

DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. DI - 2172

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE

CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004

PUNTO No. 7 – NUEVA COLOMBIA, CIUDAD BOLÍVAR

1 LOCALIZACIÓN

Localidad : Ciudad Bolívar (19)
Barrio : Nueva Colombia
UPZ : (67) Lucero
Dirección : Carrera 18L entre calles 70L y 70K sur (antiguas 69F y 69G sur)
Fecha de visita : Noviembre de 2004.
Área de influencia : 0,5 ha
No. de predios evaluados: Cinco (5)
Población beneficiada : Aproximadamente 25 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

En el barrio Nueva Colombia se registran varios episodios de inestabilidad del terreno a través de las últimas décadas; prueba de ello son los múltiples estudios realizados con el fin de dar solución a los diferentes eventos. Entre ellos se tienen como fuentes de información secundaria:

- El Informe Diagnóstico "Estudios Geológicos y Geotécnicos en Sectores Críticos de Inestabilidad en Bogotá D. E. Barrios: Villa Gloria, Nueva Colombia, El Triunfo y Compartir" (Ingeniería y Laboratorio Ambiental Ltda. ILAM, 1988).
- La "Zonificación de Amenazas y Riesgos por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las obras para Estabilizar un tramo de la Margen Izquierda de la Quebrada el Zanjón de Limas, en los Barrios Manitas y Nueva Colombia, Localidad de Ciudad Bolívar" (Ingeocim Ltda., 1999).
- Informes de Interventoría Nos. 1 al 5 de la "Construcción de las Obras de mitigación de riesgos en el barrio Nueva Colombia, sector Quebrada el Zanjón

CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		INFORME PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0	FECHA:	NOVIEMBRE/04		
ELABORÓ:	GIA	REVISÓ:	CC	APROBÓ:	ING. ORLANDO HOYOS

de Limas, Localidad Ciudad Bolívar" (Gelver A. Ayala R., julio-septiembre de 2004).

Los dos primeros refieren una fecha de fundación del barrio el año 1981, una aguda actividad antrópica y múltiples transformaciones morfodinámicas, definidas por flujos lentos (reptación), deslizamientos rotacionales y traslacionales, retrogresivos, circunscritos a las laderas que vierten sobre la Quebrada el Zanjón de Limas, y clasificados como activos-avanzados y activos-colapsados. Tales movimientos fueron consecuencia de la combinación de periodos de lluvias intensos y prolongados, con el mal manejo de aguas servidas (como es el caso de la precaria red de alcantarillado), con vertimiento (flujo concentrado) sobre los materiales producto del corte para la adecuación del sector.

En el caso particular que compete a este informe, tiene importancia la construcción en 1993 de un muro de gaviones posiblemente como estructura de contención y su posterior colapso un año después. Fue así como, haciendo parte del estudio de Ingeocim Ltda. (1999), se planteó la construcción de una pantalla anclada con el fin de reemplazar los gaviones y de esta manera contener la masa, que en la actualidad se clasifica como estabilizada-colapsada. La configuración geométrica de la nueva estructura es de una altura de 3 m, inclinación de 60° con la horizontal, dos líneas de anclajes con carga de 24 toneladas cada uno, separados cada 2,8 m definiendo longitudes totales de 10 m en la línea superior y de 7 m en la línea inferior, y longitud de desarrollo del anclaje de 6 m.

En el año 2004, el FOPAE adelantó el proceso de contratación para la construcción de la nueva estructura. El contratista seleccionado fue la Unión Temporal NBM, que inició trabajos en septiembre del mismo año.

Durante la ejecución de la obra se pudo detectar que la construcción de una nueva red de alcantarillado intersectaba el alineamiento inicial de la obra, lo que obligó a redireccionar la obra de contención. En esa oportunidad, la Interventoría de la obra solicitó a la firma consultora GIA Consultores Ltda. (2004) la evaluación del nuevo arreglo; dicha entidad encontró que los cambios propuestos no van en detrimento de la condición de estabilidad general. Sin embargo, con el avance del proceso constructivo se encontró que los anclajes no tienen la capacidad de desarrollar la carga de diseño y, en consecuencia, surgió la necesidad de evaluar el diseño interno del anclaje, lo cual es objeto del presente informe.

3 ESTUDIOS BÁSICOS

Para la evaluación del diseño de la pantalla, es preciso eliminar las incertidumbres asociadas al modelo geológico y a las propiedades de resistencia de los materiales, que se derivan de los estudios citados. De esta forma, además del programa de perforaciones y ensayos de laboratorio ejecutado por el Consorcio Constructores, en este numeral se emplea información del estudio de Ingeocim Ltda. (1999).

3.1 Exploración del subsuelo

Para el sector que corresponde a la pantalla, se cuenta con el sondeo S-1 del estudio de Ingeocim Ltda. de 6,55 m de profundidad; así mismo el Consorcio Constructores realizó dos (2) perforaciones entre 5,45 m y 6,80 m de profundidad, ubicadas en el trasdós de la pantalla, en la octava línea de anclajes (abscisa K0+020, según la nomenclatura empleada por la interventoría en el seguimiento a la obra). Los registros de perforación se incluyen en el **Anexo A**, y con ellos se establecieron tres estratos fundamentalmente: Un depósito de material movilizado, uno de suelo residual y otro de arcillolita (Material parental del anterior).

3.2 Ensayos de campo y laboratorio

Con el objeto de evaluar los parámetros de resistencia al corte, en especial del relleno heterogéneo, se llevaron a cabo ensayos *in situ* de penetración estándar (véase **Tabla 1**). Además, el programa de ensayos involucró muestras para caracterización geomecánica: Límites de Atterberg, compresión inconfiada, corte directo, y pruebas indicativas de resistencia y compresibilidad, como humedad natural y peso unitario. Se le dio énfasis a los horizontes de suelo residual y arcillolita, por ser ellos quienes cobijarían la posición del bulbo. Los resultados de los ensayos de clasificación y resistencia se resumen en la **Tabla 1**.

Tabla 1 Tabla Resumen de Ensayos de Laboratorio

Sondeo	Muestra			SUCS	w _n (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γ _t (T/m ³)	q _u (Kg/cm ²)	CORTE DIRECTO		SPT	
	No.	Profundidad (m)									c' (T/m ²)	φ' (°)	c' (T/m ²)	φ' (°)
		de	a											
S1	2	0,65	1,10	0,88	CL	25,0	45,2	19,9	25,3	2,068			0,00	29,9
S1	4	1,65	2,10	1,88	CL	16,8	33,3	17,2	16,1	2,139				
S1	6	2,65	3,10	2,88	CH	22,4	54,8	22,6	32,2					
S1	7	3,15	3,60	3,38	CH	19,5	51,9	21,9	30,0					
S1	8	3,69	4,20	3,95	CH	21,0	50,8	19,7	31,1	2,123	4,42	5,20	21,2	
S1	12	5,75	6,20	5,98		15,4				2,108		9,20	18,6	

3.3 Caracterización geomecánica

Dado que no se pudo obtener una muestra para la ejecución de ensayos de resistencia en el material de depósito (los del residual y la arcillolita son los ejecutados sobre las muestras 8 y 12 respectivamente), se empleó el siguiente procedimiento para su determinación:

En primera instancia, de ser válidos los valores propuestos por Ingeocim Ltda., la excavación para la pantalla hubiera fallado durante el proceso constructivo, lo que no sucedió. Un análisis sencillo de los factores de seguridad, con variable sismo estimada en 0,05 g (efecto de las vibraciones) se muestra en la **Tabla 2**, en donde es notorio que, incluso para la condición seca sin sismo, existe probabilidad de falla (Factor de Seguridad, F. S. = 0,80).

Tabla 2 Factores de Seguridad para la excavación

ARREGLO / HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS prom
			ϕ' max (°)	c' max (T/m ²)	Lluvia	Sismo	
02107A	K0+020	Depósito	30,3	0,23	Sin	0,00	0,804
					Sin	0,05	0,746
					Con	0,00	0,210
					Con	0,05	0,179

Así, para establecer los posibles parámetros de resistencia se fija el ángulo de fricción, y se revisa en la dirección probable de movilización la variación de la cohesión, para garantizar F.S. superiores a la unidad, en estados seco sin sismo, siendo concordantes con la respuesta de campo, pues aún no se ha presentado falla alguna.

Para determinar el valor del ángulo de fricción, se tuvo como insumo la comparación de las topografías de 1988 y 1999 por la misma sección (Sección 1-1'); con ella se establece la existencia de un movimiento rotacional en el depósito sobre el cual reposan los gaviones y ahora la pantalla. Por efecto de la movilización, el cuaternario debe poseer parámetros de resistencia próximos a los residuales; el ángulo de fricción se deduce entonces (al carecer de ensayos de laboratorio), con base en tales evidencias morfológicas.

Las pendientes en la vertiente que circunscriben el depósito oscilan entre 15° y 30° estados corroborados por la deducción del ángulo de fricción por el NSPT: 29°, con la tendencia general de valores cercanos a 23,3°; en este sentido no se esperan valores superiores ni inferiores. Al considerar 23,3° como cierto, se evalúa la cohesión para factor de seguridad 1,10 en condición seca sin sismo, con lo que se obtiene una primera aproximación al mínimo valor esperado de la cohesión (0,62 ton/m² -**Figura 1**-).

Posteriormente se deduce la condición con agua sin sismo (evento extremo de la tabla de agua en superficie) para el mismo F.S. Tal procedimiento otorga el máximo coeficiente esperado de la cohesión: 1,05 ton/m² (**Figura 2**). De este intervalo se escoge como más probable: 0,85 ton/m².

Al realizar los análisis de la excavación con estos parámetros $c'=0,85$ ton/m² y $\Phi'=23,3^\circ$, se obtienen valores de los factores de seguridad más acordes con la realidad (i.e. 1,32 en condición seca sin sismo y de 0,886 para agua sin sismo) como se muestra en la **Tabla 3**.

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D. C.

Figura 1 Superficie de falla crítica de la excavación (No agua No sismo)

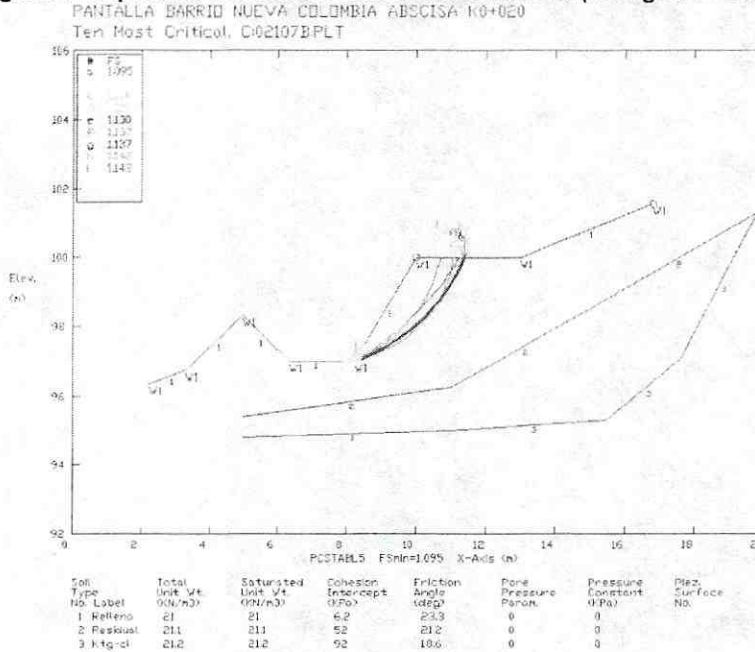


Figura 2 Superficie de falla crítica de la excavación (Si agua No sismo)

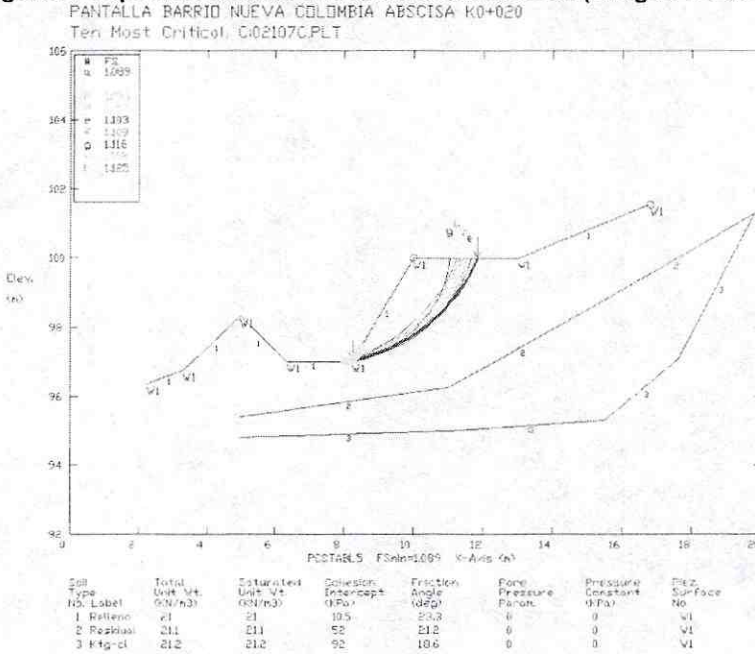


Tabla 3 Factores de Seguridad en la excavación –parámetros estimados–

ARREGLO / HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS prom
			ϕ medio (°)	Cohesión (T/m ²)	Lluvia	Sismo	
02107D	S1	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	1,324
					Sin	Con	1,025
					Con	Sin	0,886
					Con	Con	0,651

Los valores de los parámetros de resistencia seleccionados para el depósito, el suelo residual (la arcilla) y la arcillolita, los dos los últimos extraídos sin reparo de las pruebas de laboratorio se listan en la **Tabla 4**. Con ellos se procede con la revisión del diseño de los anclajes, tanto para la configuración externa como interna.

Tabla 4 Parámetros de Resistencia de los materiales

MATERIAL	γ (T/m ³)	ϕ medio (°)	Cohesión (T/m ²)
Depósito	2,10	23,3	0,85
Residual	2,11	21,2	5,20
Arcillolita	2,12	18,6	9,20

4. ANÁLISIS

Las anteriores consideraciones, definen tres lineamientos a seguir en el análisis: El primero, y como se infiere del diagnóstico, evaluar el diseño elaborado por INGEOCIM Ltda.; el segundo, validar los parámetros de resistencia, (en un ejercicio que combina métodos de análisis, evidencias de campo y ensayos de laboratorio y campo); y el tercero, replantear el diseño, de ser necesario, en tópicos como: Carga del anclaje, longitudes libre y de desarrollo.

La tarea de revisión del diseño de Ingeocim Ltda. (1999), contempla la verificación de la condición de estabilidad previa a la excavación y de la pantalla anclada (destaquemos que la de la excavación ya se trató y sus resultados se encuentran en la **Tabla 3**). Así, entonces los factores de seguridad obtenidos superiores a 1,2 para estados individuales extremos de lluvia y sismo la configuración geométrica inicial (véase la **Figura 3**), permiten inferir, como se muestra en la **Tabla 5**, que se hubiesen podido emplear otras alternativas de tratamiento menos adversas en el proceso constructivo (i.e. perfilado y obras de drenaje).

Figura 3 Configuración topográfica previa a la excavación

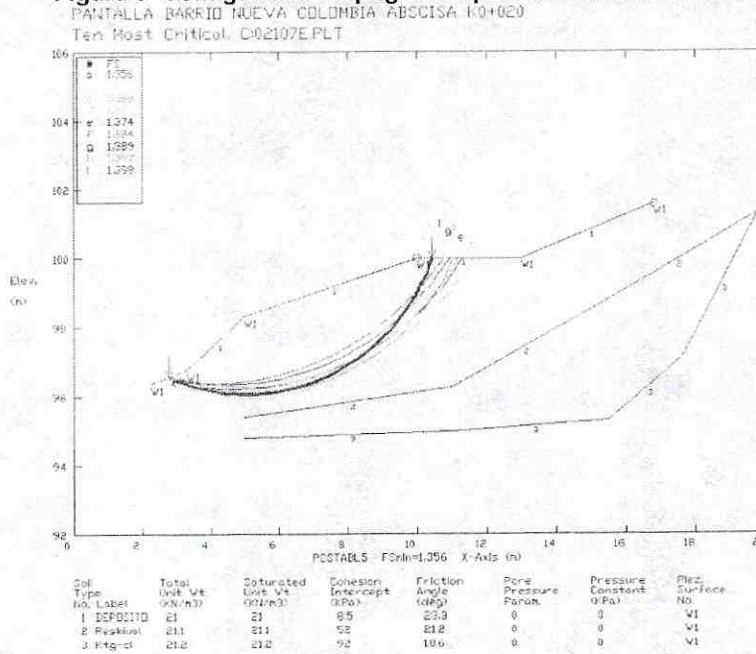


Tabla 5 Resumen de Factores de Seguridad antes de la excavación

ARREGLO / HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS prom
			ϕ medio (°)	Cohesión (T/m ²)	Lluvia	Sismo	
Topografía previa a la excavación	02107E	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	1,999
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	1,277
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	1,356
					Con	Con	0,828

En cuanto al análisis de la pantalla, la estabilidad global está inmersa en el diagnóstico de GIA Consultores Ltda., elemento constitutivo del informe de Interventoría No. 3, pero al reevaluar el modelo geológico y los parámetros de resistencia de los materiales involucrados, se reivindica a continuación.

En la **Tabla 6** se presentan los factores de seguridad que esboza la contribución de los anclajes, para la carga de 20 toneladas (acción individual y conjunta). De ella se puede establecer lo exagerado de la carga de diseño, pues de un lado, los F.S. si bien son muy superiores a la unidad (lo que a su vez contradice el principio de relación beneficio-costos), exhiben un comportamiento errático producto de la alta carga, y por otro, las superficies de falla más críticas no se deben a la generación de un potencial deslizamiento, sino al punzonamiento.

Tabla 6 Factores de Seguridad Pantalla Anclada Carga de Diseño (20 T)

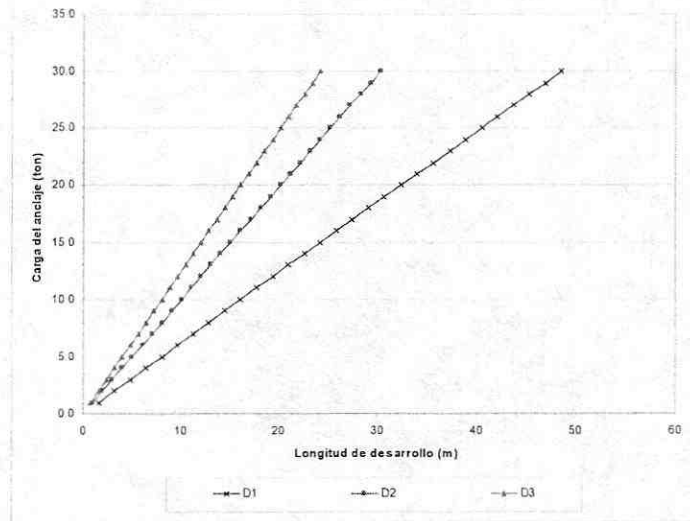
ARREGLO / HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS prom
			ϕ medio (°)	Cohesión (T/m ²)	Lluvia	Sismo	
Anclaje Superior	02107F	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	2,052
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	1,777
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	1,832
					Con	Con	1,212
Anclaje Inferior	02107G	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	3,747
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	1,982
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	2,595
					Con	Con	1,317
Ambos Anclajes	02107H	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	8,971
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	3,295
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	6,568
					Con	Con	2,333

Salvado este obstáculo, el análisis se centra en las longitudes de desarrollo de los anclajes. Labor adelantada con los parámetros de resistencia que proporciona Ingeocim Ltda. (c' prom=0,30 ton/m² y ϕ' prom=37,4°), el diámetro de la perforación (3") y la carga de diseño (20 ton).

Para las condiciones descritas y al suponer que en la interfase suelo-estructura se desarrolla la totalidad de la cohesión como adhesión y del ángulo de fricción, la longitud se aproxima a los 20 m, cifra disímil al diseño que postula valores de 6 m. Con el fin de aclarar el panorama se adelantó un análisis de sensibilidad de la longitud de desarrollo como función de la carga de anclaje y de la posición relativa del bulbo con respecto a la superficie (véanse las **Figuras 4 y 5**). En ambas figuras se ilustra la eficiencia de la inyección con base en el efecto del proceso de inyección de la lechada modelado como variación del diámetro del bulbo D1, D2 y D3, con valores de 2", 3" y 4", respectivamente.

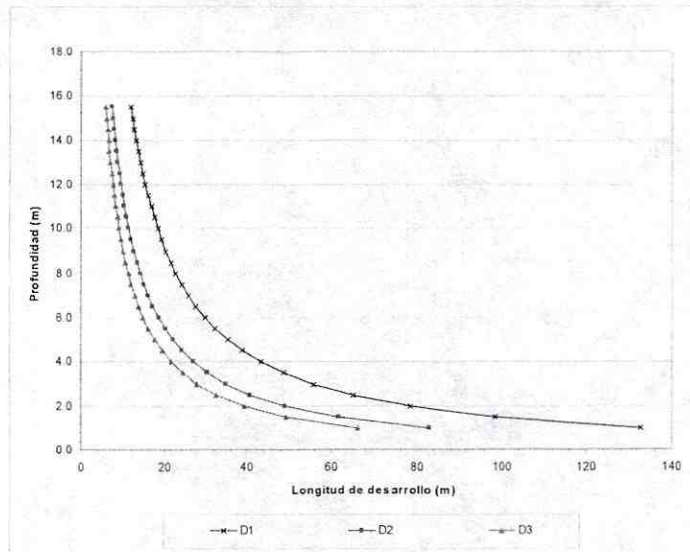
En la **Figura 4**, se puede corroborar que para la carga de diseño y una profundidad media del bulbo de 5,5 m (aproximadamente), se requiere una longitud de desarrollo de 20 m, si y solo si se cumple con la premisa de diámetro de 3". Este último –es función del diámetro de la perforación–, se garantiza con presiones de inyección superiores a 75 KPa (110 p.s.i.), lo que a su vez explicaría la introducción de la lechada en las fisuras. De lo anterior se interpreta que no poder avalar el diámetro de diseño del bulbo, repercute en mayores longitudes de desarrollo.

Figura 4 Variación de la longitud de desarrollo y de la carga de anclaje



Entre tanto, la **Figura 5**, deducida igualmente para la carga de anclaje de 20 ton, deja entrever: a) El efecto del grado de confinamiento sobre la longitud de desarrollo, con una relación inversamente proporcional, y b) L variación del diámetro del bulbo.

Figura 5 Variación de la longitud de desarrollo y de la profundidad del bulbo



Todo lo anterior ratifica, como lo planteó GIA Consultores Ltda. en su oportunidad, el sobrediseño del sistema desde el punto de vista de la estabilidad general. De esta

forma, se analiza la posibilidad de reducir la carga de los anclajes gracias a la revisión de la estabilidad general de la obra para valores de 8 y 6 toneladas. Los resultados obtenidos se condensan en la **Tabla 7**.

Tabla 7 Factores de Seguridad Pantalla Anclada Carga de 8 T

ARREGLO / HIPÓTESIS	SECCIÓN DE ANÁLISIS	MATERIAL	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS _{prom} (8 T)	FS _{prom} (6 T)
			ϕ' medio (°)	c' (T/m ²)	Lluvia	Sismo		
Anclaje Superior	02107F	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	2,052	1,651
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	1,777	1,286
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	1,832	1,198
Anclaje Inferior	02107G	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	3,747	2,100
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	1,982	1,378
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	2,595	1,497
					Con	Con	1,317	0,870
Ambos Anclajes	02107H	Depósito	23,3	0,85	Sin	Sin	2,985	1,944
		Residual	21,2	5,20	Sin	Con	1,712	1,561
		Arcillolita	18,6	9,20	Con	Sin	2,051	1,786
					Con	Con	1,123	1,009

En la tabla se puede observar, que para una u otra, la condición es estable, incluso para la ocurrencia de los eventos lluvia y sismo, el factor de seguridad es superior a la unidad en ambos casos. Con estas cargas, las propiedades de resistencia registradas en la **Tabla 4**, y un diámetro del bulbo de 3", la longitud de desarrollo oscila entre 3 m, si la carga es de 6 toneladas y aplican los parámetros de la arcillolita y 6 m, si se conjugan 8 toneladas y los parámetros del residual. Al igual que en la revisión del diseño inicial, se presenta un análisis de sensibilidad con los nuevos parámetros (véanse las **Figuras 6 y 7**).

Figura 6 Variación de la longitud de desarrollo y de la carga de anclaje

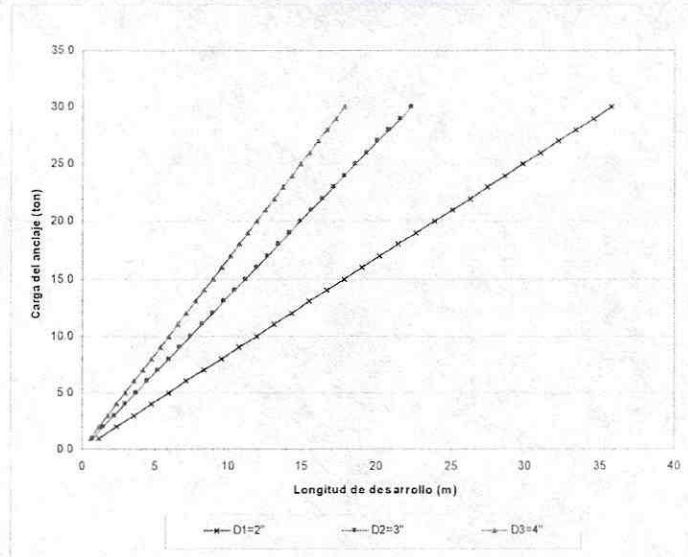
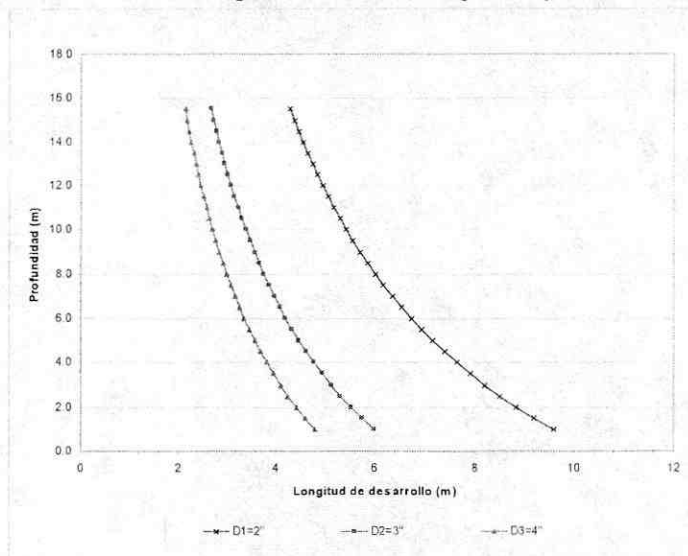


Figura 7 Variación de la longitud de desarrollo y de la profundidad del bulbo



Finalmente, debe mencionarse que los registros de obra establecen que se lograron tensiones a lo sumo de 3,2 toneladas en el mejor de los casos, en anclajes definidos a partir de un modelo geológico distinto al encontrado en obra y en la investigación del Consorcio Constructores, por lo cual no cumplen con las longitudes de desarrollo teóricas; por las mismas razones no se obtuvieron las presiones de inyección mínimas requeridas (se desconoce la resistencia de la lechada); estos bajos tensionamientos pueden explicarse, además, con base en los ensayos de corte

directo ordenados por el Consorcio Constructores (véase **Anexo A**), en ellos es notorio el alto índice de fragilidad del suelo residual y de la arcillolita, con muy baja capacidad de absorber deformaciones a la falla (alrededor del 3%), y gran pérdida de la resistencia posterior a la misma.

Adicionalmente, se presenta una condición especial en anclajes realizados en arcillolitas –de acuerdo con comunicación sostenida con el Ing. Álvaro J. González–, y que tiene que ver con el desarrollo de la adhesión en la interfase suelo-estructura por lo que son generalmente problemáticos.

De igual forma debe aclararse que se ha interpretado, durante la ejecución de la obra, el contacto del suelo residual, como su similar con la arcillolita, debido probablemente a la consistencia muy dura del mismo, el cual arroja coeficientes de resistencia a la compresión inconfiada de la arcilla de $4,4 \text{ kg/cm}^2$. Esta interpretación puede llevar a conclusiones equivocadas, pues hoy en día los anclajes superiores e inferiores deben estar embebidos en el suelo residual, dos y un metro, respectivamente, y en la arcillolita la longitud restante, que en algunos casos llega a ser nula. El análisis de este componente se escapa del alcance del informe diagnóstico, pues el análisis de compatibilidad de esfuerzos requiere de otro tipo de pruebas con el fin de evaluar la influencia en el sistema de cada tipo de suelo.

5. MEDIDAS RECOMENDADAS

Se analizaron dos alternativas:

- Alternativa 1: Consiste en la construcción de nuevos anclajes de 8 toneladas de carga cada uno, ubicados al lado de los anclajes existentes, con inyecciones de mortero fluido de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. De todas formas para determinar la posición definitiva de los nuevos anclajes, deberán revisarse los cálculos estructurales de la pantalla, considerando la reducción del tensionamiento.
- Alternativa 2: Consiste en la reconstrucción de los anclajes existentes. Se retiran los anclajes actuales y se perfora hasta alcanzar la profundidad indicada. Por último se reconstruyen los anclajes, inyectándolos con mortero fluido.

En ambos casos la carga de los anclajes es de 8 toneladas, la longitud de desarrollo mínima en la arcillolita de 6 m y la inyección con mortero fluido ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$), cumpliendo con presiones de inyección mínimas de 110 p.s.i. (con el fin de garantizar la generación del bulbo con un diámetro igual al de la perforación), y máximas de 160 p.s.i. (para no exceder los esfuerzos geostáticos y así evitar fracturamiento hidráulico).

No obstante, por las características de fragilidad y susceptibilidad al remoldeo de la arcillolita y el residual, y como los anclajes están embebidos parte en el suelo residual y parte en la arcillolita, es muy importante hacer un anclaje de prueba. Su objetivo es determinar los posibles efectos del proceso de perforación en la reducción de los parámetros de resistencia (los parámetros efectivos de trabajo son

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN SITIOS CRÍTICOS DE RIESGO INMINENTE POR REMOCIÓN EN MASA EN LAS LOCALIDADES DE USAQUÉN, CHAPINERO, SANTA FE, SAN CRISTÓBAL, USME, CIUDAD BOLÍVAR, RAFAEL URIBE URIBE Y SUBA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D. C.

los pico o los residuales), y por ende la longitud de desarrollo. En este último sentido se requiere saber si para la carga de 8 toneladas, es cercana a los 12 m, y para la de 6 toneladas es próxima a los 9 m. Así, las incertidumbres asociadas al análisis se reducirían y las hipótesis de trabajo se afinarían.

En los anexos se presentan los resultados de la exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio (**Anexo A**), los análisis de estabilidad y memorias de cálculo (**Anexo B**), las cantidades de obra, presupuesto y análisis unitarios (**Anexo C**) y el cronograma aproximado de obra (**Anexo D**).

CONSORCIO CONSTRUCTORES
JAIRO ALBERTO LOZANO G.
Director de Consultoría (e)

CONSORCIO CONSTRUCTORES
ANEXO A
INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Figura A1 Resumen gráfico de propiedades índice y mecánicas

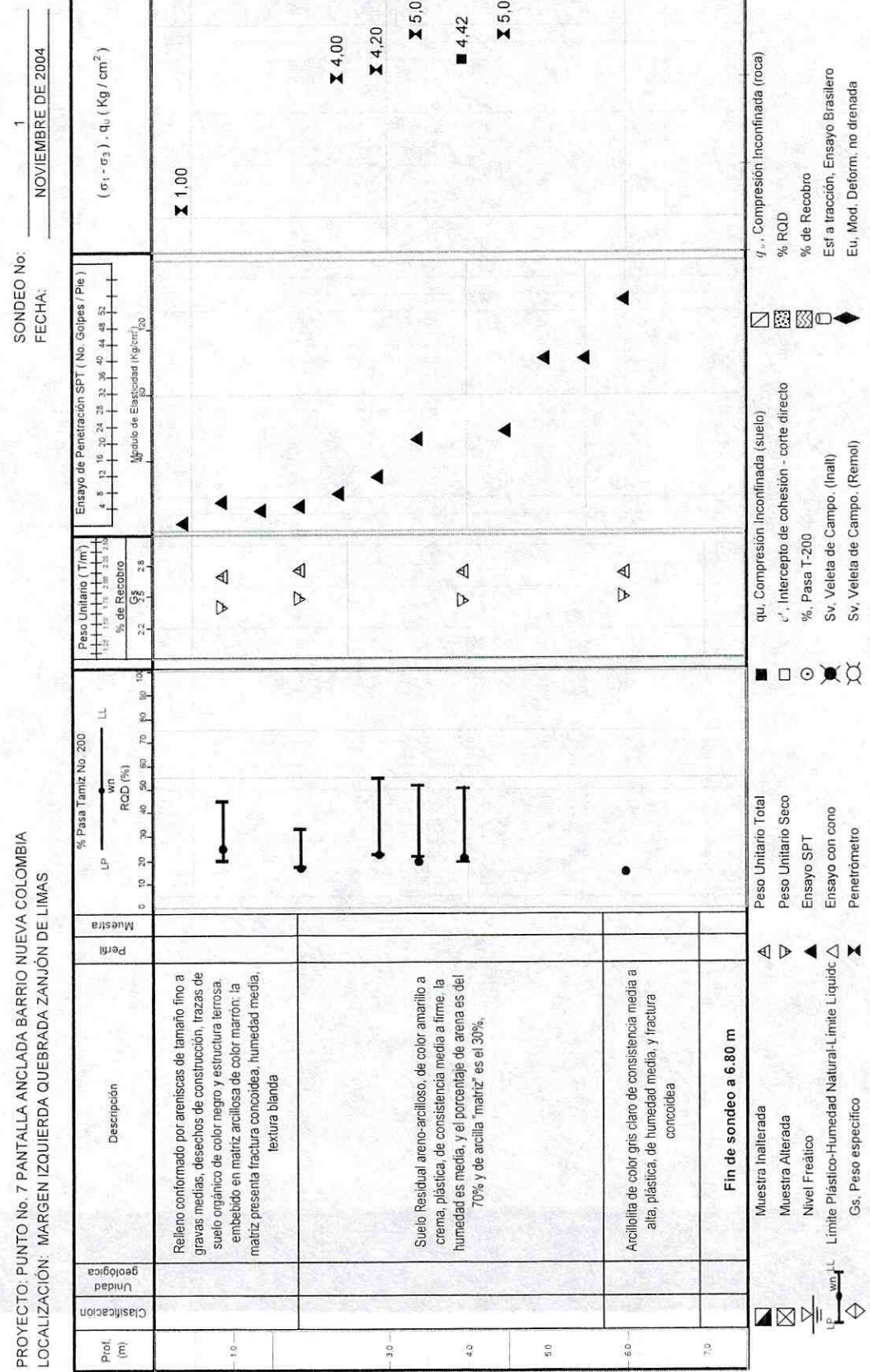


Figura A1 Resumen gráfico de propiedades índice y mecánicas

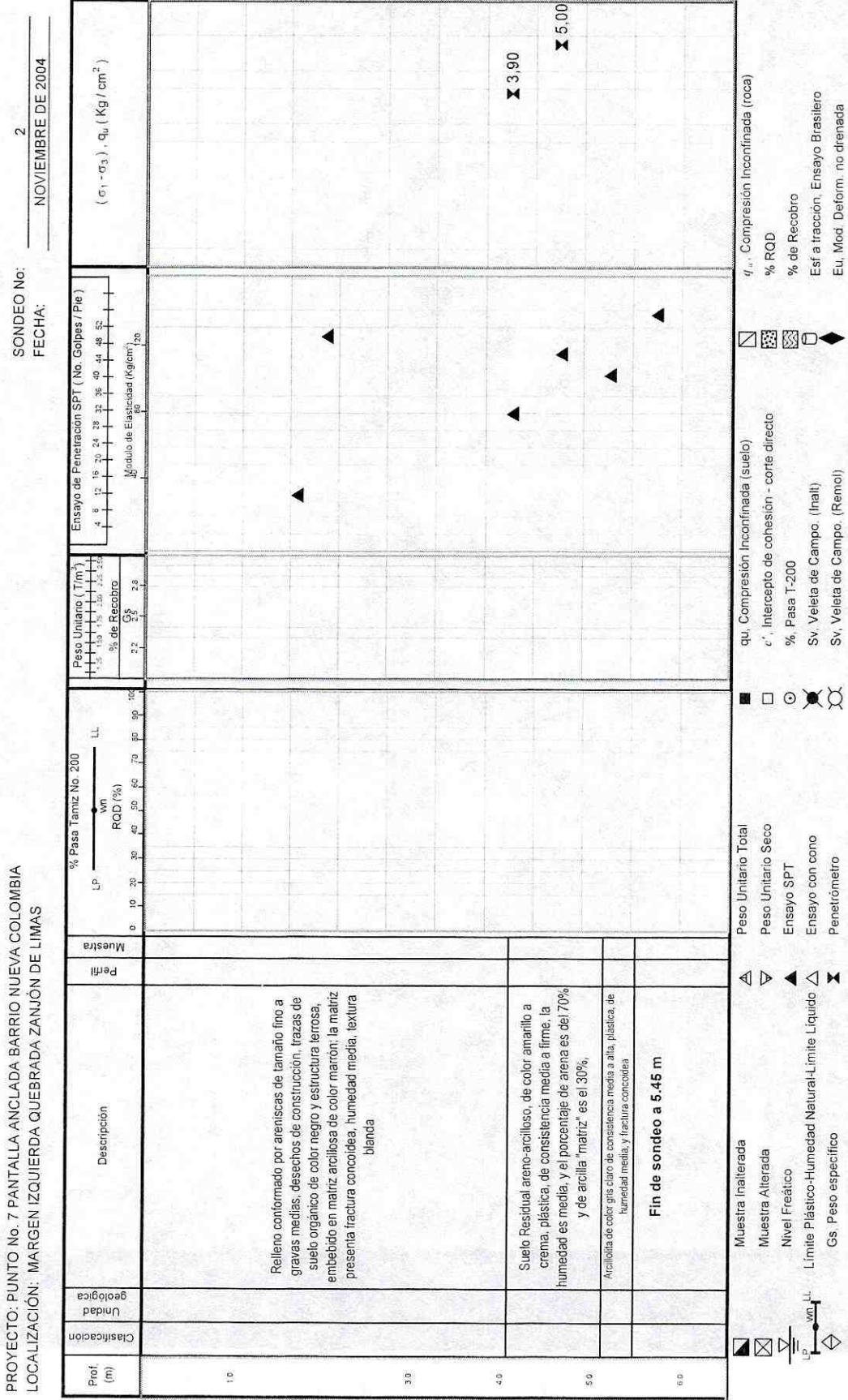


TABLA A1 NORMALIZACIÓN DEL ENSAYO SPT

Profundidad (m)	golpes/pie			NF	Tipo	γ (Ton/m ³)	σ _v (Ton/m ²)	σ _v ' (Ton/m ²)	Rs	C _u (edim)			Schmertmann (prom) loz	C _u (prom)	η ₁			Ncorr			Equivalent			Compacidad o Consistencia	σ _v ' (Ton/m ²)	τ (Ton/m ²)						
	Muestra	a	media							M ₁₅	1	2			3	Meyrhoff- Ishihara	Liio- Whitman	Skemp-ton	Seed. Idrisk	USA	Japón	USA	Japón				USA	Japón	Kishida	JRB	Shouk & Fukui	Prom
P-1	1	0.15	0.60	3.75	1	2.10	0.32	0.79	0.08	1.848	2.000	2.000	1.854	2.000	1.963	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	2	1	19.47	18.87	27.36	27.30	23	0.79	0.34			
P-1	2	0.65	1.10	0.875	2	2.10	1.26	1.26	0.13	1.651	2.000	2.000	1.775	2.000	1.900	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	7	6	25.95	24.49	29.16	28.80	27	1.26	0.64			
P-1	3	1.15	1.60	1.375	3	2.10	1.73	1.73	0.17	1.585	1.952	1.847	2.000	2.000	1.751	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	5	4	23.94	22.75	28.44	28.20	26	1.73	0.84			
P-1	4	1.65	2.10	1.875	4	2.10	2.21	2.21	0.22	1.505	1.821	1.847	2.000	2.000	1.657	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	6	5	25.00	23.66	28.80	28.50	26	2.21	1.10			
P-1	5	2.15	2.60	2.375	5	2.10	2.68	2.68	0.27	1.440	1.715	1.757	1.933	2.000	1.572	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	8	7	29.83	25.25	29.52	28.10	28	2.68	1.40			
P-1	6	2.65	3.10	2.875	6	2.11	3.15	3.15	0.32	1.385	1.627	1.675	1.781	1.501	1.444	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	12	10	29.14	27.25	30.60	30.00	28	3.15	1.77			
P-1	7	3.15	3.60	3.375	7	2.11	3.63	3.63	0.36	1.339	1.551	1.600	1.660	1.468	1.440	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	19	16	32.89	30.49	32.76	31.80	32	3.63	2.27			
P-1	8	3.65	4.10	3.875	8	2.11	4.10	4.10	0.41	1.297	1.484	1.531	1.591	1.448	1.387	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	22	19	34.49	31.88	33.84	32.70	33	4.10	2.68			
P-1	9	4.25	4.70	4.475	9	2.12	4.58	4.58	0.46	1.261	1.424	1.468	1.478	1.372	1.339	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	37	31	39.90	36.56	38.16	36.30	34	4.58	3.54			
P-1	10	4.75	5.20	4.975	10	2.12	5.06	5.06	0.51	1.228	1.370	1.410	1.406	1.328	1.296	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	36	30	39.49	36.21	37.80	36.00	37	5.06	3.86			
P-1	11	5.25	5.70	5.475	11	2.12	5.54	5.54	0.56	1.194	1.314	1.358	1.354	1.276	1.244	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	50	50	46.62	42.39	45.00	42.00	44	5.54	4.08			
P-1	12	5.75	6.20	5.975	12	2.12	6.02	6.02	0.61	1.164	1.287	1.331	1.327	1.249	1.217	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	11	9	28.42	26.62	30.24	29.70	29	6.02	4.81			
P-1	1	1.35	1.80	1.575	6	7	6	13	ne	1	1.649	1.601	1.649	1.503	1.876	1.921	1.481	1.618	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	27	23	38.45	33.57	35.28	33.90	35	3.78	2.63
P-1	2	1.85	2.30	2.075	7	7	7	14	ne	2	1.577	1.528	1.577	1.451	1.896	1.918	1.422	1.547	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	27	23	38.45	33.57	35.28	33.90	35	4.26	3.50
P-1	3	2.35	2.80	2.575	8	8	8	15	ne	3	1.503	1.454	1.503	1.403	1.823	1.725	1.371	1.477	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	43	36	41.83	38.24	39.96	37.80	39	4.73	3.61
P-1	4	2.85	3.30	3.075	9	9	9	16	ne	4	1.449	1.400	1.449	1.358	1.758	1.641	1.325	1.418	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	37	30	38.49	35.21	37.80	36.00	37	5.16	4.08
P-1	5	3.35	3.80	3.575	10	10	10	17	ne	5	1.389	1.340	1.389	1.320	1.688	1.573	1.268	1.370	0.75	0.63	0.75	1.00	1.00	50	50	46.62	42.39	45.00	42.00	44	5.16	4.08

1	Relleno	2.10
2	Arcilla	2.11
3	Arceolita	2.12

Número de golpes para el 45% de energía del martillo (Estimado para Colombia)

Nivel freático

Estuerzo vertical total

Estuerzo vertical efectivo

Parámetro utilizado para el C_u, R_s = n / γ

Factor de corrección por confinamiento efectivo

Factor de corrección por energía del martillo. La energía de USA es el 60% y la de Japón el 72%

Factor de corrección por longitud de la varilla

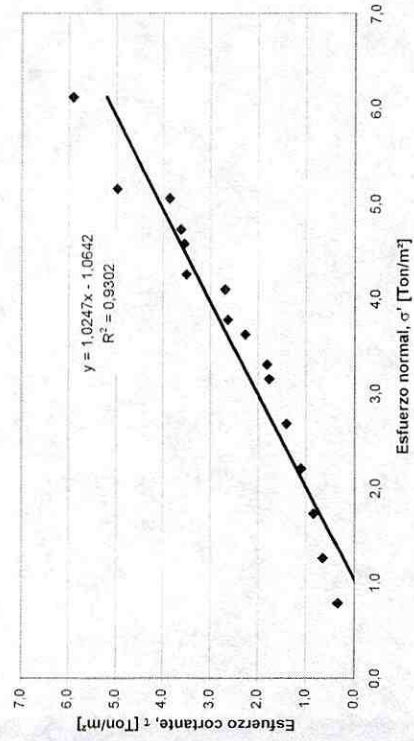
Factor de corrección por revestimiento interno de tomasmuestras

Número de golpes corregido

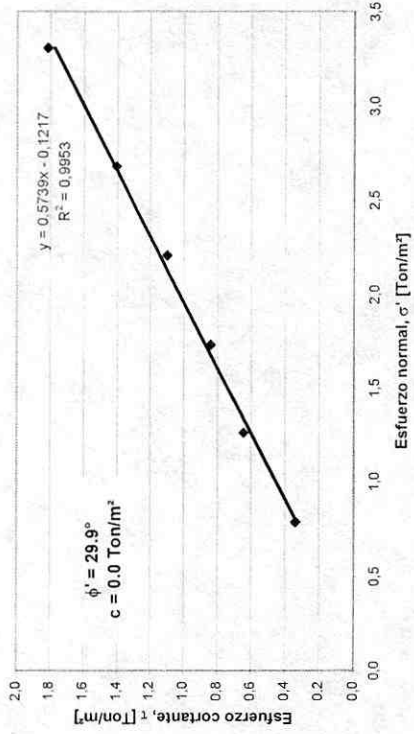
Ángulo de fricción interna

Estuerzo vertical efectivo

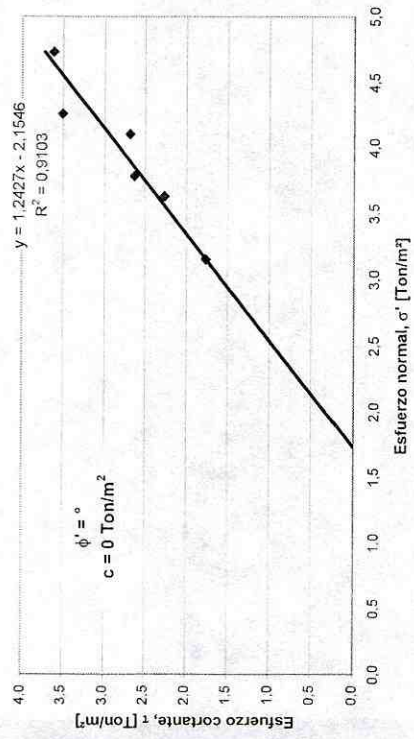
TODOS



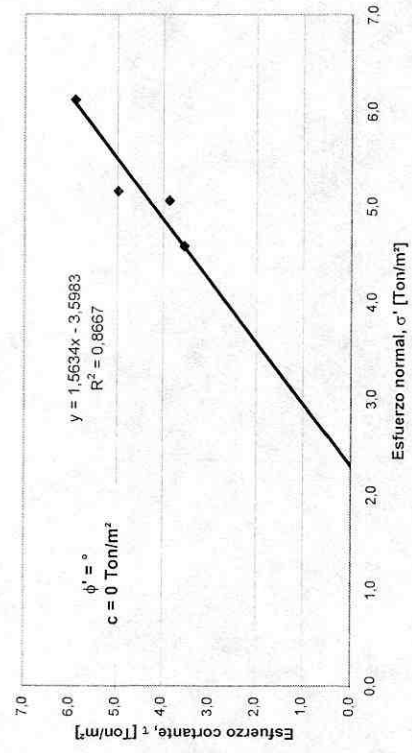
Material 1
Relleno



Material 2
Arcilla

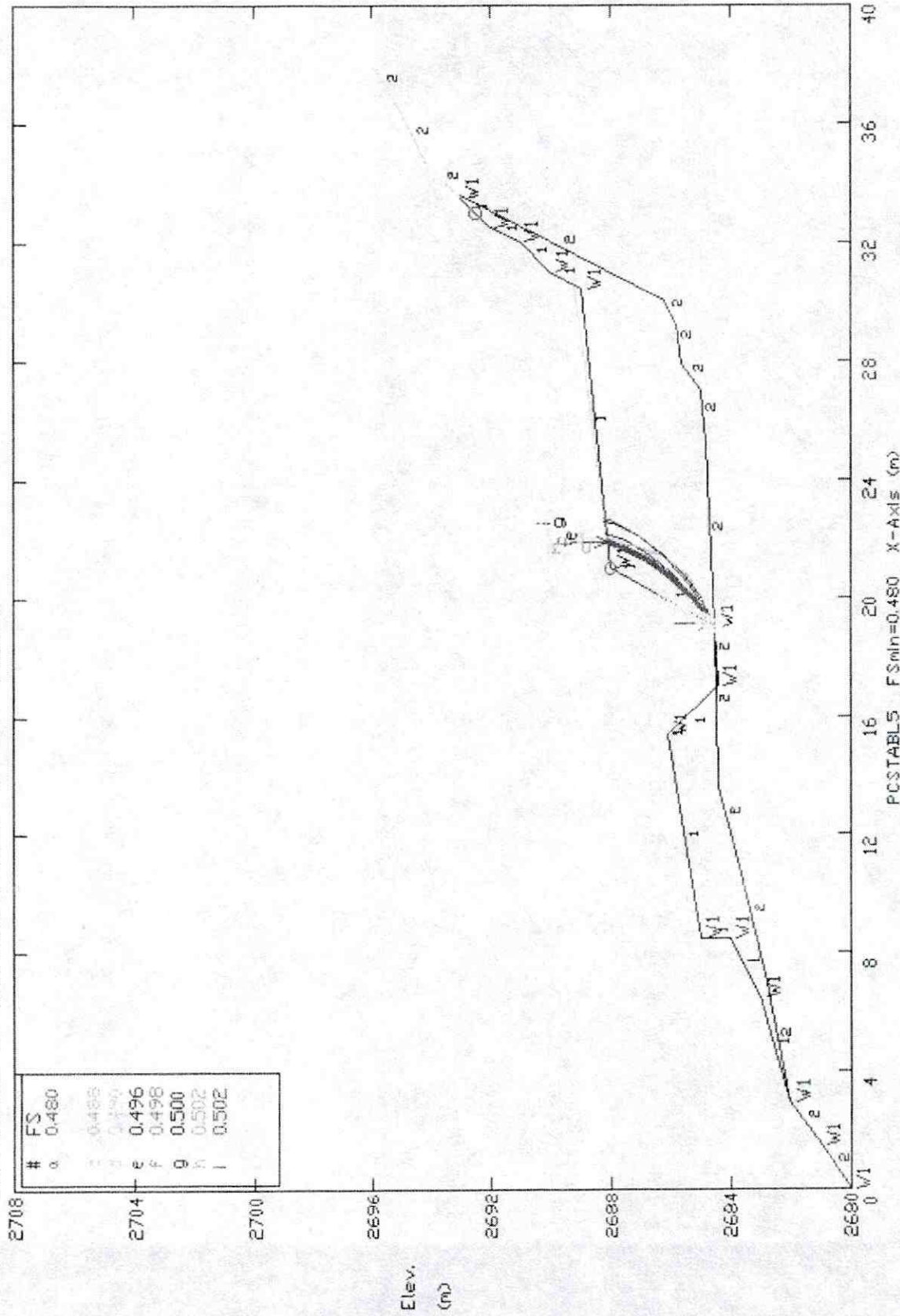


Material 4
Arcillolita



CONSORCIO CONSTRUCTORES
ANEXO B
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD / MEMORIAS DE CÁLCULO

SECCION DISEÑO - SUP CRITICA EXCAVACION PARAMETROS INGEOCIM-MINIMOS
 Ten Most Critical, CCRTIV031PLT 11-09-04 10:37am
 Most Critical Surface, CCRTIV031PLT 11-09-04 10:37am

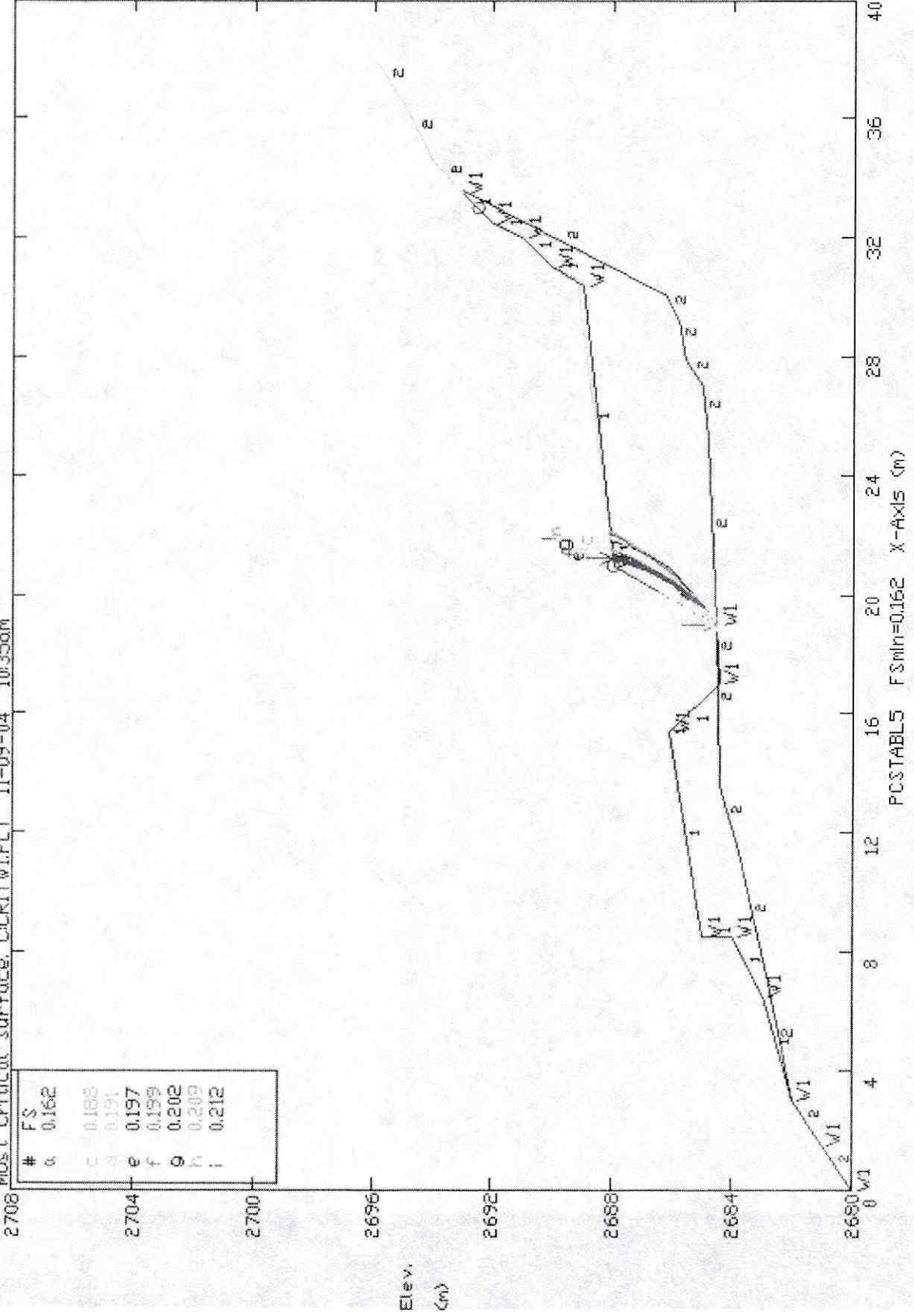


#	FS
a	0.480
b	0.485
c	0.490
e	0.496
f	0.498
g	0.500
h	0.502
i	0.502

Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m ³)	Saturated Unit Wt. (KN/m ³)	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (kPa)	Plez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	1.8	26.9	0	0	0
2 Arcilla	20.6	22.6	3	37.4	0	0	0

SECCION DISEÑO - SUP CRITICA EXCAVACION EN PARAMETROS INGEOCICIM-MINIMOS

Ten Most Critical, CCRITW1.PLT 11-09-04 10:35am
 Most Critical Surface, CCRITW1.PLT 11-09-04 10:35am



#	FS
a	0.162
c	0.188
d	0.191
e	0.197
f	0.199
g	0.202
h	0.209
i	0.212

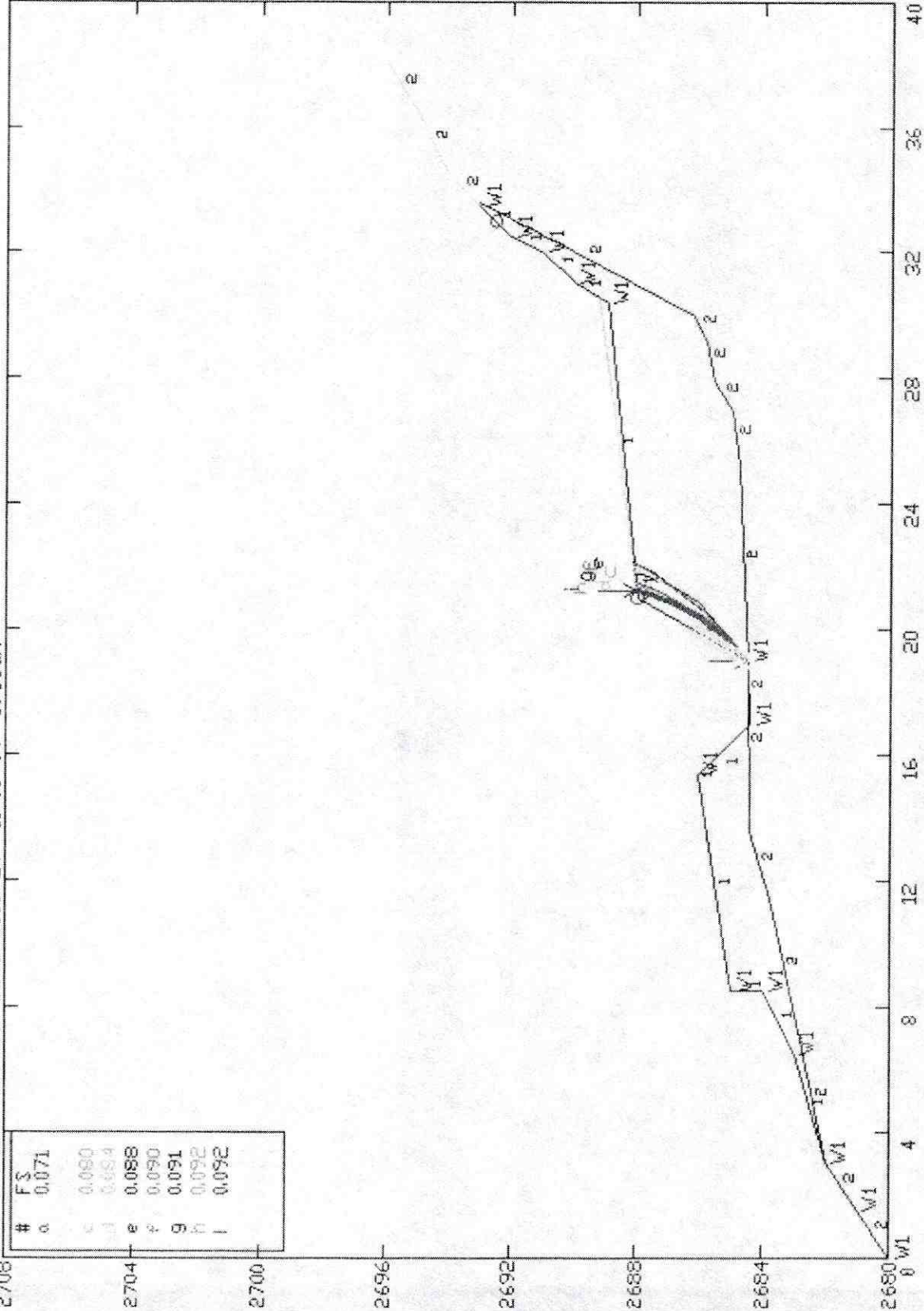
Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	PCSTABL5 Cohesion Intercept (KPa)	FSmin=0.162 Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Plaz. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	1.8	26.9	0	0	W1
2 Arcilla	20.6	22.6	3	37.4	0	0	W1

SECCION DISEÑO - SUP CRITICA EXCAVACION PARAMETROS INGEGCIN-MINIMOS

Top Most Critical. CCRITW1S1.PLT 11-09-04 10:36am

Most Critical Surface. CCRITW1S1.PLT 11-09-04 10:36am

#	FS
a	0.071
b	0.080
c	0.084
e	0.088
f	0.090
g	0.091
h	0.092
i	0.092



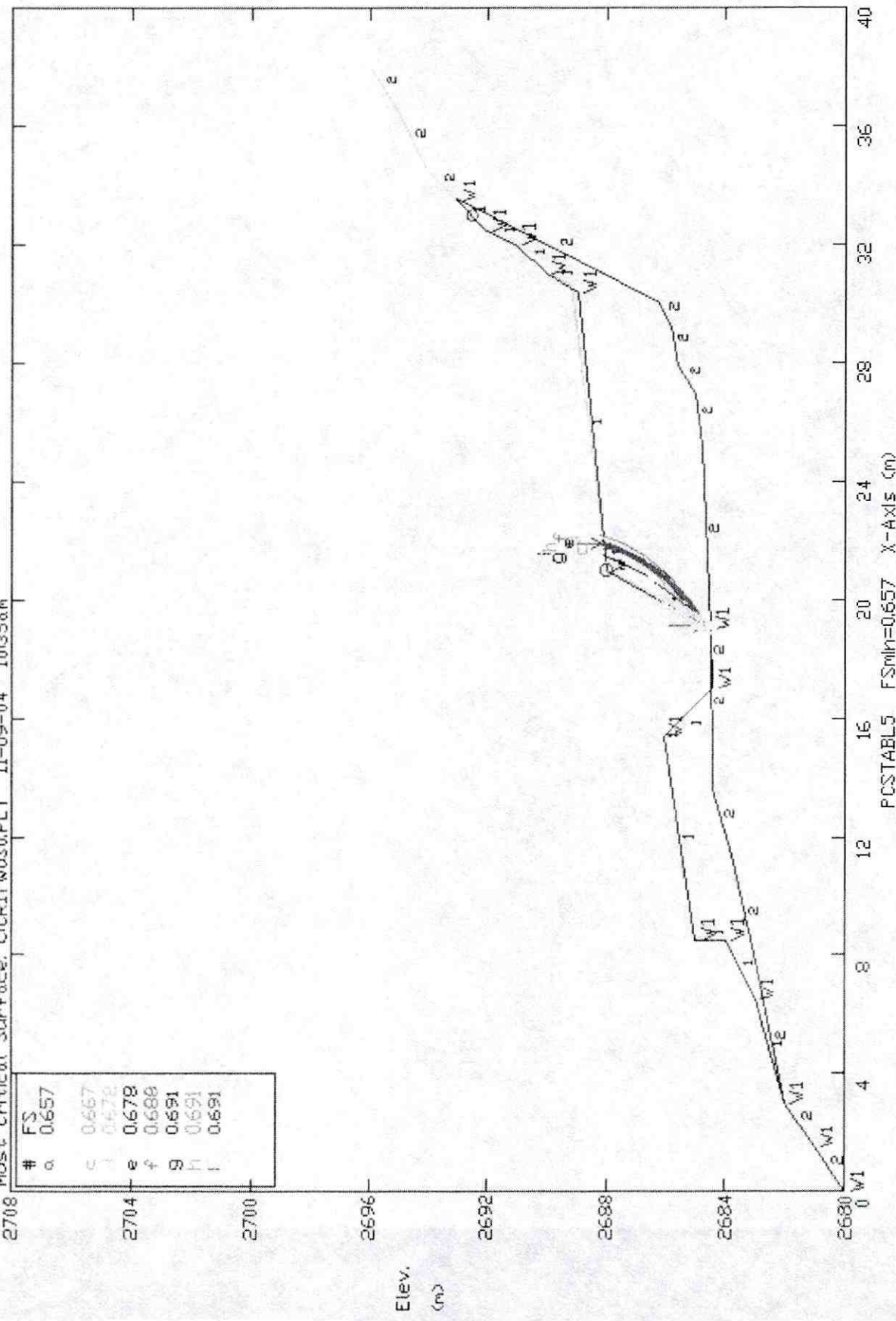
PCSTABLS FSmin=0.071 X-Axis (m)

Soil Type No.	Soil Label	Total Unit Wt. (KN/m ³)	Saturated Unit Wt. (KN/m ³)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	DEPOSITO	20.1	22.1	1.8	26.9	0	0	w1
2	ARCILL.01	20.6	22.6	3	37.4	0	0	w1

SECCION DISEND - SUP CRITICA EXCAVACION PARAMETROS INGEGCIM-MINIMOS

Ten Most Critical, C:\CRITW0S0.PLT 11-09-04 10:35a.m

Most Critical Surface, C:\CRITW0S0.PLT 11-09-04 10:35a.m



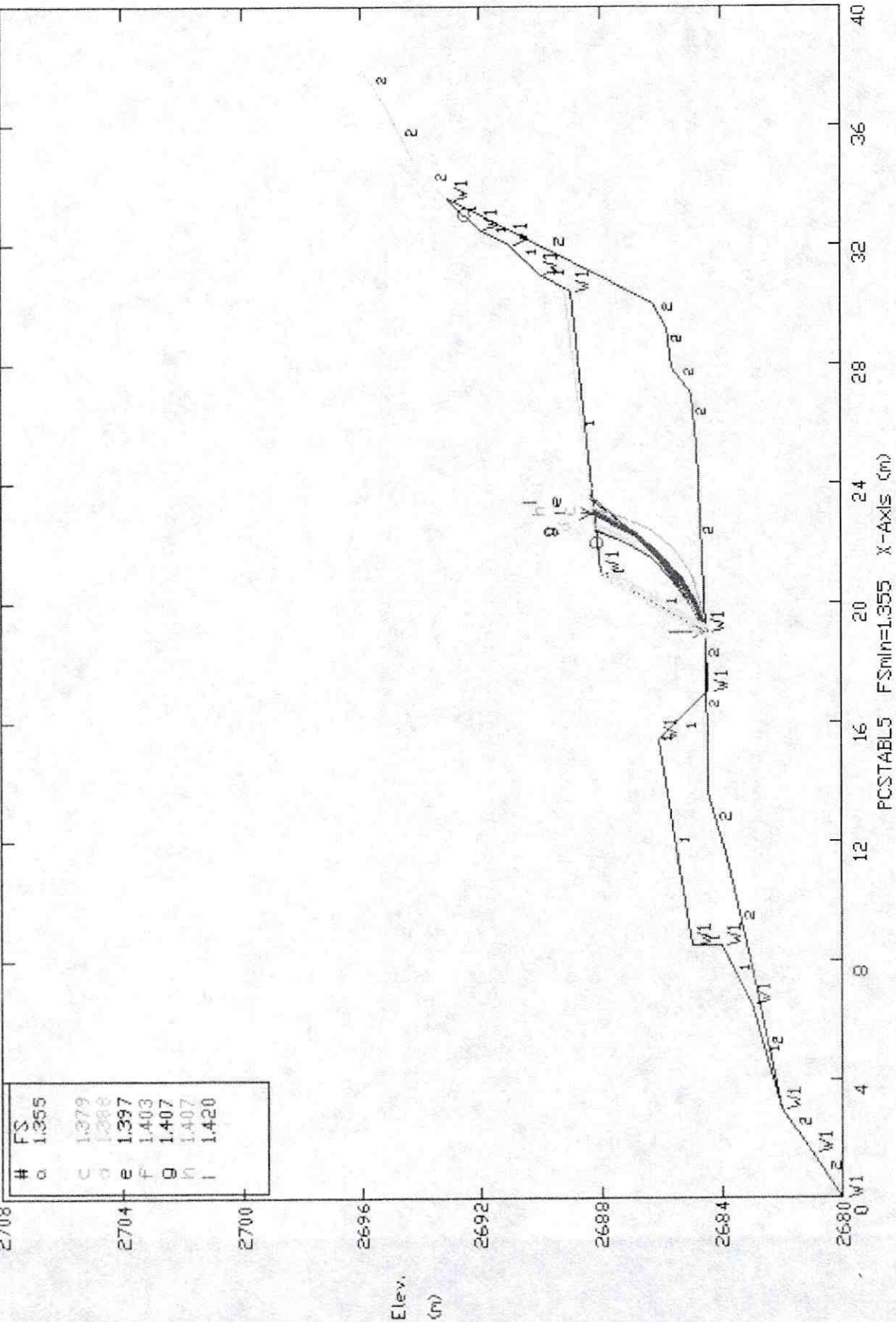
#	FS
a	0.657
c	0.667
e	0.678
f	0.686
g	0.691
h	0.691
i	0.691

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	DEPOSITO	20.1	22.1	1.8	26.9	0	0	0
2	Arcillaol	20.6	22.6	3	37.4	0	0	0

SECCION DISEÑO - SECTOR NUEVA COLOMBIA EXCAVACION SIN SISMO Y SIN AGU

Tier Most Critical, C:\EXC1999A,PLT 11-09-04 10:08am

Most Critical Surface, C:\EXC1999A,PLT 11-09-04 10:08am

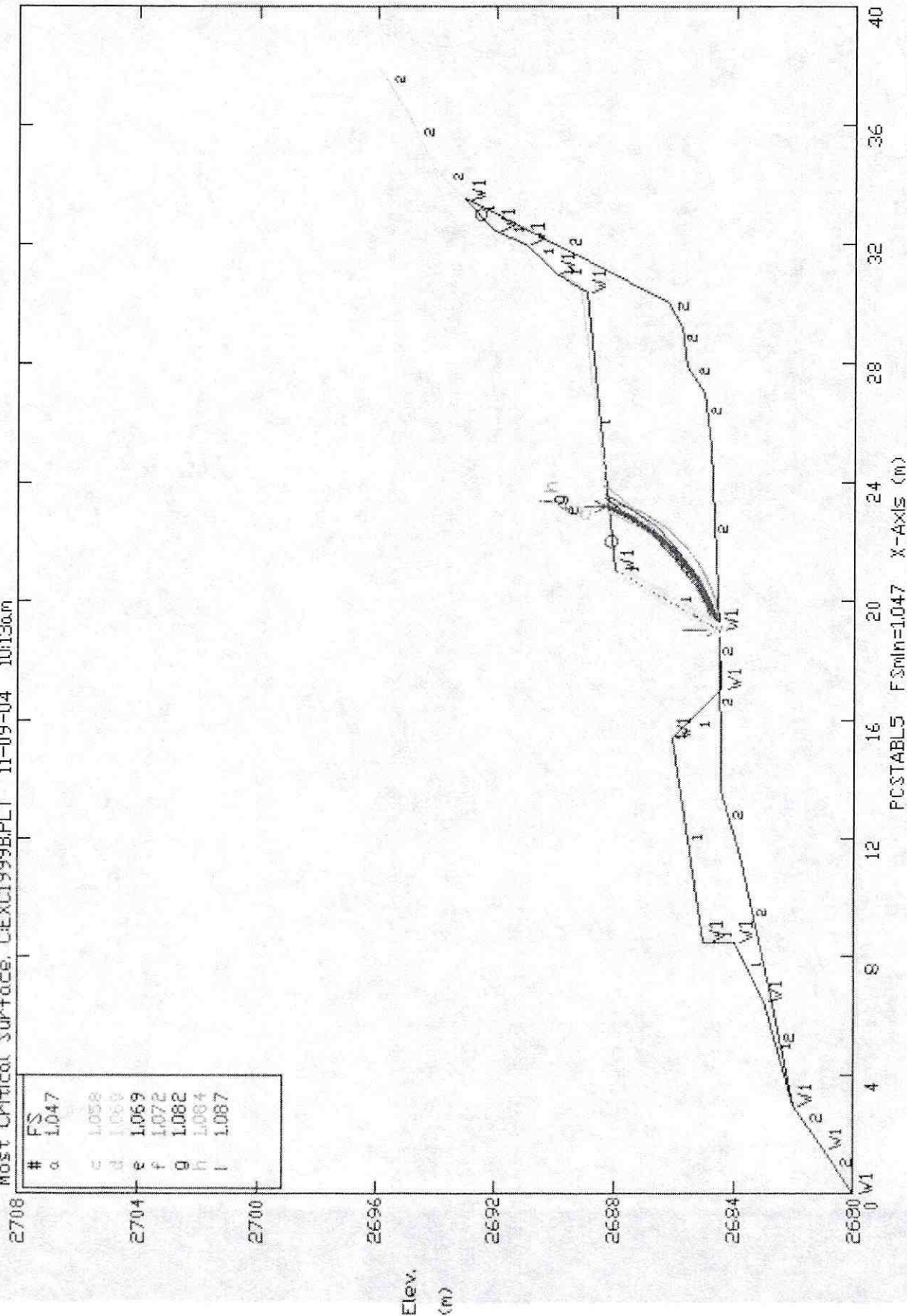


#	FS
a	1.355
c	1.379
d	1.388
e	1.397
f	1.403
g	1.407
h	1.407
i	1.420

Soil Type No.	Label	Total Unit wt. (KN/m ³)	Saturated Unit wt. (KN/m ³)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	DEPOSITO	20.1	22.1	10	23	0	0	0
2	Arcilla	20.6	22.6	30	30	0	0	0

PROYECTO DE DISEÑO - SECTOR NUEVA COLONIA EXCAVACION CON SISMO Y SIN AGU

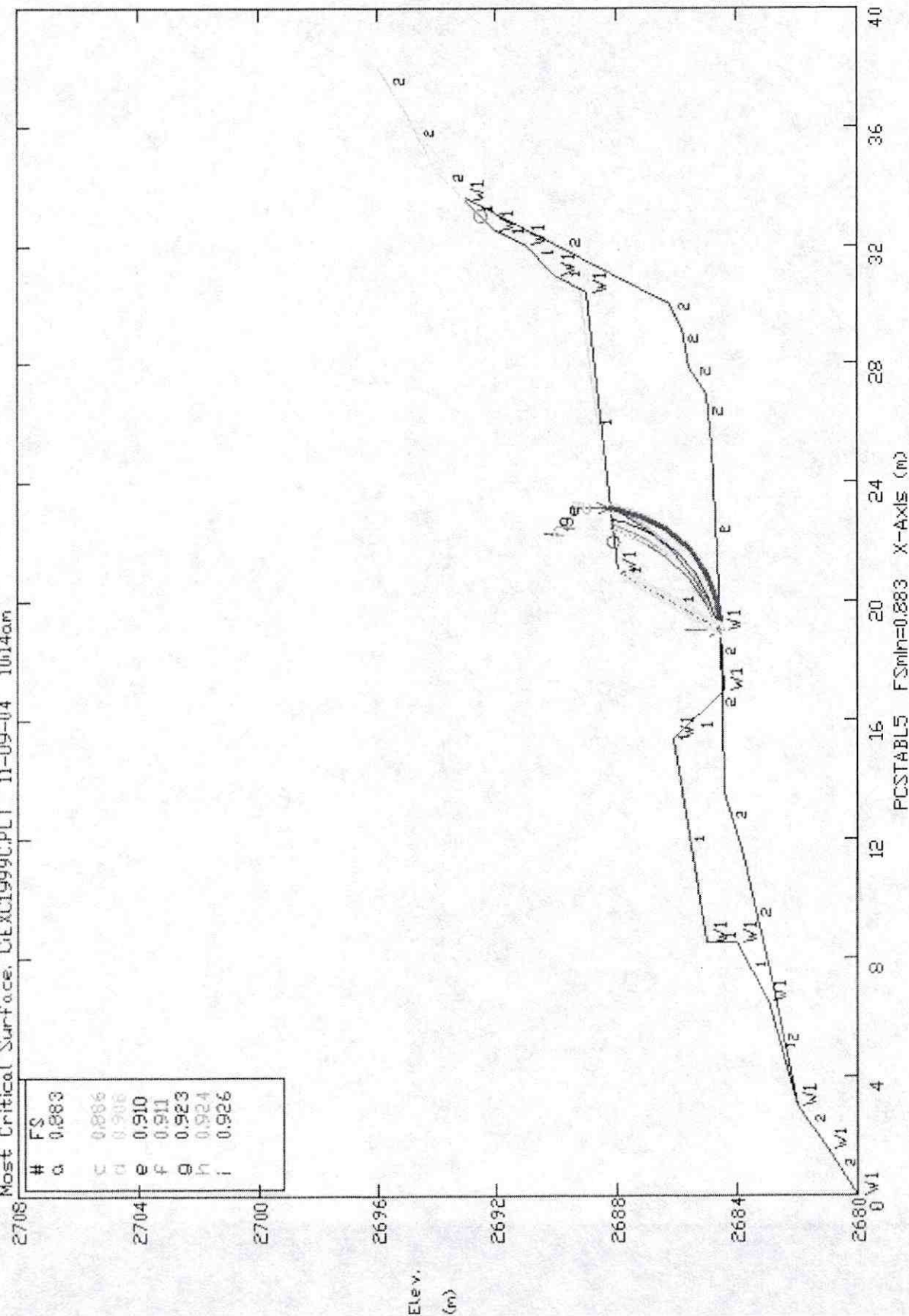
Ten Most Critical, C:\EXC1999B\PLT 11-09-04 10:13am
 Most Critical Surface, C:\EXC1999B\PLT 11-09-04 10:13am



Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m ³)	Saturated Unit Wt. (KN/m ³)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	DEPOSITO	20.1	22.1	10	23	0	0	
2	Arclliot	20.6	22.6	30	30	0	0	

ECCION DISEÑO - SECTOR NUEVA COLOMBIA EXCAVACION SIN SISMO Y CON AGUA

Ten Most Critical Surface: C:\EXC1999C\PLT 11-09-04 10:14am
 Most Critical Surface: C:\EXC1999C\PLT 11-09-04 10:14am



#	FS
a	0.883
c	0.886
d	0.906
e	0.910
f	0.911
g	0.923
h	0.924
i	0.926

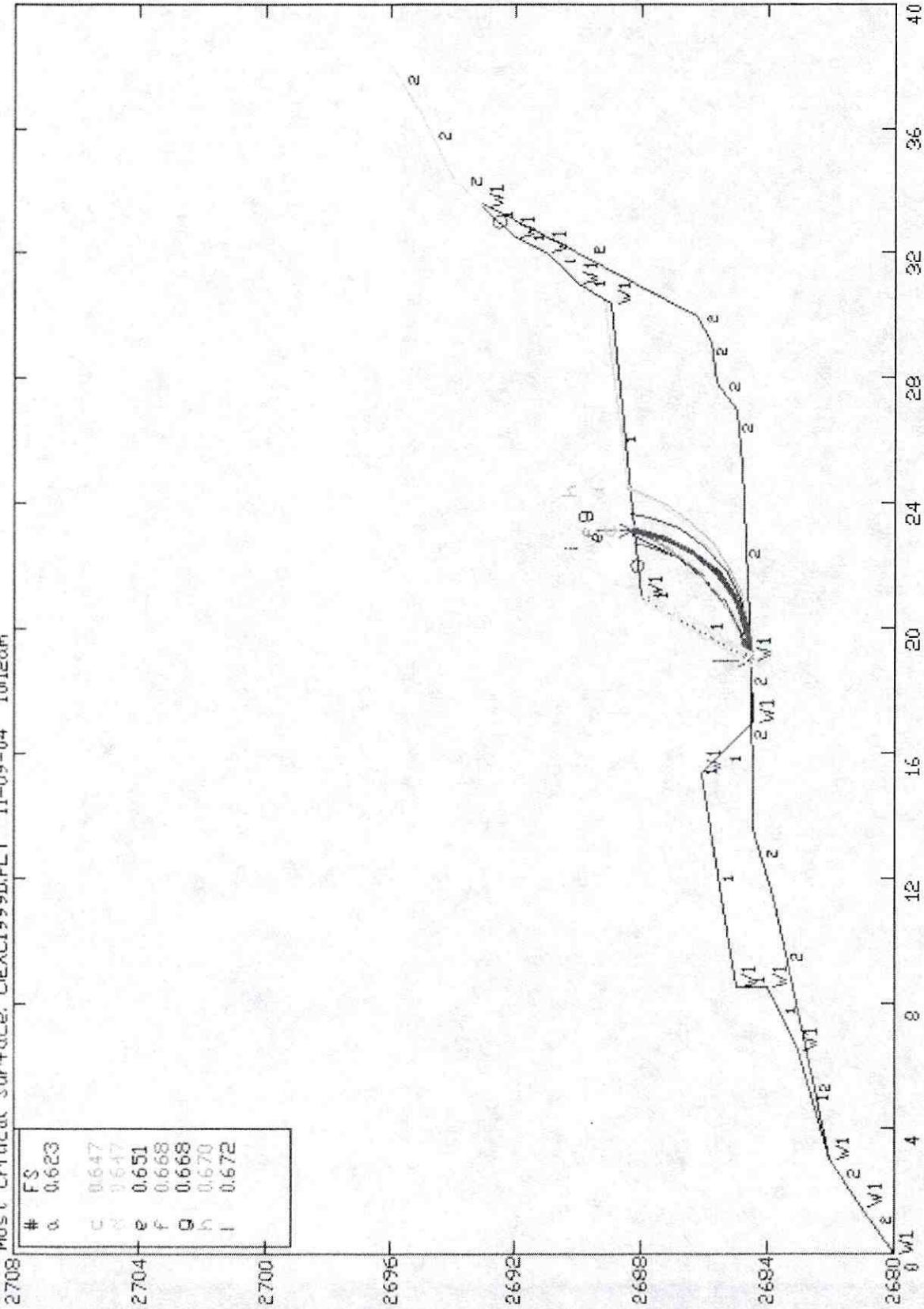
Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m ³)	Saturated Unit Wt. (KN/m ³)	cohesion Intercept (KPo.)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPo.)	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	10	23	0	0	W1
2 Arcilla	20.6	22.6	30	30	0	0	W1

PCSTABLE5 FSmln=0.883 X-Axis (m)

SECCION DISEÑO - SECTOR NUEVA COLONIA EXCAVACION CON SISMO Y CON AGUAS

Ten Most Critical, C:\EXC1999D\PLT 11-09-04 10:12am

Most Critical Surface, C:\EXC1999D\PLT 11-09-04 10:12am



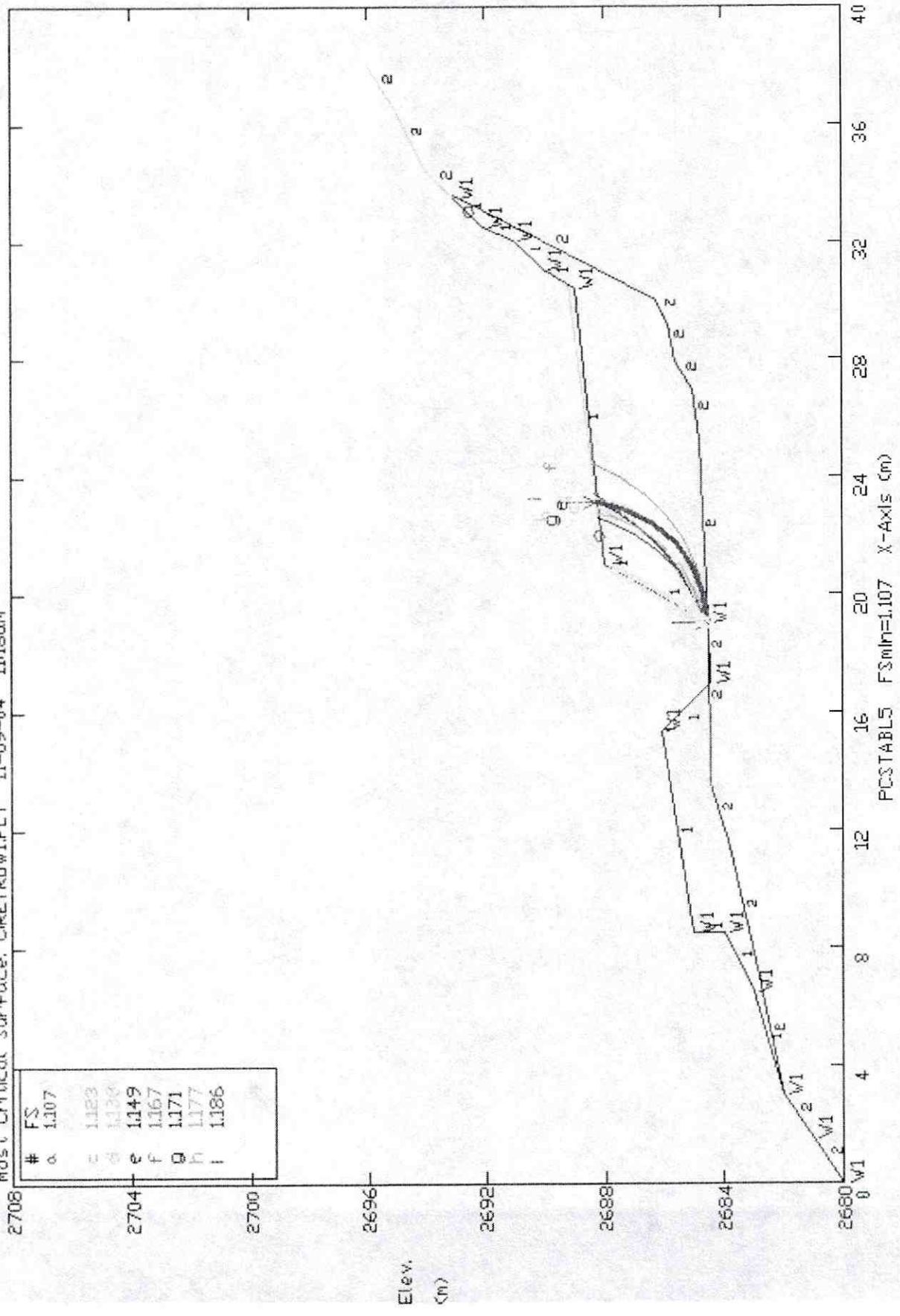
PCSTABLS FSmin=0.623 X-Axis (m)

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 DEPOSITO	20.1	22.1	10	23	0	0	w1
2 Arcilloso	20.6	22.6	30	30	0	0	w1

Elev. (m)

ECCION DISEYO - SECTOR NVA COLOMBO RETROANALISIS CON AGUA

Ten Most Critical. C:RETROW1.PLT 11-09-04 11:18am
 Most Critical Surface. C:RETROW1.PLT 11-09-04 11:18am



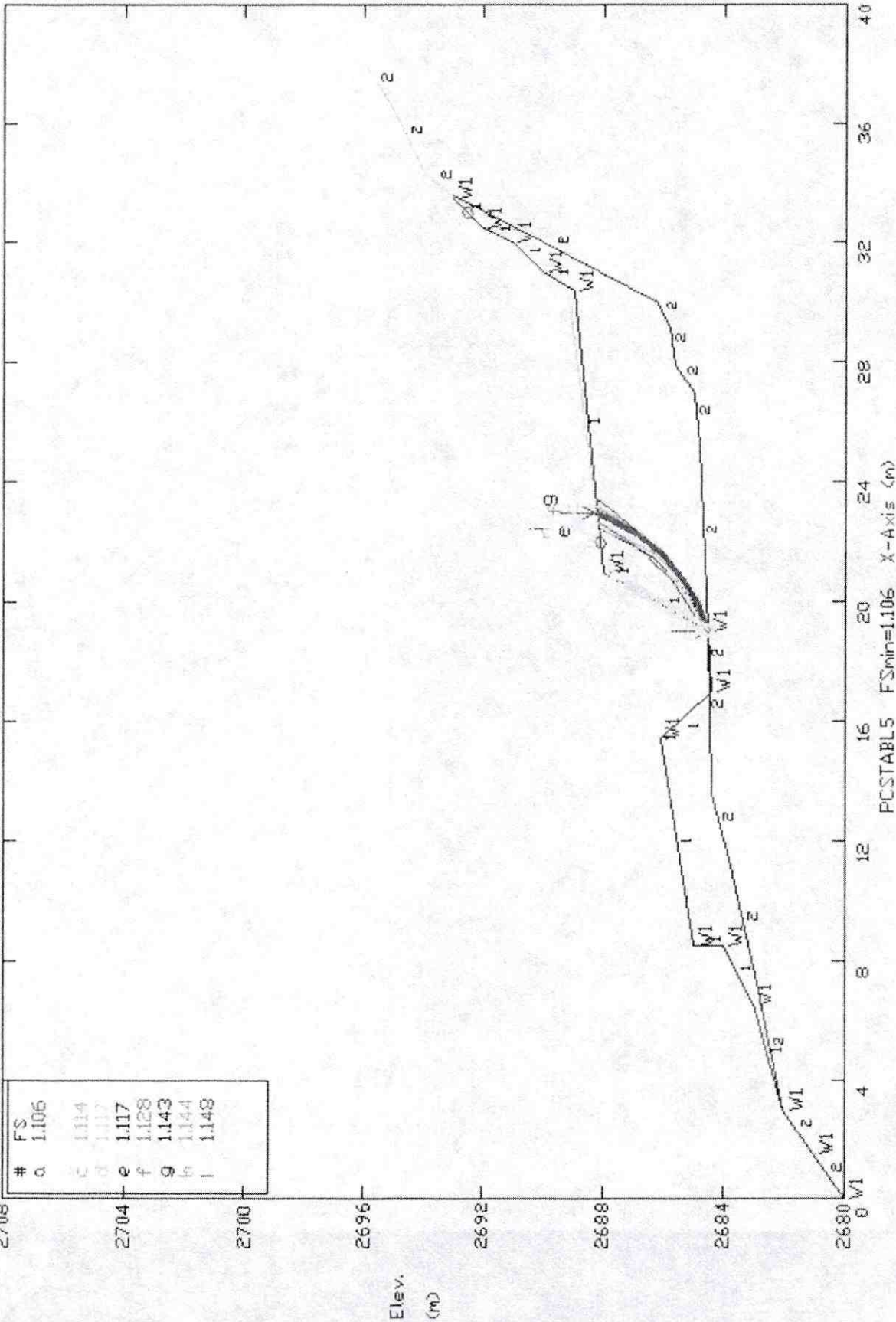
#	FS
a	1.107
b	1.123
c	1.136
e	1.149
f	1.167
g	1.171
h	1.177
i	1.186

Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m ³)	Saturated Unit Wt. (KN/m ³)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Fail. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	13	23.3	0	0	W1
2 Arcillo	20.6	22.6	30	33	0	0	W1

PCSTAB5 FSmin=1.107 X-Axis (m)

Elev. (m)

SECCION DISEÑO - SECTOR NVA COLOM
 Ten Most Critical, C:RETROW0,PLT 11-09-04 11:22am
 Most Critical Surface, C:RETROW0,PLT 11-09-04 11:22am



#	FS
a	1.106
c	1.114
d	1.117
e	1.117
f	1.128
g	1.143
h	1.144
i	1.148

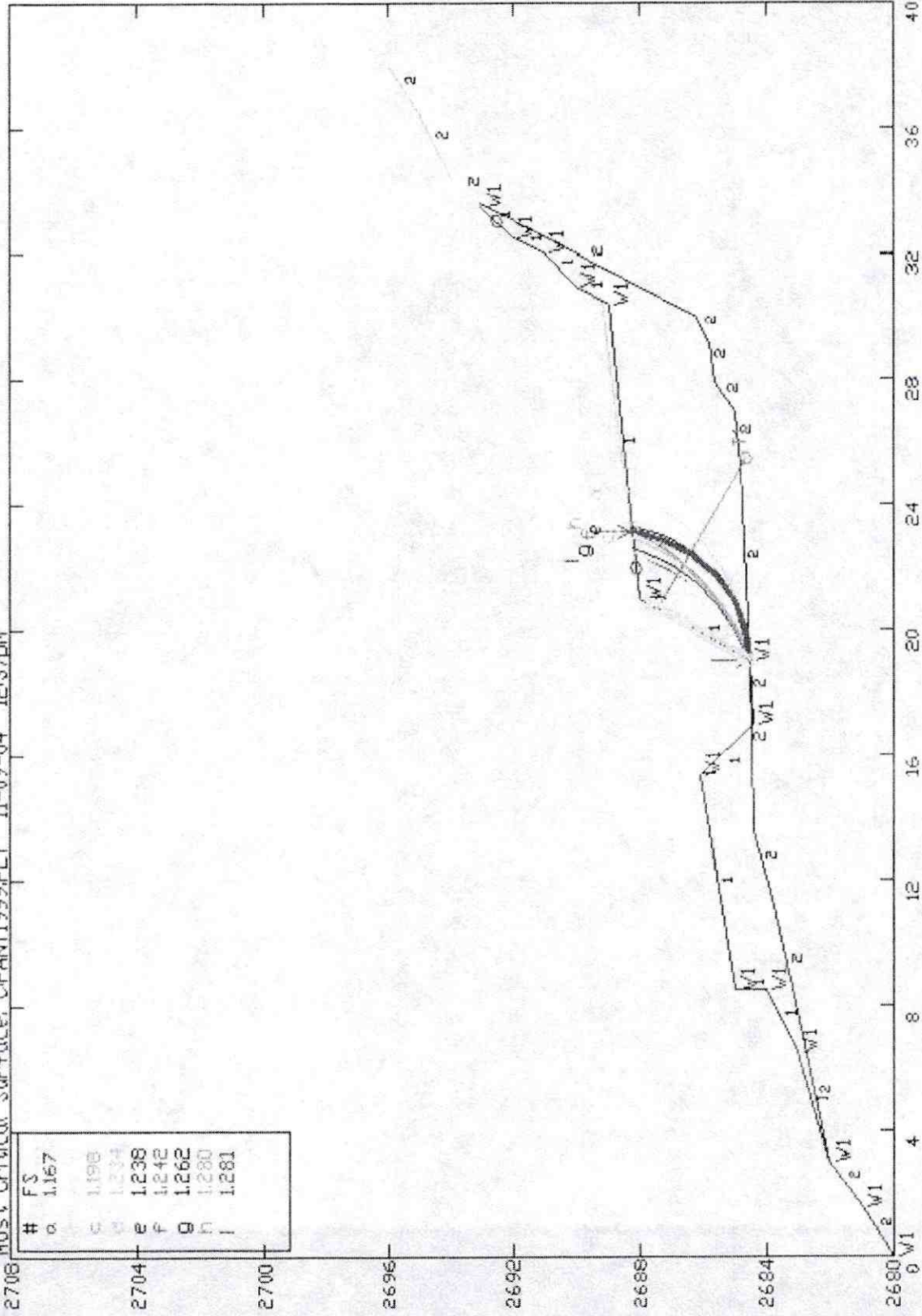
Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m ³)	Saturated Unit Wt. (KN/m ³)	PCSTABLS	F _{Smin} =1.106	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Par.o.m.	Pressure Constant (K _{Po})	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	7	23.3	0	0	0	
2 Arcilla	20.6	22.6	30	33	0	0	0	

SECCION DISEÑO - SECTOR NVA COLOMBIA PANTALLA SUPERIOR - SUP CRITICAL ANCLAJE

Ten Most Critical. C:PANTI1999.PLT 11-09-04 12:37pm

Most Critical Surface. C:PANTI1999.PLT 11-09-04 12:37pm

#	FS
a	1.167
b	1.198
c	1.234
e	1.238
f	1.242
g	1.262
h	1.280
i	1.281



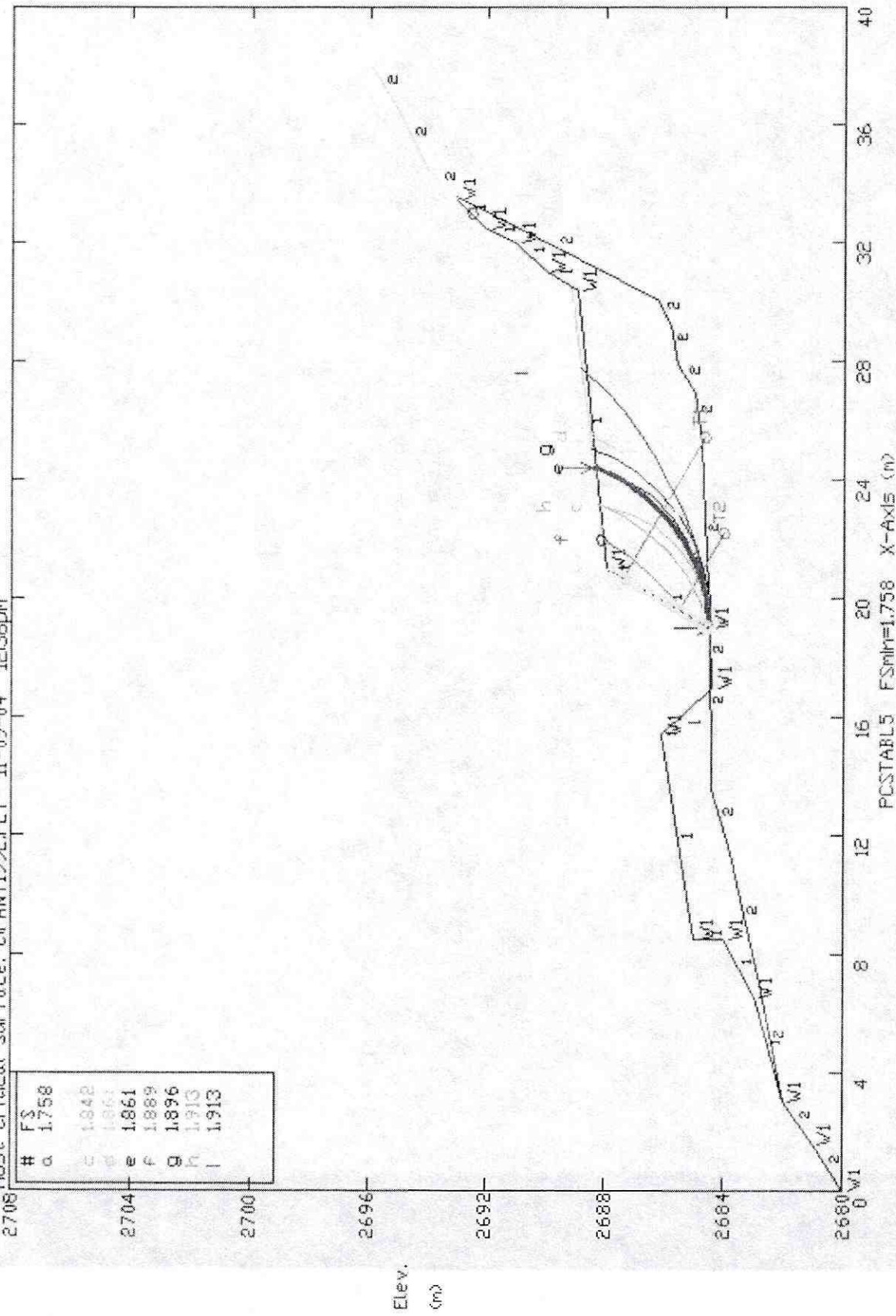
PCSTABL5 FSmin=1.167 X-Axis (m)

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 DEPOSITO	20.1	22.1	10	23.3	0	0	W1
2 Arcillo	20.6	22.6	20	28	0	0	W1

Elev. (m)

SECCION DISEÑO - SECTOR NVA COLOMBIA BANTALLA SUPERIOR - SUP CRITICA2 ANCLAJE

Ten Most Critical, CIPANT1992.PLT 11-09-04 12:38pm
 Most Critical Surface, CIPANT1992.PLT 11-09-04 12:38pm



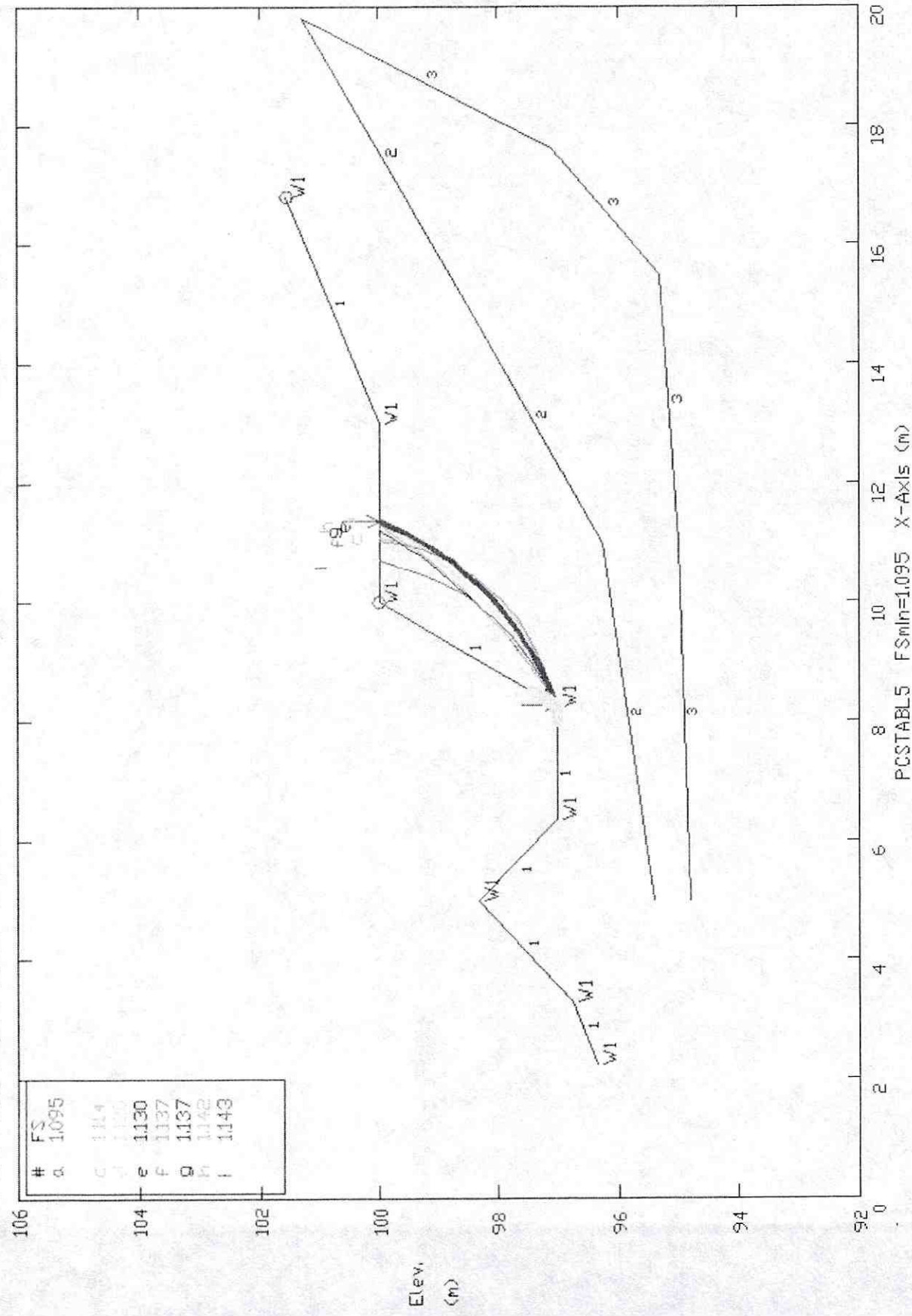
#	FS
a	1.758
b	1.842
c	1.861
e	1.861
f	1.889
g	1.896
h	1.913
i	1.913

Soil Type No, Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parah.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 DEPOSITO	20.1	22.1	10	23.3	0	0	W1
2 Arcilla	20.6	22.6	20	28	0	0	W1

PCSTABL5 FSmin=1.758 X-AXIS (m)

Elev. (m)

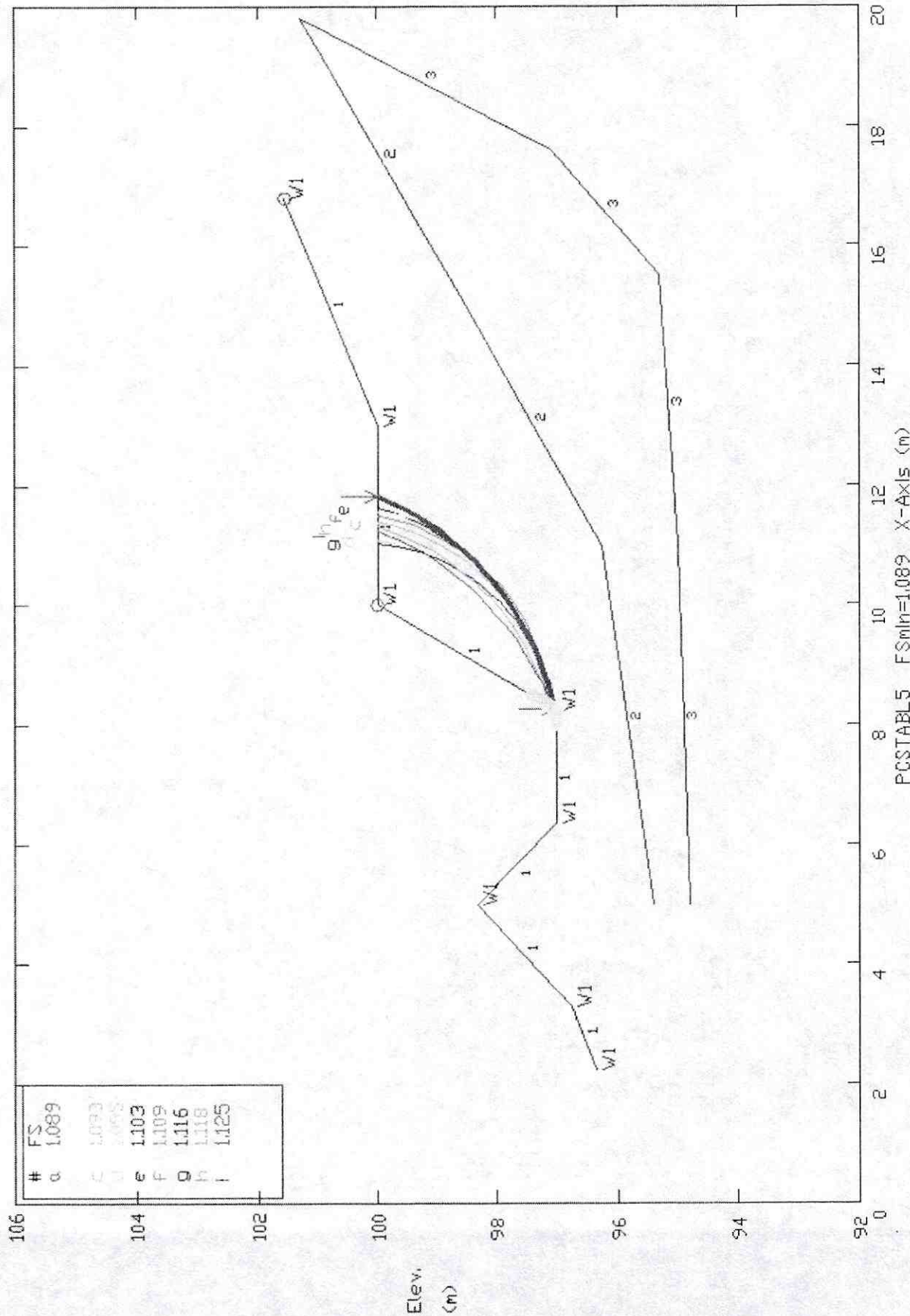
PANTALLA BARRIO NUEVA COLOMBIA ABSCISA K0+020
 Men Most Critical, C:02107B.PLT



#	FS
a	1095
b	1114
c	1130
d	1137
e	1137
f	1142
g	1142
h	1143
i	1143

Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m ³)	Saturated Unit Wt. (KN/m ³)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 Relleno	21	21	6.2	23.3	0	0	
2 Residual	21.1	21.1	52	21.2	0	0	
3 Ktg-cl	21.2	21.2	92	18.6	0	0	

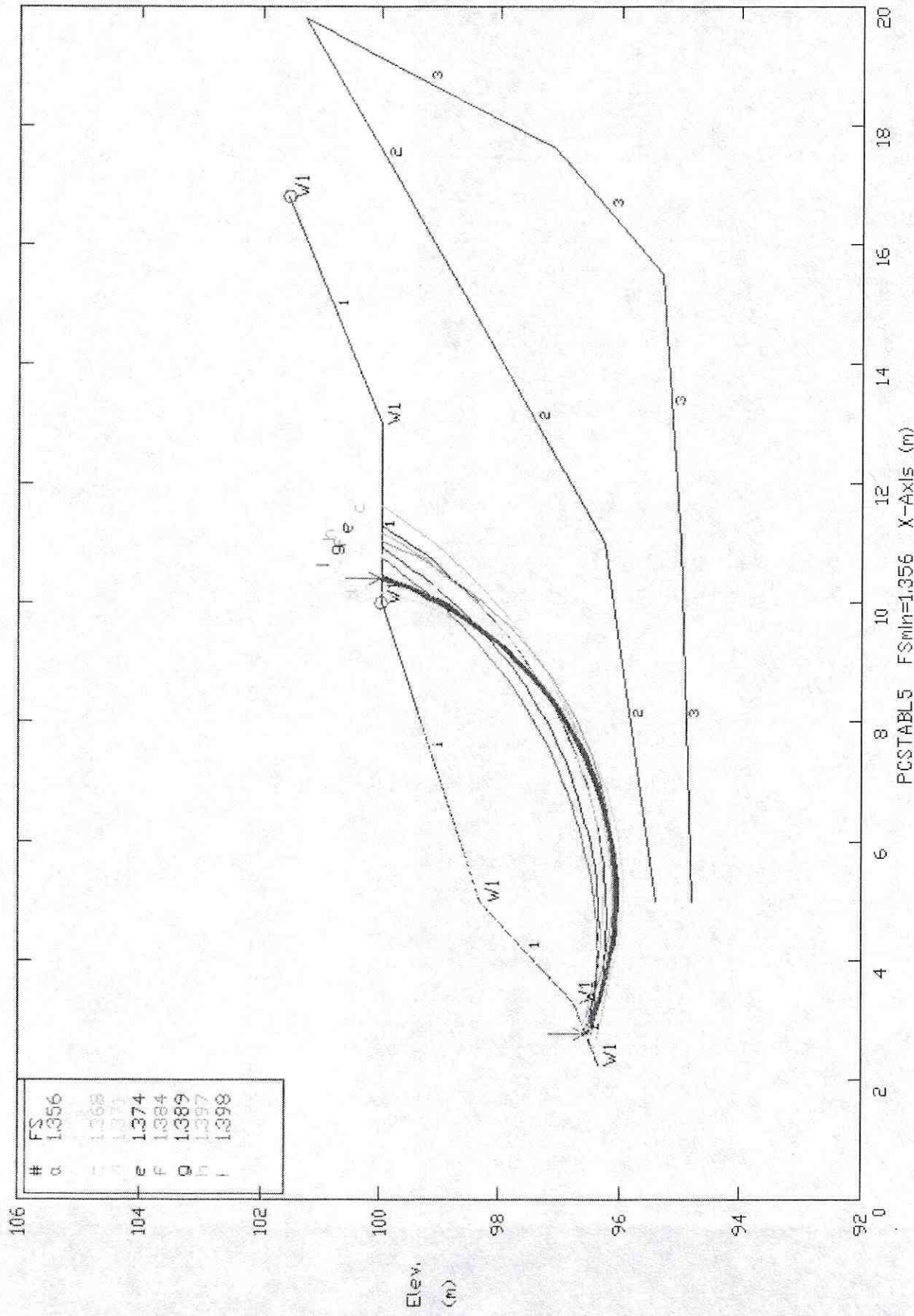
PANTALLA BARRIO NUEVA COLOMBIA ABSCISA K0+020
 Plan Most Critical, C:02107C.PLT



#	FS
a	1.089
c	1.093
d	1.095
e	1.103
f	1.109
g	1.116
h	1.118
i	1.125

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	21	21	10.5	23.3	0	0	W1
2 Residual	21.1	21.1	52	21.2	0	0	W1
3 Ktg-cl	21.2	21.2	92	18.6	0	0	W1

PANTALLA BARRIO NUEVA COLOMBIA ABSCISA K0+020
 Plan Most Critical. C02107E.PLT



#	FS
a	1.356
b	1.368
c	1.370
e	1.374
f	1.384
g	1.389
h	1.397
i	1.398

Soil Type No.	Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parame.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	DEPOSITO	21	21	8.5	23.3	0	0	V1
2	Residual	21.1	21.1	52	21.2	0	0	V1
3	Ktg-cl	21.2	21.2	92	18.6	0	0	V1

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura

$\gamma =$	2,1 ton/m ³
$c =$	2,2 ton/m ²
$\phi =$	18,6°
$\delta =$	12,4°
$c_a =$	1,5 ton/m ²

Características geométricas

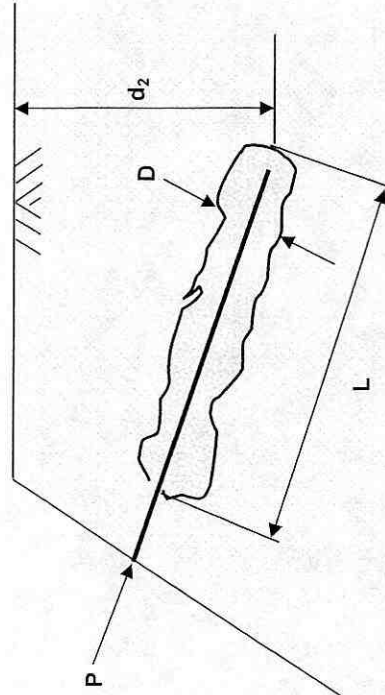
D	0,08 m
d_2	5,0 m

Carga del anclaje

P	8,0 ton
---	---------

Propiedades en la interfase

$\delta =$	0,67 (1/3 ϕ - 3/3 ϕ)
$c_a =$	0,70 (0,7c - 1,0c)



Longitud de desarrollo calculada $L = 10,74$ m

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura

γ	2,1	ton/m ³
c	5,2	ton/m ²
ϕ	21,2	°
δ	14,1	°
c_a	3,6	ton/m ²

Características geométricas

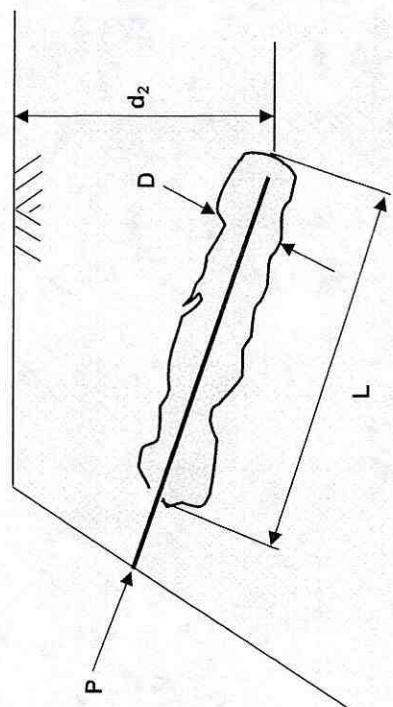
D	0,08	m
d_2	5,0	m

Carga del anclaje

P	8,0	ton
-----	-----	-----

Propiedades en la interfase

δ	0,67	$(1/3\phi - 3/3\phi)$
c_a	0,70	$(0.7c - 1.0c)$



Longitud de desarrollo calculada $L = 5,97$ m

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura

$\gamma =$	2,1 ton/m ³
$c =$	9,2 ton/m ²
$\phi =$	18,6°
$\delta =$	12,4°
$c_a =$	6,4 ton/m ²

Características geométricas

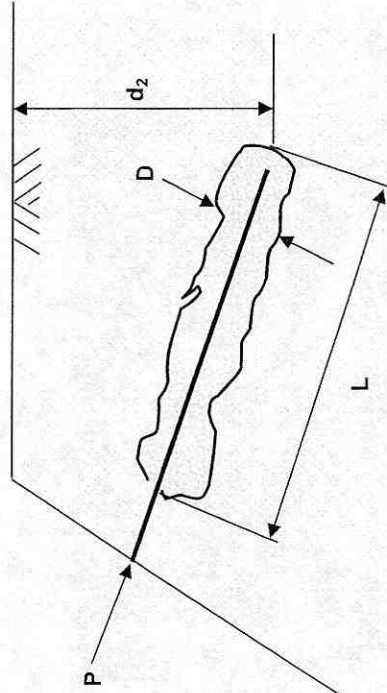
D	0,08 m
d_2	5,0 m

Carga del anclaje

P	8,0 ton
---	---------

Propiedades en la interfase

$\delta =$	0,67 (1/3 ϕ - 3/3 ϕ)
$c_a =$	0,70 (0,7c - 1,0c)



Longitud de desarrollo calculada $L = 3,97$ m

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura

$\gamma =$	2,1 ton/m ³
$c =$	2,2 ton/m ²
$\phi =$	18,6°
$\delta =$	12,4°
$c_a =$	1,5 ton/m ²

Características geométricas

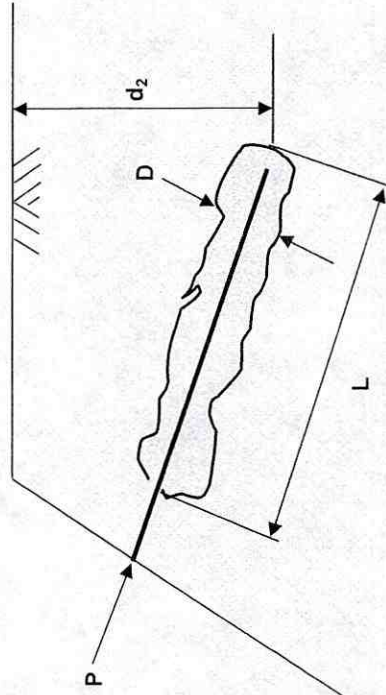
D	0,08 m
d_2	5,0 m

Carga del anclaje

P	6,0 ton
---	---------

Propiedades en la interfase

$\delta =$	0,67 (1/3 ϕ - 3/3 ϕ)
$c_a =$	0,70 (0,7c - 1,0c)



Longitud de desarrollo calculada $L = 8,06$ m

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura

$\gamma =$	2,1	ton/m ³
$c =$	5,2	ton/m ²
$\phi =$	21,2	°
$\delta =$	14,1	°
$c_a =$	3,6	ton/m ²

Características geométricas

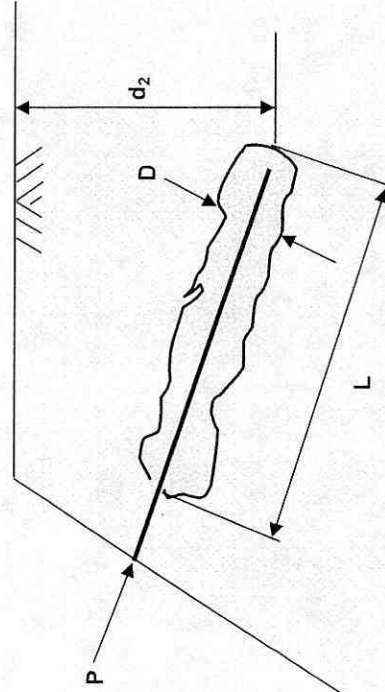
D	0,08	m
d_2	5,0	m

Carga del anclaje

P	6,0	ton
-----	-----	-----

Propiedades en la interfase

$\delta =$	0,67	$(1/3\phi - 3/3\phi)$
$c_a =$	0,70	$(0.7c - 1.0c)$



Longitud de desarrollo calculada $L = 4,47$ m

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura

$\gamma =$	2,1 ton/m ³
$c =$	9,2 ton/m ²
$\phi =$	18,6°
$\delta =$	12,4°
$c_a =$	6,4 ton/m ²

Características geométricas

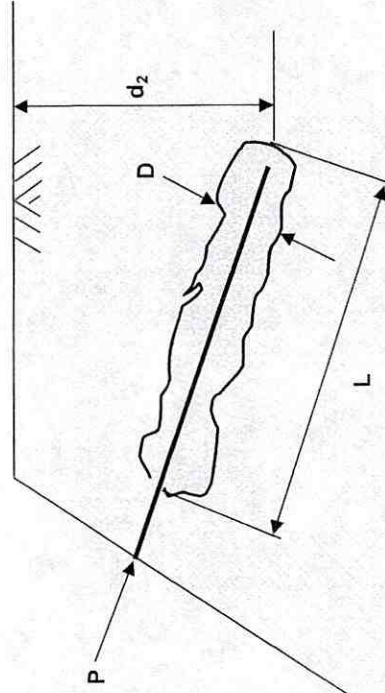
D	0,08 m
d_2	5,0 m

Carga del anclaje

P	6,0 ton
---	---------

Propiedades en la interfase

$\delta =$	0,67 (1/3 $\phi - 3/3\phi$)
$c_a =$	0,70 (0,7c - 1,0c)



Longitud de desarrollo calculada $L = 2,98 \text{ m}$

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura

γ	2,1 ton/m ³
c	1,8 ton/m ²
ϕ	18,6°
δ	12,4°
c_a	1,3 ton/m ²

Características geométricas

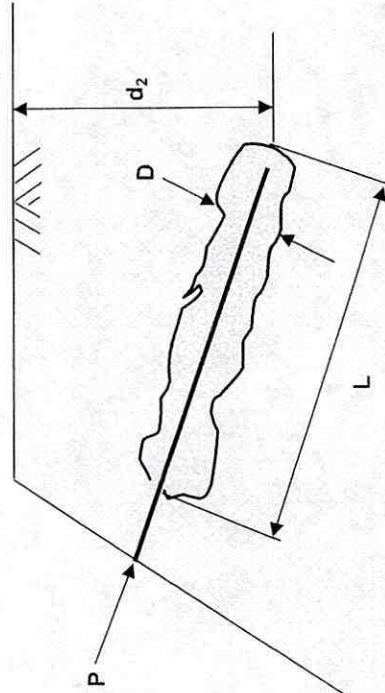
D	0,08 m
d_2	5,0 m

Carga del anclaje

P	8,0 ton
-----	---------

Propiedades en la interfase

δ	0,67 (1/3 ϕ - 3/3 ϕ)
c_a	0,70 (0,7c - 1,0c)



Longitud de desarrollo calculada $L = 11,80$ m

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO DE UN ANCLAJE

Propiedades del suelo y de la interfase suelo estructura

$\gamma =$	2,1 ton/m ³
$c =$	1,8 ton/m ²
$\phi =$	18,6°
$\delta =$	12,4°
$c_a =$	1,3 ton/m ²

Características geométricas

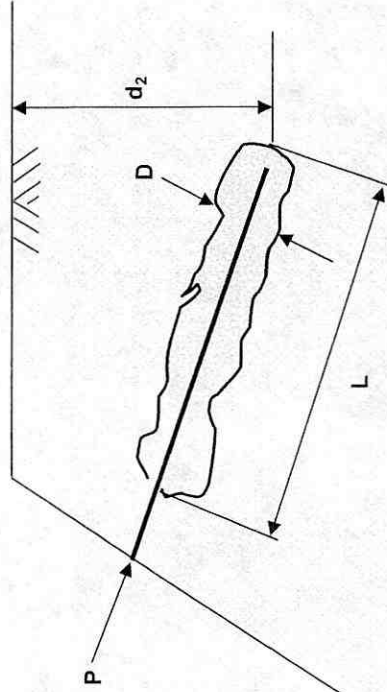
D	0,08 m
d_2	5,0 m

Carga del anclaje

P	6,0 ton
---	---------

Propiedades en la interfase

$\delta =$	0,67 ($1/3\phi - 3/3\phi$)
$c_a =$	0,70 ($0.7c - 1.0c$)



Longitud de desarrollo calculada $L = 8,85 \text{ m}$

CONSORCIO CONSTRUCTORES
ANEXO C
**CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE
PRECIOS UNITARIOS**

Punto No. 7 - Nueva Colombia, Ciudad Bolivar

Anclaje	CANTIDADES DE OBRA					L TOTAL
	L bulbo ejecutada	L libre actual	L bulbo requerida	L	L	
S-1	4,1	5,9	6,0			11,9
I-1	5,5	1,5	6,0			7,5
S-2	4,1	5,9	6,0			11,9
I-2	5,5	1,5	6,0			7,5
S-3	3,8	6,2	6,0			12,2
I-3	4,0	3,0	6,0			9,0
S-4	3,3	6,7	6,0			12,7
I-4	3,4	3,6	6,0			9,6
S-5	3,3	6,7	6,0			12,7
I-5	4,0	3,0	6,0			9,0
S-6	4,0	6,0	6,0			12,0
I-6	3,3	3,7	6,0			9,7
S-7	4,5	5,5	6,0			11,5
I-7	5,0	2,0	6,0			8,0
S-8	5,5	4,5	6,0			10,5
I-8	3,4	3,6	6,0			9,6
S-9	5,0	5,0	6,0			11,0
I-9	3,2	3,8	6,0			9,8
S-10	5,5	4,5	6,0			10,5
I-10	3,5	3,5	6,0			9,5
S-11	6,0	4,0	6,0			10,0
I-11	1,5	5,5	6,0			11,5
S-12	6,7	3,3	6,0			9,3
I-12	2,5	4,5	6,0			10,5
S-13	3,3	6,7	6,0			12,7
I-13	2,2	4,8	6,0			10,8
S-14	6,7	3,3	6,0			9,3
I-14	2,0	5,0	6,0			11,0
Total	114,8	123,2	168,0			291,2

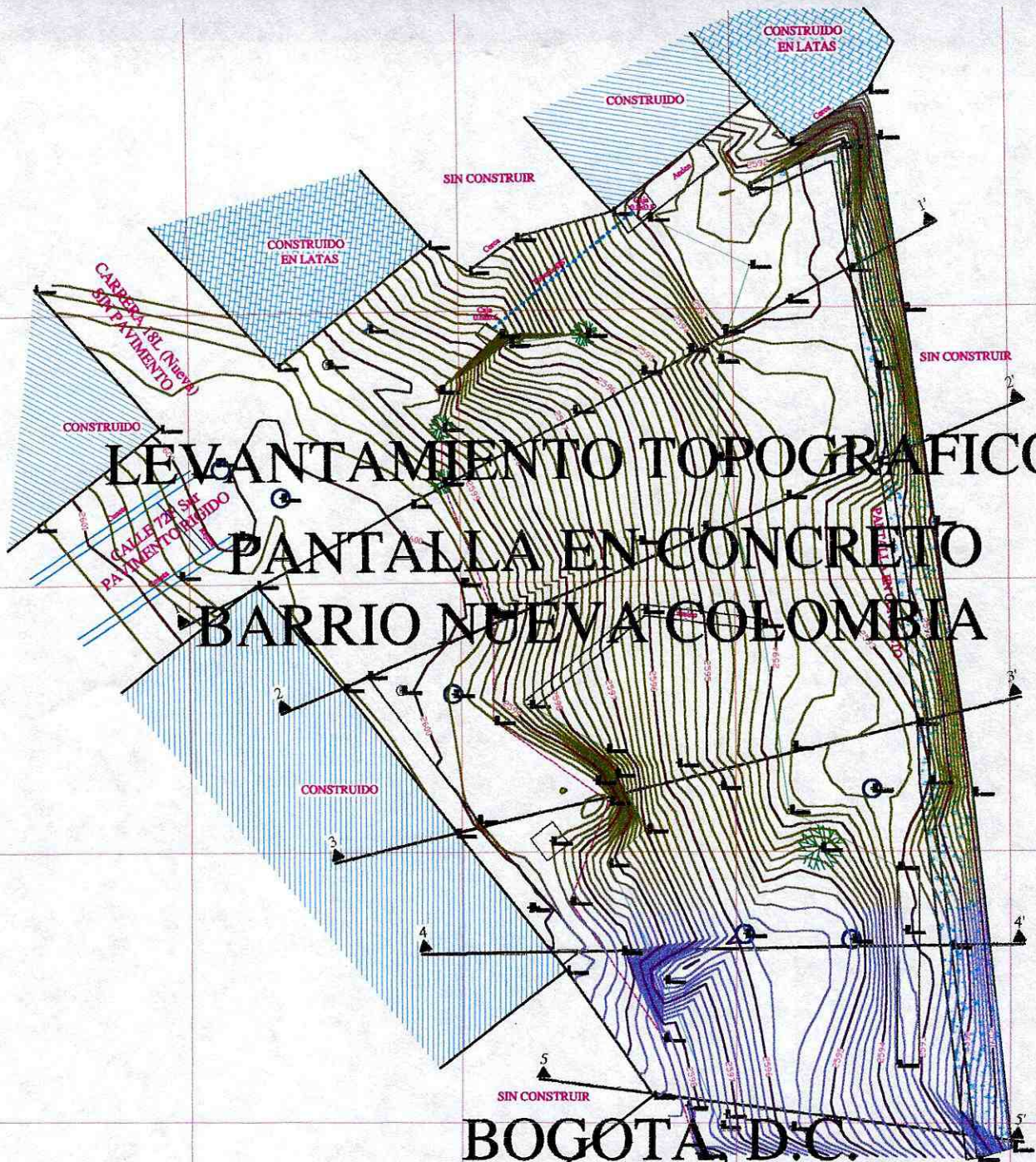
CONSORCIO CONSTRUCTORES

DIC / 2004

CONSORCIO CONSTRUCTORES
ANEXO D
CRONOGRAMA

Punto No. 7 - Nueva Colombia, Ciudad Bolívar

CRONOGRAMA DE OBRAS				
ACTIVIDAD	SEMANAS			
	1	2	3	4
Obras de estabilización y protección				



LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
PANTALLA EN CONCRETO
BARRIO NUEVA COLOMBIA

BOGOTÁ, D.C.

NOVIEMBRE DE 2005

CALCULO DETALLES NUEVA COLOMBIA

02 de noviembre de 2005


Est	Punto	Dist. Inclínada	Dist. H	Ang. Vert.			P m	HTR m	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA m
				g	m	s			g	m	s	g	m	s	Norte	Este	
D-1	NORTE	12.29	12.289	89°	15'	06"	1.48	1.382	168°	38'	12"	180°	00'	00"	5000.000	2000.000	2600.000
	REF-1	10.11	10.110	89°	42'	45"	1.48		296°	37'	15"	296°	37'	15"	5004.530	1990.962	2600.062
	REF-2	20.27	20.227	93°	45'	00"	1.48		159°	51'	33"	159°	51'	33"	4981.010	2006.965	2598.579
	1	14.83	14.830	90°	01'	06"	1.48		165°	10'	40"	165°	10'	40"	4985.663	2003.794	2599.897
	2	7.57	7.562	87°	21'	15"	1.48		269°	52'	09"	269°	52'	09"	4999.983	1992.438	2600.251
	3	15.86	15.803	85°	07'	39"	1.48		277°	56'	27"	277°	56'	27"	5002.183	1984.349	2601.244
	4	12.47	12.470	89°	54'	00"	1.48		297°	47'	57"	297°	47'	57"	5005.816	1988.969	2599.924
	5	19.15	19.143	91°	36'	03"	1.48		305°	09'	06"	305°	09'	06"	5011.021	1984.348	2599.367
	6	10.51	10.508	91°	08'	03"	1.48		319°	55'	57"	319°	55'	57"	5008.042	1993.236	2599.694
	7	12.65	12.497	98°	55'	57"	2.6		355°	01'	33"	355°	01'	33"	5012.450	1998.916	2596.842
	8	12.02	11.484	107°	10'	54"	1.48		01°	57'	24"	01°	57'	24"	5011.477	2000.392	2596.510
	9	13.59	12.862	108°	50'	36"	1.48		09°	23'	48"	09°	23'	48"	5012.689	2002.100	2595.748
	10	17.25	14.725	121°	23'	39"	0.3		22°	27'	42"	22°	27'	42"	5013.608	2005.626	2593.412
	11	22.16	20.149	114°	36'	00"	1.48		37°	05'	30"	37°	05'	30"	5016.072	2012.152	2591.514
	12	25.21	23.419	111°	43'	36"	2.5		40°	00'	45"	40°	00'	45"	5017.937	2015.057	2590.213
	13	19.75	17.944	114°	41'	33"	1.48		36°	14'	09"	36°	14'	09"	5014.474	2010.607	2592.406
	14	24.24	22.399	112°	28'	30"	2.6		43°	23'	24"	43°	23'	24"	5016.277	2015.387	2590.219
	15	21.24	19.083	116°	02'	54"	2.07		58°	35'	42"	58°	35'	42"	5009.944	2016.287	2590.932
	16	19.58	17.463	116°	53'	15"	2.6		83°	05'	06"	83°	05'	06"	5002.103	2017.336	2590.884
	17	22.04	20.242	113°	18'	18"	2.6		112°	47'	48"	112°	47'	48"	4992.157	2018.661	2590.774
	18	30.25	28.983	106°	38'	21"	2.6		136°	10'	00"	136°	09'	00"	4979.093	2020.073	2590.483
	19	29.69	28.399	106°	57'	39"	0.2		138°	30'	57"	138°	30'	57"	4978.725	2018.812	2592.898
	20	20.08	18.647	111°	46'	42"	1.48		113°	24'	18"	113°	24'	18"	4992.593	2017.113	2592.984
	21	18.66	17.117	113°	28'	00"	1.48		62°	47'	36"	62°	47'	36"	5007.826	2015.223	2593.086
	22	22.98	21.226	112°	32'	00"	0		41°	23'	39"	41°	23'	39"	5015.923	2014.035	2593.248
	23	17.02	15.065	117°	44'	03"	1.48		27°	28'	54"	27°	28'	54"	5013.365	2006.952	2592.891
	24	17.45	15.723	115°	42'	33"	1.9		42°	35'	45"	42°	35'	45"	5011.574	2010.641	2592.661
	25	14.53	12.475	120°	50'	39"	1.48		49°	18'	39"	49°	18'	39"	5008.133	2009.459	2593.506
	26	13.4	10.472	128°	36'	21"	0.3		64°	18'	39"	64°	18'	39"	5004.539	2009.437	2594.548
	27	13	11.110	121°	16'	54"	1.48		98°	19'	30"	98°	19'	30"	4998.391	2010.993	2594.133
	28	16.14	14.643	114°	52'	19"	1.48		125°	24'	00"	125°	24'	00"	4991.518	2011.936	2593.743
	29	20.39	19.068	110°	44'	54"	1.48		123°	38'	57"	123°	38'	57"	4989.435	2015.873	2593.147
	30	24.75	23.860	105°	24'	54"	1.48		138°	20'	33"	138°	20'	33"	4982.174	2015.859	2593.560
	31	18.31	16.827	113°	13'	09"	1.48		117°	11'	54"	117°	11'	54"	4992.309	2014.966	2593.268
	32	20.4	19.410	107°	55'	36"	0		132°	58'	03"	132°	58'	03"	4986.771	2014.203	2595.408
	33	16.95	16.601	101°	38'	45"	2.2		141°	40'	22"	141°	40'	22"	4986.977	2010.295	2595.831
	34	17.27	16.395	108°	19'	18"	1.6		127°	02'	12"	127°	02'	12"	4990.125	2013.087	2594.628
	35	13.4	12.075	115°	41'	54"	1		128°	47'	21"	128°	47'	21"	4992.436	2009.412	2595.146
	36	8.14	6.734	124°	10'	36"	1.48		99°	06'	54"	99°	06'	54"	4998.933	2006.649	2596.119
	37	5.35	5.152	105°	38'	06"	1.48		151°	15'	48"	151°	15'	48"	4995.482	2002.477	2598.513
	38	8.47	8.107	106°	50'	09"	1.48		139°	36'	42"	139°	36'	42"	4993.825	2005.253	2597.554
	39	11.5	11.354	99°	08'	36"	2.6		143°	44'	09"	143°	44'	09"	4990.845	2006.716	2596.978
	40	11.69	11.674	92°	57'	24"	2.6		152°	56'	42"	152°	56'	42"	4989.603	2005.310	2598.180
	41	16.52	16.440	95°	37'	54"	3.6		153°	20'	18"	153°	20'	18"	4985.308	2007.377	2596.169
	42	22.45	22.401	93°	46'	54"	2.6		154°	58'	42"	154°	58'	42"	4979.701	2009.475	2597.305
	43	22.85	22.807	93°	30'	06"	1.48		157°	57'	36"	157°	57'	36"	4978.859	2008.559	2598.509
	44	18.44	18.375	94°	48'	42"	1.48		156°	28'	42"	156°	28'	42"	4983.152	2007.333	2598.361
	45	12.45	12.446	91°	32'	18"	1.48		161°	36'	15"	161°	36'	15"	4988.190	2003.928	2599.568
	46	9.72	9.719	90°	55'	42"	1.48		146°	42'	12"	146°	42'	12"	4991.877	2005.335	2599.745
	47	5.25	5.243	93°	03'	00"	1.48		167°	04'	42"	167°	04'	42"	4994.890	2001.172	2599.623
	48	1.7	1.693	95°	11'	18"	1.48		134°	12'	12"	134°	12'	12"	4998.820	2001.214	2599.749
	49	3.8	3.775	96°	37'	18"	1.48		350°	19'	42"	350°	19'	42"	5003.721	1999.366	2599.467
	50	5.94	5.780	103°	20'	48"	1.48		353°	38'	18"	353°	38'	18"	5005.744	1999.360	2598.568
	51	4.12	4.117	92°	00'	18"	1.48		184°	14'	24"	184°	14'	24"	4995.894	1999.696	2599.758
	52	10.12	10.116	91°	33'	36"	1.48		161°	27'	54"	161°	27'	54"	4990.408	2003.216	2599.627
	53	4.55	4.548	88°	08'	48"	1.48		209°	09'	24"	209°	09'	24"	4996.029	1997.784	2600.049
	54	4.88	4.878	88°	11'	48"	1.48		225°	45'	36"	225°	45'	36"	4996.597	1996.506	2600.055
	55	7.38	7.376	88°	01'	03"	1.48		295°	36'	18"	295°	36'	18"	5003.187	1993.349	2600.157
	56	10.41	10.399	87°	18'	48"	1.48		271°	56'	24"	271°	56'	24"	5000.352	1989.607	2600.389
	57	8.4	8.399	89°	10'	24"	1.6		282°	25'	12"	282°	25'	12"	5001.806	1991.797	2599.903
	58	10.68	10.680	89°	59'	00"	1.48		292°	43'	00"	292°	42'	60"	5004.124	1990.148	2599.905
	59	9.5	9.476	94°	01'	54"	1.48		328°	58'	48"	328°	58'	48"	5008.121	1995.116	2599.236
	60	10.09	9.991	98°	01'	21"	1.48		340°	19'	39"	340°	19'	39"	5009.408	1996.637	2598.508
	61	7.26	7.179	98°	35'	18"	1.48		353°	55'	36"	353°	55'	36"	5007.138	1999.240	2598.830
	62	9.57	9.274	104°	17'	51"	1.48		09°	15'	09"	09°	15'	09"	5009.153	2001.491	2597.612
	63	10.19	8.987	118°	07'	18"	1.48		11°	45'	27"	11°	45'	27"	5008.798	2001.831	2595.666
	64	12.47	10.225	124°	54'	57"	0.2		26°	47'	45"	26°	47'	45"	5009.127	2004.610	2595.329
	65	19.75	18.279	112°	15'	12"	1.48		51°	23'	30"	51°	23'	30"	5011.406	2014.284	2592.980
	66	17.67	15.820	116°	27'	15"	1.48</										

CALCULO DETALLES NUEVA COLOMBIA

02 de noviembre de 2005

Est	Punto	Dist.		Ang. Vert.			P	HTR	Ang. Horint.			Azimut			COORDENADAS		COTA m
		Inclinada	H	g	m	s			m	g	m	s	g	m	s	Norte	
	69	14.24	11.955	122°	54'	33"	0.6		44°	23'	54"	44°	23'	54"	5008.542	2008.364	2594.287
	70	12.33	10.202	124°	10'	06"	0.3		40°	30'	12"	40°	30'	12"	5007.757	2006.626	2595.352
	71	8.89	7.558	121°	46'	18"	0.65		32°	59'	00"	32°	59'	00"	5006.340	2004.114	2596.753
	72	3.43	3.430	89°	58'	18"	1.48		328°	05'	06"	328°	05'	06"	5002.911	1998.187	2599.904
	73	5.87	5.861	86°	47'	24"	1.48		228°	40'	36"	228°	40'	36"	4996.130	1995.599	2600.230
	74	1.55	1.540	96°	32'	48"	1.48		131°	58'	06"	131°	58'	06"	4998.970	2001.145	2599.726
	75	8.08	6.682	124°	12'	21"	1.48		77°	09'	30"	77°	09'	30"	5001.485	2006.515	2596.145
	76	11.05	9.076	124°	46'	54"	1.48		77°	15'	21"	77°	15'	21"	5002.002	2008.852	2594.725
	77	14.35	12.301	120°	59'	48"	1.48		75°	25'	00"	75°	25'	00"	5003.097	2011.904	2593.567
	78	17.52	15.854	115°	11'	18"	1.48		74°	15'	36"	74°	15'	36"	5004.301	2015.260	2593.155
	79	18.97	17.455	113°	03'	12"	1.48		107°	34'	00"	107°	33'	60"	4994.732	2016.641	2593.067
	80	15.31	13.543	117°	48'	06"	1.48		116°	47'	33"	116°	47'	33"	4993.895	2008.089	2593.586
	81	11.35	10.331	114°	27'	33"	1.48		130°	32'	18"	130°	32'	18"	4993.285	2007.852	2595.624
	82	9.2	9.015	101°	30'	36"	1.48		141°	52'	42"	141°	52'	42"	4992.908	2005.565	2598.103
	83	8.78	8.776	91°	41'	00"	1.48		146°	42'	06"	146°	42'	06"	4992.665	2004.818	2599.644
	84	8.81	8.808	91°	15'	54"	1.48		176°	24'	18"	176°	24'	18"	4991.209	2000.552	2599.708
	85	9.3	9.296	88°	23'	18"	1.48		181°	24'	36"	181°	24'	36"	4990.706	1999.771	2600.163
	86	14.82	14.808	92°	18'	32"	1.48		157°	02'	09"	157°	02'	09"	4986.366	2005.777	2599.305
	87	21.78	20.656	108°	29'	03"	1.7		128°	41'	18"	128°	41'	18"	4987.088	2016.124	2593.133
	88	23.53	22.328	108°	23'	33"	1.7		127°	04'	33"	127°	04'	33"	4986.539	2017.814	2592.637
	89	23.65	23.452	97°	25'	24"	2.6		149°	15'	33"	149°	15'	33"	4979.843	2011.988	2595.752
	90	21.95	21.900	93°	52'	36"	2.6		154°	05'	45"	154°	05'	45"	4980.301	2009.567	2597.301
	91	21.08	21.022	94°	15'	57"	1.48		157°	08'	30"	157°	08'	30"	4980.629	2008.166	2598.338

CARLOS HERNANDO MORENO MORENO
TOPOGRAFO



NOVIEMBRE 02/05

RIESGOS
Barro Nueva Colombia

Δ	○	α HORIZONTAL	α VERTICAL	DISTANCIA T	hT	OBSERVACION
	N	00° 00' 00"	105° 47' 50"			NORTE ANCHURA POSIC
1					1.382	STACO
	REF 1	168° 38 19	89° 15 06	12.29	1.48	REF 1
	REF 2	296° 37 15	89° 42 45	10.11	"	REF 4 2
1	I	159° 51 33	93° 45 00	20.27	"	PARAMENTO
2	I	165° 10 40	90° 01 06	14.83	"	"
3	I	269° 52 09	87° 21 15	7.57	"	"
4	I	277° 56 27	85° 09 39	15.86	"	"
5	I	297° 47 57	89° 24 00	12.47	"	"
6	I	305° 09 06	91° 36 03	19.15	"	"
7	I	319 55 57	91 08 03	10.51	"	"
8	I	355 01 33	98 55 57	12.65	2.60	"
9	I	1° 57 24	107 10 54	12.02	1.48	"
10	I	9° 23 48	108 50 36	13.59	"	"
11	I	22 27 42	121° 23 39	17.25	0.30	"
12	I	37 05 30	114° 36 00	22.16	1.48	LATAS
13	I	40 90 45	111 43 36	25.21	2.50	"
14	I	36° 14 09	114 41 33	19.75	1.48	PATA MUROS
15	I	43° 23 24	112° 28 30	24.24	2.60	" "
16	I	58° 35 42	116 02 54	21.24	2.07	" "
17	I	83° 05 06	116° 53 15	19.58	2.60	" "
18	I	112° 47 48	113° 18 18	22.04	"	" "
19	I	136° 10 00	106° 38 21	30.25	2.60	FIN PATA MUROS
20	I	138° 30 57	106° 57 39	29.69	0.20	CASELA MURO
21	I	113° 24 18	111° 46 42	29.08	1.48	"
22	I	62° 47 36	113° 28 00	18.66	"	"
23	I	041° 23 39	112° 32 00	22.98	0.00	" ANCHO = 0.40
24	I	29° 28 54	117° 44 03	17.02	1.48	PATA ANDEN
25	I	42° 35 45	115° 42 33	17.45	1.90	"
26	I	49 78 39	120° 59 39	14.53	1.48	"
27	I	64 18 39	128° 36 21	13.40	0.30	"
28	I	98 19 30	121° 16 54	13.00	1.48	"
29	I	125 24 00	114° 52 19	16.14	"	"
30	I	123 38 57	110° 44 54	20.39	"	PATA ANDEN
31	I	138 20 33	105° 24 54	24.75	"	ANDEN
32	I	117° 11 54	113° 13 09	18.31	"	P2
33	I	132° 58 03	107° 55 36	29.49	0.0	P2 (130 PISO)
34	I	141° 40 22	101 38 45	16.75	2.20	P2
35	I	127° 02 12	108° 19 18	17.27	1.60	ARDOZ φ 50
36	I	128° 47 21	115° 41 54	13.40	1.00	TOPOGAD
37	I	99° 06 54	124° 10 36	8.14	1.48	CARRINO
38	I	151° 15 48	105° 38 06	5.35	"	" PATA
39	I	139° 36 42	106° 50 09	8.47	"	PATA
40	I	143° 44 09	99° 08 36	11.59	2.60	"
41	I	152° 56 42	92° 57 24	11.69	"	"
42	I	153° 20 18	95° 39 54	16.32	3.60	"
43	I	154° 58 42	93. 46 54	22.45	2.60	"

PANTALLA EN CONCRETO BARRIO Nueva Colombia

Δ	⊙	κ HORIZON	κ VERTICAL	DISTAN	hT	OBSERVACION
44		157° 57 36	93° 30 06	22.85	1.48	CABEZA
45		156° 28 42	94° 48 42	18.44	"	"
46		161° 36 15	91° 32 18	12.45	"	"
47		146° 42 12	90° 55 42	9.72	"	"
48		167° 04 42	93° 03 00	5.25	"	"
49		134° 12 12	95° 11 18	1.70	"	"
50		350° 19 42	96° 37 18	3.80	1.48	ANBAL φ 40
51		353° 38 18	103° 20 48	5.94	1.48	" φ 20
52		184° 14' 24	92° 00 18	4.12	"	P2
53		161° 27 54	91 33 36	10.12	"	P2 CADA 1x1
54		209 09 24	88 08 48	4.55	"	PASTE
55		225° 45 36	88 11 48	4.88	"	FIN ANDEN ANCHO 1.0
56		295° 36 18	88 01 07	7.38	"	P2
57	I	271° 56 24	87 18 48	10.41	"	FONDO CUNETA 0.30 ANCHO
58	I	282° 25 12	89 10 24	8.40	1.60	" "
59		292° 43 00	89 59 00	10.68	1.48	CUNETA FONDO
60		328° 58 48	94° 01 54	9.50	"	PASTE
61		340° 19 39	98° 01 21	10.09	"	VALULLA
62		353° 55 36	98° 35 18	7.26	"	MOJON
63		9° 15 09	104° 17 51	9.57	"	CADA 60 x 60
64		11° 45 27	118° 07 18	10.19	"	PATA
65		26° 47 45	124° 54 57	12.49	0.20	ANBAL φ .20
66		51° 23 30	112° 15 12	19.75	1.48	PERFIL PERIL CABEZA 1700
67		49° 24 18	116° 27 15	17.67	"	"
68		46° 13 24	122° 06 48	15.74	0.60	PATA
69		44° 23 54	122° 54 33	14.24	0.30	ANBAL φ .20
70		40 30 12	124° 10 06	12.33	0.65	
71		39° 59 00	121° 46 18	8.89	1.48	
72		328° 05 06	89° 58 18	3.43	"	CABEZA
73		228° 40 36	86° 47 24	5.87	"	PARA MANTEN UNIR CON EL N. 3
74		131° 58 06	96° 32 48	1.55	"	CABEZA PERIL # 2
75		77° 09 30	124° 12 21	8.08	"	TOROS
76		77° 15 21	124° 46 54	11.05	"	PATA
77		75° 25 00	120° 59 48	14.35	"	"
78		74° 15 36	115° 11 18	17.52	"	"
79		107° 34 00	113° 03 12	18.97	"	PERFIL # 3 JUNA
80		116° 47 33	117° 48 06	15.31	"	PATA
81		130° 32 18	114° 27 33	11.35	"	DETACH
82		141° 52 42	101° 30 36	9.20	"	PATA
83		146° 42 06	91° 41 00	8.78	"	CABEZA
84		176° 24 18	91° 15 54	8.81	"	13a ANDEN ht + 0.40
85		181° 24 36	88° 23 18	9.30	"	PARA MANTEN
86		157° 02 09	92° 18 32	14.82	"	CABEZA PERIL # 4
87		128 41 18	108° 29 03	21.78	1.70	
88		127 04 33	108° 23 33	23.53	1.70	
89		149 15 33	97° 25 24	23.65	2.60	PERIL # 5 ANBAL φ 0.20
90		154 05 45	93° 52 36	21.95	2.60	PATA
91		157 08 30	94 15 57	21 08	1.48	CABEZA

PERFIL # 1
 PERFIL # 2
 PERFIL # 3
 PERFIL # 4

PERFIL # 1

DOCUMENTO ANEXO

AL DIAGNÓSTICO TÉCNICO No. DI - 2172

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE

CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE No. 203 DE 2004

PUNTO No. 7 – NUEVA COLOMBIA, CIUDAD BOLÍVAR

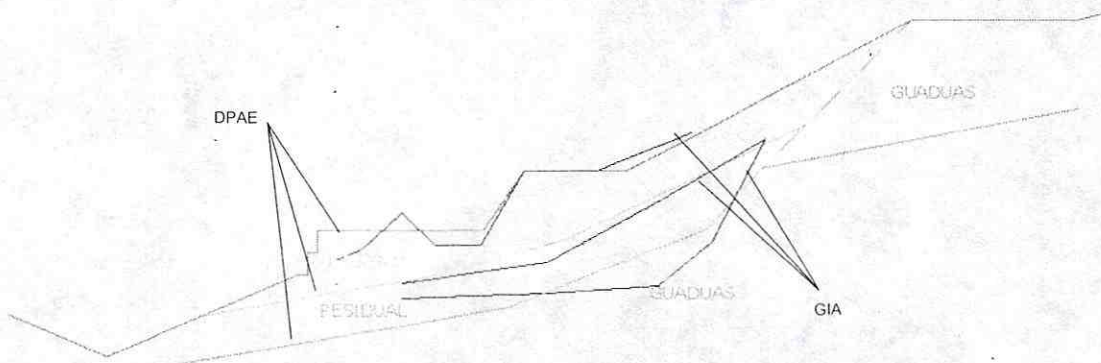
1 INTRODUCCIÓN

Con base en el diagnóstico técnico DI-2172 presentado por el Consorcio Constructores en noviembre del 2004, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, transmitió a esta consultoría el deseo de conocer el comportamiento de la ladera en el trasdos de la pantalla (en la cual discurre la Carrera 18L). Luego de numerosas comunicaciones tanto de la DPAE como del Consorcio Constructores, se acordó dar prioridad a las necesidades de la comunidad y dejar a un lado los aspectos jurídicos (en este caso el objeto contractual), e intentar resolver la inquietud ya reseñada.

Con este fin, la DPAE entregó a esta consultoría:

- Un perfil topográfico levantado con cinta y brújula.
- Una reinterpretación del modelo geológico. Ésta es sustancialmente similar a la original. Las diferencias pueden reposar en la metodología de extrapolación de las perforaciones (Véase la **Figura 1**). En este trabajo se emplearon: las nuevas evidencias morfológicas, sus cambios a la fecha y la revisión de los informes de Ingeocim Ltda. (1999) y Consorcio Constructores (2004), en especial de sus componentes de exploración del subsuelo.
- Los resultados de los análisis de estabilidad con el programa Slope-W.

Figura 1 Comparación del modelo geológico



CONSORCIO CONSTRUCTORES		CONTRATO DE CONSULTORÍA FOPAE 203/04		DOCUMENTO ANEXO PAG. 1	
VERSIÓN:	1.0			FECHA	NOVIEMBRE/04
ELABORÓ:	JHAC	REVISÓ:	JALG	APROBÓ:	ING. DIANA AREVALO

2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Con este tópico se obtienen valores absolutos del factor de seguridad para condiciones unitemporales (condición actual), en el marco de un procedimiento netamente determinístico y difiere del realizado en el DI-2172, en que el enfoque está determinado por la ladera hasta la corona circunscrita por la Carrera 18L, y no tan sólo a la pantalla. Bajo esta consideración, la modelación de estabilidad requiere como insumos: los parámetros efectivos de resistencia de cada material (Tabla 4 del Diagnóstico Técnico DI-2172), los eventos detonantes y el método de análisis.

2.1 Eventos Detonantes

Los agentes detonantes, definidos como variables aleatorias o fuentes de incertidumbre se establecen como condiciones asociadas a la ocurrencia de lluvias (LI) y sismos (Eq). Tales condiciones son cuatro, y corresponden a la combinación de ocurrencia o no de lluvias críticas y de sismos de diseño.

La ocurrencia de las lluvias y la presencia del agua al interior del talud, es predominante la ausencia de niveles piezométricos deducibles de la exploración del subsuelo. Sin embargo, parece apropiado asumir estados instantáneos de saturación, es decir, evaluar la condición de estabilidad bajo condición extrema (así sea momentánea) con tabla de agua en superficie, por presencia de agua al interior de la masa.

En cuanto a la variable sismo, se toma como base el valor empleado en el estudio de Ingeocim Ltda. (1999), $a_h=0.20g$, y se tiene en cuenta un tercio de este valor como aceleración vertical, $a_v=0.067g$.

2.2 Modelación

Se fundó en los principios de la teoría de equilibrio límite y del criterio de resistencia de Mohr – Coulomb, y se empleó como herramienta de trabajo el programa PCStable 6, método de Janbu. Con éste, se obtuvieron valores de FS , para las 4 combinaciones posibles de los parámetros críticos involucrados (coeficientes promedio de cohesión y ángulo de fricción, sismo y lluvia).

Bajo los lineamientos anteriores, y con el fin de adelantar la tarea de evaluación de estabilidad, se introducen estos elementos al programa PCSTABLE y los factores de seguridad se comparan con los obtenidos por el grupo de profesionales de la DPAE (véase la **Tabla 1**). Si bien unos y otros son similares, con variaciones porcentuales entre el 2% y el 7%, las diferencias recaen en el método de análisis empleado; sin embargo, los valores del Consorcio Constructores son más conservadores. Adicionalmente, esta consultoría realiza el análisis tanto para falla local (véanse las Figuras 2 a 5) como para falla general (véanse las Figuras 6 a 9), y ambos resultados se condensan en la **Tabla 2**.

Tabla 1 Factores de Seguridad comparativos

Material	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS _{DPAE}	FS _{GIA}
	ϕ' (°)	c' (T/m ²)	Lluvia	Sismo		
Relleno	23,3	0,85	Sin	Sin	1.624	1.592
			Sin	Con	1.272	1.226
Suelo Residual	21,2	5,20	Con	Sin	1.194	1.140
Arcillolita	18,6	9,20	Con	Con	0.872	0.808

Figura 2 Falla Local – Sin sismo Sin Lluvia – FS=1.592

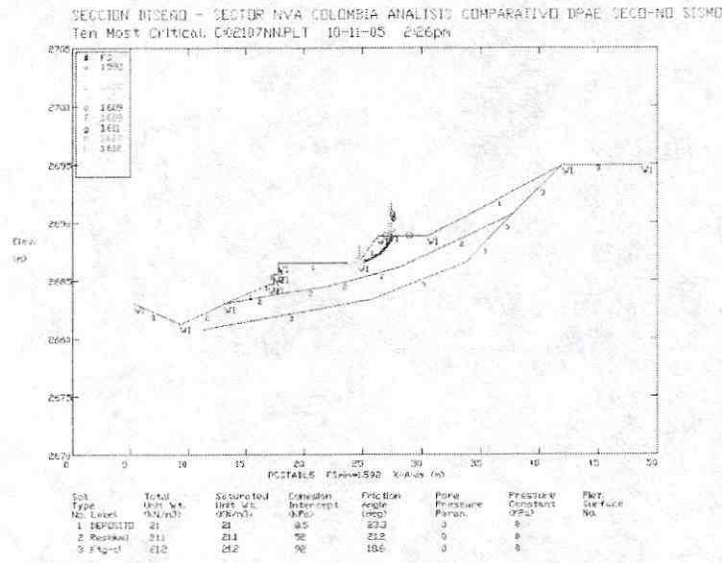


Figura 3 Falla Local – Con sismo Sin Lluvia – FS=1.223

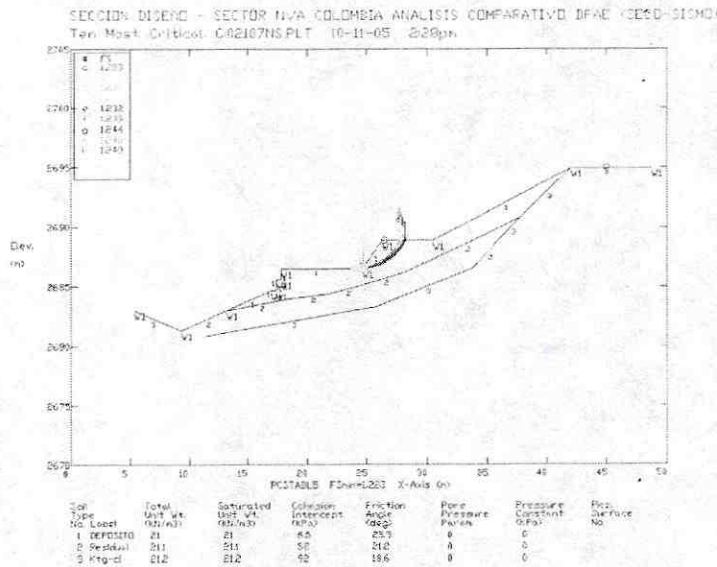


Figura 4 Falla Local – Sin sismo Con Lluvia – FS=1.140

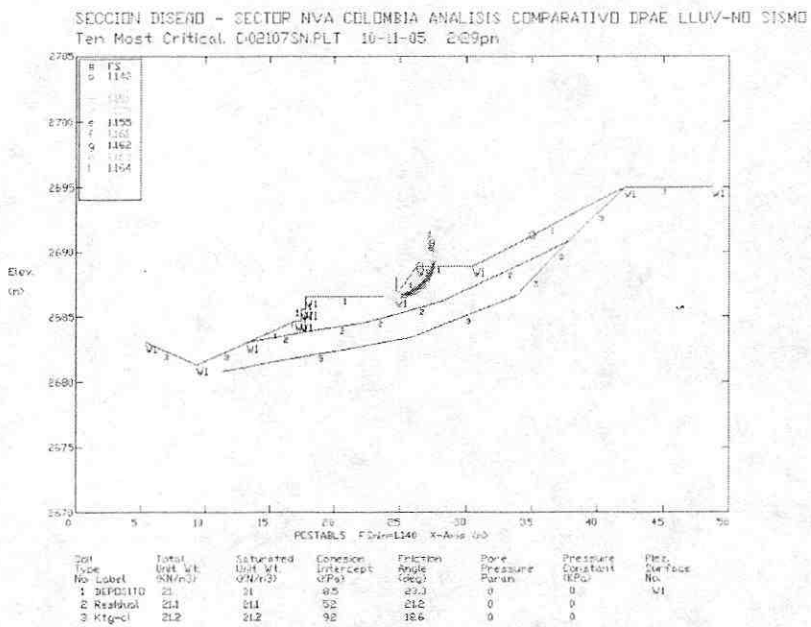


Figura 5 Falla Local – Con sismo Con Lluvia – FS=0.823

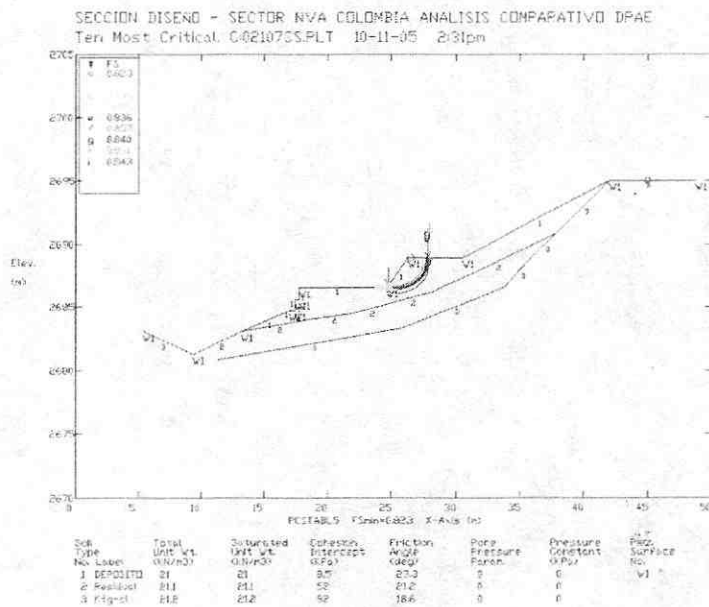


Figura 6 Falla General – Sin sismo Sin Lluvia – FS=1.876

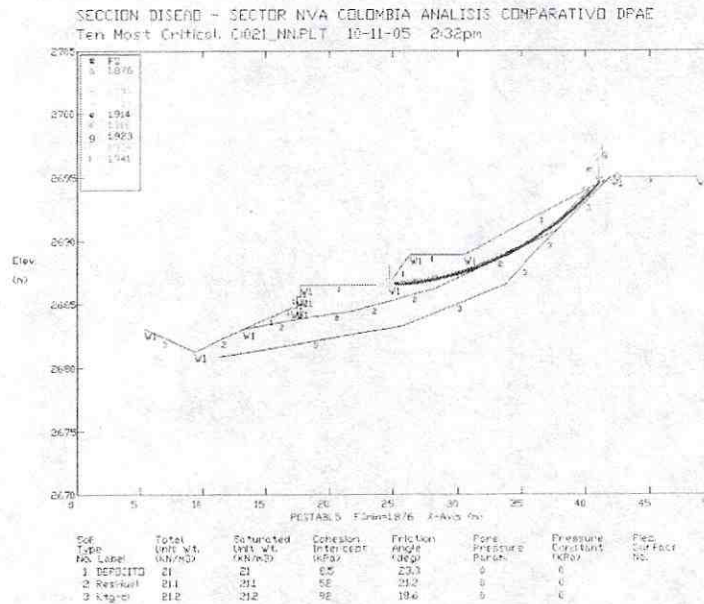


Figura 7 Falla General – Con sismo Sin Lluvia – FS=1.226

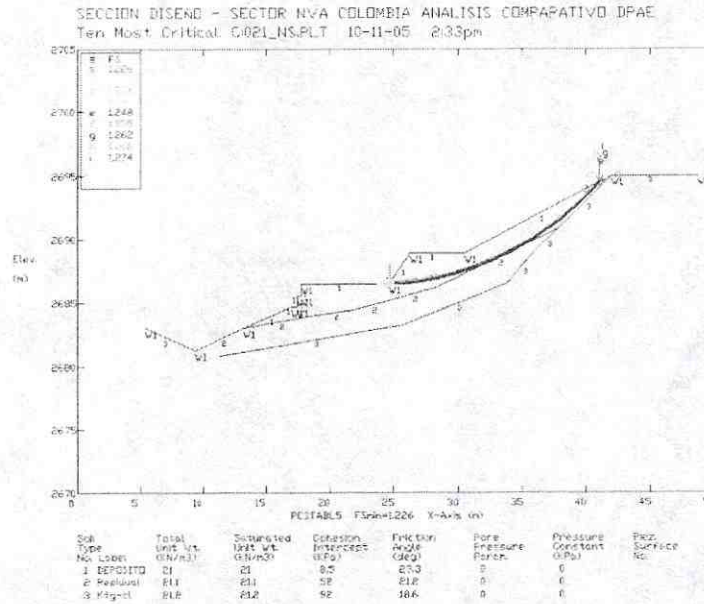


Figura 8 Falla General – Sin sismo Con Lluvia – FS=1.292

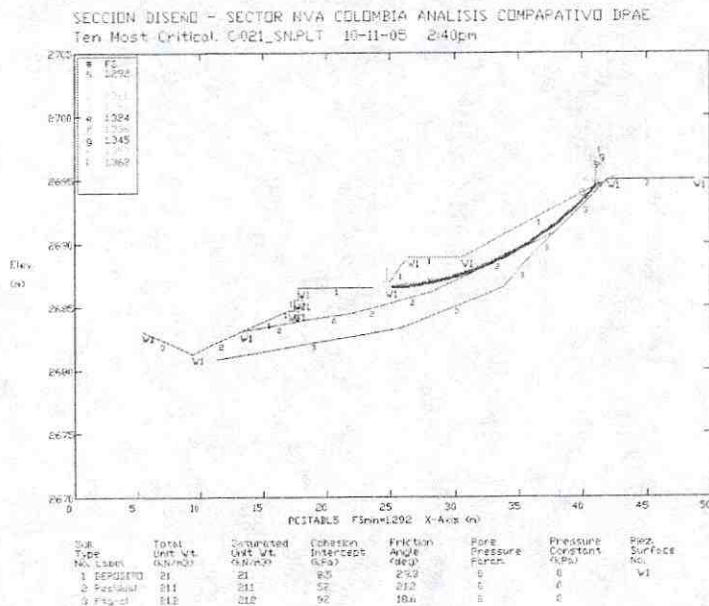


Figura 9 Falla General – Con sismo Con Lluvia – FS=0.808

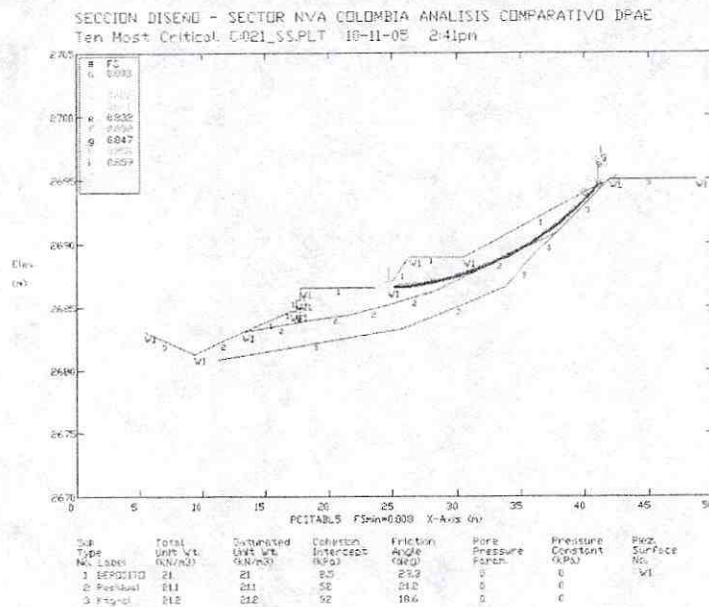


Tabla 2 FS para Falla Local y Falla General

Material	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS local	FS general
	ϕ' (°)	c' (T/m ²)	Lluvia	Sismo		
Relleno	23,3	0,85	Sin	Sin	1.592	1.876
			Sin	Con	1.223	1.226
Suelo Residual	21,2	5,20	Con	Sin	1.140	1.292
Arcillolita	18,6	9,20	Con	Con	0.823	0.808

De los resultados expuestos en la **Tabla 2**, se establece el buen comportamiento de la ladera ante la ausencia o acción individual de los eventos detonantes, aunque para su acción conjunta el factor de seguridad es inferior a la unidad. Esto puede interpretarse de dos formas: la primera, es que debe evitarse dicha acción conjunta, y en este sentido, el evento detonante controlable es la presencia de agua en la masa; el sismo es completamente estocástico; la segunda, es la eliminación de la porción de la ladera susceptible a la remoción, en otras palabras, y como se puede inferir de las **Figuras 2 a 9**, perfilar el relleno.

4. MEDIDAS RECOMENDADAS

En la decisión de este tópico se combinan aspectos técnicos y sociales, en búsqueda de mejorar tanto la condición de estabilidad como el entorno desde el punto de vista paisajístico. Toma importancia captar el agua lluvia infiltrada en el interfluvio de la pantalla, y la que en caso de una fuga de la red de alcantarillado se pueda presentar (en éste último sentido la medida es sólo preventiva); asimismo disminuir el espesor del relleno, por lo que se propone:

- Mejorar el drenaje en el trasdos de la pantalla mediante una trinchera paralela a su cara y a un metro de distancia (hacia atrás), la cual sólo se interrumpirá en los anclajes, dejando por lo menos 0,25 m a lado y lado del eje de estos. Sus dimensiones serán 0,60 m de ancho y 1,50 m de profundidad, recubierta con geotextil no tejido y tendrá tubería PVC perforada de 4". Este sistema desaguará en la red de alcantarillado existente.
- Perfilar el relleno mediante dos terrazas o taludes unitarios de altura variable, pero igual pendiente 1H:1V, y con una berma de dos metros de ancho entre ambos. Tanto en la corona del corte como en la berma, se dispondrá un canal o zanja para recolección de agua. Los efluentes de las dos serán conducidas al sistema de alcantarillado.
- Empradizar las superficies libres expuestas por efecto del perfilado.

De las acciones descritas, se evidencia un cambio drástico en los factores de seguridad para el caso de la falla general, efecto de la fuerte intervención y movilización del lleno. En cuanto a la falla local, el único cambio tiene que ver con los FS asociados a la presencia de agua. Lo anterior se observa en la **Tabla 3**, en las **Figuras 10 a 15**, y se puede contrastar con la **Tabla 2**; asimismo, el esquema de obras se encuentra en la **Figura 16**.

Tabla 3 FS con obras para Falla Local y Falla General

Material	VARIABLES DE ANÁLISIS				FS _{local}	FS _{general}
	ϕ' (°)	c' (T/m ²)	Lluvia	Sismo		
Relleno	23,3	0,85	Sin	Sin	1.592	4.823
			Sin	Con	1.223	3.271
Suelo Residual	21,2	5,20	Con	Sin	1.598	4.814
Arcillolita	18,6	9,20	Con	Con	1.194	3.264

Figura 10 Falla Local – Sin sismo Con Lluvia – FS=1.598

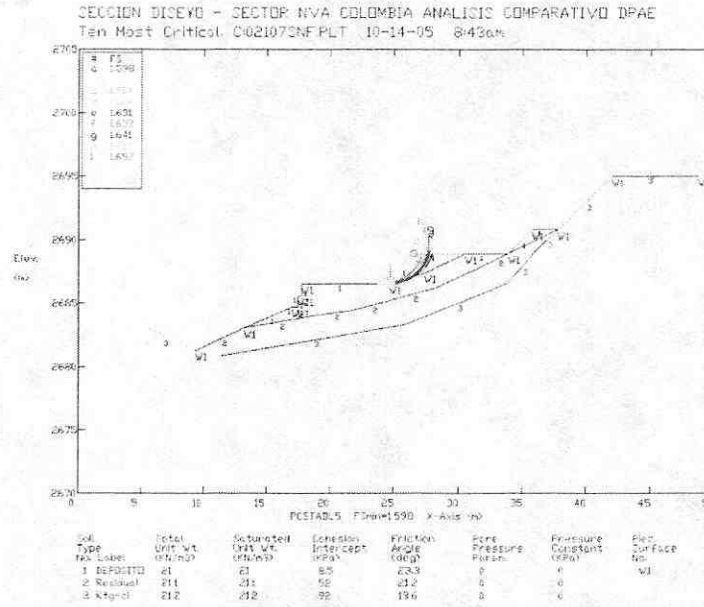


Figura 11 Falla Local – Con sismo Con Lluvia – FS=1.194

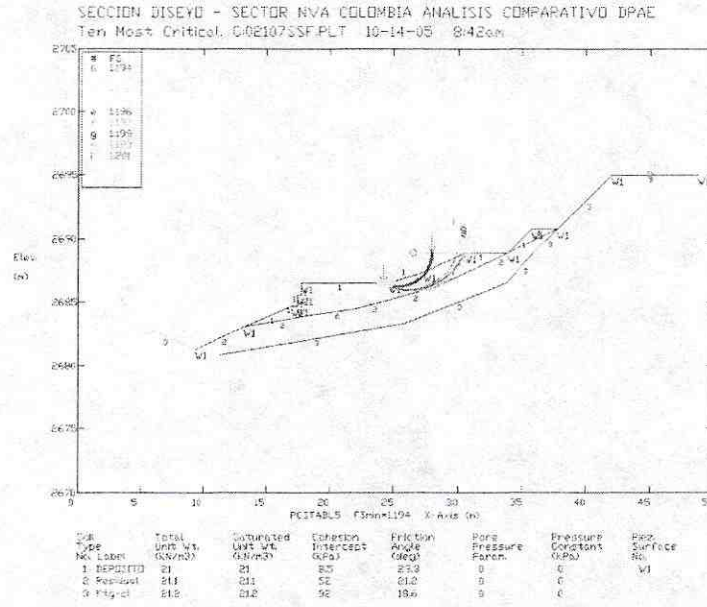


Figura 12 Falla General – Sin sismo Sin Lluvia – FS=4.823

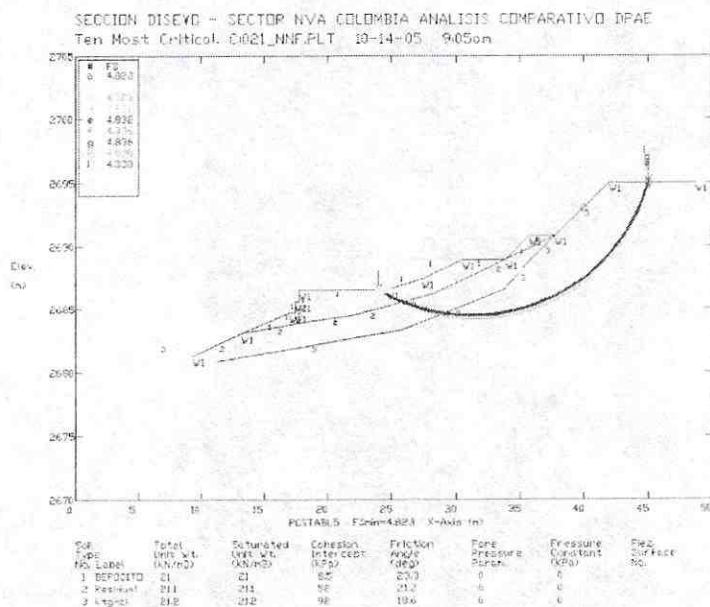


Figura 13 Falla General – Con sismo Sin Lluvia – FS=3.271

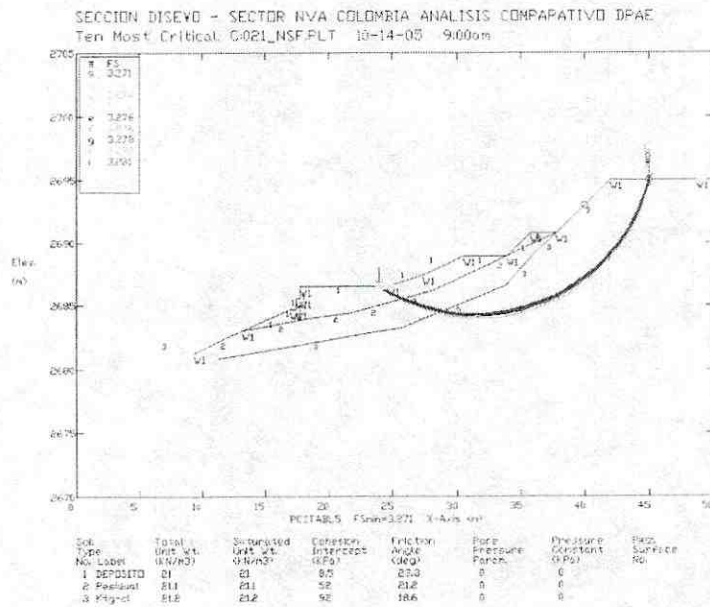


Figura 14 Falla General – Sin sismo Con Lluvia – FS=4.814

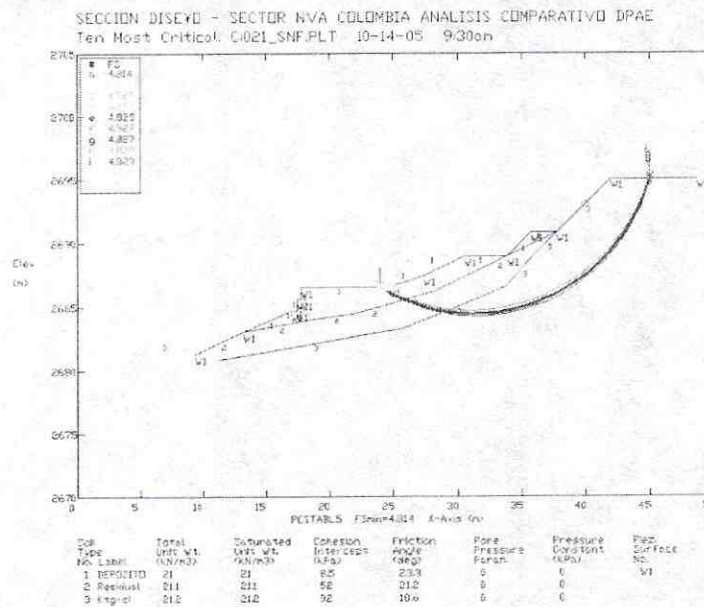


Figura 15 Falla General – Con sismo Con Lluvia – FS=3.264

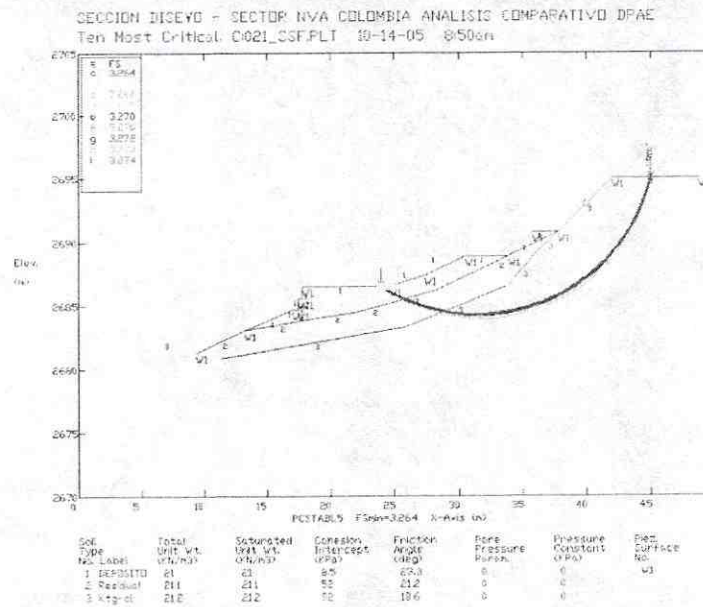


Figura 16 Esquema de las medidas recomendadas

