



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



XVII CONIC 2009

CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Chiclayo, 03 al 06 de Noviembre

DISEÑO DE ANCLAJES DEL PUENTE PROVISIONAL YANANGO

Dr. Ing. Jorge E. Alva Hurtado

MSc. Ing. Ronald H. Macazana Erique



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

CONSEJO DEPARTAMENTAL DE LAMBAYEQUE

CAPÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL

CONTENIDO

- Introducción
- Ubicación del Área de Estudio
- Geología y Geomorfología
- Evaluación Geomecánica de las Márgenes de la Quebrada Yanango

Análisis de Discontinuidades

Análisis de Estabilidad

- Diseño de Anclajes Puente Yanango

INTRODUCCIÓN

El Puente atirantado Yanango (150 m de luz) de la carretera Tarma La Merced fue construido en 1998 y colapsó en noviembre del 2005 como consecuencia de un huayco (flujo de escombros) por dicha quebrada.

PROVIAS NACIONAL construyó en forma acelerada un puente colgante provisional de 107 m de luz, aguas arriba del puente colapsado, que permite el paso de vehículos ligeros y medianos; sin embargo los vehículos pesados se ven obligados a cruzar la quebrada mediante un vado.

El puente provisional colgante es de tipo MABEY & JOHNSON, entregado por el MTC y para lo cual se han levantado dos torres que alojan los cables del puente colgante cuyos fiadores van anclados a dos cámaras de anclajes ubicadas en las márgenes rocosas de la quebrada.

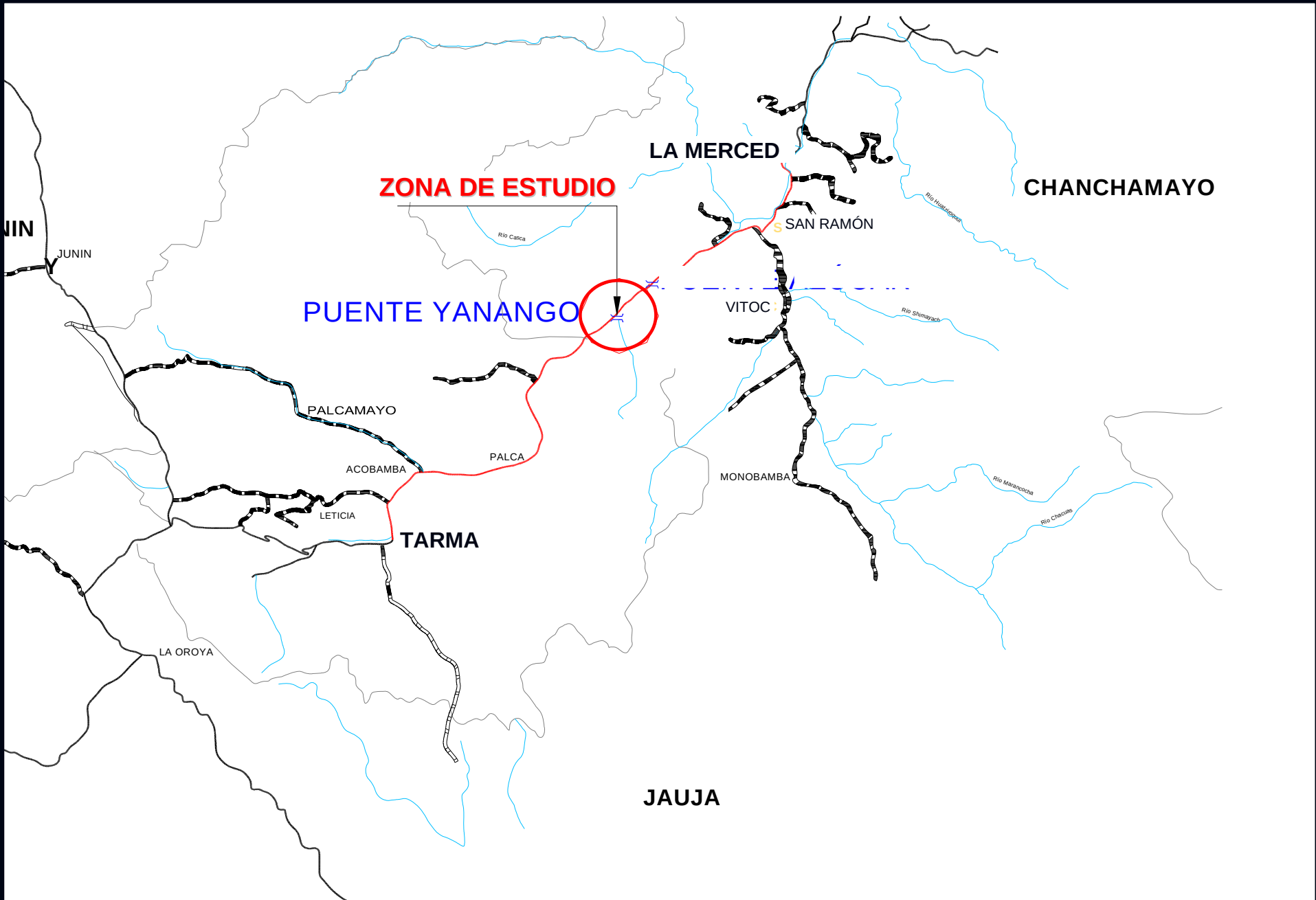
Actualmente se ejecuta el estudio de evaluación técnica – económica de alternativas de solución para la zona crítica de Yanango.

Esta presentación tratará sobre el estudio Geológico – Geotécnico y diseño de anclajes del puente colgante provisional Yanango.

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El puente provisional Yanango se encuentra ubicado en la quebrada del mismo nombre entre los kilómetros 77+200 al 79+000 de la carretera asfaltada las Vegas - Tarma - La Merced, distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

PLANO DE UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

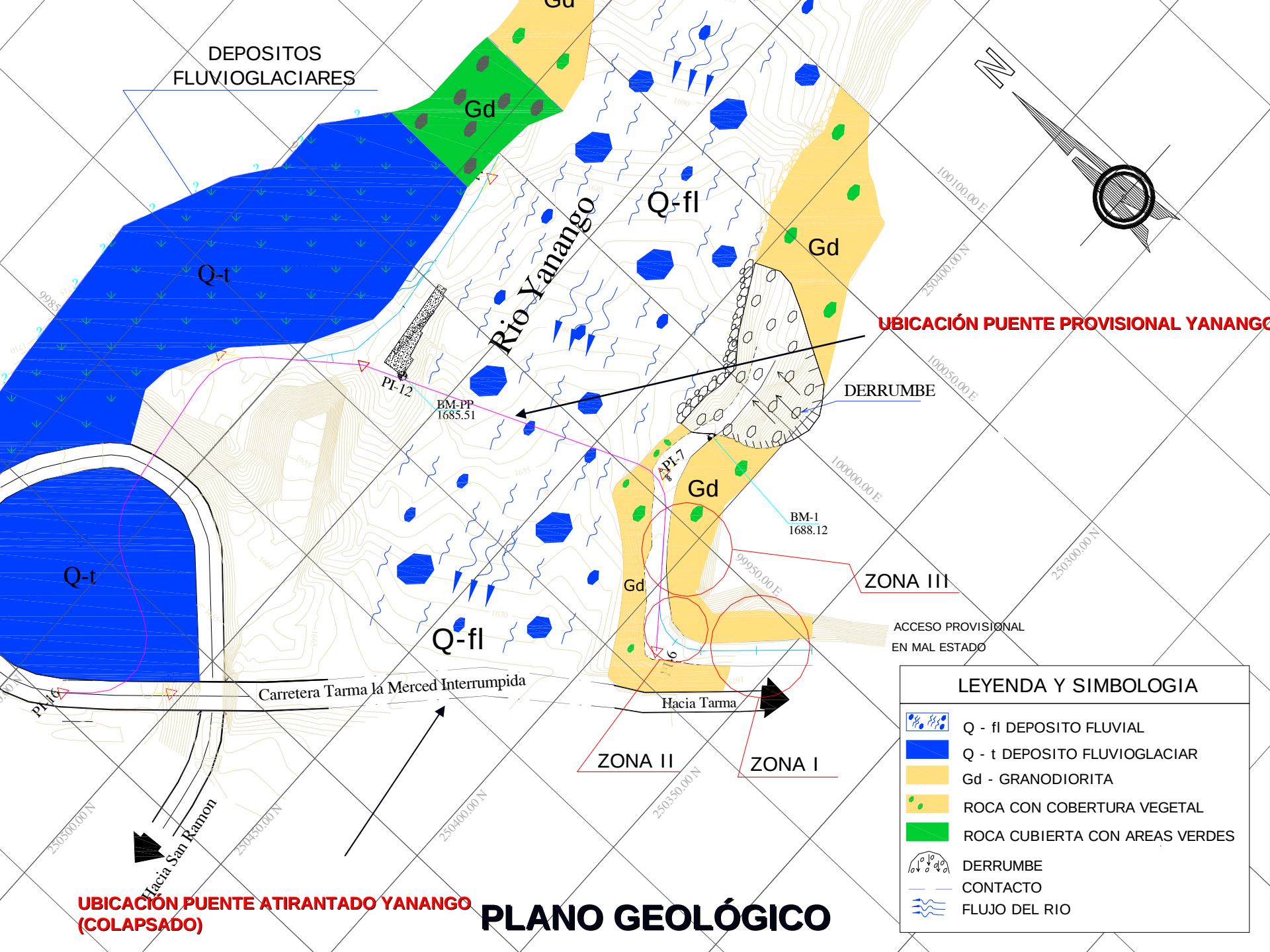


GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

En la cuenca de la quebrada Yanango y alrededores afloran rocas metamórficas, sedimentarias e intrusivas de edades Precambriana, Paleozoica y Mesozoica tales como el Complejo Maraynioc, Grupo Mitu, Grupo Pucará, Gneis de Huacapistana, Granodiorita Tarma y Tonalita - Granodiorita San Antonio (INGEMMET, 1996).

La quebrada Yanango es geomorfológicamente activa en lo que se denomina flujo de escombros los cuales son arrastrados aguas abajo por el flujo de la escorrentía superficial causado por las lluvias en su cuenca principal y en sus tributarios, este arrastre se ve favorecido por el tipo de formación geológica y la limitada vegetación existente en la zona.

El material de escombros que proviene de las quebradas Yanango y Umanpaccha tienen un volumen anual de 1'200,000 m³ y un potencial de 21.5 millones de m³.



PUENTE ATIRANTADO YANANGO - MARGEN DERECHA DEL RIO TARMA(1999)



PUENTE ATIRANTADO YANANGO – ESTRIBO DERECHO (1999)



PUENTE ATIRANTADO YANANGO – ESTRIBO IZQUIERDO (1999)













PUENTE YANANGO



PUENTE EN FUNCIONAMIENTO



PUENTE YANANGO COLAPSADO

COLAPSO DEL PUENTE ATIRANTADO YANANGO

NOVIEMBRE, 2005



ESTRUCTURAS DESTRUIDAS DEL PUENTE ATIRANTADO YANANGO



ZONA DEL PUENTE ATIRANTADO YANANGO, DESPUÉS DEL COLAPSO



EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LAS MÁRGENES DE LA QUEBRADA YANANGO

La evaluación geomecánica de los taludes que componen las márgenes de la quebrada Yanango se realizó mediante una investigación de campo que consistió en realizar el mapeo de discontinuidades del macizo rocoso, obtención de muestras de roca para ser ensayadas en laboratorio y ensayos de esclerometría in-situ (Martillo Schmidt).

El objetivo de esta evaluación fue determinar las características de los taludes con la finalidad de analizar su estabilidad y realizar el diseño de los anclajes del puente provisional Yanango.

ANÁLISIS DE DISCONTINUIDADES



MEDICIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS DISCONTINUIDADES

MAPEO GEOMECÁNICO

REGISTRO LINEAL	No DE DISCONT.		HOJA DE REGISTRO LINEAL
		UBICACIÓN :	
		TIPO DE ROCA : Lutitas	
	30	CONDICION DE LA EXPOSICION: Fracturada	REALIZADO : Ing. R.H.M.E
		DIMENSIONES DE EXPOSICION : 15.64 m	REVISADO : Dr. J. A. H.
		ESTACIÓN : E - 02	FECHA: 19 - 04 - 06

DISCONTINUIDAD	DISTANCIA	ORIENT.DE LA DISCONT.		PERSISTENCIA	TERMINAC			ABERTURA					RELLENO						RUGOSIDAD					AGUA				
	Distancia a la intersección de la scont. (m)	Buzamiento (°)	Dirección de Buzamiento (°)	Longitud de la discontinuidad (m)	1- Oscura	2- En roca intacta	3- En otra scont.	1- Cerrada 0 mm	2-Muy angosta<0.1mm	3- Angosta 0.1-1.0 mm	4- Abierta 1.0-5.0mm	5- Muy abierta >5mm	1- Limpia	2-Decolorada	3- Arcilla inactiva	4- Arcilla expansiva	5- Clorita, yeso, talco	6- Limonita	1- Lisa o estriada	2- Ligeramente rugosa	3- Medianamente rugosa	4- Rugosa	5- Muy rugosa	1- Seco	2- Solo signos	3- Húmedo	4- Goteo	5- Flujo (bajo, medio, alto)
1	0.82	56	280	6.00	X			X										X		X				X				
2	0.97	55	278	6.00	X			X										X		X				X				
3	1.12	43	78	7.00	X			X										X		XX				X				
4	1.22	75	195	6.00	X			X										X		X				X				
5	1.35	52	256	6.00	X			X										X		X				X				
6	1.49	48	42	6.00	X			X										X		X				X				
7	3.94	60	0	7.00	X					X					X						X			X				
8	4.06	46	258	7.00	X					X					X						X			X				
9	4.14	62	285	7.00	X					X							X			X				X				
10	4.44	65	80	7.00	X					X							X			X				X				
11	4.90	50	262	7.00	X					X							X			X				X				
12	5.06	65	78	7.00	X					X								X		X				X				
13	5.33	50	280	7.00	X					X								X		X				X				
14	5.45	66	262	7.00	X					X								X		X				X				
15	5.70	65	340	6.00	X				X									X		X				X				
16	5.77	61	322	6.00	X			X										X		X				X				
17	5.80	72	140	7.00	X					X								X		X				X				
18	5.89	75	336	6.00	X				X									X		X				X				
19	6.01	65	326	6.00	X					X					X			X		X				X				
20	8.83	70	152	8.00	X					X								X		X				X				
21	8.96	82	166	8.00	X					X								X		X				X				
22	9.16	68	165	8.00	X					X								X			X			X				

Determinación de la Valoración del Macizo Rocoso Basada en la Clasificación Geomecánica de Bieniawski, 1979 (RMR-SMR)

PARAMETROS: -----

Lugar.....	Pte. ES-II-IMIZ
Sistema de unidades usados (M para métrico o E para ingles).....	M
Peso unitario de la masa rocosa (KN/m3).....	25.65
Num. de familias de discontinuidades presentes en la masa rocosa.....	4
Que técnica fue usada en la determinación de la resistencia de la roca intacta en el laboratorio	
'P' Índice de carga puntual	
'U' Ensayo de compresión uniaxial.....	P
Índice de compresión a la carga puntual (Mpa)....	4
Valor del RQD (%).....	75
Espaciamiento de discontinuidades (metros):.....	0.6
Persistencia de las discontinuidades (metros):.....	1.5
Separación (apertura) (mm):.....	1
Condición de la superficie de la discontinuidad	
'VR' Muy rugosa	
'R' Rugosa	
'SR' Ligeramente rugosa	
'S' Lisa	
'SK' Espejo de falla	
.....	SR
Espesor del relleno en la discontinuidad (mm):.....	0.5
Condición de intemperismo en la discontinuidad	
'UW' No intemperizada	
'SW' Ligeramente intemperizada	
'MW' Moderadamente intemperizada	
'HW' Altamente intemperizada	
'CW' Completamente intemperizada	
.....	SW
Condiciones generales del agua subterránea	
'CD' Completamente seca	
'DM' Húmeda	
'WT' Mojada	
'DP' Goteo	
'FW' Flujo	
.....	CD
Efecto de la dir. de buzamiento y buzamiento de la familia crítica de discontinuidades	
'VF' Muy favorable	
'FV' Favorable	
'FR' Regular	
'UF' Desfavorable	

'VU' Muy desfavorable		FR
.....		
Tipo de trabajo		
'T' Para túneles y minas		
'F' Para cimentaciones		
'S' Para taludes		
.....		S
Resistencia a la meteorización del macizo rocoso		
'HR' Resistencia alta		
'MR' Resistencia intermedia		
'LR' Resistencia baja		
.....		MR
Es conocido el valor del esfuerzo horizontal? (Y / N).....		N
DETERMINACION DEL RMR		

Valor del RMR básico	:	65
Valor del RMR ajustado	:	40
Valor del RMR para condiciones secas:		65
Cohesión (kPa)	:	325
Angulo de fricción interna	:	37.5 ø
DETERMINACION DE SMR		

Dir. de buzamiento de la discontinuidad:		314 ø
Dir. de buzamiento del talud:		190 ø
Buzamiento de la discontinuidad:		79 ø
Buzamiento del talud:		90 ø
Tipo de falla predominante		
'P' Falla planar		
'V' Falla por vuelco		V
Método de excavación de taludes		
'NS' Talud natural		
'PS' Precorte		
'SB' Voladura controlada		
'RB' Voladura regular		
'DB' Voladura deficiente.....		RB
SMR:		61
Descripción tentativa del talud		

Descripción	:	Buena
Estabilidad	:	Estable
Falla	:	Algunos bloques
Soporte	:	Ocasional

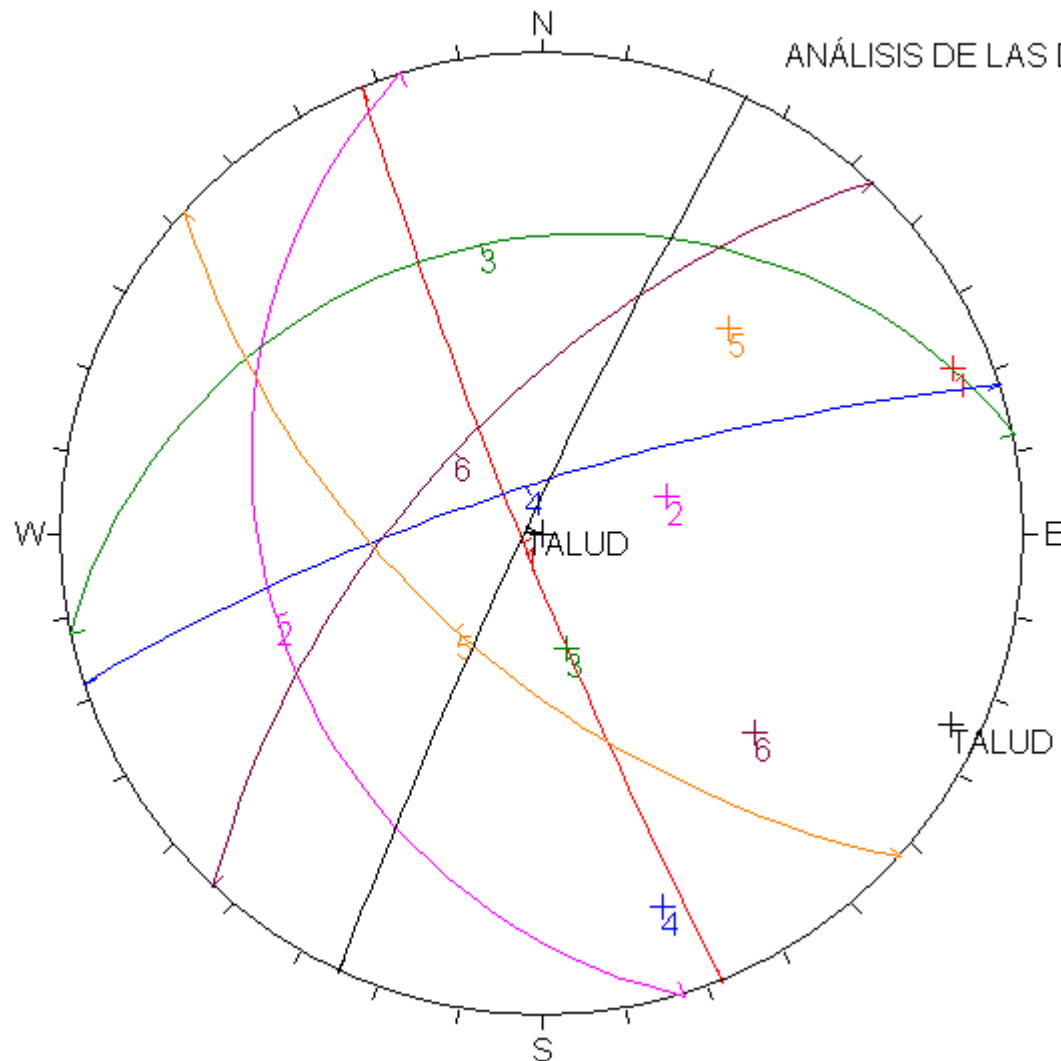


VISTA PANORÁMICA MARGEN IZQUIERDA YANANGO



MARGEN IZQUIERDA - ZONA I

ANÁLISIS DE DISCONTINUIDADES MARGEN IZQUIERDA ZONA I PROGRAMA DIPS



Orientations	
ID	Dip / Direction
1	85 / 248
2	30 / 253
3	27 / 348
4	78 / 342
5	60 / 222
6	62 / 313
7	86 / 295

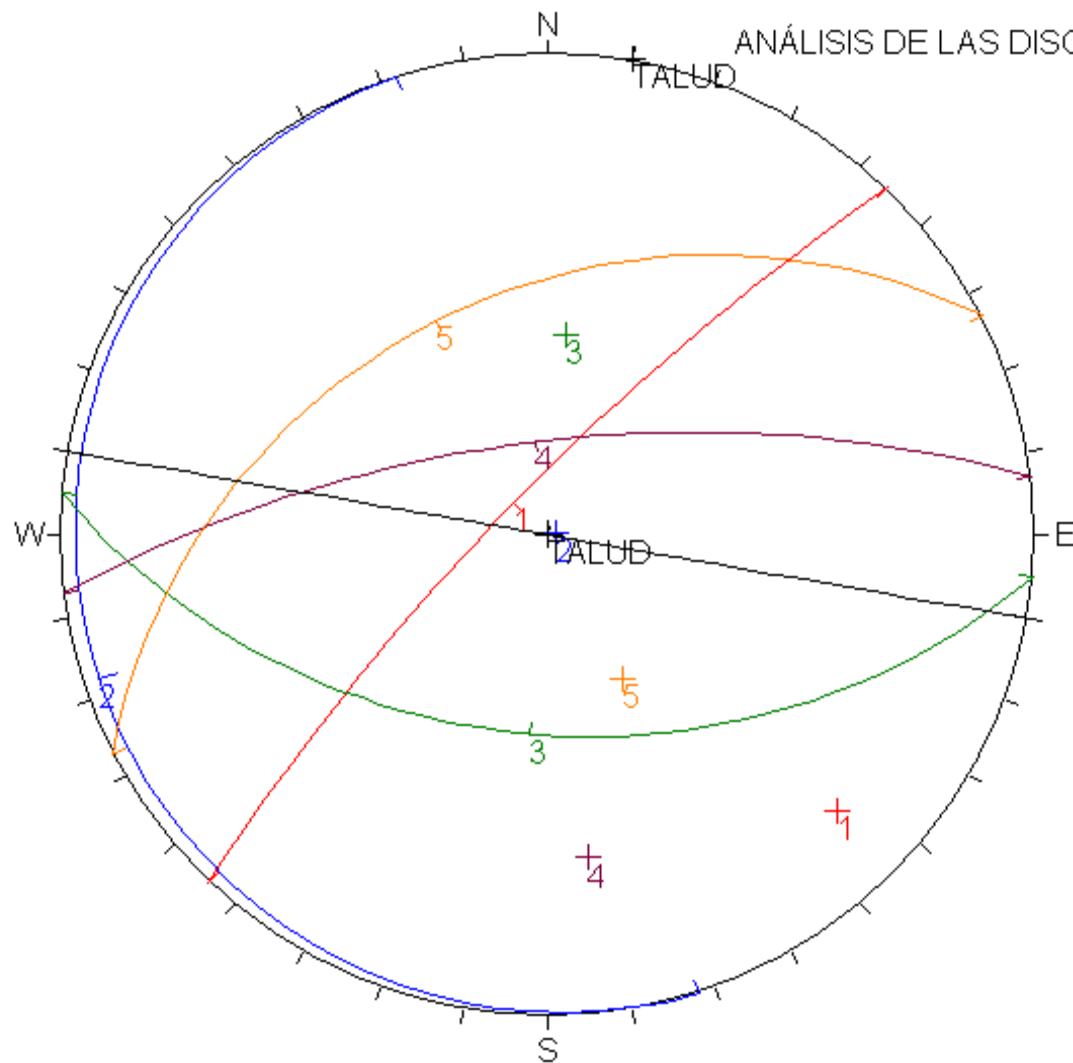
Equal Angle
Lower Hemisphere
0 Poles
0 Entries



MARGEN IZQUIERDA - ZONA II

ANÁLISIS DE DISCONTINUIDADES MARGEN IZQUIERDA ZONA II

PROGRAMA DIPS



Orientations	
ID	Dip / Direction
1	79 / 314
2	02 / 252
3	45 / 185
4	68 / 353
5	37 / 333
6	90 / 190

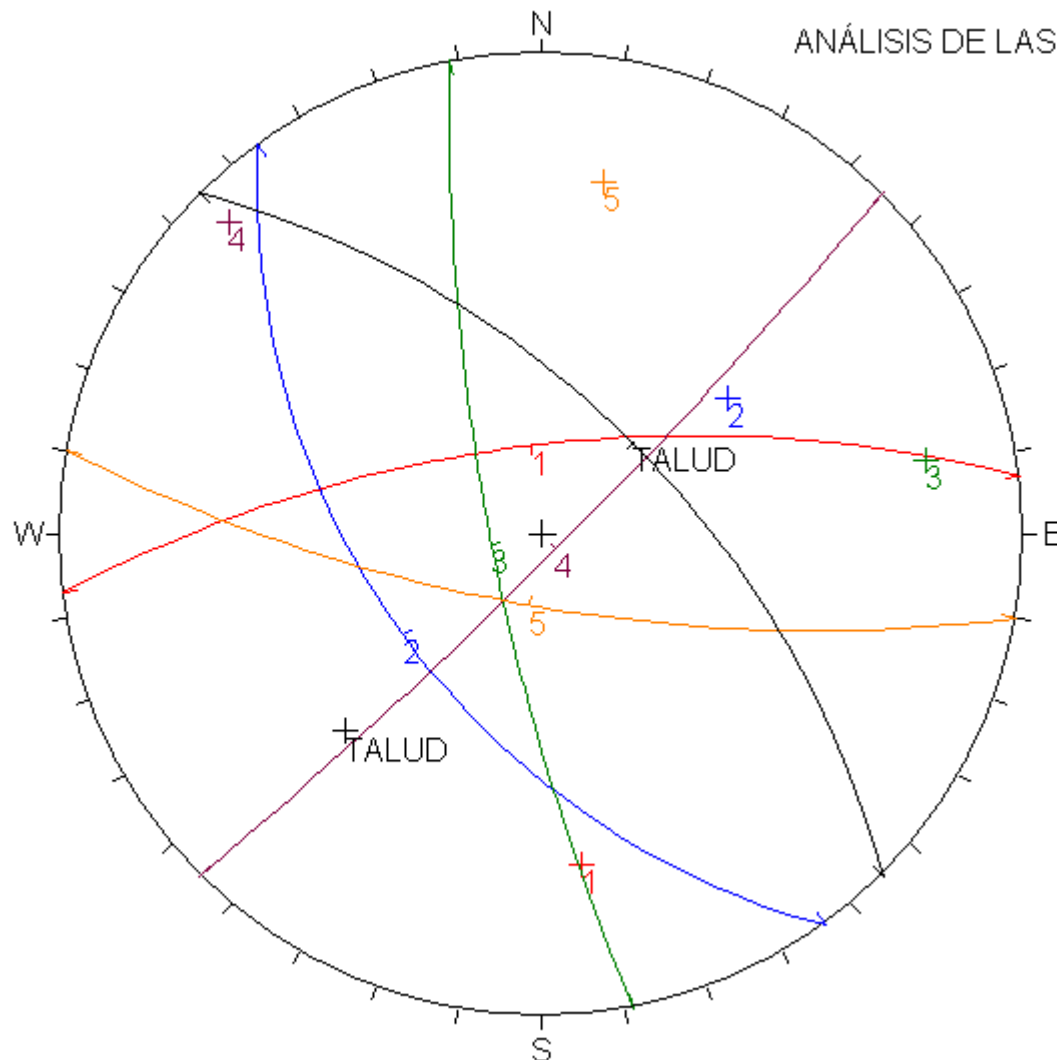
Equal Angle
Lower Hemisphere
0 Poles
0 Entries



MARGEN IZQUIERDA - ZONA III

ANÁLISIS DE DISCONTINUIDADES MARGEN IZQUIERDA ZONA III

PROGRAMA DIPS



Orientations	
ID	Dip / Direction
1	69 / 353
2	51 / 234
3	78 / 259
4	85 / 135
5	73 / 190
6	60 / 045

Equal Angle
Lower Hemisphere
0 Poles
0 Entries

MARGEN IZQUIERDA YANANGO

Zona I (Estación – ES – I): Presenta roca intrusiva del tipo Granodiorita, observándose seis familias de discontinuidades principales. La familia predominante tiene una dirección de buzamiento DB 248° y buzamiento Buz 85° , que favorece la estabilidad del talud que tiene una dirección de buzamiento de DB 295° y buzamiento Buz 86° . Esto se confirma con el valor del SMR = 73, concluyéndose que se trata de una roca buena, estable en la cual sólo es necesario la limpieza de algunos bloques sueltos.

Zona II (Estación – ES – II): Presenta roca intrusiva del tipo Granodiorita, observándose cinco familias de discontinuidades principales. La familia predominante tiene una dirección de buzamiento DB 314° y buzamiento Buz 79° , lo que no es favorable a la estabilidad del talud, que tiene una dirección de buzamiento DB de 190° y buzamiento Buz 90° . Esto se confirma con el valor del SMR = 61, concluyéndose que se trata de una roca buena, estable con algunos bloques ocasionales.

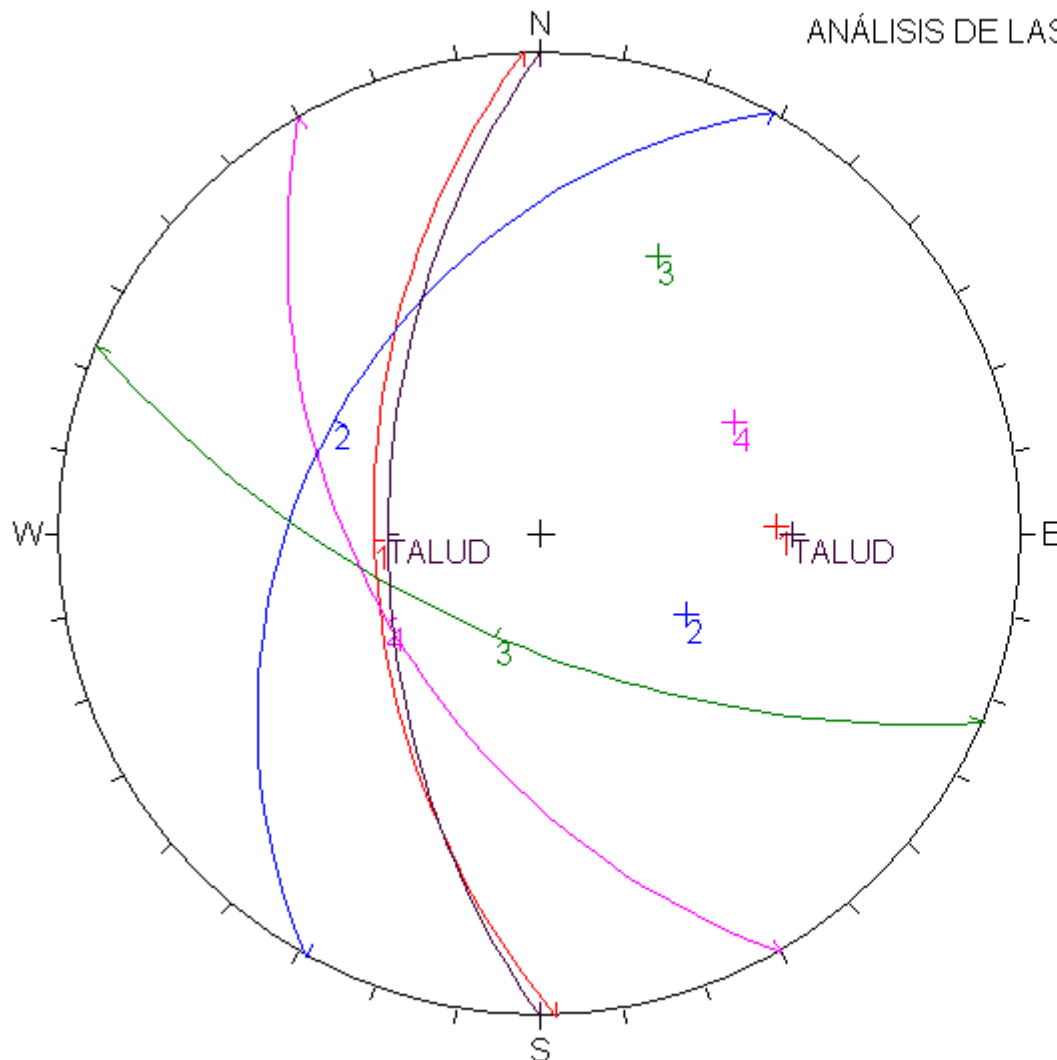
Zona III (Estación – ES - III): Presenta roca intrusiva del tipo Granodiorita, observándose cinco familias de discontinuidades principales. La familia predominante tiene una dirección de buzamiento DB 353 ° y buzamiento Buz 69° , lo que es favorable a la estabilidad del talud, que tiene una dirección de buzamiento de DB 45° y buzamiento Buz 60° . Esto se confirma con el valor del SMR = 65, concluyéndose que se trata de una roca buena, estable, con algunos bloques ocasionales.



MARGEN DERECHA - ZONA I

ANÁLISIS DE DISCONTINUIDADES MARGEN DERECHA ZONA I

PROGRAMA DIPS



Orientations	
ID	Dip / Direction
1	52 / 268
2	38 / 299
3	64 / 203
4	50 / 240
5	55 / 270

Equal Angle
Lower Hemisphere
0 Poles
0 Entries

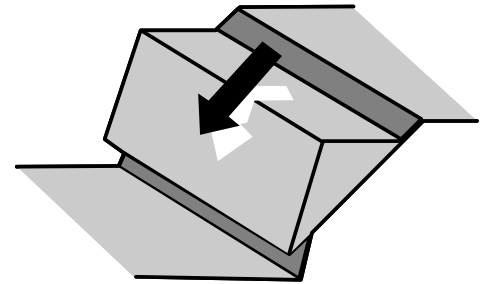
MARGEN DERECHA YANANGO

Zona I (Estación – ES – I): Presenta roca intrusiva del tipo Pórfido Monzonítico, se presentan cuatro familias de discontinuidades principales. La familia predominante tiene una dirección de buzamiento DB 268° y buzamiento Buz 52° , lo cual no es favorable a la estabilidad del talud, que tiene una dirección de buzamiento de DB 270° y buzamiento Buz 55°. Esto se confirma con el valor del SMR = 66, concluyéndose que se trata de una roca buena, estable. Se recomienda la limpieza de algunos bloques sueltos.

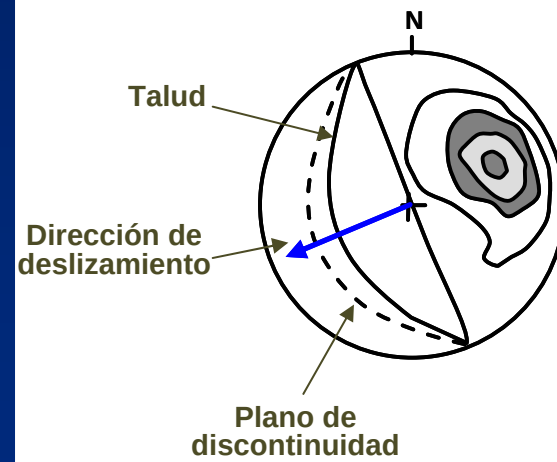
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

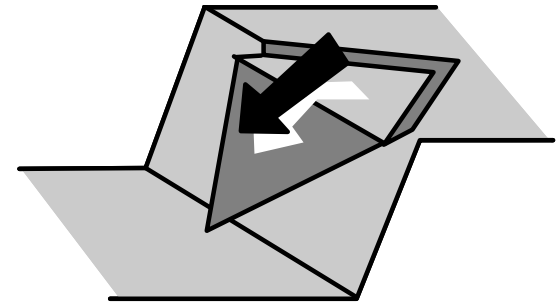
TIPOS DE INESTABILIDAD EN TALUDES DE ROCA

- Rotura Plana
- Rotura en Cuña
- Vuelco de Estratos

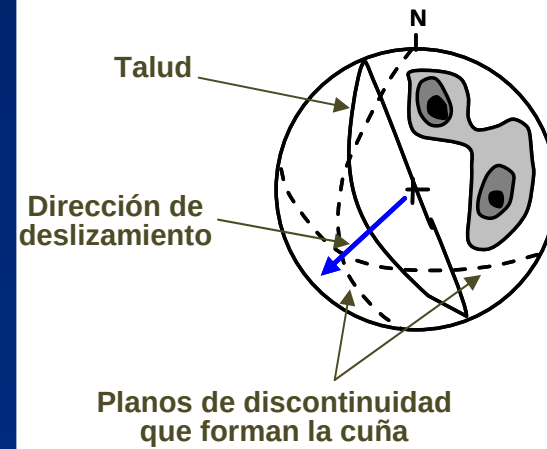


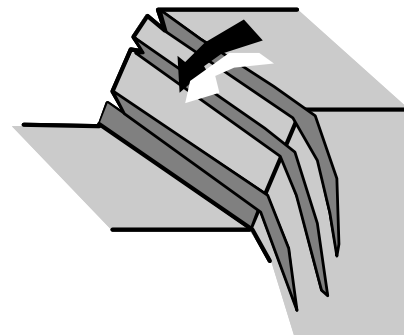
Rotura plana



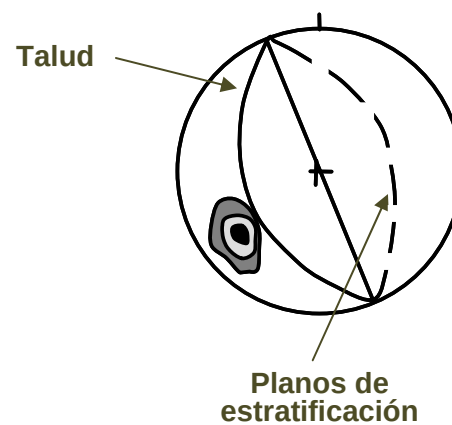


Rotura en cuña





Vuelco de estratos



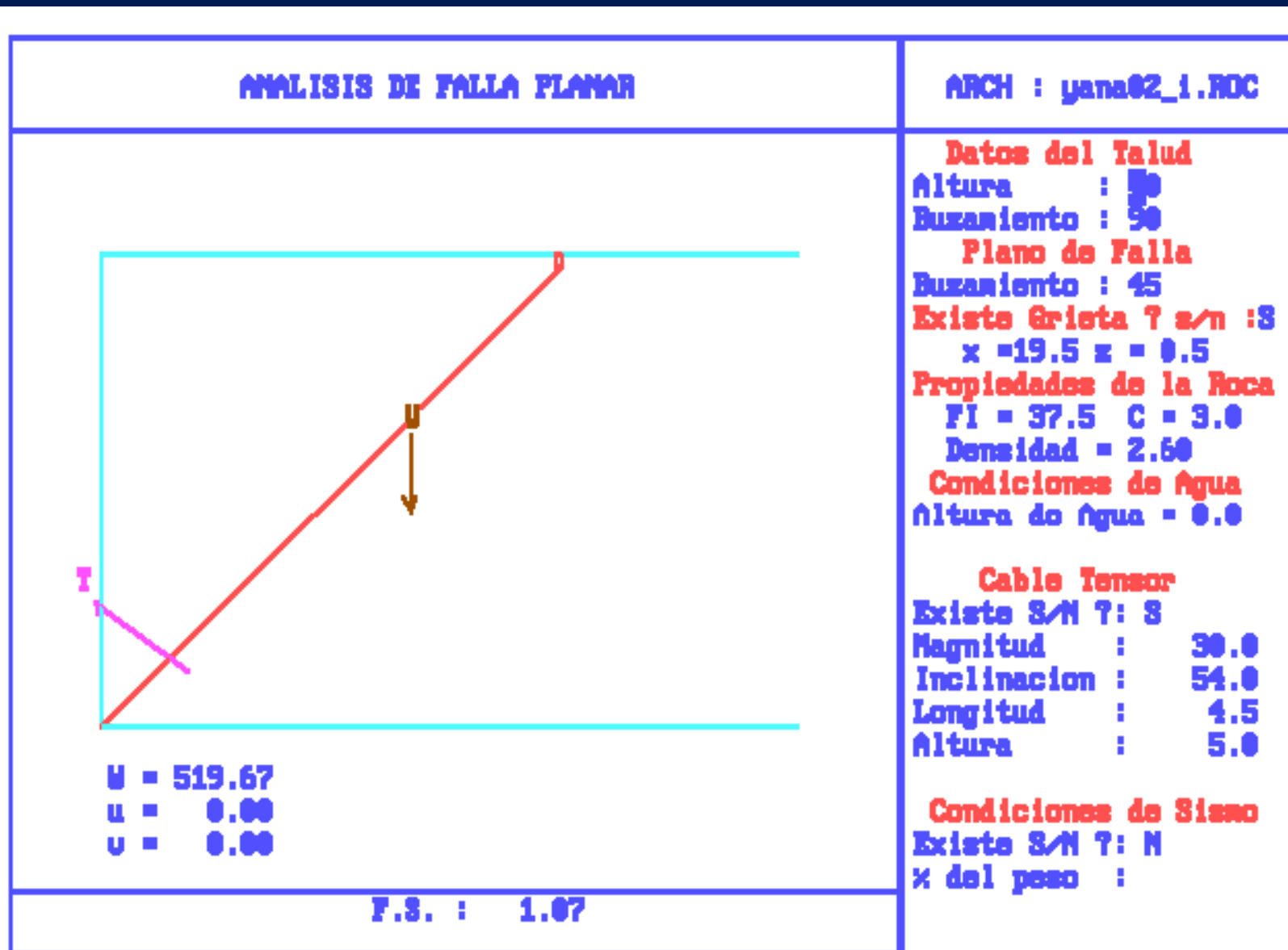
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES QUEBRADA YANANGO

En base a los resultados obtenidos en la evaluación geomecánica se graficaron las familias de discontinuidades con el programa DIPS para identificar las distintas fallas existentes en la margen derecha e izquierda del puente.

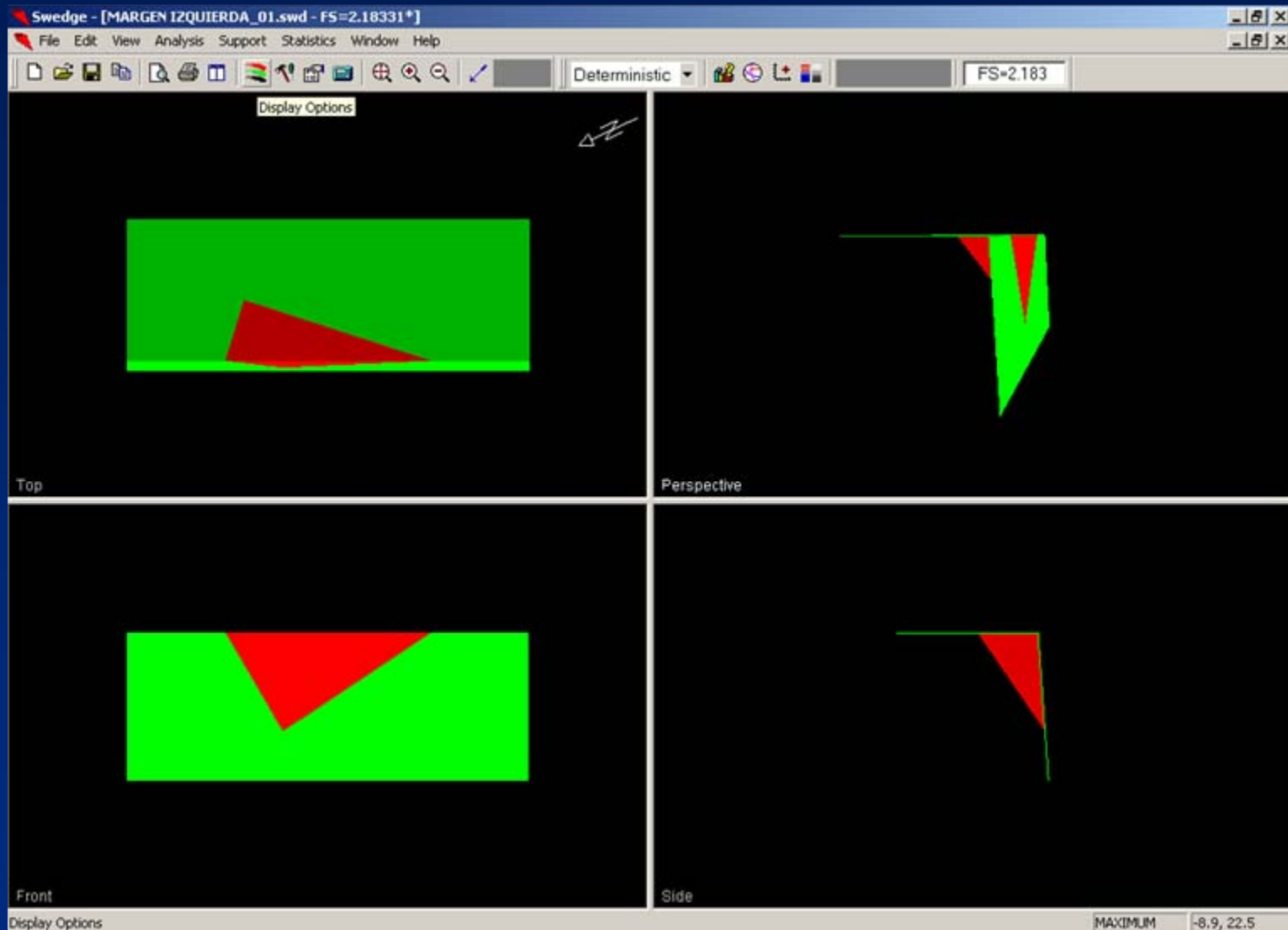
Las fallas existentes encontradas son del tipo planar y tipo cuña. En la falla planar los bloques de roca se deslizan a lo largo de un plano cuyo buzamiento es menor que el buzamiento del talud. La falla tipo cuña se forma al cruzar dos o más discontinuidades.

El análisis de estabilidad de cada una de las fallas encontradas se realizó mediante los programas de cómputo Planar y Swedge 4.0 (2004), este último desarrollado en base a la teoría propuesta por Hoek y Bray.

ANÁLISIS DE LA FALLA PLANAR EN LA MARGEN IZQUIERDA – ZONA II UTILIZANDO EL PROGRAMA PLANAR

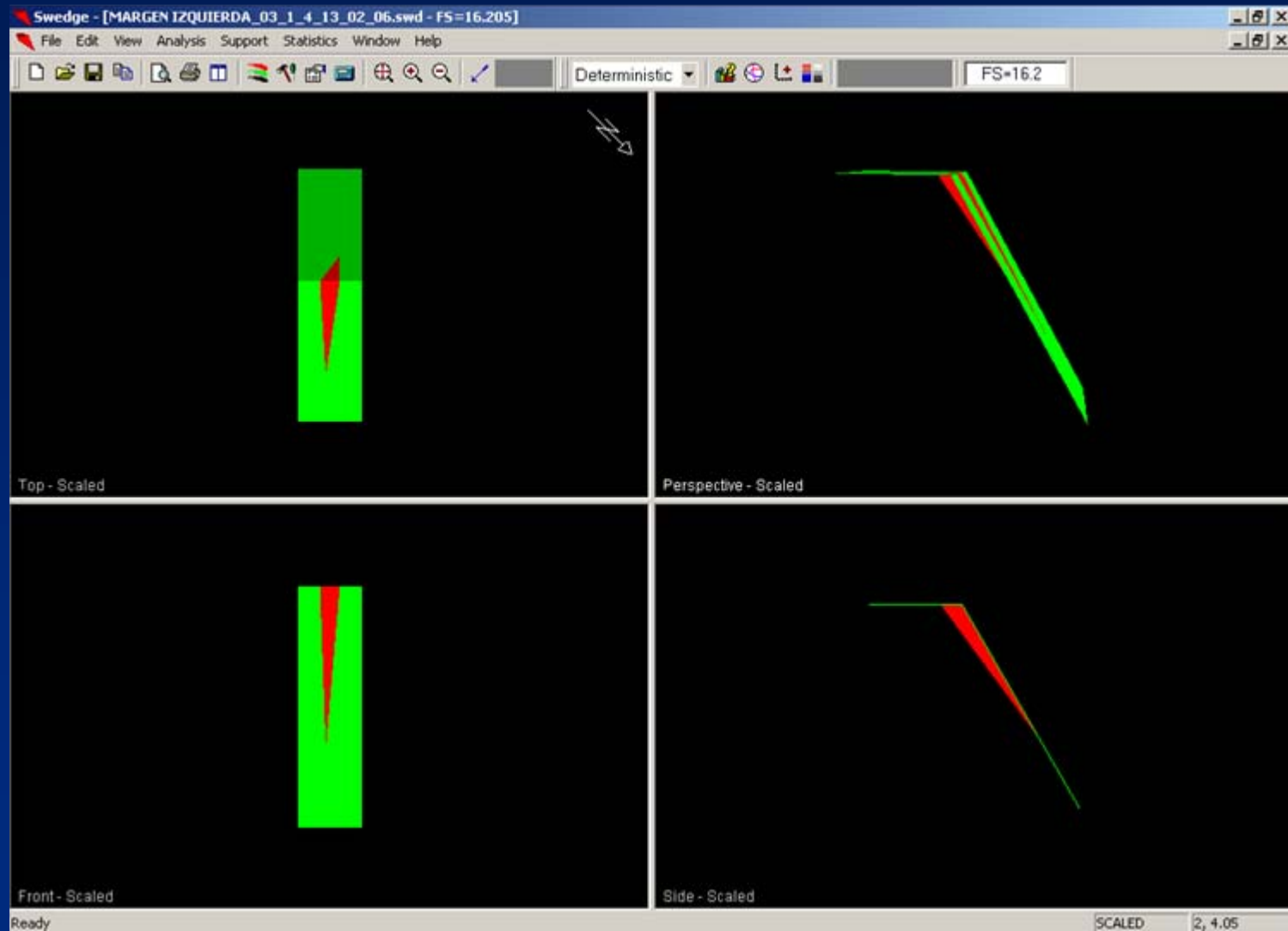


ANÁLISIS DE LA CUÑA MARGEN IZQUIERDA ZONA I (FS=2.18) PROGRAMA SWEDGE



ANÁLISIS DE LA CUÑA MARGEN IZQUIERDA ZONA III (FS=16.2)

PROGRAMA SWEDGE



MARGEN IZQUIERDA YANANGO

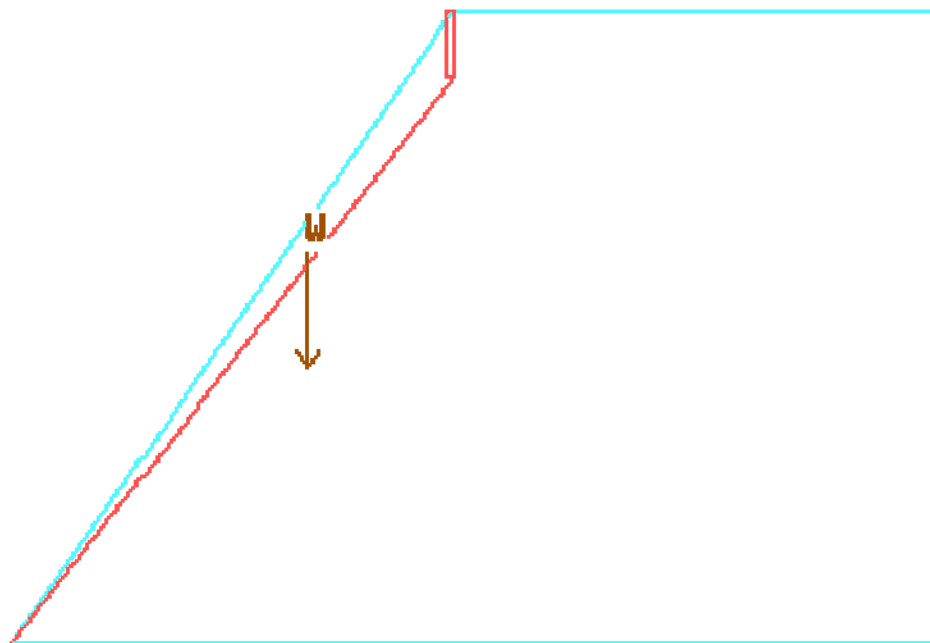
Zona I: Existe una falla tipo cuña que se origina debido a la intersección de dos discontinuidades cuyas direcciones de buzamiento y buzamiento son $222^{\circ}/60^{\circ}$ y $313^{\circ}/62^{\circ}$. Según el análisis de estabilidad de la falla, realizado con el programa Swedge, la zona es estable con un FS de 2.18, no siendo necesario realizar alguna medida de estabilización.

Zona II: Existe una falla tipo planar debido a la presencia de una familia de discontinuidades con buzamiento 45° y 185° de dirección de buzamiento. Según el análisis de estabilidad de la falla realizado con el programa Planar la zona es inestable, motivo por el cual se tendrá que colocar pernos de 1" de diámetro en acero 60, con límite de fluencia de 4220 Kg/cm^2 , capacidad de carga de 30 Ton y una longitud de 4.50 m, espaciados cada 2.60 m a una altura de 5.0 m.

Zona III: Existe una falla tipo cuña originada por la intersección de dos discontinuidades cuyas direcciones de buzamiento y buzamiento son $353^{\circ}/69^{\circ}$ y $135^{\circ}/85^{\circ}$. Según el análisis de estabilidad la falla tipo cuña es estable con un factor de seguridad de 16.2.

ANÁLISIS DE LA FALLA PLANAR EN LA MARGEN DERECHA – ZONA I UTILIZANDO EL PROGRAMA PLANAR

ANALISIS DE FALLA PLANAR



W = 38.10
u = 0.00
v = 0.00

F.S. : 2.82

ARCH : yana01_d.ROC

Datos del Talud

Altura : 20

Buzamiento : 55

Plano de Falla

Buzamiento : 52

Existe Grieta ? s/n : S

x = 14.1 z = 2.0

Propiedades de la Roca

FI = 34.5 C = 3.0

Densidad = 2.60

Condiciones de Agua

Altura de Agua = 0.0

Cable Tensor

Existe S/N ? : N

Magnitud :

Inclinacion :

Longitud :

Altura :

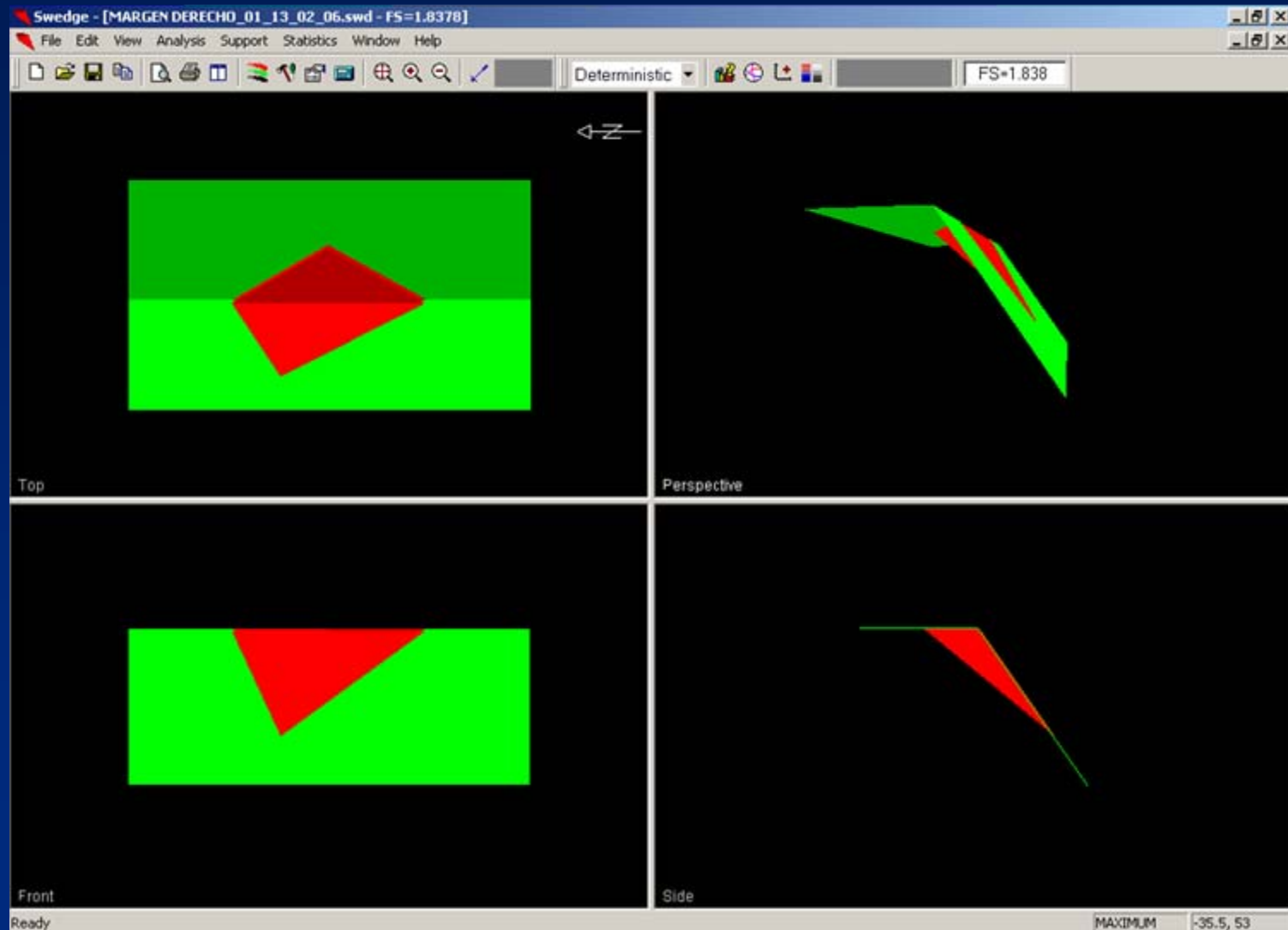
Condiciones de Sismo

Existe S/N ? : N

% del peso :

ANÁLISIS DE LA CUÑA MARGEN DERECHA ZONA I (FS=1.83)

PROGRAMA SWEDGE



MARGEN DERECHA YANANGO

Se encontró la presencia de dos fallas, una del tipo planar y la otra de tipo cuña. La falla tipo planar se debe a la presencia de una familia de discontinuidades con buzamiento de 52° y dirección de buzamiento de 268° . La falla tipo cuña se origina debido a la intersección de dos discontinuidades cuyas direcciones de buzamiento y buzamiento son $299^\circ/38^\circ$ y $240^\circ/50^\circ$. Según el análisis de estabilidad de las fallas, realizado con los programas Planar y Swedge respectivamente, la zona es estable con un FS de 2.02 para la falla planar y de 1.83 para la falla de cuña.

DISEÑO DE ANCLAJES

PUENTE YANANGO

Para el cálculo del sistema de anclajes a utilizar en el sostenimiento del puente provisional Yanango se han considerado anclajes de roca compuestos por 8 torones 0.6" St 1570 DYW/DAG, con una carga última de 1982 KN y una carga de trabajo de 991 KN. Debido a que el tipo de roca que se encuentra en la zona está influenciado en gran medida por las discontinuidades existentes, se han considerado los valores de esfuerzo de adherencia permisible de 13.0, 14.0 y 15.0 Kg/cm², los que se encuentra en el rango de valores para las rocas blandas.

En la construcción se han colocado 6 anclajes en la roca en cada margen, de 21 m de longitud de bulbo adherido de 7 m y en la superficie se ha colocado una viga de repartición sobre la que se efectuó el tensionamiento de los anclajes y en la que se sujetan los fiadores del puente.

La resistencia del anclaje está gobernada por la resistencia de jalado de la parte anclada y la elongación del anclaje. Cuando se aplica una fuerza de jalado a un anclaje localizado en el terreno con una resistencia relativamente grande, como la roca basal, ocurrirá

$$T = \pi D(I - I_d)\tau$$

- τ = Resistencia cortante de jalado entre el terreno y la parte principal del anclaje (Kg/cm²)
- T = Fuerza resistente de tensión última del anclaje (Kg)
- D = Diámetro de la parte principal del anclaje (cm)
- I = Longitud total del anclaje (cm)
- I_d = Longitud de la parte no anclada (cm)

El valor de τ debe determinarse mediante un ensayo de jalado en el terreno, siendo mayor que 15 a 25 kg/cm² para roca dura y de 5 a 15 Kg/cm² para roca blanda y roca meteorizada.

SISTEMAS DE ANCLAJE USANDO BARRAS Y CORDONES

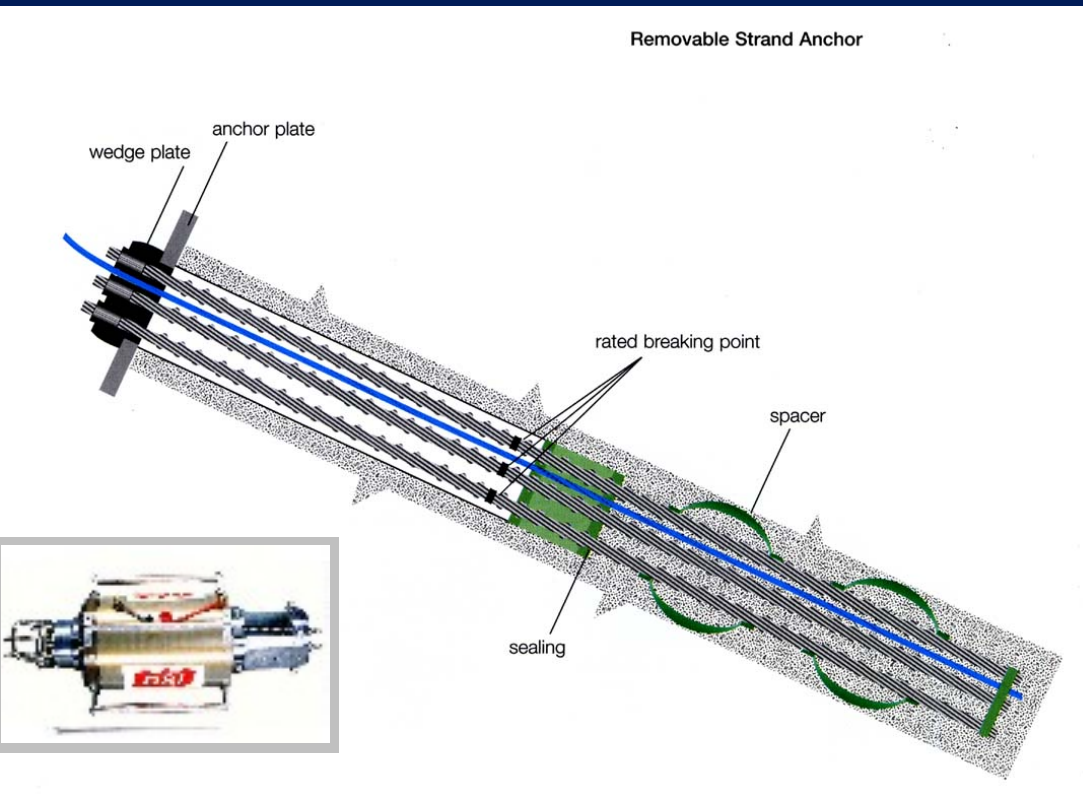


Anclaje de Cordones Múltiples:

2-90 strands 0.6 " ; 0.62" St 1570/1770

2-90 strands 0.6 " ; 0.62" St 1670/1860

ANCLAJES REMOVIBLES



Anclajes Removibles de Cordones Múltiples:

2-8 strands 0,6 " ; 0,62" St 1570/1770



2-8 strands 0,6 " ; 0,62" St 1670/1860

DIMENSIONAMIENTO DE ANCLAJES

PROYECTO : DISEÑO DE ANCLAJES FIJADORES DEL PUENTE YANANGO
MARGEN IZQUIERDA
ZONA : CARRETERA TARMA-LA MERCED, CHANCHAMAYO, JUNÍN

CARACTERÍSTICAS DEL ANCLAJE

Diámetro de la excavación	12.30 cm
Resistencia última	202038.74 Kg
Carga de trabajo	101019.37 Kg 990.66 kN

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO

La longitud de empotramiento se calcula mediante la siguiente relación :

$$L_e = \frac{E_p}{\pi d \tau} FS$$

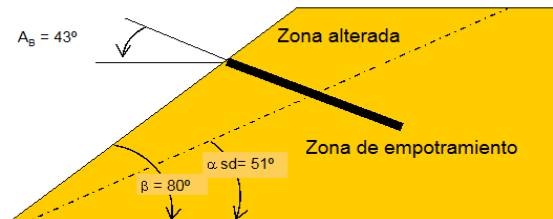
Donde :

Esfuerzo de adherencia permisible
Factor de seguridad
Longitud de empotramiento

τ : 13 Kg/cm²
FS : 2
Le : 4.02 m

CÁLCULO DE LA LONGITUD DEL ANCLAJE EN ZONA ALTERADA

Ángulo del talud	$\beta = 80^\circ$
Ángulo de superficie deslizamiento.	$\alpha_{sd} = 51^\circ$
Ángulo de fricción superficie de deslizamiento	$\phi = 40^\circ$
Altura de ubicación de anclaje	15.0 m
Longitud de anclaje en zona alterada	$L_a : 7.29$ m



LONGITUD TOTAL DEL ANCLAJE

Está definida por la siguiente ecuación:

$$L_t = L_e + L_a$$

Reemplazando valores se obtiene:
Longitud total del anclaje

$L_t = 11.31$ m

Longitud total del anclaje asumido

$L_t = 20.00$ m

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ángulo de colocación del anclaje c/r a la horizontal

$A_B = 43^\circ$

Diámetro mínimo de perforación del taladro

Dexc = 12.3 cm

RESUMEN:

Las características del anclaje a utilizar serán las siguientes:

- Usar perforación de 12.3 cm de diámetro
- Anclaje 8 torones 0.62" St 1770 DYWIDAG, de Carga de Trabajo 106 Ton
- Longitud Total de anclaje $L_t = 20$ m, Longitud de Empotramiento $L_e = 5.0$ m
- El espaciamiento entre anclajes será de 1.20 metros

**DISEÑO DE ANCLAJES DE SOSTENIMIENTO
DEL PUENTE YANANGO
MARGEN IZQUIERDA**

Esfuerzo de Adherencia Permisible = 13 Kg/cm²

DIMENSIONAMIENTO DE ANCLAJES

PROYECTO : DISEÑO DE ANCLAJES FIJADORES DEL PUENTE YANANGO
MARGEN IZQUIERDA
ZONA : CARRETERA TARMA-LA MERCED, CHANCHAMAYO, JUNÍN

CARACTERÍSTICAS DEL ANCLAJE

Diámetro de la excavación	12.30 cm
Resistencia última	202038.74 Kg
Carga de trabajo	101019.37 Kg
	990.66 kN

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO

La longitud de empotramiento se calcula mediante la siguiente relación :

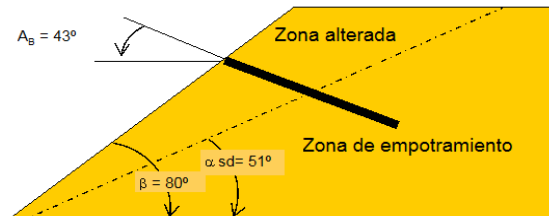
$$L_e = \frac{E_p}{\pi d \tau} FS$$

Donde :

Esfuerzo de adherencia permisible	τ :	14 Kg/cm ²
Factor de seguridad	FS :	2
Longitud de empotramiento	Le :	3.73 m

CÁLCULO DE LA LONGITUD DEL ANCLAJE EN ZONA ALTERADA

Ángulo del talud	β =	80 °
Ángulo de superficie deslizamiento.	α_{sd} =	51 °
Ángulo de fricción superficie de deslizamiento	ϕ =	40 °
Altura de ubicación de anclaje		15.0 m
Longitud de anclaje en zona alterada	L_a :	7.29 m



LONGITUD TOTAL DEL ANCLAJE

Está definida por la siguiente ecuación:

$$L_t = L_e + L_a$$

Reemplazando valores se obtiene:

Longitud total del anclaje	L_t =	11.02 m
----------------------------	---------	---------

Longitud total del anclaje asumido

$$L_t = 20.00 \text{ m}$$

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ángulo de colocación del anclaje c/r a la horizontal

$$A_B = 43^\circ$$

Diámetro mínimo de perforación del taladro

$$D_{exc} = 12.3 \text{ cm}$$

RESUMEN:

Las características del anclaje a utilizar serán las siguientes:

- Usar perforación de 12.3 cm de diámetro
- Anclaje 8 torones 0.62" St 1770 DYWIDAG, de Carga de Trabajo 106 Ton
- Longitud Total de anclaje L_t = 20 m, Longitud de Empotramiento L_e = 5.0 m
- El espaciamiento entre anclajes será de 1.20 metros

DISEÑO DE ANCLAJES DE SOSTENIMIENTO DEL PUENTE YANANGO MARGEN IZQUIERDA

Esfuerzo de Adherencia Permisible = 14 Kg/cm²

DIMENSIONAMIENTO DE ANCLAJES

PROYECTO : DISEÑO DE ANCLAJES FIJADORES DEL PUENTE YANANGO
MARGEN IZQUIERDA
ZONA : CARRETERA TARMA-LA MERCED, CHANCHAMAYO, JUNÍN

CARACTERÍSTICAS DEL ANCLAJE

Diámetro de la excavación	12.30 cm
Resistencia última	202038.74 Kg
Carga de trabajo	101019.37 Kg
	990.66 kN

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO

La longitud de empotramiento se calcula mediante la siguiente relación :

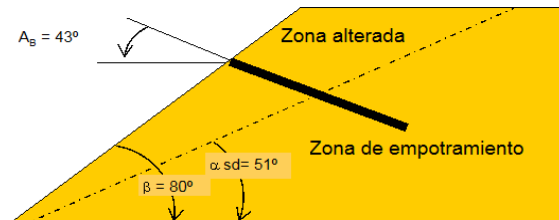
$$L_e = \frac{E_p}{\pi d \tau} FS$$

Donde :

Esfuerzo de adherencia permisible	τ :	15 Kg/cm ²
Factor de seguridad	FS :	2
Longitud de empotramiento	Le :	3.49 m

CÁLCULO DE LA LONGITUD DEL ANCLAJE EN ZONA ALTERADA

Ángulo del talud	β =	80 °
Ángulo de superficie deslizamiento.	α_{sd} =	51 °
Ángulo de fricción superficie de deslizamiento	ϕ =	40 °
Altura de ubicación de anclaje		15.0 m
Longitud de anclaje en zona alterada	L_a :	7.29 m



LONGITUD TOTAL DEL ANCLAJE

Está definida por la siguiente ecuación:

$$L_t = L_e + L_a$$

Reemplazando valores se obtiene:

Longitud total del anclaje	L_t =	10.78 m
----------------------------	---------	---------

Longitud total del anclaje asumido

$$L_t = 20.00 \text{ m}$$

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ángulo de colocación del anclaje c/r a la horizontal

$$A_B = 43^\circ$$

Diámetro mínimo de perforación del taladro

$$D_{exc} = 12.3 \text{ cm}$$

RESUMEN:

Las características del anclaje a utilizar serán las siguientes:

- Usar perforación de 12.3 cm de diámetro
- Anclaje 8 torones 0.62" St 1770 DYWIDAG, de Carga de Trabajo 106 Ton
- Longitud Total de anclaje $L_t = 20$ m, Longitud de Empotramiento $L_e = 5.0$ m
- El espaciamiento entre anclajes será de 1.20 metros

DISEÑO DE ANCLAJES DE SOSTENIMIENTO DEL PUENTE YANANGO MARGEN IZQUIERDA

Esfuerzo de Adherencia Permisible = 15 Kg/cm²

DIMENSIONAMIENTO DE ANCLAJES

PROYECTO : DISEÑO DE ANCLAJES FIJADORES DEL PUENTE YANANGO
MARGEN DERECHA
ZONA : CARRETERA TARMA-LA MERCED, CHANCHAMAYO, JUNÍN

CARACTERÍSTICAS DEL ANCLAJE

Diámetro de la excavación	12.30 cm
Resistencia última	202038.74 Kg
Carga de trabajo	101019.37 Kg 990.66 kN

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO

La longitud de empotramiento se calcula mediante la siguiente relación :

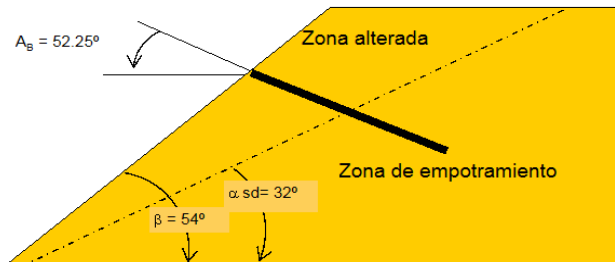
$$L_e = \frac{E_p}{\pi d \tau} FS$$

Donde :

Esfuerzo de adherencia permisible	τ :	13 Kg/cm ²
Factor de seguridad	FS :	2
Longitud de empotramiento	Le :	4.02 m

CÁLCULO DE LA LONGITUD DEL ANCLAJE EN ZONA ALTERADA

Ángulo del talud	β =	54 °
Ángulo de superficie deslizamiento.	α_{sd} =	32 °
Ángulo de fricción superficie de deslizamiento	ϕ =	34.5 °
Altura de ubicación de anclaje		10.0 m
Longitud de anclaje en zona alterada	L_a :	3.77 m



LONGITUD TOTAL DEL ANCLAJE

Está definida por la siguiente ecuación:

$$L_t = L_e + L_a$$

Reemplazando valores se obtiene:

Longitud total del anclaje	L_t =	7.79 m
Longitud total del anclaje asumido	L_t =	15.00 m

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ángulo de colocación del anclaje c/r a la horizontal

$A_B = 52.25^\circ$

Diámetro mínimo de perforación del taladro

Dexc = 12.3 cm

RESUMEN:

Las características del anclaje a utilizar serán las siguientes:

- Usar perforación de 12.3 cm de diámetro
- Anclaje 8 torones 0.60" St 1570 DYWIDAG, de Carga de Trabajo 101 Ton
- Longitud Total de anclaje L_t = 15 m, Longitud de Empotramiento L_e = 5.0 m
- El espaciamiento entre anclajes será de 1.20 metros

DISEÑO DE ANCLAJES DE SOSTENIMIENTO DEL PUENTE YANANGO MARGEN DERECHA

Esfuerzo de Adherencia Permisible = 13 Kg/cm²

DIMENSIONAMIENTO DE ANCLAJES

PROYECTO : DISEÑO DE ANCLAJES FIJADORES DEL PUENTE YANANGO
MARGEN DERECHA
ZONA : CARRETERA TARMA-LA MERCED, CHANCHAMAYO, JUNÍN

CARACTERÍSTICAS DEL ANCLAJE

Diámetro de la excavación	12.30 cm
Resistencia última	202038.74 Kg
Carga de trabajo	101019.37 Kg 990.66 kN

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO

La longitud de empotramiento se calcula mediante la siguiente relación :

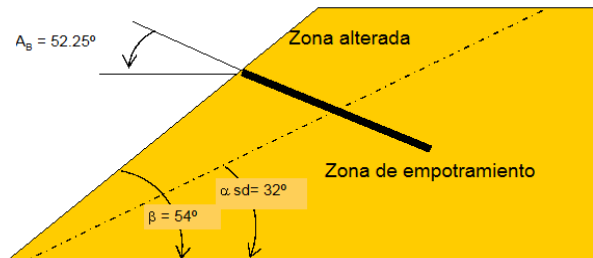
$$L_e = \frac{E_p}{\pi d \tau} FS$$

Donde :

Esfuerzo de adherencia permisible	τ :	14 Kg/cm ²
Factor de seguridad	FS :	2
Longitud de empotramiento	Le :	3.73 m

CÁLCULO DE LA LONGITUD DEL ANCLAJE EN ZONA ALTERADA

Ángulo del talud	$\beta =$	54 °
Ángulo de superficie deslizamiento.	$\alpha_{sd} =$	32 °
Ángulo de fricción superficie de deslizamiento	$\phi =$	34.5 °
Altura de ubicación de anclaje		10.0 m
Longitud de anclaje en zona alterada	$L_a :$	3.77 m



LONGITUD TOTAL DEL ANCLAJE

Está definida por la siguiente ecuación:

$$L_t = L_e + L_a$$

Reemplazando valores se obtiene:

Longitud total del anclaje	$L_t =$	7.50 m
Longitud total del anclaje asumido	$L_t =$	15.00 m

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ángulo de colocación del anclaje c/r a la horizontal	$A_B =$	52.25 °
Diámetro mínimo de perforación del taladro	$D_{exc} =$	12.3 cm

RESUMEN:

Las características del anclaje a utilizar serán las siguientes:

- Usar perforación de 12.3 cm de diámetro
- Anclaje 8 torones 0.60" St 1570 DYWIDAG, de Carga de Trabajo 101 Ton
- Longitud Total de anclaje $L_t = 15$ m, Longitud de Empotramiento $L_e = 5.0$ m
- El espaciamiento entre anclajes será de 1.20 metros

DISEÑO DE ANCLAJES DE SOSTENIMIENTO DEL PUENTE YANANGO MARGEN DERECHA

Esfuerzo de Adherencia Permisible = 14 Kg/cm²

DIMENSIONAMIENTO DE ANCLAJES

PROYECTO : DISEÑO DE ANCLAJES FIJADORES DEL PUENTE YANANGO
MARGEN DERECHA
ZONA : CARRETERA TARMA-LA MERCED, CHANCHAMAYO, JUNÍN

CARACTERÍSTICAS DEL ANCLAJE

Diámetro de la excavación	12.30 cm
Resistencia última	202038.74 Kg
Carga de trabajo	101019.37 Kg 990.66 kN

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO

La longitud de empotramiento se calcula mediante la siguiente relación :

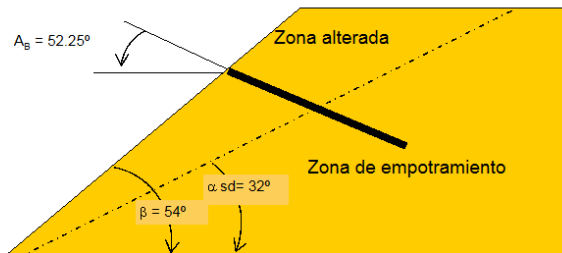
$$L_e = \frac{E_p}{\pi d \tau} FS$$

Donde :

Esfuerzo de adherencia permisible	τ :	15 Kg/cm ²
Factor de seguridad	FS :	2
Longitud de empotramiento	Le :	3.49 m

CÁLCULO DE LA LONGITUD DEL ANCLAJE EN ZONA ALTERADA

Ángulo del talud	β =	54 °
Ángulo de superficie deslizamiento.	α_{sd} =	32 °
Ángulo de fricción superficie de deslizamiento	ϕ =	34.5 °
Altura de ubicación de anclaje		10.0 m
Longitud de anclaje en zona alterada	L_a :	3.77 m



LONGITUD TOTAL DEL ANCLAJE

Está definida por la siguiente ecuación:

$$L_t = L_e + L_a$$

Reemplazando valores se obtiene:

Longitud total del anclaje	L_t =	7.25 m
Longitud total del anclaje asumido	L_t =	15.00 m

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ángulo de colocación del anclaje c/r a la horizontal

$A_B = 52.25^\circ$

Diámetro mínimo de perforación del taladro

Dexc = 12.3 cm

RESUMEN:

Las características del anclaje a utilizar serán las siguientes:

- Usar perforación de 12.3 cm de diámetro
- Anclaje 8 torones 0.60" St 1570 DYWIDAG, de Carga de Trabajo 101 Ton
- Longitud Total de anclaje $L_t = 15$ m, Longitud de Empotramiento $L_e = 5.0$ m
- El espaciamiento entre anclajes será de 1.20 metros

**DISEÑO DE ANCLAJES DE SOSTENIMIENTO
DEL PUENTE YANANGO
MARGEN DERECHA**

Esfuerzo de Adherencia Permisible = 15 Kg/cm²



CONSTRUCCIÓN DEL FIADOR DERECHO DEL PUENTE PROVISIONAL (2006)



CONSTRUCCIÓN DEL FIADOR IZQUIERDO DEL PUENTE PROVISIONAL (2006)



DETALLE ANCLAJE DE FIADORES

DETALLE VIGA DE ANCLAJE





PTE YANANGO
CARGA MAXIMA 36 TNS
LONGITUD 107 MTS

220

VISTA DE MARGEN DERECHA DE QUEBRADA YANANGO (FEB. 2007)



DETALLE DE CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJES – MARGEN DERECHA QUEBRADA YANANGO (FEB. 2007)



VISTA DE MARGEN IZQUIERDA QUEBRADA YANANGO (FEB. 2007)



**DETALLE DE CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJES – MARGEN IZQUIERDA
QUEBRADA YANANGO (FEB. 2007)**



ZONA DE DERRUMBE MARGEN IZQUIERDA



VISTA PANORÁMICA PUENTE COLGANTE PROVISIONAL YANANGO (2007)

