000001

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

D.P.A.E

CONTRATO Nº CONS-112/2003
DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE EN BOGOTA D.C.

SITIO Nº2 BARRIO EL TRIANGULO BAJO

VICTOR H. KUHN N.

DIAGNOSTICO TÉCNICO DaDI-1781

BOGOTA D.C. JULIO DE 2003

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

D.P.A.E

CONTRATO Nº CONS-112/2003
DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE EN BOGOTA D.C.

SITIO Nº2 BARRIO EL TRIANGULO BAJO

VICTOR H. KUHN N.

BOGOTA D.C. JULIO DE 2003

Bogotá, julio 23 de 2003 I920/2003

Señores,
Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE
Atn. Ingeniero Javier Pava Sanchez.
Coordinador Técnico DPAE.
Interventor del Contrato N° CONS-112/2003.
L.C.

Referencia: *Informe sobre el estudio de suelos, estructural y diseños del punto a ser estabilizado en el barrio El Triángulo Bajo, localidad de San Cristóbal Contrato N° CONS-112/2003.Sitio N° 2.*

Estimados señores:

Tengo el agrado de presentar a continuación, el informe del estudio de suelos, el estudio estructural y los diseños de una zona que se estabilizará en la *calle 16B sur N°16-90 Este, El Triángulo Bajo, localidad de San Cristóbal.* El informe contiene los resultados de los trabajos de campo y de laboratorio de suelos, el análisis geotécnico, el análisis estructural, las consideraciones hidráulicas, y las conclusiones y recomendaciones constructivas, así como presupuestos y cantidades.

Quedo a su entera disposición para ampliar o aclarar cualquier aspecto de este informe.

Atentamente,

Héctor Parra F.
Director del Estudio.
Ingeniero Civil.
Matrícula 12334 de Cund.

Calle 72#12-65 Of.404 Tels. 2124261-2124306 Fax 2175581 E-mail hecpageo@unete.com Bogotá·Colombia

CONTENIDO Hoja #

1. Introducción. 4

2. Trabajos realizados. 6
2.1. Sondeos. 6
2.2. Ensayos de laboratorio de suelos. 6
2.3. Topografía. 7
2.4. Geología. 7
2.5. Análisis geotécnico. (Anexo 5) 7
2.6. Análisis estructural. (Anexo 6) 8
2.7. Consideraciones hidráulicas y de drenaje. (Anexo 6) 8

3. Descripción de los suelos. 9
3.1. Entorno Geológico 9
3.2. Perfil del suelo 9
3.2.1. Relleno de arcilla, limos carmelitos, con basuras y residuos de obra. 9
3.2.2 Arcillolita con tonos grises y morados, CL. 10
3.2.3. Arenisca arcillosa carmelita. 11
3.3. Nivel freático. 11

4. Análisis geotécnico. 12
4.1. Solución propuesta. 12
4.2. Empujes de tierra. 12
4.3. Análisis de estabilidad. 14
4.3.1. Muros de contención. 14
4.3.2. Estabilidad de taludes. 15
4.4. Perfil sísmico. 17

CONTENIDO (continuación) Hoja #

5. Diseños. 18
5.1. Alternativas. 18
5.2. Predimensionamiento. 19
5.3. Diseños hidraúlicos 19
5.3.1. Drenaje superficial 19
5.3.2. Caudal de escorrentía 20
5.3.3. Diseño de cuneta. 21
5.4. Escogencia de la alternativa óptima. 22
5.5. Presupuesto de obra y especificaciones 22
5.6. Cronograma 22
5.7. Limitaciones 23

Anexos.

1. Fotografías.
2. Localización de sondeos.
3. Memorias de sondeos.
4. Resumen de ensayos de laboratorio.
5. Análisis geotécnico.
6. Análisis estructural y constructivo.
7. Cartera topográfica.
8. Presupuesto.
9. Cronograma.
10. Convenciones.
11. Planos.
12. Especificaciones.

1. INTRODUCCION.

El presente informe contiene los resultados del estudio de geotécnico realizado en la calle 16B sur N°16-90 Este, El Triángulo Bajo, localidad de San Cristóbal, en donde se requiere diseñar y construir obras para estabilizar la banca de una vía vehicular. Igualmente contiene el estudio y diseño estructural para la alternativa de contención de la banca.

El presente informe forma parte del contrato de consultoría N° CONS 112/2003 suscrito entre la DPAE y el ingeniero Victor H. Kuhn , y representa el sitio N° 2, estudiado bajo el contrato mencionado, en la modalidad de diseños de emergencia.

El sector objeto de estudio es de topografía inclinada, se encuentra rodeado por casas de uno y dos pisos. Un esquema del sector se muestra en el Anexo N° 11 Plano #1 *"Levantamiento topográfico y localización de Sondeos"*.

En el *capítulo N° 2* se incluye la relación de los trabajos ejecutados para llegar a las conclusiones que se presentan en este informe, así como los principales análisis de geotecnia, estructuras e hidráulica realizados y la metodología de diseño empleada.

En el *capítulo N° 3* se hace una descripción de los suelos encontrados mediante los sondeos realizados y se presenta un perfil estratigráfico de estos.

En el *capítulo N° 4* se presenta el análisis geotécnico en donde se incluye el análisis de estabilidad del talud, el cálculo de empujes de tierra y la solución de estabilización propuesta.

En el *capítulo N° 5* se presenta el análisis estructural en donde se escoge la mejor alternativa de contención para el talud. Se incluye el presupuesto y el cronograma de obra para la solución dada.

Actualmente existe una vivienda que colinda con el deslizamiento de una parte de la banca de la vía, ubicada al pie de la pata del talud. Igualmente en esta zona los propietarios de dicha casa han construido un muro de contención de 2.20 m de altura aproximada, construído deficientemente en concreto ciclópeo; adicionalmente en la pata del muro y a lo largo de la pata de la banca se detectaron filtraciones de agua que posiblemente provienen de las acometidas de las viviendas aledañas. Como medida definitiva de control, se proyecta construir un muro de contención, rellenos en recebo para adecuar la zona derrumbada, y obras de drenaje y subdrenaje.

2. TRABAJOS REALIZADOS.

2.1. Sondeos geotécnicos.

Se realizaron cinco (5) sondeos por medio de barreno manual hasta profundidades máximas de 4.2 metros y con un total de 12 m de perforación, dos (2) apiques hasta profundidades de 1.5 m y una trinchera de 3 m de longitud para investigar la estratigrafía del terreno y los posibles estratos de cimentación. Se tomaron muestras representativas alteradas con muestreador estándar, realizando simultáneamente ensayos de campo de penetración estándar, compresión inconfinada in situ por medio del penetrómetro y clasificación visual.

Se han realizado varias visitas al sitio del proyecto en julio 9, 10, 11 y 12 durante las cuales se organizaron los trabajos de sondeo y muestreo, se realizaron observaciones cuidadosas del entorno del problema y los muestreos de suelos y rocas mediante barrenos, apiques y trincheras.

La localización de sondeos se muestra en el Anexo N° 2 *"Localización de sondeos"* , y el registro detallado de la memoria de éstos y de los resultados de ensayos de campo se incluyen en el Anexo N° 3 "*Memorias de sondeos* ".

2.2. Ensayos de laboratorio de suelos.

Con el fin de conocer las características físicas del suelo y su clasificación se realizaron ensayos de contenido de humedad y límites de Atterberg (límites líquido y plástico), de las muestras más representativas de los estratos encontrados en cada sondeo.

Para conocer las características mecánicas de resistencia y compresibilidad de los estratos encontrados se realizaron ensayos de compresión inconfinada. El resumen de los resultados de ensayos de laboratorio se incluye en el Anexo N° 4 "*Resumen de ensayos de laboratorio* ", al final del presente informe.

2.3. Topografía.

Se realizó un levantamiento topográfico en la zona de estudio y se detalló la topografía del talud y los niveles de las estructuras vecinas. Se incluye la cartera topográfica en el *Anexo # 7.*

2.4. Geología

Se realizó visita al sitio del proyecto para inspeccionar la geología del sector. Se inspeccionaron los afloramientos de rocas que hay en el sector.

2.5. Análisis geotécnico. *(Anexo 5)*

Con base en los resultados de las perforaciones efectuadas se caracterizó el perfil estratigráfico del terreno en cuestión. Se analizaron los resultados de la investigación de los suelos con relación al proyecto y a las cargas de trabajo en los siguientes aspectos:

Capacidad portante.
Se determinaron los factores de seguridad por falla de esfuerzo cortante para una base de muro de contención, tanto en voladizo como en ciclópeo.

Empujes de tierra:
Se analizaron los empujes de tierra producidos por el suelo encontrado en la zona.

Análisis de estabilidad:
Se analizaron los factores de seguridad en cuanto a volcamiento, deslizamiento y capacidad por carga para las alternativas de contención identificadas. También se comprobaron las hipótesis de falla local y falla general involucrando todo el muro proyectado.

2.6. Análisis estructural y diseños. *(Anexo 6)*

Con base en los resultados del estudio de suelos, se procedió a analizar las alternativas de contención para el talud estudiado y se realizó su diseño siguiendo la norma NSR 98.

2.7. Consideraciones hidraúlicas y de drenaje. *(Anexo 6)*

Al muro de contención se le construirán filtros para conducir las aguas subsuperficiales, y se plantean cunetas de superficie que conduzcan las aguas de escorrentía al sistema de drenaje tomando en cuenta las condiciones hidraúlicas del sector.

3. DESCRIPCION DE LOS SUELOS.

3.1. Entorno Geológico

Desde el punto de vista regional el sitio de estudio se encuentra localizado en los cerros sur orientales, donde las Formaciones del Cretácico y Terciario de la secuencia sedimentaria que conforma la cordillera, originan estructuras anticlinales y sinclinales en estrechos pliegues, con ejes orientados al N y NW y en algunos casos se presentan inversiones y colapsos.

Específicamente en el sitio de estudio aflora la Formación Bogotá, compuesta por una secuencia de arcillolitas abigarradas, areniscas friables y limolitas de ambiente continental de depositación, acompañadas de costras duras de óxido de hierro, con un espesor del orden de 1600 m y edad Paleoceno Superior hasta Eoceno Inferior. La Formación Bogotá descansa en forma normal sobre la Formación Guaduas que aflora en una posición topográfica más alta y a su vez infrayace la Formación Cacho.

3.2. Perfil del suelo.

La descripción detallada de los estratos comprobados mediante barrenos apiques y trincheras sigue a continuación.

3.2.1. Relleno de arcilla gris, amarilla y morada, con arena fina, gravas pequeñas y algunos y residuos de obra.

Estrato que subyace de la cobertura vegetal superficial. Tiene un espesor promedio de 1.0 m y una profundidad máxima de 2.1 m. Para los análisis de estabilidad se adoptaron los siguientes parámetros para el relleno que constituye la banca de la vía:

PARAMETRO	Unidad	Valor
Peso unitario humedo	Ton/m^3	2.0
Resistencia al corte (U-U)	Kg/cm^2	0.6
Angulo de Fricción (Ø)	Grados°	30

3.2.2 Arcilla gris con arena muy fina, tonos morados y carmelitos, de consistencia dura a muy dura, CL, CH.

Estrato que se encuentra subyaciendo al anterior, presenta un espesor promedio de 1.2 m y alcanza una profundidad máxima de 3.5 m. Las capas más superficiales de este estrato de base se encuentran alteradas. En el siguiente cuadro se transcriben las principales propiedades de éste estrato.

Este estrato y el siguiente conforman la iniciaión de la secuencia de rocas de la Formación Bogotá.

CARACTERISTICA		VARIACION
Propiedad:		
Humedad natural	%	11-25
Límite líquido	%	45-55
Límite plástico	%	18-23
Indice de plasticidad	%	23-33
Resistencia:		
Penetrómetro	Kg/cm^2	2.0a>4.5
Penetración estándar	golpes/pie	4-43
Peso unitario humedo	Ton/m^3	2.1
Resistencia al corte prom. (U-U)	Kg/cm^2	2.0

3.2.3. Arcillolita gris con arena fina, tonos carmelitos y morados de consistencia muy dura a durísima, CL.

Estrato que se encuentra subyaciendo al anterior, presenta un espesor promedio de 2.1 m y alcanza una profundidad máxima comprobada de 4.2 m. En la tabla que se presenta a continuación se resumen las principales características del estrato.

CARACTERISTICA		VARIACION
Propiedad:		
Humedad natural	%	12-21
Límite líquido	%	36-39
Límite plástico	%	20
Indice de plasticidad	%	16-19
Resistencia:		
Penetrómetro	Kg/cm^2	3.0a>4.5
Penetración estándar	golpes/pie	20-179
Peso unitario húmedo	Ton/m^3	2.10-2.21
Resistencia al corte prom.(U-U)	Kg/cm^2	2.64

3.3. Nivel freático.

En las perforaciones realizadas no se encontró nivel freático. Durante la exploración en terreno se detectaron filtraciones de agua que posiblemente provienen de las acometidas de acueducto de las casas colindantes con la banca de la vía.

4. ANALISIS GEOTECNICO

4.1. Solución propuesta.

Se recomienda construir un muro de contención para estabilizar definitivamente la banca de la vía, cuya cimentación quedará apoyada sobre el estrato de arcilla gris dura y firme que aparece desde una profundidad de 0.8 metros por debajo de la superficie actual del terreno. Este muro tendrá una longitud de 29.5 m, una altura libre variable entre 1.5 y 3.5 m y una base de 1.5 a 2.5 m de ancho.

Contra el muro se reconformaría la parte de la banca que se derrumbó, empleando materiales no orgánicos de baja plasticidad, colocados por capas y compactado hasta valores del orden de 90% del proctor modificado, como mínimo. El diseño contempla filtros subsuperficiales contra el muro de contención y lloraderos en el mismo para evitar los empujes hidroestáticos contra éste.

Al borde de la vía se propone una cuneta que recoja las aguas superficiales para evitar que estas se infiltren en el relleno que constituye la banca de la vía, así como un sardinel estructural que sirva de protección a las viviendas.

4.2. Empujes de tierra.

Muro de gravedad

Se analizó un muro de altura y sección con altura libre variable entre 1.5 y 3 m, para acomodarlo a la topografía del terreno.

El empuje de tierra activo sobre el muro de contención, para cada una de las secciones típicas, está dado por la expresión

$$Ea = 1/2 * \gamma * H'^2 * Ka \text{ (Rankine)}$$

donde $\gamma = 2.0\ T/m^3$

H' = variable entre 2.2 y 3.6 m

Ka = 0.44 para el análisis estático (Müller-Breslau).

= 0.72 con sismo (Mononobe-Okabe).

Por lo tanto el empuje de tierra activo ejercido sobre el muro es hasta de Ea = 5.8 T/m estáticamente y de 9.5 T/m con sismo.

El empuje de tierra pasivo sobre el muro de contención está dado por la expresión

$$Ep = 1/2 * \gamma * z^2 * Kp \text{ (Rankine).}$$

donde $\gamma = 1.9\ T/m^3$

z = variable 0.5 a 0.8 m

Kp = 4.74 para el análisis estático y con sismo. (Müller-Breslau)

Por lo tanto el empuje de tierra pasivo ejercido sobre el muro es Ep = 1.18 T/m

Muro en cantiliver

Así mismo se analizó la alternativa de un muro cantiliver con la misma disposición del muro de gravedad en cuanto a tramos y alturas libres.

El empuje de tierra activo sobre el muro de contención está dado por la expresión

$$Ea = 1/2 * \gamma * H'^2 * Ka \text{ (Rankine).}$$

donde $\gamma = 2.0\ T/m^3$

H' = variable 2.1 a 3.7 m

Ka = 0.35 para el análisis estático (Muller-Breslau).

= 0.6 con sismo.

Por lo tanto el empuje de tierra activo ejercido sobre el muro es de hasta 4.7 T/m estático y hasta 7.9 T/m con sismo.

El empuje de tierra pasivo sobre el muro de contención está dado por la expresión

$$Ep = 1/2 * \gamma * z^2 * Kp \text{ (Rankine).}$$

donde $\gamma = 2.0\ T/m^3$

z = variable entre 0.5 y 0.8 m

Kp = 6.31 para el análisis con sismo. (Mononobe-Okabe).

Por lo tanto el empuje de tierra pasivo ejercido sobre el muro es hasta de 2.27 T/m estático y con sismo.

4.3. Análisis de estabilidad.

4.3.1. Muros de contención

Se analizaron los factores de seguridad al volcamiento, deslizamiento y capacidad por carga para cada uno de los casos identificados. Estos valores de seguridad se compararon con los valores mínimos encontrados en el NSR-98 numeral H-4-2-11 para suelos cohesivos y granulares, como se muestra en el siguiente cuadro.

Criterio de Verificación	Factor de seguridad para el muro con empujes por sismo							
	Muro de Gravedad			Muro Cantiliver			Suelo Granular	Suelos Cohesivos
Altura muro (m)	*3,4*	*2.75*	*2.0*	*3.4*	*2.75*	*2.0*		
Deslizamiento	4.3	4.8	8.5	5.0	6.2	7.0	1.5	2.0
Volcamiento	2.7	2.3	2.8	2.8	2.7	3.1	3.0	2.0
Cap. portante	10.9	15.5	16.1	6.6	10.1	18.8	2.5	2.5

Las alturas totales relacionadas corresponden a cada una de las secciones típicas de muro analizadas. Como se puede observar para el muro de gravedad los factores de seguridad obtenidos son inferiores a los obtenidos para el muro cantiliver, razón por la cual se prefiere como alternativa definitiva el muro cantiliver.

Así mismo se verificó la estabilidad del muro de concreto ciclópeo existente, el cual presenta un factor de seguridad al volcamiento crítico igual a 1.1, por lo que se hace necesario reemplazarlo totalmente.

4.3.2. Estabilidad de taludes

Se analizó la estabilidad del talud que conforma la banca de la vía en la zona donde se presentó un derrumbe, que por tener mayor altura con relación a las viviendas es la zona más crítica. Igualmente se verificó la estabilidad del talud de corte de la vía en la zona noreste (parte inferior) del área de estudio. Estos análisis se realizaron para la situación actual y la situación con las obras propuestas. El análisis de estabildad se realizó mediante el programa *PCSTABLE*, empleando el metodo de Bishop para determinar los factores de seguridad de múltiples superficies de falla circulares. Se empleó éste método ya que el deslizamiento de la banca muestra una superficie de falla circular, lo cual indica que esta forma de falla es típica de los materiales que conforman el talud. Como se puede observar en el Anexo N°5 "*Análisis Geotécnico*". las superficies de falla más críticas para cada caso están por encima del basamento rocoso, el cual se convierte, por sus parámetros de resistencia, en una limitante para la superficie de falla.

Para el análisis de estabilidad se empleó el perfil de la Sección 3 (ver plano 1), los modelos de los perfiles de análisis presentan en el Anexo N°5. Los tipos de suelo y parámetros empleados en dicho análisis se resume a continuación:

N°	Tipo de Material	C Ton/m²	ϕ Grados	γ Ton/m³
1	Relleno	6.0	30	2.0
2	Arcilla	20.0	10	2.1
3	Arcillolita	26.4	20	2.2
2	Conc. Ciclopeo[1]	9999	90	2.3
3	Conc. Reforzado[1]	9999	90	2.4

En la siguiente tabla se presentan los factores de seguridad más críticos obtenidos para los diferentes casos de análisis, en las condiciones antes enunciadas.

Caso #	Descripción Caso	Sismo		Factor de Seguridad	Archivo *PC-Stable*
		Horiz.	Vert.		
1	Situación actual talud banca de la vía zona superior	0.3 g	0.15 g	6.0	T101.SI
2	Situación actual talud de corte vía zona inferior	0.3 g	0.15 g	3.4	T102A.SI
3	Con obras talud banca de la vía superior	0.3 g	0.15 g	12.2	T201.SI

Es de aclarar que los análisis para modelos con sismo son seudo-estáticos y los valores del cuadro corresponden a la aceleración máxima de diseño a_m , que para la zona de estudio es de 0.24 g según la Microzonificación Sísmica de Bogotá, además se incluyó una componente vertical de sismo en el análisis igual a 0.15g. Como se observa en la tabla anterior, la estabilidad general de los taludes es alta, y comparanda con la estabilidad propia del muro de contención existente, se puede deducir que es más probable una falla de volcamiento del muro que una falla generalizada del talud del terraplén de la vía.

[1]Los muros se modelan como estratos de suelos de caracteristicas de resistencia elevadas.

4.4. Perfil sísmico.

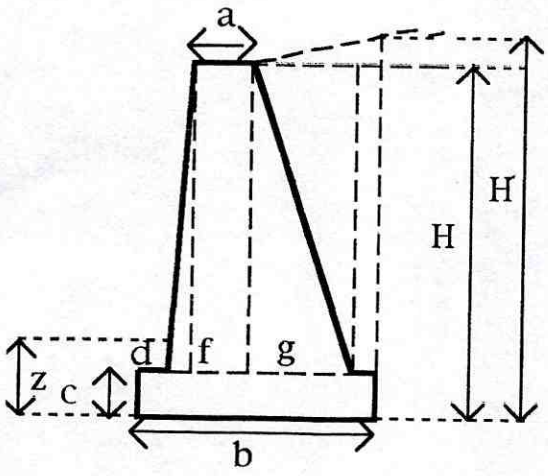
El perfil sísmico de la zona es tipo S1, de acuerdo con la nomenclatura de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98. El lugar de estudio se encuentra ubicado en la Zona de 1A "*Cerros orientales y sur occidentales*", de acuerdo con la Microzonificación Sísmica de Bogotá. Además no existen estratos susceptibles de licuación. La ciudad de Bogotá se encuentra en una zona de riesgo sísmico intermedio.

5. DISEÑOS

5.1. Alternativas

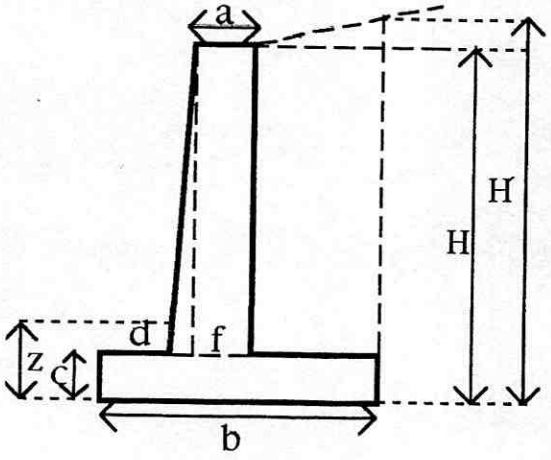
Para la estructura del muro de contención se analizaron las siguientes alternativas.

Muro de gravedad



H = 2.0-3.4 m
H´=2.2-3.6 m
a = 0.4-0.6 m
b = 1.5 - 2.5 m
c = 0.43 -0.25 m
d = 0.08- 0.14 m
f = 0.4 -0.8 m
g = 1.02-1.56 m
z = 0.6 m

Muro en voladizo



H = 2.0 -3.4 m
H´= 2.1 - 3.7 m
a = 0.3-0.4 m
b = 1.45 - 2.50 m
c = 0.35 m
d = 0.30m
f = 0.38-0.48m
z = 0.6 m

5.2. Predimensionamiento.

El dimensionamiento inicial del muro se basó en los criterios tradicionales para el diseño de muros de contención, con la confirmación de factores de seguridad adecuados para el volcamiento, el deslizamiento y el comportamiento a la capacidad portante. Todos los factores fueron confirmados dentro de rangos aceptables para este tipo de estructuras (ver Anexo N° 6 "*Análisis Estructural y Constructivo*"). Posteriormente se realizó el diseño estructural como tal, a partir del cual se definieron las dimensiones definitivas de la sección transversal del muro para los diferentes rangos de alturas, como se puede observar en el plano N° 2.

5.3. Diseños hidraúlicos.

Se estimó la escorrentía que llega a las cunetas paralelas al muro mediante el uso de curvas de intensidad frecuencia de la EAAB, y se identificaron las redes de aguas lluvias y la forma de la disposición final de las aguas residuales de las casas afectadas, las cuales en la actualidad no poseen un adecuado sistema de alcantarillado, punto determinante para el diseño de las entregas de la escorrentía y de los filtros del muro.

5.3.1. Drenaje superficial

Se propone un sistema de recolección de aguas superficiales para captar la escorrentía superficial a través de una canal y dispuesto sobre el costado oriental del muro. La entrega de las aguas recolectadas se hará en pozo de aguas lluvias, hacia el sur de la zona de estudio y a lo largo de la vía, además se proyectan escalas en el canal como estructuras de caída y disipación de energía del agua. En los planos anexos se presenta la ubicación y los detalles de dichas estructuras.

5.3.2 Caudal de escorrentía

El caudal de escorrentía se evalúa de acuerdo con el método racional mediante la expresión:

$$Q= (CiA)/3600$$

Donde:
Q=Caudal recolectado (litros/seg)
i =Intensidad de lluvia de diseño .
A =Area a drenar (m2)
C=coeficiente de escorrentía

Para definir la intensidad se requiere estimar un periodo de concentración "t" mediante la expresión:

$$t= 0.14464(L/(H^{0.2*} A^{0.1}))$$ (Bransby-Williams, modificada[1])

t=Tiempo de concentración (min)
A=Area de drenaje (m^2)
H=Caída promedio
L= Distancia en metros sobre la línea natural de flujo entre el punto de diseño y el punto de drenaje que toma el tiempo más largo en llegar a la sección de diseño.

Para el área de estudio se tiene:

t=0.14464*(21(0.07^0.2*500^0.1))
t= 3 min se asume 5 min.

Con el valor de tiempo de concentración asumido se ingresa a la curva de Intensidad, duración y Frecuencia (IDF) de la estación el Dorado en Bogotá y se encuentra el valor de la intensidad de lluvias y seguidamente se calcula el valor del caudal de diseño.

i = 100 mm/ hr para un período de retorno de 5 años.
C = 1.0 según recomendación del Geotechnical Engineering Office[1].

Entonces se tiene:

$$Q=(1.0 * 100 * 500)/3600$$
$$Q= 15 \text{ lt/seg}$$

5.3.3 Diseño de cuneta.

Para la conducción de aguas superficiales se planteó la construcción de una cuneta prefabricada en concreto dispuesta en el costado oriental de la vía. El dimensionamiento de dicho canal se realizó empleando la siguiente relación del área y radio hidráulico con el caudal obtenida de la ecuación de Manning:

$$AR^{(2/3)}=[(n*Q)/(1.0*(S)^{1/2})]$$

Para n=0.013, número Manning para una cuneta prefabricada en concreto, y con los valores obtenidos de caudal se tiene:

Sección Trapezoidal
Caudal: 0.015 m3/s
Pendiente: 12 %
Secciones Hidráulicas:

Base:	0.25 m
Lámina de Agua:	0.07 m
Altura h	0.25 m

Z: 0.5 m
A: 0.36 m2
n: 0.013
V: 0.04 m/seg

---

[1]Tomado de: Suarez D. Jaime. "Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales",Instituto de Investigación Sobre Erosión y deslizamientos, Bucaramanga 1998.

5.4. Escogencia de la alternativa óptima.

Con base en un criterio de economía, celeridad y durabilidad, se escogió como alternativa óptima el muro de contención en concreto en voladizo y reconformación de la banca de la vía. Se incluye dentro de la solución la construcción de cunetas interceptoras de escorrentía y la construcción de filtros subsuperficiales, como se muestra en el plano general de solución y el plano de detalles (*Anexo 11 "Planos"*).

Como solución principal de estabilización se descartaron muros en gaviones o taludes en suelos, por la vecindad que tiene la obra con viviendas. Igualmente se descartó la posibilidad de muros en concreto ciclópeo por el peso propio y el gran volumen de concreto que implica mayores costos, además de ocupar más espacio del cual no se dispone en el sitio de estudio.

5.5. Presupuesto de obra y especificaciones

En el *Anexo 8 "Presupuesto "* se incluye el detalle del presupuesto de obra total para las obras a construir en *El Triángulo Bajo,calle 16B sur N°16-90 Este* . Y en el *Anexo 12 " Especificaciones"* se transcriben las especificaciones generales y específicas de construcción.

5.6. Cronograma

En el *Anexo 9 "Cronograma"* se incluye el detalle del cronograma de ejecución de las obras para el proyecto.

5.7. Limitaciones.

El presente informe contiene todos los pormenores del proceso de estudios técnicos y diseño de detalle de obras de estabilización en el sitio El Triángulo Bajo, calle 16 B sur No. 16-90 Este. Las obras diseñadas no constituyen la única solución, pero en el proceso se han analizado alternativas y se ha discutido con el ingeniero de la coordinación técnica de la DPAE, las posibilidades de solución del problema por diferentes métodos. La solución propuesta y detallada en el presente informe es en nuestra opinión la mejor desde los puntos de vista económico y funcional, por lo cual se considera que el diseño refleja una construcción óptima para la solución del problema inherente al sitio estudiado. No se descartan cambios menores y ajustes durante la construcción de la obra pero éstos no cambiarán sustancialmente los presupuestos o cronogramas.

Atentamente,

Héctor Parra F.
Ingeniero Civil Director del Estudio
Mat # 12334de Cund.

DPAE-EL TRIANGULO BAJO
CONS-112/2003 Julio de 2003

Anexo #1
FOTOGRAFIAS



Fotografía N° 1.Se muestra el desprendimiento de suelo en la banca de la vía y parte de los predios afectados. Imagen tomada en sentido SE-NO.



Fotografía N° 2. Se observa la separación existente entre los predios afectados y la vía. Fotografía tomada en sentido NO-SE.

DPAE-EL TRIANGULO BAJO
CONS-112/2003 Julio de 2003

Anexo #2
LOCALIZACION DE SONDEOS

DPAE-EL TRIANGULO BAJO
CONS-112/2003 Julio de 2003

Anexo #3
MEMORIAS DE SONDEOS

inGeciencias s.a.

Proyecto: DPAE- VICTOR KUHN-EL TRIANGULO

Dirección: Cll 16 B Sur No.16-90 E

Nivel freático: Profundidad | Fecha

Registro de perforación # B1

Hoja # 1 de 1

Cota del terreno (m):

Prof(m)	Descripción	Muestras #	Muestras Prof.	Muestras Tipo	Sv Kg/cm2 Veleta	Sv Kg/cm2 Torvane	N golpes pie	Resistencia Cort.Dir y UU ø´	Resistencia Cort.Dir y UU C´	Resistencia kg/cm2 Penetr	Resistencia kg/cm2 qu	Límites de Atterberg 0 50 100	Granulometría % Pasa Tamiz 10	40	200	γ ton/m3	USC
0																	
1.0	Arcilla gris de consistencia durísima con arena muy fina y tonos morados	1	0.50-0.95				25(8/6" 9/6" 16/6")			>4.50	5.96	●□ ○			99	2.26	CL
2.0	Arcillolita gris de consistencia durísima con tonos morados	2	1.30-1.70				179(45/6" 66/6" 75/4")			>4.50							
3.0																	
4.0																	
5.0																	
6.0																	
7.0																	
8.0																	
9.0																	
10.0																	
11.0																	

Observaciones: Nivel Freático=seco

○ Límite Líquido. ● Humedad natural.
□ Límite plástico.

Hora inicio: Fecha inicio: 9-VII-03

Hora fin: Fecha Fin: 9-VII-03

Perforador: D.Z. Revisó: G.U.L.-A.T.R.

Equipo: Barreno manual

Martillo, altura caída y mec. de elevación SPT: 30 pulgadas

inGeotecnicos s.a.

Proyecto: DPAE- VICTOR KUHN-EL TRIANGULO

Dirección: Cll 16 B Sur No.16-90 E

Nivel freático: Profundidad | Fecha

Registro de perforación # B2

Hoja # 1 de 1

Cota del terreno (m):

Prof(m)	Descripción	Muestras #	Muestras Prof.	Muestras Tipo	Sv Kg/cm2 Veleta	Sv Kg/cm2 Torvane	N golpes pie	Resistencia Cort.Dir y UU ø´	Resistencia Cort.Dir y UU C´	Resistencia kg/cm2 Penetr	Resistencia kg/cm2 qu	Límites de Atterberg 0 50 100	Granulometría % Pasa Tamiz 10	Granulometría % Pasa Tamiz 40	Granulometría % Pasa Tamiz 200	γ ton/m3	USC
0																	
1.0	Relleno de arcillas y gravas pequeñas																
2.0		1	1.00-1.45			0.60	4(2/6" 2/6" 2/6")			2.0							
3.0	Arcilla gris de consistencia dura a durísima con arena fina y tonos carmelitos	2	2.60-3.05				43(12/6" 17/6" 26/6")			>4.50	2.09				94	2.06	CH
4.0	Arcillolita gris con arena fina, tonos morados y carmelitos, consistencia durisima.	3	3.80-4.20				127(22/6" 43/6" 56/4")									2.21	CL
5.0																	
6.0																	
7.0																	
8.0																	
9.0																	
10.0																	
11.0																	

Observaciones: Nivel Freático=seco

O Límite Líquido. ● Humedad natural.
▯ Límite plástico.

Hora inicio: | Fecha inicio: 9-VII-03

Hora fin: | Fecha Fin: 9-VII-03

Perforador: D.Z. | Revisó: G.U.L.-A.T.R.

Equipo: Barreno manual

Martillo, altura caída y mec. de elevación SPT: 30 pulgadas

0 0 0 0 0

inGeciencias s.a.

Proyecto: DPAE- VICTOR KUHN-EL TRIANGULO

Dirección: Cll 16 B Sur No.16-90 E

Registro de perforación # B3

Hoja # 1 de 1

Nivel freático:

Profundidad			
Fecha			

Cota del terreno (m):

Prof(m)	Descripción	Muestras #	Muestras Prof.	Muestras Tipo	Sv Kg/cm2 Veleta	Sv Kg/cm2 Torvane	N golpes pie	Resistencia Cort.Dir y UU ø´	Resistencia Cort.Dir y UU C´	Resistencia kg/cm2 Penetr	Resistencia kg/cm2 qu	Límites de Atterberg 0 50 100	Granulometría % Pasa Tamiz 10	Granulometría % Pasa Tamiz 40	Granulometría % Pasa Tamiz 200	γ ton/m3	USC
0																	
1.0	Relleno de arcilla gris oscura, raíces y gravas pequeñas	1	0.70-1.15				36(9/6" 15/6" 21/6")			>4.50							
2.0	Arcillolita gris de consistencia durísima con arena fina y tonos morados y carmelitos	2	1.60-2.00				125(29/6" 43/6" 55/4")			>4.50							
3.0																	
4.0																	
5.0																	
6.0																	
7.0																	
8.0																	
9.0																	
10.0																	
11.0																	

Observaciones: Nivel Freático=seco

O Límite Líquido. ● Humedad natural.

□ Límite plástico.

Hora inicio: Fecha inicio: 10-VII-03

Hora fin: Fecha Fin: 10-VII-03

Perforador: D.Z. Revisó: G.U.L.

Equipo: Barreno manual

Martillo, altura caída y mec. de elevación SPT: 30 pulgadas

0000031

inGeociencias s.a.

Proyecto: DPAE- VICTOR KUHN-EL TRIANGULO

Dirección: Cll 16 B Sur No.16-90 E

Nivel freático: Profundidad | Fecha

Registro de perforación # B4

Hoja # 1 de 1

Cota del terreno (m):

Prof(m)	Descripción	Muestras #	Muestras Prof.	Muestras Tipo	Sv Kg/cm2 Veleta	Sv Kg/cm2 Torvane	N golpes pie	Resistencia Cort.Dir y UU ø´	Resistencia Cort.Dir y UU C´	Resistencia kg/cm2 Penetr	Resistencia kg/cm2 qu	Límites de Atterberg 0 50 100	Granulometría % Pasa Tamiz 10	Granulometría % Pasa Tamiz 40	Granulometría % Pasa Tamiz 200	γ ton/m3	USC
0	Relleno de arcillas y residuos de obra.																
1.0	Arcilla gris de consistencia dura con arena fina,tonos carmelitos y gravas pequeñas	1	0.60-1.05			0.65	10(3/6" 4/6" 6/6")			2.0					93	2.07	CL
2.0		2	1.60-2.05			1.50	20(8/6" 12/6" 8/6")			3.0	2.09				87	2.1	CL
3.0	Arcillolita gris de consistencia muy dura a durísima con arena fina y tonos morados y carmelitos	3	3.20-3.60				120(22/6" 37/6" 55/4")			>4.50							
4.0																	
5.0																	
6.0																	
7.0																	
8.0																	
9.0																	
10.0																	
11.0																	

Observaciones: Nivel Freático=seco

O Límite Líquido. ● Humedad natural.
□ Límite plástico.

Hora inicio: Fecha inicio: 11-VII-03

Hora fin: Fecha Fin: 11-VII-03

Perforador: D.Z. Revisó: G.U.L.-A.T.R.

Equipo: Barreno manual

Martillo, altura caída y mec. de elevación SPT: 30 pulgadas

000032

ingecimentos s.a.

Proyecto: DPAE- VICTOR KUHN-EL TRIANGULO

Dirección: Cll 16 B Sur No.16-90 E

Nivel freático:

Profundidad			
Fecha			

Registro de perforación # B5

Hoja # 1 de 1

Cota del terreno (m):

Prof(m)	Descripción	Muestras #	Muestras Prof.	Muestras Tipo	Sv Kg/cm2 Veleta	Sv Kg/cm2 Torvane	N golpes pie	Resistencia Cort.Dir y UU ø´	Resistencia Cort.Dir y UU C´	Resistencia kg/cm2 Penetr	Resistencia kg/cm2 qu	Límites de Atterberg 0 50 100	Granulometría % Pasa Tamiz 10	Granulometría % Pasa Tamiz 40	Granulometría % Pasa Tamiz 200	γ ton m3	USC
0	Relleno de arcilla y gravas																
1.0	Arcillolita gris de consistencia durísima con tonos carmelitos y morados	1	1.10-1.50				144(35/6" 51/6" 62/4")			>4.50							
2.0																	
3.0																	
4.0																	
5.0																	
6.0																	
7.0																	
8.0																	
9.0																	
10.0																	
11.0																	

Observaciones: Nivel Freático=seco

Cota de la vía.

O Límite Líquido. ● Humedad natural.

□ Límite plástico.

Hora inicio: Fecha inicio: 11-VII-03

Hora fin: Fecha Fin: 11-VII-03

Perforador: D.Z. Revisó: G.U.L.

Equipo: Barreno manual

Martillo, altura caída y mec. de elevación SPT: 30 pulgadas

ingeciencias s.a.

Proyecto: DPAE- VICTOR KUHN-EL TRIANGULO

Dirección: Cll 16 B Sur No.16-90 E

Nivel freático:

Profundidad			
Fecha			

Registro de perforación # AP1

Hoja # 1 de 1

Cota del terreno (m):

Prof(m)	Descripción	Muestras #	Muestras Prof.	Muestras Tipo	Sv Kg/cm2 Veleta	Sv Kg/cm2 Torvane	N golpes pie	Resistencia Cort.Dir y UU ø´	Resistencia Cort.Dir y UU C´	Resistencia kg/cm2 Penetr	Resistencia kg/cm2 qu	Límites de Atterberg 0 50 100	Granulometría % Pasa Tamiz 10	40	200	γ ton/m3	USC
0																	
1.0	Relleno de arcillas gris, amarilla y morada con arena fina, gravas pequeñas, raíces y residuos de ladrillo.									>4.50							
2.0	Arcilla gris oscura de consistencia durísima con arena muy fina, tonos carmelitos y raíces									>4.50							
3.0	Arcillolita gris de consistencia durísima con arena muy fina y tonos morados y carmelitos	1	2.80-3.00	Bloq.						>4.50		●					
4.0																	
5.0																	
6.0																	
7.0																	
8.0																	
9.0																	
10.0																	
11.0																	

Observaciones: Nivel Freático=seco

En la pata del muro se observa registro con escape de agua

Cota=nivel de vía. y a partir de -2,1m es el agua propiamente la co

Equipo:

O Límite Líquido. ● Humedad natural.

□ Límite plástico.

Hora inicio: Fecha inicio: 12-VII-03

Hora fin: Fecha Fin: 12-VII-03

Perforador: D.Z. Revisó: G.U.L.

000034

inGeciencias s.a.

Proyecto: DPAE- VICTOR KUHN-EL TRIANGULO

Dirección: Cll 16 B Sur No.16-90 E

Nivel freático: Profundidad | Fecha

Registro de perforación # AP 2

Hoja # 1 de 1

Cota del terreno (m):

Prof(m)	Descripción	Muestras #	Muestras Prof.	Muestras Tipo	Sv Kg/cm2 Veleta	Sv Kg/cm2 Torvane	N golpes pie	Resistencia Cort.Dir y UU ø´	Resistencia Cort.Dir y UU C´	Resistencia kg/cm2 Penetr	Resistencia kg/cm2 qu	Límites de Atterberg 0 50 100	Granulometría % Pasa Tamiz 10	Granulometría % Pasa Tamiz 40	Granulometría % Pasa Tamiz 200	γ ton/m3	USC
0	Relleno de arcillas y un ciclopeo - piedra con cemento de 0.80x0.40																
1.0	Arcilla gris de consistencia durísima con arena fina y tonos carmelitos y morados	1	1.10-1.20	Bloque						>>4.5		O ● □					CL
2.0																	
3.0																	
4.0																	
5.0																	
6.0																	
7.0																	
8.0																	
9.0																	
10.0																	
11.0																	

Observaciones: Presenta gran filtración de agua a través del concreto ciclopeo.

O Límite Líquido. ● Humedad natural.
□ Límite plástico.

Hora inicio: | Fecha inicio: 12-VII-03

Hora fin: | Fecha Fin: 12-VII-03

Perforador: D.Z. | Revisó: G.U.L.

Equipo: Herramienta de mano

000035

ingeniencias s.a.

Proyecto: DPAE- VICTOR KUHN-EL TRIANGULO

Dirección: Cll 16 B Sur No.16-90 E

Nivel freático: Profundidad | Fecha

Registro de perforación # TR-1

Hoja # 1 de 1

Cota del terreno (m):

Prof(m)	Descripción	Muestras #	Muestras Prof.	Muestras Tipo	Sv Kg/cm2 Veleta	Sv Kg/cm2 Torvane	N golpes pie	Resistencia Cort.Dir y UU ø´	Resistencia Cort.Dir y UU C´	Resistencia kg/cm2 Penetr	Resistencia kg/cm2 qu	Limites de Atterberg 0 50 100	Granulometría % Pasa Tamiz 10	Granulometría % Pasa Tamiz 40	Granulometría % Pasa Tamiz 200	γ ton m3	USC
0																	
1.0	Relleno de arcillas y arena fina gris oscura																
2.0	Arcillolita gris oscura con tonos carmelitos y raíces, fracturada																
3.0	Arcillotlita gris con tonos carmelitos y morados																
4.0																	
5.0																	
6.0																	
7.0																	
8.0																	
9.0																	
10.0																	
11.0																	

Observaciones: Nivel Freático=seco

O Límite Líquido. ● Humedad natural.

□ Límite plástico.

Hora inicio: Fecha inicio: 9-VII-03

Hora fin: Fecha Fin: 9-VII-03

Perforador: D.Z. Revisó: A.T.R.

Equipo: Herramienta manual

DPAE-EL TRIANGULO BAJO
CONS-112/2003 Julio de 2003

Anexo #4
RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

inGeociencias s.a.

DPAE - EL TRIANGULO BAJO -CONS-112-2003

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO Nº	MUESTRA Nº	PROFUNDIDAD m	LL %	LP %	IP %	HN %	LC %	T10 %	T40 %	T200 %	γ ton/m3	quc kg/cm2	qu kg/cm2	qur. Kg/cm2	qu/2 Kg/cm2	USC
B1	1	0.5-0.95	48	18	30	11				99	2.26	>>4.5	5.96	>>4.5	2.96	CL
B2	2	2.6-3.0	55	22	33	25				94	2.06	>>4.5	2.09	2.50	1.05	CH
B2	3	3.8-4.2	36	20	16	12					2.21		5.28	>>4.5	2.64	CL
B4	1	0.6-1.0	46	23	23	25				93	2.07			2.30		CL
B4	2	1.6-2.0	39	20	19	21				87	2.10	3.00	2.09	2.25	1.05	CL
AP-1	1	2.8-3.0				21										
AP-2	1	1.1-1.2	45	20	26	19				99				4.00		CL

000038

inGeciencias s.a.

DPAE-CONTRATO No. CONS-112/2003-EL TRIANGULO BAJO

RESUMEN DE CARACTERISTICAS POR ESTRATO - PARAMETROS PROMEDIO

ESTRATO 1: Relleno de arcilla gris, amarilla y morada, con arena fina, gravas pequeñas y algunos residuos de obra. USC _____

	B1	B2	B3	B4	B5	AP1	AP2	TR1				
PROF MIN		0	0	0	0	0	0	0				
PROF MAX		0.9	0.5	0.3	0.9	2.1	0.8	1.5				
ESPESOR	1.0	metros										
VELETA												
TORVANE												
N												
quc												
LL												
LP												
IP												
HN												
γ												
qu												
qur												

Parámetros promedio

quc	-		
qu	-	-	kg/cm2
Veleta	-		
Torvane	-		
quc/2	-	-	kg/cm2
qu/2	-		
N	-	-	golpes/pie
γ	-	-	Ton/m3
LL	-	-	%
HN	-	-	%

ESTRATO 2: Arcilla gris con arena muy fina y tonos morados y carmelitos,de consistencia dura a durísima USC CL, CH

	B1	B2	B3	B4	B5	AP1	AP2	TR1				
PROF MIN	0	0.9		0.3		2.1	0.8					
PROF MAX	1.2	3.5		1.4		2.5	1.5					
ESPESOR	1.2	metros										
VELETA												
TORVANE												
N	25	4,-43		10								
quc	>>4,5	2-4,5		2.00		>4,5	>4,50					
LL	48	55		46			45					
LP	18	22		23			20					
IP	30	33		23			26					
HN	11	25		25		21	19					
γ	2.26	2.06		2.07								
qu	5.96	2.09										

Parámetros promedio

quc	3.95		
qu	4.0	4.0	kg/cm2
Veleta	-		
Torvane	-		
quc/2	1.98	2.0	kg/cm2
qu/2	2.01		
N	17.5	18	golpes/pie
γ	2.1	2.1	Ton/m3
LL	49	49	%
HN	20	20	%

inGeociencias s.a.

DPAE-CONTRATO No. CONS-112/2003-EL TRIANGULO BAJO

RESUMEN DE CARACTERISTICAS POR ESTRATO - PARAMETROS PROMEDIO

ESTRATO 3: Arcillolita gris con arena fina, tonos carmelitos y morados de consistencia muy dura a durisima.

USC CL

	B1	B2	B3	B4	B5	AP1	AP2	TR1				
PROF MIN	1.2	3.5	0.5	1.4	0.9	2.5		1.5				
PROF MAX	1.7	4.2	2.0	3.6	1.5	3.5		3.5				
ESPESOR	2.1	metros										
VELETA												
TORVANE												
N	179	127	36-125	20-120	144							
quc	>4,5		>4,5	3,0->4,5	>4,50	>4,50						
LL		36		39								
LP		20		20								
IP		16		19								
HN		12		21		21						
γ		2.21		2.10								
qu		5.28										
qur												

Parámetros promedio			
quc	-		
qu	5.3	5.28	kg/cm2
Veleta	-		
Torvane	-		
quc/2	-	2.64	kg/cm2
qu/2	2.64		
N	120	120	golpes/pie
γ	2.16	2.155	Ton/m3
LL	38	37.5	%
HN	18	18	%

DPAE-EL TRIANGULO BAJO
CONS-112/2003 Julio de 2003

Anexo #5
ANALISIS GEOTECNICO

inGeciencias s.a.

DPAE - CONTRATO N°112/2003 - ELTRIANGULO
CAPACIDAD PORTANTE DE ZAPATAS - ECUACION DE TERZAGHI

1.1. CARACTERISTICAS SUELO DE CIMENTACION

Arcilla gris con arena muy fina, morados y carmelitos, CL.

Profundidad de Desplante:	Variable				
Peso unitario humedo:	2.1	T/m3	Numero de golpes (SPT)	18	
Nivel freático:	4.0	m	Angulo de fricción (FI)	17	o
Resistencia a la compresión quc:		T/m2		0.3	Rad
Resistencia a la compresión (lab) qu:		T/m2	Angulo inc. de carga	0	o
Cohesión (quc/2):	20.0	T/m2			

1.2. CALCULO CAPACIDAD PORTANTE ZAPATAS CUADRADAS

MURO			L	B	H	C	ϕ	γ	Nq	Nc	Nγ	Nϕ	Sc	Sq=Sg	Ic=Iq	Ig	dc	dq=dg	qu	qu	qadm F.S=3	qadm F.S=2
Abscisa	H	Tipo	[m]	[m]	[m]	[T/m2]	RAD	[T/m3]											[T/m2]	[kg/cm2]	[kg/cm2]	[kg/cm2]
Secció 3	3	G	20.0	0.3	0.6	20.0	0.3	2.1	5	7	4	2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.6	1.3	236	23.6	7.9	11.8
Secció 3	3	C	20.0	0.6	0.6	20.0	0.3	2.1	5	6	4	2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.1	165	16.5	5.5	8.3
Sección 1	2.0	G	10.0	0.2	0.6	20.0	0.3	2.1	5	9	4	2	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.5	354	35.4	11.8	17.7
Sección 1	2.0	C	10.0	0.6	0.6	20.0	0.3	2.1	5	6	4	2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.1	168	16.8	5.6	8.4
Sección 2	2.5	G	10.5	0.2	0.6	20.0	0.3	2.1	5	8	4	2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.8	1.4	288	28.8	9.6	14.4
Sección 2	2.5	C	10.5	0.6	0.6	20.0	0.3	2.1	5	6	4	2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.1	172	17.2	5.7	8.6

NOTAS: Los factores de forma, inclinación y profundidad (S,I y d) de cimentación se evaluaron con las expresiones de Meyerhof.
Muro tipo G es de gravedad y tipo C es Cantiliver.

0000427

DPAE-CONS-112/2003-SITIO Nº2 EL TRIANGULO BAJO
ANALISIS DE ESTABILIDAD PC-STABLE
SECCION 3 - * Abscisado en sentido NE-SW.

Perfil 1: Superficial
Segmentos que definen el perfil

No.	Xi	Yi	Xf	Yf	Suelo por debajo
1	0	48.77	6.98	49.33	1
2	6.98	49.33	9.06	52.45	1
3	9.06	52.45	15.59	55.8	1
4	15.59	55.8	23.51	56.35	1
5	23.51	56.35	25.12	56.55	2
6	25.12	56.55	25.52	56.55	4
7	25.52	56.55	25.89	57.85	4
8	25.89	57.85	26.14	57.85	4
9	26.14	57.85	28.62	59.9	1
10	28.62	59.9	29.02	59.98	1
11	29.02	59.98	32.79	59.87	1
12	32.79	59.87	33.95	60.47	1
13	33.95	60.47	34.48	62.05	1
	34.48	62.05			

Perfil 2:Espalda Muro

No.	Xi	Yi	Xf	Yf	Suelo por debajo
14	26.13	56.55	26.14	57.85	1
	26.14	57.85			

Perfil 3: Arcilla
Segmentos que definen el perfil

No.	Xi	Yi	Xf	Yf	Suelo por debajo
15	0	48.3	6.98	48.85	3
16	6.98	48.85	7.4	49.1	3
17	7.4	49.1	10.3	51.55	3
18	10.3	51.55	23.51	56.35	2
	23.51	56.35			
19	25.12	56.55	25.13	56.25	2
20	25.13	56.25	26.12	56.25	2
21	26.12	56.25	26.13	56.55	2
22	26.13	56.55	27.9	56.6	2
	27.9	56.6			

Perfil 4: Arcillolita

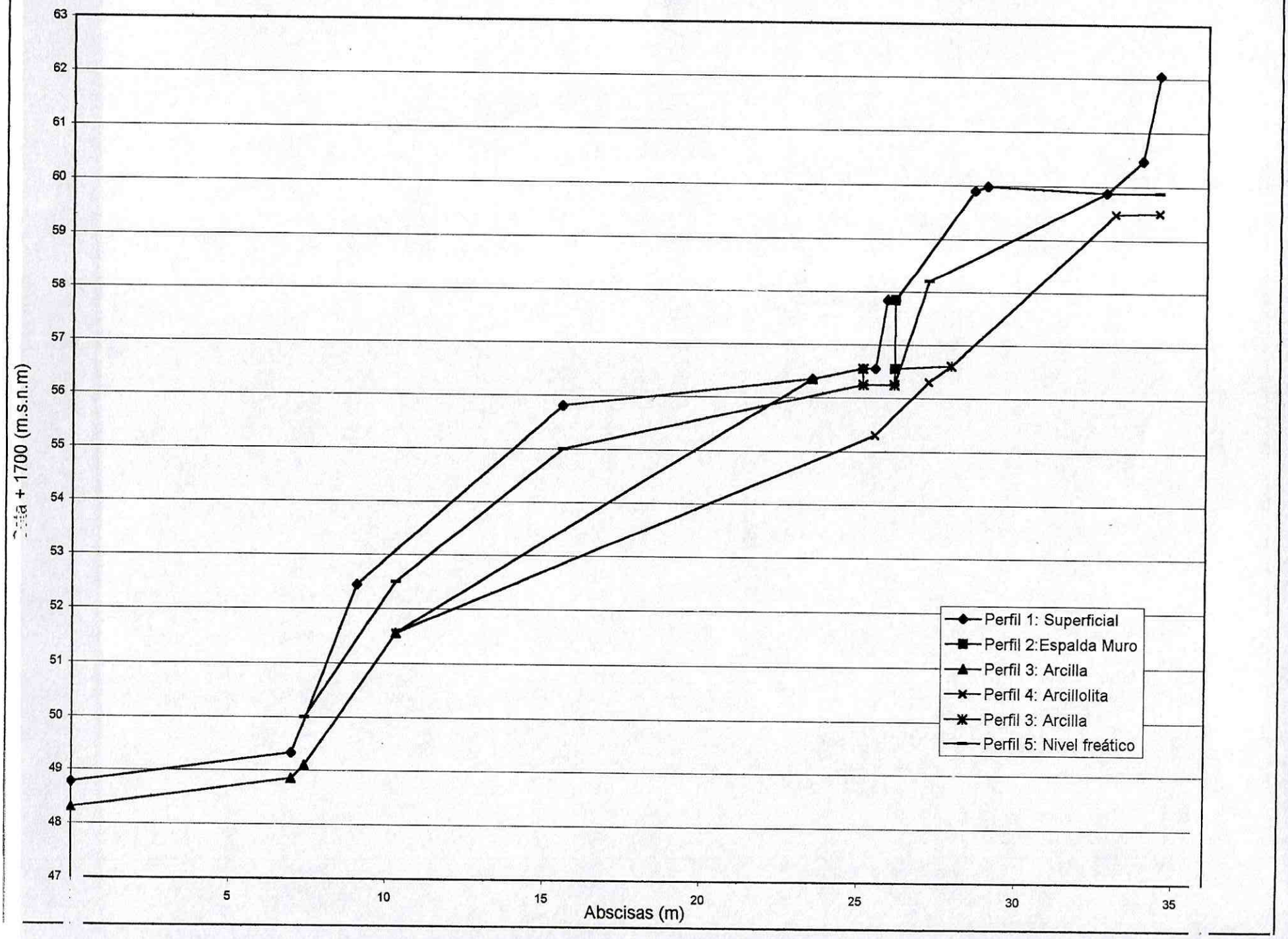
No.	Xi	Yi	Xf	Yf	Suelo por debajo
23	10.3	51.55	25.5	55.3	3
24	25.5	55.3	27.2	56.3	3
25	27.2	56.3	27.9	56.6	3
26	27.9	56.6	33.08	59.48	3
27	33.08	59.48	34.48	59.5	3
	34.48	59.5			

DPAE-CONS-112/2003-SITIO Nº2 EL TRIANGULO BAJO
ANALISIS DE ESTABILIDAD PC-STABLE
SECCION 3 - * Abscisado en sentido NE-SW.

Perfil 5: Nivel freático

No.	Xi	Yi	Xf	Yf	Suelo por debajo
1	7.4	50	10.3	52.5	NF
2	10.3	52.5	15.59	55	NF
3	15.59	55	25.13	56.25	NF
4	25.13	56.25	26.12	56.25	NF
5	26.12	56.25	27.2	58.2	NF
6	27.2	58.2	32.79	59.87	NF
	32.79	59.87	34.48	59.87	NF
	34.48	59.87			

SECCION 3-PERFIL DE ANALISIS



000045

DPAE-CONS-112/2003-SITIO Nº2 EL TRIANGULO BAJO
ANALISIS DE ESTABILIDAD PC-STABLE
SECCION 3 -CON OBRAS * Abscisado en sentido NE-SW.

Perfil 1: Superficial
Segmentos que definen el perfil

No.	Xi	Yi	Xf	Yf	Suelo por debajo
1	0	48.77	6.98	49.33	1
2	6.98	49.33	9.06	52.45	1
3	9.06	52.45	15.59	55.8	1
4	15.59	55.8	23.51	56.35	1
5	23.51	56.35	26	56.6	2
6	26	56.6	26.3	56.6	5
7	26.3	56.6	26.4	59.9	5
8	26.4	59.9	26.8	59.9	5
9	26.8	59.9	28.62	59.9	1
10	28.62	59.9	29.02	59.98	1
11	29.02	59.98	32.79	59.87	1
12	32.79	59.87	33.95	60.47	1
13	33.95	60.47	34.48	62.05	1
	34.48	62.05			

Perfil 2:Espalda Muro

No.	Xi	Yi	Xf	Yf	Suelo por debajo
14	26.8	59.9	26.81	56.6	5
15	26.81	56.6	28.01	56.6	5
	28.01	56.6			

Perfil 3: Arcilla
Segmentos que definen el perfil

No.	Xi	Yi	Xf	Yf	Suelo por debajo
16	0	48.3	6.98	48.85	3
17	6.98	48.85	7.4	49.1	3
18	7.4	49.1	10.3	51.55	3
19	10.3	51.55	23.51	56.35	2
	23.51	56.35			
20	26	56.6	26.01	56.25	2
21	26.01	56.25	27.18	56.25	2
	27.18	56.25			

Perfil 4: Arcillolita

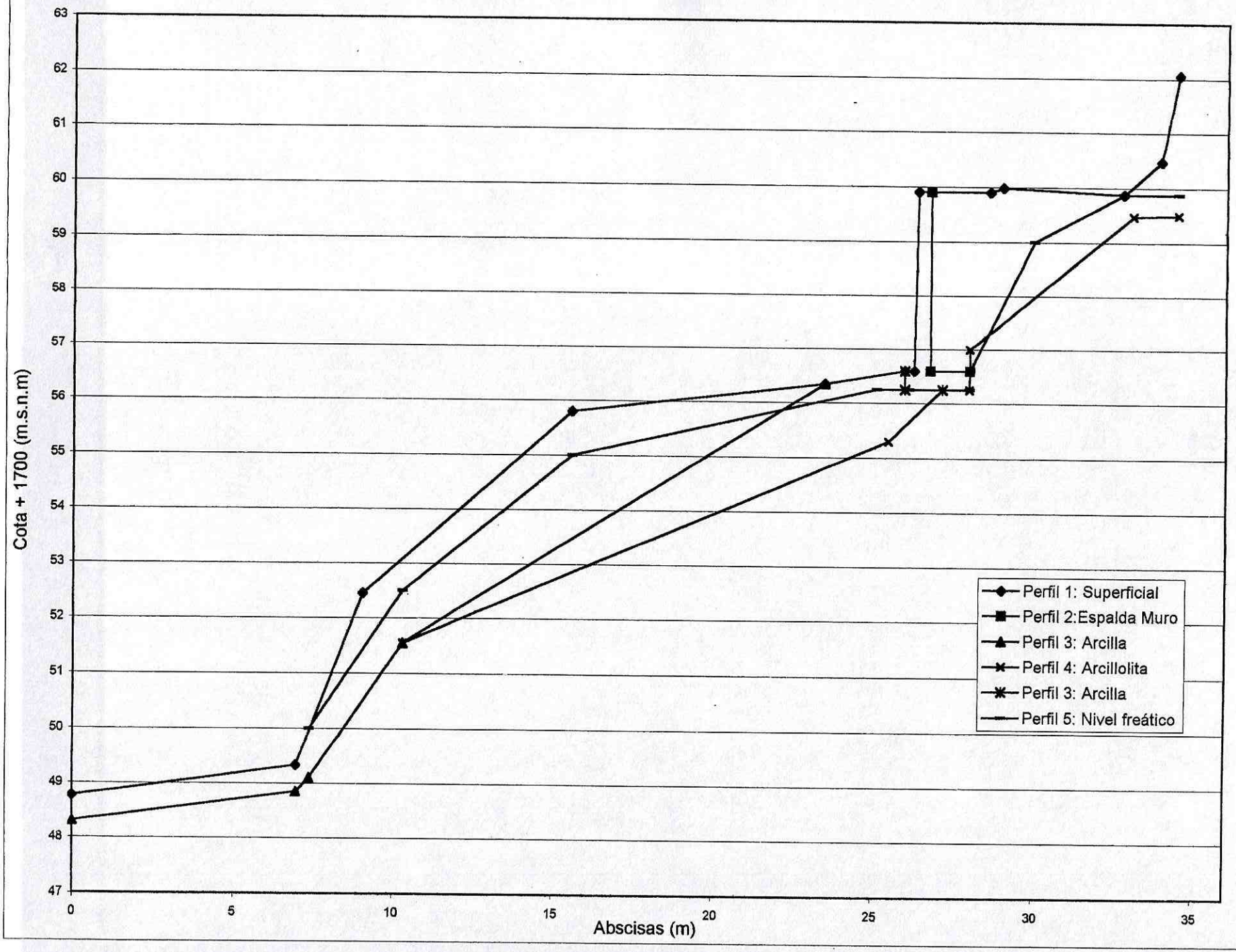
No.	Xi	Yi	Xf	Yf	Suelo por debajo
22	10.3	51.55	25.5	55.3	3
23	25.50	55.30	27.18	56.25	3
24	27.18	56.25	28	56.25	3
25	28.00	56.25	28.01	56.6	3
26	28.01	56.6	28.02	57	3
27	28.02	57	33.08	59.48	3
28	33.08	59.48	34.48	59.5	3
	34.48	59.5			

DPAE-CONS-112/2003-SITIO Nº2 EL TRIANGULO BAJO
ANALISIS DE ESTABILIDAD PC-STABLE
SECCION 3 -CON OBRAS * Abscisado en sentido NE-SW.

Perfil 5: Nivel freático

No.	Xi	Yi	Xf	Yf	Suelo por debajo
1	7.4	50	10.3	52.5	NF
2	10.3	52.5	15.59	55	NF
3	15.59	55	25.13	56.25	NF
4	25.13	56.25	26.12	56.25	NF
5	26.12	56.25	28	56.25	NF
6	28.00	56.25	28.01	56.6	NF
7	28.01	56.6	30	59	NF
8	30	59	32.79	59.87	NF
9	32.79	59.87	34.48	59.87	NF
10	34.48	59.87			

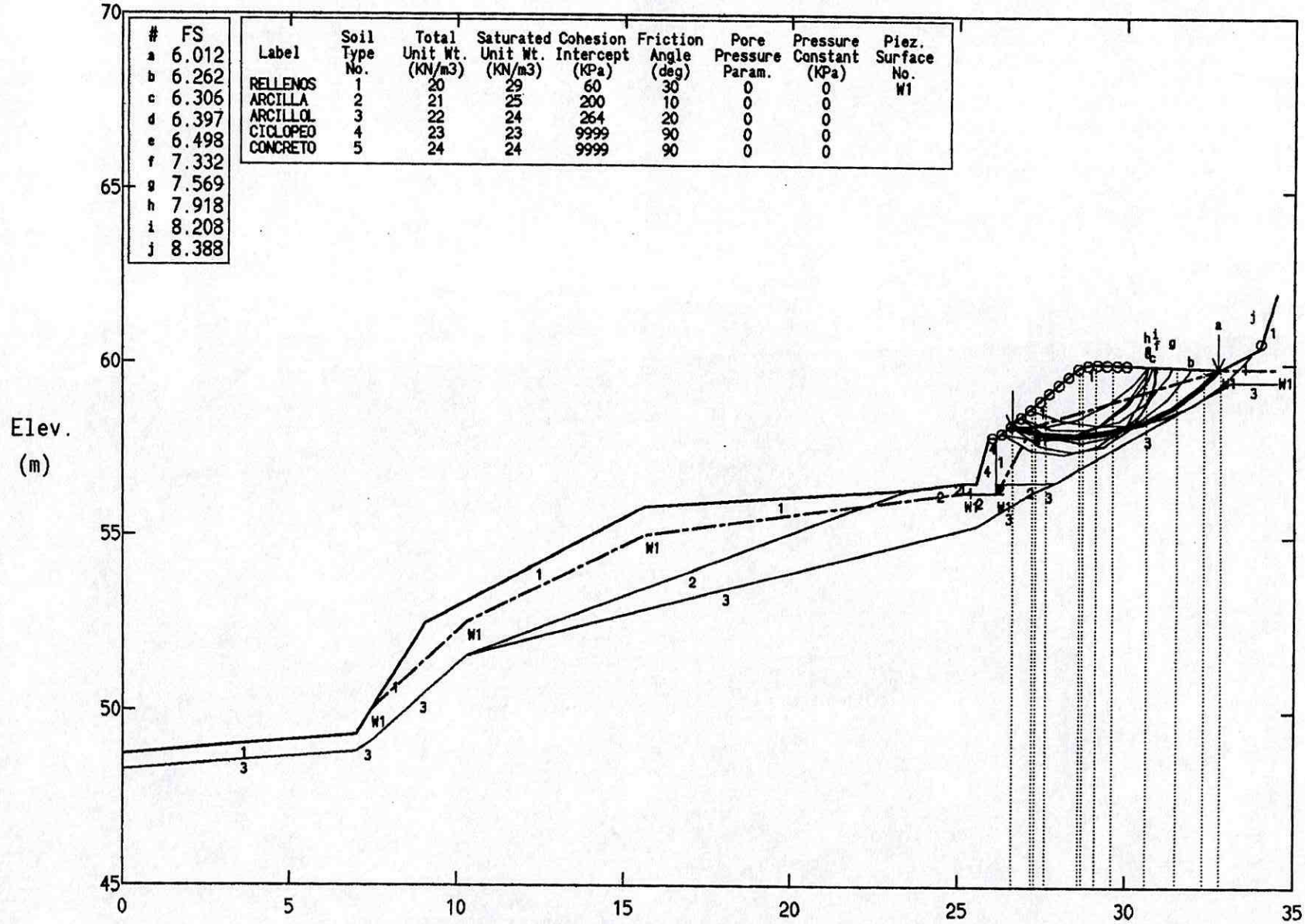
SECCION 3-PERFIL DE ANALISIS



8700048

CONS-112/03-TRIANGULO BAJO PERFIL 3-ACTUAL

Ten Most Critical. C:T101.PLT By: INGECIENCIAS S.A. 07-23-03 3:16pm



#	FS
a	6.012
b	6.262
c	6.306
d	6.397
e	6.498
f	7.332
g	7.569
h	7.918
i	8.208
j	8.388

Label	Soil Type No.	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.
RELLENOS	1	20	29	60	30	0	0	W1
ARCILLA	2	21	25	200	10	0	0	
ARCILLOL	3	22	24	264	20	0	0	
CICLOPEO	4	23	23	9999	90	0	0	
CONCRETO	5	24	24	9999	90	0	0	

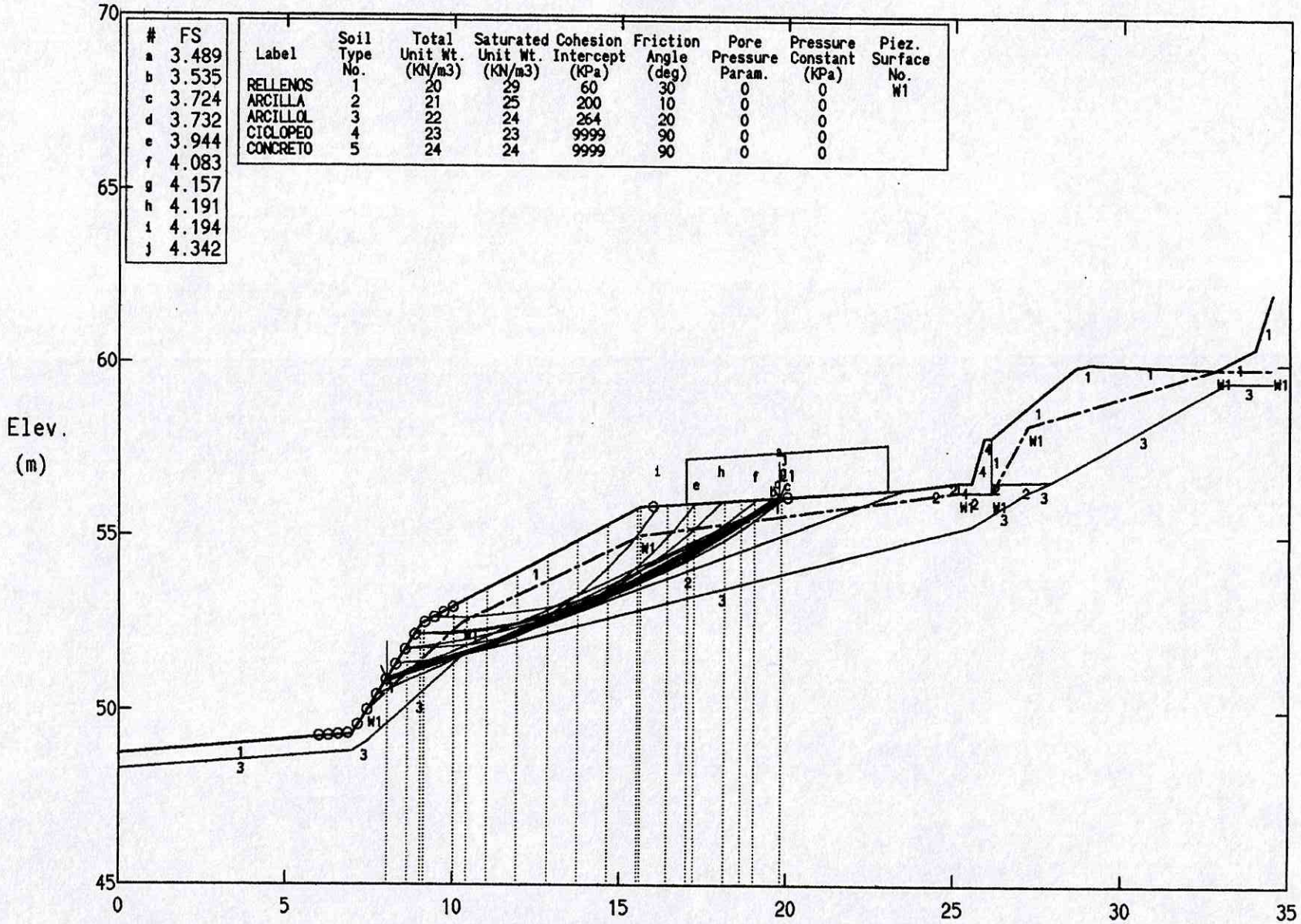
PCSTABL5M/SI FSmin=6.012 X-Axis (m)

Factors Of Safety Calculated By The Modified Bishop Method

000049

CONS-112/03-TRIANGULO BAJO PERFIL 3-ACTUAL

Ten Most Critical. C:T102A.PLT By: INGECIENCIAS S.A. 07-23-03 3:51pm

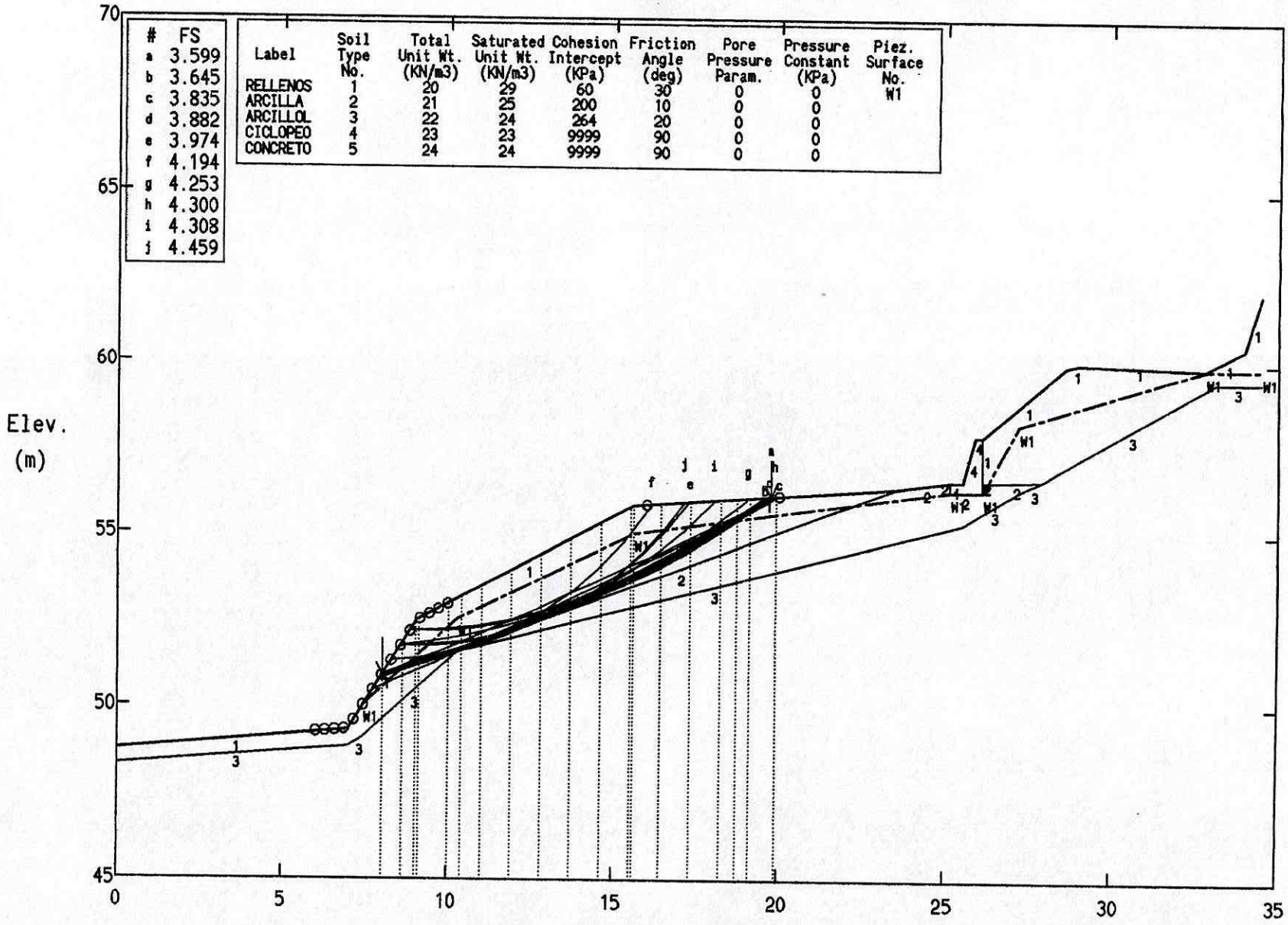


PCSTABL5M/SI FSmin=3.489 X-Axis (m)

Factors Of Safety Calculated By The Modified Bishop Method

CONS-112/03-TRIANGULO BAJO PERFIL 3-ACTUAL

Ten Most Critical. C:T102.PLT By: INGECIENCIAS S.A. 07-23-03 3:02pm



#	FS
a	3.599
b	3.645
c	3.835
d	3.882
e	3.974
f	4.194
g	4.253
h	4.300
i	4.308
j	4.459

Label	Soil Type No.	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.
RELLENOS	1	20	29	60	30	0	0	W1
ARCILLA	2	21	25	200	10	0	0	
ARCILLOL	3	22	24	264	20	0	0	
CICLOPEO	4	23	23	9999	90	0	0	
CONCRETO	5	24	24	9999	90	0	0	

PCSTABL5M/SI FSmin=3.599 X-Axis (m)

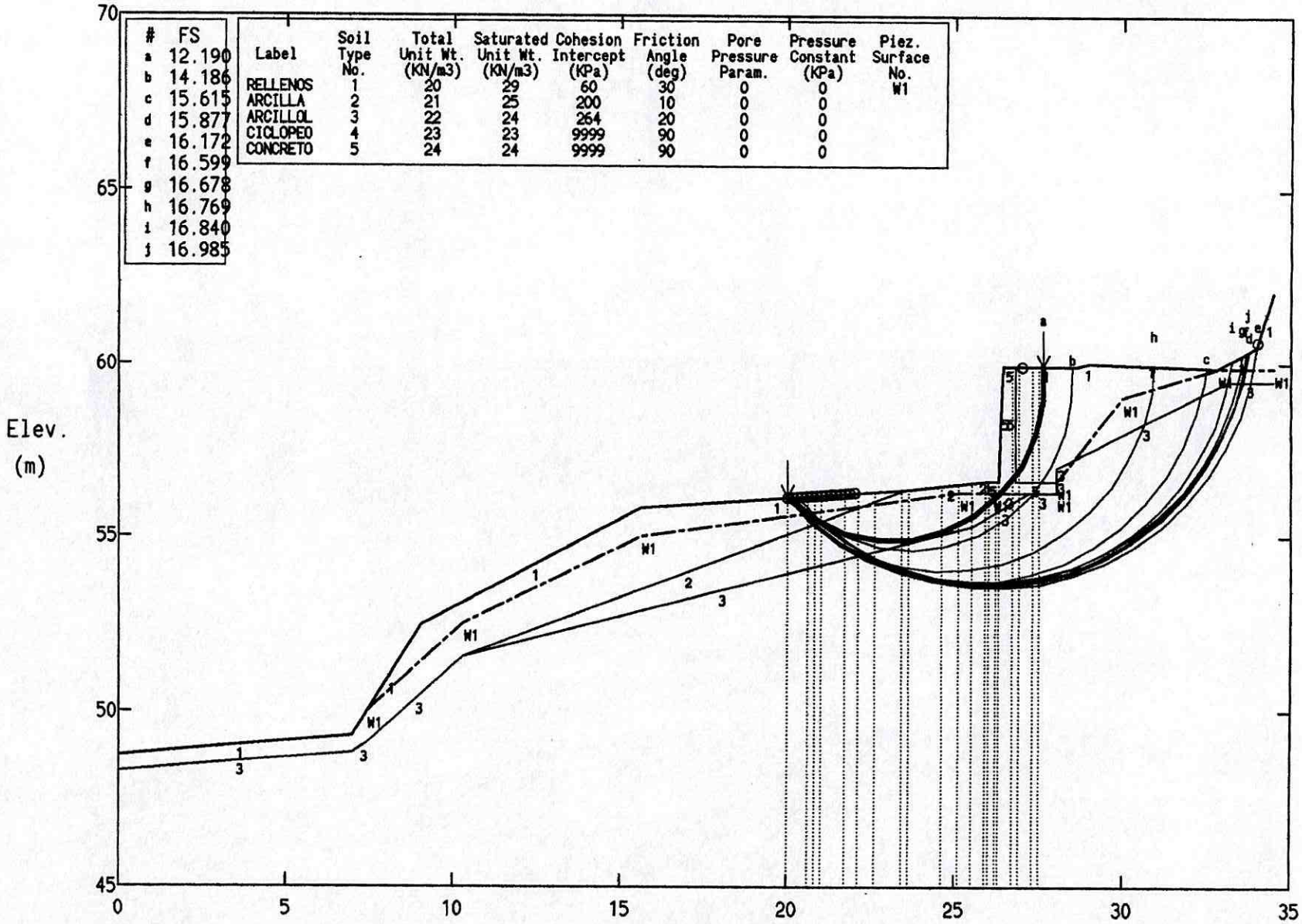
Factors Of Safety Calculated By The Modified Bishop Method

CONS-112/03-TRIANGULO BAJO PERFIL 3-OBRAS

Ten Most Critical. C:T201.PLT By: INGECIENCIAS S.A. 07-23-03 7:49pm

#	FS
a	12.190
b	14.186
c	15.615
d	15.877
e	16.172
f	16.599
g	16.678
h	16.769
i	16.840
j	16.985

Label	Soil Type No.	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.
RELLENOS	1	20	29	60	30	0	0	W1
ARCILLA	2	21	25	200	10	0	0	
ARCILLOL	3	22	24	264	20	0	0	
CICLOPEO	4	23	23	9999	90	0	0	
CONCRETO	5	24	24	9999	90	0	0	



PCSTABL5M/SI FSmin=12.190 X-Axis (m)

Factors Of Safety Calculated By The Modified Bishop Method

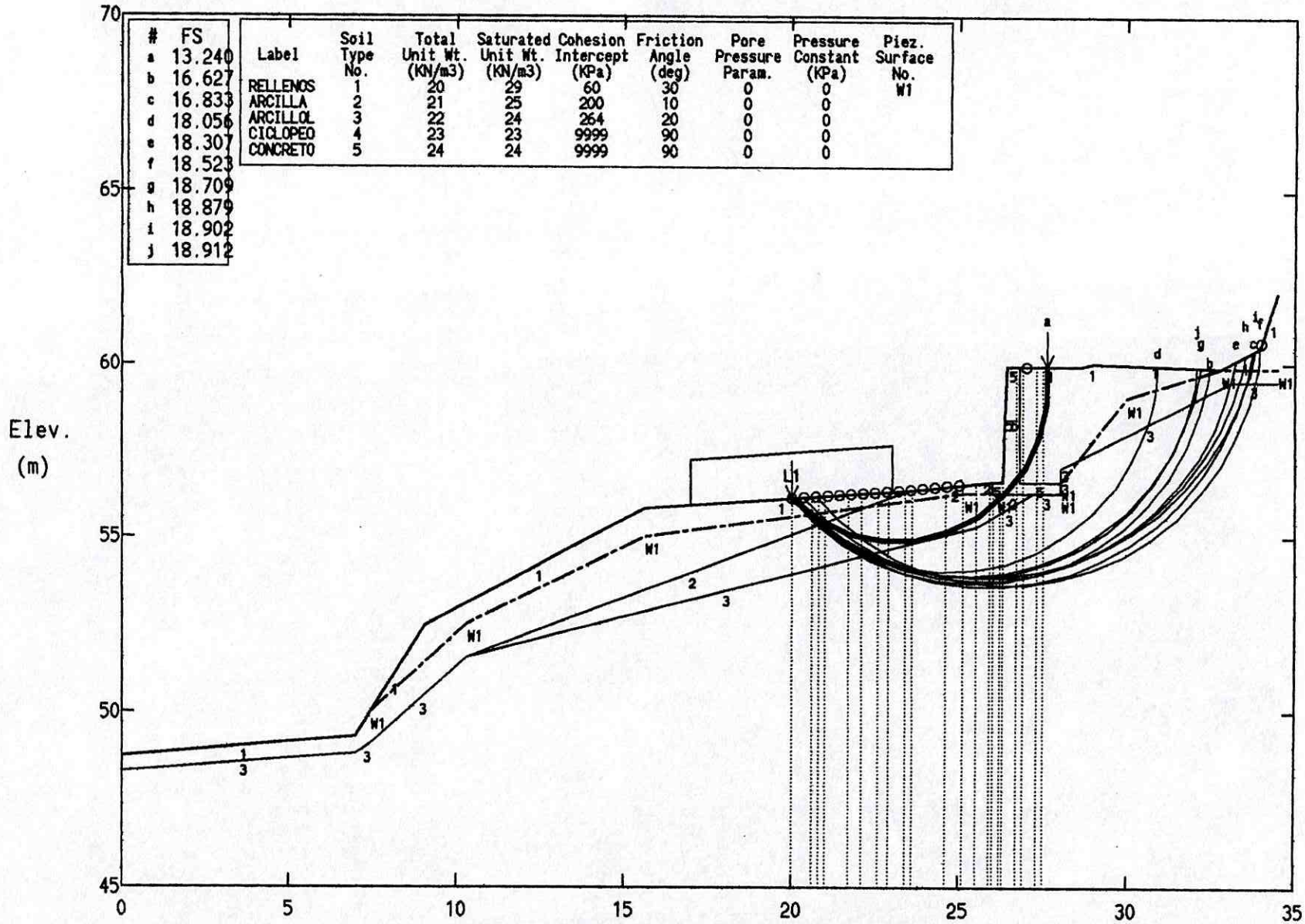
000052

CONS-112/03-TRIANGULO BAJO PERFIL 3-OBRAS

Ten Most Critical. C:T200.PLT By: INGECIENCIAS S.A. 07-23-03 7:39pm

#	FS
a	13.240
b	16.627
c	16.833
d	18.056
e	18.307
f	18.523
g	18.709
h	18.879
i	18.902
j	18.912

Label	Soil Type No.	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.
RELLENOS	1	20	29	60	30	0	0	W1
ARCILLA	2	21	25	200	10	0	0	
ARCILLOL	3	22	24	264	20	0	0	
CICLOPEO	4	23	23	9999	90	0	0	
CONCRETO	5	24	24	9999	90	0	0	



PCSTABL5M/SI FSmin=13.240 X-Axis (m)

Factors Of Safety Calculated By The Modified Bishop Method

DPAE-EL TRIANGULO BAJO
CONS-112/2003 Julio de 2003

Anexo #6
ANALISIS ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO

inGeciencias s.a.

REVISION DEL MURO DE CONTENCION DE GRAVEDAD ACTUAL
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 3 - Altura libre 1.25 m

1. Empujes de Tierra

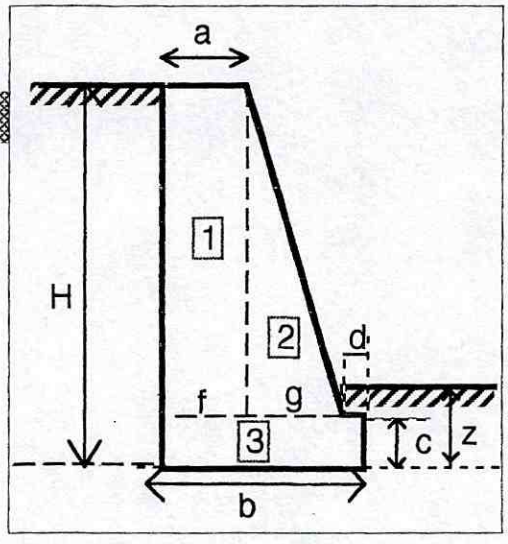
H`	z	β	ϕ	γ	
(m)	(m)			(T/m3)	ah = 0.25 g
1.9	0.5	40	30	2	av = 0.1 g

Rankine - estático				Muller-Breslau		Mononobe-Okabe	
Suelo Cohesivo		Suelo Granular		Estático		Pseudo-estático	
Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp
0.33	3.00	0.31	3.23	0.40	68.41	0.35	68.41
Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
1.19	0.75	1.10	0.81	1.41	17.10	1.24	17.10

Caso de análisis: 1 (Estático=1 ó Pseudo-estático =2)

2. Predimensionamiento del Muro

H=	1.55 m	γ suelo	2	T/m3
H`:	1.89 m	γ ciclópeo	2.3	T/m3
z=	0.5 m	ϕ	30	
a=	0.25 m	β	40	
b=	0.65 m	c	20	T/m2
c=	0.30 m	L	5	m
d=	0.00 m	δ	10	
f=	0.25 m	α	90	
g=	0.40 m	Ea	1.41	T/m
ζ	0.27	Ep	0.81	T/m
	15.5			



Eah	Eav	Ep	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
1.39	0.25	0.81	0.72	0.58	0.45				

lah	lav	lp	lw1	lw2	lw3	lw4	lw5	lw6	lw7
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
0.63	0.65	0.17	0.53	0.27	0.33				

Momentos que tienden a voltear el muro 0.87 T/m
Momentos que tienden a resistir el volteo 0.97 T/m

F.S. al Volcamiento	1.1

inGeociencias s.a.

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION DE GRAVEDAD
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 1 - Altura libre 1.5 m

1. Empujes de Tierra

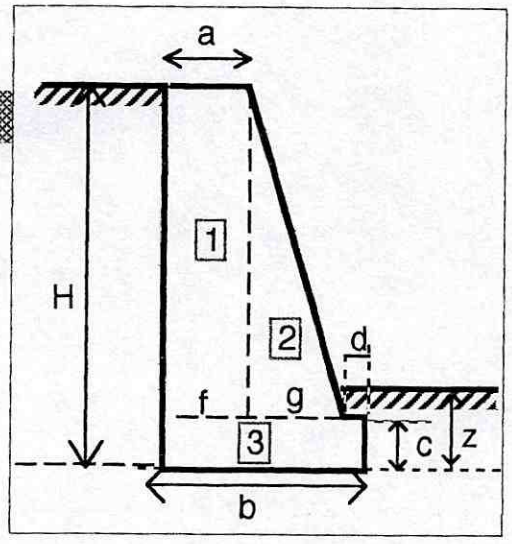
H`	z	β	ϕ	γ	
(m)	(m)			(T/m3)	ah = 0.25 g
2.2	0.6	10	30	2	av = 0.1 g

Rankine - estático				Muller-Breslau		Mononobe-Okabe	
Suelo Cohesivo		Suelo Granular		Estático		Pseudo-estático	
Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp
0.33	3.00	0.35	2.82	0.44	4.74	0.72	4.74
Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
1.55	1.08	1.65	1.01	2.05	1.71	3.35	1.71

Caso de análisis: 2 (Estático=1 ó Pseudo-estático =2)

2. Predimensionamiento del Muro

H=	2.00 m	γ suelo	2	T/m3
H`:	2.2 m	γ ciclópeo	2.3	T/m3
z=	0.4 m	ϕ	30	
a=	0.40 m	β	10	
b=	1.5 m	C	20	T/m2
c=	0.25 m	L	10	m
d=	0.08 m	δ	10	
f=	0.40 m	α	80	
g=	1.02 m	Ea	3.35	T/m
ζ	0.27	Ep	1.71	T/m
	15.5			



Eah	Eav	Ep	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
3.15	1.15	1.71	1.61	2.05	0.86				

lah	lav	lp	lw1	lw2	lw3	lw4	lw5	lw6	lw7
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
0.72	1.5	0.13	1.30	0.76	0.75				

Momentos que tienden a voltear el muro 2.27 T/m
Momentos que tienden a resistir el volteo 6.24 T/m

F.S. al Volcamiento	2.8

ingecienciasa.a.

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION DE GRAVEDAD
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 3 - Altura libre 1.5 m

4. Factor de Seguridad al Deslizamiento

Eah	Ep	Fv	Tan(fi)	c`	b
(T/m)	(T/m)	(T/m)		(T/m2)	(m)
3.15	1.71	5.67	0.58	12	1.5

Suma de las fuerzas horizontales resistentes	21.9	T/m
Suma de las fuerzas horizontales de empuje	3.2	T/m

F.S. al Deslizamiento	7.0

5. Factor de Seguridad a la Capacidad por Carga

q	B`	Nc	Nq	Ng
(T/m2)	(m)			
0.8	0.17	9	5	4

a. Factores de corrección por profundidad

Fcd	Fqd	Fgd
2.0	2.0	2.0

b. Factores de corrección por inclinación

ψ	Fci	Fqi	Fgi
29.08	1.00	1.00	1.00

c. Factores de corrección por forma

Fcs	Fqs	Fgs
1.02	1.01	1.01

Capacidad de carga máxima	14	T/m
Capacidad de carga última	358	T/m

F.S. a la Capacidad por Carga	25.9

6. Cantidades de obra

a. Volumen de Concreto

Area sección transversal					*Volumen tramo*	
A1	A2	A3	A6	A. Total	Long.	Vol.
(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m)	(m3)
0.70	0.89	0.38	0.00	1.96	10.0	19.6

b. Volumen recebo para base muro

Dimensiones sección de relleno

b = 1.5 m
i = 0.5 m
h = 0.05 m

Area = 0.1 m2

Vol. = 1 m3

inGeciencias s.a.

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION EN CANTILIVER
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 1 - Altura libre 1.5 m

1. Empujes de Tierra

H`	z	β	ϕ	γ	
(m)	(m)			(T/m3)	ah = 0.25 g
2.1	0.6	10	30	2	av = 0.1 g

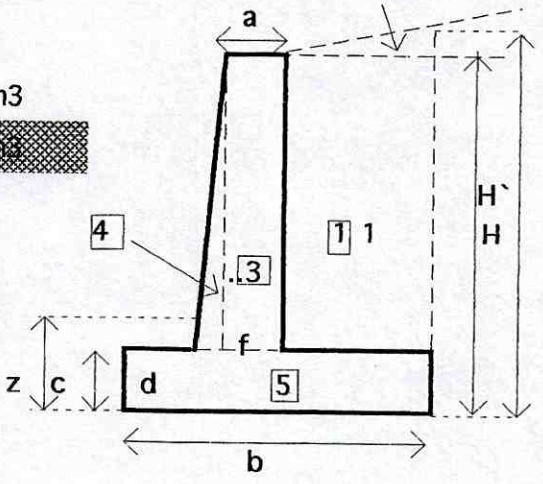
Rankine - estático				Muller-Breslau		Mononobe-Okabe	
Suelo Cohesivo		Suelo Granular		Estático		Pseudo-estático	
Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp
0.33	3.00	0.35	2.82	0.35	6.31	0.60	6.31
Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
1.46	1.08	1.55	1.01	1.53	2.27	2.61	2.27

Caso de análisis: 2 (Estático=1 ó Pseudo-estático =2) 2

2. Predimensionamiento del Muro

H= 2.00 m
H`= 2.1 m
z= 0.6 m
a= 0.30 m
b= 1.45 m
c= 0.35 m
d= 0.30 m
f= 0.38 m
g= 0 m
ζ 0.27
15.5

γ suelo 2 T/m3
γ Concreto 2.4 T/m3
β 10
ϕ 30
C 20 T/m2
L 10 m
δ 10
α 90
Ea 2.61 T/m
Ep 2.27 T/m



3. Factor de Seguridad al Volcamiento

Eah	Eav	Ep	W1	W2	W3	W4	W5
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
2.57	0.45	2.27	2.56	0.07	1.19	0.15	1.22

lah	lav	lp	lw1	lw2	lw3	lw4	lw5
m	m	m	m	m	m	m	m
0.70	1.45	0.20	1.06	1.19	0.53	0.35	0.73

Momentos que tienden a voltear el muro 1.79 T/m
Momentos que tienden a resistir el volteo 5.47 T/m

F.S. al Volcamiento 3.1

inGeciencias s.a.

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION EN CANTILIVER
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 1 - Altura libre 1.5 m

4. Factor de Seguridad al Deslizamiento

Eah	Ep	Fv	Tan(fi)	c`	b
(T/m)	(T/m)	(T/m)		(T/m2)	(m)
2.57	2.27	5.64	0.58	12	1.45

Suma de las fuerzas horizontales resistentes	21.85	T/m
Suma de las fuerzas horizontales de empuje	2.572	T/m

F.S. al Deslizamiento 8.5

5. Factor de Seguridad a la Capacidad por Carga

q	B`	Nc	Nq	Ng
(T/m2)	(m)			
1.2	0.60	6	5	4

a. Factores de correcón por profundidad

Fcd	Fqd	Fgd
1.27	1.1	1.1

b. Factores de correcón por inclinación

ψ	Fci	Fqi	Fgi
24.5	1.0	1.0	1.0

c. Factores de corrección por forma

Fcs	Fqs	Fgs
1.0	1.0	1.0

Capacidad de carga máxima	10.72	T/m
Capacidad de carga última	167.27	T/m

F.S. a la Capacidad por Carga 15.6

inGeciencias s.a.	DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION EN CANTILIVER DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO SECCION 1 - Altura libre 1.5 m

6. Cantidades de obra

a. Volumen de Concreto

Area sección transversal					*Volumen tramo*	
A4	A3	A5	A6	A. Total	Long.	Vol.
(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m)	(m3)
0.50	0.06	0.51	0.00	1.06	10.5	11.2

b. Volumen relleno para suplemento o apoyo

Dimensiones sección de relleno

b = 1.5 m
i = 0.5 m
h = 0.05 m

Area = 0.1 m2

Vol. = 1 m3

inGeciencias s.a.

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION DE GRAVEDAD
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 2 - Altura libre 2.5 m

1. Empujes de Tierra

H`	z	β	ϕ	γ	
(m)	(m)			(T/m3)	ah = 0.25 g
3.0	0.6	10	30	2	av = 0.1 g

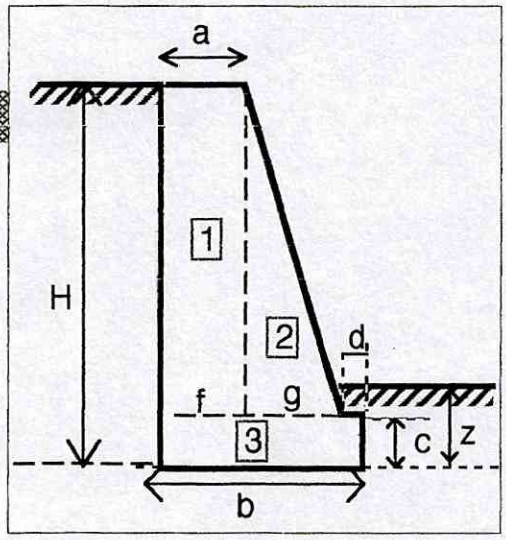
Rankine - estático				Muller-Breslau		Mononobe-Okabe	
Suelo Cohesivo		Suelo Granular		Estático		Pseudo-estático	
Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp
0.33	3.00	0.35	2.82	0.44	4.74	0.72	4.74
Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
2.93	1.23	3.12	1.15	3.87	1.94	6.33	1.94

Caso de análisis: 2 (Estático=1 ó Pseudo-estático =2)

2. Predimensionamiento del Muro

H= 2.75 m
H` 3.0 m
z= 0.55 m
a= 0.40 m
b= 1.9 m
c= 0.34 m
d= 0.11 m
f= 0.40 m
g= 1.39 m
ζ 0.27
15.5

γ suelo 2 T/m3
γ ciclópeo 2.3 T/m3
ϕ 30
β 10
c 20 T/m2
L 10.5 m
δ 10
α 80
Ea 6.33 T/m
Ep 1.94 T/m



Eah	Eav	Ep	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
5.95	2.16	1.94	2.21	3.83	1.50				

lah	lav	lp	lw1	lw2	lw3	lw4	lw5	lw6	lw7
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
0.99	1.9	0.18	1.70	1.04	0.95				

Momentos que tienden a voltear el muro 5.88 T/m
Momentos que tienden a resistir el volteo 13.64 T/m

F.S. al Volcamiento 2.3

inGeciencias s.a.

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION DE GRAVEDAD
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 2 - Altura libre 2.5 m

4. Factor de Seguridad al Deslizamiento

Eah	Ep	Fv	Tan(fi)	c`	b
(T/m)	(T/m)	(T/m)		(T/m2)	(m)
5.95	1.94	9.71	0.58	12	1.9

Suma de las fuerzas horizontales resistentes	28.5	T/m
Suma de las fuerzas horizontales de empuje	5.9	T/m

F.S. al Deslizamiento	4.8

5. Factor de Seguridad a la Capacidad por Carga

q	B`	Nc	Nq	Ng
(T/m2)	(m)			
1.1	0.23	9	5	4

a. Factores de corrección por profundidad

Fcd	Fqd	Fgd
1.8	1.8	1.8

b. Factores de corrección por inclinación

ψ	Fci	Fqi	Fgi
31.47	1.00	1.00	1.00

c. Factores de corrección por forma

Fcs	Fqs	Fgs
1.01	1.00	1.00

Capacidad de carga máxima	19	T/m
Capacidad de carga última	289	T/m

F.S. a la Capacidad por Carga	15.5

6. Cantidades de obra

a. Volumen de Concreto

Area sección transversal					*Volumen tramo*	
A1	A2	A3	A6	A. Total	Long.	Vol.
(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m)	(m3)
0.96	1.67	0.65	0.00	3.28	10.5	34.5

b. Volumen recebo para base muro

Dimensiones sección de relleno

b = 1.9 m
i = 0.5 m
h = 0.05 m

Area = 0.1 m2

Vol. = 2 m3

inGeciencias s.a.

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION EN CANTILIVER
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 2 - Altura libre 2.5 m

1. Empujes de Tierra

H`	z	β	ϕ	γ	
(m)	(m)			(T/m3)	ah = 0.25 g
2.9	0.6	10	30	2	av = 0.1 g

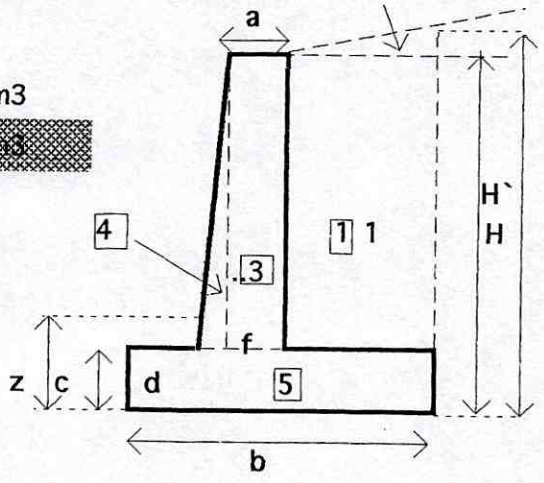
Rankine - estático				Muller-Breslau		Mononobe-Okabe	
Suelo Cohesivo		Suelo Granular		Estático		Pseudo-estático	
Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp
0.33	3.00	0.35	2.82	0.35	6.31	0.57	6.31
Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
2.80	1.23	2.98	1.15	2.94	2.58	4.80	2.58

Caso de análisis: 2 (Estático=1 ó Pseudo-estático =2) 2

2. Predimensionamiento del Muro

H= 2.75 m
H`= 2.9 m
z= 0.64 m
a= 0.40 m
b= 1.90 m
c= 0.40 m
d= 0.30 m
f= 0.48 m
g= 0 m
ζ 0.25
14.6

γ suelo 2 T/m3
γ concreto 2.4 T/m3
β 10
ϕ 30
C 20 T/m2
L 10.5 m
δ 10
α 90
Ea 4.80 T/m
Ep 2.58 T/m



3. Factor de Seguridad al Volcamiento

Eah	Eav	Ep	W1	W2	W3	W4	W5
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
4.73	0.83	2.58	5.29	0.17	2.26	0.21	1.82

lah	lav	lp	lw1	lw2	lw3	lw4	lw5
m	m	m	m	m	m	m	m
0.97	1.9	0.21	1.34	1.53	0.58	0.35	0.95

Momentos que tienden a voltear el muro 4.57 T/m
Momentos que tienden a resistir el volteo 12.57 T/m

F.S. al Volcamiento 2.7

ingeciencias s.a.

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION EN CANTILIVER
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 2 - Altura libre 2.5 m

4. Factor de Seguridad al Deslizamiento

Eah	Ep	Fv	Tan(fi)	c`	b
(T/m)	(T/m)	(T/m)		(T/m2)	(m)
4.73	2.58	10.58	0.58	12	1.9

Suma de las fuerzas horizontales resistentes	29.48	T/m
Suma de las fuerzas horizontales de empuje	4.7297	T/m

F.S. al Deslizamiento	6.2

5. Factor de Seguridad a la Capacidad por Carga

q	B`	Nc	Nq	Ng
(T/m2)	(m)			
1.28	0.60	6	3	1

a. Factores de correcón por profundidad

Fcd	Fqd	Fgd
1.29	1.1	1.1

b. Factores de correcón por inclinación

ψ	Fci	Fqi	Fgi
24.1	1.0	1.0	1.0

c. Factores de corrección por forma

Fcs	Fqs	Fgs
1.0	1.0	1.0

Capacidad de carga máxima	17.00	T/m
Capacidad de carga última	171.57	T/m

F.S. a la Capacidad por Carga	10.1

6. Cantidades de obra

a. Volumen de Concreto

Area sección transversal *Volumen tramo*

A3	A4	A5	A6	A. Total	Long.	Vol.	Vol.
(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m)	(m3)	(m3)
0.94	0.09	0.76	0.00	1.79	10.5	18.8	197.1

b. Volumen relleno para suplemento o apoyo

Dimensiones sección de relleno

b = 1.9 m
i = 0.5 m
h = 0.05 m

Area = 0.1 m2

Vol. = 1.5 m3

inGeciencias s.a.

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION DE GRAVEDAD
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 3 - Altura libre 3 m

1. Empujes de Tierra

H`	z	β	ϕ	γ	
(m)	(m)			(T/m3)	ah = 0.25 g
3.6	0.6	10	30	2	av = 0.1 g

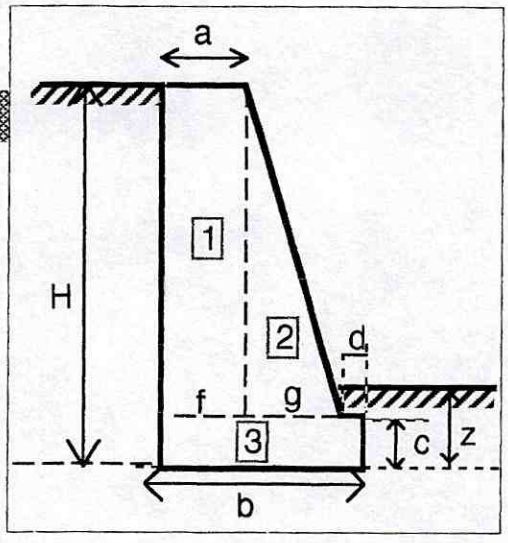
Rankine - estático				Muller-Breslau		Mononobe-Okabe	
Suelo Cohesivo		Suelo Granular		Estático		Pseudo-estático	
Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp
0.33	3.00	0.35	2.82	0.44	4.74	0.72	4.74
Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
4.41	1.08	4.70	1.01	5.83	1.71	9.53	1.71

Caso de análisis: 2 (Estático=1 ó Pseudo-estático =2)

2. Predimensionamiento del Muro

H= 3.40 m
H`: 3.6 m
z= 0.68 m
a= 0.60 m
b= 2.5 m
c= 0.43 m
d= 0.14 m
f= 0.80 m
g= 1.56 m
ζ 0.27
15.5

γ suelo 2 T/m3
γ ciclopeo 2.3 T/m3
ϕ 30
β 10
C 20 T/m2
L 5 m
δ 10
α 80
Ea 9.53 T/m
Ep 1.71 T/m



Eah	Eav	Ep	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	T/m)
8.96	3.26	1.71	5.47	5.33	2.44				

lah	lav	lp	lw1	lw2	lw3	lw4	lw5	lw6	lw7
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1.21	2.5	0.23	2.10	1.18	1.25				

Momentos que tienden a voltear el muro 10.86 T/m
Momentos que tienden a resistir el volteo 29.38 T/m

F.S. al Volcamiento 2.7

5,83

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION DE GRAVEDAD
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 3 - Altura libre 3 m

4. Factor de Seguridad al Deslizamiento

Eah	Ep	Fv	Tan(fi)	c`	b
(T/m)	(T/m)	(T/m)		(T/m2)	(m)
8.96	1.71	16.51	0.58	12	2.5

Suma de las fuerzas horizontales resistentes	38.09	T/m
Suma de las fuerzas horizontales de empuje	8.95575	T/m

F.S. al Deslizamiento	4.3

5. Factor de Seguridad a la Capacidad por Carga

q	B`	Nc	Nq	Ng
(T/m2)	(m)			
1.36	0.28	7	5	4

a. Factores de corrección por profundidad

Fcd	Fqd	Fgd
1.7	1.7	1.7

b. Factores de corrección por inclinación

ψ	Fci	Fqi	Fgi
28.48	1.00	1.00	1.00

c. Factores de corrección por forma

Fcs	Fqs	Fgs
1.02	1.01	1.01

Capacidad de carga máxima	24	T/m
Capacidad de carga última	265	T/m

F.S. a la Capacidad por Carga	10.9

6. Cantidades de obra

a. Volumen de Concreto

Area sección transversal					*Volumen tramo*	
A1	A2	A3	A6	A. Total	Long.	Vol.
(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m)	(m3)
2.38	2.32	1.06	0.00	5.76	11.0	63.4

b. Volumen recebo para base muro

Dimensiones sección de relleno

b = 2.5 m
i = 0.5 m
h = 0.05 m

Area = 0.2 m2

Vol. = 2 m3

inGeciencias s.a.

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION EN CANTILIVER
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 3 - Altura libre 3 m

1. Empujes de Tierra

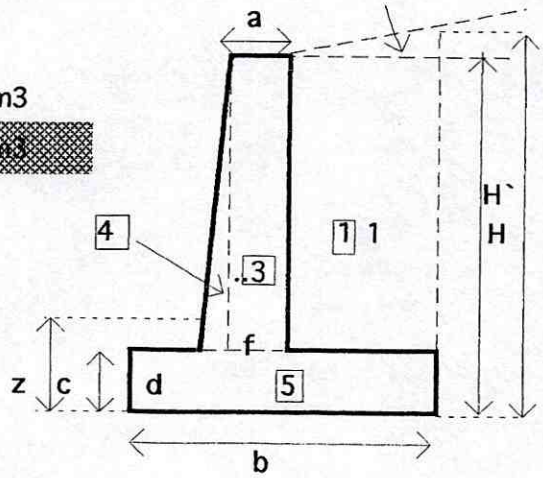
H`	z	β	ϕ	γ	
(m)	(m)			(T/m3)	ah = 0.25 g
3.7	0.6	10	30	2	av = 0.1 g

Rankine - estático				Muller-Breslau		Mononobe-Okabe	
Suelo Cohesivo		Suelo Granular		Estático		Pseudo-estático	
Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp	Ka	Kp
0.33	3.00	0.35	2.82	0.35	6.31	0.60	6.31
Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep	Ea	Ep
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
4.45	1.08	4.74	1.01	4.67	2.27	7.97	2.27

Caso de análisis: 2 (Estático=1 ó Pseudo-estático =2) 2

2. Predimensionamiento del Muro

H=	3.40 m	γ suelo	2	T/m3
H`=	3.7 m	γ concreto	2.4	T/m3
z=	0.6 m	β	10	
a=	0.40 m	ϕ	30	
b=	2.5 m	C	20	T/m2
c=	0.35 m	L	5 m	
d=	0.30 m	δ	10	
f=	0.48 m	α	90	
g=	0 m	Ea	7.97	T/m
ζ	0.27	Ep	2.27	T/m
	15.5			



3. Factor de Seguridad al Volcamiento

Eah	Eav	Ep	W1	W2	W3	W4	W5
(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
7.85	1.38	2.27	10.52	0.44	2.93	0.27	2.10

lah	lav	lp	lw1	lw2	lw3	lw4	lw5
m	m	m	m	m	m	m	m
1.22	2.5	0.20	1.64	1.93	0.58	0.35	1.25

Momentos que tienden a voltear el muro 9.56 T/m
Momentos que tienden a resistir el volteo 26.39 T/m

F.S. al Volcamiento 2.8

ingeciencias s.a.

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION EN CANTILIVER
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 3 - Altura libre 3 m

4. Factor de Seguridad al Deslizamiento

Eah	Ep	Fv	Tan(fi)	c`	b
(T/m)	(T/m)	(T/m)		(T/m2)	(m)
7.85	2.27	17.65	0.58	12	2.5

Suma de las fuerzas horizontales resistentes	39.10	T/m
Suma de las fuerzas horizontales de empuje	7.8516	T/m

F.S. al Deslizamiento	5.0

5. Factor de Seguridad a la Capacidad por Carga

q	B`	Nc	Nq	Ng
(T/m2)	(m)			
1.2	0.60	6	5	4

a. Factores de correcón por profundidad

Fcd	Fqd	Fgd
1.14	1.1	1.1

b. Factores de correcón por inclinación

ψ	Fci	Fqi	Fgi
24.0	1.0	1.0	1.0

c. Factores de corrección por forma

Fcs	Fqs	Fgs
1.1	1.0	1.0

Capacidad de carga máxima	23.15	T/m
Capacidad de carga última	151.69	T/m

F.S. a la Capacidad por Carga	6.6

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION EN CANTILIVER
DPAE CONTRATO No. CONS-112/2003 - EL TRIANGULO BAJO
SECCION 1 y 2 - Altura libre 3 m

6. Cantidades de obra

a. Volumen de Concreto

Area sección transversal					*Volumen tramo*	
A4	A3	A5	A6	A. Total	Long.	Vol.
(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m)	(m3)
1.22	0.11	0.88	0.00	2.21	11.0	24.3

b. Volumen relleno para suplemento o apoyo

Dimensiones sección de relleno

b = 2.5 m
i = 0.5 m
h = 0.05 m

Area = 0.2 m2

Vol. = 2 m3

Hoja1

EL TRIANGULO BAJO

ANALISIS DE ESTABILIDAD MURO H=3.50M EMPUJE PSEUDO ESTATICO			
Carga	Fuerza	Brazo (A)	Mto (A)
viento sobre carga viva	0	0	0
fuerza de frenado	0	0	0
viento sobre superest.	0	0	0
sismo	0	0	0
empuje del relleno	-7970	1.2	-9564
carga muerta de la superest	0	0	0.00
carga viva de la superest	0	0	0.00
peso vástago	2198	1.15	2525.4
peso espaldar	0	0	0
peso espaldar	0	0	0
peso relleno	6039	2.175	13134.83
peso relleno	0	0	0.00
peso relleno	0	0	0
peso zarpa	3600	1.5	5400
peso vastago	549	1	549
peso relleno	0	0	0
empuje pasivo	2270	0.166	376.82

sumatorias:

12423,05

FV	12384 Kgs
FH	5700 Kgs
Momentos (-)	9564,00 Kgs-M
Momentos (+)	21988,05 Kgs-M
peso especifico	2000,00 Kg/m3
ka	0,6
F.S. Volcamiento	2,30
F.S. Deslizamiento	1,09
coeficiente de frac	0,3
B ancho zarpa	3
excentricidad	0,50
Esfuerzo max	8231 Kgs/m2
Esfuerzo min	25 Kgs/m2

DISEÑO VASTAGO

e zarpa	0,5 m
e vastago	0,45 m
h muro	3,5 m
Momen base vastago	-9032,87 Kg-m
K	0,00628
cuantia	0,0033
refuerzo	12,54 cm2
refuerzo minimo	7,425 cm2

CORTANTE

V	6120,00 Kg
vu	1,89 Kg/cm2

DISEÑO ZARPA DELANTERA

Longitud	0,90 m
momento	5666,79 Kg-m
K	0,0031
cuantia	0,0033
refuerzo	14,19 cm2
refuerzo minimo	8,25 cm2

CORTANTE

V	38,81 kg
vu	0,01 Kg/cm2

DISEÑO ZARPA TRASERA

longitud	1,85 m
carga	3834,64 Kg/ml
momento	4947,65 Kg-m/ml
K	0,00268
cuantia	0,0033
refuerzo	12,54

CORTANTE

V	10195,18 Kg
vu	3,18 Kg/cm2

Hoja1

EL TRIANGULO BAJO

ANALISIS DE ESTABILIDAD MURO H=4.00M EMPUJE PSEUDO ESTATICO			
Carga	Fuerza	Brazo (A)	Mto (A)
viento sobre carga viva	0	0	0
fuerza de frenado	0	0	0
viento sobre superest.	0	0	0
sismo	0	0	0
empuje del relleno	-2810	0,78	-1953,2
carga muerta de la superest.	0	0	0,00
carga viva de la superest	0	0	0,00
peso vastago	1200	0,575	724,5
peso espaldar	0	0	0
peso espaldar	0	0	0
peso relleno	3450	1,05	2572,50
peso relleno	0	0	0,00
peso relleno	0	0	0
peso zarpa	1080	0,7	705,6
peso vastago	0	0	0
peso relleno	0	0	0
empuje pasivo	1130	0,1	113,5

sumatorias 2132,50

FV	4719 Kgs		
FH	1475 Kgs		
Momentos (-)	1982,8 Kgs-M		
Momentos (+)	4116,10 Kgs-M		
peso especifico	2000,00 Kg/m3		
ka	0,3		
F.S. Volcamiento	2,08		
F.S. Deslizamiento	1,60		
coeficiente de friccion	0,5		
B ancho zarpa	1,25		
excentricidad	0,27		
Esfuerzo max	8959 Kgs/m2		
Esfuerzo min	31 Kgs/m2		
DISEÑO VASTAGO		**CORTANTE**	
e zarpa	0,3 m	V	7137,32 Kg
e vastago	0,3 m	vu	3,85 Kg/cm2
h muro	2 m		
Momen base vastago	-1826,80 Kg-m		
K	0,00303		
cuantia	0,0033		
refuerzo	7,59 cm2		
refuerzo minimo	4,95 cm2		
DISEÑO ZARPA DELANTERA		**CORTANTE**	
Longitud	0,25 m	V	4140,42 kg
momento	724,57 Kg-m	vu	2,12 Kg/cm2
K	0,0014		
cuantia	0,0033		
refuerzo	7,59 cm2		
refuerzo minimo	4,95 cm2		
DISEÑO ZARPA TRASERA		**CORTANTE**	
longitud	0,7 m	V	4168,80 Kg
carga	3240,00 Kg/m	vu	2,13 Kg/cm2
momento	851,58 Kg-m/ml		
K	0,00162		
cuantia	0,0033		
refuerzo	7,59		

EL TRIANGULO BAJO

ANALISIS DE ESTABILIDAD MURO H=2,00M EMPUJE PSEUDO ESTATICO			
Carga	Fuerza	Brazo (A)	Mto (A)
viento sobre carga viva	0	0	0
fuerza de frenado	0	0	0
viento sobre superest.	0	0	0
sismo	0	0	0
empuje del relleno	-2510	0,75	-1883,5
carga muerta de la superest.	0	0	0,00
carga viva de la superest	0	0	0,00
peso vástago	1260	0,575	724,5
peso espaldar	0	0	0
peso espaldar	0	0	0
peso relleno	2450	1,05	2572,50
peso relleno	0	0	0,00
peso relleno	0	0	0
peso zarpa	1008	0,7	705,6
peso vastago	0	0	0
peso relleno	0	0	0
empuje pasivo	1136	0,1	113,5

sumatorias: 2132,50

FV	4718 Kgs		
FH	1476 Kgs		
Momentos (-)	1883,5 Kgs-M		
Momentos (+)	4116,10 Kgs-M		
peso especifico	2000,00 Kg/m3		
ka	0,6		
F.S. Volcamiento	2,08		
F.S. Deslizamiento	1,50		
coeficiente de fricc	0,5		
B ancho zarpa	1,35		
excentricidad	0,22		
Esfuerzo max	6969 Kgs/m2		
Esfuerzo min	31 Kgs/m2		
DISEÑO VASTAGO		CORTANTE	
e zarpa	0,3 m	V	7137,32 Kg
e vastago	0,3 m	vu	3,85 Kg/cm2
h muro	2 m		
Momen base vastago	-1626,90 Kg-m		
K	0,00308		
cuantia	0,0033		
refuerzo	7,59 cm2		
refuerzo minimo	4,95 cm2		
DISEÑO ZARPA DELANTERA		CORTANTE	
Longitud	0,35 m	V	4140,42 kg
momento	724,67 Kg-m	vu	2,12 Kg/cm2
K	0,0014		
cuantia	0,0033		
refuerzo	7,59 cm2		
refuerzo minimo	4,95 cm2		
DISEÑO ZARPA TRASERA		CORTANTE	
longitud	0,7 m	V	4816,00 Kg
carga	3500,00 Kg/mt	vu	2,13 Kg/cm2
momento	857,50 Kg-m/mt		
K	0,00152		
cuantia	0,0033		
refuerzo	7,59		

Hoja1

EL TRIANGULO BAJO

ANALISIS DE ESTABILIDAD MURO H=3.60M EMPUJE PSUDO ESTATICO			
Carga	Fuerza	Brazo (A)	Mto (A)
viento sobre carga viva	0	0	0
fuerza de frenado	0	0	0
viento sobre superest.	0	0	0
sismo	0	0	0
empuje del relleno	-7970	1,2	-9564
carga muerta de la superest	0	0	0,00
carga viva de la superest	0	0	0,00
peso vastago	2196	1,15	2525,4
peso espaldar	0	0	0
peso espaldar	0	0	0
peso relleno	6039	2,176	13134,83
peso relleno	0	0	0,00
peso relleno	0	0	0
peso zarpa	3600	1,5	5400
peso vastago	549	1	549
peso relleno	0	0	0
empuje activo	2270	0,166	376,82

sumatorias

12422,06

FV	12284	Kgs
FH	5700	Kgs
Momentos (-)	9564,00	Kgs-M
Momentos (+)	21986,06	Kgs-M
peso especifico	2000,00	Kg/m3
ka	0,6	
F.S. Volcamiento	2,30	
F.S. Deslizamiento	1,09	
coeficiente de fricc	0,5	
B ancho zarpa	3	
excentricidad	0,50	
Esfuerzo max	8201	Kgs/m2
Esfuerzo min	26	Kgs/m2

DISEÑO VASTAGO			CORTANTE	
e zarpa	0,6	m	V	6120,00 Kg
e vastago	0,45	m	vu	1,89 Kg/cm2
h muro	3,6	m		
Momen base vastago	-9032,67	Kg-m		
K	0,00626			
cuantia	0,0033			
refuerzo	13,54	cm2		
refuerzo minimo	7,425	cm2		
DISEÑO ZARPA DELANTERA			CORTANTE	
Longitud	0,90	m	V	38,81 kg
momento	5666,79	Kg-m	vu	0,01 Kg/cm2
K	0,0031			
cuantia	0,0033			
refuerzo	14,19	cm2		
refuerzo minimo	8,25	cm2		
DISEÑO ZARPA TRASERA			CORTANTE	
longitud	1,05	m	V	10196,16 Kg
carga	3634,64	Kg/ml	vu	3,16 Kg/cm2
momento	1947,86	Kg-m/ml		
K	0,00238			
cuantia	0,0033			
refuerzo	12,04			

DPAE-EL TRIANGULO BAJO
CONS-112/2003 Julio de 2003

Anexo #7
CARTERA TOPOGRAFICA

CALCULATION REPORT: Page 1

Curvature and Refraction: OFF
Sea Level Correction: OFF
Projection Scale Factor: OFF

Occupied Station: 1 96565.011N 100228.133E 2760.667Z
Backsight Station: 999
Height of Inst 1.533 True Azimuth: 344 00 06 Obs. Azimuth: 0 00 00

Foresight Station	Point No.	Horz.Angle	Vert.Angle	Slope Distance	Target Height	Elevation	Northing	Easting	Code
	2	236.3940	91.2455	5.610	1.600	2760.461	96560.757	100224.479	V
	3	240.3800	85.4240	6.220	1.600	2761.065	96560.597	100223.775	PTE
	4	266.1620	94.4125	6.620	1.600	2760.059	96562.784	100221.922	V
	5	294.4950	94.3020	3.730	1.600	2760.307	96565.582	100224.459	V
	6	237.2900	73.1245	7.530	1.600	2762.775	96559.610	100223.358	C
	7	263.3025	85.5655	8.460	0.200	2762.598	96561.783	100220.336	C
	8	263.4530	88.4435	7.660	1.600	2760.768	96562.112	100221.045	N
	9	270.2150	95.1720	7.010	1.600	2759.954	96563.130	100221.411	V
	10	280.4340	88.3920	10.880	1.600	2760.855	96564.012	100217.302	C
	11	292.3505	94.5200	13.140	1.600	2759.485	96566.513	100215.127	VAL
	12	281.3250	93.0645	10.630	1.600	2760.023	96564.187	100217.551	N
	13	291.3935	94.0405	14.430	1.600	2759.576	96566.431	100213.810	MAT
	14	288.0205	95.0545	10.010	1.600	2759.711	96565.365	100218.169	V
	15	298.0755	95.2920	12.890	1.600	2759.367	96567.708	100215.589	V
	16	315.4955	95.1830	12.250	1.600	2759.467	96571.079	100217.552	V
	17	299.1545	94.4610	18.120	1.600	2759.093	96569.154	100210.557	MED
	18	317.1620	95.4145	17.340	1.600	2758.879	96573.968	100213.386	V
	19	303.3120	94.3300	23.750	1.600	2758.716	96572.140	100205.557	MAT.C
	20	318.3250	95.2525	22.790	1.600	2758.446	96577.218	100209.009	V
	21	306.0510	95.3955	23.290	1.600	2758.301	96572.971	100206.367	V
	22	300.5145	96.0345	16.760	1.600	2758.830			

NMtrian,DT8-14-1991,TM20

CALCULATION REPORT: Page 2

	96569.286	100212.024	V		
23	305.3845	91.3315	27.750	3.000	2758.447
	96574.338	100202.008	C.ENT		
24	318.3735	94.5525	29.530	1.600	2758.066
	96580.874	100203.355	V		
25	308.2945	95.0105	28.070	1.600	2758.145
	96575.711	100202.299	V.ENT		
26	319.1925	94.2000	29.790	1.600	2758.349
	96581.331	100203.313	PTA		
27	307.5845	93.3340	33.010	1.600	2758.550
	96577.343	100197.582	C.ENT		
28	309.0155	94.0910	33.660	1.600	2758.162
	96578.147	100197.238	C		
29	321.0305	94.4740	31.010	1.600	2758.008
	96582.759	100202.836	EP		
30	310.5055	95.0615	32.790	1.600	2757.683
	96578.736	100198.497	V		
31	318.4855	94.5020	32.300	1.600	2757.875
	96582.454	100201.085	V		
32	310.1045	94.4425	37.580	1.600	2757.494
	96580.352	100193.968	C		
33	311.3730	95.1340	37.640	1.600	2757.170
	96581.223	100194.337	V		
34	320.3355	96.3900	38.420	0.050	2757.701
	96586.663	100196.708	QP.DP		
35	318.4110	94.3145	36.990	1.600	2757.679
	96584.925	100197.098	MED		
36	318.5310	95.0055	43.220	1.600	2756.822
	96588.389	100191.979	MED		
37	317.5345	94.5145	43.250	1.600	2756.934
	96587.782	100191.546	V		
38	312.3705	95.0710	43.130	1.600	2756.751
	96584.259	100189.729	V		
39	311.3545	95.2225	43.240	1.300	2756.851
	96583.611	100189.308	C		
40	317.4200	94.4650	38.450	1.600	2757.396
	96585.146	100195.534	QP		
41	319.1735	94.5145	54.120	1.600	2756.013
	96594.613	100183.059	V		
42	315.1635	94.4950	52.780	1.600	2756.155
	96590.731	100182.259	PZA		
43	314.3655	94.5525	54.550	1.600	2755.918
	96591.041	100180.423	V		
44	314.2935	94.0715	56.410	1.600	2756.546
	96591.853	100178.685	PTA		
45	313.3205	93.1305	56.580	1.600	2757.424
	96591.127	100178.042	C		
46	313.3425	94.5825	46.300	1.600	2756.586
	96586.363	100187.247	V		
47	322.1220	95.0520	29.220	1.600	2758.008
	96582.203	100204.649	BT		
48	322.4735	97.2635	29.360	1.600	2756.797

NMtrian,DT8-14-1991,TM20

CALCULATION REPORT: Page 3

	96582.448	100204.820	PT		
49	322.2305	95.0430	30.310	1.600	2757.919
	96582.921	100203.828	BT		
50	322.5425	96.5810	30.340	1.600	2756.919

	96583.097	100204.053	PT		
51	323.5415	97.3615	30.690	1.600	2756.539
	96583.700	100204.131	EP		
52	323.1155	96.2915	31.200	1.600	2757.075
	96583.754	100203.440	PP		
53	322.3940	93.4715	26.490	2.500	2757.950
	96580.794	100206.930	BT		
54	323.3530	96.4530	26.540	2.500	2756.577
	96581.089	100207.250	PT		
55	321.4445	93.3150	24.520	2.500	2758.190
	96579.309	100208.270	BT.ACO		
56	321.4115	93.3150	23.450	2.500	2758.256
	96578.665	100209.123	BT.ACO		
57	322.2905	96.3235	24.710	2.500	2756.884
	96579.609	100208.396	PT		
58	322.2810	97.3635	23.580	2.500	2756.577
	96578.904	100209.338	PT		
59	321.1825	92.4115	19.410	2.500	2758.790
	96576.217	100212.311	BT		
60	323.3510	100.0845	19.750	2.500	2756.221
	96576.870	100212.727	PT		
61	322.2825	92.4315	17.300	2.500	2758.879
	96575.284	100214.238	BT		
62	327.1505	100.4815	18.900	2.500	2756.157
	96577.252	100214.176	EP		
63	324.4600	99.3920	17.600	2.500	2756.748
	96575.876	100214.605	C		
64	336.1645	101.1225	18.890	2.500	2756.029
	96579.264	100216.292	PC		
65	336.0245	100.4810	19.480	2.500	2756.049
	96579.679	100215.846	PP		
66	329.0745	102.0755	16.430	2.500	2756.247
	96575.993	100216.410	EP		
67	322.3130	93.1110	15.440	2.500	2758.842
	96574.187	100215.745	BT		
68	325.1145	101.2245	15.980	2.500	2756.547
	96574.912	100215.992	PT		
69	318.1855	92.2755	15.200	2.500	2759.046
	96573.129	100215.299	BT		
70	318.1125	94.0910	15.060	2.500	2758.609
	96573.013	100215.422	PT		
71	321.1335	93.1100	14.960	2.500	2758.869
	96573.627	100215.932	BT		
72	321.1145	97.5645	14.980	2.500	2757.629
	96573.563	100216.009	PT		
73	318.0150	91.5255	14.210	2.500	2759.233
	96572.544	100216.093	BT		
74	318.1340	96.3910	14.430	2.500	2758.028
	96572.655	100216.009	PT		
75	321.5000	93.4330	13.890	2.500	2758.798

	96573.126	100216.896	BT		
76	321.0030	97.5755	14.240	2.500	2757.727
	96573.102	100216.582	PT		
77	327.4100	101.3905	14.420	2.500	2756.788
	96574.403	100217.586	PT.MU		
78	323.0355	98.5125	22.010	2.500	2756.311

	96578.119	100210.780	MU			
79	323.4050	99.3640	21.090	2.500	2756.179	
	96577.722	100211.676	MU			
80	339.0240	105.5140	11.910	2.500	2756.445	
	96574.166	100221.246	EP			
81	328.5625	101.2930	13.360	2.500	2757.038	
	96573.930	100218.549	MU			
82	319.3910	90.2250	11.420	2.500	2759.624	
	96571.340	100218.627	BT			
83	323.4040	94.3055	11.610	2.500	2758.786	
	96572.086	100218.973	N			
84	329.0135	103.4635	11.270	2.500	2757.016	
	96572.480	100220.131	PT.AC			
85	320.1650	91.4900	10.720	2.500	2759.360	
	96571.046	100219.280	MED			
86	320.0700	92.0740	9.650	2.500	2759.342	
	96570.420	100220.149	MED			
87	340.0140	106.3155	11.170	2.500	2756.522	
	96573.677	100221.843	EP			
88	323.0600	100.5345	9.800	2.500	2757.848	
	96570.816	100220.458	MC			
89	323.1555	101.1630	9.820	4.000	2756.280	
	96570.843	100220.469	MC.PB			
90	329.2110	103.4450	6.890	4.000	2756.563	
	96569.606	100223.267	MC.PB			
91	330.0550	92.5740	6.770	4.000	2757.850	
	96569.716	100223.278	MC.C			
92	26.0105	102.5215	2.770	2.500	2759.083	
	96567.670	100228.603	MC.C			
93	4.4725	113.4750	3.710	4.000	2756.703	
	96568.341	100227.473	MC.ML			
94	29.5715	106.3150	4.770	2.500	2758.343	
	96569.449	100229.236	MC.C			
95	2.1550	95.3905	3.510	4.000	2757.854	
	96568.404	100227.304	MC			
96	7.1755	90.1610	3.250	4.000	2758.185	
	96568.224	100227.641	ML			
97	26.3115	114.3125	3.500	4.000	2756.747	
	96568.142	100228.715	MLP			
98	25.5230	108.1535	4.970	2.500	2758.143	
	96569.661	100228.943	EP			
99	25.5645	108.2050	4.960	4.000	2756.639	
	96569.648	100228.946	MLP			
100	28.5355	90.5350	4.500	4.000	2758.130	
	96569.397	100229.138	ML			
101	16.3630	113.3615	3.840	4.000	2756.662	
	96568.530	100228.170	B1			
102	31.1755	110.0410	10.060	2.500	2756.248	

	96574.125	100230.626	MC			
103	30.0715	110.5810	9.470	2.500	2756.311	
	96573.587	100230.291	MC			
104	326.2710	98.1050	9.990	4.000	2756.778	
	96571.427	100220.609	AP1			
105	36.0445	101.2410	15.880	2.500	2756.560	
	96579.631	100233.478	QC			
106	325.3925	100.2355	19.740	2.500	2756.137	

	96577.402	100213.186	S2			
107	323.0950	96.0035	28.730	2.500	2756.692	
	96582.272	100205.364	S3			
108	125.1235	98.0335	9.550	1.600	2759.261	
	96561.900	100237.062	BT			
109	109.1845	102.3915	10.460	1.600	2758.309	
	96564.421	100238.322	BT			
110	96.5655	105.0100	11.750	1.600	2757.556	
	96566.796	100239.340	BT			
111	25.5450	106.0420	13.610	2.500	2755.932	
	96577.894	100230.385	EP			
112	8.5000	105.3700	16.160	2.500	2755.350	
	96580.453	100226.192	EP			
113	91.5320	99.3120	10.970	2.500	2757.885	
	96567.648	100238.625	BT			
114	81.5800	102.4425	12.630	2.500	2756.915	
	96570.028	100239.384	BT			
115	73.1625	100.4700	11.610	2.500	2757.528	
	96571.177	100237.728	BT			
116	61.3655	101.0430	11.660	2.500	2757.460	
	96573.015	100236.311	BT			
117	58.5705	100.2300	11.050	2.500	2757.708	
	96572.966	100235.539	BT			
118	20.5225	106.4145	22.700	6.000	2749.678	
	96586.675	100229.981	LIN			
119	37.0520	107.5405	22.880	6.000	2749.167	
	96585.325	100235.968	LIN			
120	84.3030	103.0730	11.730	1.600	2757.936	
	96569.196	100238.762	PL			
121	58.4150	105.4725	9.410	1.600	2758.039	
	96571.666	100234.274	PL			
122	128.1045	99.0930	7.330	1.600	2759.433	
	96562.279	100234.834	PT			
123	117.5415	103.2215	8.690	1.600	2758.590	
	96563.267	100236.406	PT			
124	95.4330	109.4205	7.220	1.600	2758.166	
	96566.223	100234.821	PT			
125	67.5505	111.0240	7.070	1.600	2758.061	
	96569.081	100233.327	PT			
126	37.3610	114.5345	4.290	1.600	2758.794	
	96568.629	100229.566	PT			
127	20.4910	104.1525	20.200	4.120	2753.105	
	96584.520	100229.778	TR2			
128	59.5150	86.5915	1.240	1.600	2760.665	
	96565.904	100228.991	PMT.A			
129	115.1440	87.1720	1.470	1.600	2760.670	

NMtrian,DT8-14-1991,TM20
CALCULATION REPORT: Page 6

	96564.775	100229.582	V			
130	134.0435	87.3415	3.200	1.600	2760.736	
	96563.506	100230.954	V			
131	151.5545	85.0125	5.930	1.600	2761.114	
	96560.766	100232.242	V			
132	139.4250	89.3550	7.550	1.600	2760.653	
	96560.820	100234.413	EC			
133	290.0735	90.2405	15.540	2.500	2759.591	
	96566.130	100212.634	B3			
134	282.4745	92.2910	1.810	1.600	2760.521	

	96564.910	100226.328	BT		
135	291.3440	94.2050	2.980	1.600	2760.374
	96565.300	100225.176	BT		
136	300.3140	95.0810	4.500	1.600	2760.197
	96566.135	100223.794	BT		
137	305.0205	95.4735	6.020	1.600	2759.992
	96566.965	100222.471	BT		
138	308.4720	95.2715	7.580	1.600	2759.880
	96567.934	100221.176	BT		
139	313.4520	97.0805	7.680	1.600	2759.646
	96568.560	100221.389	BT		
140	285.1055	91.4430	15.440	1.950	2759.781
	96564.791	100212.702	EP.C		
141	299.0545	92.1520	24.350	1.600	2759.642
	96570.525	100204.435	EP		
142	68.2755	108.0840	22.250	1.600	2753.671
	96577.892	100244.900	MJ35		
143	303.1620	94.4620	23.260	1.600	2758.665
	96571.894	100205.999	MG		
144	303.2930	94.4350	23.610	1.600	2758.653
	96572.084	100205.692	MG		
145	299.1405	94.4745	18.050	1.600	2759.091
	96569.129	100210.624	MED		
146	292.4920	94.5040	13.300	1.600	2759.477
	96566.586	100214.974	VAL		
147	298.5345	94.5800	14.040	1.600	2759.384
	96568.133	100214.499	CVAL		
148	292.4645	94.3415	14.360	1.600	2759.456
	96566.701	100213.919	CVAL		
149	292.4350	94.5640	11.210	1.600	2759.634
	96566.320	100217.042	CVAL		
150	0.0000	97.4240	774.250	1.600	2656.712
	97302.544	100016.672	PL		
1001	0.0000	97.4235	774.260	1.600	2656.730
	97302.556	100016.669	PL		
151	43.1950	107.4715	24.080	6.000	2748.844
	96585.380	100238.661	V		
152	40.1805	107.2900	30.390	4.600	2748.470
	96591.428	100240.063	EP		
153	41.1910	107.5620	29.630	4.600	2748.474
	96590.492	100240.189	V		
154	29.2150	106.5020	28.960	4.600	2749.211
	96591.979	100234.540	EP		
155	29.0545	107.2235	28.310	4.600	2749.145

NMtrian,DT8-14-1991,TM20
CALCULATION REPORT: Page 7

	96591.326	100234.256	V		
156	13.0400	104.1725	29.100	4.600	2750.417
	96593.174	100226.691	C		
157	12.2315	104.5635	28.600	4.600	2750.225
	96592.589	100226.393	V		
158	8.4505	107.0620	25.070	4.600	2750.226
	96588.781	100225.110	V		
159	3.1415	102.1540	31.890	4.600	2750.828
	96595.404	100221.250	FC		
160	3.0650	102.4935	31.680	4.600	2750.567
	96595.123	100221.245	V		
161	357.3215	104.0955	28.480	4.600	2750.630

	96591.204	100219.389	V			
162	352.3030	99.1900	39.170	4.600	2751.259	
	96600.461	100212.726	V			
163	347.4515	100.0140	37.290	4.600	2751.107	
	96597.359	100210.756	V			
164	2.0005	104.0200	24.850	4.600	2751.574	
	96588.404	100222.302	EP.C			
165	11.5610	105.3240	22.770	4.600	2751.498	
	96586.893	100226.579	QC			
166	351.3135	100.3335	29.800	4.600	2752.139	
	96591.675	100215.997	EP.C			
167	343.5605	96.2705	35.530	4.600	2753.608	
	96594.931	100209.391	QC			
168	341.3545	96.3435	37.080	4.600	2753.353	
	96595.404	100207.321	QC			
169	340.0410	96.1050	40.210	4.000	2753.871	
	96597.382	100204.676	EP			
170	340.3810	95.3015	40.540	4.600	2753.711	
	96597.919	100204.779	FC			

Occupied Station: 1001 97302.556N 100016.669E 2656.730Z

Backsight Station: 1 96565.011 100228.133 2760.667Z

Height of Inst 1.261 True Azimuth: 164 00 06 Obs. Azimuth: 0 00 00

Foresight Point Station	No.	Horz.Angle	Vert.Angle	Slope Distance	Target Height	Elevation
	Northing	Easting	Code			
171	0.2635	91.0505	108.700	1.600	2654.333	
	97197.856	100045.813	F			
172	0.2655	91.0445	108.720	1.600	2654.343	
	97197.834	100045.809	NPCD63			

DPAE-EL TRIANGULO BAJO
CONS-112/2003 Julio de 2003

Anexo #8
PRESUPUESTO

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTA D.C.
DIRECCION DEPREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
D.P.A.E.
CONTRATO Nº CONS- 112/2003
CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE DISEÑOS DE OBRAS,
PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS
EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE EN BOGOTA D.C

VICTOR KUHN
PRESUPUESTO DETALLADO OBRAS SITIO Nº2 EL TRIANGULO BAJO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	**PRELIMINARES**				
1.1	Cerramiento, localización y replanteo	gl	1	650000	650000
2	**EXCAVACIONES (incluye retiro)**				
2.1	Excavación con máquina	m3	271	17000	4607000
2.2	Excavación manual	m3	31	23000	713000
3	**RELLENOS Y FILTROS**				
3.1	Relleno con material proveniente de la excavación	m3	246	10000	2460000
3.2	Recebo base del muro B-200	m3	4.3	17000	73100
3.3	Filtro en gravilla	m3	15	40000	600000
3.4	Sello de arcilla	m3	12	20000	246000
4	**ESTRUCTURAS**				
4.1	Concreto de 3000 PSI, para muro.	m3	55	500000	27500000
4.3	Acero de refuerzo,para muro.	kg	3000	1400	4200000
4.4	Cuneta en concreto	ml	70	70000	4900000
4.5	Rejilla sumidero en concreto prefabricada.	un	1	75000	75000
4.6	Caja colectora	un	3	550000	1650000
4.7	Tubería P.V.C 8"	ml	6	12000	72000
4.8	Tubería de drenaje PVC 4"	ml	50	4000	200000
4.9	Piedra pegada para escaleras y rampa	m3	3	70000	210000
5	**REINSTALACIONES**				
5.1	Empradización	m2	10	4606	46060
	TOTAL				48202160

DPAE-EL TRIANGULO BAJO
CONS-112/2003 Julio de 2003

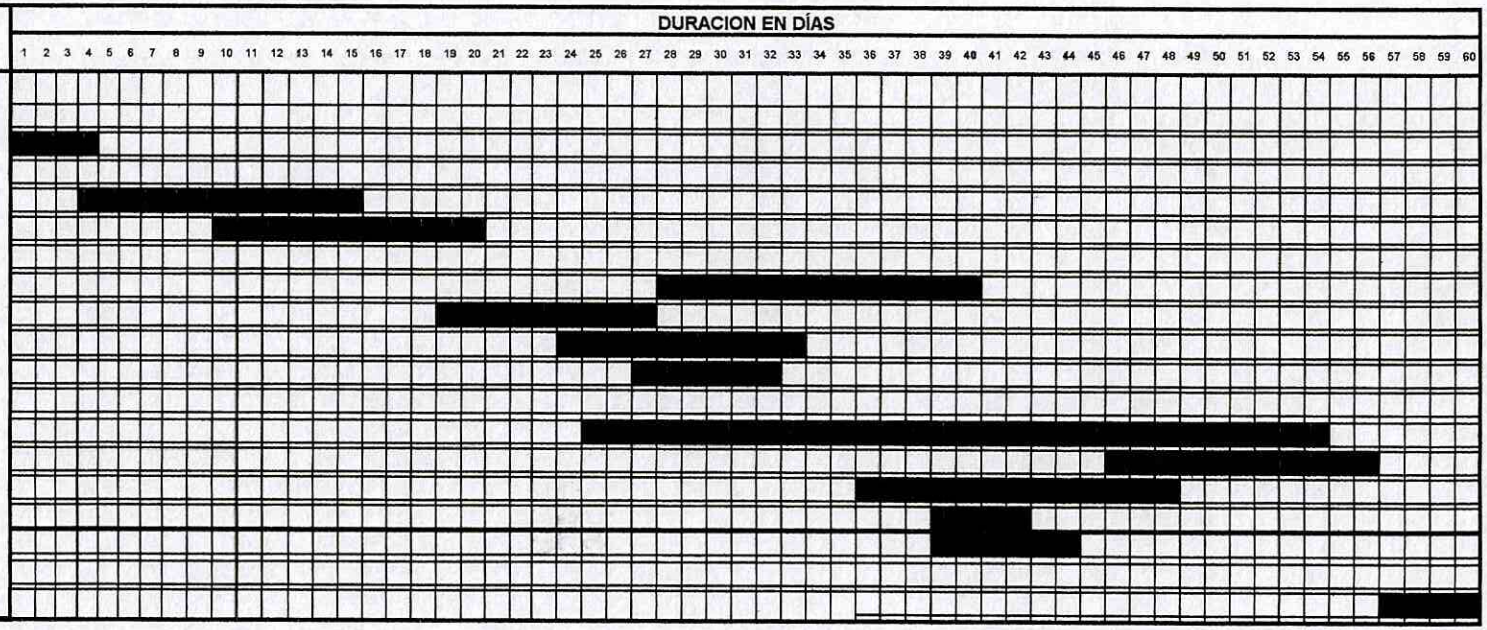
Anexo #9
CRONOGRAMA

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTA D.C.
DIRECCION DEPREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
D.P.A.E.

CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE DISEÑOS DE OBRAS, PRESUPUESTOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE EN BOGOTA D.C
VICTOR H. KUHN N.

PRESUPUESTO DETALLADO OBRAS SITIO EL TRIANGULO BAJO

ITEM	DESCRIPCION
1	**PRELIMINARES**
1.1	Cerramiento , localización y replanteo
2	**EXCAVACIONES (incluye retiro)**
2.1	Maquinaria
2.2	Manual
3	**RELLENOS Y FILTROS**
3.1	Relleno con material proveniente de la excavación
3.2	Relleno base del muro
3.3	Filtro en gravilla
3.4	Sello en arcilla
4	**ESTRUCTURAS**
4.1	Muro de concreto reforzado
4.2	Cuneta en concreto
4.3	Tubería de drenaje PVC 4"
4.4	Caja colectora
4.5	Escaleras y rampa en piedra pegada
5	**REINSTALACIONES**
5.1	Empradización



*** Duración total 60 días**

000089

DPAE-EL TRIANGULO BAJO
CONS-112/2003 Julio de 2003

Anexo #10
CONVENCIONES

ingeciencias s.a.

Abreviaturas y Convenciones

V.5.0 Enero de 2003 Hoja 1 de 2

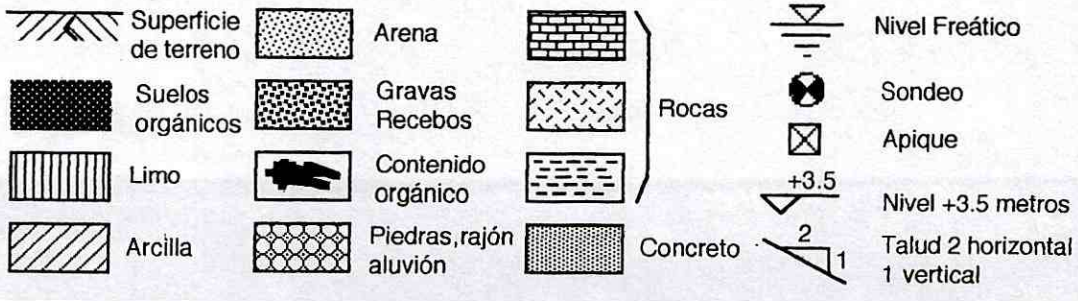
En el texto, en los anexos, o en los dibujos, se han utilizado algunas de las siguientes abreviaturas y convenciones :

E.P.S. o S.P.T.	Ensayo de penetración estándar (Standard Penetration Test.)
N	Número de golpes resultantes del ensayo de penetración estándar
q_u	Resistencia a la compresión inconfinada en laboratorio en kg/cm^2.
c, s_u	Cohesión, resistencia al corte no drenado.
Rp	Resistencia a la penetración de cono holandés en Kg/cm^2.
Rd	Resistencia a la penetración dinámica con cono en golpes/25cm.
NF	Nivel freático.
SH	Muestra inalterada obtenida mediante tubo Shelby.
ST	Muestra alterada obtenida con el ensayo de penetración estándar.
B	Muestra alterada obtenida mediante barreno manual o mecánico.
AB,BX, o NX	Muestra obtenida por rotación en diámetro A,B,N.
BM	Nivel de referencia o nivel 0.0 metros.
S	Asentamiento.
Q_{ult}	Carga última.
Q_a	Carga de trabajo o admisible.
K_a	Coeficiente activo de tierras.
K_p	Coeficiente pasivo de tierras.
K_o	Coeficiente de tierras en reposo.
K	Módulo de reacción de subrasante.
FS	Factor de Seguridad.
P_h	Empuje horizontal de suelos, carga horizontal (Ton)
P_v	Carga vertical (Ton)
N.A.M.E.	Nivel de aguas máximas estimado
v_s	Velocidad de propagación de ondas sísmicas de cortante.

Ensayos de Laboratorio. (parámetros del suelo)

HN	Humedad Natural
LL	Límite Líquido
LP	Límite Plástico
IP	Indice de plasticidad.
LC	Límite de contracción.
q_{uc}	Compresión inconfinada campo (Penetrómetro).
q_u	Compresión inconfinada laboratorio.
q_{ur}	Compresión inconfinada laboratorio remoldeada.
Pu,γ	Peso Unitario ton/m^3
e	Relación de vacíos.
C_c	Indice de compresión
C_r	Indice de recompresión.
T10%	en peso de material que pasa el tamiz 10
T40%	en peso de material que pasa el tamiz 40
T200%	peso de material que pasa el tamiz 200
OCR	Relación de sobreconsolidación.

Convenciones Gráficas.



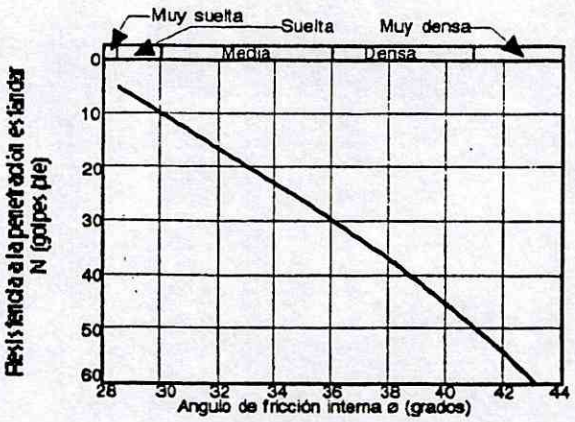
inGeciencias s.a.

USC CLASIFICACION UNIFICADA DE LOS SUELOS (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION)

GW Gravas bien gradadas, mezclas de gravas y arenas, con pocos finos ó ninguno
GP Gravas mal gradadas, mezclas de gravas y arenas, con pocos finos ó ninguno
GM Gravas limosas, mezcla de gravas, arenas y limos
GC Gravas arcillosas, mezcla de gravas, arenas y arcillas
SW Arenas bien gradadas, arenas con gravas, con pocos finos ó ninguno
SP Arenas mal gradadas, arenas con gravas, con pocos finos ó ninguno
SM Arenas limosas, mezcla de arenas y limos
SC Arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcillas
ML Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos ó arcillosos ligeramente plásticos
CL Arcillas inorgánicas de baja ó media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas
OL Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plásticidad
MH Limos inorgánicos, suelos limosos ó arenosos finos micáceos ó con diatomeas, limos elásticos
CH Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta
P_t Turba y otros suelos altamente orgánicos

DENSIDAD DE SUELOS GRANULARES

N (Golpes/pie)	Descripción	ø
0 a 4	Muy suelta	26-28
4 a 10	Suelta	28-30
10 a 30	Medio densa	30-36
30 a 50	Densa	36-40
>50	Muy densa	40



CONSISTENCIA DE SUELOS FINOS

q_u (Kg/cm^2)	Descripción	Prueba de campo
Menor que 0,25	Muy blanda	Se penetra fácilmente varias pulgadas con el puño.
0,25 a 0,50	Blanda	Se penetra fácilmente varias pulgadas con el pulgar
0,51 a 1,00	Media	Se puede penetrar varias pulgadas con el pulgar con moderad esfuerzo.
1,01 a 2,00	Dura	Se puede hacer una muesca fácilmente con el pulgar pero se penetra solamente con gran esfuerzo.
2,01 a 4,00	Muy dura	Se puede hacer una muesca fácilmente con la uña del dedo pulgar.
>4,00	Durísima	Se hace una muesca con dificultad con la uña del dedo pulgar.

DPAE-EL TRIANGULO BAJO
CONS-112/2003 Julio de 2003

Anexo #11
PLANOS

DPAE-EL TRIANGULO BAJO
CONS-112/2003 Julio de 2003

Anexo #12
ESPECIFICACIONES

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

CONTENIDO

I. ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES

1. SERVICIOS PRELIMINARES
1.1. Señales y Protecciones
1.1.1 Pasos Temporales Peatonales
1.1.2 Barreras de cinta plástica reflectiva
1.2 Replanteo de la Obra

2. EXCAVACION
2.1. Limpieza y Descapote
2.2. Métodos de Excavacion
2.3. Protección de las Superficies Excavadas
2.4. Demoliciones

3. RELLENOS
3.1. Materiales
3.2. Tipos de Relleno
3.2.1. Recebo
3.2.2 Material del Sitio
3.3. Equipo de Compactación

4. RETIRO DE SOBRANTES Y DISPOSICION DE MATERIALES

5. CONCRETO
5.1. Concreto de Centrales de Mezclas
5.2. Códigos
5.3. Ensayos de Resistencia del Concreto
5.3.1 Consistencia
5.3.2. Compresión
5.4. Proporciones de las Mezclas de Concreto
5.4.1. Composición
5.4.2 Resistencia
5.4.3. Consistencia
5.5. Materiales
5.5.1. Cemento
5.5.2. Concreto Ciclópeo
5.5.3. Agua
5.5.4 Agregados
5.6. Formaletas
5.7. Juntas en el Concreto
5.8. Preparación para la Colocación
5.9. Remocion de Encofrados

6. ACERO DE REFUERZO
6.1. Materiales
6.1.1 Varillas Corrugadas
6.2. Ensayos
6.3. Suministro y Almacenamiento

CONTENIDO (continuación)

6.4. Despieces
6.5. Colocación
6.6. Traslapos y Uniones

7. DRENAJE
7.1. Material de filtro
7.2. Colocación

8. ASPECTO AMBIENTAL

II. ESPECIFICACIONES TECNICAS PARTICULARES

1. MURO EN CONCRETO REFORZADO
2.1. Materiales.
2.2. Construcción.
2.3. Comprobaciones y control de calidad.

I. ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES

1. SERVICIOS PRELIMINARES

1.1. Señales y Protecciones

Se tomarán durante el tiempo que duren los trabajos y hasta su entrega final, todas las medidas pertinentes para conservar y evitar daños a todas la zonas aledañas, a las zonas de trabajo y a todos los servicios públicos que interfieran con la obra y se repararán los que se deterioren a causa de los trabajos.

1.1.1 Pasos Temporales Peatonales

Se deberán construir, instalar y mantener pasos temporales peatonales adecuados para el libre paso de peatones durante el día y la noche, en los puntos de concentración.

1.1.2 Barreras de cinta plástica reflectiva

Con el fin de aislar las zonas demarcadas para la ejecución de los trabajos, se utilizarán barreras móviles de cinta plástica reflectiva. Las barreras estarán formadas por una (1) banda horizontal de cinta reflectiva de polietileno que proporcionen la máxima visibilidad, sostenida a intervalos regulares por soportes verticales que se mantengan firmes en los sitios en donde sean colocados y se puedan trasladar fácilmente cuando así se necesite.

1.2 Replanteo de la Obra

Se suministrarán los planos de construcción y las cotas de las referencias básicas para la localización de las obras. Se mantendrá el personal técnico necesario para la localización, replanteo y referenciación de las obras. Las obras se materializarán con base en las referencias de nivel y localización definidas durante la etapa de los levantamientos topográficos en los sitios de ejecución de las obras.

2. EXCAVACION

En los procedimientos de excavación se debe obtener las secciones de excavación indicadas en los planos y se debe salvaguardar la estabilidad de todos los taludes excavados en la obra. Todos los daños resultantes de las operaciones durante cualquier excavación, incluyendo daños a cimentaciones, a las fundaciones, a las superficies excavadas o a las estructuras existentes en las zonas aledañas a dicha excavación, deberán ser reparados.

2.1. Limpieza y Descapote

La limpieza y descapote deberán llevarse a cabo en las áreas a ser ocupadas por las estructuras permanentes de la obra, o en cualquier otra área de trabajo tal como el área de almacenamiento.

La limpieza consiste en el retiro de toda la vegetación u otro material no deseable hasta el nivel del terreno natural, de manera tal que la superficie del terreno quede despejada. La limpieza incluye la tala y eventual corte de árboles y arbustos, el corte de maleza y la remoción, transporte y disposición de todos los residuos respectivos.

El descapote consiste en la remoción de todo el material que sea necesario retirar para lograr una fundación adecuada de las estructuras de la obra o para poder utilizar el material subyacente como material de construcción. El descapote incluye la remoción de troncos, raíces, material orgánico y materiales de sobrecapa. Los materiales provenientes de las operaciones de limpieza y descapote al igual que todos los materiales excavados que no se utilicen en la obra, deberán ser retirados.

La excavación comprende la remoción de cualquier material por debajo de la superficie del terreno nivel de terreno natural hasta las líneas y cotas especificadas en los planos. Las excavaciones en las vecindades de las estructuras existentes deberán realizarse con el mayor cuidado y deberán utilizarse medios manuales si fuere necesario, para asegurar la estabilidad y conservación de las mismas.

2.2. Métodos de Excavación.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones que sean necesarias y emplear los métodos de excavación más adecuados, para obtener superficies de excavación regulares y estables que cumplan con las dimensiones requeridas. La excavación podrá hacerse con maquinaria o a mano, o una combinación entre ambas.

2.3. Protección de las Superficies Excavadas

El Contratista será responsable por la estabilidad de todos los taludes temporales y deberá soportar y proteger todas las superficies expuestas por las excavaciones hasta la iniciación de los trabajos de relleno requeridos por la obra. El soporte y protección incluirá el suministro y remoción de todos los soportes temporales necesarios, incluyendo los entibados y acodalamientos.

2.4. Remoción de Derrumbres

El contratista es el responsable de los derrumbes ocurridos durante la excavación salvo aquellos que se generen por deficiencias de diseño que afecten la estabilidad de la misma.

Los derrumbes deben ser retirados por el responsable de la obra hasta las líneas y cotas especificadas en los planos. La remoción del derrumbe se debe realizar considerando la estabilidad del talud y de las construcciones vecinas.
Los materiales de derrumbes deben ser cargados y transportados a las zonas de botadero aprobadas por la entidad ambiental respectiva.

2.5. Demoliciones

El Contratista deberá ejecutar la demolición de estructuras y otros elementos de concreto o de cualquier material requeridos para la obra y deberá retirar los materiales sobrantes. Las estructuras deberán demolerse de acuerdo con los detalles mostrados en los planos y hasta las cotas indicadas.

3. RELLENOS

Antes de iniciar los trabajos de rellenos, el terreno que servirá de base deberá estar totalmente libre de vegetación, tierra orgánica, y materiales de desecho de la construcción y las superficies no deberán presentar zonas con agua estancada o inundadas.

3.1. Materiales.

Los materiales para los rellenos se obtendrán de las excavaciones o de las fuentes seleccionadas por el contratista.

3.2. Tipos de Relleno.

3.2.1. Recebo
Este relleno está constituido por materiales de recebo que no contenga limo orgánico, materia vegetal, basuras, desperdicios o escombros. El tamaño máximo del material no deberá exceder de cinco (5) centímetros. El contenido de finos (porcentaje que pasa por el tamiz #200) deberá ser inferior al veinticinco por ciento (25%), y el índice de plasticidad del material que pasa por el tamiz #40 será menor de 15.

Este relleno se deberá colocar y compactar en capas horizontales no mayores de quince (15) centímetros de espesor final. La compactación se hará con pisones apropiados o planchas vibratorias (canguros o ranas) y con la humedad óptima, a fin de obtener una compactación mínima del 90% del Proctor Modificado.

3.2.2 Material del Sitio
Material proveniente de las excavaciones, siempre que éste no sea limo orgánico, sobrantes de construcción o cualquier material inconveniente. Se utilizará para la conformación de taludes, conformación del terreno en zonas adyacentes al proyecto o en zonas indicadas en los planos.

3.3. Equipo de Compactación

La compactación del relleno se hará por medio de equipos manuales o mecánicos, rodillos apisonadores o compactadores vibratorios, según sea el sitio de localización y tipo del relleno.

3.4. Rellenos conra estructuras

Cuando no se contemple la colocación de material filtrante o geotextil al respaldo de la estructura, se debe colocar grava o roca triturada en las cercanías de los huecos de drenaje, cuando estos existen, para evitar presiones excesivas y segregación del material de relleno. Cuando se contemple la colocación de capas filtrantes detrás de obras se debe colocar y compactar antes o simultaneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de que éstos no contaminen a aquéllos.

4. RETIRO DE SOBRANTES Y DISPOSICION DE MATERIALES

El retiro de sobrantes y disposición de materiales que se ejecute, debe cumplir en todo con la Resolución 541 del Ministerio del Medio Ambiente, expedida el 14 de diciembre de 1994. Donde sea posible, se utilizará el material extraído de las excavaciones para los rellenos. Esta actividad incluye tanto la recolección de los residuos sólidos, como también el transporte de estos materiales al lugar donde se vacía el vehículo de recolección.

Cuando el aprovechamiento del material excavado no sea inmediato, se procederá a apilarlo en un sitio conveniente para su utilización posterior fuera del área de trabajo y demarcándolo convenientemente para que no estorbe el paso peatonal .

5. CONCRETO

5.1. Concreto de Centrales de Mezclas

En la construcción de las obras de concreto podrán usarse concretos provenientes de una central de mezclas de reconocido prestigio y cumplimiento que previamente haya sido aprobada. Los concretos suministrados por centrales de mezclas deberán cumplir con todas las especificaciones prescritas en este Capítulo.

5.2. Códigos

A menos que se especifique algo diferente, los materiales, dosificación, mezcla, transporte, colocación y curado; los ensayos de resistencia y durabilidad; las formaletas, juntas, refuerzos y en general, todo lo relacionado con la elaboración y colocación de concreto simple, ciclópeo o reforzado, debe cumplir con los requisitos y las especificaciones, normas e indicaciones contenidas en las últimas revisiones del Código Colombiano de Construcciones Sismo resistentes NSR-98, o su versión actualizada de las Normas ICONTEC, y las pertinentes del "AMERICAN CONCRETE INSTITUTE" (ACI).

5.3. Ensayos de Resistencia del Concreto

5.3.1 Consistencia
La consistencia del concreto será determinada por medio de ensayos de asentamiento y de acuerdo con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C-143. El asentamiento del concreto no deberá exceder de cinco (5) centímetros, excepto en concreto bombeado, para el cual se permitirán asentamientos hasta de diez (10) centímetros. A menos que se indique lo contrario, la máxima relación agua/cemento permisible en la elaboración de concretos será de 0.50, para concreto con f'c mayor a 210 kg/cm^2.

5.3.2. Compresión
La Interventoría realizará una serie de ensayos a los concretos preparados según el diseño que se haya hecho para las diferentes clases de concreto, tomando dos (2) cilindros de prueba de cada clase. Estos cilindros se someterán a ensayos de compresión que se harán a los siete, catorce y veintiocho días de tomadas las, quedando dos de éllos para verificaciones futuras si es el caso. Las pruebas se harán de acuerdo con las *Normas ICONTEC 673 y 1377* para cada clase de concreto hasta que se obtengan resultados aceptables.

Durante la operación de vaciado del concreto se tomarán muestras para ensayo a la compresión necesarias por cada día de mezcla para cada clase de concreto colocado. Los cilindros de prueba serán tomados y curados de acuerdo con las *Normas ICONTEC 454 y 550* respectivamente y el ensayo se hará de acuerdo con la norma *ICONTEC 673.* Los cilindros se ensayarán a los 28 días de tomados, pero podrán ser ensayados a los 7 y 14 días siempre que esté perfectamente establecida la relación entre la resistencia a los 7, 14 y 28 días. El resultado del ensayo será el promedio que resulte de los cilindros ensayados, descartando los de las muestras que hayan sido tomadas o ensayadas defectuosamente.

Los procedimientos de protección y curado del hormigón deben mejorarse cuando las resistencias de los cilindros curados bajo condiciones de campo, a la edad especificada para medir f'c, sea menor del 85% de la resistencia en cilindros curados en el laboratorio. La evaluación de estos ensayos se hará de acuerdo con las normas *ICONTEC 673.*

5.4. Proporciones de las Mezclas de Concreto.

5.4.1. Composición

El concreto estará compuesto por cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y aditivos aprobados, bien mezclados, hasta obtener la consistencia especificada. En general, las proporciones de los ingredientes del concreto se establecerán con el criterio de producir un concreto que tenga adecuada plasticidad, resistencia, densidad, impermeabilidad, durabilidad, textura superficial, apariencia y buen acabado, sin necesidad de usar una excesiva cantidad de cemento. Se preparará las diferentes clases de concreto que se requieran, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Clases de Concreto

Resistencia de Diseño a los 28 días - f'c		Tamaño Máximo de Agregados	
kg/cm^2	lb/in^2	mm	in
245	3.500	19	3/4
210	3.000	19	3/4
175	2.500	38	1 1/2
140	2.000	38	1 1/2

5.4.2 Resistencia

El criterio de resistencia para el concreto a los 28 días se basará en que por lo menos un 80 por ciento de los ensayos de resistencia a la compresión para cada clase de concreto que se haya colocado, den una resistencia igual o superior a la resistencia especificada. La evaluación de estos ensayos se hará de acuerdo con las normas *ICONTEC 673.*

5.4.3. Consistencia

La cantidad de agua que se use en el concreto deberá ser la mínima necesaria para obtener una consistencia tal que el concreto pueda colocarse fácilmente en la posición que se requiera y que cuando se someta a la vibración adecuada fluya alrededor del acero de refuerzo.

5.5. Materiales

5.5.1. Cemento

Todo el cemento que se use en la preparación del concreto deberá ser de buena calidad, procedente de una fábrica aprobada y deberá cumplir con los requisitos para el cemento Portland Tipo I, según las designaciones *ICONTEC 321 y 121.*

5.5.2. Concreto Ciclópeo

El concreto ciclópeo se compone de concreto simple de 2000 PSI (140 kg/cm^2) y agregado ciclópeo, en proporción de 40% del volumen total, como máximo.

5.5.3. Agua

El agua que se vaya a usar en las mezclas de concreto deberá ser limpia, fresca y estar exenta de impurezas, tales como aceite, ácido, álcalis, cloro, sales, sedimentos, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales. Se puede usar agua potalbe sin necesidad de pruebas previas.

5.5.4 Agregados

Agregado Ciclópeo

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenederá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo depederá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen.

Agregado Fino

Por agregado fino deberá entenderse aquel cuyo tamaño máximo sea igual a 4.8 mm. El agregado fino deberá ser arena natural, arena elaborada, o una combinación de arenas naturales y elaboradas. La arena consistirá en partículas duras, fuertes, durables y limpias; deberá estar bien lavada, tamizada, clasificada y mezclada, según se requiera para producir un agregado fino aceptable que cumpla con los requisitos establecidos en la *Norma ASTM C-33*.

Agregado Grueso

Por agregado grueso deberá entenderse aquel agregado bien gradado compuesto de partículas entre 4.8 mm y el tamaño máximo permitido por la tabla 6.1 o cualquier tamaño o grupo de tamaños entre estos límites. El agregado grueso consistirá en partículas duras, fuertes, durables y limpias, obtenidas de grava natural o triturado o de una combinación de ambas, y deberá estar exento de partículas alargadas o blandas, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales.

El agregado grueso deberá ser tamizado, lavado, clasificado y sometido a los procesos que se requieran para obtener un material aceptable; este agregado se suministrará y almacenará en dos grupos de tamaños, los cuales deberán estar dentro de los límites especificados en la Tabla 6.2.

Tabla 5.2. Agregado Grueso

Tamaño del Tamiz (US. Std.) Malla Cuadrada	Malla Cuadrada Orificios del Tamiz Milímetros	GRUPOS POR TAMAÑOS (mm) Porcentajes en Peso que Pasa por los tamices Individuales	
		4.8 a 19	19 a 38
2"	51	--	100
1 1/2"	38	--	90 - 100
1"	25	100	20 - 55
3/4"	19	90 - 100	0 - 15
3/8"	10	20 - 55	0 - 5
No. 4	4.8	0 - 10	--

5.6. Formaletas

Se suministrarán e instalarán todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto de acuerdo con las líneas mostradas en los planos. Las formaletas deberán instalarse y mantenerse dentro de los límites indicados en los planos con el fin de asegurar que el concreto permanezca dentro de dichos límites. El concreto que exceda los límites establecidos deberá ser corregido o demolido y reemplazado.

Las formaletas y la obra falsa deberán ser lo suficientemente fuertes para soportar todas las cargas a que vayan a estar sujetas, incluyendo las cargas producidas por la colocación y vibración del concreto. Todas las formaletas y obras falsas deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero del concreto. Dichas formaletas y andamios deberán permanecer rígidamente en sus posiciones desde el momento en que se comience el vaciado del concreto hasta cuando éste haya fraguado lo suficiente para sostenerse por sí mismo.

5.7. Juntas en el Concreto

Se dejarán juntas de construcción, contracción y dilatación en los sitios mostrados en los planos. En las superficies expuestas, las juntas serán horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique algo diferente. El concreto en las superficies de las juntas deberá permanecer inalterado durante los primeros días después de su colocación hasta tanto éste haya endurecido lo suficiente.

5.8. Preparacion para la Colocación

No se permitirá la instalación de formaletas, ni la colocación de concreto en ninguna sección de una estructura, mientras no se haya terminado en su totalidad la excavación para dicha sección, incluyendo la limpieza final y remoción de soportes hasta más allá de los límites de la sección, de manera que las excavaciones posteriores no interfieran, disturben o afecten la formaleta, el concreto o las fundaciones sobre las cuales el concreto vaya a estar colocado o en contacto.

Todas las superficies sobre o contra las cuales se coloque el concreto, incluyendo las superficies de las juntas de construcción entre colocaciones sucesivas de concreto, así como el refuerzo, las partes embebidas y las superficies de roca, deberán estar completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, mortero o lechada, partículas sueltas u otras sustancias perjudiciales. Las fundaciones en suelo no rocoso y contra las cuales se coloque el concreto, se humedecerán completamente para que no absorban el agua del concreto recién colocado.

5.9. Remoción de Encofrados

Los encofrados generalmente deberán removerse tan pronto como el concreto haya fraguado lo suficiente, con lo cual se evitará cualquier daño al quitarlos. Los encofrados deberán removerse de tal forma que no se ocasionen roturas, desgarraduras, peladuras, o cualquier otro daño al concreto. Si se hace necesario acuñar los encofrados del concreto que se hayan aflojado, deberán usarse solamente cuñas de madera. Los encofrados y la obra falsa sólo se podrán retirar cuando el concreto haya obtenido la resistencia suficiente para sostener su propio peso y el peso de cualquier carga superpuesta, y siempre y cuando la remoción no cause al concreto ningún daño.

Para evitar esfuerzos excesivos en el concreto, debidos a expansión o deformaciones de los encofrados, las formaletas de madera para las aberturas de los muros deberán removerse tan pronto como sea posible sin causar daño al concreto; para facilitar dicha operación, los encofrados deben construirse en forma especial.

6. ACERO DE REFUERZO

6.1. Materiales

6.1.1 Varillas Corrugadas

Las varillas corrugadas que se emplearán para refuerzo de concreto, deberán ser de acero grado 60 y deberán cumplir con los requisitos establecidos en la *Norma ICONTEC 248.*

6.2. Ensayos

Las varillas de refuerzo deberán ser sometidas a ensayos en la fábrica, de acuerdo con las normas aplicables de la *ASTM y de ICONTEC.*

6.3. Suministro y Almacenamiento

Las varillas se deberán transportar y almacenar en forma ordenada; no se deberán colocar directamente contra el suelo, y se deberán agrupar y marcar debidamente de acuerdo con el tamaño, forma y tipo de refuerzo. Los cortes de las varillas deben protegerse para evitar la corrosión durante el almacenamiento.

6.4. Despieces

Las dimensiones mostradas en los planos para localización del refuerzo indicarán las distancias hasta los ejes o centros de las varillas y las dimensiones mostradas en las cartillas de despiece indicarán las distancias entre superficies externas de las varillas.

6.5. Colocación

El refuerzo se deberá colocar con precisión en los sitios mostrados en los planos y se deberá asegurar firmemente en dichas posiciones durante la colocación y fraguado del concreto. El refuerzo se deberá mantener en su posición correcta por medio de bloques pequeños de concreto, silletas de acero, espaciadores, ganchos o cualesquiera otros soportes de acero. Las varillas de acero que se crucen, se deberán unir en los sitios de cruce con alambre amarrado firmemente mediante un nudo en forma de 8. Sin embargo, cuando el espaciamiento entre las varillas sea inferior a 30 centímetros (12 pulgadas) en cada dirección, únicamente será necesario amarrar los cruces en forma alternada. Los extremos del alambre para el amarre de las intercepciones y los soportes del acero no deberá quedar al descubierto y estará sujetos a los mismos requisitos referente al recubrimiento de concreto de varillas que soportan.

En el momento de su colocación, el refuerzo y los elementos metálicos de soporte deberán estar libres de escamas, polvo, lodo, pintura, aceite o cualquier otra materia extraña, y se deberán mantener en esas condiciones hasta cuando sean cubiertos completamente por el concreto.

6.6. Traslapos y Uniones

Los traslapos de las varillas y mallas electrosoldadas de refuerzo deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Código ACI 318 y en el numeral C-12.15 del Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes y se deberán hacer en los sitios mostrados. La longitudes de los traslapos de las varillas de refuerzo deberán ser las que se muestren en los planos.

7. DRENAJE

7.1 Material de filtro

Se recomienda que el material de filtro no posea más de un 5% de material que pase la malla 200, para evitar la migración de finos del filtro hacias las tuberías de drenaje. Para garantizar el fácil drenaje del agua através del filtro se muestran las siguientes relaciones, en las cuales el subíndice F representa el filtro y la S representa el suelo natural o suelo alrededor del filtro propuesto por Terzaghi y Peck (1948)

$D15_F / D15_S >= 4$, con un coeficiente de uniformidad $4<D60F/D10F<20$. A continuación se presenta la granulometría de los materiales para filtro:

Tamaño del Tamiz A.S.T.M	GRUPOS POR TAMAÑOS (mm) Porcentajes en Peso que Pasa por los tamices Individuales
11/2"	**100**
1"	80 a 100
¾"	85 a 100
3/8"	40 a 80
No 4	20 a 55
No 10	0 a 30
No 20	0 a 20
No 40	0 a 12
No 100	0 a 7
No 200	0 a 5

Finalmente para el tamaño de los orificios de la tubería colectora, se obtiene de la relación entre el tamaño del filtro y el ancho del orificio según el U.S Army Corps of Engineers (1995):

Para huecos circulares:

[(D85F) / Diámetro] > 1

Para ranuras:

[D85F / ancho)] > 1.2

8. ASPECTO AMBIENTAL

A continuación se indican los lineamientos, aspectos y labores de tipo ambiental que se deberán realizar durante la ejecución de las actividades del proyecto de estabilización.

- Las excavaciones deberán realizarse con el mayor cuidado en las vecindades de las estructuras existentes y deberán utilizarse medios manuales, para asegurar la estabilidad y conservación de las mismas.

- Ante todo se deberá tener especial cuidado para evitar perjuicios a las viviendas y cualquier otra infraestructura vecinas a la obra.

- Se deberá proporcionar seguridad al personal que trabaja al frente de las obras. Para ésto se deberá disponer de los equipos mecánicos, manuales y las herramientas necesarias para que los obreros realicen los diferentes actividades con seguridad total y dotarlos de los implementos de protección personal y en general de todas las precauciones necesarias para la perfecta realización de los trabajos.

- Los taludes deberán ser estables o estabilizados y protegidos según lo indicado en estas especificaciones y para su ejecución se deberán cumplir con los requisitos necesarios.

- No se deberán presentar roturas o daños en las redes de servicios (acueducto, alcantarillado, teléfonos, energía, gas y otras). Si existiesen, deberán ser reparados lo más pronto posible, restaurando el servicio a la mayor brevedad posible y a satisfacción de los usuarios.

- La ubicación del botadero o escombrera donde se dispone el material, deberá tener el visto bueno de la entidad ambiental respectiva y se seguirán estrictamente las recomendaciones técnicas para su correcto funcionamiento.

- Se deberá mantener ante todo, la zona de obra aislada de peatones y personas particulares para evitar accidentes.

- Todo el material de excavación se colocará en forma que no perjudique las labores de la obra y que permita libre acceso en cualquier tiempo a todos lo sitios de ésta.

- El cemento que se utilizará en todas las obras deberá almacenarse en sitios secos y de fácil revisión, donde no genere polvo y en un lugar del campamento donde no interfiera con las demás actividades.

- Si el cemento a emplearse en las obras es transportado en mixer, se deberá tener en consideración no formar interrupciones del tráfico por causa de éstas y tener un lugar adecuado para el parqueo de las mismas.

- El acero de refuerzo que se utilizará en todas las obras deberá almacenarse en sitios secos y de fácil revisión.

II. ESPECIFICACIONES TECNICAS PARTICULARES

1. MURO EN CONCRETO REFORZADO

La presente especificación trata acerca de la construcción de un muro anclado, construido en concreto reforzado y fundido en el sitio.

2.1. Materiales.

Concreto: El concreto utilzado en cada parte de la estructura será del tipo y resistencia especificada en los planos. En caso de utilizar concreto mezclado en el sitio, la mezcla se debe realizar de acuerdo a las proporciones resultantes de una dosificació previa del concreto, con los materiales a utilizar en obra y de tal manera que cumplan las especificación de resistencia. Los materiales como la dosificación a utilizar deben ser aprobados por el Interventor. En cualquier caso tanto los materiales como los procesos constructivos deben cumplir las especificaciones generales para el Concreto dadas en numeral 5, de las Especificaciones Técnicas Generales.

Acero de refuerzo: El acero de refuerzo a utilizar debe cumplir con las características y cantidades especificadas en los planos y estar libre de toda suciedad, grasa o escamas de óxido en el momento de su colocación. La utilización de refuerzo por medio de malla electrososldada debe ser aprobada previamente por la Interventoría y debe cumplir con las características de resistencia y cuantía indicadas en los planos. El acero a emplear debe cumplir igualmente con las especificaiones generales dadas en el numeral 6 de las Especificaciones Técnicas Generales.

2.2. Construcción.

El contratista previo a la iniciación de las obras, deberá para aprobación de la interventoría, un esquema del proceso constructivo del muro. En éste debe tener en cuenta los siguientes aspectos:
- El proceso de construcción del muro está intimamante ligado con el de construcción de los anclajes.
- El contratista debe asegurar en todo momento la estabilidad tanto del talud como de susobras.
- Las excavaciones a realizar, la disposición de los materiales sobrantes de ésta y la forma misma de realizar la obra debe asegurar en todo momento la seguridad de las viviendas contiguas.

2.3. Comprobaciones y control de calidad.

La interventoría comprobará que la construcción del muro se realice de acuerdo con las dimenciones y disposición de refuerzo indicada en los planos. La resistencia del concreto debe ser muestras tomadas en cada una de las etapas de fundición del muro.