 01	
ANILLO SERIE	1408

Peso unitario total	1,746	(g/cm³)
Peso unitario seco inicial	1,615	(g/cm³)
Masa seca inicial	140,67	(g)

CONTENIDO DE HUMEDAD	INICIAL	FINAL
Recipiente	9	2T
P_1 (g)	125,30	194,10
P_2 (g)	117,20	162,50
P_3 (g)	17,45	36,18
Humedad (%)	8,12	25,02

P_1 = Peso del recipiente mas muestra húmeda P_3 = Peso del recipiente
P_2 = Peso del recipiente mas muestra seca

TIPO DE MUESTRA	
Inalterada	X
Compactada	-

SECCIÓN DE MUESTRA	
Circular	X
Cuadrada	-

FALLADO EN CONDICIÓN:	
Humedad natural	-
Inundado	X
Velocidad de falla (mm/min)	0,066

ETAPA DE CONSOLIDACIÓN		
Def. inicial	411	1*10E-3 in
Def. final	495	1*10E-3 in
Delta	-0,2134	cm

TIEMPO	LECTURA ANILLO	DEFORMACIÓN HORIZONTAL	DEFORMACIÓN VERTICAL	FUERZA CORTE	ÁREA CORREGIDA	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTE	DEFORMACIÓN VERTICAL	DEFORMACIÓN HORIZONT.	RELACIÓN τ/σ
	1*10E⁻³ in	1*10E⁻³ in	1*10E⁻³ in	kg	cm²	kg/cm²	kg/cm²	%	%	
00:00:00	0	0	379	0,00	31,67	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000
04'10"	7	10	378	1,45	31,51	0,502	0,046	0,086	0,400	0,092
08'30"	11	20	377	2,28	31,35	0,505	0,073	0,171	0,800	0,144
12'10"	13	30	374	2,69	31,19	0,508	0,086	0,429	1,200	0,170
16'40"	15	40	372	3,10	31,02	0,510	0,100	0,600	1,600	0,196
21'50"	19	62	369	3,93	30,67	0,516	0,128	0,857	2,480	0,248
27'00"	26	75	368	5,38	30,44	0,520	0,177	0,943	3,040	0,340
32'50"	27	90	367	5,59	30,22	0,524	0,185	1,029	3,600	0,353
38'30"	29	107	367	6,00	29,94	0,529	0,200	1,029	4,280	0,379
49'00"	31	134	365	6,41	29,51	0,536	0,217	1,200	5,360	0,405
56'00"	31	150	364	6,41	29,25	0,541	0,219	1,286	6,000	0,405
1H:12'10"	32	178	363	6,62	28,80	0,550	0,230	1,371	7,120	0,418
30'00"	32	215	362	6,62	28,21	0,561	0,235	1,457	8,600	0,418
35'40"	33	240	360	6,83	27,86	0,569	0,245	1,629	9,600	0,431
41'00"	34	260	359	7,03	27,48	0,576	0,256	1,714	10,400	0,444
48'00"	34	290	359	7,03	27,00	0,586	0,260	1,714	11,600	0,444
53'20"	34	320	359	7,03	26,52	0,597	0,265	1,714	12,800	0,444
2H:02'10"	34	346	359	7,03	26,11	0,606	0,269	1,714	13,840	0,444
10'10"	34	365	358	7,03	25,80	0,613	0,273	1,800	14,600	0,444
21'30"	34	380	358	7,03	25,56	0,619	0,275	1,800	15,200	0,444
2H:33'00"	33	400	356	6,83	25,25	0,627	0,270	1,971	16,000	0,431

REVISÓ Y APROBÓ
GREGORIO ROJAS ROJAS
SUBGERENTE TÉCNICO

Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo.
El laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción total de este documento sin la debida autorización escrita de la SUBGERENCIA TÉCNICA.

OFICINAS Y LABORATORIO: Calle 80 No. 51 – 64 Tels. 225 47 60 630 04 73 Telefax 543 85 20
Bogotá, D.C. – Colombia
E - mail: suelosypavimentos@sky.net.co

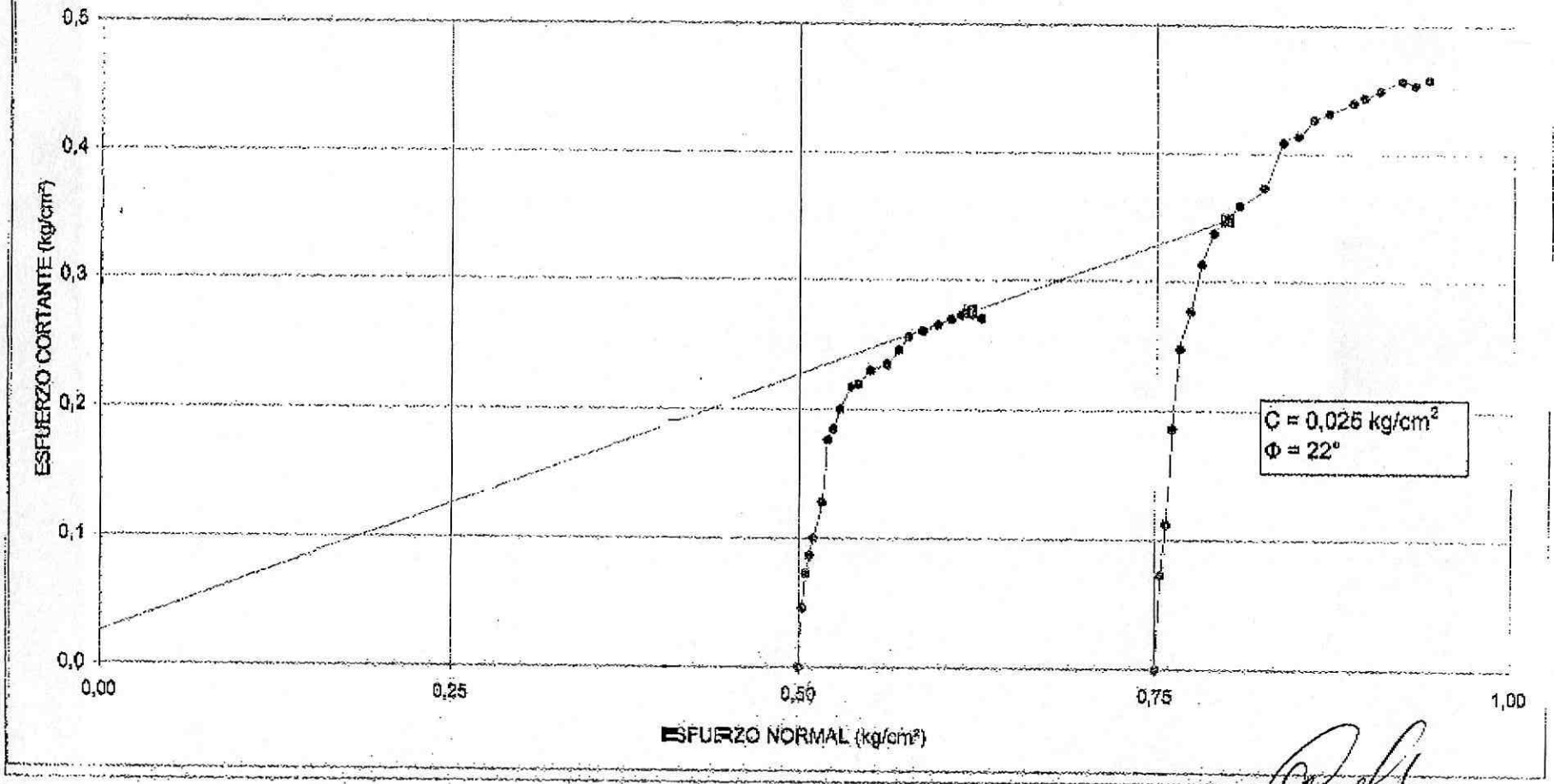
SUELOS Y PAVIMENTOS GREGORIO ROJAS & CIA LTDA.	ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS (NTC 1917)	Referencia SYP-PL-ST-F008 Revisión 001 Página 3 de 3

PROYECTO: BARRIO MEXICO - CONSORCIO CONSTRUCTORES — FECHA ENSAYO: 2004-10-27

SONDEO: - MUESTRA: B1 PROFUNDIDAD 3,60 m. — ORDEN DE TRABAJO No. 2571

OBSERVACIONES: TALUD. — ORDEN DE COMPUTADOR No 1643

GRAFICO ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO CORTANTE



REVISÓ Y APROBÓ

GREGORIO ROJAS ROJAS
SUBGERENTE TÉCNICO

Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo.
El laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción total de este documento sin la debida autorización escrita de la SUBGERENCIA TÉCNICA.

OFICINAS Y LABORATORIO: Calle 80 No. 51 – 64 Tels. 225 47 60 630 04 73 Telefax 543 85 20
Bogotá, D.C. – Colombia
E-mail: sulosypavimentos@sky.net.co.

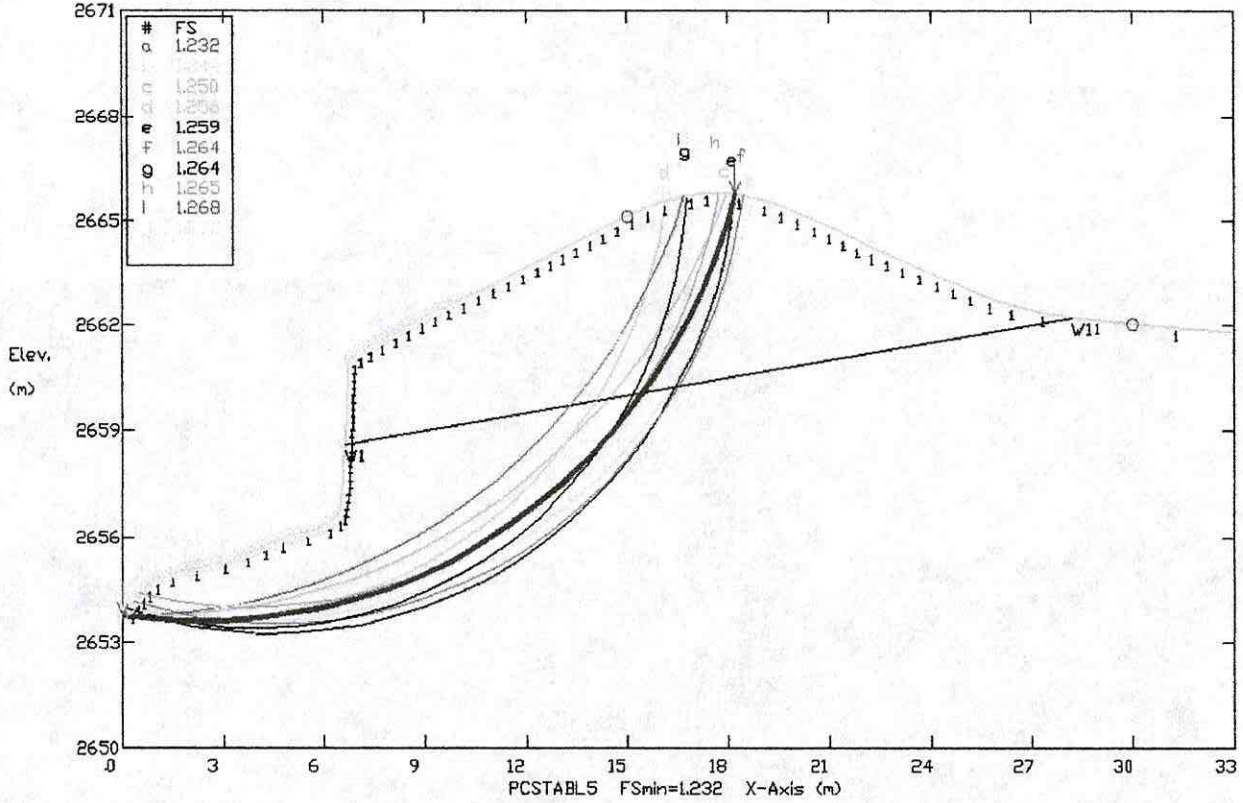
CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO C

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD / MEMORIAS DE CÁLCULO

Figura C.1 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo para la Hipótesis 1

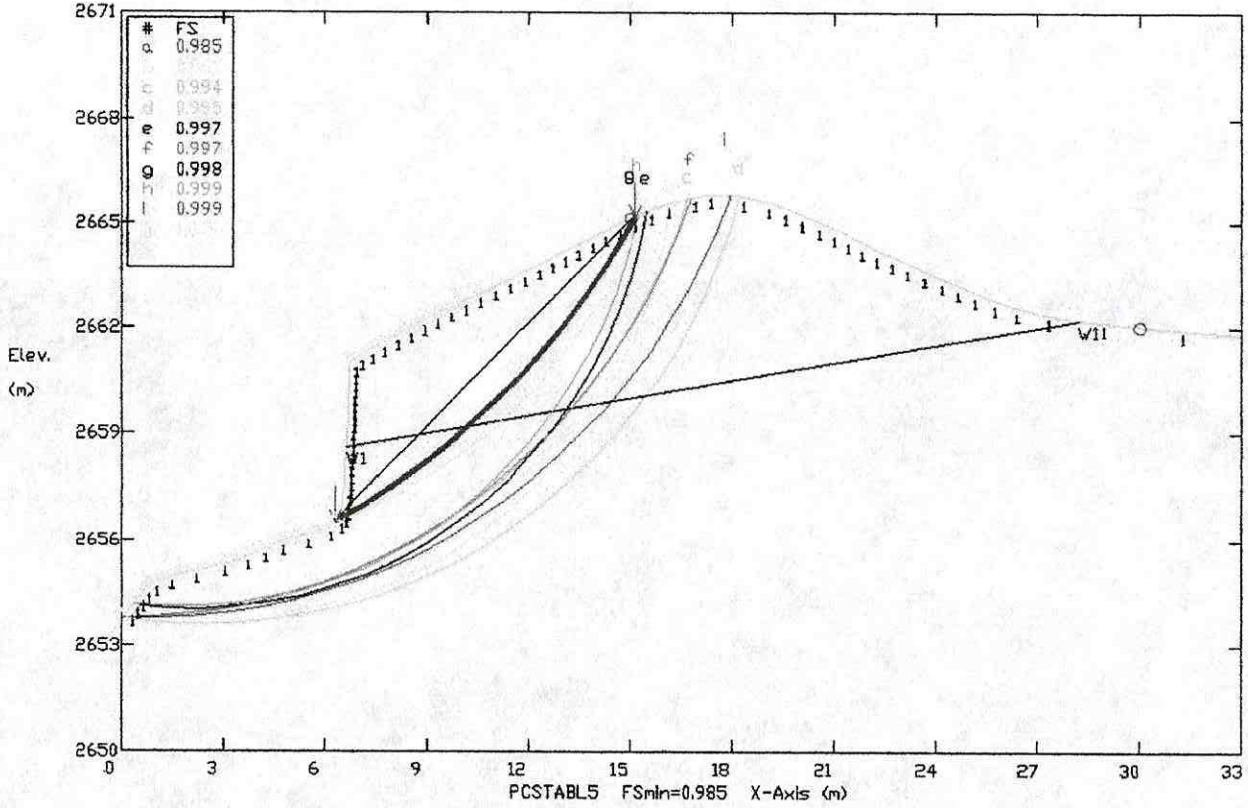
Sección 1-1'



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Plez. Surface No.
1	Relleno	18	18	14	28.8	0	0	W1

Figura C.2 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo para la Hipótesis 2

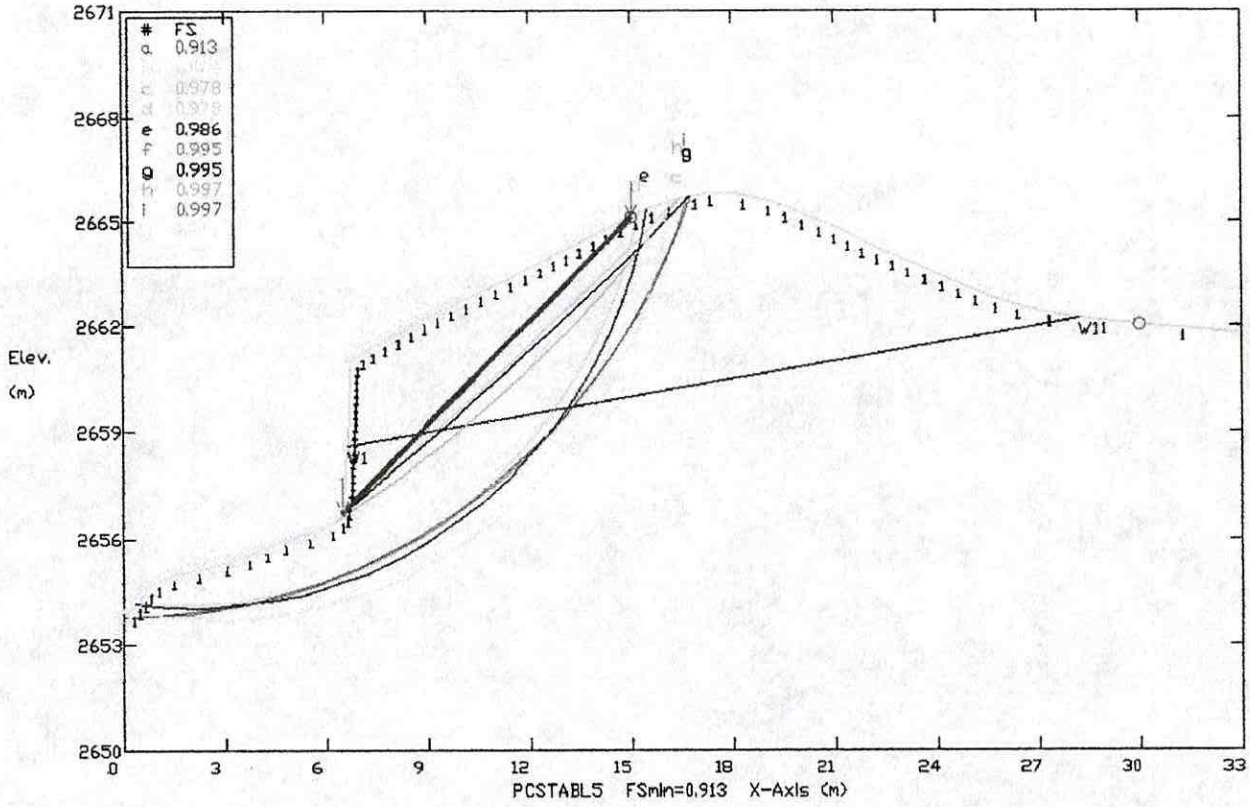
Sección 1-1'



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Plez. Surface No.
1	Relleno	18	18	8.3	27.9	0	0	W1

Figura C.3 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo para la Hipótesis 3

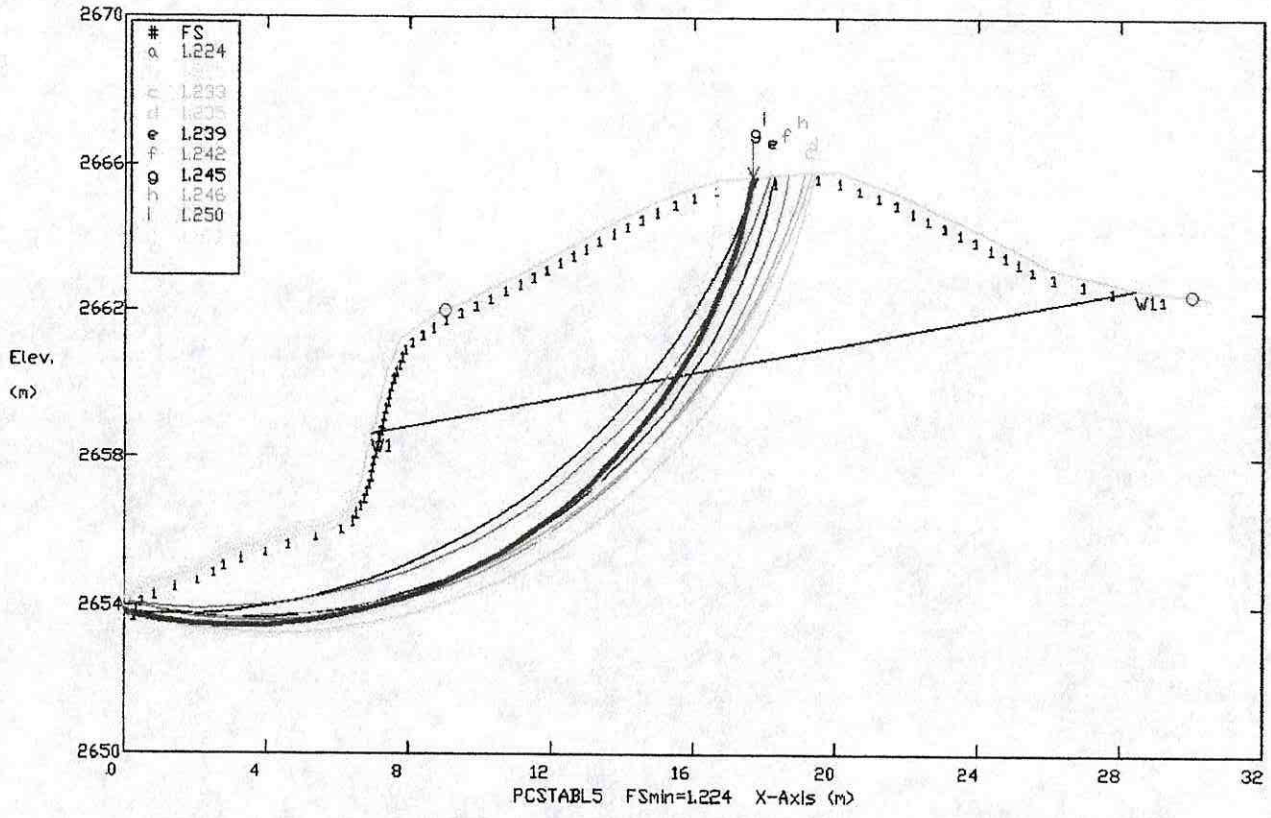
Sección 1-1'



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	Relleno	18	18	4.1	34.3	0	0	W1

Figura C.4 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo para la Hipótesis 1

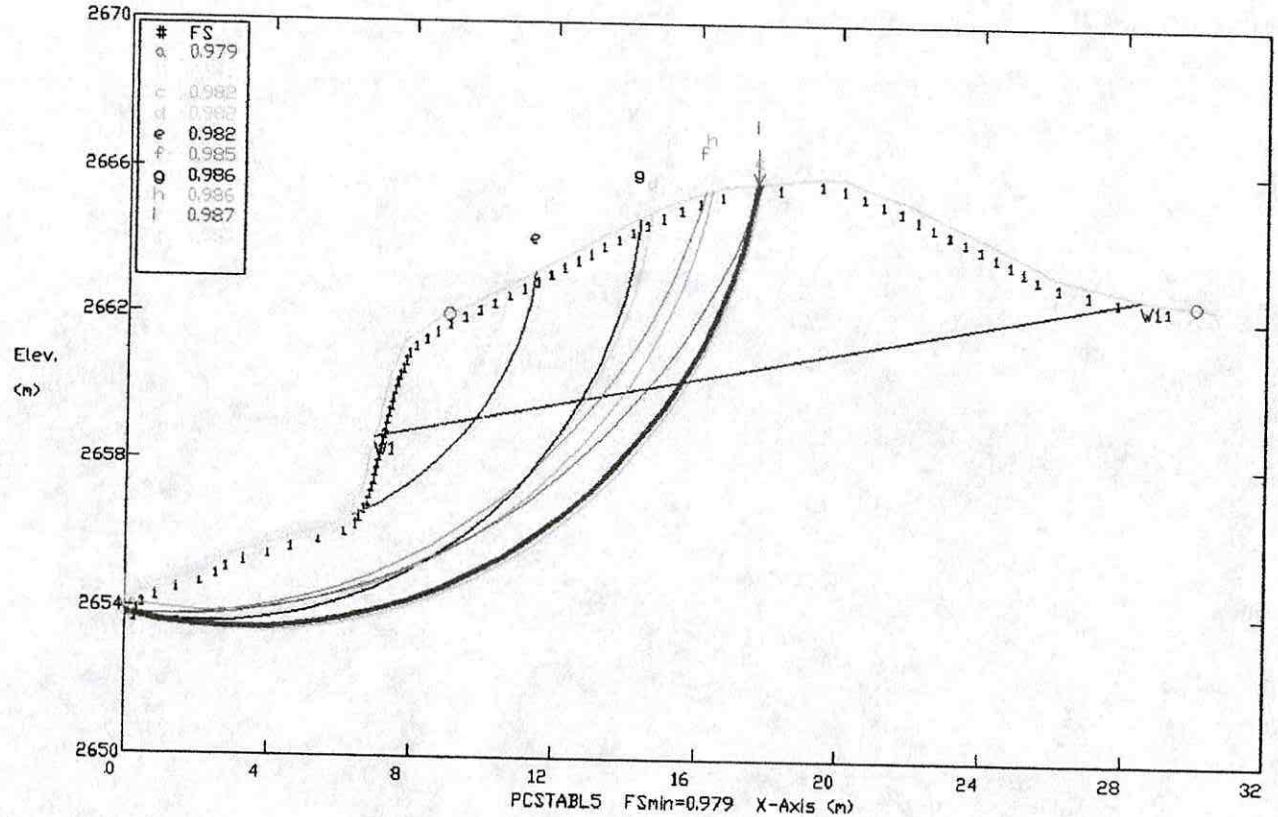
Sección 2-2'



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	Relleno	18	18	14	28.8	0	0	W1

Figura C.5 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo para la Hipótesis 2

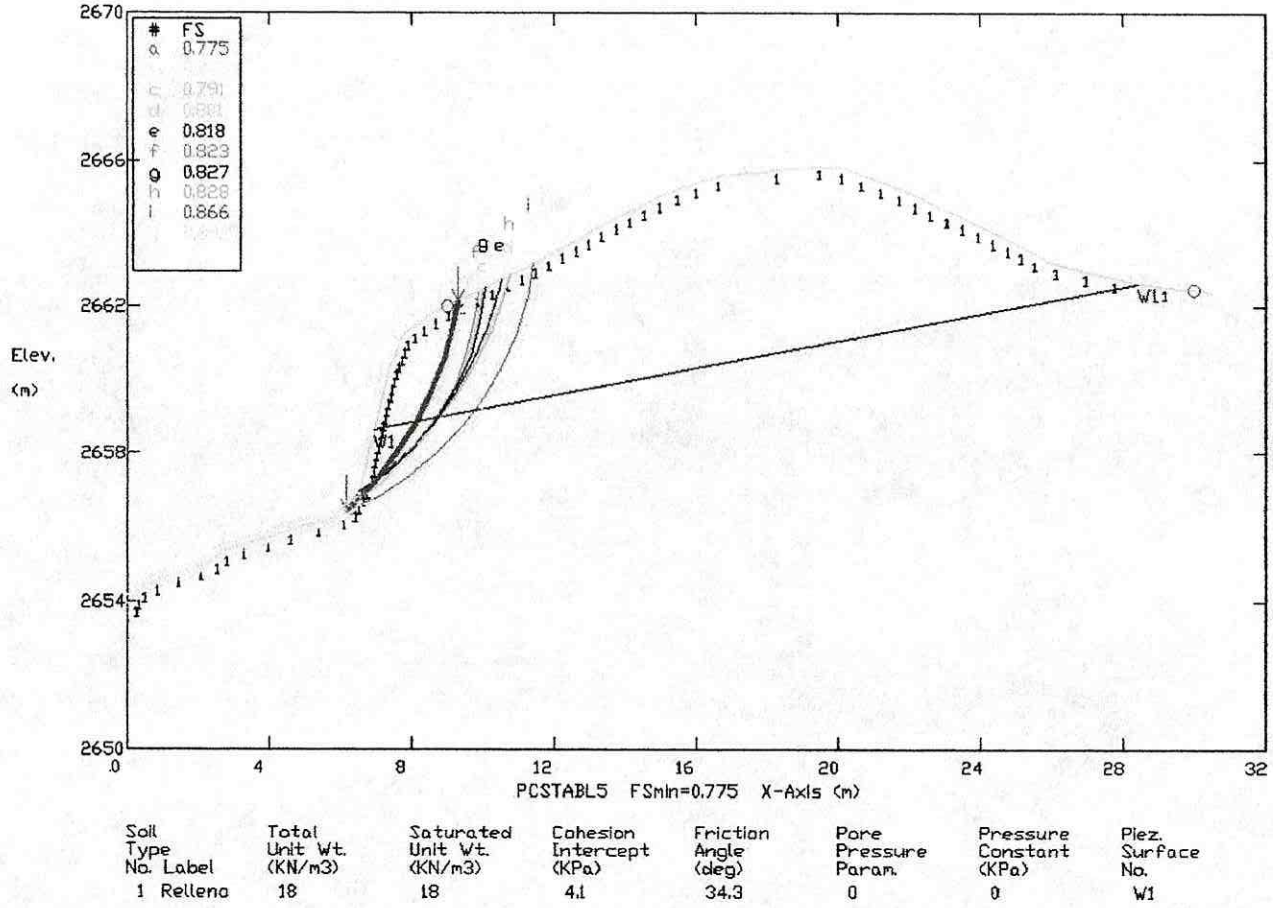
Sección 2-2'



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	Relleno	18	18	8.3	27.9	0	0	W1

Figura C.6 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo para la Hipótesis 3

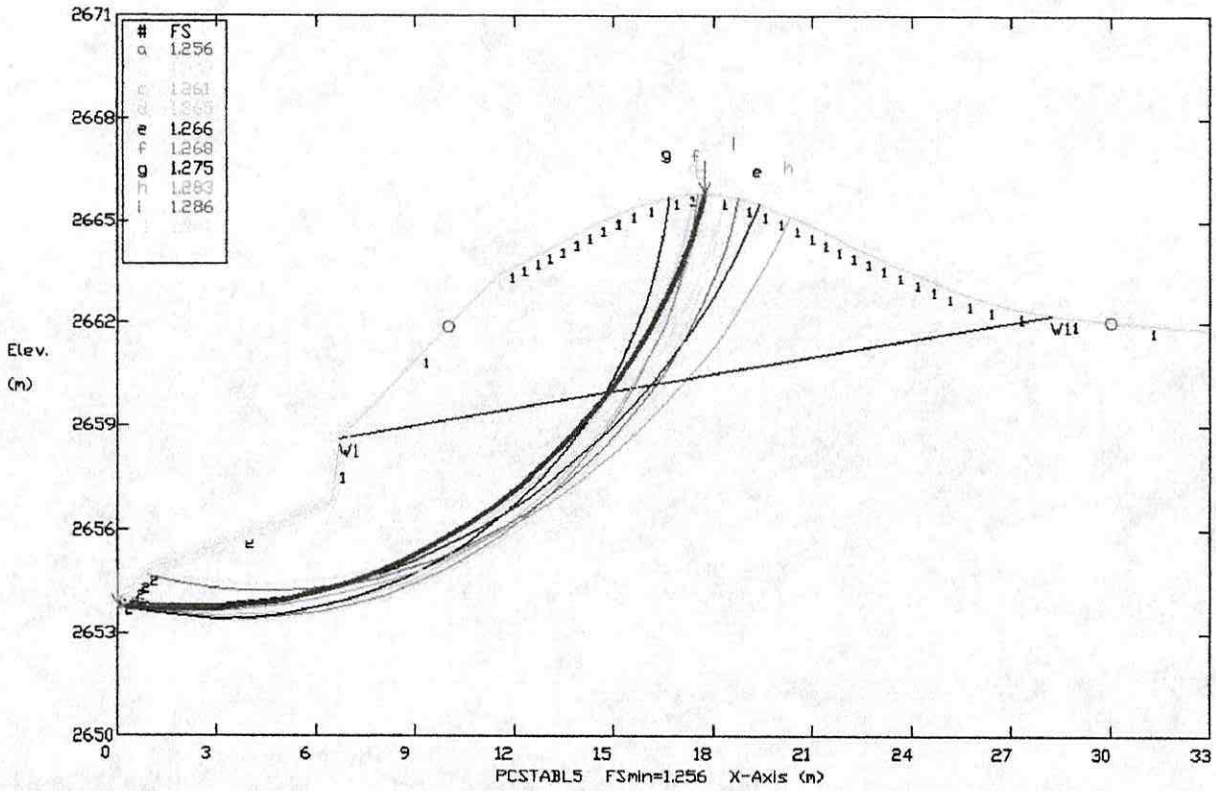
Sección 2-2'



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	Relleno	18	18	4.1	34.3	0	0	W1

Figura C.7 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo con obras

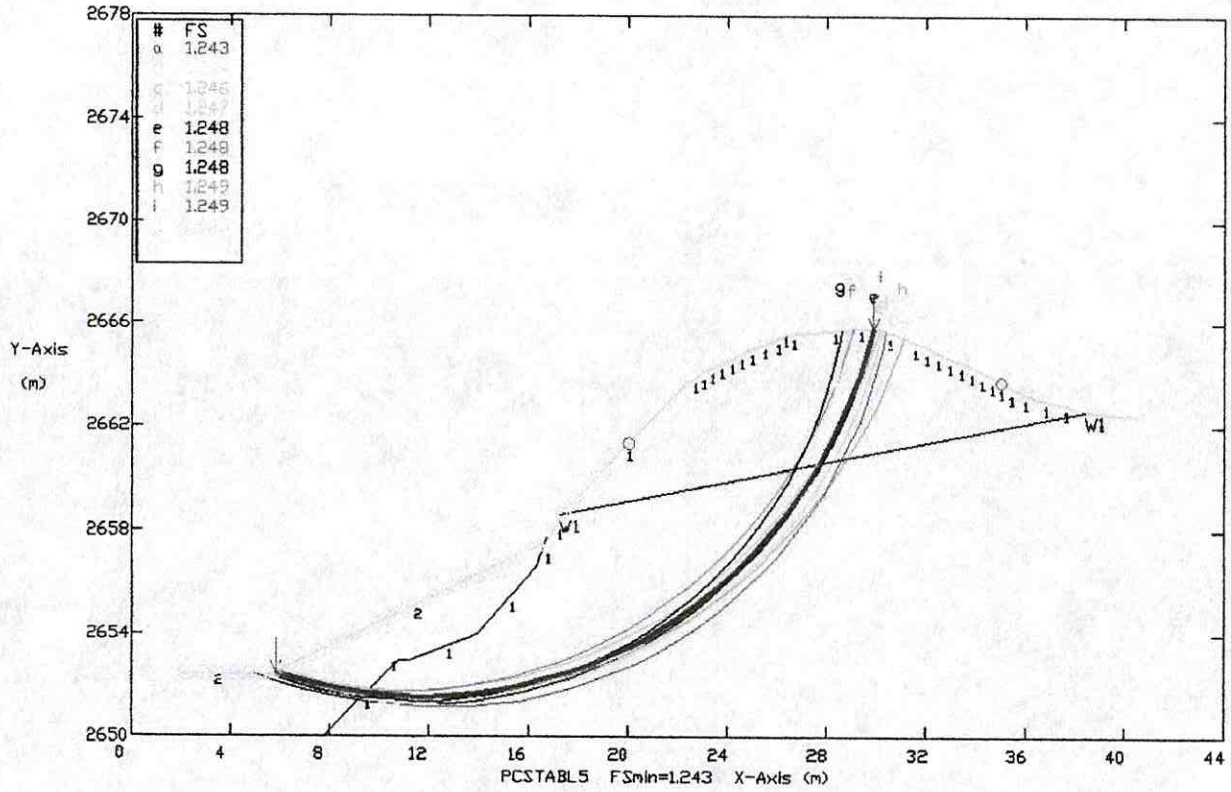
Sección 1-1'



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	Relleno	18	18	14	28.8	0	0	W1
2	Bolsac	21.5	21.5	14	28.8	0	0	W1

Figura C.8 Factor de Seguridad con Agua sin Sismo con obras

Sección 2-2'



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	Relleno	18	18	14	28.8	0	0	W1
2	bolsac	21.5	21.5	14	28.8	0	0	W1

CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO D
PLANOS

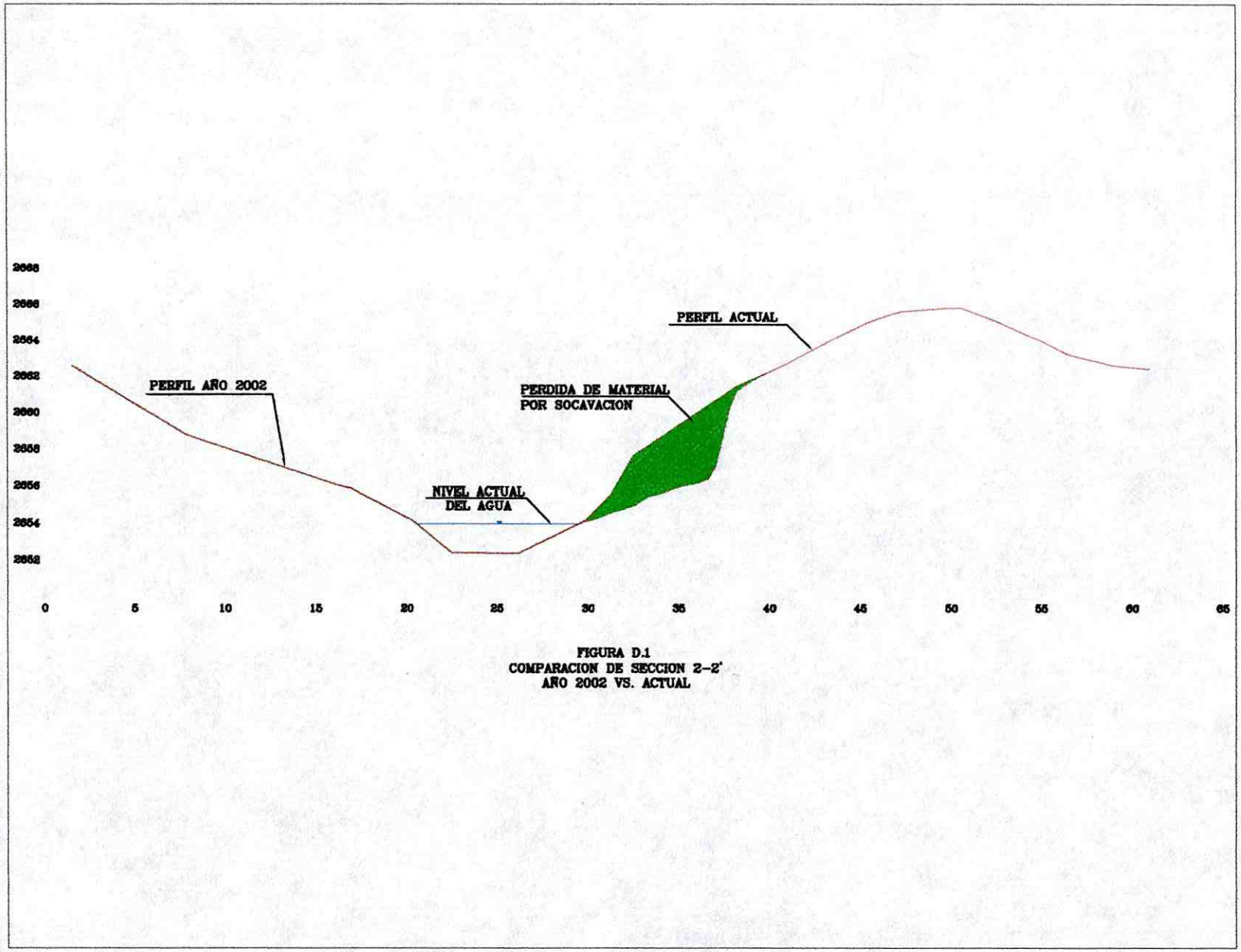


FIGURA D.1
COMPARACION DE SECCION 2-2'
AÑO 2002 VS. ACTUAL

CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO E
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO E

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PUNTO No. 5 – MÉXICO, CIUDAD BOLÍVAR

1 INTRODUCCIÓN

Las obras propuestas deben cumplir con los requisitos que se enuncian a continuación, los cuales se deben sumar a la normatividad y procedimientos de la sana práctica de la actividad constructora. Dichos requisitos deben cumplirse tanto en la instancia de la ejecución como en la obra definitiva y etapa de uso de la misma; están inspirados en los principios de seguridad, funcionalidad, economía, estética, durabilidad y adecuación ambiental.

2 ESPECIFICACIONES GENERALES

2.1 CONTROL E INTERVENTORÍA

El Contratante designará un Interventor para el control, acompañamiento y seguimiento de las obras propuestas.

2.2 SEGURIDAD

Durante la etapa de concurso para la escogencia del Constructor, la visita al sitio de obra debe considerar medidas de seguridad, para evitar accidentes a los proponentes, como la instalación de una cinta de aislamiento en los bordes de los taludes, la cual servirá también como señalización temporal.

El Constructor deberá incluir en su plan de trabajo las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los habitantes de las edificaciones vecinas durante la ejecución de las obras, la de los transeúntes o visitantes y la de sus propios trabajadores.

La dotación de seguridad y protección del personal a cargo del Contratista es obligatoria y debe ser adecuada a las características de las actividades en ejecución y el sitio.

2.3 PERSONAL

El personal encargado de la dirección y ejecución de los trabajos, así como de la

operación de los equipos, deberá contar con amplia experiencia en trabajos similares, y deberá cumplir con las normas de seguridad exigidas.

2.4 EQUIPOS

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones ni áreas aledañas.

Los equipos que se empleen deberán mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de las actividades de acuerdo con los programas de trabajo aprobados. El Interventor exigirá la hoja de vida de cada uno de los equipos para verificar sus condiciones.

2.5 FUNCIONALIDAD Y DURABILIDAD

El Constructor podrá proponer cambios a las especificaciones, con el fin de que las obras sean más seguras, funcionales, durables y económicas. Para materializar dichos cambios es necesaria la aprobación previa del Interventor y el Consultor.

En caso de presentarse modificaciones a los diseños originales, el Constructor deberá entregar al Contratante las memorias y planos respectivos, con el visto bueno del Consultor y la Interventoría.

Una vez terminadas las obras, el Constructor debe entregar un manual de mantenimiento de las mismas, que contemple la descripción, procedimientos y frecuencia con los que debe acometerse tal mantenimiento, con el fin de aumentar la durabilidad de las obras.

2.6 ASPECTOS AMBIENTALES

Durante la ejecución de la obra se requiere el cumplimiento de las normas ambientales vigentes y que las obras se desarrollen sin contaminar las corrientes de agua (naturales y del alcantarillado), el suelo y el aire, por lo que no se permite el vertimiento de disolventes de pintura u otro tipo de sustancias tóxicas en los elementos mencionados.

Se deben tomar las medidas necesarias para no obstaculizar los drenajes naturales, ni permitir la inestabilidad de las excavaciones. El Constructor será responsable de las sanciones y demandas que por este concepto le sean aplicadas al Contratante.

Es importante registrar que la filosofía de las medidas propuestas contempla la reducción de un riesgo y, del mismo modo, el mejoramiento de las condiciones de vida del sector, por lo que la obra sirve también para el ornato de su zona de influencia. Esta filosofía deberá prevalecer durante la construcción para obtener al final un producto estéticamente aceptable en sus acabados y formas.

El Constructor debe recoger y transportar los escombros y materiales no utilizados dentro de la obra, de tal forma que durante su ejecución y al finalizar la misma, se debe encontrar la zona de trabajo completamente aseada.

El Constructor deberá mantener en lo posible las geoformas originales del terreno si ha desarrollado actividades de excavación y relleno.

Es necesario que el Constructor antes de iniciar cualquier actividad en el terreno se presente ante la comunidad y le muestre el Proyecto que va a desarrollarse, de tal manera que no encuentre rechazo sino, por el contrario, el apoyo de los habitantes de la zona.

Las molestias ocasionadas al vecindario por ruido, ocupación de espacio, etc. deberán reducirse a un mínimo mediante medidas como la señalización y aseo de la zona, uso de equipo en buen estado y con los accesorios para disminución de ruidos, el trabajo en horario diurno, y las demás que contribuyan con este fin.

Dadas las condiciones socioeconómicas de la comunidad, el Constructor tratará en lo posible de emplear mano de obra del sector.

2.7 NORMAS GENERALES

El Constructor deberá cumplir estrictamente las disposiciones de las normas laborales y de seguridad social en cuanto al personal empleado. De igual manera, en lo relacionado con la Seguridad Industrial se deberán observar las disposiciones vigentes del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, incluyendo la Resolución 02413 de 1979.

Los aspectos técnicos y procedimientos de construcción deberán cumplir con las Normas Sismorresistentes NSR-98 (Ley 400/97 y Decreto 33/98). Para los ensayos de laboratorio, las Normas de ASTM y AASHO, o sus equivalentes ICONTEC, especificadas para cada ensayo.

También es responsabilidad del Constructor cumplir las normas de salubridad y del medio ambiente del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

2.8 PRUEBAS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Las obras contempladas deben cumplir con los requerimientos de estas especificaciones para lo cual se prevé la ejecución de las siguientes pruebas de Ingeniería:

- Ensayos de resistencia a la compresión del mortero de llenado de bolsacretos.
- Los que a juicio de la Interventoría sean necesarios para comprobar y garantizar las características mecánicas de los materiales empleados.

3 ESPECIFICACIONES POR ÍTEMS

3.1 EXCAVACIONES (APLICABLE A ÍTEMS 1.1, 1.2 Y 1.3)

Descripción

Los trabajos de excavación consisten en el conjunto de operaciones para excavar, remover, cargar, transportar y disponer en los lugares autorizados por las autoridades ambientales todos los materiales producto de las excavaciones, reconformaciones y dragados para la construcción de los muros en bolsacretos y el material obtenido del perfilado del talud de acuerdo con los alineamientos, secciones transversales y pendientes indicadas en los planos, con las modificaciones que ordene el Interventor.

Alcance

Incluye la localización, trazado y replanteo de las obras y la excavación, remoción, cargue, transporte y disposición final de los materiales.

Método y procedimientos de construcción

Los trabajos se iniciarán con la localización, trazado y replanteo. Una vez estos trabajos se encuentren finalizados y recibidos por la Interventoría se podrá iniciar la excavación propiamente dicha.

La superficie final de la excavación deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

Seguridad durante la ejecución

Los taludes se excavarán adecuadamente para no dañar su superficie final, evitando cualquier causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. Las medidas especiales para la protección superficial del talud deberán realizarse en el menor tiempo técnicamente factible.

En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Constructor eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las correcciones complementarias ordenadas por el Interventor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Constructor será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán por su propia cuenta.

El Contratista deberá asegurar la estabilidad de las excavaciones en todo momento y dará cumplimiento a las disposiciones contempladas en las normas laborales y de seguridad.

Los cortes abiertos deben cercarse y señalizarse adecuadamente. Durante la noche se deben colocar luces.

Los materiales de excavación no deben arrumarse en la corona de la excavación (una distancia mínima igual a la profundidad de excavación), ni se debe colocar ningún sobrepeso en dicha zona.

Los operarios deben estar separados entre sí por lo menos 3,5 m para no lastimarse mutuamente con las herramientas. Todos los trabajadores deben usar zapatos de seguridad y casco.

Recibo del trabajo, precisión y tolerancias

Todo derrumbe causado por negligencia o procedimientos inapropiados del Contratista, se sacará de la excavación y el consiguiente relleno adicional se ejecutará de acuerdo con estas especificaciones por cuenta del Constructor. Se considerará como sobre-excavación, el corte, retiro o ablandamiento de materiales por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos de construcción o aprobados especialmente por la Interventoría. Las sobre-excavaciones no se pagarán y el Contratista estará obligado a ejecutar por su propia cuenta los rellenos necesarios por esta causa, de acuerdo con estas especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

El trabajo de excavación se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor .

La cota de cualquier punto de la superficie conformada y terminada no deberá variar en más de cinco centímetros (5 cm) con respecto a la cota proyectada. Las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas serán corregidas por cuenta del Constructor

Unidad de pago

Metro cúbico (M3).

Medición

La excavación se medirá en banco la cantidad de M3 aproximada al primer decimal, de material excavado en su posición original, de acuerdo con los planos. La cubicación se hará con base en secciones transversales del proyecto, verificadas por el Interventor antes y después de ejecutarse los trabajos.

3.2 BOLSACRETOS, INCLUYE GEOTEXTIL DE ESPALDÓN (ÍTEM 2.1)

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro de insumos y la colocación de bolsacretos dispuestos a lo largo del talud en contacto unos con otros, de dimensiones 2,4 m de largo, 1,20 m de ancho y 0,35 m de espesor, rellenos de mortero que cumpla

estas especificaciones.

Alcance

Incluye la localización y replanteo de las obras, el suministro de equipos, insumos, herramientas, instalaciones y mano de obra, la preparación, mezcla, bombeo, llenado y colocación de las bolsas en suelo – cemento, los ensayos requeridos, curado del mortero cuando los bolsacretos queden localizados a una cota superior a la del nivel del agua y el suministro e instalación de geotextil entre la ladera y los bolsacretos, de acuerdo con los alineamientos y cotas de los planos y siguiendo estas especificaciones.

Método y procedimientos de construcción

Los trabajos se iniciarán con la localización, trazado y replanteo. Una vez estos trabajos se encuentren finalizados y recibidos por la Interventoría se podrán iniciar las siguientes fases de la instalación de bolsacretos.

- Mezcla de morteros

Las características del mortero de relleno utilizado para los bolsacretos, deberán cumplir con las propiedades mínimas aceptadas para la elaboración de estas mezclas. Esto incluye la calidad de los áridos, el agua y el cemento. Así como los procedimientos para su elaboración, transporte y colocación, que permitan asegurar la calidad. La resistencia a la comprensión simple de estas mezclas bajo ninguna circunstancia podrá ser inferior a los 105 Kg/cm2 (1500 p. s. i.) para evitar el desgaste por abrasión.

El mortero debe hacerse con una mezcla de cemento con el 15% en peso como mínimo, por lo que la máxima cantidad de arena seca será del 85%, siempre y cuando se garantice la resistencia mínima registrada en el párrafo anterior.

La responsabilidad del diseño de la mezcla de mortero que se use en la obra dependerá por completo del contratista y se hará con los materiales que haya aceptado el Interventor con base en ensayos previos de laboratorio.

El contratista deberá suministrar los diseños de la mezcla de mortero con suficiente anticipación, para estudio y revisión de la Interventoría; una vez aprobada la muestra se realizarán los ensayos que sean necesarios para verificar si se cumple con la resistencia especificada a los 28 días. No se aceptarán mezclas con relaciones agua/cemento superiores a 0,78.

El diseño de las mezclas y los ensayos que sean necesarios realizar para aprobación de las mismas, serán por cuenta del contratista. La aprobación del diseño de una mezcla no exime al contratista de su responsabilidad de preparar y colocar el mortero correspondiente, de acuerdo con las normas especificadas.

Una vez aprobado el diseño de la mezcla, se determinaran sus proporciones en peso y volumen, con el objeto de establecer las dosificaciones de los diferentes

materiales en la obra mediante la utilización de recipientes con volumen conocido y constante, previamente calibrados y aprobados por el Interventor.
No se aceptará por ningún motivo la utilización de palas, garlanchas y carretillas como medidas de dosificación.

- Ensayo de llenado para determinar el volumen de un bolsacreto

Antes de iniciar los trabajos de construcción del bolsacreto se realizará conjuntamente entre el Contratista y la Interventoría ensayos de llenado de un bolsacreto para determinar la capacidad real de las bolsas, utilizando el diseño de mezcla aprobado. A continuación se describe el procedimiento de ensayo:

1. Preparar el mortero de acuerdo con el diseño aprobado
2. Utilizar una bolsa de dimensiones típicas.
3. Preparar un piso en concreto o mortero y colocar tablas formando un cajón rectangular hasta una altura de 0,50 m teniendo en cuenta las dimensiones de las bolsas.
4. Señalar sitios en el cajón para realizar tres medidas del largo, 8 de ancho y 24 de altura inicial o total, formando una cuadrícula; es importante marcar y referenciar los sitios donde se realizan las lecturas.
5. Colocar dentro del cajón formado por el piso y las tablas, una bolsa y llenarla hasta una altura en el centro de 0,35 m utilizando la mezcla aprobada y contando el número de cochadas de un saco de cemento, necesarias para el llenado.
6. Romper la bolsa, esparcir la mezcla en el cajón y nivelar el mortero
7. Dejar fraguar el mortero por lo menos cuatro (4) horas, permitiendo el drenaje del agua de exudación.
8. Realizar las medidas de altura en los mismos sitios del punto cuatro, para obtener el espesor del mortero en el cajón; luego calcular los promedios de largo, ancho y altura; finalmente calcular el volumen de mortero multiplicando estos promedios. El volumen obtenido corresponde a la capacidad de la bolsa.

- Llenado y colocación de las bolsas

Los bolsacretos, deben ser colocados en el lugar que previamente ha sido establecido por el diseñador.

No se permitirá la iniciación del llenado de bolsas con mortero mientras no se disponga de todos los equipos exigidos en número y estado de funcionamiento de acuerdo con estas especificaciones y no se haya ejecutado el ensayo de llenado para la determinación del volumen de un bolsacreto lleno a satisfacción de la Interventoría.

El llenado de las bolsas deberá realizarse en presencia de la Interventoría. No se aceptará mortero al que se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Todo mortero que se haya endurecido a tal punto que no se pueda bombear, será desechado.

Las bolsas se llenarán hasta lograr el espesor indicado en los planos de construcción o el indicado por el Interventor sin exceder el valor de 0,35 metros,

evitando en todo momento fugas de mortero, el estallido de la bolsa o la formación de cavidades con aire dentro de la bolsa.

Se requiere de un geotextil NT1600 entre la ladera y los bolsacretos y cuyos bordes deberán enterrarse por debajo de la profundidad de la socavación general, esto con el fin de garantizar una protección más efectiva,

Las bolsas se deben colocar y llenar en el sitio y cotas especificados en los planos o por la Interventoría; las bolsas de una fila o nivel se colocarán desplazadas o "trabadas" con respecto a la fila inmediatamente inferior o a las del nivel anteriormente colocado, en una longitud no inferior a un tercio del largo de la bolsa.

Las superficies sobre las cuales se colocarán los bolsacretos deberán ser conformadas y niveladas de acuerdo con las dimensiones y cotas indicadas en los planos y/o por el Interventor.

La primera hilada debe ubicarse por debajo del nivel de socavación calculado y levantarse con una pendiente máxima de 1H:1V. La protección debe alcanzar como mínimo el nivel máximo de aguas (Tr = 50 años).

Se debe recordar que se está manejado un enrocado artificial, pero que durante el vaciado del material dentro del bolsacreto, está en forma líquida y no ha adquirido la suficiente resistencia a la compresión. Se debe desarrollar entonces una traba, para que los bolsacretos una vez fraguados mantengan la estabilidad necesaria, de tal forma que puedan soportar el embate de las aguas o empujes que provengan del espaldón.

La construcción y colocación de los bolsacretos se debe realizar en aguas bajas con el objeto de reducir al mínimo la colocación de bolsacretos bajo agua; sin embargo, cuando ello sea necesario, se deberán implementar plataformas a nivel de agua, ya sea en la orilla o flotantes, para garantizar que los bolsacretos queden localizados en el sitio deseado. Por ningún motivo se aceptará arrojar los bolsacretos por los taludes o desde lo alto de la orilla.

La técnica de colocación es similar a la de un muro de mampostería en ladrillo cuidando que las hiladas sean horizontales y trabadas. Para proporcionar continuidad y mayor resistencia se colocan barras de trabazón adyacentes a través de los sacos antes de que la mezcla fragüe.

- Curado

El curado se hará cubriendo la superficie de bolsacretos con un tejido de yute saturado de agua, o mediante el empleo de cualquier otro sistema efectivo aprobado por el Interventor, que conserve húmedas continuamente y no periódicamente, las superficies a curar. No será permitido usar mangueras con chorros fuertes de agua para procurar el humedecimiento del curado. El curado de los bolsacretos se deberá realizar mínimo durante los tres días siguientes a su llenado.

Materiales

Bolsas. Las bolsas deberán ser de un textil tejido elaborado con poliéster, polipropileno o nylon, que contenga estabilizadores y/o inhibidores incorporados al plástico de base que aumenten la resistencia de los filamentos a los rayos ultravioleta y a la exposición térmica.

El textil deberá tener las siguientes propiedades físicas en el sentido más desfavorable respecto a la orientación de las fibras, medidas de acuerdo con las siguientes normas:

CARACTERÍSTICAS	NORMA	VALOR
Peso/área	Icontec 1999 Afnor G 38-010 ASTM D-3776	140 g/m2
Número de Cintas	ASTM D-1910	L 24 cintas / pulgada T 11 cintas / pulgada
Espesor	Icontec 2250 ASTM D-1777 DIN 53855	0,57 mm
Resistencia a la tensión (Método-Grab)	Icontec 1998 ASTM D-4632	L 710 N T 285 N
Resistencia al rasgado	Icontec 2003 ASTM D-4533	L 335 N T 295 N
Resistencia a la ruptura (*Ball Burst*)	ASTM D-3787	725 N
Coeficiente de permeabilidad (k)	Icontec 2002	1,6 x E –4 m / s

L = Longitudinal T = Transversal N = Newton

El contratista deberá enviar toda la información técnica debidamente certificada por el fabricante y una muestra de las bolsas que se propone utilizar, para su estudio y aprobación del Interventor.

Las dimensiones de las bolsas vacías para los bolsacretos deberán tener 2,4 m de largo, 1,20 m de ancho y 0,35 de espesor. Se deberán llenar hasta alcanzar mínimo treinta y cinco centímetros (0,35 m) de altura. No se podrán colocar bolsas de dimensiones diferentes a las mencionadas.

Las bolsas deberán estar cocidas con hilo de nylon o polipropileno doblando los bordes a manera de refuerzos con una longitud de puntada no mayor de un centímetro, para evitar fugas de la mezcla durante el llenado de las mismas.

Todas las bolsas que se coloquen ya sea en seco o bajo agua, deberán estar provistas de una válvula de sellado automático. Esta válvula debe quedar dentro de la bolsa de manera que se cierre con la presión del mortero de relleno,

inmediatamente se termine la inyección, sin dejar escapar mezclas; las bolsas que se coloquen y que no tengan válvula de sellado deberán tener un hueco para la inyección del mortero, acondicionado de tal forma que se pueda sellar sin fugas de mezcla una vez que se haya concluido la operación del llenado.

Mortero: Resistencia a la compresión simple a los 28 días: 1.500 p. s. i.. Se tomarán muestras compuestas por 6 cilindros para ensayar una pareja a los 7 días, otra a los 28 días y la otra servirá de testigo.

El cemento será Portland de los tipos I o III y deberá cumplir con la norma ASTM designación C-150 y la norma MOP M-1-60.

El agua que se use en el mortero deberá cumplir con la norma MOP M-8-60 y deberá ser limpia, libre de cantidades perjudiciales de limo y materia orgánica.

La arena en cuanto a calidad se refiere deberá cumplir con los requisitos de la norma MOP M-30-60. En términos generales se compondrá de granos duros densos limpios y durables y estará libre de cantidades perjudiciales de limos, arcillas, partículas blandas o foliadas, álcalis, materia orgánica, mica, ácidos y otras sustancias nocivas.

En cuanto a la granulometría, la arena deberá estar dentro los rangos o limites siguientes:

TAMIZ	% QUE PASA
3/8	100
No. 4	95 - 100
No. 16	45 – 80
No. 50	10 – 30
No. 100	2 – 10
No. 200	0 - 5

Geotextil: Se utilizarán geotextiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, no tejidos, dispuestos de manera uniforme y estable, de tipo NT 1600 o similar. Deberán tener capacidad para dejar pasar el agua, pero no partículas de suelo.

Equipos

Las mezcladoras serán del tipo y tamaño adecuado para producir un mortero que tenga composición y consistencia uniforme al final de cada ciclo de mezclado.

La capacidad de la mezcladora deberá permitir como mínimo, el mezclado de volumen correspondiente a un saco de cemento mezclado de acuerdo con el diseño aprobado.

Para el llenado de las bolsas con mortero se utilizarán bombas de 80 H. P. y mínimo 4 pulgadas de diámetro a la salida de la bomba.

Por ningún motivo se aceptará el llenado manual de las bolsas.

Unidad de pago

Unidad (UN).

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

1. Suministro, mezcla y aplicación de aditivos.
2. El equipo, materiales y mano de obra necesarios para el curado del mortero de los bolsacretos.
3. Retiro y/o reemplazo de los bolsacretos rechazados por bajas resistencias del mortero o por cualquier otra causa.
4. El equipo, materiales y mano de obra para los ensayos indicados en estas especificaciones o por el Interventor.
5. Bolsacretos construidos y/o colocados por fuera de las líneas o límites indicados en los planos o por el Interventor.
6. Ensayos para determinar el volumen real de los bolsacretos.
7. Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir con las especificaciones y que no sean objeto de ítems separados de pago.
8. El equipo, plataformas y embarcaciones necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Medición

Se medirá la cantidad de sacos ejecutados y que cumplan estas especificaciones.

3.3 OTRAS OBRAS (APLICABLE A ÍTEMS 3.1, 4.1 Y 4.2)

Esta especificación corresponde a las obras menores que se describen a continuación:

3.3.1 Empradización

Corresponde a la siembra de pasto nativo, en cespedón o semillas a criterio de la Interventoría. Incluye suministro de la grama, el abono, la siembra, los trabajos de jardinería y riego hasta que la especie vegetal sobreviva. No incluye el perfilado del talud, que va en el ítem de excavaciones. Incluirá una capa mínima de 10 cm de tierra negra apta para la siembra y malla de gallinero anclada a la roca. El trabajo se podrá recibir una vez se verifique que la empradización ha tomado un carácter permanente. Se medirán los M2 en planta sobre planos.

3.3.2 Retiro y reinstalación cerca de alambre de púas

Corresponde al retiro provisional y reinstalación de la cerca en alambre de púas que se encuentra localizada en la parte superior de la zona de estudio. El Constructor deberá tomar todas las medidas necesarias para no dañar los elementos que la

componen durante el desmonte y almacenamiento, de manera que la cerca, una vez reinstalada tenga las mismas o mejores condiciones que antes de iniciar los trabajos.

3.3.3 Demolición y reconstrucción muro

Estos trabajos consisten en el conjunto de operaciones para demoler el muro actual que separa el barrio México y la planta de Cemex para permitir el ingreso de equipos y construir uno nuevo con las mismas dimensiones, especificaciones y alineamientos del muro actual.

CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO F
CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Punto No. 5 - México, Ciudad Bolivar

CANTIDADES DE OBRA			
CÓDIGO	ÍTEM	UN	CANTIDAD
1	**Movimiento de tierras**		
1.1	Excavación manual, retiro y transporte	M3	165,00
1.2	Reconformación, perfilado y corte de talud	M3	100,00
1.3	Dragado	M3	630,00
2	**Obras de estabilización y protección**		
2.1	Bolsacretos, incluye geotextil	UN	500,00
3	**Obras de urbanismo, paisajismo y vegetación**		
3.1	Empradización	M2	110,00
4	**Otros**		
4.1	Retiro y reinstalación cerca alambre de púas	ML	20,00
4.2	Demolición y reconstrucción muro	M2	15,00

Punto No. 5 - México, Ciudad Bolívar

PRESUPUESTO DE OBRA					
			TOTAL PROYECTO		
CÓDIGO	ÍTEM	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1	**Movimiento de tierras**				
1.1	Excavación manual, retiro y transporte	M3	165,00	27.800,00	4.587.000,00
1.2	Reconformación, perfilado y corte de talud	M3	100,00	10.120,00	1.012.000,00
1.3	Dragado	M3	630,00	6.300,00	3.969.000,00
2	**Obras de estabilización y protección**				
2.1	Bolsacretos, incluye geotextil	UN	500,00	269.350,00	134.675.000,00
3	**Obras de urbanismo, paisajismo y vegetación**				
3.1	Empradización	M2	110,00	5.200,00	572.000,00
4	**Otros**				
4.1	Retiro y reinstalación cerca alambre de púas	ML	20,00	2.550,00	51.000,00
4.2	Demolición y reconstrucción muro	M2	15,00	45.000,00	675.000,00
	SUBTOTAL				145.541.000,00
	ADMINISTRACIÓN, IMPREVISTOS Y UTILIDAD	%	20,00	145.541.000,00	29.108.200,00
	TOTAL PRESUPUESTO OBRA				**174.649.200,00**

Punto No. 5 - México, Cuidad Bolívar

ANALISIS PRECIOS UNITARIOS

ITEM:	1. MOVIMIENTO DE TIERRAS				UNIDAD:	M3
SUB-ITEM:	1.1. EXCAVACIÓN MANUAL, RETIRO Y TRANSPORTE					
	DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	VAL. UNITARIO	VALOR PARCIAL
VALOR MATERIALES	MATERIALES					
	SUB-TOTAL					$0,00
	% DESPERDICIO	0%				$0,00
	EQUIPO-HERRAMIENTA	Herramienta menor	Dia	0,21	$15.000,00	$3.150,00
						$3.150,00
	TRANSPORTE	Volqueta 3m3	Vj	0,417	$35.150,00	$14.647,01
						$14.647,01
					VALOR MATERIALES	$17.797,01
VALOR MANO DE OBRA		Cuadrilla General	h/H	1,00	$10.000,00	$10.000,00
					VALOR MANO DE OBRA	$10.000,00
					AJUSTE UNITARIO	$2,89
VALOR TOTAL UNITARIO						**$27.800,00**

Punto No. 5 - México, Cuidad Bolívar

ANALISIS PRECIOS UNITARIOS

ITEM:	1. MOVIMIENTO DE TIERRAS				UNIDAD:	M3
SUB-ITEM:	1.2. RECONFORMACIÓN, PERFILADO Y CORTE DE TALUD					
		DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VAL. UNITARIO	VALOR PARCIAL
VALOR MATERIALES	MATERIALES					$0,00
						$0,00
						$0,00
						$0,00
						$0,00
						$0,00
						$0,00
		SUB-TOTAL				$0,00
	%	DESPERDICIO 2%				$0,00
	EQUIPO-HERRAMIENTA	Herramienta menor	Dia	0,21	$15.000,00	$3.150,00
		Retroexcavadora	Hora	0,01	$75.000,00	$750,00
						$3.900,00
	TRANSPORTE	Volqueta 3m3	Vj	0,160	$35.150,00	$5.624,00
						$5.624,00
						$9.524,00
VALOR MANO DE OBRA		Cuadrilla General	h/H	0,06	$10.000,00	$600,00
						$0,00
					VALOR MANO DE OBRA	$600,00
					AJUSTE UNITARIO	-$4,00
					VALOR TOTAL UNITARIO	**$10.120,00**

Punto No. 5 - México, Cuidad Bolívar

ANALISIS PRECIOS UNITARIOS

ITEM: 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS
SUB-ITEM: 1.3. DRAGADO
UNIDAD: M3

		DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	VAL. UNITARIO	VALOR PARCIAL
VALOR MATERIALES	MATERIALES						$0,00
							$0,00
							$0,00
							$0,00
							$0,00
							$0,00
							$0,00
		SUB-TOTAL					
	%	DESPERDICIO	2%				$0,00
	EQUIPO-HERRAMIENTA						$0,00
		Herramienta Menor		Dia	0,05	$15.000,00	$750,00
		Draga		Hora	0,04	$9.286,00	$371,44
							$1.121,44
	TRANSPORTE	Cama baja		Viaje	0,003	$1.300.000,00	$3.900,00
							$3.900,00
						VALOR MATERIALES	$5.021,44
VALOR MANO DE OBRA		Cuadrilla	General	h/H	0,14	$9.000,00	$1.260,00
						VALOR MANO DE OBRA	$1.260,00
						AJUSTE UNITARIO	$18,56
		VALOR TOTAL UNITARIO					**$6.300,00**

Punto No. 5 - México, Ciudad Bolívar

ANALISIS PRECIOS UNITARIOS

ITEM:	2. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN Y PROTECCIÓN				UNIDAD:	UN
SUB-ITEM:	2.1. BOLSACRETO, INCLUYE GEOTEXTIL					
	DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	VAL. UNITARIO	VALOR PARCIAL
VALOR MATERIALES	MATERIALES	Mortero 1500 p.s.i.	M3	1,00	$220.000,00	$220.000,00
		Bolsas	UNIDAD	1,00	$10.850,00	$10.850,00
		Geotextil NT 1600	M2	0,30	$2.000,00	$600,00
		Varilla diámetro 1/2"	Kg	0,40	$1.900,00	$760,00
		SUB-TOTAL				$232.210,00
	%	DESPERDICIO 2%				$4.644,20
	EQUIPO-HERRAMIENTA	Herramienta menor	Dia	0,10	$15.000,00	$1.500,00
		Bomba	M3	1,00	$25.000,00	$25.000,00
		Plataforma	GL	1,00	$1.500,00	$1.500,00
						$28.000,00
	TRANSPORTE					$0,00
						$0,00
					VALOR MATERIALES	$264.854,20
VALOR MANO DE OBRA		Cuadrilla General	h/H	0,15	$30.000,00	$4.500,00
					VALOR MANO DE OBRA	$4.500,00
					AJUSTE UNITARIO	-$4,20
					VALOR TOTAL UNITARIO	**$269.350,00**

Punto No. 5 - México, Ciudad Bolivar

ANALISIS PRECIOS UNITARIOS

ITEM:	3. OBRAS DE URBANISMO, PAISAJISMO Y VEGETACIÓN			UNIDAD:	M2
SUB-ITEM:	3.1. EMPRADIZACIÓN				

		DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	VAL. UNITARIO	VALOR PARCIAL
VALOR MATERIALES	MATERIALES	Tierra vegetal		M3	0,05	$29.000,00	$1.570,35
		Cesped		M2	1,02	$2.300,00	$2.346,00
		Malla gallinero		M2	1,02	$250,00	$255,00
		SUB-TOTAL					$4.171,35
	%	DESPERDICIO	2%				$83,43
	EQUIPO-HERRAMIENTA						$0,00
							$0,00
	TRANSPORTE						
						VALOR MATERIALES	$4.254,78
VALOR MANO DE OBRA		Cuadrilla		h/H	0,100	$9.000,00	$900,00
						VALOR MANO DE OBRA	$900,00
						AJUSTE UNITARIO	$45,22
		VALOR TOTAL UNITARIO					**$5.200,00**

Punto No. 5 - México, Ciudad Bolívar

ANALISIS PRECIOS UNITARIOS

ITEM: 4. OTROS

SUB-ITEM: 4.1. RETIRO Y REINSTALACIÓN CERCA ALAMBRE DE PÚAS

UNIDAD: ML

		DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	VAL. UNITARIO	VALOR PARCIAL
VALOR MATERIALES	MATERIALES						$0,00
							$0,00
							$0,00
		SUB-TOTAL					$0,00
	%	DESPERDICIO	2%				$0,00
	EQUIPO-HERRAMIENTA	Herramienta menor		Dia	0,05	$15.000,00	$750,00
							$750,00
	TRANSPORTE						
						VALOR MATERIALES	$750,00
VALOR MANO DE OBRA		Cuadrilla	General	h/H	0,200	$9.000,00	$1.800,00
						VALOR MANO DE OBRA	$1.800,00
						AJUSTE UNITARIO	$0,00
		VALOR TOTAL UNITARIO					**$2.550,00**

CONSORCIO CONSTRUCTORES

ANEXO G
CRONOGRAMA

Punto No. 5 - México, Ciudad Bolívar

CRONOGRAMA DE OBRAS												
ACTIVIDAD	SEMANAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Movimiento de tierras												
Obras de estabilización y protección												
Obras de urbanismo, paisajismo y vegetación												
Otros												