Secretaría de Gobierno
ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTA D.C.
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE SANTA FE DE BOGOTA, D.C.
FOPAE

REVISIÓN DEL DISEÑO Y ASESORÍA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN PARA LA OBRA EL MIRADOR DEL PORTAL

CONTRATO No. O.P.S-435-2005

PROYECTO C.I.C. No. 529

Bogotá, D.C., 24 de octubre de 2005

CUADRO DE CONTROL REVISIONES				
1	Revisión final cliente (ajuste presupuesto)	FAO	GRCH	1.nov.05
0	Revisión final	FAO	GRCH	24.oct.05
b	Revisión interna	FAO	GRCH	24.oct.05
a	Revisión interna	FAO	GRCH	24.oct.05
VERSIÓN	DESCRIPCIÓN	REVISO	Vo.Bo.	FECHA

Secretaría de Gobierno
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE BOGOTA, D.C. - FOPAE -

CONTRATO No. O.P.S-435-2005

REVISIÓN DEL DISEÑO Y ASESORÍA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN PARA LA OBRA EL MIRADOR DEL PORTAL

INFORME FINAL
Proyecto C.I.C. No. 529

Bogotá D.C., 24 de Octubre del 2005

CONTENIDO

	Pág.
1. ANTECEDENTES	1
2. ALCANCE DEL PRESENTE INFORME	2
3. CONTEXTO GEOTÉCNICO	3
3.1 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	3
3.2 NIVEL FREÁTICO	3
4. PANTALLA DE CONCRETO ANCLADA CON TENDONES	4
4.1 CONDICIÓN ACTUAL DEL TALUD	4
4.2 HIPOTESIS DE DISEÑO	5
4.3 ESTABILIDAD EXTERNA (GENERAL)	6
4.4 ESTABILIDAD INTERNA	7
4.5 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DISEÑADO	7
5. REDISEÑO DEL CANAL INTERCEPTOR	8
6. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO	9
7. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION	9
8. CONSIDERACIONES	9

ANEXOS

Anexo 1 Localización secciones de análisis
Anexo 2 Secciones de análisis con estratigrafía
Anexo 3 Memorias de cálculo
Anexo 4 Localización y detalles de obras propuestas
Anexo 5 Especificaciones técnicas de construcción

Secretaría de Gobierno
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE BOGOTA, D.C. - FOPAE -

CONTRATO No. O.P.S-435-2005

REVISIÓN DEL DISEÑO Y ASESORÍA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN PARA LA OBRA EL MIRADOR DEL PORTAL

INFORME FINAL
Proyecto C.I.C. No. 529

Bogotá D.C., 24 de Octubre del 2005

LISTA DE CUADROS

Cuadro 4.1 Cálculos de estabilidad condición actual del talud
Cuadro 4.2 Cálculos de estabilidad externa para condición anclada
Cuadro 6.1 Cantidades de obra y presupuesto

Secretaría de Gobierno
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS DE BOGOTA, D.C. - FOPAE -

CONTRATO No. O.P.S-435-2005

REVISIÓN DEL DISEÑO Y ASESORÍA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN PARA LA OBRA EL MIRADOR DEL PORTAL

INFORME FINAL
Proyecto C.I.C. No. 529

Bogotá D.C., 24 de Octubre del 2005

1. ANTECEDENTES

En el marco del proyecto 7026, subproyecto 1.2.2.5, el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE) adjudicó mediante el Contrato No. CCS-438/99 a la Firma C.I.C. Consultores de Ingeniería y Cimentaciones S.A. (C.I.C.) la realización del estudio de "Riesgos por Remoción en Masa y Diseños Detallados de las Obras de Mitigación para Estabilizar el Antiguo Escarpe de Explotación frente al barrio El Portal, en la Localidad Rafael Uribe de Bogotá, D.C."

El proyecto se encuentra localizado al sur-oriente de la ciudad de Bogotá, aproximadamente a 1.5km al sur-occidente de la cárcel La Picota. La zona en estudio cubrió parte de los barrios La Paz Cebadal (segundo sector) y El Portal (primero y segundo sector) abarcando un área aproximada de 45.000m^2. Se encuentra limitado al norte por la Transversal 5B Bis, Transversal 5B, Carrera 5B y Transversal 4C, al sur por la Calle 52A sur y la Diagonal 51A sur, al este por la Diagonal 51 sur y al oeste por la Calle 53A sur.

El resultado del estudio realizado en el año 2000 fue la zonificación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo por fenómenos de remoción en masa del área en estudio y el diseño definitivo de obras de mitigación. El estudio contempló la recopilación y evaluación de la información topográfica, geológica, hidrológica, geotécnica, sísmica y urbanística del sitio, la cual fue procesada para obtener los productos finales que constituyeron los diseños de obras contenidas en los planos de construcción. El resultado de dicho estudio fue entregado al FOPAE en un Informe Final con fecha Marzo 27 de 2000.

Parte de los diseños se enfocaron en el sector occidental del área estudiada, en donde los análisis geotécnicos condujeron a una solución de movimiento de tierras para incrementar los factores de seguridad frente a deslizamientos en caso de un evento sísmico. La solución planteada implicó un terráceo acompañado de un adecuado manejo de las aguas de escorrentía y control de erosión por medio de la revegetalización de la superficie del talud. Debido al espacio precario para la conformación de las terrazas, fue necesario recomendar la demolición de dos casas (casas 1 y 2) en la parte superior del talud, contigua a la corona.

En proceso desarrollado en el presente año (2005), el FOPAE adjudicó el contrato para la construcción de las obras. Según lo previsto por el FOPAE, las casas localizadas al borde de la corona del talud (casas 1 y 2) no serán demolidas. Adicionalmente, a cerca de cinco años de haber sido realizados los diseños, el área ha presentado cambios con la construcción de nuevas viviendas, ampliación de las existentes invadiendo gran parte del área del talud y cambios debidos a la dinámica misma de los procesos de inestabilidad y erosión.

Por este motivo, el FOPAE adjudicó a C.I.C. Consultores de Ingeniería y Cimentaciones S.A., la "Revisión del diseño y asesoría durante la construcción para la obra El Mirador del Portal" según la orden de servicios No. O.P.S-435-2005. Esta actualización de los estudios y diseños tomó como base la información recopilada por C.I.C. en el año 2000.

En el presente informe se reportan los cambios realizados al diseño inicial.

2. ALCANCE DEL PRESENTE INFORME

Los diseños originales se modificaron en los siguientes aspectos:

- Cambio del terraceo en el extremo occidental de proyecto por una pantalla en concreto lanzado anclada con tendones debido a la imposibilidad de demoler las casas 1 y 2.

- Eliminación del nivel inferior de canal- trincheras estabilizantes en el sector central y oriental de proyecto debido a que los propietarios de las casas han invadido con la ampliación de sus construcciones el espacio destinado inicialmente para esta obra. En este caso fue relocalizado el nivel superior del canal.- trincheras estabilizantes. También fue necesario ubicar en terreno el descole de dicho canal, ya que el sitio en donde estaba previsto inicialmente fue construida con una vivienda.

A continuación se presentan con detalle las modificaciones realizadas.

3. CONTEXTO GEOTÉCNICO

En el estudio realizado por C.I.C. en el año 2000 fue realizada y reportada con detalle la caracterización geotécnica del área en estudio. (ver Informe de Marzo 27 de 2000). Sin embargo, con el objeto de enmarcar los diseños objeto del presente trabajo se describirán a continuación de manera general estas condiciones.

3.1 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

El sector occidental de proyecto está compuesto por un depósito fluvio-glaciar (Qfg). De acuerdo con los registros obtenidos en las perforaciones, apiques y sondeos geoléctricos, conforma una unidad con un espesor variable (6 a 20m) en sentido oriente-occidente, teniendo su máximo espesor en el sector occidental.

Su composición es principalmente de bloques, cantos y guijarros redondeados hasta de 1.0m de diámetro, de areniscas blancas, cuarzosas, en una matriz arcillo-limosa, consolidada.

De las granulometrías realizadas sobre muestras integrales y se concluyó que en este material predomina el componente granular (clastosoportado), siendo el contenido de arcillas y limos de 5-29%. Sin embargo, los finos tienen una alta incidencia en la resistencia al corte constituyendo en este caso el material cementante del conjunto. La matriz limoarcillosa presenta una consistencia dura a muy dura (IC>1.2).

Con la ayuda de los resultados obtenidos de los ensayos de corte directo realizados sobre la matriz y de las correlaciones existentes para estos materiales en la literatura geotécnica fueron establecidos para la realización de cálculos de estabilidad los siguientes parámetros geomecánicos:

- Peso unitario: $\gamma = 21\ KN/m^3$
- Angulo de fricción interna: $\phi = 38^0$ (variación $\pm 2^0$)
- Cohesión: $c = 27.5\ KN/m^2$ (variación $\pm 22.5\ KN/m^2$)

3.2 NIVEL FREÁTICO

Debido a la morfología de la colina depositacional, la cual le da un aspecto de un lomo amplio, el agua lluvia no se infiltra puesto que el área está protegida en gran parte por construcciones y el agua de escorrentía fluye por las calles y es captada actualmente por el sistema de alcantarillado (en el año 2000, las aguas de escorrentía fluían libremente por las calles hacia el talud). Por lo tanto el efecto de recarga es prácticamente nulo en las unidades litológicas que se encontraron en el escarpe.

El nivel freático no se detectó en ninguna de las exploraciones del subsuelo (perforaciones y apiques). Tampoco se observaron durante los estudios afloramientos de agua en la parte baja del escarpe, lo cual fue confirmado por los habitantes del lugar.

Este aspecto sumado a las pendientes altas o moderadas del terreno hacen concluir que la probabilidad de infiltración masiva de agua y por ende la formación de un nivel de agua freática continuo es bajo. Por este motivo, en los cálculos no fue considerada la presencia del nivel freático.

4. PANTALLA DE CONCRETO ANCLADA CON TENDONES

4.1 CONDICIÓN ACTUAL DEL TALUD

La condición actual del talud fue evaluada considerando tres (3) secciones topográficas representativas, cuya localización se muestras en el Anexo 1. Los cálculos de estabilidad realizados arrojaron los resultados presentados en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1
Cálculos de estabilidad condición actual del talud

Corte	γ (KN/m^3)	ϕ (^{o})	c (KN/m^2)	Sismo (g)	Factor de seguridad
1 – 1	21	38	27.5	-	1.82
	21	38	27.5	0.3	1.25
	21	36	5	-	1.11
	21	36	5	0.3	0.72
E – E	21	38	27.5	-	1.36
	21	38	27.5	0.3	0.91
	21	36	5	-	0.83
	21	36	5	0.3	0.51
1A –1A	21	38	27.5	-	2.17
	21	38	27.5	0.3	1.41
	21	36	5	-	1.45
	21	36	5	0.3	0.92
	21	40	50	-	2.82
	21	40	50	0.3	1.82

Con base en los resultados presentados en el Cuadro 4.1 puede concluirse, que en el extremo occidental, sector de las casas 1 y 2 (sección E-E) el talud actual no es estable en una condición de sismo considerando los parámetros geomecánicos medios del subsuelo. Por este motivo, en vista de la imposibilidad de incrementarlos con el terraceo inicialmente previsto, en este sector es necesaria la construcción de una pantalla anclada con tendones que incremente las fuerzas resistentes del sistema. Dado que la pendiente del talud se reduce en dirección del oriente (sección 1A-1A), así mismo los factores de seguridad se incrementan hasta alcanzar valores aceptables. En este sector no será necesaria la construcción de obras de estabilización, por lo cual el límite de la intervención con la pantalla se ubica ente estas dos secciones topográficas. La localización de las obras puede observarse en el Anexo 4.

4.2 HIPOTESIS DE DISEÑO

Las hipótesis de diseño tienen que ver con las características geomecánicas, geométricas y condiciones de carga adoptadas para los cálculos, las cuales se describen a continuación.

Superficie de falla

La superficie de falla más crítica, es decir la que implica mayores fuerzas estabilizantes fue determinada por medio de un proceso iterativo en el cual se analizaron varias inclinaciones y patrones de falla. Finalmente la superficie de diseño adoptada fue la que requirió de una mayor fuerza de soporte de los tendones de anclaje. Detalles de las superficies analizadas pueden observarse en el Anexo 3.

Sobrecarga

Fue incluida una carga viva uniformemente distribuida de q = 10 KN/m² representada por el peso de las casas 1 y 2.

Sismo

Se calculó con una aceleración sísmica de 0.3g, la cual es la recomendada para el área por la Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá.

Parámetros de resistencia del suelo

Se calculó con los siguientes parámetros geomecánicos del depósito aluvial:

- Peso unitario húmedo $\gamma = 22$ KN/m³
- Angulo de fricción interna $\phi = 40^0$
- Cohesión $c = 10$ KN/m²

Nivel freático

Por las razones expuestas en el Numeral 3.2, no fue considerado el nivel freático en los cálculos y diseños.

Factores de seguridad

Los factores de seguridad mínimos adoptados contra la falla general del sistema fueron los siguientes, adoptando la definición de factor de seguridad propuesta por FELLENIUS:

- Condiciones estáticas (sin sismo) F.S. =1.64
- Condiciones dinámicas (con sismo) F.S. = 1.11

Considerando las hipótesis anteriormente descritas fue calculada una fuerza de soporte (de anclaje) necesaria de At = 780KN por metro lineal de talud para las condiciones de carga más críticas (con sismo), la cual deberá ser aportada por varios niveles de tendones.

4.3 ESTABILIDAD EXTERNA (GENERAL)

Para soportar la fuerza At fueron diseñados 4 niveles de tendones en "tres bolillo" espaciados horizontalmente 2.0m.

Una vez definida la geometría del sistema con la longitud de los tendones fue realizado un cálculo de estabilidad considerando una superficie de falla pasando por detrás de los bulbos de inyección. Los cálculos arrojaron los siguientes resultados:

Cuadro 4.2
Cálculos de estabilidad externa para condición anclada

Corte	γ (KN/m^3)	ϕ (°)	c (KN/m^2)	Sismo (g)	Factor de seguridad
1 – 1	21	38	27.5	-	4.42
	21	38	27.5	0.3	1.89
	21	36	5	-	3.54
	21	36	5	0.3	1.51
E – E	21	38	27.5	-	2.57
	21	38	27.5	0.3	1.38
	21	36	5	-	2.09
	21	36	5	0.3	1.11

Estos factores de seguridad se consideran adecuados.

4.4 ESTABILIDAD INTERNA

Para garantizar la estabilidad interna del sistema con los 4 niveles de tendones espaciados horizontalmente 2.0m (en "tres bolillo") fueron considerados los siguientes aspectos de tal suerte que:

- Los tendones no fallarán por extracción (en el contacto del depósito aluvial con el bulbo de inyección) presentando un factor de seguridad de mínimo de F.S. = 1.5 para la condición sísmica.

- Los cables de acero de refuerzo de los tendones no fallarán por excesiva tensión, presentando también bajas elongaciones. El factor de seguridad en este sentido fue de F.S. = 1.75.

4.5 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DISEÑADO

Las características del sistema diseñado son las siguientes. El sistema propuesto puede detallarse en el plano del Anexo 4.

Tendones

Número de niveles	4
Número de tendones	19
Separación vertical entre niveles	3.0 m
Separación horizontal entre tendones	2.0 m
Longitud total de los tendones	Lt = 13.0 m
Longitud libre de los tendones	L_l = 6.0 m
Longitud del bulbo de inyección	L_B = 7.0 m
Diámetro del bulbo de inyección	D_B = 15 cm (6")
Resistencia mínima del tendón	400 KN (carga de trabajo)
Refuerzo del tendón	4 cables ϕ ½" Grado 270 (Norma ASTM - A416-68)
Inclinación del tendón	25^0 por debajo de la horizontal

Con el objeto de confinar superficialmente el sistema y de distribuir las cargas de los tendones a todo el conjunto fue diseñada una pantalla en concreto lanzado reforzada con malla electrosoldada. La pantalla otorgará adicionalmente protección al suelo contra la erosión. Las características de la pantalla son las siguientes:

Pantalla

Material	Concreto lanzado (f'c = 210 kg/cm²)
Espesor	15 cm
Refuerzo	Malla electrosoldada Q-5

Los cálculos que condujeron a las características del sistema pueden detallarse en el Anexo 3 de Memorias de Cálculo.

Las especificaciones técnicas de construcción están contenidas en el Anexo 5.

5. REDISEÑO DEL CANAL INTERCEPTOR

Como fue mencionado anteriormente, el canal interceptor inferior no puede ser construido debido a la invasión de las viviendas, las cuales han continuado construyéndose hacia la parte alta del talud. Por esta razón, el canal remanente (superior) debió ser relocalizado para tratar de captar las aguas de la mayor área posible. La relocalización del canal fue realizada directamente en el terreno con la comisión topográfica del Contratista. La localización y el suministro de la topografía estuvieron a cargo del Consorcio GYC contratado por el FOPAE para la construcción de las obras. Con base en su nueva localización fue revisada la sección hidráulica del canal para las nuevas condiciones de aferencia. Los cálculos en este sentido pueden detallarse en el Anexo 3.

Con la revisión pudo concluirse, que la sección inicialmente planteada continúa siendo válida. Los detalles del canal pueden observarse en el plano del Anexo 4.

En vista de que fueron eliminadas las trincheras estabilizantes asociadas al canal inferior, estas fueron incorporadas al canal superior rediseñado. Las características del canal son:

- Sección transversal: Ancho: 0.4m, alto: 0.5m, pendiente máxima: 3.0%
- Material: Piedra pegada con mortero (canal revestido no erosionable).

Los detalles del canal pueden observarse en el Anexo 4.

6. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

En el Cuadro 6.1 se presentan de manera resumida las cantidades de obra que involucrará la estabilización del talud y su respectivo costo.

Cuadro 6.1
Cantidades de obra y presupuesto

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	VALOR UNITARIO ($)	COSTO TOTAL ($)
1	Localización y Replanteo	día	2	400.000	800.000
2	Tendones de Anclaje	ml	247	245.000	60.515.000
3	Barras de anclaje ϕ=1/2" L=1.5m	Un	18	135.000	2.430.000
4	Concreto lanzado	m^3	44	650.000	28.600.000
5	Malla Electrosoldada Q-5	kg	859	3.000	2.577.000
6	Lagrimales en PVC ϕ = 2"	un	24	2.000	48.000
7	Cuneta superior pantalla	ml	14	38.000	532.000
8	Tubería en PVC ϕ = 4"	ml	0.5	16.000	8.000
9	Canal inferior Pantalla	ml	23	90.000	2.070.000
10	Empradización con geomanto	m^2	127	2.500	317.500
11	Pernos de anclaje ϕ=1/2" L=1.0m	Un	20	90.000	1.800.000
12	Empradización con cespedones	m^2	22	3.700	81.400
13	Malla eslabonada	m^2	22	12.000	264.000
			Total		**100.042.900**

7. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION

La ejecución de las obras en cuanto a los materiales a emplear, equipos, procedimientos de construcción y demás aspectos de relevancia para su realización deberán regirse por las Especificaciones Técnicas de Construcción contenidas en el Anexo 5.

8. CONSIDERACIONES

El presente estudio fue realizado tomando como base la información de subsuelo recopilada durante el estudio realizado por C.I.C. Consultores S.A.. en el año 2000. En caso de que durante la construcción del proyecto se detecten condiciones del subsuelo divergentes de las aquí presentadas, se deberá dar aviso inmediato a C.I.C. para proceder a revisar las recomendaciones del presente informe y si es requerido realizar su modificación.

C.I.C. no se hace responsable de las interpretaciones que profesionales diferentes de ingenieros especialistas en geotecnia hagan del contenido de este Informe y las recomendaciones contenidas en el mismo.

GRCH/FAO/pta/529 FOPAE/Informes/Informe Final/revisión 1/1.nov.05

Anexo 1

Localización secciones de análisis

Anexo 2.

Secciones de análisis con estratigrafía

Anexo 3.

Memorias de cálculo

C.I.C. consultores de ingeniería
y cimentaciones ltda.
1990

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

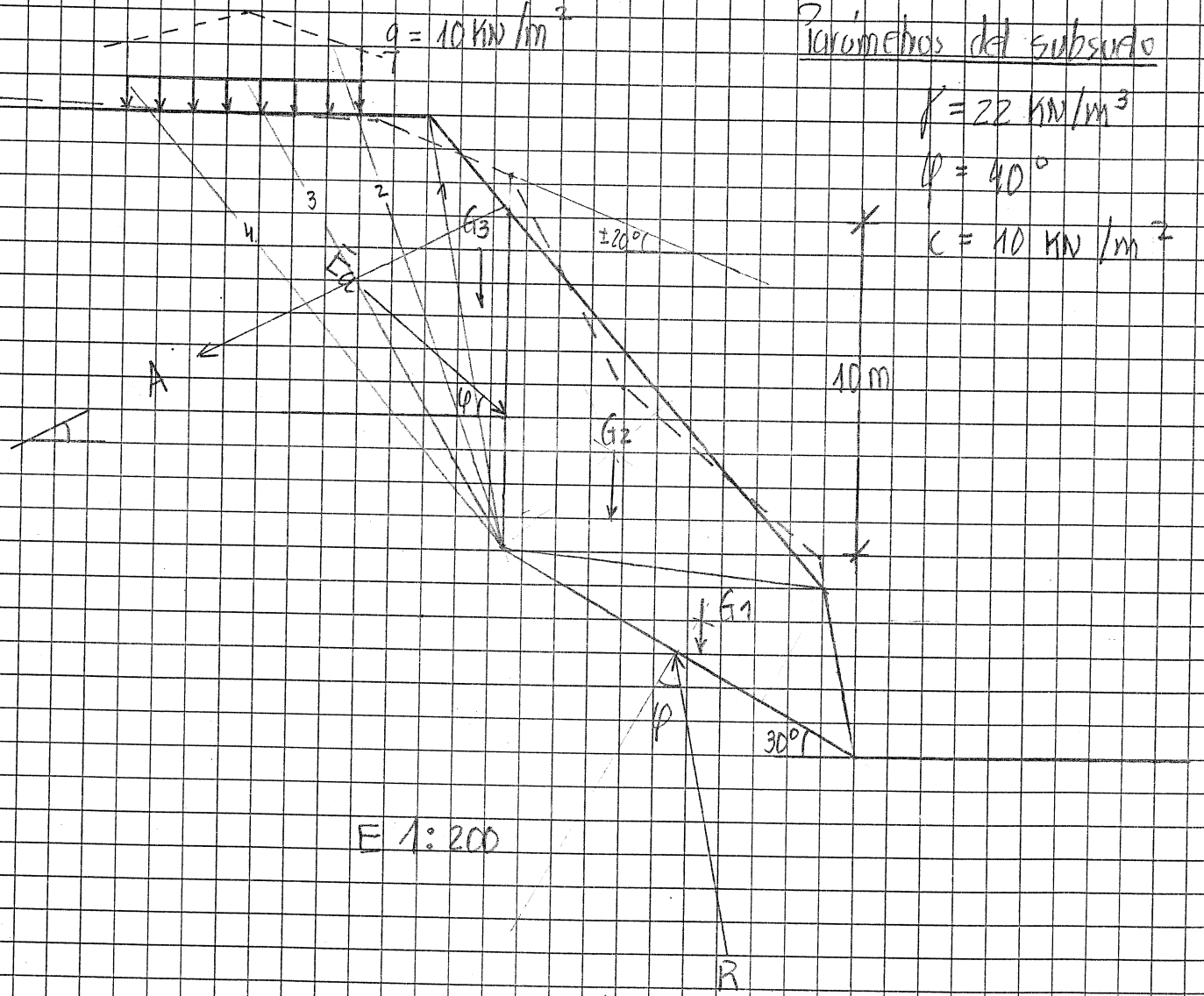
HOJA No. 1 DE
ARCHIVO 529
PARA FOPAE
FECHA Oct. 3 / 2005
POR GRCH.

PROYECTO 529 - Asesoría Mirador El Portal

DESCRIPCION Diseño de tensiones de anclaje. Sector occidental.

SECCIÓN DE DISEÑO (E-E')

Casa No. 1



E 1:200

C.I.C. consultores de ingeniería y cimentaciones ltda.
1990

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 2 DE
ARCHIVO 529
PARA
FECHA
POR

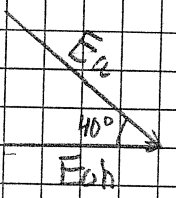
PROYECTO

DESCRIPCION

Cálculo de Empujes

$\phi = 40°$
$\delta = 40°$
$\beta = 20°$

$K_{ah} = 0,27$
$K_{ach} = 0,71$



$E_{ah} = \gamma . H^2 K_{ah} - cH . K_{ach} = 22 . 10^2 . 0,27 - 10 . 10 . 0,71 = 523 \text{ KN/mL}$

$\cos 40° = \frac{E_{ah}}{E_a} \longrightarrow E_a = \frac{E_{ah}}{\cos 40°} \longrightarrow E_a = 682 \text{ KN/mL}$

$G_1 = \frac{12,8 . 3,8}{2} . 22 = 510 \text{ KN/mL}$

$G_2 = \frac{14,8 . 0,6}{2} . 22 = 105 \text{ KN/mL}$

1585 KN/mL

$G_3(1) = \frac{10 . 2,5}{2} . 22 = 275 \text{ KN/mL}$

$G_3(2) = 275 + \frac{2 . 13}{2} . 22 = 561 \text{ KN/mL}$

$G_3(3) = 561 + \frac{3 . 13}{2} . 22 = 990 \text{ KN/mL}$

$G_3(4) = 990 + \frac{3,2 . 13}{2} . 22 = 1448 \text{ KN/mL}$

$C = 12 . 10 = 120 \text{ KN/mL}$

Sismo: $a = 0,30g \longrightarrow S = (G_1 + G_2 + G_3) . 0,3$

C.I.C. consultores de ingeniería y cimentaciones ltda.
1990

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

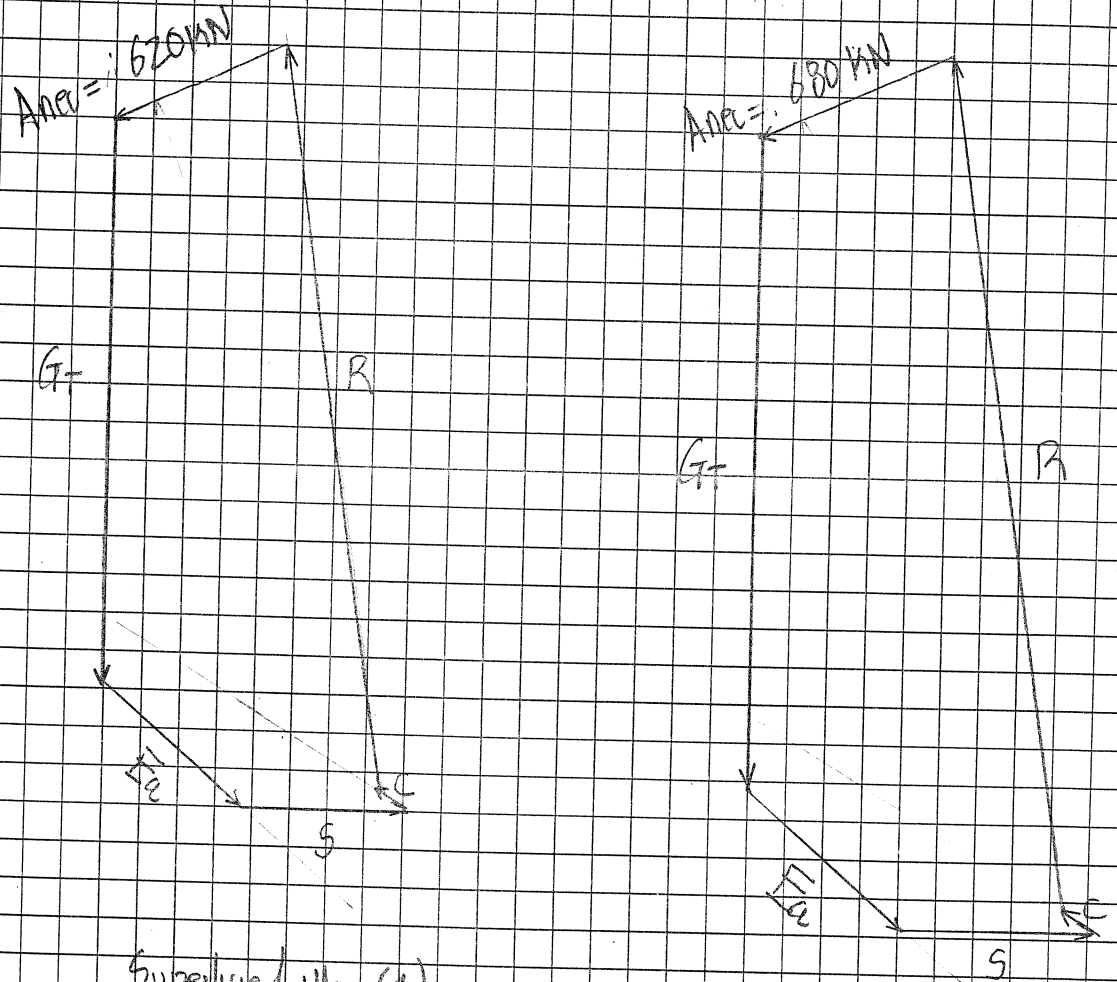
HOJA No. 3 DE
ARCHIVO 529
PARA
FECHA
POR

PROYECTO

DESCRIPCION

Superficie de falla (1) $G_T = G_1 + G_2 + G_3 = 1860$ kN , $S = 558$ kN

Superficie de falla (2) $G_T = 2146$ kN/mL , $S = 644$ kN



C.I.C. consultores de ingeniería y cimentaciones ltda.

1990

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 4 DE ____

ARCHIVO 529

PROYECTO ____

PARA ____

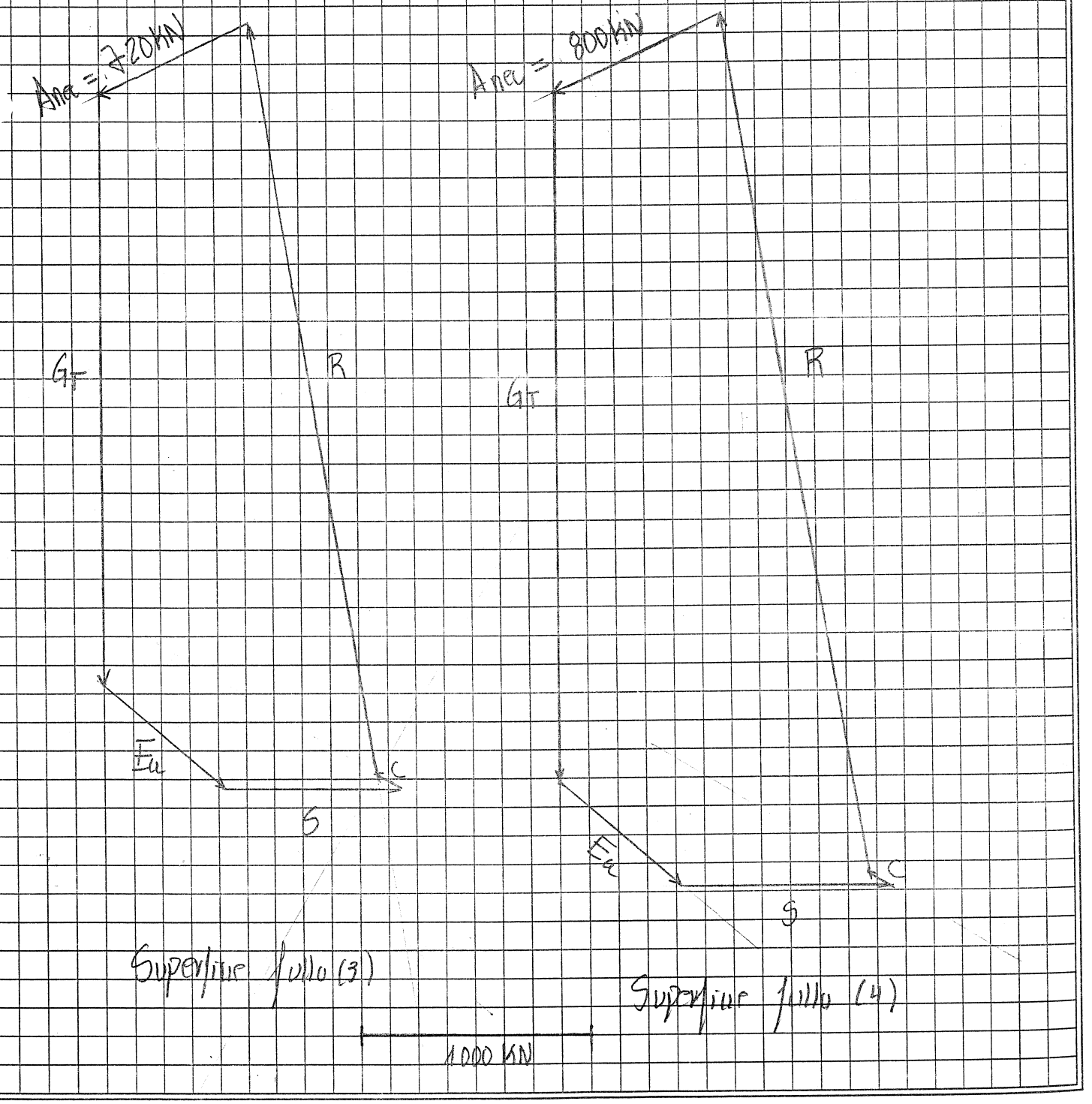
FECHA ____

DESCRIPCION ____

POR ____

Superficie de falla (3) G_T = 2575 kN ; S = 772 kN

Superficie de falla (4) G_T = 3033 kN ; S = 910 kN.

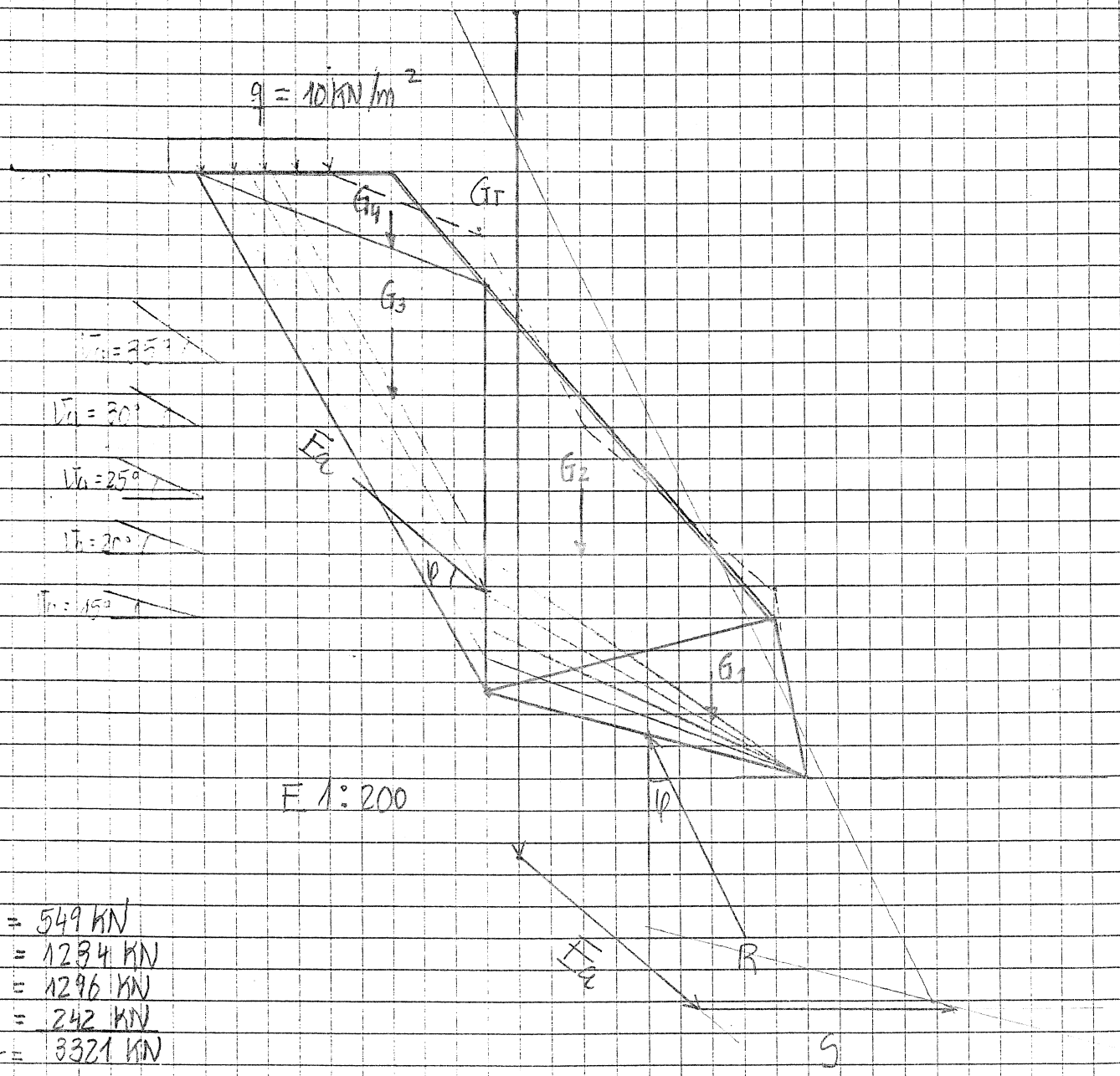


G.I.G. consultores de ingeniería
y cimentaciones ltda.
1990

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 5 DE ____
ARCHIVO 529
PROYECTO ____
PARA ____
FECHA ____
DESCRIPCION ____
POR ____

$V_0 = 15°$



$G_1 = 549\ kN$
$G_2 = 1284\ kN$
$G_3 = 1296\ kN$
$G_4 = 242\ kN$
$G_T = 3321\ kN$

$S = 3321 \cdot 0{,}3 = 996\ kN.$

$Eah = 22 \cdot 13^2 \cdot 0{,}27 - 10 \cdot 13 \cdot 0{,}71 = 911\ kN$

$Ea = \frac{911}{\cos 40°} = 1190\ kN$

$C = 10{,}4 \cdot 10 = 104\ kN$

C.I.C. consultores de ingeniería
y cimentaciones ltda.
1990

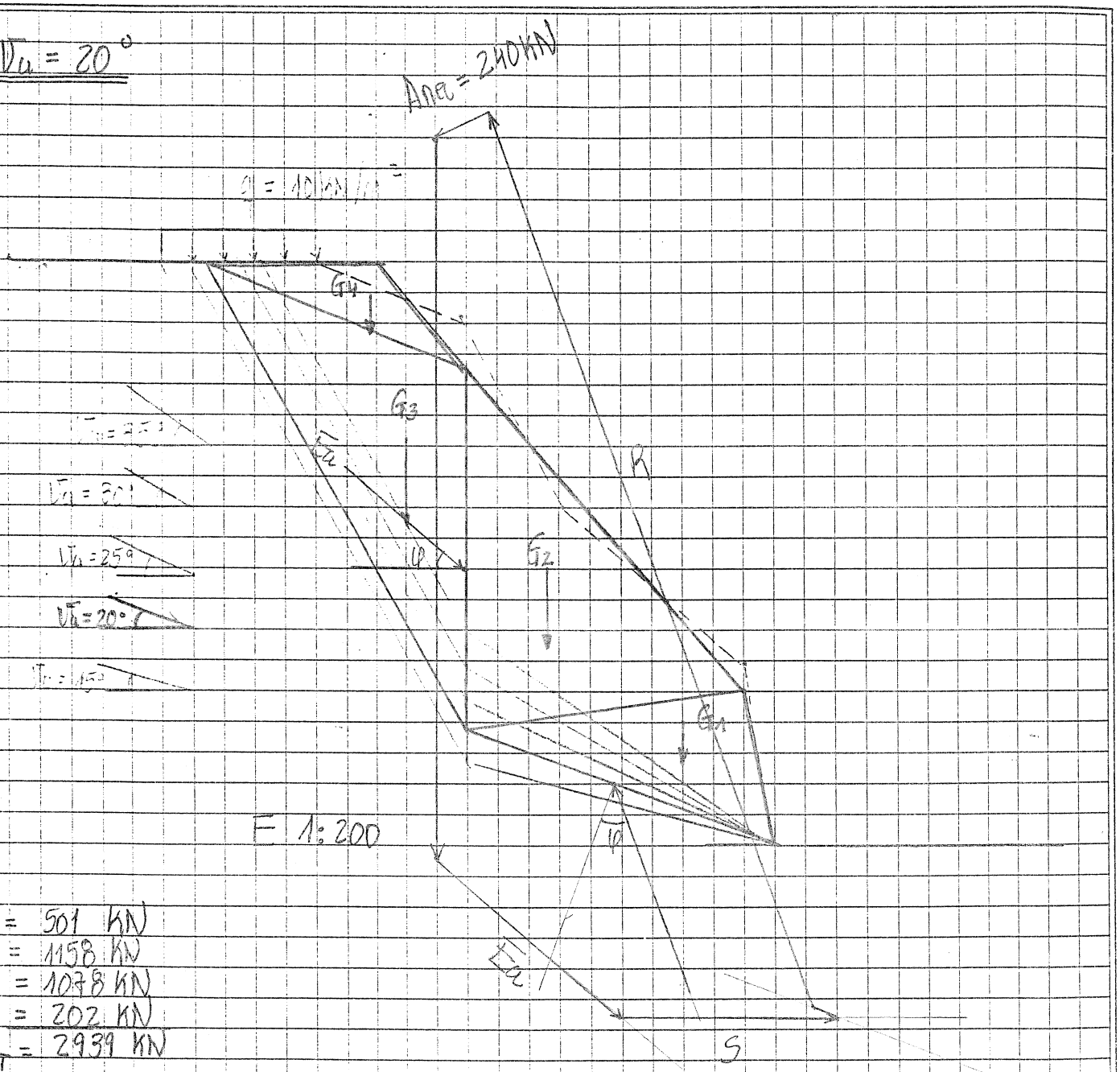
HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 6 DE ____
ARCHIVO 529
PARA ____
FECHA ____
POR ____

PROYECTO ____

DESCRIPCION ____

$\delta_u = 20°$



$G_1 = 501$ KN
$G_2 = 1158$ KN
$G_3 = 1078$ KN
$G_4 = 202$ KN
$G_T = 2939$ KN

$S = 2939 \cdot 0{,}3 = 881{,}7$ KN

$E_a = \frac{1}{\cos 40°}\left(22 \cdot 11{,}8^2 \cdot 0{,}27 - 10 \cdot 11{,}8 \cdot 0{,}71\right) = 970$ KN

$G = 11{,}7 \cdot 10 = 117$ KN.

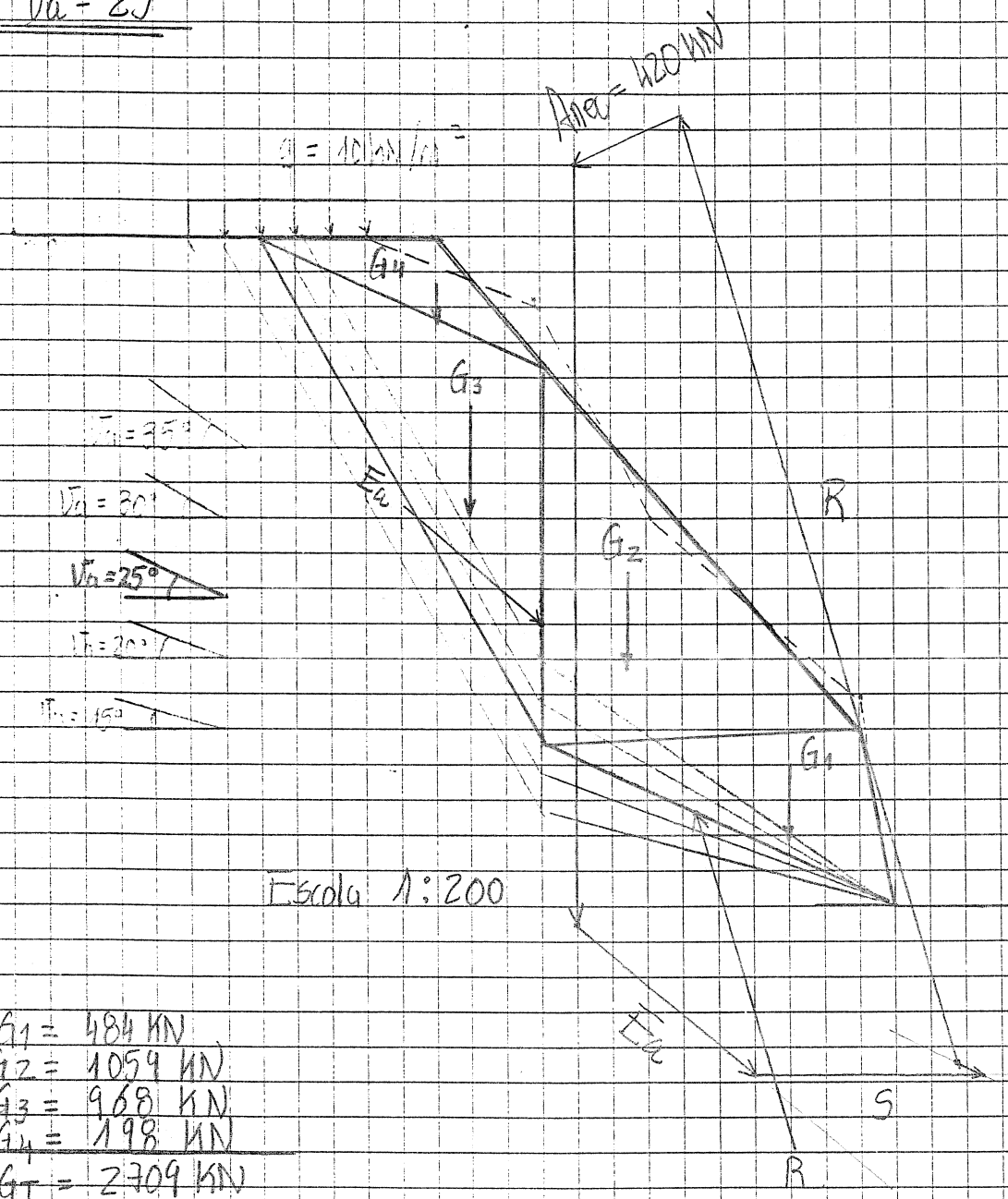
Universidad de Ingeniería
y cimentaciones ltda.
1990

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 7 DE ____
ARCHIVO 529

PROYECTO ____
PARA ____
FECHA ____
DESCRIPCION ____
POR ____

$\bar{V}a = 25°$



Escala 1:200

$G_1 = 484\ kN$
$G_2 = 1059\ kN$
$G_3 = 968\ kN$
$G_4 = 198\ kN$
$G_T = 2709\ kN$

$S = 2709 \cdot 0,3 = 813\ kN$

$Ea = \frac{1}{\cos 40}\left(22 \cdot 10,8^2 \cdot 0,27 - 10 \cdot 10,8 \cdot 0,71\right) = 804\ kN.$

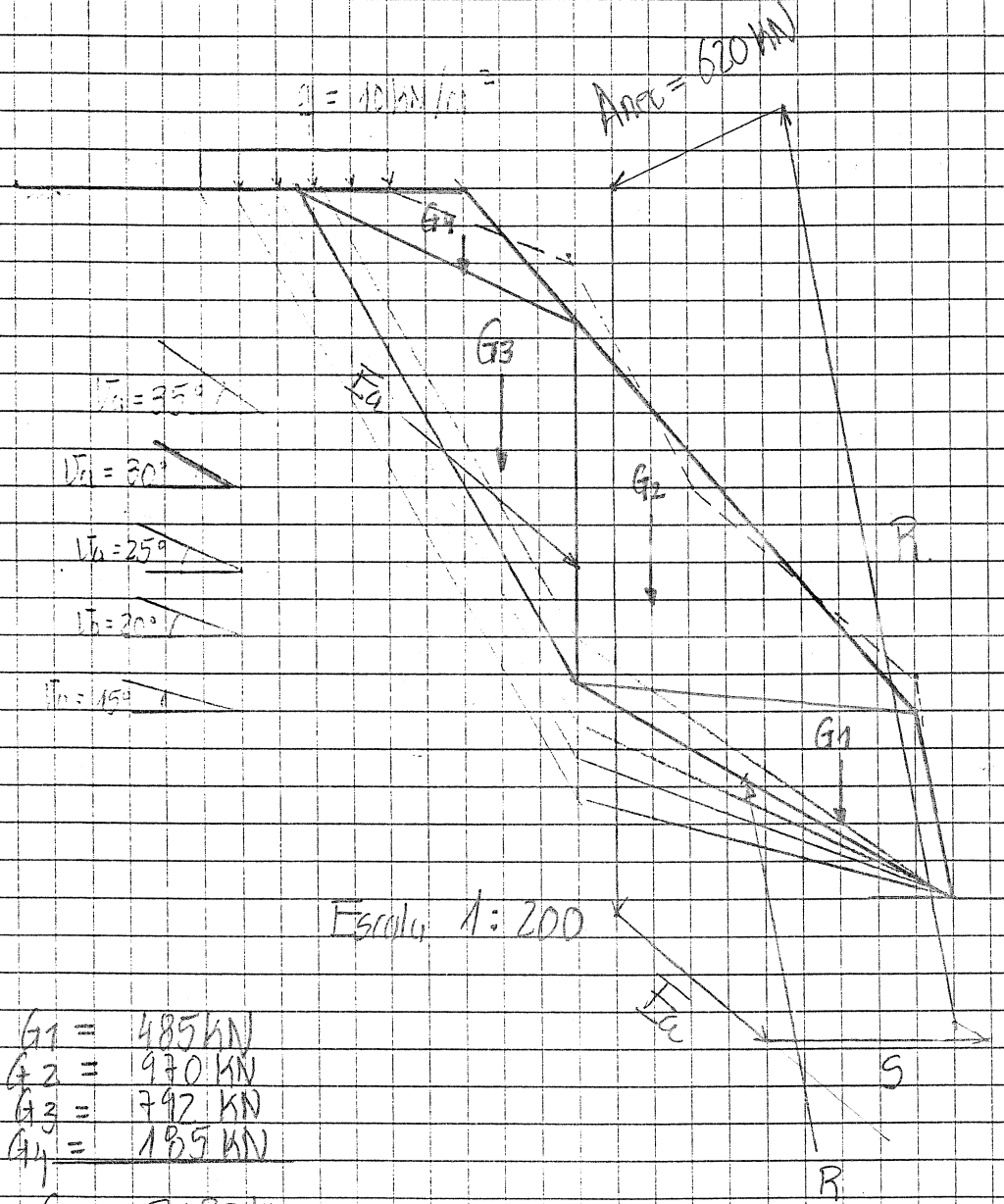
$G = 11 \cdot 10 = 110\ kN$

S.M.S. consultores de ingeniería
y cimentaciones ltda.
1990

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 8 DE ____
ARCHIVO 529
PROYECTO ____ PARA ____
FECHA ____
DESCRIPCION ____ POR ____

$\gamma_a = 30°$



$G_1 = 485\,kN$
$G_2 = 970\,kN$
$G_3 = 792\,kN$
$G_4 = 185\,kN$
$G_T = 2432\,kN$

$S = 0.3 \cdot 2432 = 730\,kN$

$E_a = \frac{1}{\cos 40°}\left(22 \cdot 9{,}8^2 \cdot 0{,}27 - 10 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}71\right) = 654\,kN$

$C_i = M \cdot 6 \cdot 10 = 116\,kN$

C.I.C. consultores de ingeniería y cimentaciones ltda.

1990

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 9 DE ____

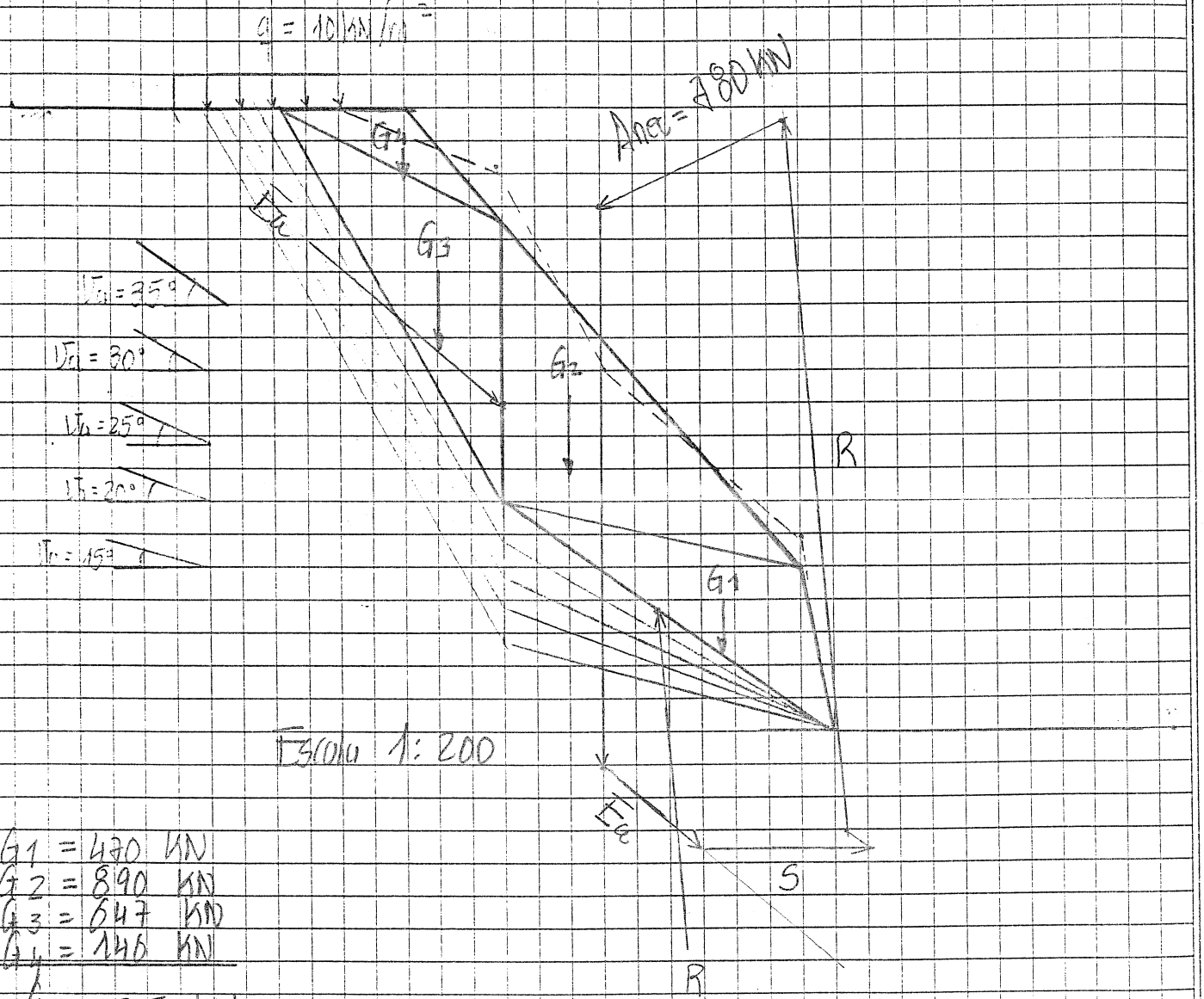
ARCHIVO 529

PROYECTO ____ PARA ____

FECHA ____

DESCRIPCION ____ POR ____

$\beta_a = 95°$



$G_1 = 470$ kN
$G_2 = 890$ kN
$G_3 = 647$ kN
$G_4 = 146$ kN
$G_T = 2153$ kN

$S = 0{,}30 \cdot 2153 = 646$ kN

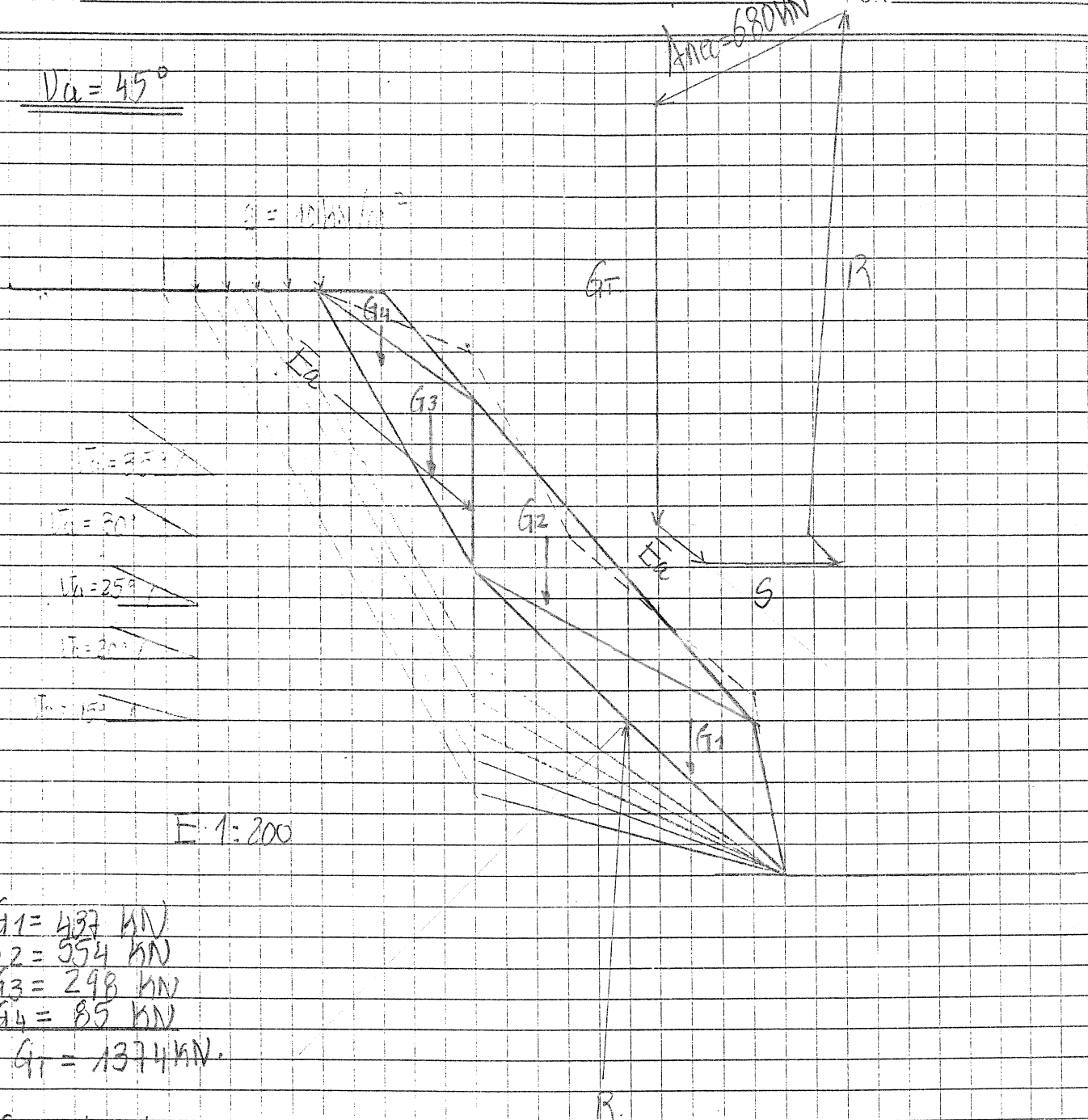
$E_a = \frac{1}{\cos 40°}\left(22 \cdot 8{,}5^2 \cdot 0{,}27 - 10 \cdot 8{,}5 \cdot 0{,}71\right) = 481$ kN

$G = 12{,}2 \cdot 10 = 122$ kN

C.I.C. consultores de ingeniería y cimentaciones ltda.
1990
HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 10 DE ____
ARCHIVO 579
PROYECTO ____
PARA ____
FECHA ____
DESCRIPCION ____
POR ____

$\alpha = 45°$



$G_1 = 437$ kN
$G_2 = 554$ kN
$G_3 = 298$ kN
$G_4 = 85$ kN
$G_T = 1374$ kN.

$S = 412$ kN.

$\bar{E}_a = \frac{1}{\cos 40°}\left(22.5.4^2.0.27 - 10.5.4.0.71\right) = 176$ kN

$C = 140$ kN

C.I.C. consultores de ingeniería y cimentaciones ltda.
1990

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 11 DE ____
ARCHIVO 529
PROYECTO ____ PARA ____
FECHA ____
DESCRIPCION ____ POR ____

Con base en los anteriores cálculos se define la geometría más crítica con $\bar{\phi} = 35°$ con la cual:

$$A_{anclaje} = 780\ kN/ml$$

Considerando un $\overline{FS} = 1.1$ para condición sísmica se tendrá:

$$A_{diseño} = A_{anc.} \cdot FS \quad \checkmark \quad A_{diseño} \cong 860\ kN$$

Considerando la definición de TERZAGHI: $\overline{FS} = \frac{\tan \phi_{disponible}}{\tan \phi_{empleado}}$

se tendrá: $\overline{FS} = \frac{\tan 40°}{\tan 37°} = 1.11$ (condición sísmica) OK

En condición estática (sin sismo) y con la definición de TERZAGHI se tendrá:

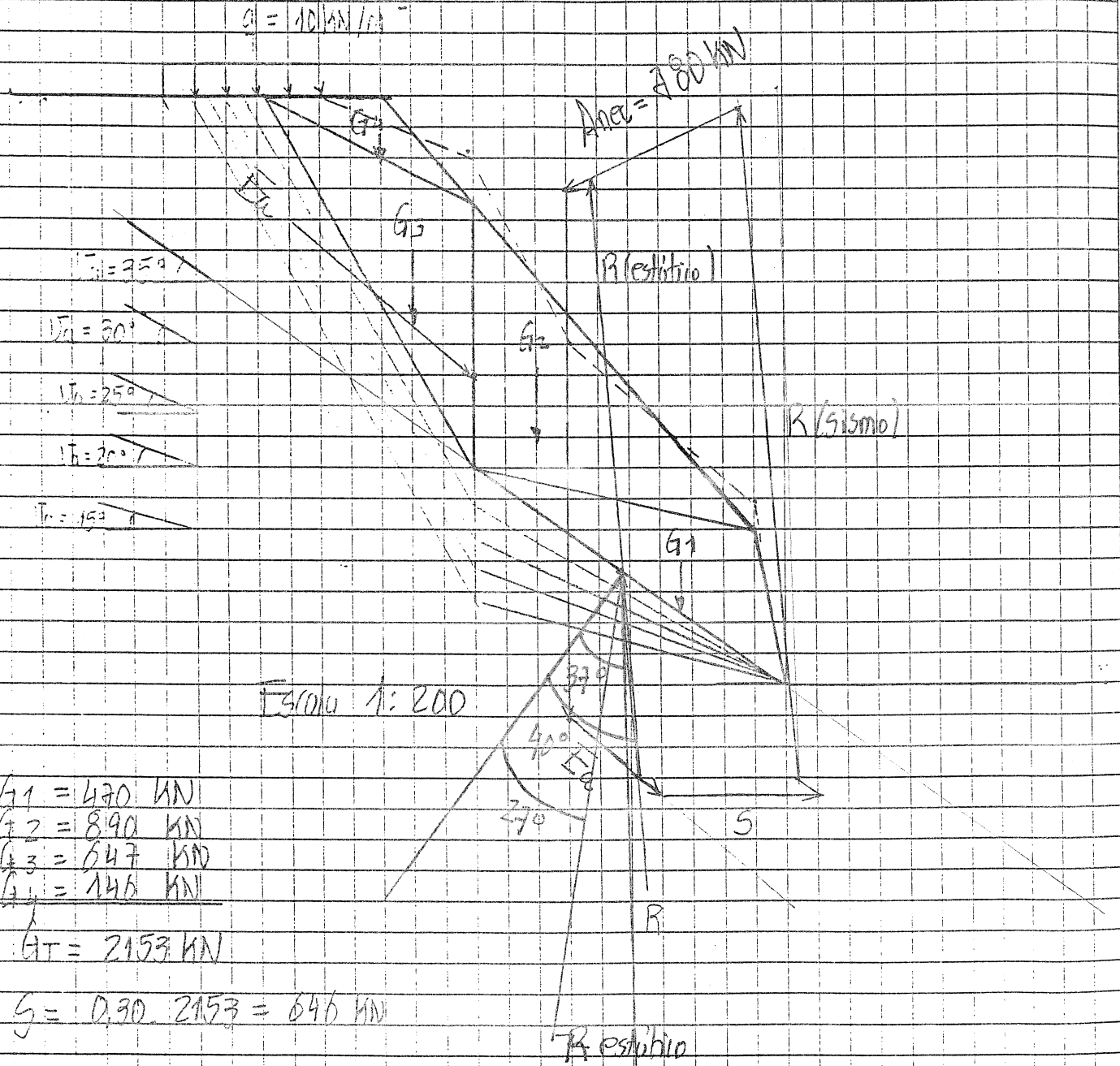
$$FS = \frac{\tan 40°}{\tan 27°} = 1.64 \text{ (condición estática) OK}$$

estructuras de ingeniería
y cimentaciones ltda.
1990

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 12 DE ____
ARCHIVO 529
PROYECTO ____
PARA ____
FECHA ____
DESCRIPCION ____
POR ____

$\alpha_a = 95°$ Se define esta geometría como la más crítica.



$G_1 = 470$ kN
$G_2 = 890$ kN
$G_3 = 647$ kN
$G_4 = 146$ kN
$G_T = 2153$ kN

$S = 0.30 \cdot 2153 = 646$ kN

$E_a = \frac{1}{\cos 40°}\left(22 \cdot 8.5^2 \cdot 0.27 - 10 \cdot 8.5 \cdot 0.71\right) = 481$ kN

$G_i = 12.2 \cdot 10 = 122$ kN

C.I.C. consultores de ingeniería y cimentaciones ltda.
1990

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 13 DE ____
ARCHIVO 529

PROYECTO ____ PARA ____
FECHA ____
DESCRIPCION ____ POR ____

Diseño de los anclajes

Grundbau Taschenbuch, Teil 2 Fig. 9, Pág. 149:

Para arenas con gravas densas
$T_{último} = 800$ kN
$\phi = 10-15$ cm.
Recubrimiento ≥ 4 m
$\Big\}$ $L_{bulbo} = 7$ m.

- Para condición sísmica:

$$T_{trabajo} = \frac{T_{último}}{FS} = \frac{800}{1.5} = 533 \text{ kN}$$

Distribución de los anclajes

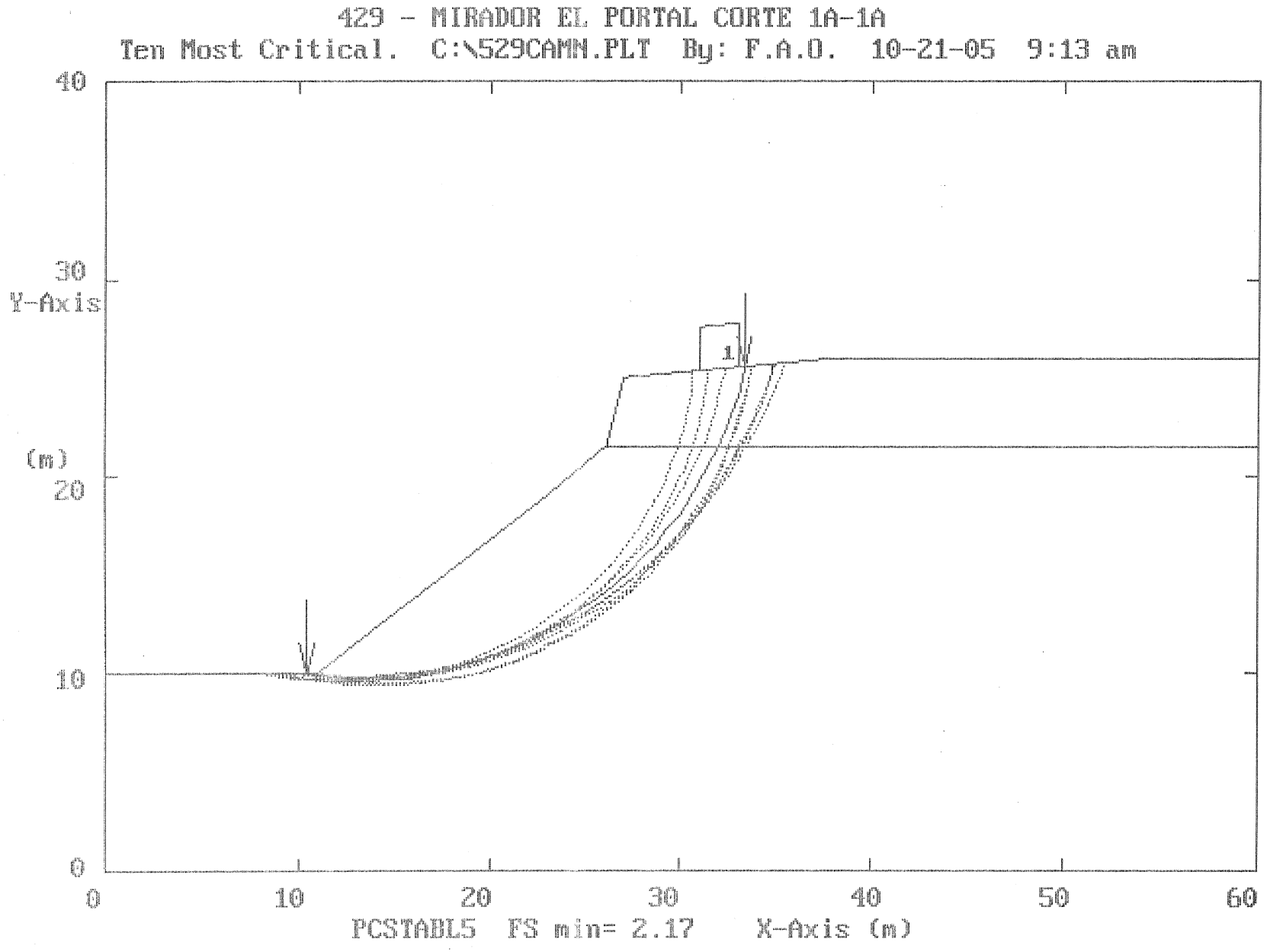
Serán empleados anclajes con $T_{trabajo} = 400$ kN ($L_{bulbo} = 6$m) en dos (2) niveles

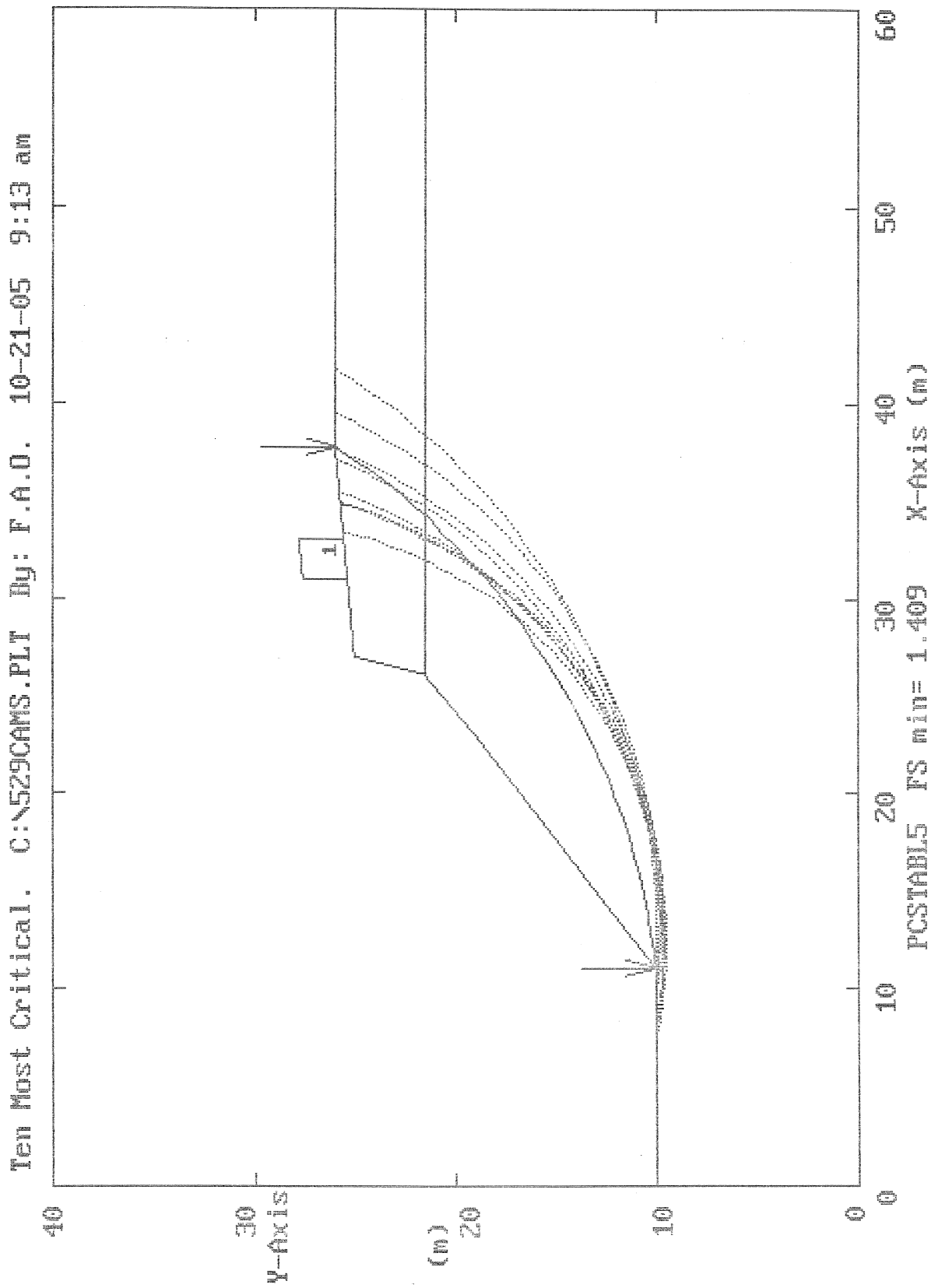
$A_{diseño} = 800$ kN/ml $_{total}$.
2 anclajes: $T_{ult} = 1600$ kN.

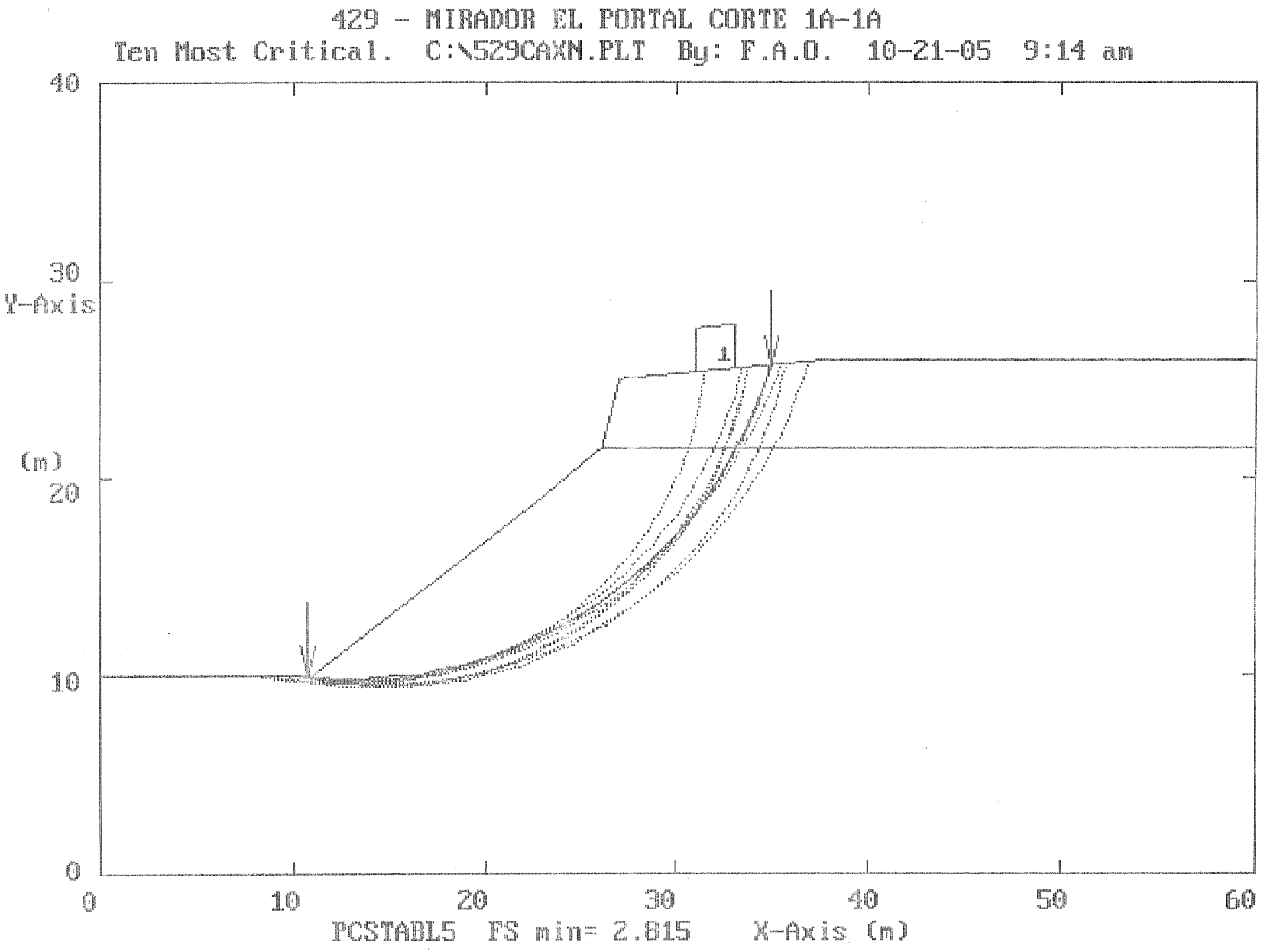
Separación horizontal entre anclajes $S = \frac{1600}{800} = 1.86\text{m} \approx 2.0$m.

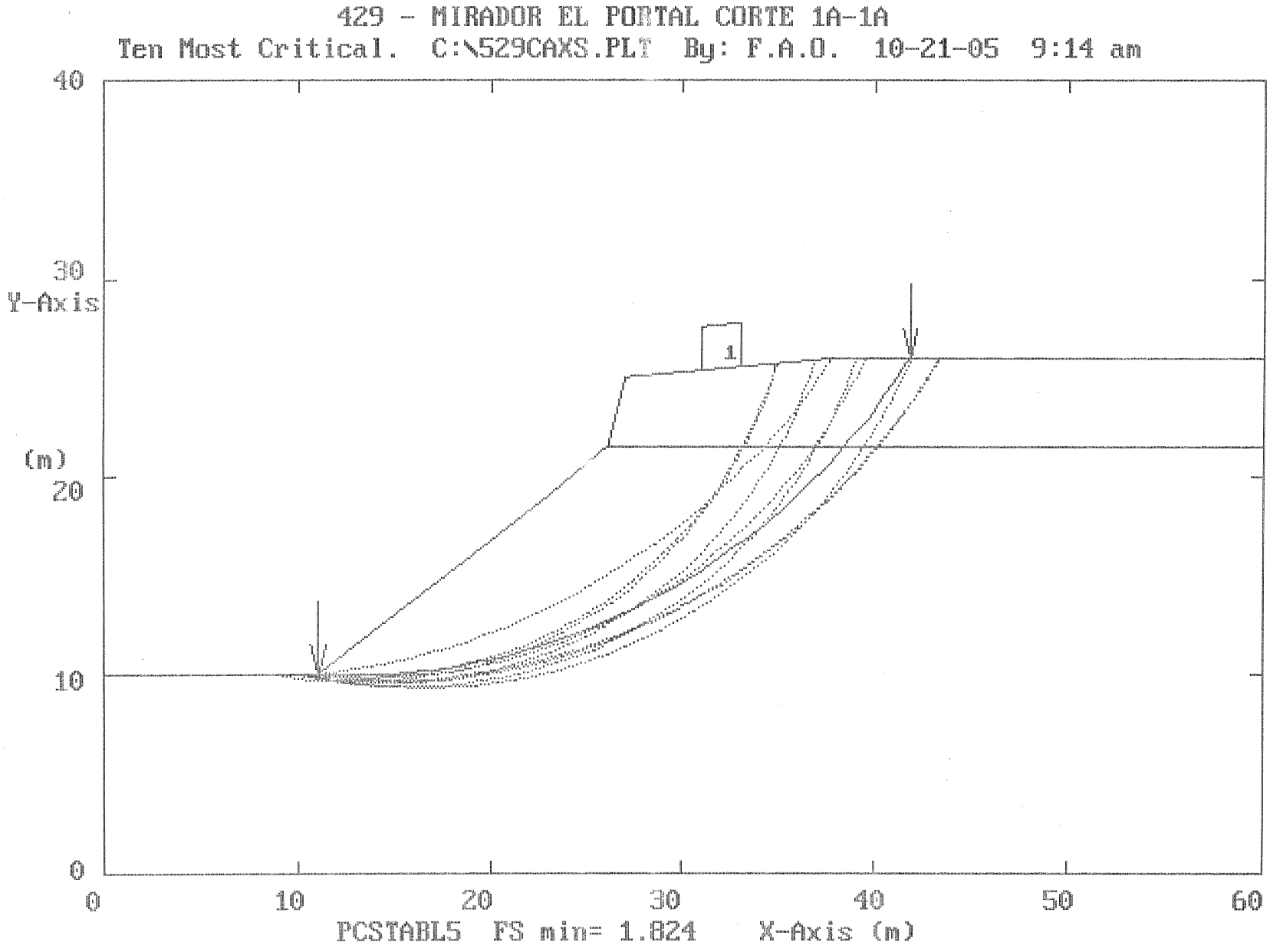
Longitud anclajes

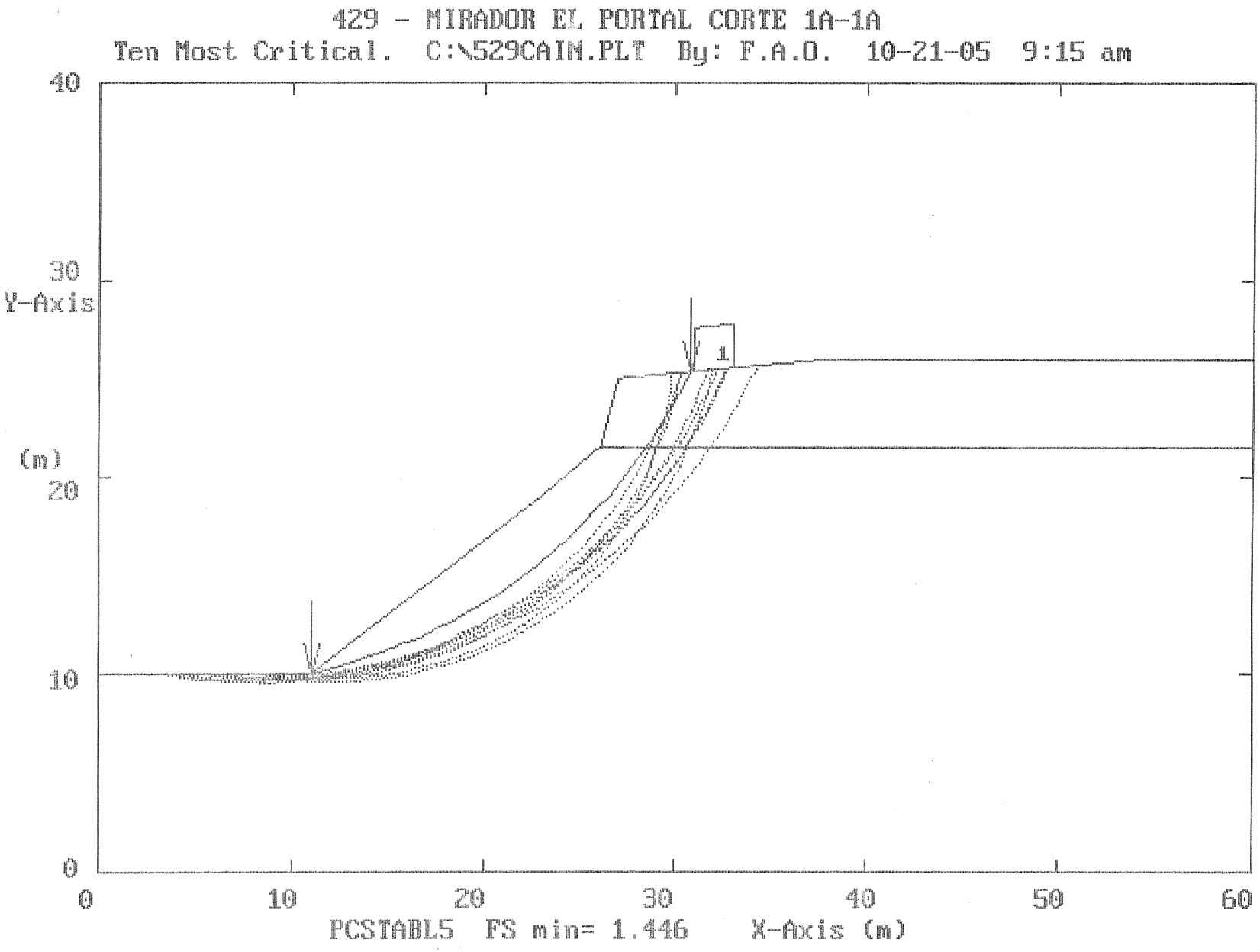
$L_T = L_L + L_B = 6 + 7 = 13$m.

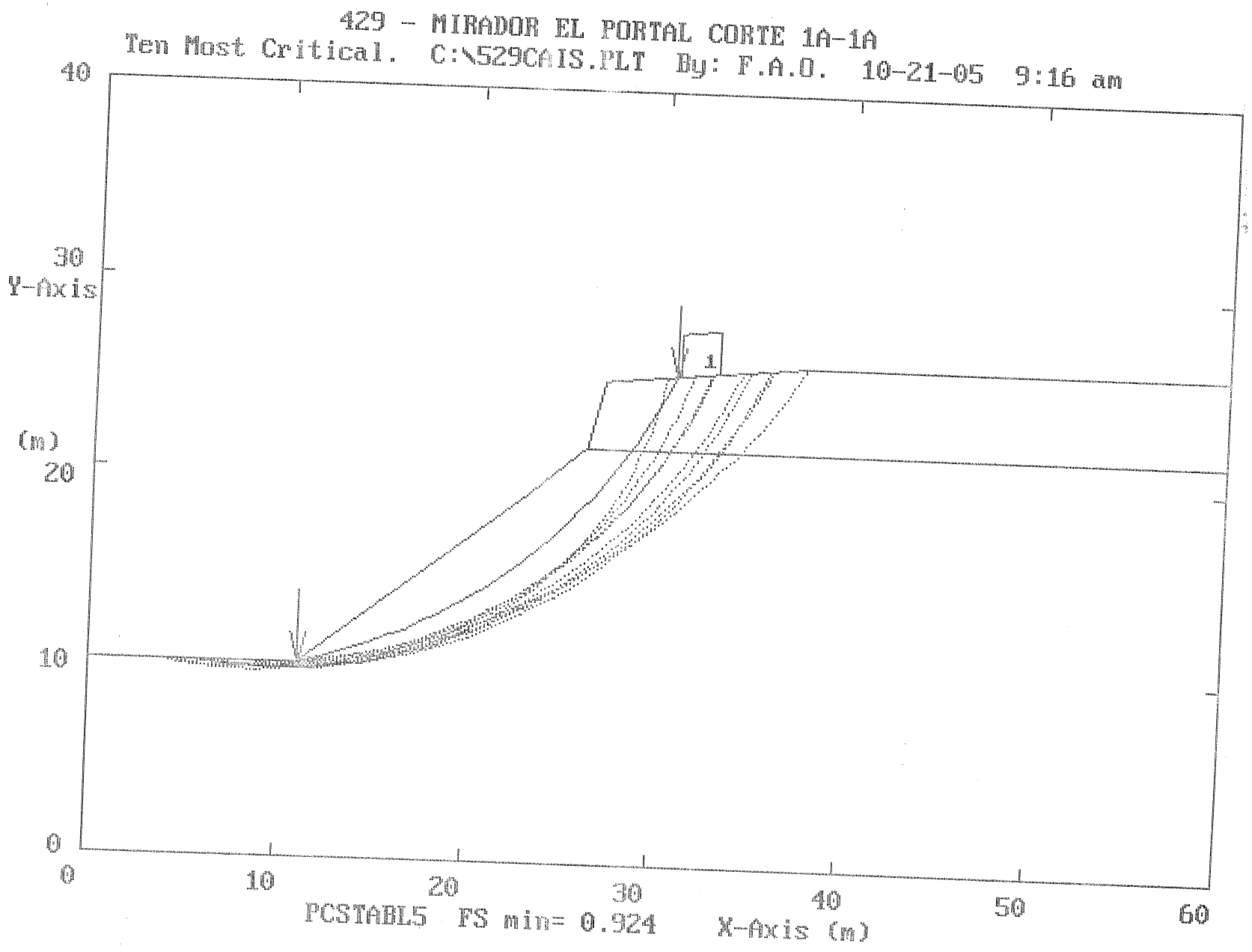

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1A-1A
Ten Most Critical. C:\529CAMN.PLT By: F.A.O. 10-21-05 9:13 am
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
0
10
20
30
40
50
60
PCSTABL5 FS min= 2.17
X-Axis (m)

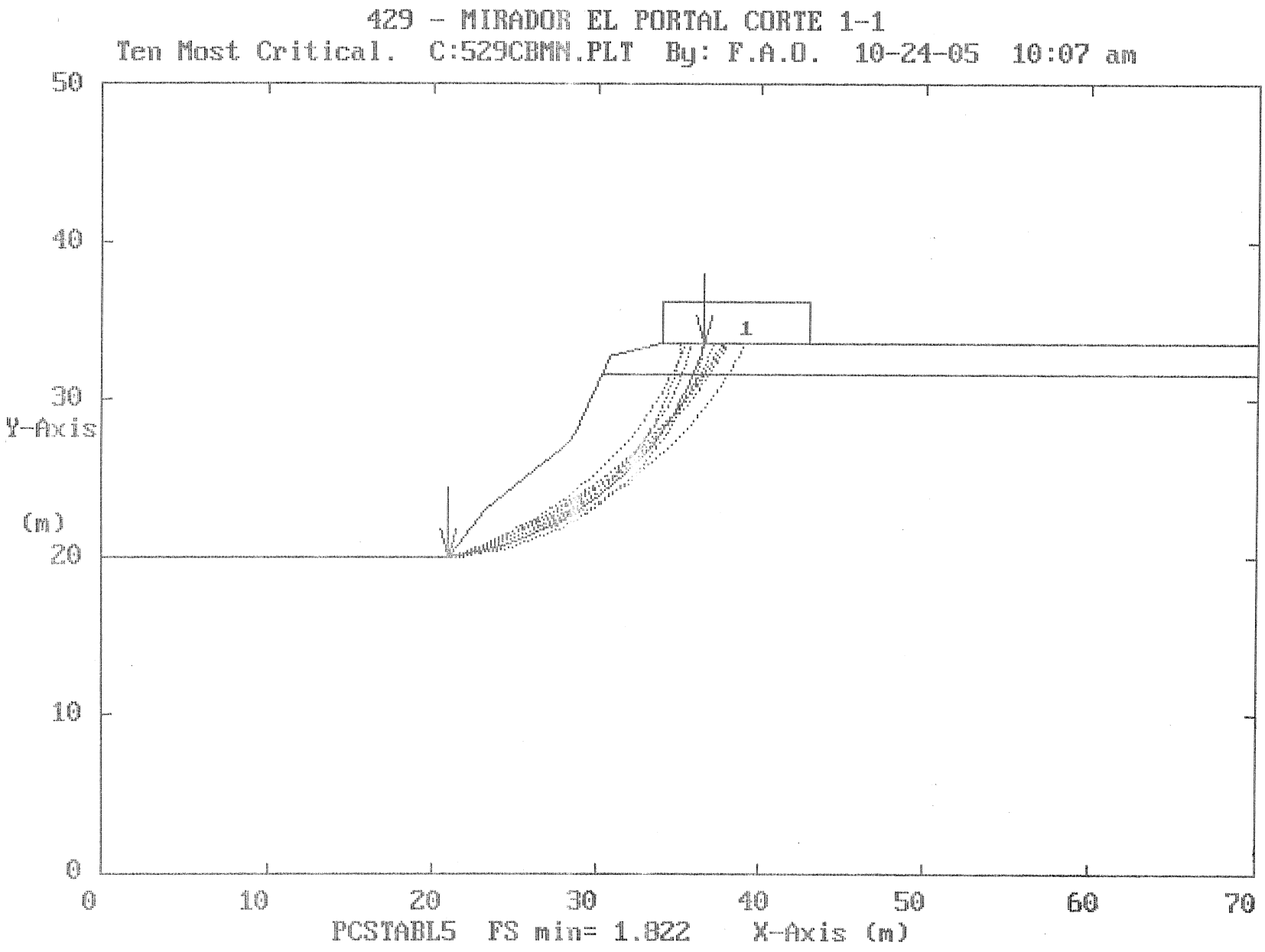

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1A-1A
Ten Most Critical. C:\529CAMS.PLT By: F.A.O. 10-21-05 9:13 am
1
Y-Axis (m)
0
10
20
30
40
0
10
20
30
40
50
60
X-Axis (m)
PCSTABL5 FS min= 1.409

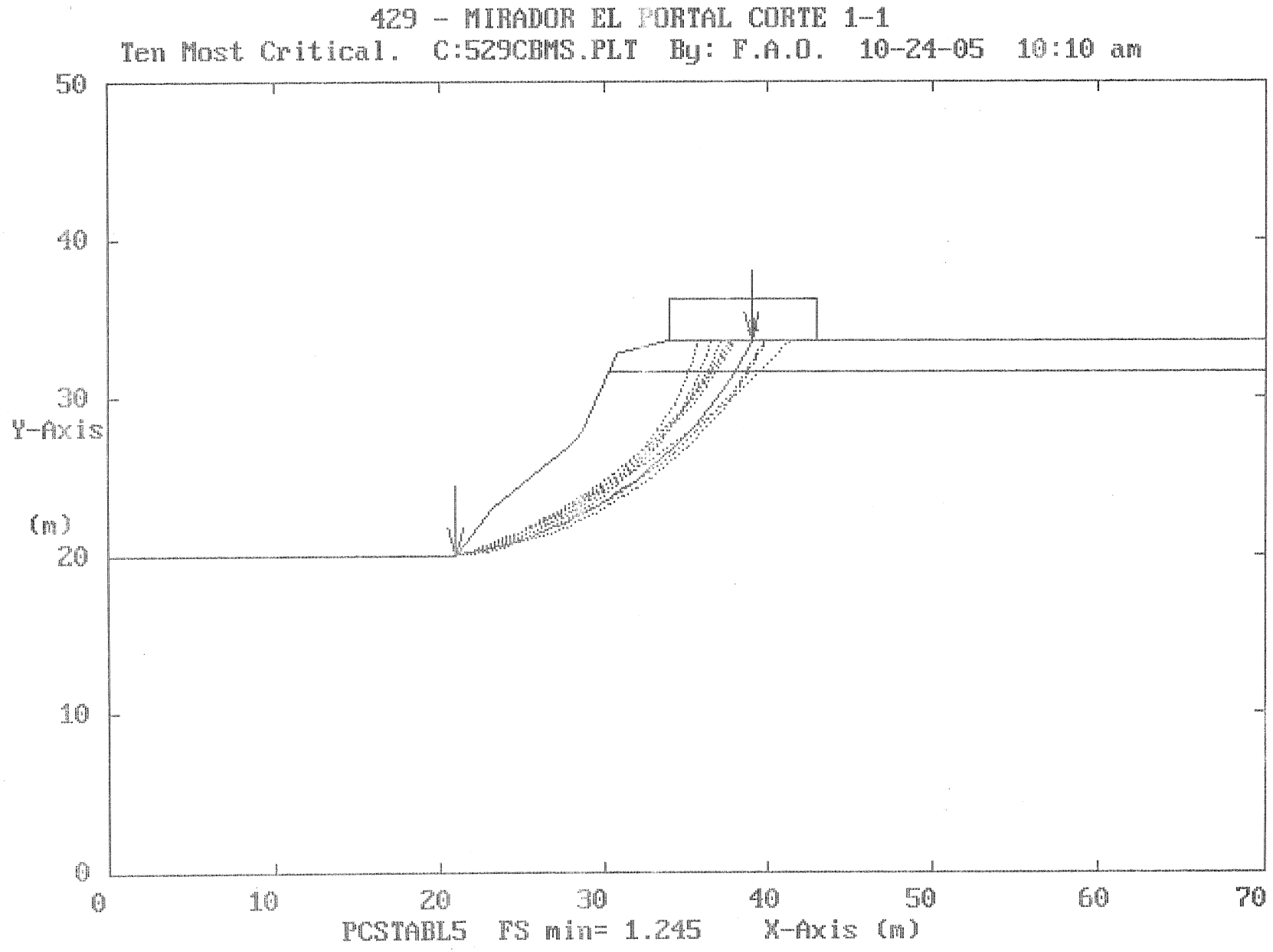

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1A-1A
Ten Most Critical. C:\529CAXN.PLT By: F.A.O. 10-21-05 9:14 am
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
0
10
20
30
40
50
60
PCSTABL5 FS min= 2.815
X-Axis (m)

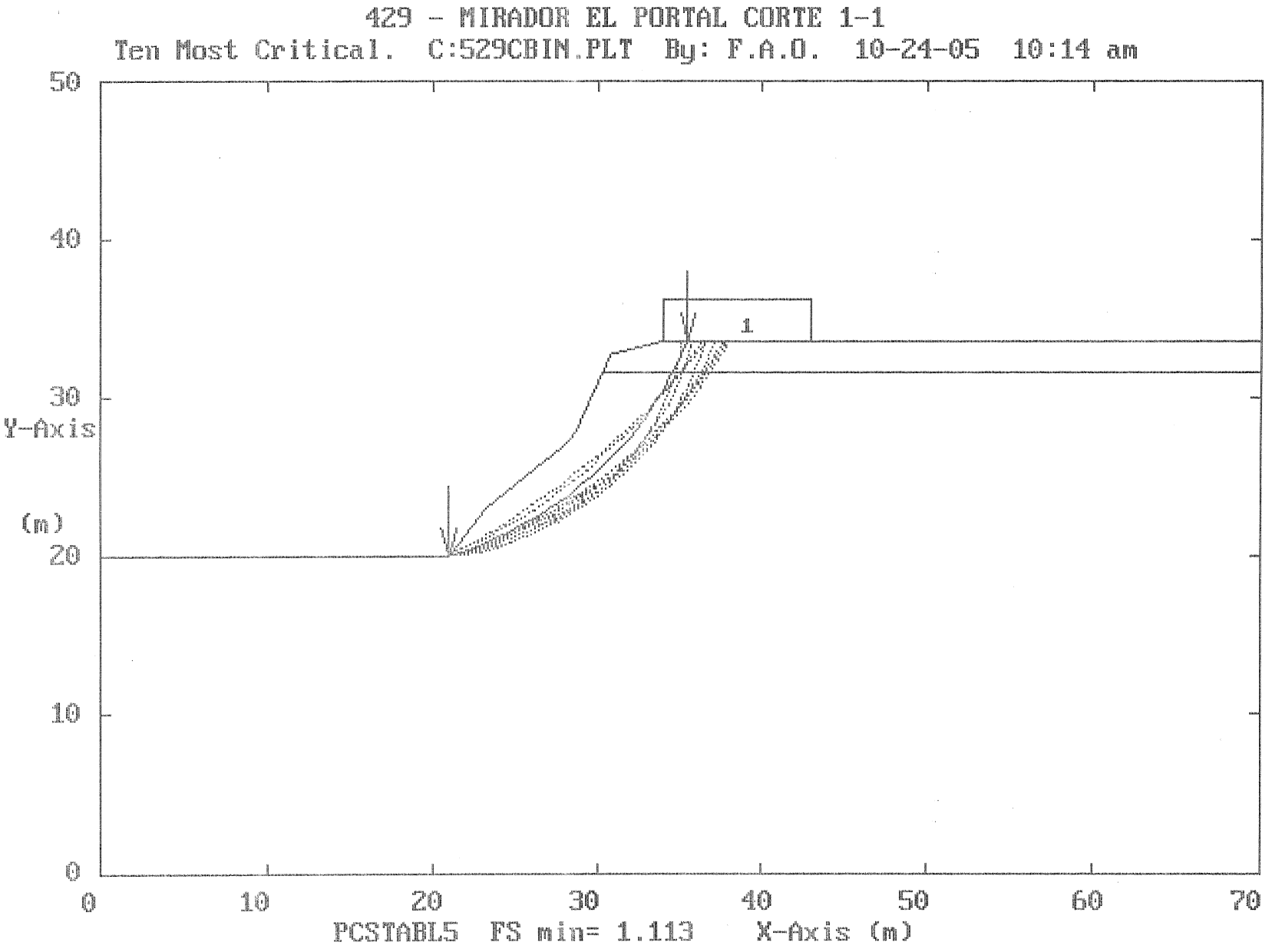

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1A-1A
Ten Most Critical. C:\529CAXS.PLT By: F.A.O. 10-21-05 9:14 am
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
0
10
20
30
40
50
60
PCSTABL5 FS min= 1.824 X-Axis (m)

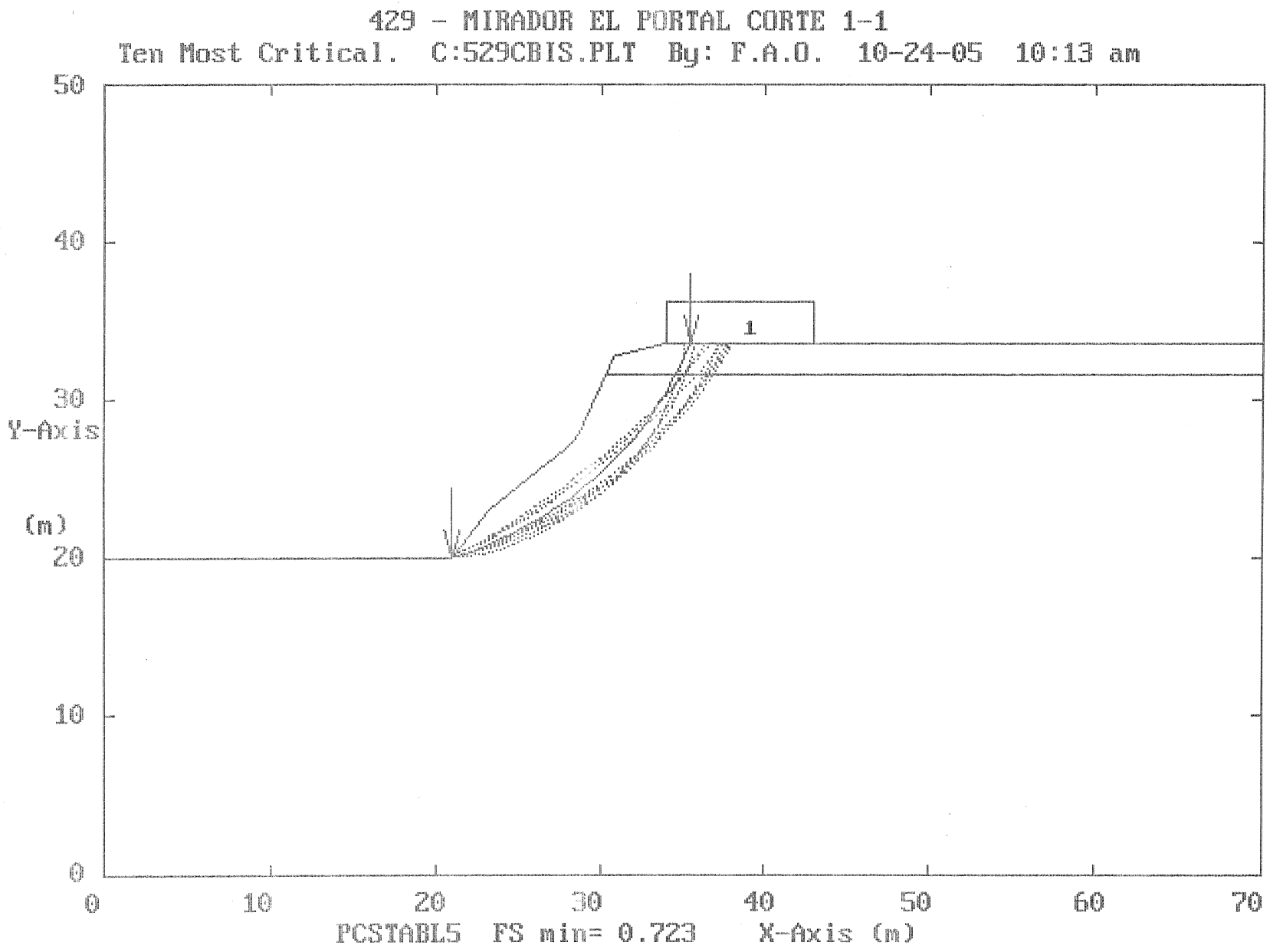

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1A-1A
Ten Most Critical. C:\529CAIN.PLT By: F.A.O. 10-21-05 9:15 am
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
0
10
20
30
40
50
60
PCSTABL5 FS min= 1.446
X-Axis (m)

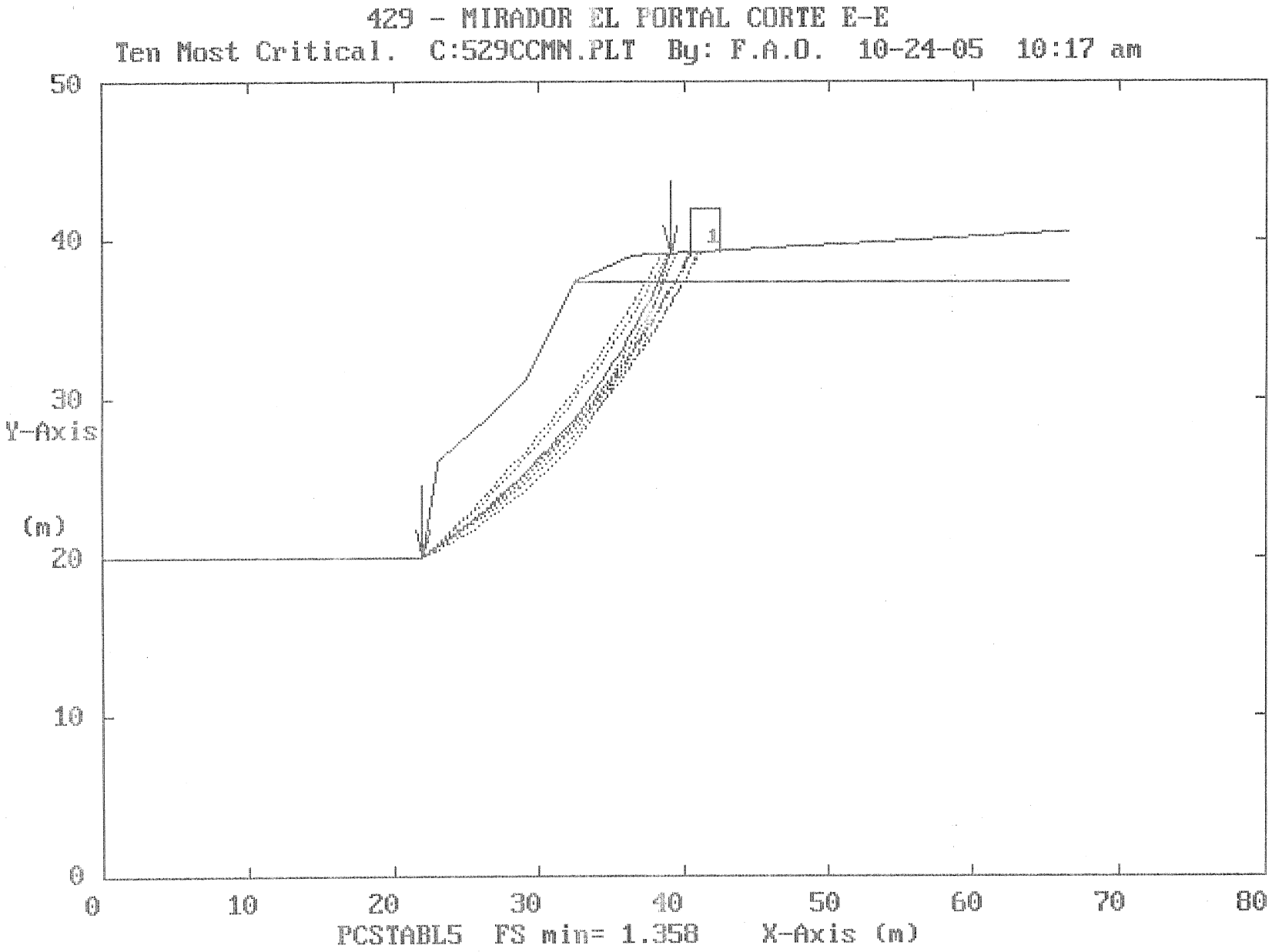

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1A-1A
Ten Most Critical. C:\529CAIS.PLT By: F.A.O. 10-21-05 9:16 am
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
0
10
20
30
40
50
60
PCSTABL5 FS min= 0.924
X-Axis (m)

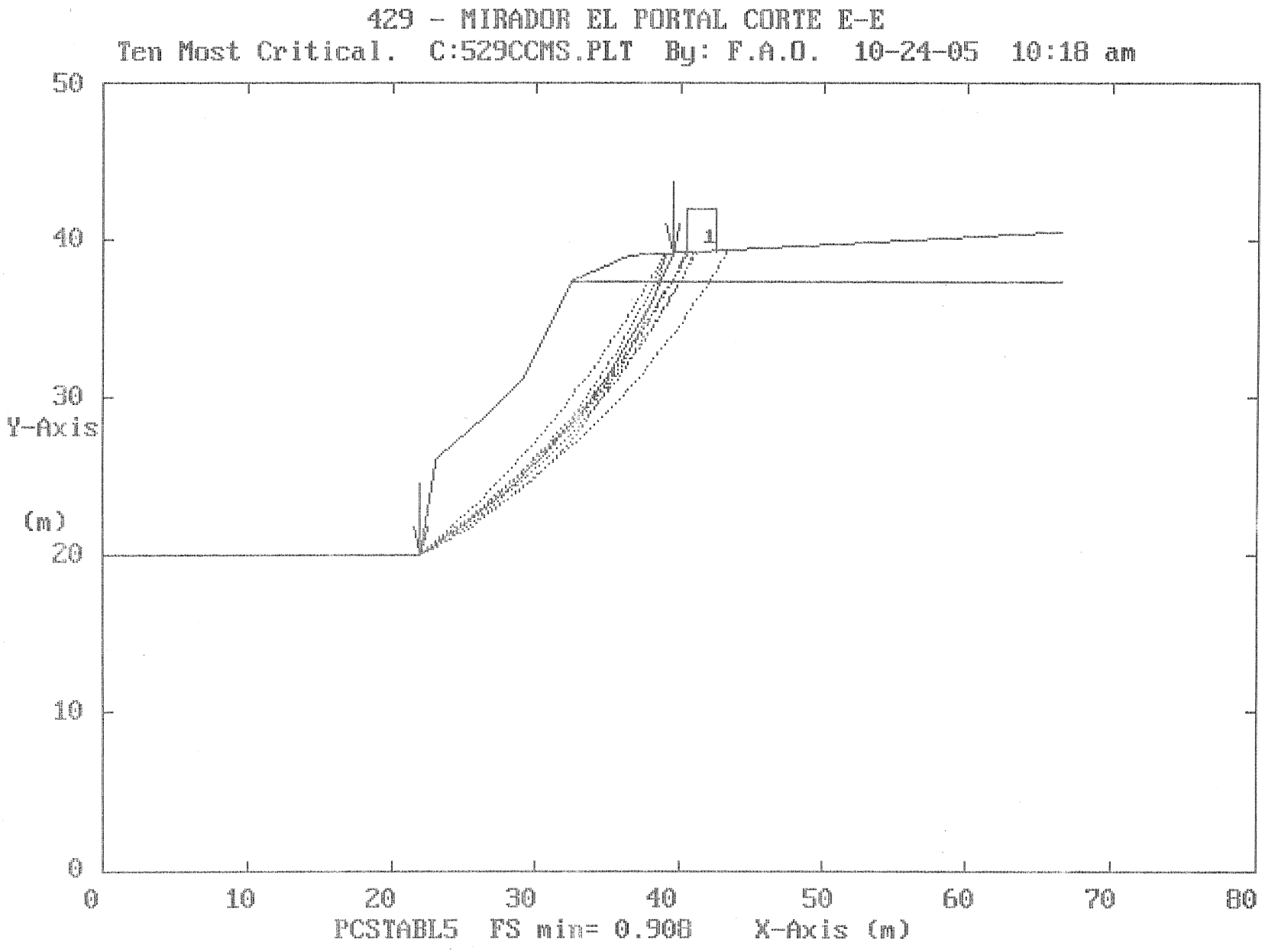

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1-1
Ten Most Critical. C:529CBMN.PLT By: F.A.O. 10-24-05 10:07 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
0
10
20
30
40
50
60
70
PCSTABL5 FS min= 1.822 X-Axis (m)

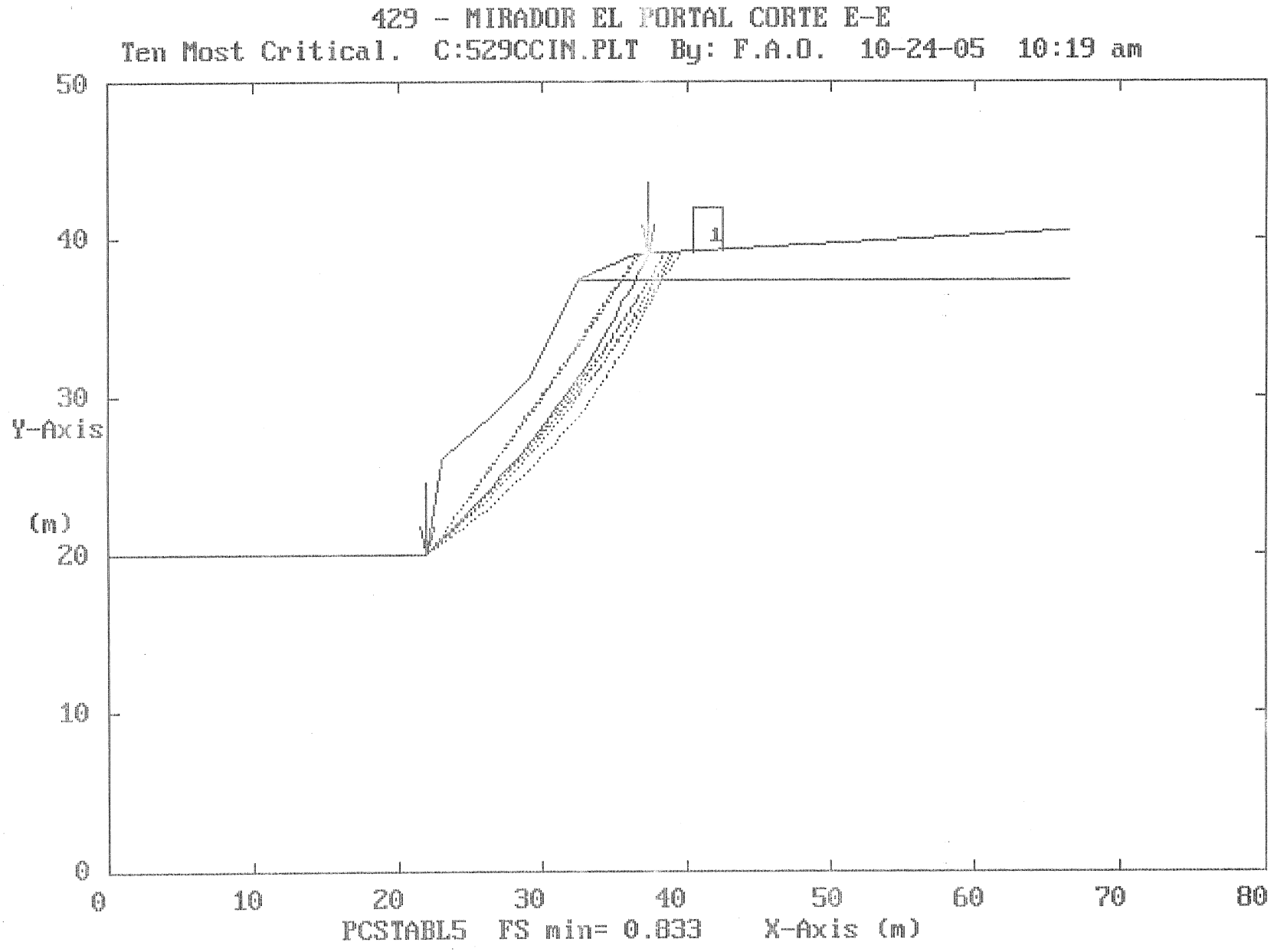

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1-1
Ten Most Critical. C:529CBMS.PLT By: F.A.O. 10-24-05 10:10 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
0
10
20
30
40
50
60
70
PCSTABL5 FS min= 1.245
X-Axis (m)

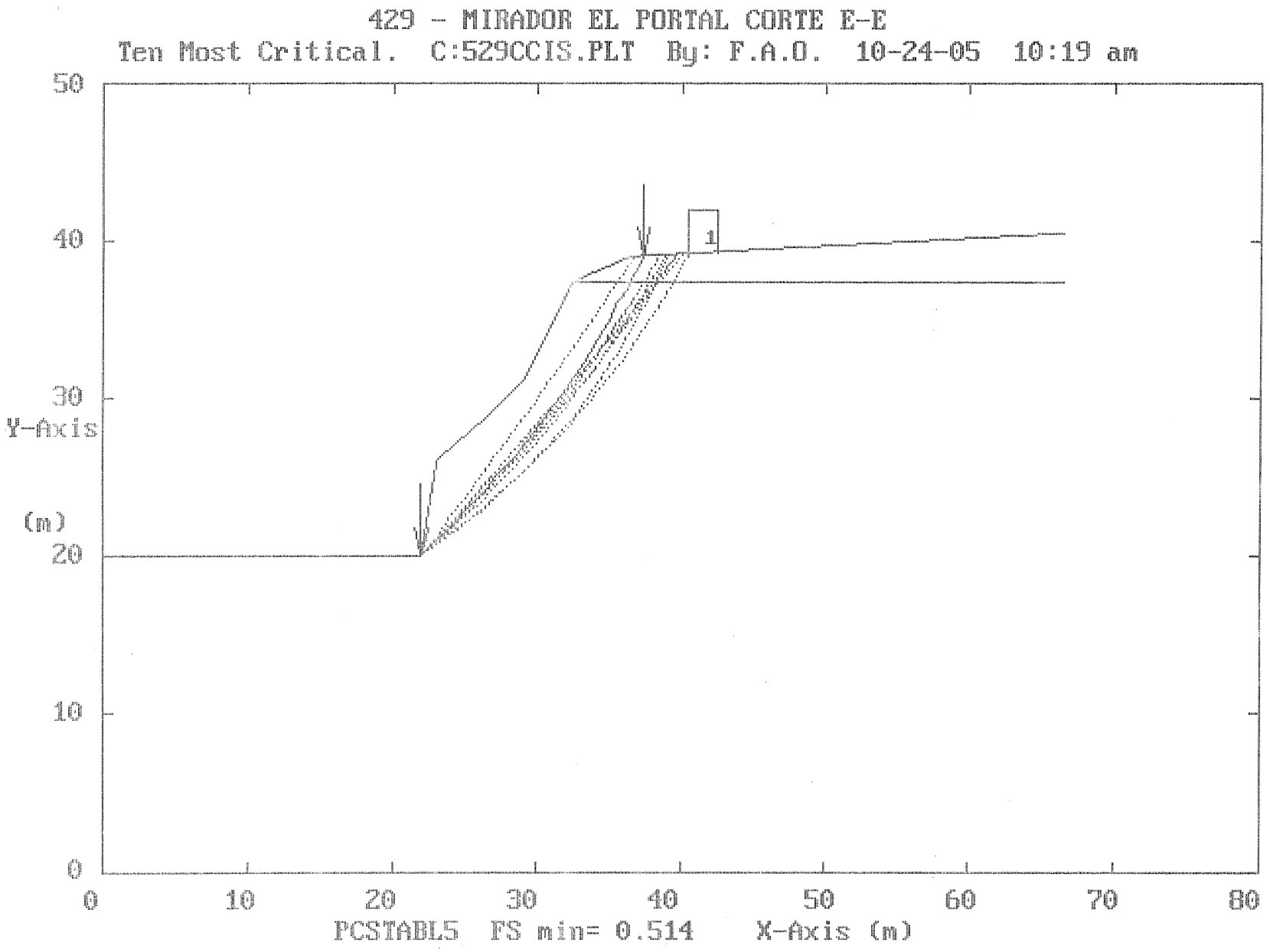

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1-1
Ten Most Critical. C:529CBIN.PLT By: F.A.O. 10-24-05 10:14 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
0
10
20
30
40
50
60
70
PCSTABL5 FS min= 1.113
X-Axis (m)

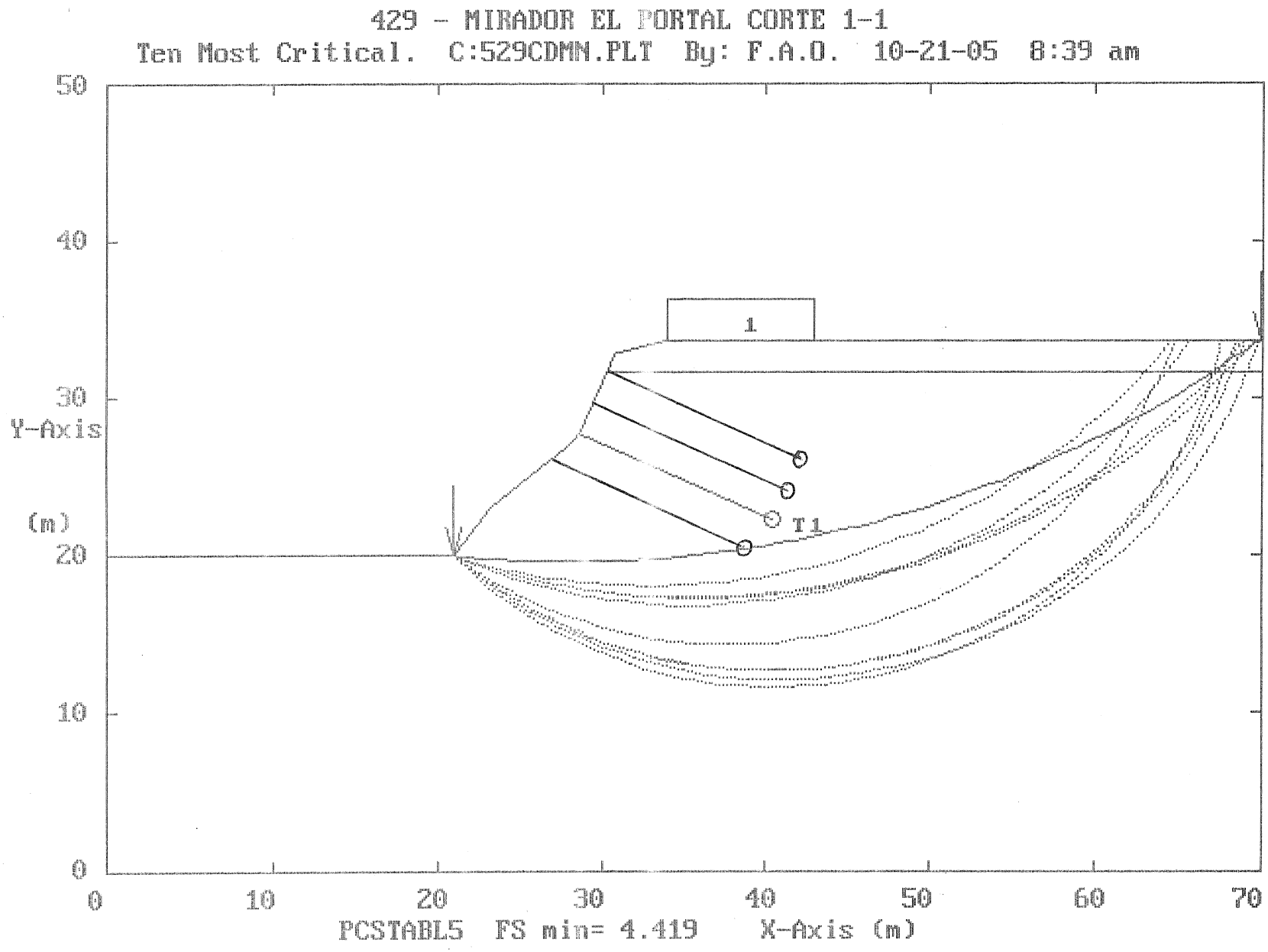

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1-1
Ten Most Critical. C:529CBIS.PLT By: F.A.O. 10-24-05 10:13 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
0
10
20
30
40
50
60
70
PCSTABL5 FS min= 0.723 X-Axis (m)

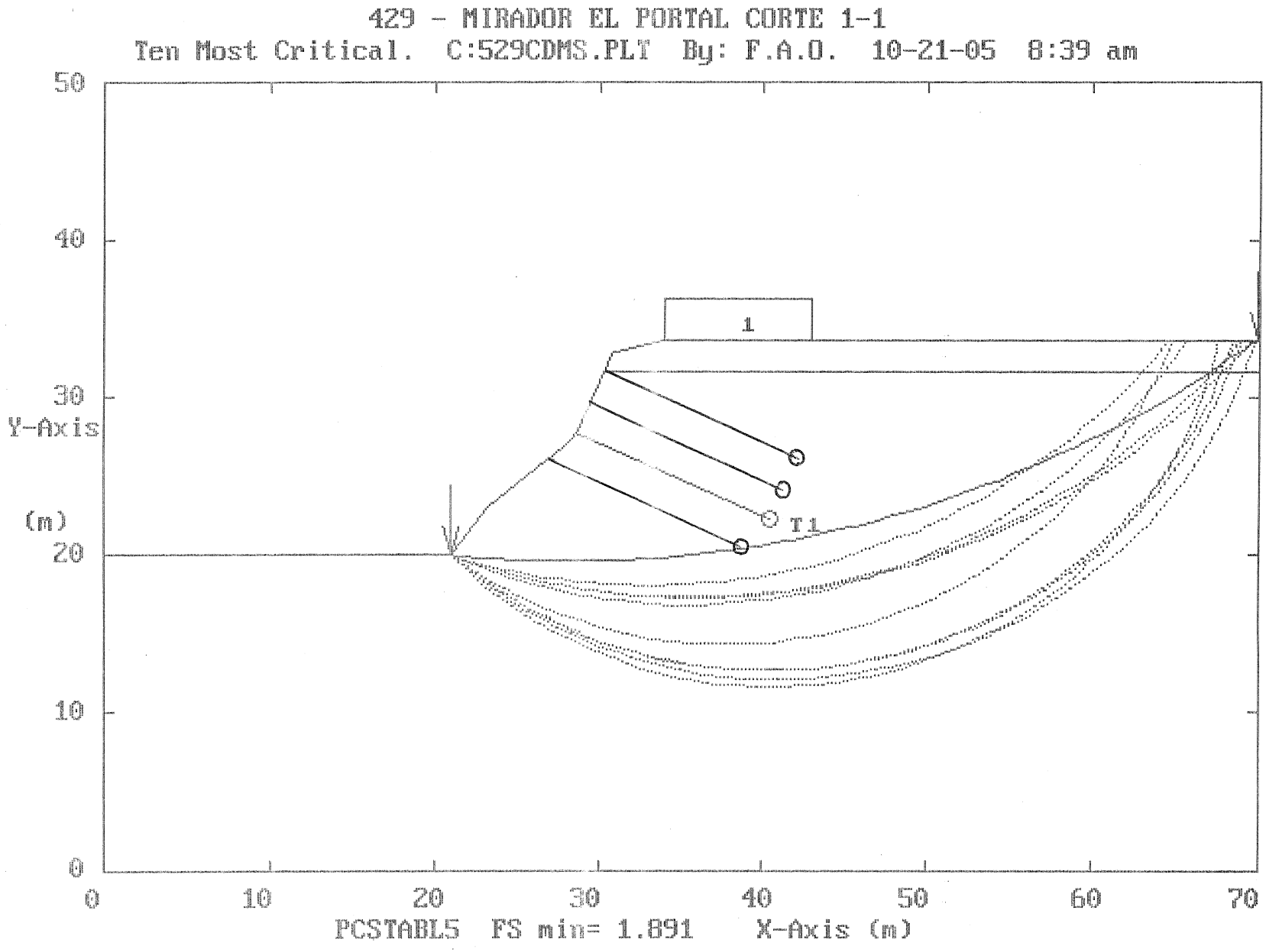

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE E-E
Ten Most Critical. C:529CCMN.PLT By: F.A.O. 10-24-05 10:17 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
PCSTABL5 FS min= 1.358
X-Axis (m)

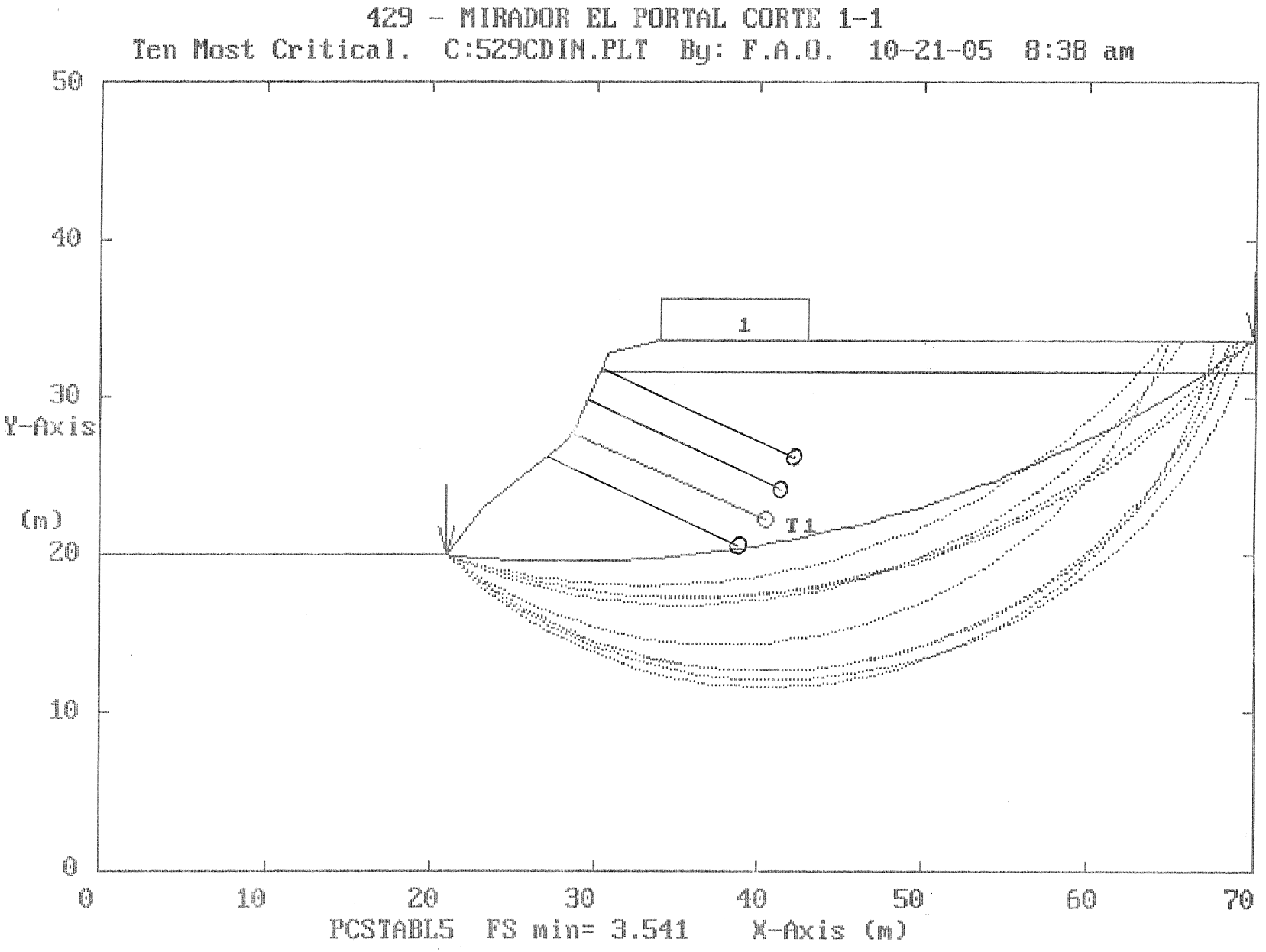

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE E-E
Ten Most Critical. C:529CCMS.PLT By: F.A.O. 10-24-05 10:18 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
0
10
20
30
40
50
60
70
80
PCSTABL5 FS min= 0.908
X-Axis (m)

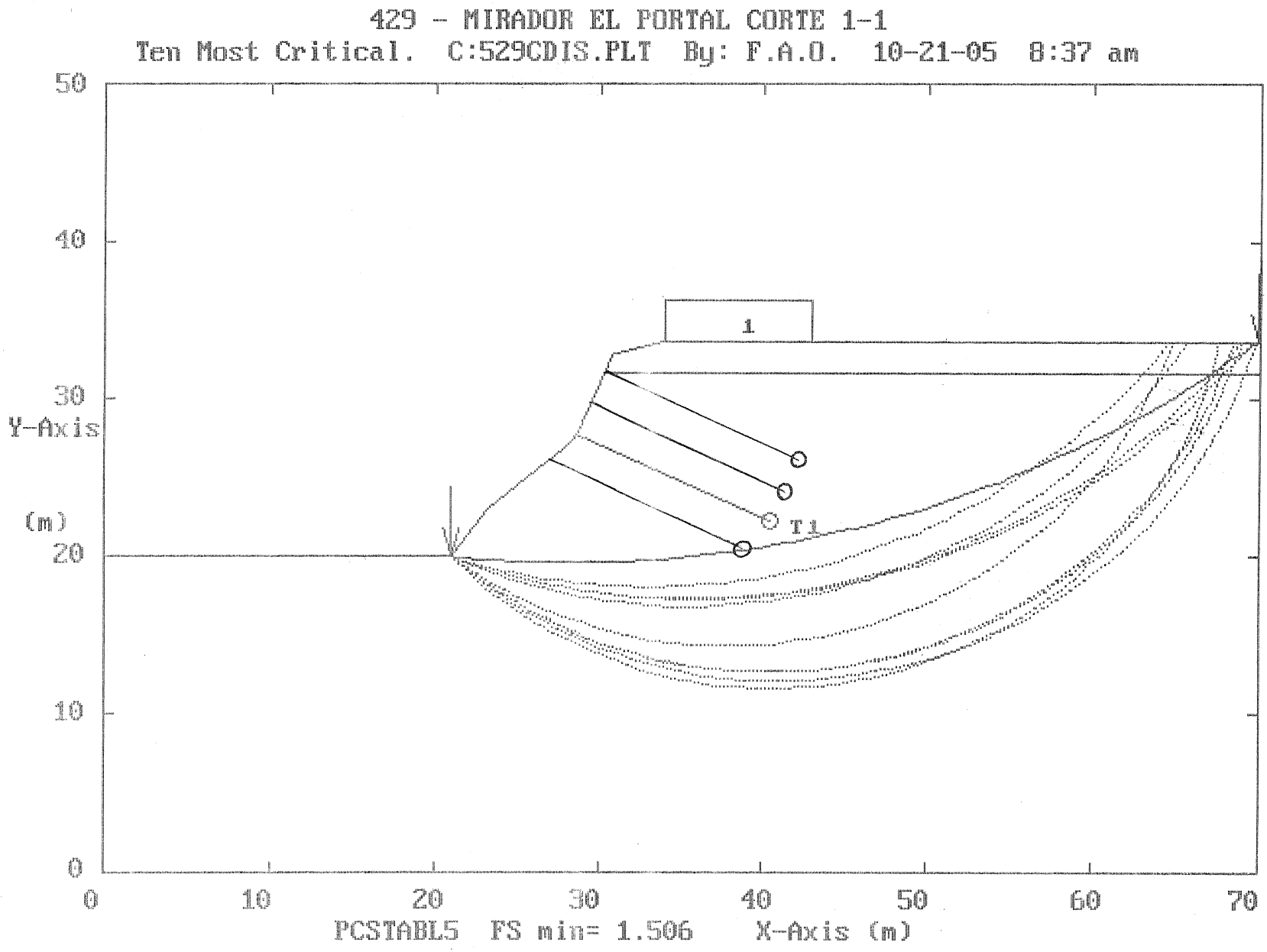

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE E-E
Ten Most Critical. C:529CCIN.PLT By: F.A.O. 10-24-05 10:19 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
0
10
20
30
40
50
60
70
80
PCSTABL5 FS min= 0.833
X-Axis (m)

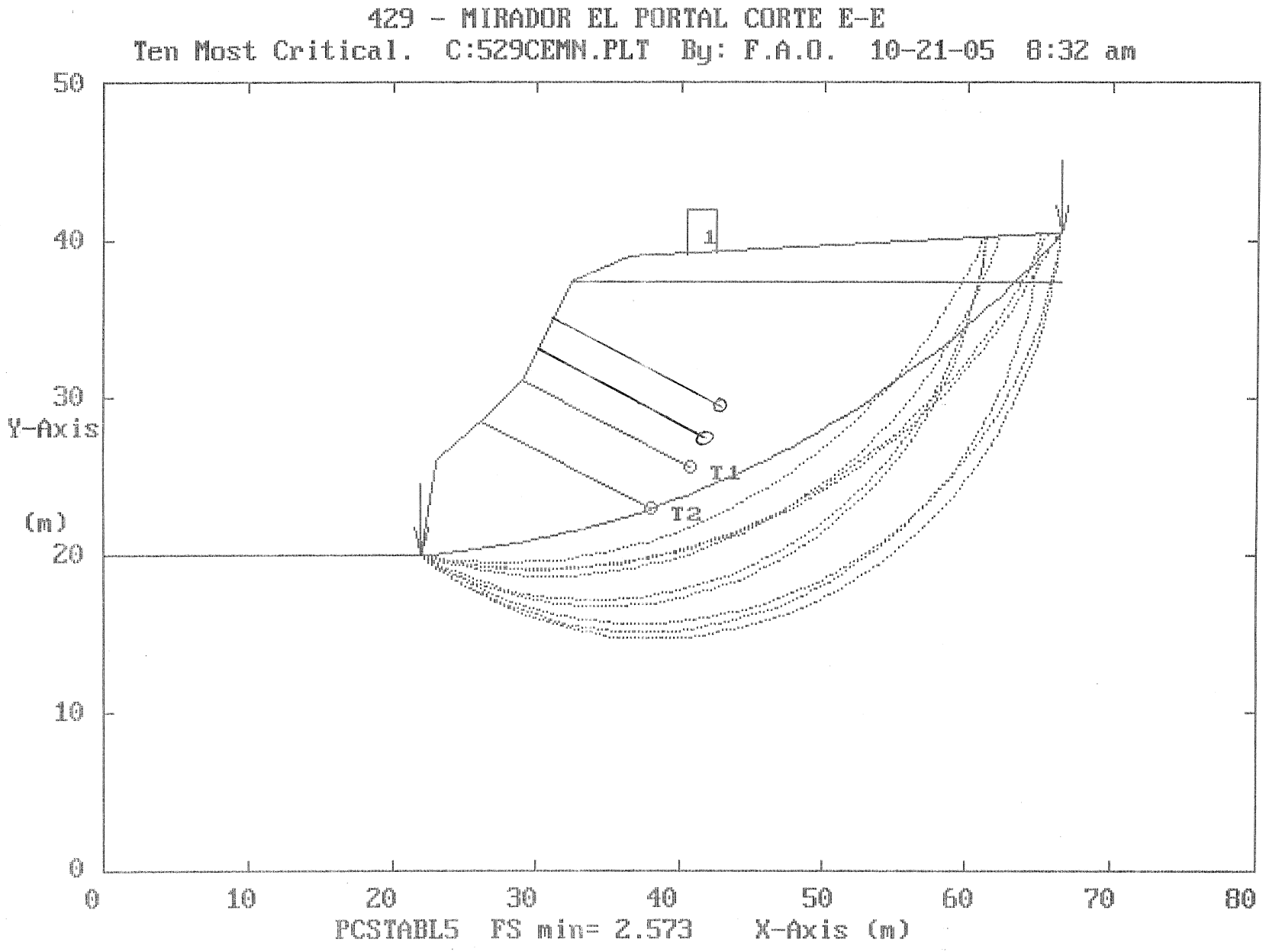

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE E-E
Ten Most Critical. C:529CCIS.PLT By: F.A.O. 10-24-05 10:19 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
0
10
20
30
40
50
60
70
80
PCSTABL5 FS min= 0.514
X-Axis (m)

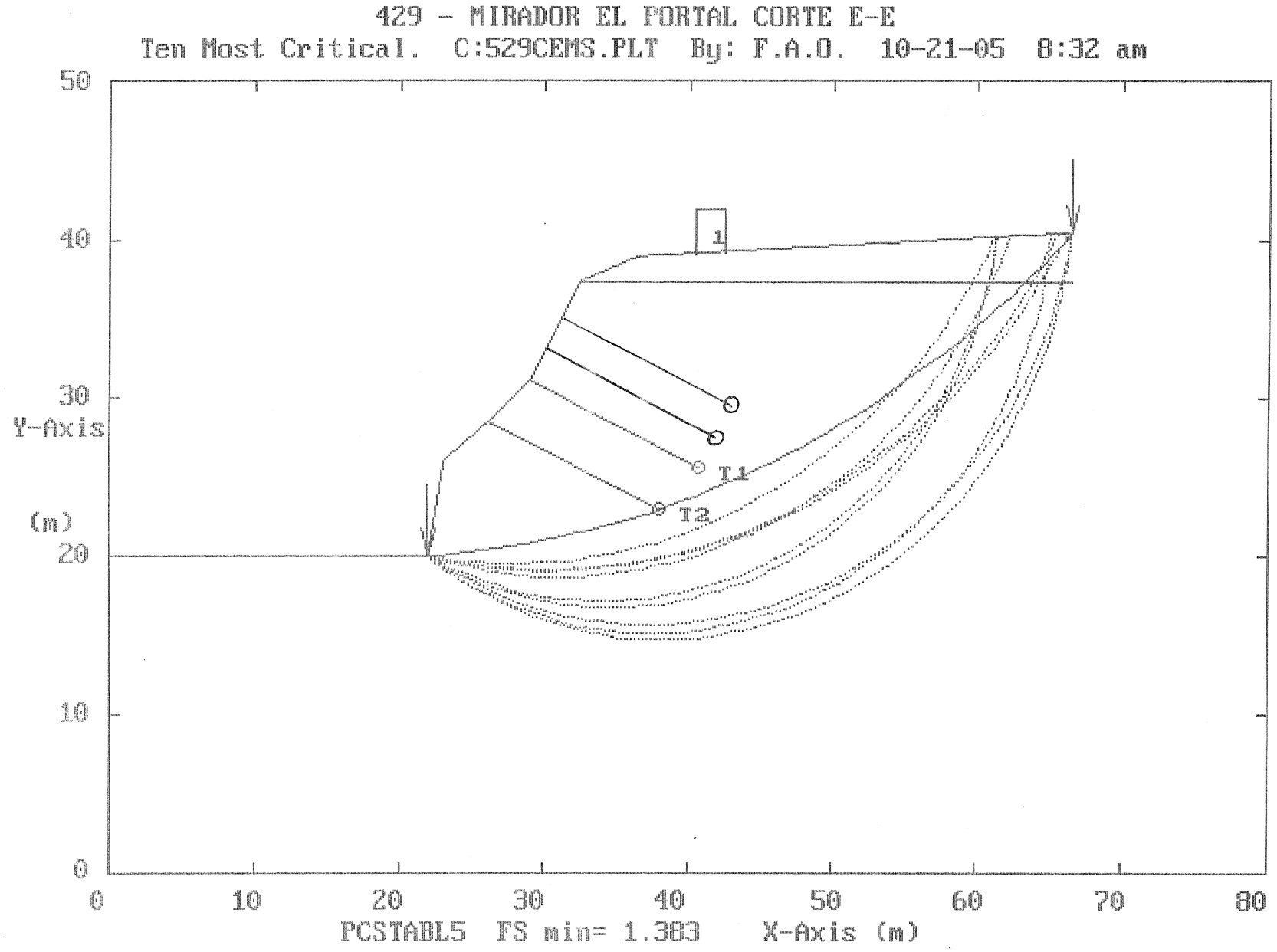

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1-1
Ten Most Critical. C:529CDMN.PLT By: F.A.O. 10-21-05 8:39 am
50
40
30
20
10
0
Y-Axis
(m)
1
T1
0
10
20
30
40
50
60
70
PCSTABL5 FS min= 4.419
X-Axis (m)

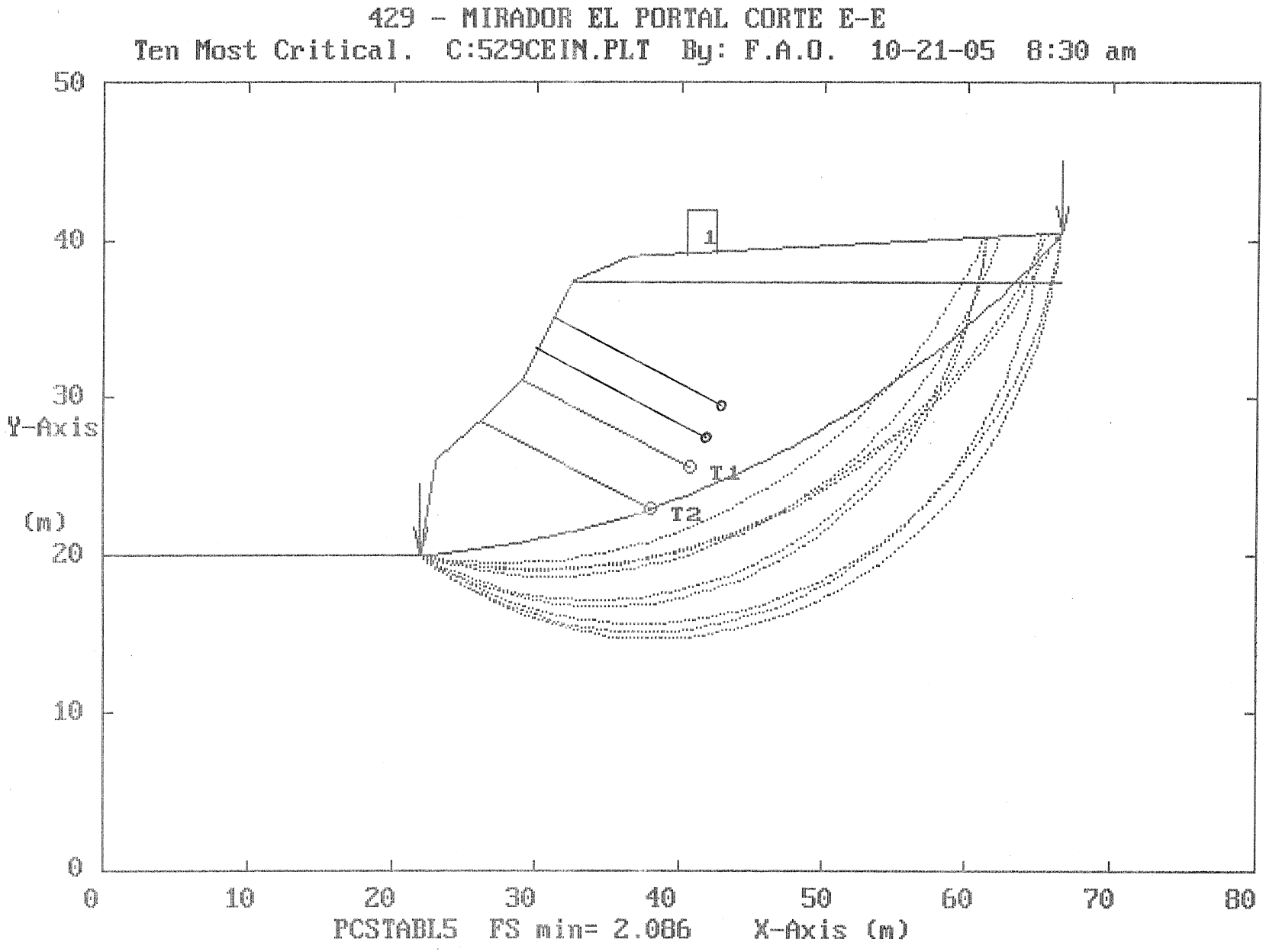

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1-1
Ten Most Critical. C:529CDMS.PLT By: F.A.O. 10-21-05 8:39 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
T1
0
10
20
30
40
50
60
70
PCSTABL5 FS min= 1.891 X-Axis (m)

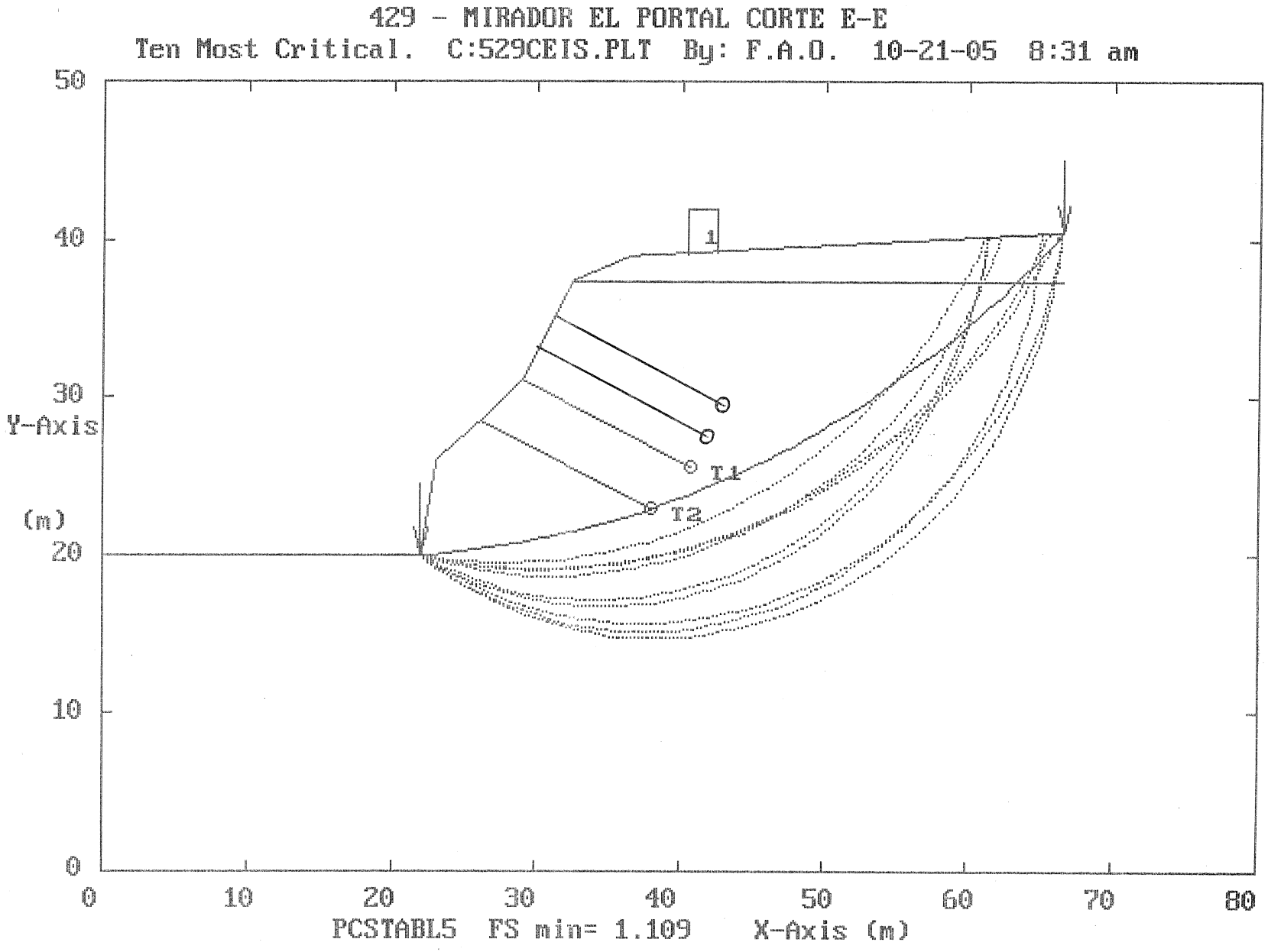

429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1-1
Ten Most Critical. C:529CDIN.PLT By: F.A.O. 10-21-05 8:38 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
T1
0
10
20
30
40
50
60
70
PCSTABL5 FS min= 3.541
X-Axis (m)


429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE 1-1
Ten Most Critical. C:529CDIS.PLT By: F.A.O. 10-21-05 8:37 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
T1
0
10
20
30
40
50
60
70
PCSTABL5 FS min= 1.506
X-Axis (m)


429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE E-E
Ten Most Critical. C:529CEMN.PLT By: F.A.O. 10-21-05 8:32 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
T1
T2
0
10
20
30
40
50
60
70
80
PCSTABL5 FS min= 2.573
X-Axis (m)


429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE E-E
Ten Most Critical. C:529CEMS.PLT By: F.A.O. 10-21-05 8:32 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
T1
T2
0
10
20
30
40
50
60
70
80
PCSTABL5 FS min= 1.383
X-Axis (m)


429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE E-E
Ten Most Critical. C:529CEIN.PLT By: F.A.O. 10-21-05 8:30 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
T1
T2
0
10
20
30
40
50
60
70
80
PCSTABL5 FS min= 2.086
X-Axis (m)


429 - MIRADOR EL PORTAL CORTE E-E
Ten Most Critical. C:529CEIS.PLT By: F.A.O. 10-21-05 8:31 am
50
40
30
Y-Axis
(m)
20
10
0
1
T1
T2
0
10
20
30
40
50
60
70
80
PCSTABL5 FS min= 1.109
X-Axis (m)

C.I.C. consultores de ingeniería y cimentaciones

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 1 DE 1
ARCHIVO 529
PARA FOPAE
FECHA 21/10/05
POR F.A.O.

PROYECTO 529 - Mirador El Portal

DESCRIPCION Diseño canales:

Canal oriental:

$Q = \frac{C\,I\,A}{3,6}$ (Metodo Racional) Caudal Maximo (m^3/s)

C: Coeficiente de escorrentia: 0,35 (pradopendiente > 7%)
I: Intensidad lluvias => 68 mm/h T. concentra: 15 min T = 25 años
A: Superficie drenaje: 498 m^2 = 0,000498 km^2

$Q_{os} = \frac{0,35 \cdot 68 \times 0,000498}{3,6} = 0,0033\ m^3/s$

Q_T: 0,0033 + 0,73 (caudal del canal oriental superior) = 0,7333 m^3/s.

Para un canal revestido no erosionable (n = 0,025) y y_c = 0,2 m tenemos:

S_c = 2,7 % < a las pendientes naturales del alineamiento del canal.

El canal debe ser escalonado con una pendiente inf. a 2,7 %.

$F = \sqrt{C\,y^3}$ altura libre (ft)

C: Coeficiente para canales con capac. < 2 ft^3/s : 1,3
Y: prof. (ft) 0,2 m = 0,6562 ft.
: 0,94 ft. = 0,30 m.

Seccion transversal final: H = 0,3 + 0,2 = 0,5 m B = 0,4 m

Con y_c = 0,2 : $y_c = \sqrt{\frac{Q^2}{b^2 g}}$ => b = 0,4 m

Pendiente critica 2,7 % > 3,0 %.

C.I.C. consultores de ingeniería y cimentaciones

HOJA DE TRABAJO DE INGENIERIA

HOJA No. 1 DE 1
ARCHIVO 524
PARA FOPAE
FECHA 18/10/05
POR F.A.O.

PROYECTO 524- Portal - Rafael Uribe Uribe

DESCRIPCION Cantidades de Obra

Tendones de anclaje: 13m x 19 = 247 m

Barra de anclaje malla: ∅ 1/2" L=1,7m = Area: 57,1m² => 9 un. +

(9,26 + 7,79 + 5,2)/2,5 = 9 un => Total: 18 un. => 39,6 kg.

Concreto lanzado: 0,15 x 205,7 x 1,4 = 43,2 m³ f'c = 21 MPa

Tacos de anclaje concreto: 0,4 x 0,8 x 0,8 = 0,256 x 19 = 4,9 m³ f'c = 24,5 MPa

Acero: 19 x 0,3 x 4 x 0,994 = 22,7
19 x 0,3 x 4 x 1,552 = 35,4
19 x 8 x 1,2 x (0,994 + 1,552) = 464,4 = 7522,5 kg.

Malla electrosoldada: 205,7 x 1,4 = 288 m² x 2,98 => 858,2 kg.

Lagrimales ∅2": 216m²/9 = 24 un.

Canal - cuneta: 0,0795 x (11,3 + 2,5) = 1,1 m³ concreto f'c = 21 MPa.

Tubería PVC ∅4": 0,5 m.

Cuneta pantalla: 0,1646 x (9,3 + 7,8 + 5,2) = 3,7 m³ concreto f'c = 21 MPa

Malla electrosoldada: (9,3 + 7,8 + 5,2) x (0,44 + 0,42 + 0,48) x 2,98 = 84 kg.

Empradización con geomanto: (76,75 + 24) x 1,4 = 127 m²

Pernos de anclaje ∅1/2" L=1.2 m => 127/6,25 = 20 un => 24 kg

Empradización con desechos: 29,55 x 1,05 = 31,6 m²

Anexo 4.

Localización y detalles de obras

Anexo 5

Especificaciones técnicas de construcción

Anexo 5

Especificaciones técnicas de construcción

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN
CONCRETO LANZADO

1. DESCRIPCIÓN

Esta Especificación comprende los requisitos que se deben cumplir para la elaboración y aplicación del concreto lanzado ("Shotcrete") que será necesario para la obra de estabilización del sector occidental del escarpe de explotación en el barrio El Portal, conocido como El Mirador del Portal en la ciudad de Bogotá, D.C., y establece las normas para medida y pago de la parte de la obra relacionada con aplicación de concreto lanzado, lo cual incluye su uso para la protección de la superficie del talud afectado por la inestabilidad.

Con el término concreto lanzado se denomina mortero o concreto conducido a través de una manguera y proyectado neumétricamente a alta velocidad sobre una superficie, agregando el agua en la boquilla. El concreto lanzado consistirá en una mezcla de agregados gruesos y finos, un aditivo acelerante cuando sea necesario y agua. Este concreto tendrá malla de refuerzo donde se muestre en los planos o cuando así lo indique el FOPAE y/o el Interventor.

No se permitirá el empleo del método húmedo, consistente en la mezcla del cemento, agregados, agua y aditivo con anterioridad a la conducción y aplicación de los mismos, mediante la máquina impulsora.

Todas las operaciones relacionadas con la fabricación y aplicación del concreto lanzado deberán cumplir con las especificaciones de la norma 506 del ACI, y con las que se presentan aquí.

2. MATERIALES

Todos los materiales que el Contratista se proponga utilizar para la fabricación del concreto lanzado, deberá someterlos a la aprobación del FOPAE y/o el Interventor, con un plazo no menor de treinta (30) días antes de iniciar su producción, adjuntando el resultado de los ensayos y toda la información que sea necesaria.

El cemento y el agua deberán cumplir con los mismos requisitos establecidos en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INV) para los materiales del concreto de cemento portland; los agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en las mismas especificaciones para los agregados para el concreto de cemento portland, con excepción de la granulometría.

La granulometría de los agregados deberá ser determinada por el Contratista, por medio de ensayos y de acuerdo con las instrucciones del FOPAE y/o el Interventor. En general se tiene previsto que se utilizarán agregados con tamaños máximos de 19, 13 y 16 milímetros.

El Contratista deberá disponer en pilas separadas los agregados para poder obtener de ellos directamente o por mezcla las granulometrías requeridas en cada caso de acuerdo a los resultados de los ensayos.

El contenido de material fino de los agregados con tamaños iguales o menores de 0.02 mm, deberá ser menor del 2%. Además, el contenido de humedad de los agregados en el momento de utilizarlos en las mezclas deberá estar entre el 3 y el 6 por ciento del peso del material seco.

Los aditivos que se requieran para acelerar el fraguado y mejorar la calidad del concreto, no deberán tener efectos corrosivos sobre el acero, ni producir efectos perjudiciales en la durabilidad y resistencia del concreto. Los aditivos deberán ensayarse para evaluar sus resultados, especialmente en relación con su compatibilidad con el cemento. No se deberán utilizar aditivos con base en cloruros.

Los aditivos deberán ser suministrados en bolsas a prueba de humedad y deberán transportarse, manejarse y almacenarse de tal manera que se evite la absorción de humedad por el material o que este se deteriore o se pierda. El material que se haya aglutinado debido a la humedad será rechazado.

3. DISEÑO DE MEZCLAS

3.1 Generalidades

El diseño de las mezclas para el concreto lanzado será de completa responsabilidad del Contratista. Sin embargo, todos los diseños, sus ajustes y revisiones deberán tener la aprobación previa del FOPAE y/o el Interventor. Esta aprobación no exime al Contratista de la responsabilidad que tiene de producir y colocar un concreto lanzado que tenga la resistencia y calidad requeridas.

El Contratista deberá suministrar al Interventor con treinta (30) días de anticipación a la iniciación de su producción, el diseño de las mezclas, adjuntándole el resultado de los ensayos realizados. Además, deberá suministrar toda la colaboración que éste requiera para realizar los ensayos de control que estime convenientes.

Todos los ensayos que el Contratista realice deberá efectuarlos en presencia del Interventor, teniendo en cuenta sus observaciones e instrucciones.

3.2 Ensayos para Diseño de Mezclas

El diseño de mezclas para el concreto lanzado consistirá en la determinación de las proporciones de cemento, agregado (incluyendo su granulometría), agua y aditivos necesarios para obtener una mezcla con la manejabilidad y resistencia requeridas.

En general se iniciarán los ensayos determinando la proporción de aditivos acelerante - cemento, requerido para obtener los períodos de fraguado y las resistencias siguientes:

• Tiempo para fraguado inicial	3 minutos máximo
• Tiempo para fraguado final	20 minutos máximo
• Resistencia a la compresión a las ocho (8) horas	28 kg/cm² mínimo

Las proporciones en peso seco iniciales para ensayo serán:

• Relación cemento - agregado total	1:4.5
• Relación agregado fino - agregado grueso	1:1.8
• Relación agua - cemento	1:2.5
• Relación acelerante - cemento	La determinada en el ensayo previo de compatibilidad con el cemento, no será menor de 3%

Los ensayos de la mezcla deberán realizarse con el equipo de mezcla y colocación que el Contratista utilizará en los trabajos.

Para cada mezcla de ensayo, el Contratista deberá aplicarla por lo menos en dos paneles verticales, que simulen las condiciones de campo. El Interventor establecerá la forma y dimensiones de los paneles de madera. Estos paneles deberán ser curados adecuadamente y de ellos se extraerán con sistemas apropiados núcleos de 5.7cm de diámetro y vigas de 7.5x7.5cm de sección por 30cm de longitud. Las condiciones de curado de estos paneles deberán simular las condiciones de campo.

Estas muestran deberán prepararse y ensayarse bajo la supervisión directa del Interventor y de acuerdo con sus instrucciones.

Estos ensayos deberán dar resistencias no menores que las siguientes, por lo menos en 4 de 5 de las muestras ensayadas:

- Resistencia a la compresión
  - a las 8 horas 28 kg/cm²
  - a las 72 horas 105 kg/cm²
  - a los 28 días 210 kg/cm²

- Resistencia a la flexión Mínimo del 15% de la resistencia a la compresión

El Contratista deberá variar las proporciones de la mezcla, hasta obtener las resistencias estipuladas, teniendo en cuenta además la manejabilidad y calidad del concreto lanzado.

Los ensayos y toma de muestras deberán realizarse de acuerdo con las normas C-42 y C-683 de la ASTM.

No se deberá aplicar en la obra ninguna mezcla de concreto que no cumpla con estas especificaciones y hasta que las resistencias de compresión de la mezcla, según lo determinado sobre las muestras de las mezclas de ensayos, se ajusten a las especificaciones.

Las proporciones de los ingredientes adoptadas para las mezclas de ensayo deberán ser las mismas que se utilicen para el concreto lanzado que se vaya a aplicar en la obra y no podrá varlarse sin la aprobación previa del FOPAE y/o el Interventor.

El Contratista deberá efectuar pruebas semejantes a las descritas cuando se deseen cambiar las proporciones de los componentes del concreto neumático.

4. EQUIPOS

El Contratista deberá disponer de la planta y el equipo necesario, de acuerdo con los programas de ejecución de las distintas obras, para el procesamiento de los materiales, la dosificación, la mezcla, la aplicación, el muestreo y el ensayo del concreto lanzado requeridos en las distintas áreas.

Con treinta (30) días de anticipación a la fecha en que se tenga programado iniciar la aplicación de los concretos lanzados el Contratista deberá presentar para la aprobación del Interventor la descripción de los equipos con las especificaciones respectivas del fabricante, y la manera como piensa distribuir y operar el equipo.

La aprobación por parte del Interventor, no exime al Contratista de su responsabilidad en la ejecución correcta del trabajo.

El equipo de dosificación por peso de los materiales deberá cumplir en general con las mismas estipulaciones del equipo para dosificación de concretos de cemento portland.

Los equipos de aplicación y mezcla serán los requeridos para la aplicación de mezcla seca (dry-mix) y deberán tener capacidad para producir y aplicar mezclas con tamaños máximos hasta de 25mm.

El equipo además deberá contar con las facilidades necesarias para la limpieza con aire y agua a presión de las superficies y para la remoción del material de rebote.

Se deberán proveer plataformas de trabajo o andamios que permitan aplicar concreto lanzado desde una distancia de aproximadamente 1m de la superficie que se va ha recubrir.

No se permitirá el empleo de equipos que no dispongan de manómetros (funcionando correctamente) para el control de las presiones de aire y agua. El Contratista no tendrá derecho a solicitar extensión de plazo o compensación ninguna por atrasos ocasionados en la aplicación de concreto lanzado por no disponer de manómetros en perfectas condiciones de funcionamiento.

5. PREPARACION DE SUPERFICIES

Las superficies en donde se va a aplicar el concreto lanzado deberán someterse previamente a una limpieza por medio de chorros de aire y/o agua a baja presión, para remover el polvo, los materiales sueltos, lodos, grasas, aceites y cualquier material extraño que perjudique la adherencia y estabilidad del concreto colocado. La limpieza deberá realizarse teniendo cuidado de no causar daño alguno en las superficies. Después de realizada la limpieza y hasta el momento de la aplicación deberá mantenerse húmeda la superficie.

Cuando el concreto lanzado se aplique sobre la malla de refuerzo, ésta deberá estar anclada adecuadamente como se indica en los planos y la Especificación correspondiente a la Instalación de Tendones y pernos de anclaje, de tal manera que permita una buena adherencia del concreto lanzado.

Calibradores para medir el Espesor. Antes de aplicar el concreto lanzado, el Contratista deberá suministrar e instalar en las superficies que van a recibirlo, varillas de calibración aprobadas por el Interventor, con el fin de medir el espesor de las capas de concreto lanzado. Estas varillas deberán instalarse de tal manera que haya por lo menos una varilla de calibración por cada medio metro cuadrado de superficie preparada y aprobada para recibir el concreto lanzado, distribuidas según el patrón indicado por el Interventor. Este espaciamiento se podrá reducir si a juicio del Interventor se requieren más calibradores para asegurar espesores uniformes. Estas varillas de calibración deberán tener un diámetro mínimo de 4 mm. Su longitud será establecida por el Interventor.

El Interventor podrá ordenar chequeos de espesores practicando muestras mediante perforaciones hechos en el concreto lanzado ya colocado, los cuales deberá ser realizadas y resonadas por el Contratista por su cuenta, según las instrucciones del Interventor.

6. DOSIFICACION Y MEZCLA

La dosificación de los materiales se realizará por peso, de acuerdo a los diseños de mezcla aprobados por el Interventor para cada caso.

Después de dosificarlos por peso, el cemento y el agregado seco se mezclarán en mezcladora mecánica de características adecuadas, localizadas tan cerca del frente de trabajo como sea posible. El período de mezcla será mínimo de 1.5 minutos. Las mezclas que no se utilicen antes de una hora deberán desecharse.

El aditivo acelerante se incorporará a la mezcla inmediatamente antes de su descarga en el equipo de aplicación. Se deberán proveer además los medios y elementos necesarios para disipar exactamente en peso y en forma completa el aditivo seco con los demás ingredientes. No se aceptarán la dosificación manual.

Durante la operación de colocación y a través de los sistemas dispuestos en la boquilla de aplicación del equipo, se incorporará el agua, de acuerdo con las cantidades determinadas en los diseños y ensayos de mezcla.

7. APLICACION Y CURADO

7.1 Generalidades

Previa a la colocación del concreto lanzado el Contratista deberá obtener la aprobación del Interventor sobre la preparación de la superficie.

Para las labores de aplicación, el Contratista deberá utilizar personal especializado en estas labores. Antes de iniciar los trabajos se le deberán realizar pruebas al personal en presencia del Interventor que demuestren su habilidad para realizar este tipo de trabajo.

7.2 Aplicación

El concreto lanzado se deberá aplicar uniformemente en forma circular y en dirección normal a la superficie, hasta obtener los espesores requeridos de acuerdo a los planos o a las indicaciones del Interventor.

La distancia y velocidad de aplicación serán determinadas mediante ensayos, buscando obtener la mayor uniformidad y densidad en el concreto colocado, con el mínimo de material de rebote, el cual no deberá ser en peso, mayor del 30%.

La distancia de aplicación obtenida en los ensayos deberá ser ajustada y controlada de acuerdo con las condiciones de humedad e infiltración que se presenten en cada zona.

Cuando en las superficies se presenten fracturas o grietas, deberá iniciarse la aplicación en ellas, para posteriormente cubrir toda la superficie.

7.3 Lagrimales

Las superficies que presenten humedades altas e infiltraciones, deberán controlarse y recogerse mediante mangueras y tuberías, para permitir la colocación adecuada del concreto lanzado.

En estas áreas y en otras donde sea necesario a juicio del Interventor o donde indiquen los planos, deberán perforarse huecos a través del concreto lanzado para prever drenaje y evitar las subpresiones, instalando tuberías cuando sea necesario para evitar que las capas adicionales de concreto lanzado tapen los drenajes.

7.4 Remoción del Rebote

El Contratista deberá remover de las áreas de aplicación todo el material de rebote, antes de que se endurezca, y depositarlo en áreas de botadero autorizadas por FOPAE y/o el Interventor. Este material no podrá utilizarse nuevamente bajo ninguna circunstancia.

7.5 Concreto Lanzado Dañado o Defectuoso

El concreto dañado que no se adhiera completamente a la superficie, o aquél que sufriere daños durante la ejecución de los trabajos, o cuya calidad no esté de acuerdo con las especificaciones, deberá ser removido y reemplazado por una nueva capa de concreto lanzado, por cuenta del Contratista y a satisfacción del FOPAE y/o del Interventor.

7.6 Curado

Tan pronto como el concreto lanzado haya endurecido suficientemente, se deberá iniciar su curado por agua, con las mismas normas establecidas para el curado del concreto de cemento portland.

El curado podrá ser suspendido con la autorización del Interventor si el área puede mantenerse con una humedad relativa del 85% hasta catorce (14) días después de su colocación.

7.7 Ensayos de Control de Calidad

Durante y después de la colocación del concreto lanzado, el Contratista deberá llevar a cabo un control de calidad, con el objeto de que siempre tenga la resistencia y demás características requeridas. Además deberá prestar al Interventor toda la colaboración necesaria para la supervisión que éste realice y para los ensayos adicionales que considere necesarios.

Durante la colocación, el Contratista deberá controlar mediante observación de la apariencia de la superficie del concreto lanzado, que las proporciones de agua sean adecuadas. La superficie deberá aparecer húmeda en los primeros segundos, y deberá cercar aproximadamente 5 a 30 segundos después, a los 1 o 2 minutos deberá aparecer firme al tacto. Cuando estas condiciones no ese cumplan, deberá proceder a modificar inmediatamente las proporciones de la mezcla, teniendo en cuenta el concepto del Interventor.

Para controlar la resistencia del concreto lanzado, el Contratista deberá realizar ensayos de resistencia de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría y en los sitios que le indique. Aproximadamente para cada 50m² de superficie aplicada se realizarán ensayos de resistencia.

El Interventor podrá ordenar la toma de muestras de paneles colocados en la misma posición de la superficie que se está controlando, los cuales deberán tener el área que el Interventor indique y un espesor igual al concreto que se está aplicando. Estos paneles deberán curarse de manera similar al cuadrado de la superficie.

También podrá ordenar el Interventor la toma de muestras directamente de las superficies aplicadas, de 5.7cm de diámetro obtenidas con perforaciones por medio del taladro rotatorio con broca de diamante, normales a la superficie aplicadas. Estas perforaciones deberán llevarse hasta el terreno natural, con equipo de la mejor calidad y con personal experto, para obtener muestras en las mejores condiciones posibles y con el suficiente tiempo para que permitan realizar su ensayo a los 28 días de colocado el concreto. El Contratista deberá rellenar por su cuenta con mortero los huecos que queden, cuando el Interventor lo ordene y a su satisfacción.

En los ensayos sobre paneles, se extraerán muestras cilíndricas de 5.7cm de diámetro, y vigas de 7.5x6.5x30.0 cm cuando lo requiera el Interventor, a las 8 horas, a las 24 horas y a los 28 días.

Sobre las muestras obtenidas, se realizarán los mismos ensayos estipulados para los ensayos de diseño de mezclas, teniendo en cuenta que para cada ensayo deberán tomarse por lo menos 5 muestras, y por lo menos en 4 de ellas deberán obtenerse las resistencias allí indicadas. En el caso de que las resistencias resultaren por debajo de las especificadas para ensayos en el numeral 3.2, el Interventor podrá ordenar la ejecución de ensayos adicionales para delimitar la zona afectada, y podrá ordenar al Contratista la aplicación de una capa adicional de concreto lanzado de acuerdo con sus instrucciones y por cuenta del Contratista.

9. MEDIDA Y PAGO

9.1 Generalidades

La parte de la obra por ejecutar a los precios unitarios de esta Especificación consistirá en la aplicación de concreto lanzado sobre superficies del material aluvial presente en la superficie del talud y concreto lanzado aplicado, en los sitios mostrados en los planos o indicados por el FOPAE y/o el Interventor.

Estos precios unitarios deberán incluir todos los costos relacionados con el suministro, explotación, procesamiento, almacenamiento, ensayos y transporte de los materiales, incluyendo el cemento y los aditivos, y con el diseño, dosificación, mezcla, construcción del andamiaje requerido para adaptar superficie de trabajo y aplicar el concreto lanzado, preparación de superficies, aplicación, curado, ensayos de diseño y control de calidad, retiro de rebotes, limpieza, drenajes, incluyendo en todos ellos los materiales, mano de obra, herramientas y equipos.

En estos precios no se incluirá el costo de la malla de refuerzo, la cual se pagará por separado.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos:

a) Preparación y limpieza de superficies sobre los cuales se vaya a aplicar concreto lanzado.

b) Suministro e instalación de calibradores para medir espesores de concreto lanzado.

c) Remoción y disposición del material de rebote.

d) Curado del concreto neumático

e) Retiro y reemplazo de concreto neumático dañado y defectuoso o que haya sufrido deterioro por causas imputables al Contratista.

f) Aplicación de espesores adicionales en aquellas áreas donde no se obtengan las resistencias requeridas.

g) Suministro y toma de muestras y ejecución de todo lo necesario para ensayos.

h) Concreto lanzado que use el Contratista para su propia conveniencia.

i) Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir con esta Especificación y que no son objeto de ítem separados de pago.

En el análisis de precios unitarios no se puede omitir ninguna de las operaciones o trabajos necesarios para terminar las obras de acuerdo con las Especificaciones. Si algunas operaciones no se estipulan claramente en los análisis, se entenderá que tales costos ya fueron tenidos en cuenta en las operaciones que si figuren con claridad en ellos.

9.2 Medidas

La medida para el pago del concreto lanzado será el volumen teórico en metros cúbicos del concreto lanzado colocado y aceptado por el FOPAE y/o el Interventor. El volumen teórico de concreto lanzado colocado será calculado multiplicando el área sobre la cual se aplica, que corresponderá siempre a la línea del talud, por el espesor mostrado en los planos o indicado o autorizado por el Interventor. Por lo tanto no se reconocerá el pago por el material de rebote, ni por el concreto neumático adicional que se aplique a causa baja resistencia.

No se harán deducciones al medir los volúmenes, por los huecos o tuberías para drenaje, ni por el volumen de la malla de refuerzo.

9.3 Pago

El pago se efectuará de acuerdo con los precios unitarios pactados con el FOPAE.

El Interventor autorizará la medida y pago de concreto lanzado, hasta tanto el Contratista haya completado satisfactoriamente todos los trabajos que comprenden esta especificación.

10. ITEM DE PAGO

Concreto lanzado en la superficie del talud por metro cúbico.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION
TENDONES DE ANCLAJE

1. ALCANCE

Este capítulo comprende todos los requisitos para suministrar e instalar los tendones de anclaje que sean necesarios para la obra de estabilización del sector occidental del escarpe de explotación en el barrio El Portal, conocido como El Mirador del Portal en la ciudad de Bogotá, D.C y establece las normas para medida y pago de la parte de la obra relacionada con instalación de tendones de anclaje.

2. ESPECIFICACIONES GENERALES

El Contratista deberá instalar los tendones de anclaje que sean necesarios para soportar las superficies naturales del talud inferior del Mirador de El Portal en los sitios mostrados en los planos o indicados por el FOPAE y/o el Interventor.

El Contratista deberá suministrar ensambles constituidos por torones, platinas de apoyo, arandelas, tuercas cuñas metálicas, accesorios para inyección y otros accesorios necesarios para la instalación de tendones de anclaje, tal como se muestra en los planos o lo indique el FOPAE y/o el Interventor.

Por lo menos 30 días antes de la fecha en que el Contratista se proponga llevar a cabo las pruebas de campo de tendones de anclaje, según lo especificado en la sección, el Contratista deberá presentar información detallada al FOPAE y/o el Interventor sobre los métodos, materiales, incluido el nombre del fabricante de los torones, y equipos que se propone emplear para hacer las perforaciones, para ensamblar, instalar, tensionar e inyectar los torones.

El Contratista deberá suministrar las curvas esfuerzo - deformación de cada hornada de acero empleado para la fabricación de los torones que se usarán en los tendones de anclaje. Cada grupo de torones fabricados en una misma hornada de acero deberá estar claramente identificado con rótulo metálico que indiquen el número de referencia de la hornada y la correspondiente curva esfuerzo - deformación. Los torones no rotulados no serán aceptados para su uso en la obra.

Todos los materiales deberán llegar a la obra debidamente empacados en cajas, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante; deberán tomarse todas las precauciones necesarias para evitar la oxidación o la corrosión de tales materiales durante su transporte; en la obra, deberán almacenarse bajo cubierta y protegerse de los efectos del polvo, grasa, aceite y otras sustancias deletéreas o de la corrosión, hasta que estén permanentemente instalados e inyectados.

El Contratista deberá disponer en todo momento en la obra de materiales suficientes para instalar y tensionar hasta 3 tendones de anclaje, de una longitud promedio de 13m, y deberá poder iniciar los trabajos necesarios para su instalación dentro de las 24 horas siguientes al momento en que la Interventoría le indique que debe proceder a su instalación en cualesquiera de los puntos indicados en los planos.

3. MATERIALES

Los tendones de anclaje tensionados deberán estar constituidos por torones de acero de alta resistencia tipo VSL o equivalente. Cada torón deberá estar compuesto por siete hilos o alambres, cuyo hilo central sea rodeado estrechamente por seis hilos exteriores dispuestos helicoidalmente, con un paso uniforme de no menos de 12 y no más de 16 veces el diámetro nominal del torón. Los torones deberán tener ½" de diámetro nominal y tener resistencia mínima de rotura de 18.73 t y cumplir con la norma ASTMA416 para grado 270. El Contratista deberá prever la utilización de accesorios que permitan instalar 4 torones por tendón de anclaje.

Las platinas de apoyo, tuercas, cuñas y arandelas deberán ser capaces de soportar el 95% de la máxima resistencia a la tensión garantizada para los torones. Las características y disposición de los elementos anteriormente nombrados y de los accesorios de inyección deberán cumplir con las recomendaciones dadas por el fabricante de los tendones y deberán ser previamente aprobados por el FOPAE y/o el Interventor. Las platinas de apoyo deberán ser de tamaño apropiado para distribuir adecuadamente las fuerzas de tensión, sin causar esfuerzos excesivos en cualquier parte de la misma, deberán ser perforadas adecuadamente, trabajadas a máquina y ajustadas a los accesorios de inyección y ventilación en la forma que se requiera.

El mortero para inyección deberá ser una mezcla de arena cemento y agua y si el Interventor lo requiere o aprueba, un aditivo acelerante, mezclados mecánicamente en las proporciones aprobadas por el Interventor. La relación agua - cemento deberá estar entre 0.4 y 0.5.

El agua y los demás componentes que se utilicen para la preparación del mortero de inyección deberán cumplir con los requisitos de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INV).

Adicionalmente la arena para el mortero de inyección tendrá las siguientes limitaciones en cuanto a su granulometría:

Tamiz No.	% que pasa en peso
No. 8	100
No. 16	-
No. 50	20 - 60
No. 200	0 - 3

Los aditivos que se utilicen deberán proporcionarle a la mezcla las propiedades de bajo contenido de agua, buena fluidez, baja tendencia del agua a subir a la superficie de la lechada fresca (bleeding) y baja expansión si ésta se desea. Su composición química debe ser tal que no existan reactivos en cantidades que puedan tener efectos nocivos en el cemento o en los torones de anclaje. Los aditivos que contengan cloruros, sulfitos y nitratos no deben ser usados. Todos los aditivos deberán ser utilizados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Si el Contratista lo prefiere, o lo considera adecuado para un caso en particular, podrá reemplazar el mortero para fijación de los tendones de anclaje por resinas sintéticas. El Contratista deberá someter a la aprobación del FOPAE y/o el Interventor la resina que se propone emplear y deberá almacenarla y manipularla de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la misma.

4. EQUIPOS

Equipo de Perforación. El Contratista deberá suministrar suficiente equipo y accesorios de perforación para ejecutar los diferentes tipos de perforación requeridos y de acuerdo con el Programa de Construcción presentado. El equipo de perforación deberá ser mantenido en condiciones óptimas de operación en todo momento.

Con un plazo no menor de 10 días antes de que el Contratista tenga programado enviar el equipo de perforación al sitio de la obra, deberá someter al Interventor, para su aprobación, la información detallada de dicho equipo. La aprobación, por parte del Interventor, del equipo propuesto por el Contratista, no exime al Contratista de la responsabilidad de suministrar equipo de características y en cantidad adecuada para la realización de los trabajos, de acuerdo con las especificaciones e instrumentaciones del Interventor y dentro de los plazos establecidos en el programa de construcción. Si durante el desarrollo de los trabajos se comprueba que el equipo es insuficiente o no es de características adecuadas para la realización de los trabajos, el Contratista deberá suministrar otros equipos similares o diferentes a los disponibles en la obra, para completar los trabajos de acuerdo con el programa de construcción y en un todo de acuerdo con lo especificado o indicado por el Interventor. El Contratista no tendrá derecho a solicitar extensiones de plazos ni a ningún pago adicional por razón de la

necesidad de suministrar estos equipos adicionales. Una vez seleccionado el equipo por parte del Contratista deberá ser realizada una perforación de prueba en el sitio y la construcción de un tendón, localizando la misma en un lugar representativo de los materiales que afloran a la superficie del talud. La aprobación del equipo por parte del Interventor estará supeditada a los resultados de esta prueba.

Para la perforación de los huecos de los tendones podrán usarse perforadoras de rotación o de percusión, a opción del Contratista. Las perforadoras deberá tener capacidad suficiente para perforar huecos desde la superficie en suelos de tipo aluvial compuesto por gravas y cantos en matriz arenolimosa, tal y como están descritos en los informes de los estudios realizados por el FOPAE para el proyecto. Los equipos deberán ser capaces de perforar con la inclinación, los diámetros y a las profundidades que se muestran en los planos o que indique el FOPAE y/o el Interventor.

Los equipos deberá ser de la potencia adecuada para perforar con facilidad huecos hasta de 20m de profundidad con un diámetro no menor de 150mm. El Contratista deberá disponer de todos los implementos de perforación y deberá emplear sistemas de perforación y organizar los trabajos de tal manera que se asegure un rendimiento de perforación por equipo, no inferior a 15m por día calendario.

Equipo de Inyección. El Contratista deberá suministrar equipos y accesorios suficientes para ejecutar las inyecciones de los tendones de anclaje. Este equipo será del tipo y capacidad aprobados por el Interventor y deberá mantenerse en todo momento en condiciones óptimas de operación.

Con un plazo no menor de 15 días antes de que el Contratista tenga programado enviar el equipo de inyección al sitio de la Obra, deberá someter al Interventor para su aprobación las descripciones generales de dicho equipo.

La aprobación, por parte del Interventor, del equipo propuesto por el Contratista, no exime al Contratista de la responsabilidad de suministrar equipo de características y en cantidad adecuada para la realización de los trabajos, de acuerdo con las especificaciones e instrucciones del Interventor y dentro de los plazos establecidos en el programa de construcción. Si durante el desarrollo de los trabajos se comprueba que el equipo es insuficiente o no es de características adecuada para la realización de los trabajos, el Contratista deberá suministrar otros equipos similares o diferentes a los disponibles en la obra, para completar los trabajos de acuerdo con el programa de construcción y en un todo de acuerdo con lo especificado o indicado por el Interventor. El Contratista no tendrá derecho a solicitar extensiones de plazos ni a ningún pago adicional por razón de la necesidad de suministrar estos equipos adicionales.

Con un plazo no menor de 15 días antes de que el Contratista programa comenzar las operaciones de inyección, deberá someter para la aprobación del Interventor las descripciones detalladas de los circuitos de inyección y de los métodos para la conexión a los huecos de inyección.

El equipo de inyección deberá tener capacidad para proveer una dosificación mezclado efectivos; mantener mezclas en suspensión; suministrar y bombear la mezcla dentro de los huecos de inyección en forma continua, con flujo sin interrupciones y a cualquier presión constante dentro de los límites de presión especificados.

La instalación para inyección que se suministre para la obra deberá incluir el siguiente equipo mínimo:

1. Una bomba para operación y otra auxiliar, cada una con capacidad para operar a una presión máxima de descarga de 30 kg/cm², para bombear e inyectar lechada hasta una proporción por volumen de tres partes de arena por una de cemento, a un gasto no menor de 2 lts/seg., con una presión no mayor de 0.7kg/cm² y para bombear e inyectar el flujo correspondiente a la presión máxima especificada, sin fluctuaciones de la presión de inyección. Las bombas deberán tener capacidad para operar a baja presión y en forma efectiva. Las bombas tendrán una variación en la presión de inyección del 5% como mínimo. Se deberá instalar en la toma de las bombas una conexión para agua con el fin de facilitar el lavado del sistema y la inyección de agua dentro de los huecos, además de un sistema que garantice el retorno de la mezcla sobrante hasta la bomba.

2. Un mezclador coloidal de alta velocidad diseñado para mezclar la lechada especificada en este Capítulo y con capacidad para efectuar las mezclas que puedan ser bombeadas a la presión máxima. El mezclador deberá estar equipado con un dispositivo medidor de agua calibrado para dar lecturas en litros y décimas de litro.

3. Un agitador mecánico con capacidad para agitar y mantener en suspensión todos los materiales sólidos contenidos en la mezcla. El agitador deberá estar equipado con tamices que permitan remover de las mezcladoras y del tubo de retorno, cualquier mezcla endurecida o cualquier material extraño que sea retenido por el tamiz No. 100 cuando no se utilicen mezclas con arena. La capacidad del agitador no deberá ser menor que la del mezclador. El agitador deberá estar graduado en fracciones de metro cúbico de modo que el volumen inyectado de lechada se pueda medir con precisión.

En ningún caso de colocará el agitador a más de 30m del hueco que se está inyectando. Deberá proveerse suministro de aire del mezclador al agitador cuando la distancia sea tal que la presión ejercida por el mezclador no sea suficiente para mover la lechada del mezclador al agitador.

4. Todas las válvulas, medidores del flujo de agua, medidores de mezcla, mangueras de presión, tuberías, manguitos, tapones, conexiones y herramientas necesarias para efectuar la operación de inyección de acuerdo con lo especificado. El Contratista deberá disponer de un indicador de presión de alta precisión para verificar la exactitud de todos los indicadores de presión usados en el sistema de inyección y de un medidor de flujo de alta precisión para verificar la exactitud de todos los medidores de flujo usados en el sistema de inyección.

5. Empaques expandibles neumática o hidráulicamente o aros manipulados mecánicamente, de caucho, cuero, u otro material apropiado que puedan colocarse solos o en pares, en un hueco a cualquier profundidad, con el fin de aislar una sección del mismo. Los empaques se deberán poder expandir para sellar los huecos en un determinado lugar y una vez expandidos deberán soportar, sin escapes, durante cinco minutos, presiones de agua iguales a las máximas presiones de inyección que deban soportar.

6. La distribución del equipo de inyección deberá ser tal que provea una circulación continua de una mezcla de consistencia uniforme a través del sistema y que permita un control exacto de la presión en la entrada del hueco sometido a inyección, a cualquier gasto de inyección. El equipo deberá tener un sistema de circulación doble en el cual una línea suministre la mezcla desde la bomba al cabezal de la entrada del hueco y la otra línea retorne la lechada del cabezal a la bomba. El diámetro interior de todas las líneas no deberá ser menor de 38 mm. El cabezal de inyección suministrado para alimentar la lechada dentro del hueco, deberá incluir una conexión de suministro, una conexión con válvula al hueco y una línea de retorno con una válvula.

   El sistema deberá tener dos manómetros, con el rango apropiado de presiones, uno de los cuales deberá estar localizado a la salida de la bomba y el otro en la conexión con válvula al hueco de modo que indique la presión de rechazo de la lechada en el hueco.

   Cada equipo para inyección deberá tener suficiente almacenamiento para suministrar cantidades adecuadas de cemento, agua y otros materiales de tal modo que la operación de inyección se pueda llevar a cabo sin interrupción. El equipo de inyección deberá tener protección adecuada contra la lluvia.

El Contratista deberá proveer un sistema satisfactorio de comunicación, tal como un teléfono u otro sistema adecuado, entre el sitio de bombeo y mezclado y el sitio de inyección.

5. PERFORACION E INSTALACION

El ensamble y la instalación de los tendones de anclaje y los materiales y equipos utilizados para ellos deberán ser sometidos a la aprobación del FOPAE y/o el Interventor.

Los huecos para los tendones de anclaje deberán ser perforados con equipo de rotación o de percusión, cumpliendo los requisitos de alineamiento y profundidad mostrados en los planos o indicados por el FOPAE y/o el Interventor. El alineamiento del hueco no podrá desviarse en más de 3% respecto al alineamiento mostrado en los planos o establecido por el Interventor. El diámetro de los huecos deberá ser el recomendado por el fabricante de los tendones de anclaje o en su defecto el indicado en los planos, por el FOPAE y/o el Interventor y en ningún caso el diámetro de los huecos perforados deberá ser menor de 1/8 de pulgada del diámetro especificado por uno u otro.

Si durante la perforación ocurren derrumbes en la paredes del hueco que puedan impedir la instalación del anclaje o posteriormente el llenado completo del hueco con mortero, el Contratista deberá estabilizar dichas paredes cementándolas y deberá proceder luego a reperforar el sector cementado. En caso de que aplique, podrá ser empleada también tubería de revestimiento para evitar el derrumbe de las paredes de la perforación.

Después de la perforación del hueco, el Contratista deberá fundir en la superficie del talud y alrededor de éste una base de concreto reforzado de las dimensiones mostradas en los planos, cuya superficie sea normal al eje del hueco, con el objeto de empotrar en ella la platina metálica de apoyo para tensionamiento del tendón. El Concreto para la construcción de esta base deberá tener una resistencia a la compresión en el momento del tensionamiento igual o mayor al esfuerzo de compresión inducido por el tendón tensionado.

Después de haberse completado la perforación y la construcción de la base de concreto y con anterioridad a la colocación del tendón, el Contratista deberá limpiar el hueco con chorros de agua y aire a presión a fin de remover los residuos de perforación, barro y demás sustancias perjudiciales. El chorro de agua deberá aplicarse hasta que el agua de retorno sea limpia y el chorro de aire deberá aplicarse hasta remover completamente el agua en el hueco. A continuación, el Contratista deberá seleccionar los cables desechando los tramos que presenten corrosión o daño físico.

El tendón deberá ser colocado dentro del hueco de tal manera que quede correctamente centrado en toda su longitud de adherencia, mediante el uso de separadores o dispositivos de apoyo espaciados a distancias no mayores a 3m. El tendón deberá quedar finalmente en una posición lo suficientemente estable para evitar cualquier movimiento, durante la etapa de inyección. Cualquier tendón de anclaje que en opinión del Interventor se haya hecho inefectivo por causa de movimiento deberá ser reemplazado por el Contratista a su propio costo.

Todo tendón de anclaje, su sistema de inyección y demás accesorios deberán revisarse para asegurar que se encuentran libres de sustancias extrañas y de que están montados de acuerdo con las instrucciones del fabricante o como lo apruebe el Interventor.

6. LAVADO CON AGUA A PRESION

Inmediatamente antes de iniciar la aplicación de inyección en una etapa de un hueco, tal sector del hueco deberá ser completamente lavado usando aire y agua a presión a través de un tubo de diámetro aproximadamente igual a la mitad del diámetro de la perforación y que se extienda hasta el fondo de la etapa. Todo material remanente del proceso de perforación y todo el material blando que se encuentre al interior de la perforación deberá ser lavado con agua y aire a presión para remover tanto material de éste como sea posible. Tal material podrá ser expulsado de uno o más huecos por medio de agua y aire introducido bajo presión en un hueco adyacente, pero en ningún caso tal presión deberá exceder la presión misma de inyección.

7. INYECCION

Los equipos, materiales, dosificación y demás actividades relacionadas con la operación de inyección de los tendones deberán llevarse a cabo de acuerdo con lo estipulado en la presente especificación. La presión de inyección deberá ser apenas la suficiente para llenar los huecos.

Inmediatamente antes de inyectar el mortero se deberá comprobar que los tubos de inyección y ventilación se encuentran limpios, mediante la inyección de agua y aire comprimido; el agua se deberá inyectar hasta que retorne limpia y finalmente el agua remanente en el sistema deberá removerse mediante inyección de aire a presión. La lechada de inyección que no sea inyectada en un hueco dentro de la primera hora después de iniciar su mezcla, será desechada.

Las operaciones de inyección deberán ejecutarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de los tendones y deberán ser previamente aprobadas por el FOPAE y/o el Interventor.

La inyección de lechada para la instalación de un tendón de anclaje deberá ejecutarse en una o dos etapas, según el sistema de protección adoptado contra la corrosión del tendón de anclaje de acuerdo con lo especificado a continuación:

Si no se utiliza membrana de protección contra la corrosión en la longitud de tensionamiento, se deberá inyectar así: en la primera etapa se deberá ejecutar la inyección primaria, que deberá llenar el extremo posterior del hueco hasta completar la longitud total de anclaje del tendón, la cual no deberá ser inferior a la mostrada en los planos.

La inyección deberá hacerse a través de un tubo previsto para este propósito, cuya salida debe encontrarse en el fondo de la perforación para que el llenado del hueco se inicie desde allí. Si el tendón de anclaje se instala hacia abajo, el Contratista deberá proveer algún sistema satisfactorio de medida que indique que la inyección ha alcanzado el nivel superior de la longitud de anclaje. Si el tendón de anclaje se instala hacia arriba, el Contratista deberá prever algún sistema de obturación del hueco que aisle la longitud de anclaje del resto de la perforación. Después de la inyección primaria el tendón deberá permanecer inalterado hasta que la resistencia necesaria del anclaje se haya alcanzado. En la segunda etapa de inyección se deberá ejecutar la inyección complementaria, que deberá llenar el resto de la perforación después de haberse tensionado el tendón, de haberse hecho las comprobaciones de carga especificadas y después de que el Interventor haya autorizado que se lleve a cabo la segunda etapa de inyección. Esta etapa de inyección deberá ejecutarse tan pronto como sea posible pero en ningún caso después de 30 días de que el Interventor haya autorizado que se lleve a cabo.

Si se utiliza membrana de protección contra la corrosión en la longitud de tensionamiento, la inyección de lechada podrá hacerse en forma continua, llenando la longitud de adherencia del anclaje y a continuación el espacio anular entre la membrana de protección y las paredes del hueco. El espacio anular entre la membrana de protección y el tendón deberá llenarse antes de iniciar la inyección con grasa o cualquier otro inhibidor de corrosión.

La inyección de lechada deberá hacerse hasta que se observe una salida continua de lechada por el tubo de ventilación, de volumen igual al que se está inyectando, sin señales visibles de que aún existe agua o aire dentro del hueco. Los tubos de inyección y ventilación deberán sellarse a continuación y las válvulas o tapones no deberán removerse hasta que la lechada haya fraguado. La presión de inyección, si es que se requiere, deberá mantenerse por lo menos 5 minutos después de sellados los tubos. Bajo ninguna circunstancia la tasa de inyección o la presión deberá aumentarse repentinamente.

8. TENSIONAMIENTO

Los procedimientos de tensionamiento deberán llevarse a cabo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de los tendones y previa aprobación del FOPAE y/o el Interventor. Los tendones deberán tensionarse por medio de gatos hidráulicos del tipo recomendado por el fabricante o aprobado por el INV y/o el Interventor, equipados con manómetros adecuadamente calibrados. Cada gato y su manómetro deberán ir acompañados por una curva certificada de calibración que indique la relación entre las lecturas del manómetro y la carga que se aplique al tendón para los movimientos de carga y de descarga del gato. También deberá ser suministrado un equipo para medir durante el tensionamiento la elongación de los tendones con una sensibilidad de 0.1mm.

El tensionamiento de los tendones de anclaje deberá llevarse a cabo en presencia del Interventor y de un representante del fabricante de los tendones, quien deberá impartir las instrucciones sobre los procedimientos para llevar a cabo el tensionamiento.

El tensionamiento deberá ser hecho en tal forma que pueda medirse en todo momento la carga aplicada y la elongación de los tendones. Aunque el Interventor esté llevando un registro completo de las operaciones de tensionamiento, el Contratista deberá llevar continuamente un registro que deberá entregar al Interventor. Cuando se encuentre una diferencia mayor del 5% entre el esfuerzo de un tendón que se determine por la lectura del manómetro y el esfuerzo que se calcule por la elongación del tendón, de acuerdo con la curva esfuerzo - deformación, deberá suspenderse el tensionamiento y aliviarse de carga el tendón; deberá determinarse la causa de la discrepancia y corregirse a satisfacción del FOPAE y/o el Interventor antes de aplicar tensión nuevamente al tendón.

El tensionamiento deberá llevarse a cabo después de 7 días de haberse terminado la inyección del anclaje. Todo anclaje deberá tensionarse inicialmente hasta una fuerza igual a 20% de su carga de trabajo (P_T) a partir de lo cual, deberán ser realizadas las medidas de elongación. A continuación se deberá incrementar progresivamente ($0.5P_T$, $0.75P_T$, $1.0P_T$ y $.125P_T$) la tensión en los tiempos que se dan en el Cuadro 1 hasta alcanzar la carga de prueba, la cual deberá exceder en un 25% la carga de diseño. La deformación que experimente el tendón entre los 2 y 5min de haber aplicado la totalidad de la carga de prueba ($P_P=1.25P_T$) es decir $S_{2-5} = S_5 - S_2$ no debe superar 0.2mm. En caso de que sea superior, se deberá realizar una medida posterior de la deformación total, la cual no deberá exceder en ningún caso los 2mm. En caso de que el tendón no cumpla con lo anteriormente especificado, no se aceptará para pago. Las medidas correctivas necesarias correrán por cuenta del Contratista. Finalmente, la tensión en el anclaje deberá reducirse hasta $0.20P_T$ con el objeto de medir las deformaciones permanentes, tras lo cual el tendón deberá ser fijado con una tensión de 1.0 veces su carga de trabajo (P_T), la cual deberá ser igual al 60% de la resistencia última del tendón.

Cuadro 1
INTERVALOS DE CARGA PARA TENSIONAMIENTO

Intervalos de Carga	Tiempo Mínimo de Carga por Intervalo (min)
0.2 P_T	1
0.5 P_T	1
0.75 P_T	1
1.0 P_T	1
1.25 P_T	1

PT = Carga de Trabajo

Cualquier tendón de anclaje que no pueda ser tensionado a la carga de prueba (ya sea por falla o por excesiva deformación) deberá ser reemplazado por cuenta del Contratista.

Si durante la operación de tensionamiento cede la platina de apoyo y la base de concreto, se deberá liberar toda la tensión en el tendón, remover el concreto dañado, reparar la base de apoyo y esperar a que dicha base logre la resistencia requerida antes de volver a tensionar. No se deberán utilizar productos con cloruro de calcio en la reparación del concreto.

Con el objeto de verificar el comportamiento de los tendones en grupo, después de un período inferior a 48 horas después de terminar el tensionamiento de un grupo de tendones de anclaje el Contratista deberá revisar la carga de todos ellos en presencia del Interventor. Si alguno de estos tendones no mantiene una carga igual al 95% de la carga de diseño, deberá retensionarse a la carga de diseño y ser sometido de nuevo a la revisión de carga antes de las 48 horas siguientes. Si se vuelve a encontrar que la carga es inferior al 95% de la carga de diseño el tendón se deberá reemplazar por y a cuenta del Contratista.

Tan pronto como sea práctico y en ningún caso no más de 7 días después de haberse revisado la carga de tensionamiento y de ejecutarse las inyecciones, el extremo del tendón y el ensamble exterior de todos los anclajes deberán ser protegidos con algún medio adecuado tal como pintura a base de asfalto, coberturas epóxicas o concreto, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y la aprobación del FOPAE y/o el Interventor.

9. PRUEBAS DE CAMPO

Por lo menos 10 días antes de iniciar los trabajos, el contratista deberá probar en el sitio de la obra y en presencia del Interventor un mínimo de 3 tendones de anclaje de por lo menos 13m de longitud, por cada tipo de tendón que se proponga emplear en la obra. Tales tendones de anclaje se deberán instalar, inyectar y tensionar en los sitios indicados por el Interventor, de acuerdo con los procedimientos especificados en las secciones anteriores de este Capítulo. Cada tendón de prueba deberá someterse a una prueba de extracción, tal y como está estipulado en el Capítulo 10 de esta Especificación. En caso de no cumplirse con lo estipulado en el Capítulo 10 para la aprobación del tendón, el Contratista deberá ensayar un grupo adicional de 3 tendones en la mismas condiciones. Cualquier sistema de tendón de anclaje que falle en esta segunda prueba será rechazado y no podrá utilizarse en la obra.

10. PRUEBA DE EXTRACCION

10.1 Alcance

La prueba de extracción deberá realizarse a por lo menos 3 tendones en aquellos sitios en los cuales con base en la información del subsuelo recopilada con la exploración de campo se presenten las condiciones más desfavorables. Para la realización y evaluación de la prueba de extracción se deberá seguir lo estipulado por la norma DIN 4125 de noviembre de 1990.

10.2 Realización de la Prueba de Extracción

La prueba de extracción deberá ser realizada en presencia del Interventor y de un representante del fabricante de los tendones.

En la prueba de extracción, las deformaciones del tendón en el sentido de la aplicación de la carga deberán ser medidas desde un apoyo que se conserve inmóvil durante la prueba.

El tendón deberá inicialmente tensionarse hasta una carga de 0.2 P_T (P_T = carga de trabajo) con el objeto de tomar un punto de partida para la medición de elongación. La carga deberá incrementarse a valores de $0.5P_T$, $0.75P_T$, $1.0P_T$, $1.25P_T$ hasta finalmente alcanzar la carga máxima de ensayo, la cual deberá ser 1.5 veces la carga de trabajo y en cualquier caso menor que 0.9 veces la resistencia a la rotura de los torones. Una vez alcanzada la primera etapa de carga, esta deberá permanecer constante durante los lapsos de tiempo descritos en el Cuadro 2, después de lo cual se deberá disminuir a la carga inicial ($0.2P_T$)para poder medir las elongaciones elásticas y permanentes.

Posteriormente se deberá incrementar progresivamente la tensión hasta alcanzar la siguiente etapa de carga.

El procedimiento deberá repetirse pasando por todos los intervalos de carga hasta alcanzar la totalidad de la carga de prueba, descargando siempre después de cada intervalo de carga hasta la carga inicial ($0.2P_T$) y considerando los tiempos de carga del Cuadro 2.

Cuadro 2
INTERVALOS DE CARGA PARA PRUEBA DE CARGA

Intervalos de Carga	Tiempo Mínimo de Carga por Intervalo (min)
0.2 P_T	1
0.5 P_T	15
0.75 P_T	15
1.0 P_T	60
1.25 P_T	60
1.5 P_T	120

PT = Carga de Trabajo

Conservando la carga de prueba en cada intervalo de carga constante se deberán medir las elongaciones durante la duración del intervalo de carga (ver Cuadro 2), por ejemplo a los 1, 2, 5, 10, 15, 30 minutos. Las deformaciones (s) para cada intervalo se deberán graficar en un papel semilogarítmico obteniendo curvas de deformación vs. tiempo.

Las elongaciones para cada intervalo de carga deberán ser estimadas por medio de la ecuación $Ks = (S_2 - S_1) / lg\ (t_2 / t_1)$ y ser graficadas con respecto a la carga de cada intervalo de carga, obteniéndose una curva de Ks vs. intervalo de carga.

Los tiempos de carga para cada intervalo del Cuadro 2 deberán ser prolongados en caso de que:

a. La pendiente de la línea en el gráfico de tiempo vs. deformación se incrementa con el logaritmo del tiempo o
b. Cuando la elongación sea Ks > 1mm.

Una vez transcurrido el tiempo de carga para la carga de $1.5P_T$, la carga deberá ser reducida de manera progresiva hasta $0.2P_T$. Finalmente, el tendón deberá tensionarse y fijarse con su carga de trabajo.

10.3 Requisitos de Aprobación

Se considerará como aprobado el tendón sometido a la prueba de extracción si la elongación obtenida con la aplicación de la carga de prueba ($P_P = 1.5P_T$) no excede los 2mm.

11. MEDIDA Y PAGO

Generalidades

La parte de la obra por ejecutar al precio unitario pactado con el FOPAE consistirá en el suministro e instalación de los tendones de anclaje en los sitios mostrados en los planos o indicados por el FOPAE y/o el Interventor o solicitados por el Contratista y aprobados por el Interventor.

Esta parte de la obra incluye el suministro de los tendones de anclaje, sus accesorios y todos los otros materiales que se requieran para la correcta instalación de los tendones, la perforación de los huecos, la construcción de las bases de concreto, la instalación y adecuación plataformas de trabajo, inyección, tensionamiento y protección de los tendones de anclaje, la ejecución de las pruebas de campo y de extracción, todo según lo especificado.

Medida

La medida para el pago del suministro e instalación de lo tendones de anclaje será la longitud en metros lineales de tendones de anclaje instalados y aprobados de acuerdo con lo especificado o lo indicado por el FOPAE y/o el Interventor.

Pago

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios pactados con el FOPAE consistirá en la ejecución de todos los trabajos y en el suministro e instalación de los tendones de anclaje según lo mostrado en los planos o lo indicado por el FOPAE y/o el Interventor y deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo y mano de obra necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados con la misma que no tendrán medida ni pago por separado.

Item de pago

Instalación de tendones	Metro lineal (ml)

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN
BARRAS DE ANCLAJE PARA MALLA

1. ALCANCE

Este capítulo comprende los requisitos para materiales, suministro e instalación de barras de anclaje (en adelante barras) que se deberán utilizar en la obra de estabilización del sector occidental del escarpe de explotación en el barrio El Portal, conocido como El Mirador del Portal en la ciudad de Bogotá, D.C para soporte de la malla electrosoldada de la pantalla en concreto lanzado del talud.

2. GENERALIDADES

Las barras consistirán en varillas de acero ancladas firmemente en perforaciones hechas en el terreno y recubiertas con un material aprobado por el Interventor que garantice la protección de la varilla contra la corrosión.

El anclaje de las barras al terreno deberá hacerse usando mortero de cemento con acelerantes. El Contratista deberá presentar al Interventor, con la debida anticipación, información técnica completa sobre el sistema que propone emplear.

Los detalles de los patrones de instalación serán los que se muestran en los planos o aquellos que exija a apruebe FOPAE y/o el Interventor.

Las barras de anclaje se utilizarán como medio de conexión entre la pantalla en concreto lanzado y la superficie del talud afectado por inestabilidad. El extremo libre que sobresale de la superficie de la roca será un gancho de la forma y dimensiones mostradas en los planos o indicadas por el Interventor.

3. MATERIALES

El agua, cemento y la arena que se utilicen para preparación del mortero deberán cumplir con los requisitos establecidos en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INV en lo referente a sus artículos 630 y 631.

Cualquier aditivo acelerante para mortero, que sea necesario emplear por solicitud del Interventor o por cualquier otra razón, deberá ser compatible con las características del cemento que se utilice en la obra y no deberá ser agente agresivo al acero de refuerzo.

El mortero para inyección deberá ser una mezcla de arena, cemento, agua y si el Interventor lo requiere o aprueba, un aditivo acelerante, mezclados mecánicamente en las proporciones aprobadas por el Interventor. La relación agua - cemento deberá estar entre 0.40 y 0.50.

Las varillas para las barras deberán se de la longitud y forma mostradas en los planos o indicadas por el FOPAE y/o el Interventor, y deberán cumplir con la norma ASTM A-615 para Grado PR 60.

4. INSTALACION

El Contratista deberá perforar huecos en el terreno natural para alojar las barras como se muestra en los planos o como lo ordene el Interventor. El diámetro de cada hueco será por lo menos una y media veces el diámetro de la barra que se va a insertar. Para la perforación de los huecos se podrán usar barrenos rotatorios o de percusión.

Inmediatamente antes de que una barra se inserte en el hueco, éste deberá limpiarse por completo, usando agua y aire a presión. El hueco se deberá llenar posteriormente en toda su longitud con mortero o siguiendo cualquier práctica que apruebe el Interventor. El mortero no podrá tener más de una hora de haber sido mezclado.

Las barras deberán estar libres de escamas de laminado, costras de óxido, mugre, polvo, grasa o cualquier otra substancia extraña cuando se coloquen en los huecos. Cada barra deberá introducirse girándola lentamente, vibrándola o sacudiéndola un poco dentro de la perforación en los 15 minutos siguientes a la llenada del hueco con mortero. Antes de que éste tome su fraguado inicial, la barra deberá ser suavemente vibrada o golpeada, para asegurar que toda la superficie embebida esté en contacto íntimo con el mortero y se haya hecho salir todo el aire. Se deberá tomar todo el cuidado para evitar la alteración de cualquier barra después de que haya sido colocada en su lugar y si en opinión del Interventor, se encuentra que una barra se ha hecho inefectiva, éste deberá ser reemplazado por el Contratista y a su costo. Cuando el Contratista necesite embeber el gancho de la barra con concreto antes de que hayan transcurrido tres días después de su instalación, deberá utilizar en el mortero un aditivo acelerante aprobado por el Interventor.

5. ENSAYOS

Con el objeto de llevar a cabo un estricto control de calidad de las barras colocadas durante la construcción, el Contratista deberá hacer pruebas periódicas de las mismas. Se considerarán lotes de 20 barras tanto para efecto de control de calidad como para pago. El muestreo para la ejecución de estos ensayos corresponderá a tres barras por cada lote de 20 que se coloquen. Las barras serán seleccionadas por el Interventor y se deberán someter a una carga axial de tracción que deberá alcanzar un valor del 50% la fluencia del acero, con una longitud empotrada mínima de 1.5m, 3 días después de haber sido instaladas.

En caso de que dos o más barras probadas no obtengan la resistencia especificada, al Contratista no se le reconocerá pago por el lote de 20 barras representadas por las 3 ensayadas.

El pago de los lotes de 20 barras se hará únicamente después de efectuado el ensayo de control de calidad sobre las barras representativas y de que haya verificado que soportan la mínima carga axial establecida.

6. MEDIDA Y PAGO

La parte de la obra correspondiente al item instalación de barras de anclaje consistirá en el suministro de equipos, materiales y mano de obra necesarios para la instalación de las barras de anclaje en los sitios mostrados en los planos o indicados por el Interventor o donde lo apruebe el mismo a solicitud del Contratista.

Esta parte de la obra incluye el suministro de las barras, perforación de los huecos, inyección de mortero, transporte, mano de obra, ensayos, pruebas de tensión, adecuación de plataformas de trabajo y todos los costos adicionales en que se incurra y relacionados con el item.

La medida para el pago por el suministro e instalación de las barras de anclaje será la longitud en metros lineales de barra instalada aceptada por el Interventor.

7. ITEM DE PAGO

Barras de anclaje	Metro lineal (ml)