

ANEJO Nº2 CÁLCULO DE ESTABILIDAD

ÍNDICE

1.- OBJETO

2.- METODOLOGÍA EMPLEADA

3.- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MACIZO ROCOSO

3.1.- SECTOR 1

3.2.- SECTOR 3 Y 4

3.3.- SECTOR 12

4.- SOLUCIONES ADOPTADAS

4.1.- SECTOR 1

4.2.- SECTOR 3 Y 4

4.3.- SECTOR 12

ANEXO I: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD. RESULTADOS

CÁLCULO DE ESTABILIDAD: SECTOR 1

CÁLCULO DE ESTABILIDAD: SECTOR 3 Y 4

CÁLCULO DE ESTABILIDAD: SECTOR 12

1.- OBJETO

En el presente documento se analiza la estabilidad de los taludes existentes en las laderas de Pasai Donibane, y se describen y justifican las soluciones empleadas a los taludes que presentes fenómenos de inestabilidad de ladera.

2.- METODOLOGÍA EMPLEADA

Para poder dar respuesta a los fenómenos de inestabilidad posibles en el talud del terreno existente, se van a seguir los siguientes pasos.

Primero, se analiza la estabilidad del talud en su composición original, teniendo en cuenta el buzamiento de los planos de estratificación y las principales familias de juntas existentes en el macizo. De esta manera, se obtiene un factor de seguridad respecto a la caída de cuñas de roca, que será, en última instancia, el que indique la necesidad de ejecutar una medida de estabilización en el talud.

Una vez realizado este primer análisis, se calcula y comprueba la solución planteada en cada caso, constatándose la estabilidad del talud, con la nueva disposición del mismo.

3.- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MACIZO ROCOSO

Se presenta a continuación el análisis de estabilidad del macizo rocoso de los sectores:

- ✓ Sector 1
- ✓ Sectores 3 y 4
- ✓ Sector 12

3.1.- SECTOR 1

Se analizan dos (2) situaciones con posibilidad de inestabilidad:

- a. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2
- b. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2b

Datos de partida:

Datos del plano E (estratificación):

- ✓ Cohesión nula
- ✓ Fricción 22º

Datos de los planos J2 y J2b (juntas):

- ✓ Cohesión nula
- ✓ Fricción 30°

Fuerzas externas:

- ✓ Se considera una presión hidrostática con un llenado del 50% de agua en las diaclasas

Datos del talud:

- ✓ Ángulo del talud 71°
- ✓ Ángulo de la parte superior del talud 35°. En caso de no formarse cuñas por ser muy vertical el talud, y por tanto la intersección no alcanzaría la superficie del talud, se analizan una situación con un ángulo menor.
- ✓ Anchura de banco (limitación para el tamaño de cuñas) igual a 15 m

A. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2

El ángulo de la parte superior del talud debe ser inferior a 25 ° para permitir que se formen cuñas. Con un ángulo de 24 ° se forman cuñas inestables ($F.S. < 1$) muy pequeñas (≈ 1 t) con una geometría muy esbelta, de difícil formación. Para un ángulo de 22° se forman cuñas de 16 t con un $F.S. = 1,5$, que es estable. Conforme disminuye el ángulo de la parte superior del talud aumenta el peso de la cuña, pero también la estabilidad. (Ver el listado obtenido en Anexo I: Análisis de taludes. Resultados.)

B. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2b

Para el talud dado, con 35° de inclinación en la cara superior, se forman cuñas inestables, con un $F.S. = 0,68$ y de 193 t de peso.

Existe riesgo de desprendimiento que dependerá de la continuidad de las juntas, si se encuentran selladas a lo largo de su continuidad, la rugosidad, presencia de agua, relleno, etc..., factores que pueden hacer variar las condiciones de partida que se han supuesto, y por ello pueden encontrarse en equilibrio límite. Tal y como se ha observado, la morfología de la ladera indica que se han producido desprendimientos tipo cuña por la conjugación de los planos E-J2b.

3.2.- SECTOR 3 Y 4

Se analizan seis (6) situaciones con posibilidad de inestabilidad:

- a. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2
- b. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2b
- c. Cuñas a través de la intersección entre juntas:
 - J1 y J2
 - J1 y J2b
 - J1b y J2
 - J1b y J2b

Datos de partida:

Datos del plano E (estratificación):

- ✓ Cohesión nula
- ✓ Fricción 22°

Datos de los planos J2 y J2b (juntas):

- ✓ Cohesión nula
- ✓ Fricción 30°

Fuerzas externas:

- ✓ Se considera una presión hidrostática con un llenado del 50% de agua en las diaclasas

Datos del talud:

- ✓ Ángulo del talud 71°
- ✓ Ángulo de la parte superior del talud 35°. En caso de no formarse cuñas por ser muy vertical el talud, y por tanto la intersección no alcanzaría la superficie del talud, se analizan una situación con un ángulo menor.
- ✓ Anchura de banco (limitación para el tamaño de cuñas) igual a 15 m

A. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2

El ángulo de la parte superior del talud debe ser inferior a 21° para permitir que se formen cuñas. Con un ángulo de 20° se forman cuñas en equilibrio ($F.S.=1,15$) muy pequeñas ($\approx 0,004 \text{ t}$) con una geometría muy esbelta, de difícil formación. Para un ángulo superior de 15° se forman cuñas de $0,3 \text{ t}$ con un $F.S.> 4$, que es estable. Conforme disminuye el ángulo de la parte superior del talud aumenta el peso de la cuña pero también la estabilidad. (Ver el listado obtenido en Anexo I: Análisis de taludes. Resultados.)

B. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2b

Para el talud dado, con 35° de inclinación en la cara superior, se forman cuñas inestables, con un $F.S. = 0,36$ y de $6,58 \text{ t}$ de peso (se ha limitado a una continuidad máxima de la junta igual a 20 m sobre la superficie superior del talud).

Existe riesgo de desprendimiento que dependerá de la continuidad de las juntas, si éstas se encuentran selladas a lo largo de su continuidad, la rugosidad, presencia de agua, relleno, etc..., factores que pueden hacer variar las condiciones de partida que se han supuesto, y por ello pueden encontrarse en equilibrio límite. En el campo no se ha observado cicatrices de posibles cuñas desprendidas, únicamente se ha constatado posibles pequeñas caídas en lugares concretos donde la estratificación se verticaliza. (Ver el listado obtenido en Anexo I: Análisis de taludes. Resultados.)

C. Cuñas a través de la intersección entre juntas

De todas las combinaciones de juntas que se puedan dar en el terreno, la más desfavorable es la intersección entre la junta J1b y la junta J2b.

Para el talud dado, con 35° de inclinación en la cara superior, se forman cuñas inestables, con un $F.S. = 0,57$ y de $15,75 \text{ t}$ de peso (se ha limitado a una continuidad máxima de la junta igual a 20 m sobre la superficie superior del talud).

Existe riesgo de desprendimiento que dependerá de la continuidad de las juntas, si éstas se encuentran selladas a lo largo de su continuidad, la rugosidad, presencia de agua, relleno, etc..., factores que pueden hacer variar las condiciones de partida que se han supuesto, y por ello pueden encontrarse en equilibrio límite. En el campo no se ha observado cicatrices de posibles cuñas desprendidas. Además, es muy compleja la formación de cuñas entre juntas, cuando la discontinuidad principal es la estratificación. (Ver el listado obtenido en Anexo I: Análisis de taludes. Resultados.)

3.3.- SECTOR 12

Se toma como válida la hipótesis de la misma disposición de juntas y planos de estratificación en la zona Este del sector como en la zona localizada de la zona Oeste.

Se analizan dos (2) situaciones con posibilidad de inestabilidad:

- a. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2
- b. Cuña a través de la intersección que forman los planos J1 y J2 (poco probable)

Datos de partida:

Datos del plano E (estratificación):

- ✓ Cohesión nula
- ✓ Fricción 22°

Datos de los planos J2 y J2b (juntas):

- ✓ Cohesión nula
- ✓ Fricción 30°

Fuerzas externas:

- ✓ Se considera una presión hidrostática con un llenado del 50% de agua en las diaclasas

Datos del talud:

- ✓ Ángulo del talud 71°
- ✓ Ángulo de la parte superior del talud 35°. En caso de no formarse cuñas por ser muy vertical el talud, y por tanto la intersección no alcanzaría la superficie del talud, se analizan una situación con un ángulo menor.
- ✓ Anchura de banco (limitación para el tamaño de cuñas) igual a 15 m

A. Cuñas a través de la intersección entre E y J2

Se forman cuñas inestables ($F.S. < 1$) deslizando a través de la junta J2 y por tanto muy pequeñas (dada la continuidad de las juntas), con una geometría muy esbelta. (Ver el listado obtenido en Anexo I: Análisis de

taludes. Resultados.)

B. Cuña a través de la intersección que forman los planos J1 y J2 (poco probable)

Para el talud dado, con 35° de inclinación en la cara superior, se forman cuñas inestables, con un F.S. = 0,27 y de 28 t de peso, limitando el ancho de la cuña a 4 m (sobredimensionado para el caso de juntas, dado que no presentan tanta continuidad, de 3,6 m y 8,6 en la cara del talud).

Existe riesgo de desprendimiento que dependerá de la continuidad de las juntas, si éstas se encuentran selladas a lo largo de su continuidad, la rugosidad, presencia de agua, relleno, etc..., factores que pueden hacer variar las condiciones de partida que se han supuesto, y por ello pueden encontrarse en equilibrio límite. En campo se ha observado desprendimientos de cuñas de reducidas dimensiones (inferiores a 1 t). (Ver el listado obtenido en Anexo I: Análisis de taludes. Resultados.)

4.- SOLUCIONES ADOPTADAS

4.1.- SECTOR 1

A. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2

Para F.S. < 1 se forman cuñas inestables muy pequeñas y de difícil formación. No se realiza ninguna actuación. (Ver el listado obtenido en Anexo I: Análisis de taludes. Resultados.)

B. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2b

Con las condiciones de partida que se han supuesto, se pretende estabilizar proporcionando una presión de 2 t/m² a las áreas vistas de la cuña, es decir sobre la cara del talud y sobre su parte superior, obteniéndose un F.S. = 1,50. (Ver el listado obtenido en Anexo I: Análisis de taludes. Resultados.)

4.2.- SECTOR 3 Y 4

A. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2

No se forman cuñas con un F.S. < 1. No se realiza ninguna medida de estabilización. (Ver el listado obtenido en Anexo I: Análisis de taludes. Resultados.)

B. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2b

Con las condiciones de partida que se han supuesto, se pretende estabilizar proporcionando una presión de 0,5 t/m² al área vista de la cuña sobre la cara del talud, con ello se obtiene un F.S. = 1,50. (Ver el listado obtenido

en Anexo I: Análisis de taludes. Resultados.)

C. Cuñas a través de la intersección entre juntas

Con las condiciones de partida que se han supuesto, si se aplica la estabilización propuesta en el caso de cuñas entre E y J2, es decir proporcionando una presión de 0,5 t/m² al área vista de la cuña sobre la cara del talud, se obtiene un F.S. = 1,20, que teniendo en cuenta las condiciones que se han supuesto (continuidad de 20 m en junta, intersección entre cuñas...) se puede considerar válido. (Ver el listado obtenido en Anexo I: Análisis de taludes. Resultados.)

4.3.- SECTOR 12

A. Cuñas a través de la intersección entre E y J2

Con las condiciones de partida que se ha supuesto, se pretende estabilizar colocando anclajes de 20 t sobre las áreas vistas de la cuña (≈ 25 m² de superficie), es decir, sobre la cara del talud. Con ello se obtiene un FS = 1,72. (Ver el listado obtenido en Anexo I: Análisis de taludes. Resultados.)

B. Cuña a través de la intersección que forman los planos J1 y J2 (poco probable)

Con las condiciones de partida que se han supuesto, se pretende estabilizar con una fuerza externa (bulón) de 30 t por cuña, aplicada sobre la cara del talud (área de la cuña en la cara del talud igual a 14,8 m²), con ello se obtiene un F.S. = 1,60. (Ver el listado obtenido en Anexo I: Análisis de taludes. Resultados.)

ANEXO I: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD. RESULTADOS

CÁLCULO DE ESTABILIDAD: SECTOR 1

ANEJO Nº 2: CÁLCULO DE ESTABILIDAD

-

A continuación, se recoge el listado obtenido del programa informático SWEDGE para este último caso, junto con las salidas gráficas que proporciona.

A. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2

Estado inicial

Swedge Analysis Information

Document Name:
SECTOR 1 E-J2.swd

Job Title:
SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic
Safety Factor=1.58367
Wedge height(on slope)=1.01696 m
Wedge width(on upper face)=15 m
Wedge volume=6.62676 m³
Wedge weight=15.9042 tonnes
Wedge area (joint1)=18.0546 m²
Wedge area (joint2)=14.7963 m²
Wedge area (slope)=1.75611 m²
Wedge area (upper face)=24.4912 m²
Normal force (joint1)=3.64391 tonnes
Normal force (joint2)=10.81 tonnes
Driving force=4.02045 tonnes
Resisting force=6.36708 tonnes

Water Pressures/Forces:
Average pressure on fissures=0.138251 tonnes/m²
Water force on joint1=2.49606 tonnes
Water force on joint2=2.0456 tonnes

Failure Mode:
Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:
plunge=14.6427 deg, trend=279.15 deg
length=26.2511 m

Trace Lengths:
Joint1 on slope face=1.40242 m
Joint2 on slope face=2.59855 m
Joint1 on upper face=26.5601 m
Joint2 on upper face=23.9364 m

Maximum Persistence:
Joint1=26.5601 m
Joint2=26.2511 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 105.471 deg
J1&Crest on slope face = 50.0789 deg
J1&Crest on upper face = 34.3854 deg
J2&Crest on slope face = 24.4505 deg
J2&Crest on upper face = 141.196 deg
J1&2 on upper face = 4.41879 deg

Joint Set 1 Data:

dip=56 deg, dip direction=359 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=20 deg

Joint Set 2 Data:

dip=27 deg, dip direction=220 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=25 deg

Slope Data:

dip=71 deg, dip direction=335 deg slope
height=40 meters
bench width=15 meters
rock unit weight=2.4 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO Tension
crack=NO

Upper Face Data:

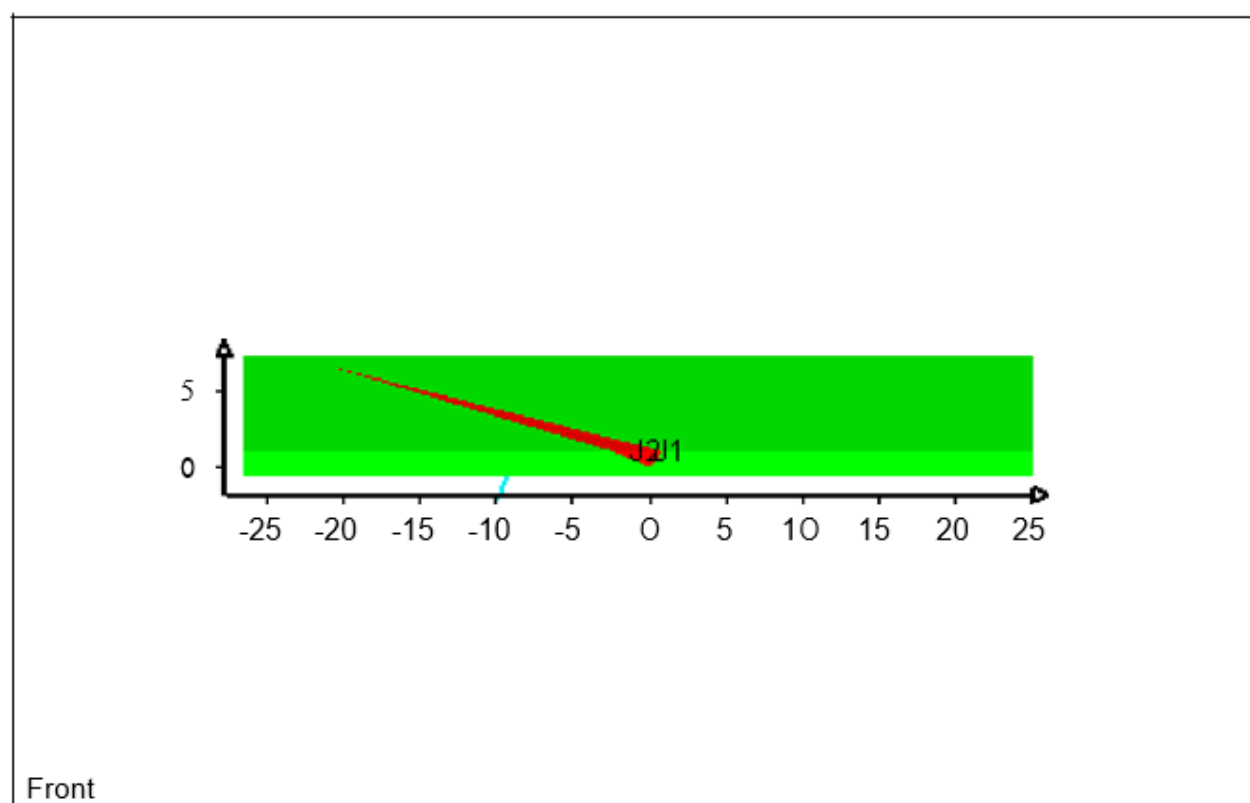
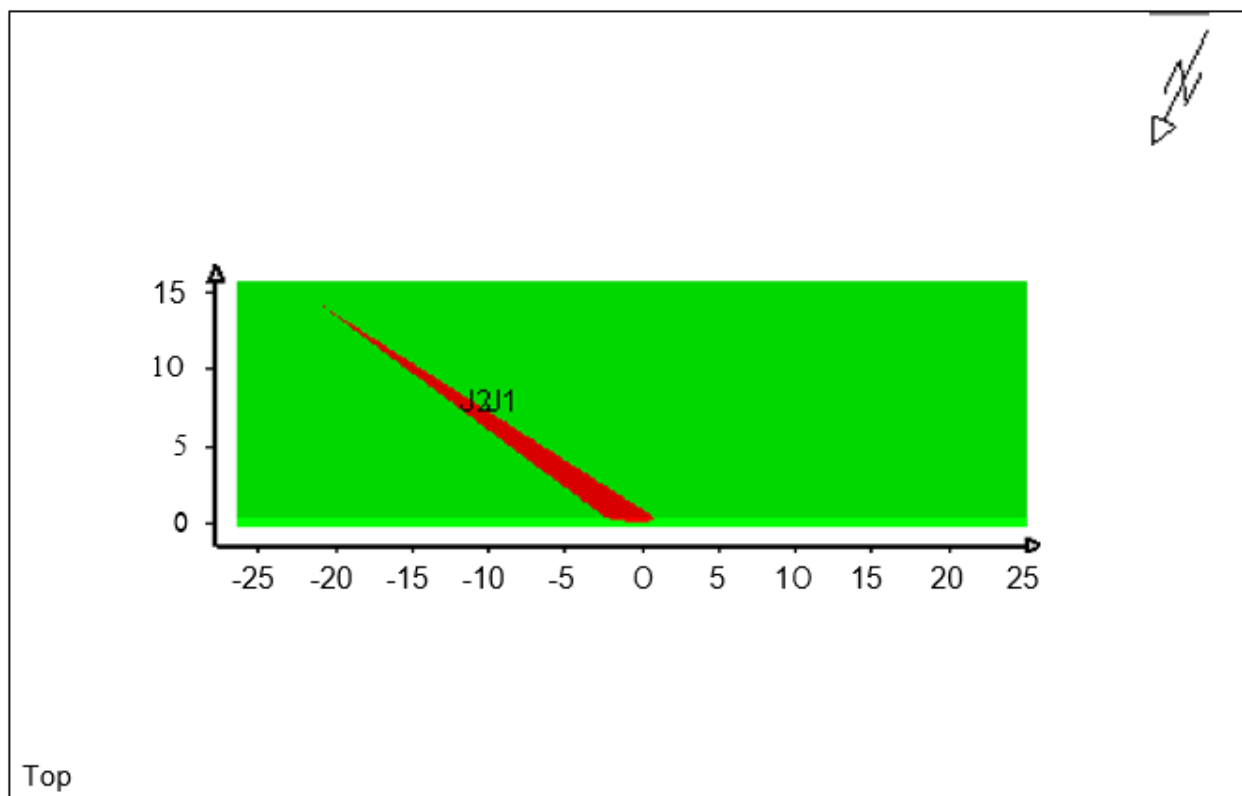
dip=22 deg, dip direction=335 deg

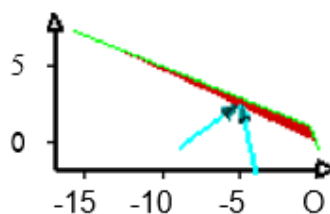
Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled Fissures
Percent Filled=50 %

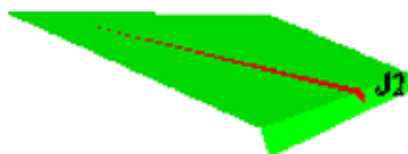
Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: -0.668, -0.698, 1.02
Point 234: 2.29, 0.682, 1.02
Point 123: 25.1, -4.04, 6.64





Side



Perspective

B. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2b

Estado inicial

Swedge Analysis Information

Document Name:

SECTOR 1 E-J2b.swd

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=0.686826

Wedge height(on slope)=6.20658 m

Wedge width(on upper face)=15 m

Wedge volume=80.7002 m³

Wedge weight=193.68 tonnes

Wedge area (joint1)=85.8173 m²

Wedge area (joint2)=31.6098 m²

Wedge area (slope)=27.4591 m²

Wedge area (upper face)=62.7473 m²

Normal force (joint1)=97.4629 tonnes

Normal force (joint2)=86.1353 tonnes

Driving force=129.739 tonnes

Resisting force=89.1078 tonnes

Water Pressures/Forces:

Average pressure on fissures=0.308546 tonnes/m²

Water force on joint1=26.4786 tonnes

Water force on joint2=9.75309 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=42.0562 deg, trend=306.483 deg

length=22.1095 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=8.55908 m

Joint2 on slope face=7.16567 m

Joint1 on upper face=20.067 m

Joint2 on upper face=15.7999 m

Maximum Persistence:

Joint1=22.1095 m

Joint2=22.1095 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 63.5638 deg

J1&Crest on slope face = 50.0789 deg

J1&Crest on upper face = 48.3738 deg

J2&Crest on slope face = 66.3572 deg

J2&Crest on upper face = 108.31 deg
J1&2 on upper face = 23.3165 deg

Joint Set 1 Data:

dip=56 deg, dip direction=359 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=22 deg

Joint Set 2 Data:

dip=67 deg, dip direction=239 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=30 deg

Slope Data:

dip=71 deg, dip direction=335 deg slope
height=20 meters
bench width=15 meters
rock unit weight=2.4 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO Tension
crack=NO

Upper Face Data:

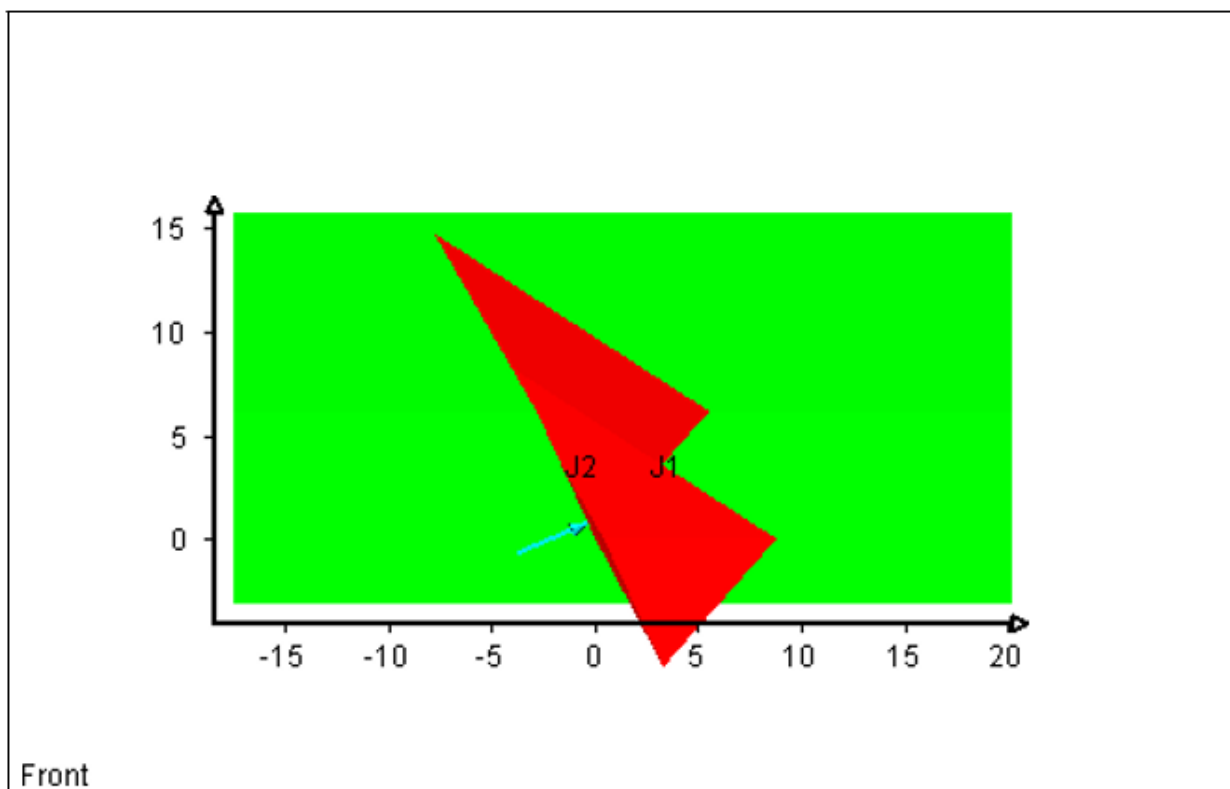
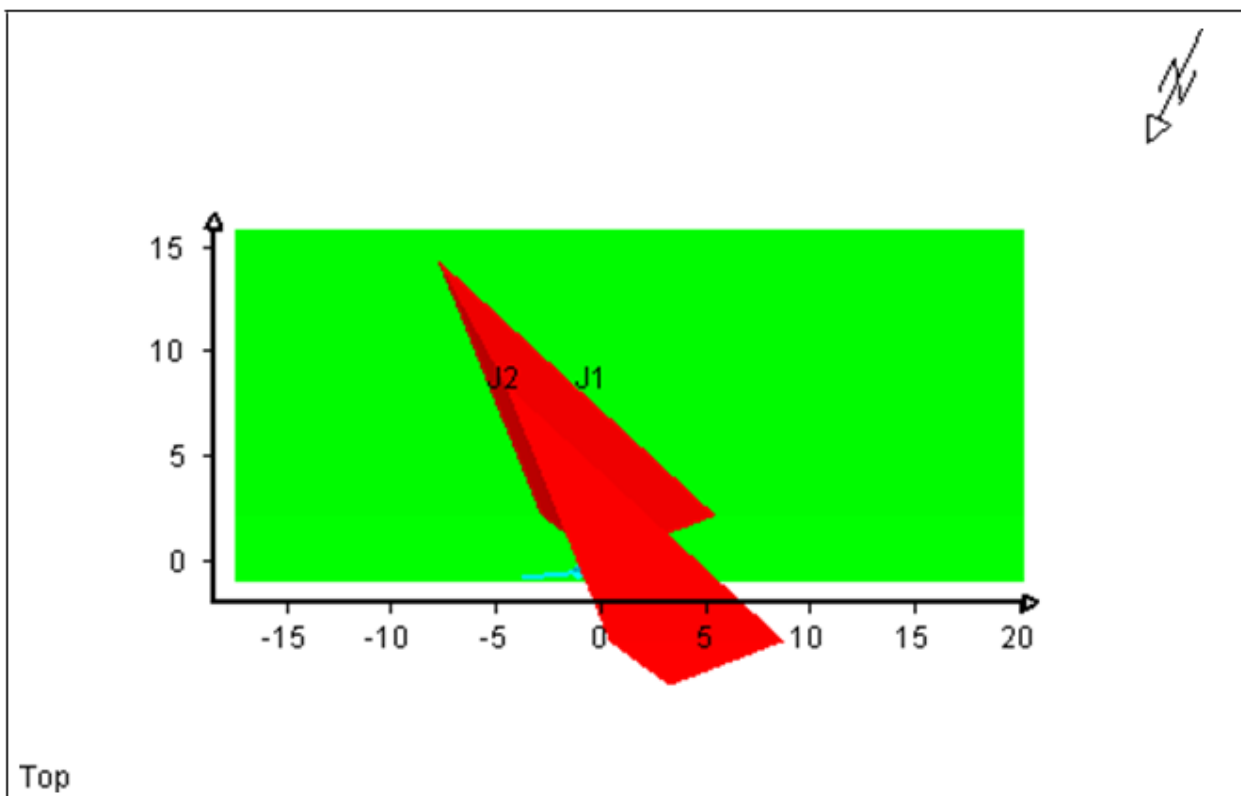
dip=35 deg, dip direction=335 deg

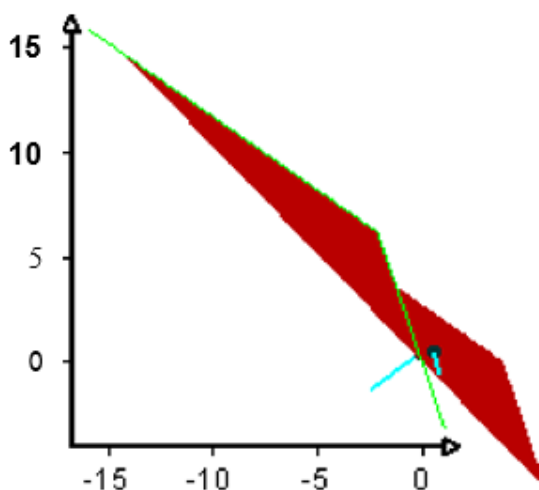
Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled Fissures
Percent Filled=50 %

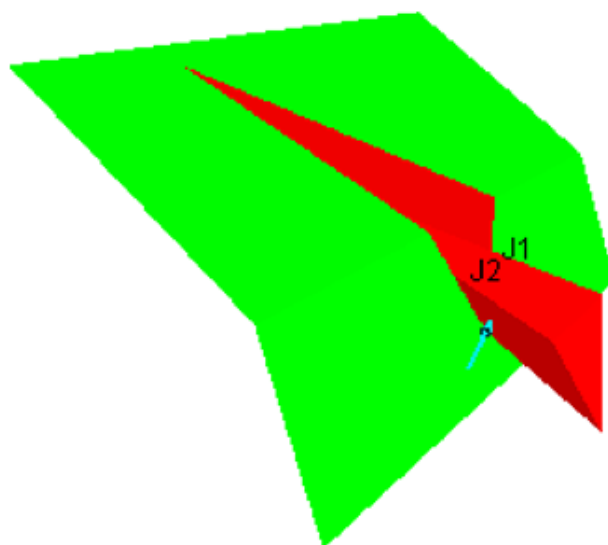
Wedge vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: -4.07, -4.26, 6.21
Point 234: 3.51, -0.722, 6.21
Point 123: 13.2, -9.76, 14.8





Side



Perspective

Estado final con sostenimiento

Swedge Analysis Information

Document Name:

SECTOR 1 E-J2b.swd

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=1.50266

Wedge height(on slope)=6.20658 m

Wedge width(on upper face)=48.3358 m

Wedge volume=80.7002 m³

Wedge weight=193.68 tonnes

Wedge area (joint1)=85.8173 m²

Wedge area (joint2)=31.6098 m²

Wedge area (slope)=285.129 m²

Wedge area (upper face)=651.553 m²

Normal force (joint1)=269.097 tonnes

Normal force (joint2)=149.355 tonnes

Driving force=129.739 tonnes

Resisting force=194.953 tonnes

Water Pressures/Forces:

Average pressure on fissures=0.308546 tonnes/m²

Water force on joint1=26.4786 tonnes

Water force on joint2=9.75309 tonnes

Slope Face Pressure:

Trend=155 deg Plunge=19 deg Mode=Active

Pressure=2 tonnes/m²

Upper Face Pressure:

Trend=155 deg Plunge=55 deg Mode=Active

Pressure=2 tonnes/m²

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=42.0562 deg, trend=306.483 deg

length=22.1095 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=8.55908 m

Joint2 on slope face=7.16567 m

Joint1 on upper face=20.067 m

Joint2 on upper face=15.7999 m

Maximum Persistence:

Joint1=22.1095 m

Joint2=22.1095 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 63.5638 deg
J1&Crest on slope face = 50.0789 deg
J1&Crest on upper face = 48.3738 deg
J2&Crest on slope face = 66.3572 deg
J2&Crest on upper face = 108.31 deg
J1&2 on upper face = 23.3165 deg

Joint Set 1 Data:

dip=56 deg, dip direction=359 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=22 deg

Joint Set 2 Data:

dip=67 deg, dip direction=239 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=30 deg

Slope Data:

dip=71 deg, dip direction=335 deg
slope height=20 meters
bench width=15 meters
rock unit weight=2.4 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO
Tension crack=NO

Upper Face Data:

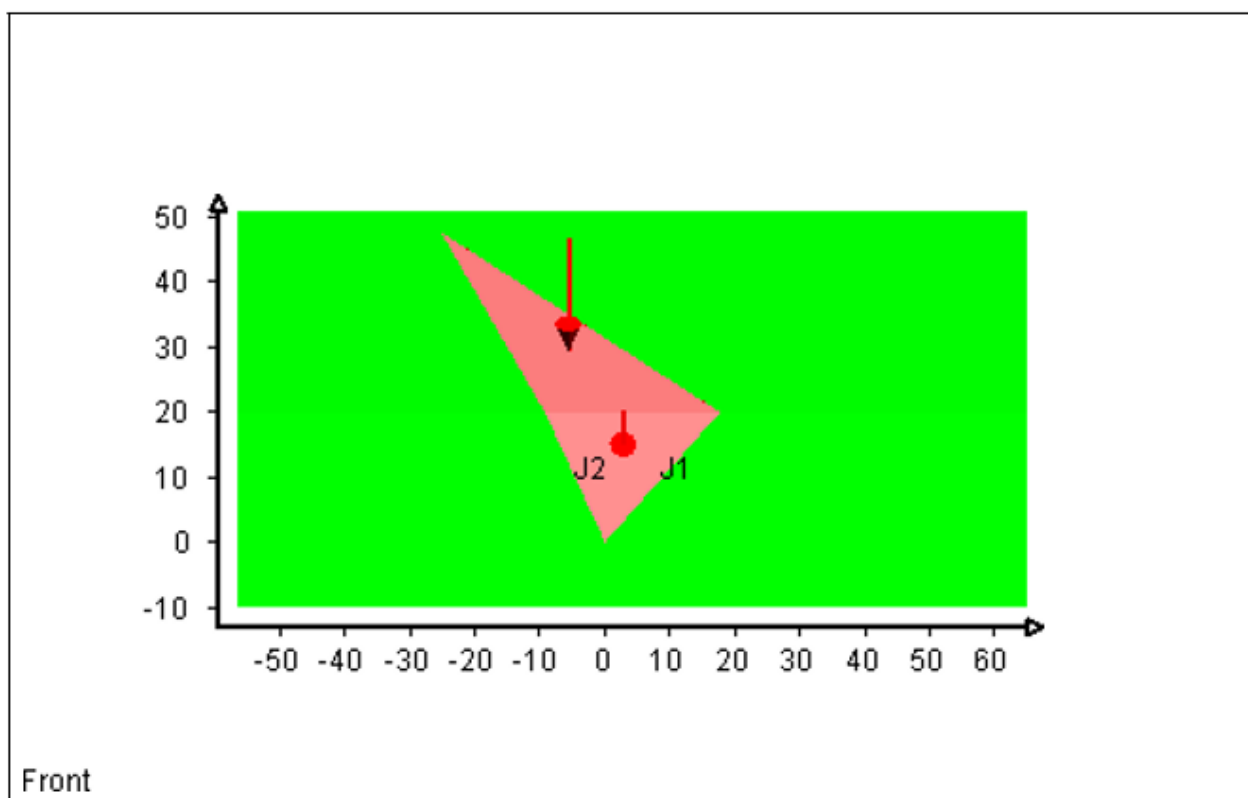
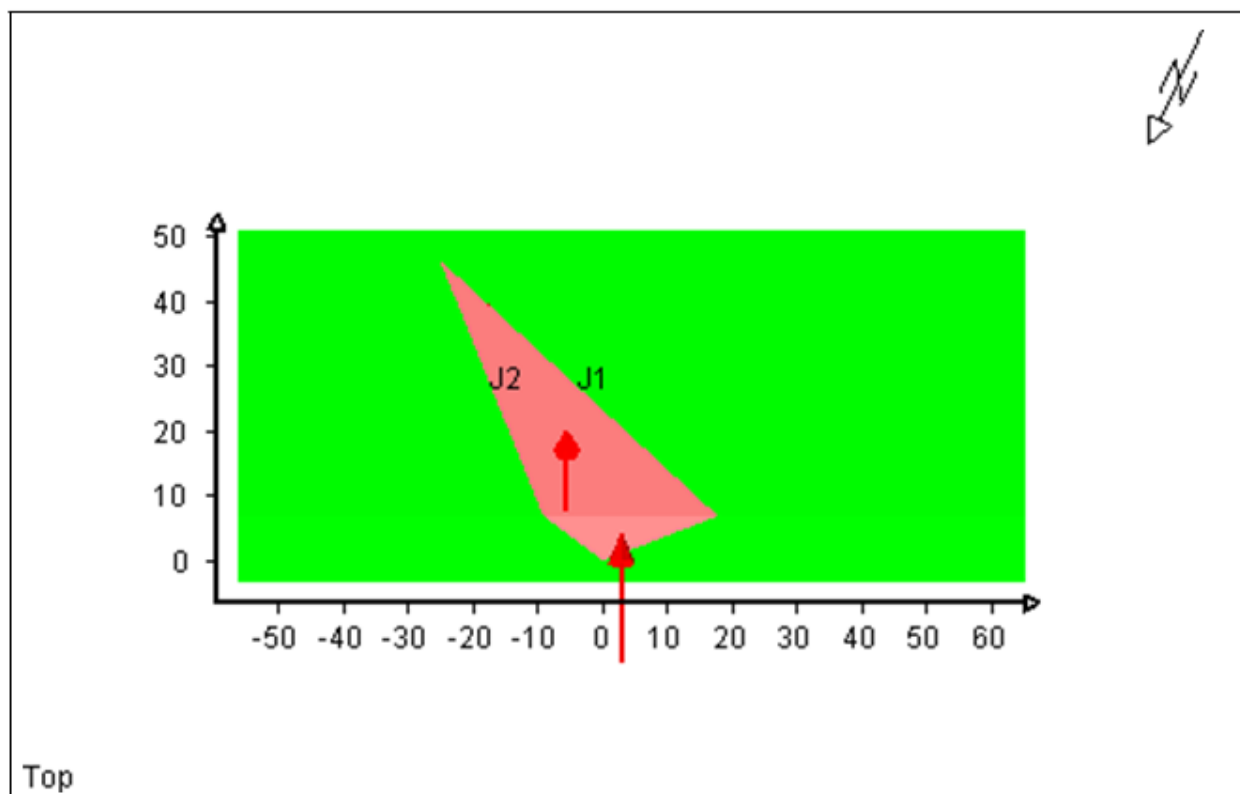
dip=35 deg, dip direction=335 deg

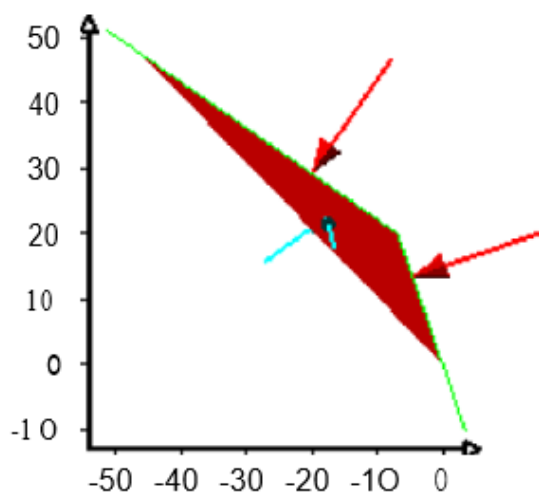
Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled Fissures
Percent Filled=50 %

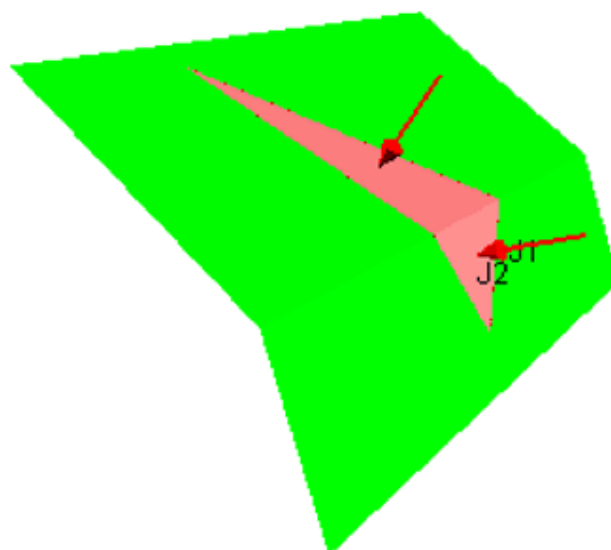
Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up
Format 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face,
4=Slope
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: -4.07, -4.26, 6.21
Point 234: 3.51, -0.722, 6.21
Point 123: 13.2, -9.76, 14.8





Side



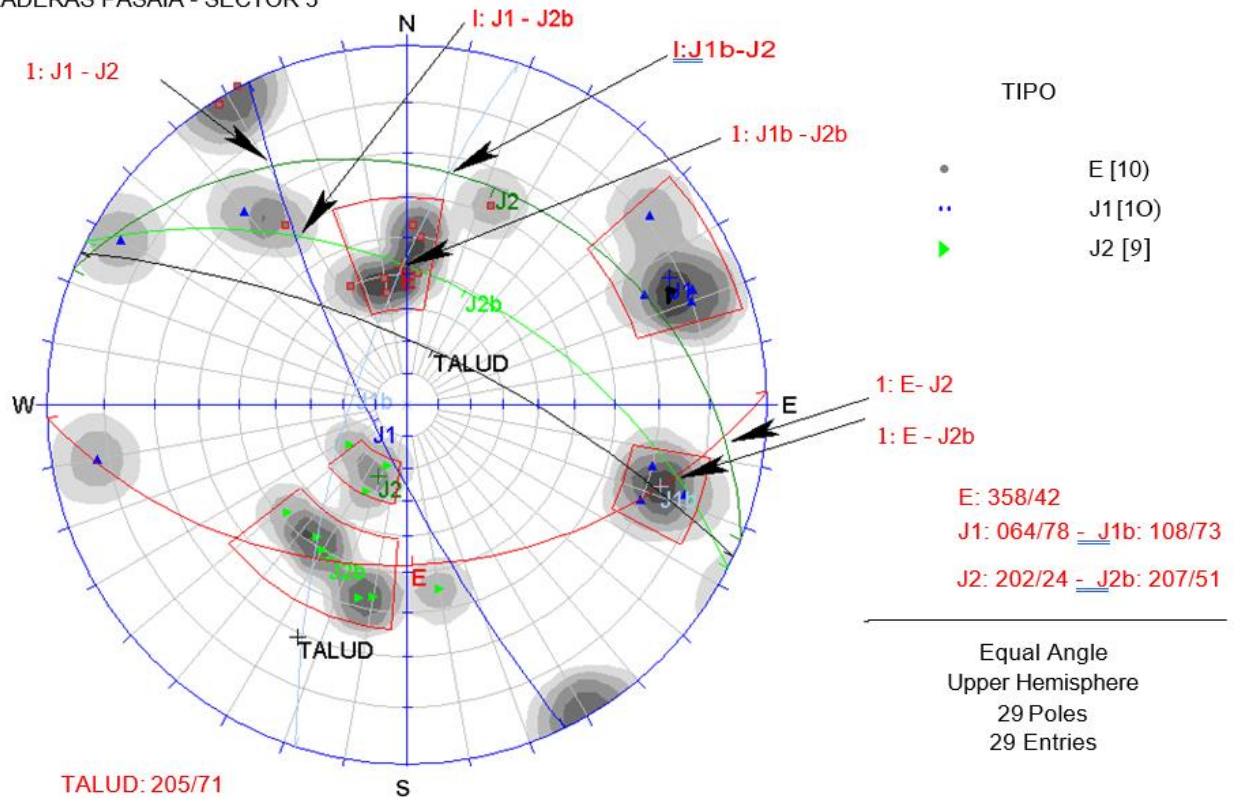
Perspective

CÁLCULO DE ESTABILIDAD: SECTOR 3 y 4

DATOS ESTRUCTURALES DEL MACIZO ROCOSO

SITUACION	TIPO PLANO	ORIENTAC.		CONTINUIDAD (m)							ESPACIADO (m)				SUPERFICIE		APERTURA (mm)					RELLENO		AGUA	NATURALEZA DEL AFLORAMIENTO Y OBSERVACIONES	
		AZIMUT	BUZAMIENTO	Según rumbo							< 0,06	0,06-0,2	0,2 - 0,6	0,6 - 2	> 2	ALTER. In/ Lig Alt/ Mod Alt/ Muy Alt/ Desc	RUGOS. J.R.C.	Nada	<0,1	0,1 - 1	1 - 5	>5	ESPESOR (mm) > 5 <	TIPO Blando /Duro		Seco/ Lig Hum/ Hum/ Got/ Fluy.
				Según buzam.																						
				0,5	1	2	4	10	>10																	
3-1	E	332	90				x	x					X		Lig Alt	4-6		X				--	--	S	ARENISCA GM II - Resist. 5	
	J	068	81		x			x			X				Lig Alt	4-6		X				--	--	S		
	J	235	22	x	x							X			Lig Alt	4-6			X			--	--	S		
	E	328	89					x	x				X		Lig Alt	4-6			X			--	--	S		
	J	065	72		x				x			X			Lig Alt	8-10		X				--	--	S		
	J	198	20	x	x								X		Lig Alt	8-10			X			--	--	S		
3-2	E	023	62				x	x					X		Lig Alt	4-6			X			< 5	B	S	ARENISCA GM II - Resist. 5	
	J	112	70		x			x					X		Lig Alt	8-10			X			< 5	B	S		
	J	228	48	x	x								X		Lig Alt	8-10			X			< 5	B	S		
3-3	E	002	53				x			x				X		Lig Alt	4-6				X		< 5	B	S	ARENISCA GM II - Resist. 5
	J	214	48		x					x				X		Lig Alt	4-6				X		< 5	B	S	
	J	320	70				x							X		Lig Alt	4-6		X			--	--	S		
	J	108	78	x	x									X		Lig Alt	4-6		X			--	--	S		
	E	326	62					x	x				X		Lig Alt	4-6		X				--	--	S		
	J	190	57	x	x								X		Lig Alt	4-6		X				--	--	S		
	J	052	81	x	x								X		Lig Alt	4-6		X				--	--	S		
3-4	E	350	39					x	x					X		Lig Alt	4-6			X			< 5	B	S	ARENISCA GM II - Resist. 5
	J	194	58				x		x					X		Lig Alt	4-6			X			< 5	B	S	
	J	070	80			x	x							X		Lig Alt	4-6		X			--	--	S		
32	E	350	35																						A III - Informe IKERLUR	
	J	170	55					x						X												
	J	260	82			x	x							X												
33	E	005	40																							
	J	205	30					x	x				X													
	J	300	85			x	x							X												
34	E	005	50																							
35	E	335	40																							
	J	210	50						x				X													
	J	104	70			x							X													

LADERAS PASAIA - SECTOR 3



A. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2

Estado inicial

Swedge Analysis Information

Document Name:

SECTOR 3 E-J2.swd

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=4.36698

Wedge is scaled, scale factor=0.0758406

Wedge height(on slope)=0.1382 m

Wedge width(on upper face)=1.13761 m

Wedge volume=0.125316 m³

Wedge weight=0.300757 tonnes

Wedge area (joint1)=0.226892 m²

Wedge area (joint2)=3.23789 m²

Wedge area (slope)=0.39862 m²

Wedge area (upper face)=3.10251 m²

Normal force (joint1)=0.127164 tonnes

Normal force (joint2)=0.189978 tonnes

Driving force=0.0368816 tonnes

Resisting force=0.161061 tonnes

Water Pressures/Forces:

Average pressure on fissures=0.00901323 tonnes/m²

Water force on joint1=0.00204503 tonnes

Water force on joint2=0.0291839 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=7.04385 deg, trend=275.888 deg

length=3.528 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=0.455561 m

Joint2 on slope face=5.02509 m

Joint1 on upper face=3.09365 m

Joint2 on upper face=8.40865 m

Maximum Persistence:

Joint1=3.528 m

Joint2=8.40865 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 159.619 deg
J1&Crest on slope face = 18.7139 deg
J1&Crest on upper face = 158.425 deg
J2&Crest on slope face = 1.66678 deg
J2&Crest on upper face = 7.77541 deg
J1&2 on upper face = 13.7999 deg

Joint Set 1 Data:

dip=42 deg, dip direction=358 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=22 deg

Joint Set 2 Data:

dip=24 deg, dip direction=202 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=30 deg

Slope Data:

dip=71 deg, dip direction=205 deg slope
height=40 meters
bench width=15 meters
rock unit weight=2.4 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO
Tension crack=NO

Upper Face Data:

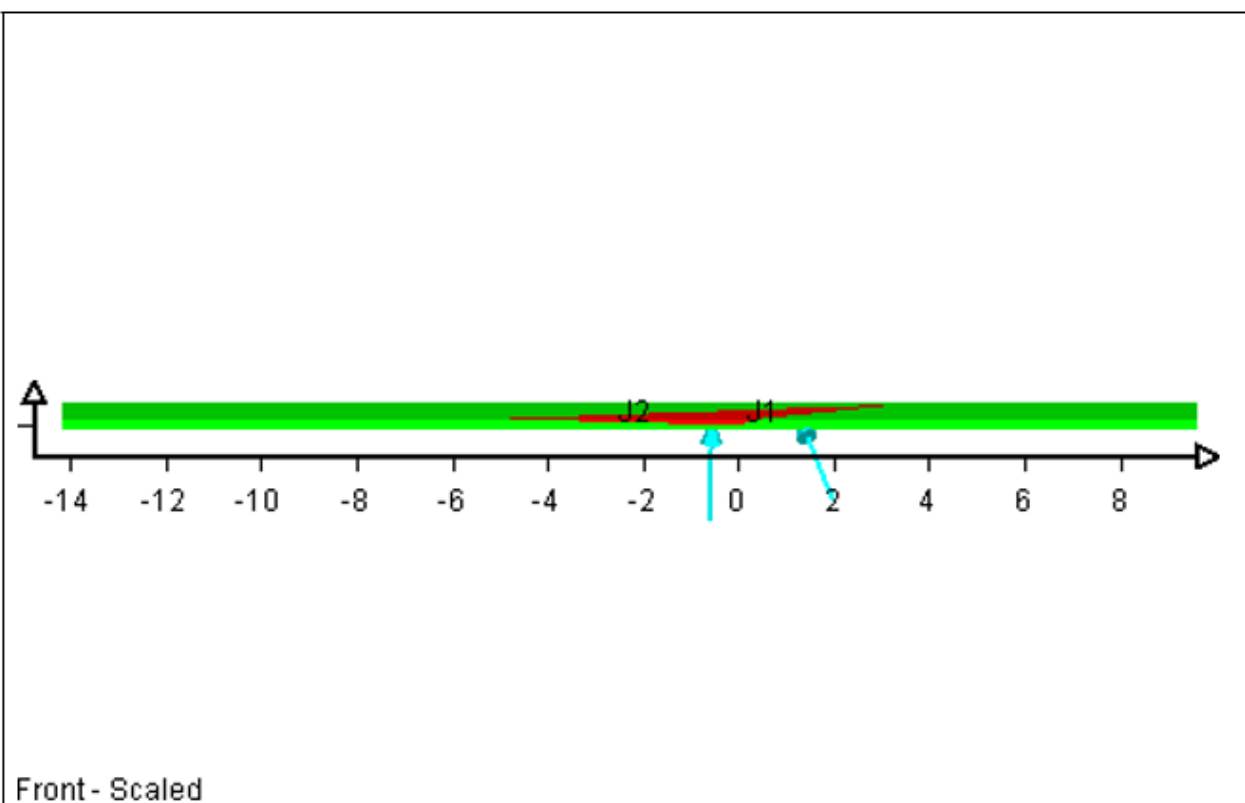
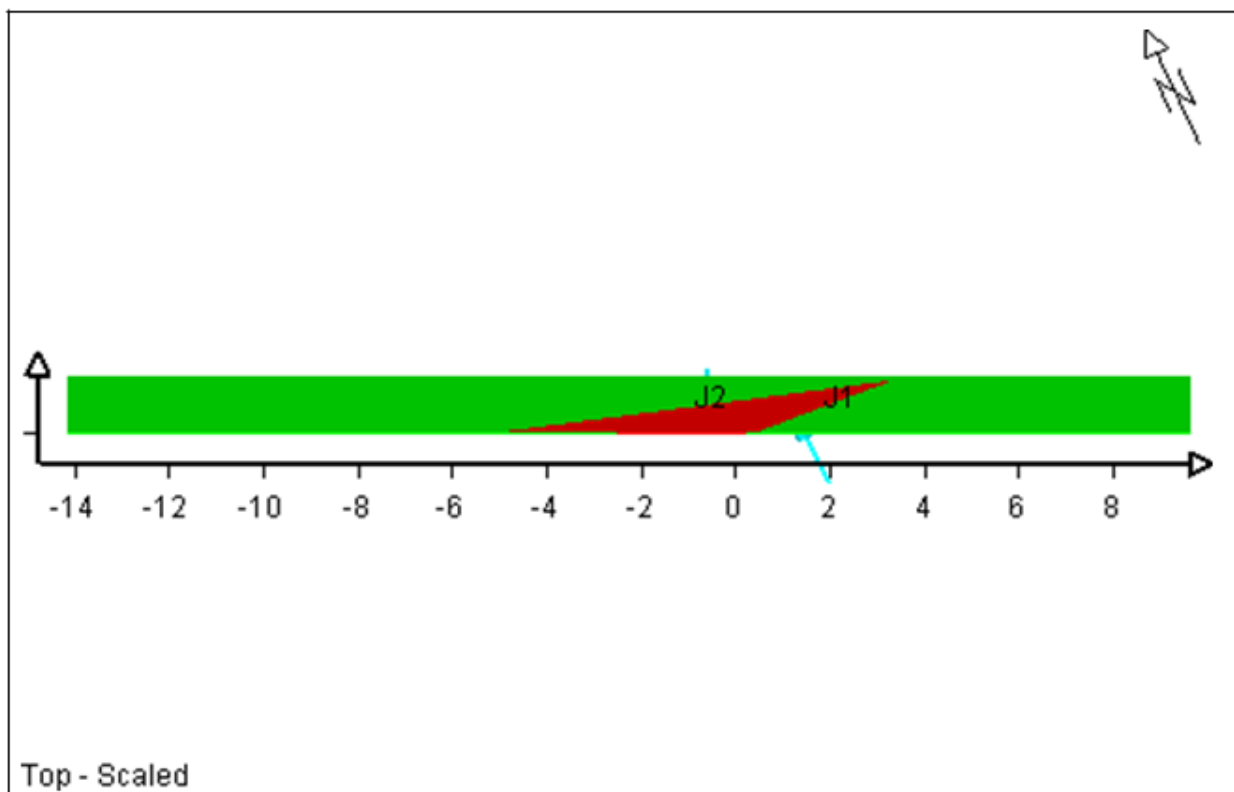
dip=15 deg, dip direction=205 deg

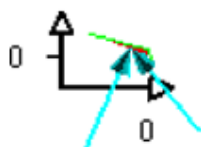
Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled Fissures
Percent Filled=50 %

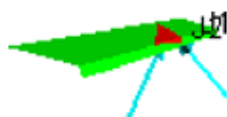
Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: 0.411, -0.139, 0.138
Point 234: -4.53, 2.17, 0.138
Point 123: 3.48, -0.359, 0.433





Side - Scaled



Perspective - Scaled

B. Cuña a través de la intersección que forman los planos E y J2b

Estado inicial

Swedge Analysis Information

Document Name:

SECTOR 3 E-J2b.swd

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=0.361198

Wedge is scaled, scale factor=0.077371

Wedge height(on slope)=1.49422 m

Wedge width(on upper face)=31.0681 m

Wedge volume=2.74402 m³

Wedge weight=6.58564 tonnes

Wedge area (joint1)=1.77437 m²

Wedge area (joint2)=19.8738 m²

Wedge area (slope)=8647.91 m²

Wedge area (upper face)=6350.91

m² Normal force (joint1)=-4.92142

tonnes

Normal force (joint2)=3.18792

tonnes Driving force=5.19359

tonnes Resisting force=1.87591

tonnes

Water Pressures/Forces:

Average pressure on fissures=0.0449978 tonnes/m²

Water force on joint1=0.0798428 tonnes

Water force on joint2=0.894276 tonnes

Failure Mode:

Sliding on joint2

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=14.6035 deg, trend=284.82 deg

length=8.56666 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=4.92553 m

Joint2 on slope face=20 m Joint1

on upper face=3.68196 m Joint2 on

upper face=11.8351 m

Maximum Persistence:

Joint1=8.56666 m

Joint2=20 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 14.1819 deg
J1&Crest on slope face = 161.286 deg
J1&Crest on upper face = 18.3731 deg
J2&Crest on slope face = 4.532 deg
J2&Crest on upper face = 5.62753 deg
J1&2 on upper face = 155.999 deg

Joint Set 1 Data:

dip=42 deg, dip direction=358 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=22 deg

Joint Set 2 Data:

dip=51 deg, dip direction=207 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=30 deg

Slope Data:

dip=71 deg, dip direction=205 deg slope
height=40 meters
bench width=15 meters
rock unit weight=2.4 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO Tension
crack=NO

Upper Face Data:

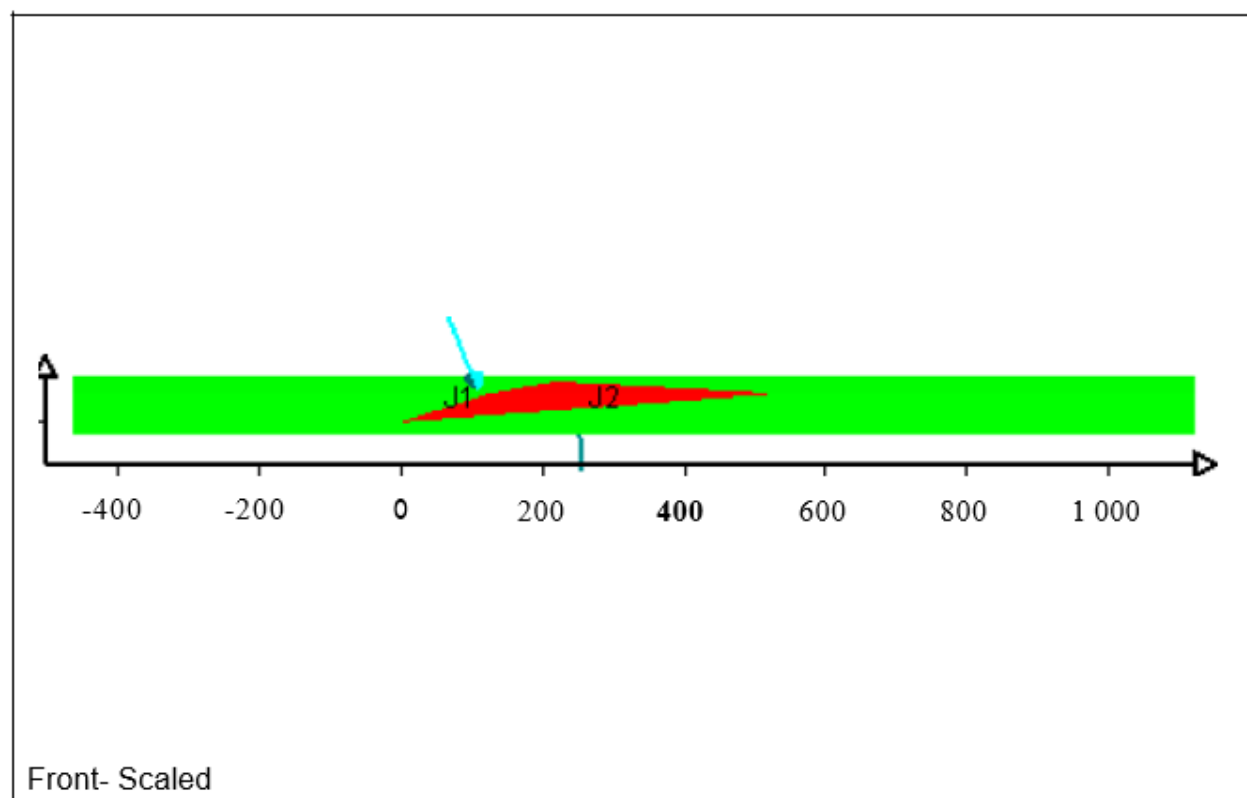
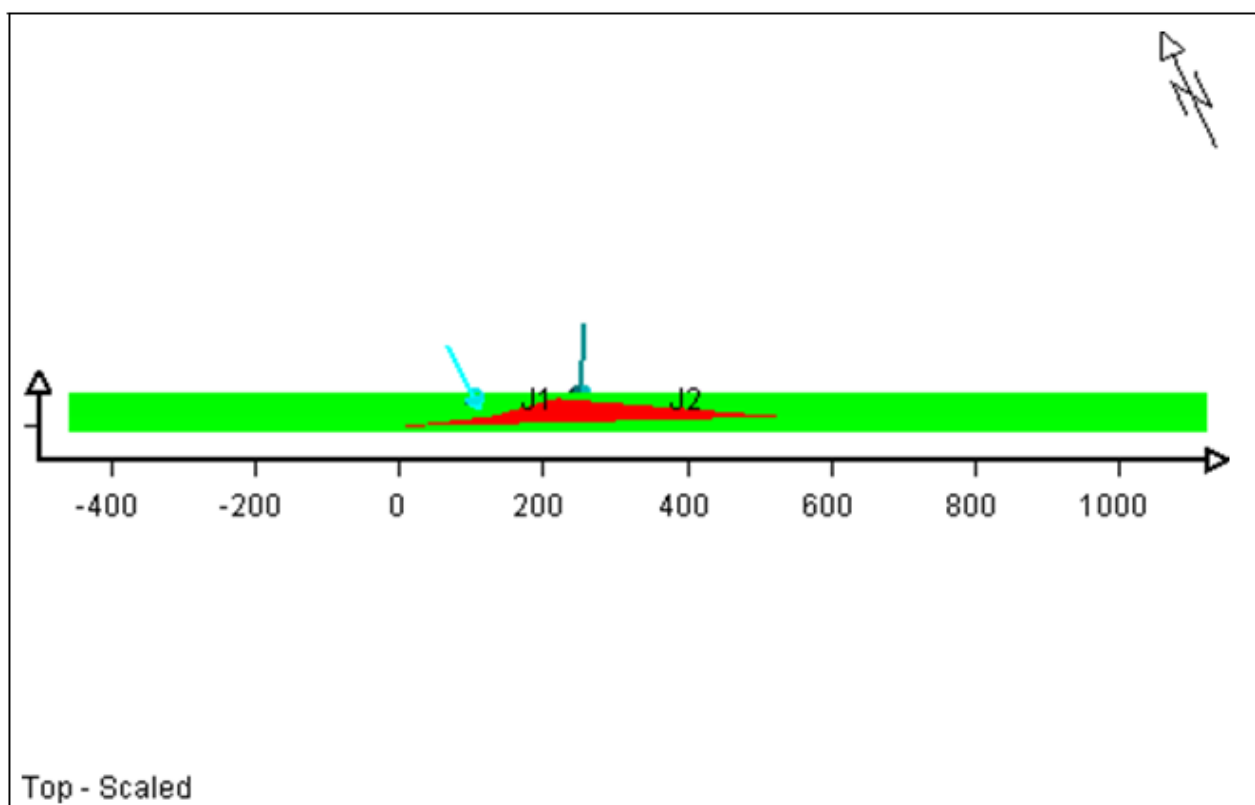
dip=35 deg, dip direction=205 deg

Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled Fissures
Percent Filled=50 %

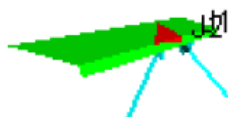
Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: 4.45, -1.51, 1.49
Point 234: 18.3, -7.96, 1.49
Point 123: 8.01, -2.12, 2.16





Side - Scaled



Perspective - Scaled

Estado final con sostenimiento

Swedge Analysis Information

Document Name:

SECTOR 3 E-J2b.swd

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic
Safety Factor=1.64111
Wedge is scaled, scale factor=0.077371
Wedge height(on slope)=1.49422 m
Wedge width(on upper face)=31.0681 m
Wedge volume=2.74402 m³
Wedge weight=6.58564 tonnes
Wedge area (joint1)=1.77437 m²
Wedge area (joint2)=19.8738 m²
Wedge area (slope)=8647.91 m²
Wedge area (upper face)=6350.91 m²
Normal force (joint1)=-2.90667 tonnes
Normal force (joint2)=8.88104 tonnes
Driving force=3.13682 tonnes
Resisting force=5.14787 tonnes

Water Pressures/Forces:

Average pressure on fissures=0.0449978 tonnes/m²
Water force on joint1=0.0798428 tonnes
Water force on joint2=0.894276 tonnes

Slope Face Pressure:

Trend=25 deg Plunge=19 deg Mode=Active
Pressure=0.5 tonnes/m²

Failure Mode:

Sliding on joint2

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=14.6035 deg, trend=284.82 deg
length=8.56666 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=4.92553 m
Joint2 on slope face=20 m Joint1
on upper face=3.68196 m Joint2 on
upper face=11.8351 m

Maximum Persistence:

Joint1=8.56666 m
Joint2=20 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 14.1819 deg
J1&Crest on slope face = 161.286 deg
J1&Crest on upper face = 18.3731 deg
J2&Crest on slope face = 4.532 deg
J2&Crest on upper face = 5.62753 deg
J1&2 on upper face = 155.999 deg

Joint Set 1 Data:

dip=42 deg, dip direction=358 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=22 deg

Joint Set 2 Data:

dip=51 deg, dip direction=207 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=30 deg

Slope Data:

dip=71 deg, dip direction=205 deg slope
height=40 meters
bench width=15 meters
rock unit weight=2.4 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO Tension
crack=NO

Upper Face Data:

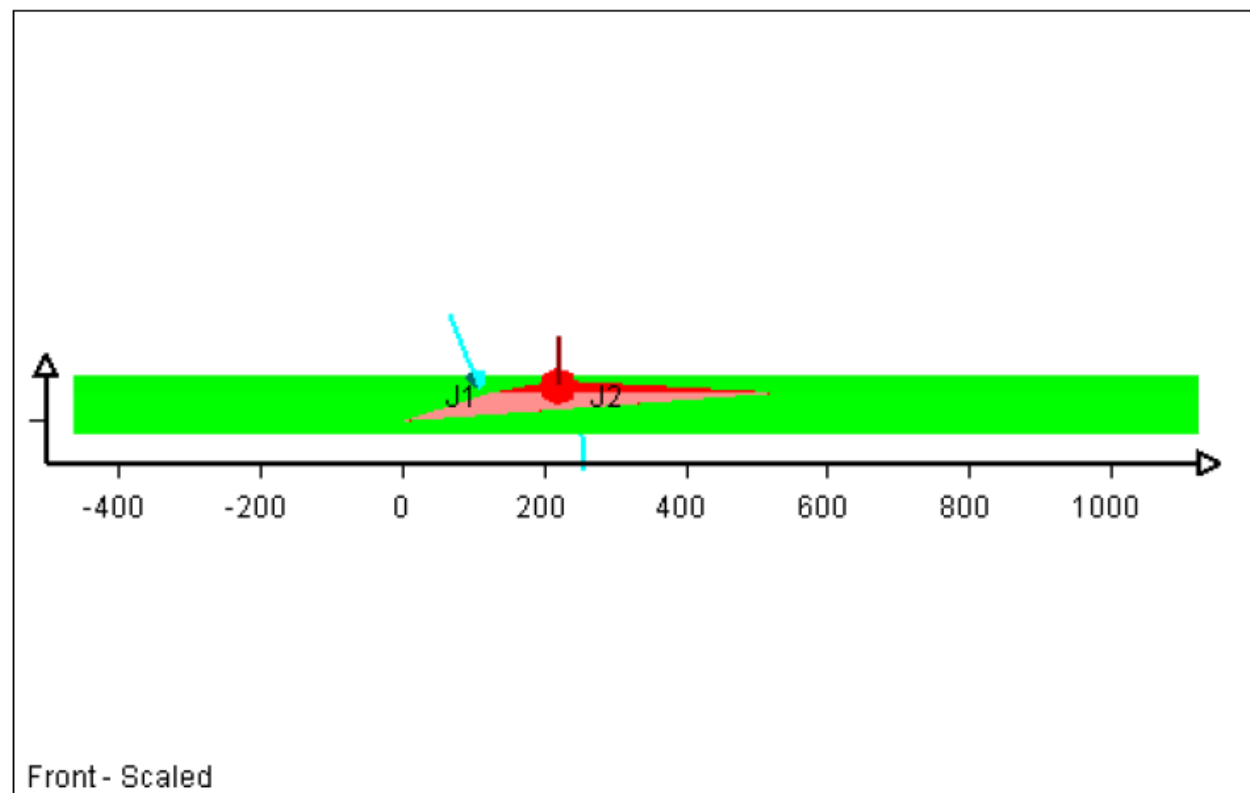
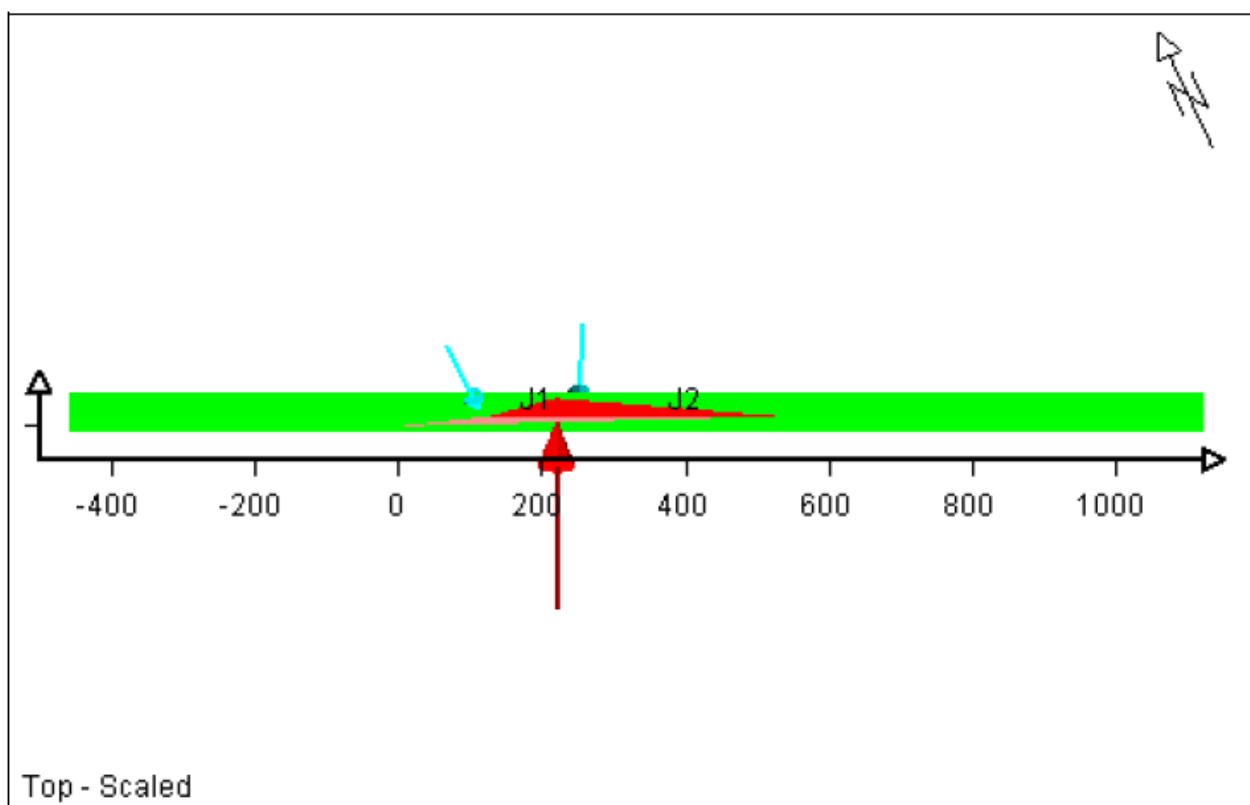
dip=35 deg, dip direction=205 deg

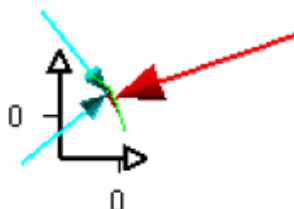
Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled Fissures
Percent Filled=50 %

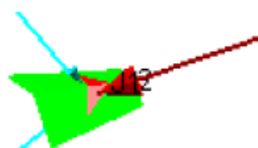
Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: 4.45, -1.51, 1.49
Point 234: 18.3, -7.96, 1.49
Point 123: 8.01, -2.12, 2.16





Side - Scaled



Perspective - Scaled

C. Cuñas a través de la intersección entre juntas

Estado inicial

Swedge Analysis Information

Document Name:

SECTOR 3 J1b-J2b.swd

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=0.575769

Wedge is scaled, scale factor=0.138184

Wedge height(on slope)=1.49422 m

Wedge width(on upper face)=55.4875 m

Wedge volume=6.56578 m³

Wedge weight=15.7579 tonnes

Wedge area (joint1)=1.01423 m²

Wedge area (joint2)=35.4945 m²

Wedge area (slope)=11585.9 m²

Wedge area (upper face)=15196.2 m²

Normal force (joint1)=3.89689 tonnes

Normal force (joint2)=7.66488 tonnes

Driving force=11.5935 tonnes

Resisting force=6.67519 tonnes

Water Pressures/Forces:

Average pressure on fissures=0.0558981 tonnes/m²

Water force on joint1=0.0566934 tonnes

Water force on joint2=1.98407 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=47.3688 deg, trend=178.603 deg

length=3.64687 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=1.66475 m

Joint2 on slope face=20 m

Joint1 on upper face=2.15096 m

Joint2 on upper face=21.1375 m

Maximum Persistence:

Joint1=3.64687 m

Joint2=21.1375 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 103.794 deg

J1&Crest on slope face = 71.6741 deg

J1&Crest on upper face = 105.496 deg
J2&Crest on slope face = 4.532 deg
J2&Crest on upper face = 5.62753 deg
J1&2 on upper face = 68.8761 deg

Joint Set 1 Data:

dip=73 deg, dip direction=108 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=30 deg

Joint Set 2 Data:

dip=51 deg, dip direction=207 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=30 deg

Slope Data:

dip=71 deg, dip direction=205 deg
slope height=40 meters
bench width=15 meters
rock unit weight=2.4 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO
Tension crack=NO

Upper Face Data:

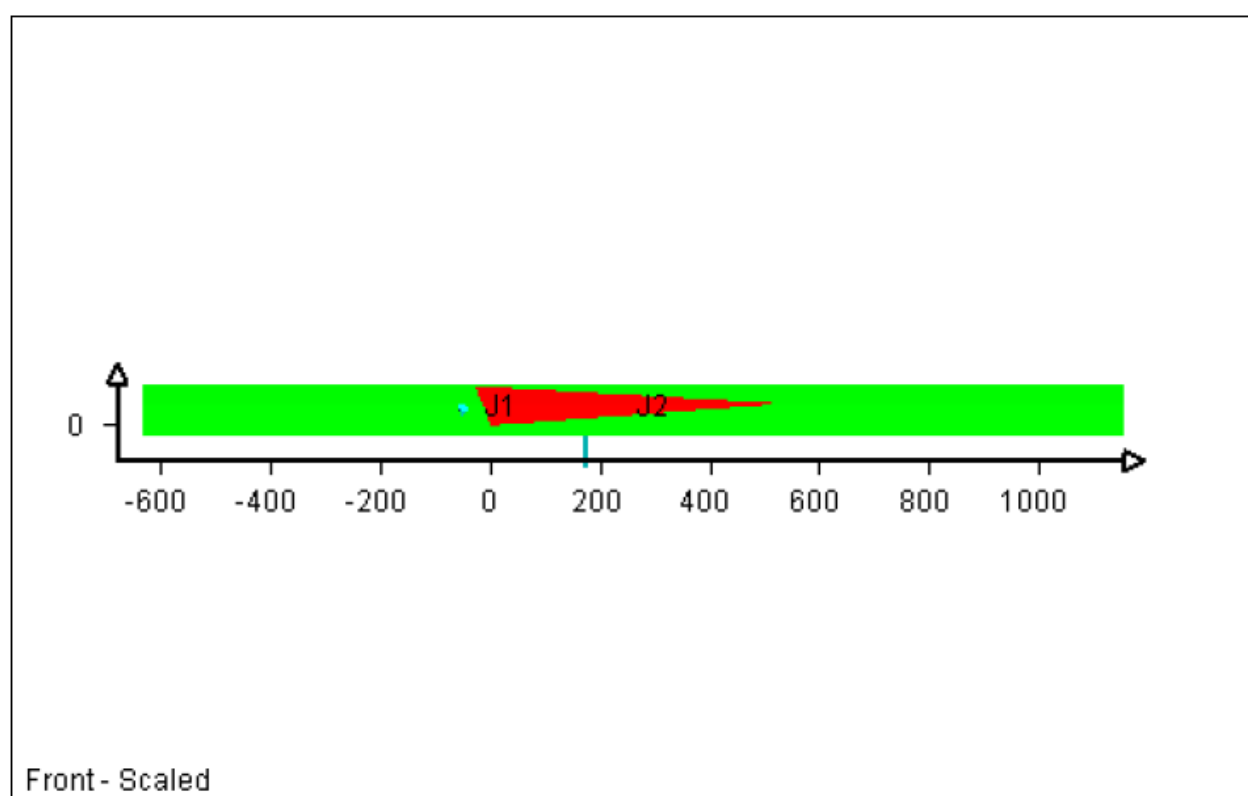
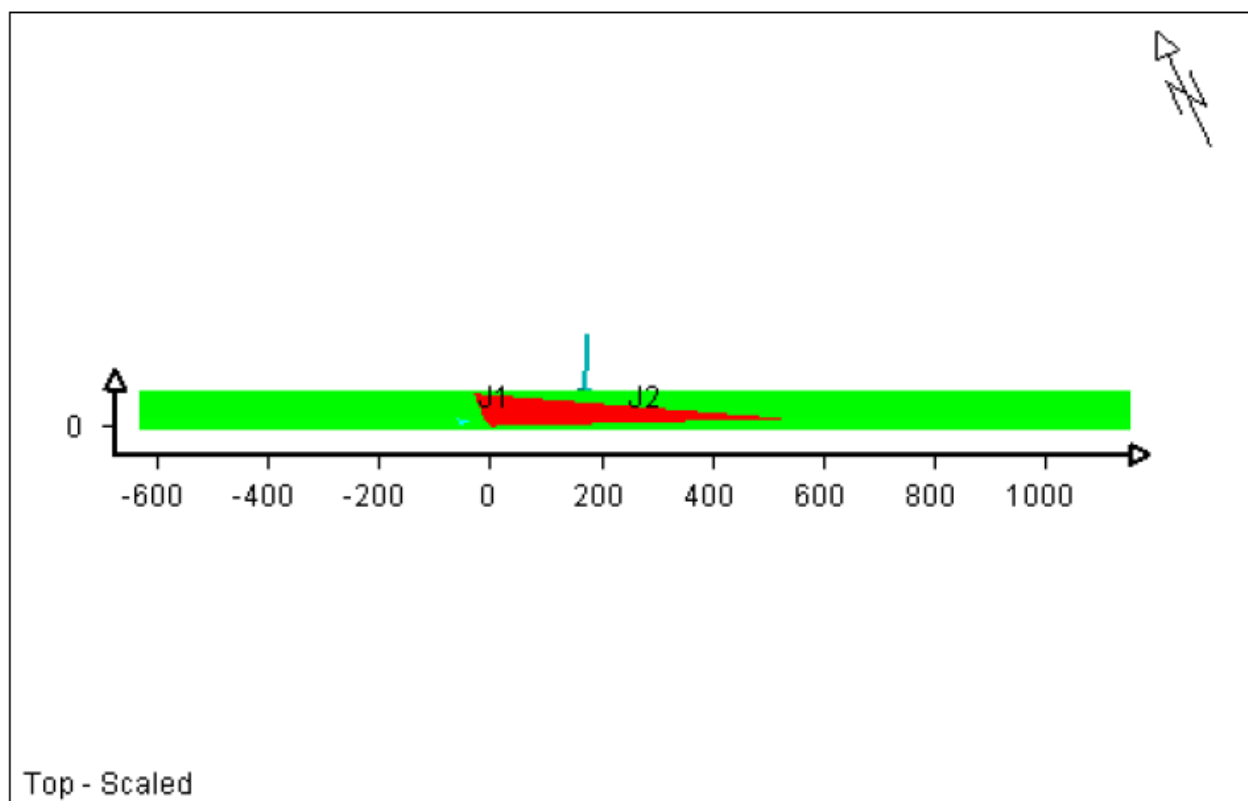
dip=35 deg, dip direction=205 deg

Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled Fissures
Percent Filled=50 %

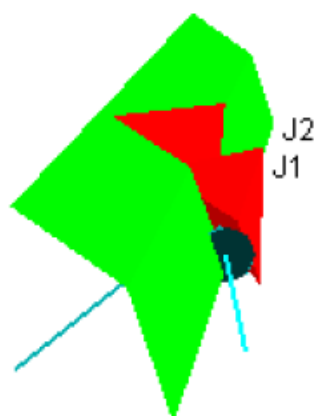
Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: -0.257, 0.688, 1.49
Point 234: 18.3, -7.96, 1.49
Point 123: -0.0602, 2.47, 2.68





Side - Scaled



Perspective - Scaled

Estado final con sostenimiento

Swedge Analysis Information

Document Name:

SECTOR 3 J1b-J2b.swd

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic
Safety Factor=1.2049
Wedge is scaled, scale factor=0.138184
Wedge height(on slope)=1.49422 m
Wedge width(on upper face)=55.4875 m
Wedge volume=6.56578 m³
Wedge weight=15.7579 tonnes
Wedge area (joint1)=1.01423 m²
Wedge area (joint2)=35.4945 m²
Wedge area (slope)=11585.9 m²
Wedge area (upper face)=15196.2 m²
Normal force (joint1)=3.25836 tonnes
Normal force (joint2)=15.3007 tonnes
Driving force=8.89293 tonnes
Resisting force=10.7151 tonnes

Water Pressures/Forces:

Average pressure on fissures=0.0558981 tonnes/m²
Water force on joint1=0.0566934 tonnes
Water force on joint2=1.98407 tonnes

Slope Face Pressure:

Trend=25 deg Plunge=19 deg Mode=Active
Pressure=0.5 tonnes/m²

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=47.3688 deg, trend=178.603 deg
length=3.64687 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=1.66475 m
Joint2 on slope face=20 m Joint1
on upper face=2.15096 m Joint2 on
upper face=21.1375 m

Maximum Persistence:

Joint1=3.64687 m
Joint2=21.1375 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 103.794 deg

J1&Crest on slope face = 71.6741 deg
J1&Crest on upper face = 105.496 deg
J2&Crest on slope face = 4.532 deg
J2&Crest on upper face = 5.62753 deg
J1&2 on upper face = 68.8761 deg

Joint Set 1 Data:

dip=73 deg, dip direction=108 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=30 deg

Joint Set 2 Data:

dip=51 deg, dip direction=207 deg cohesion=0
tonnes/m2, friction angle=30 deg

Slope Data:

dip=71 deg, dip direction=205 deg slope
height=40 meters
bench width=15 meters
rock unit weight=2.4 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO Tension
crack=NO

Upper Face Data:

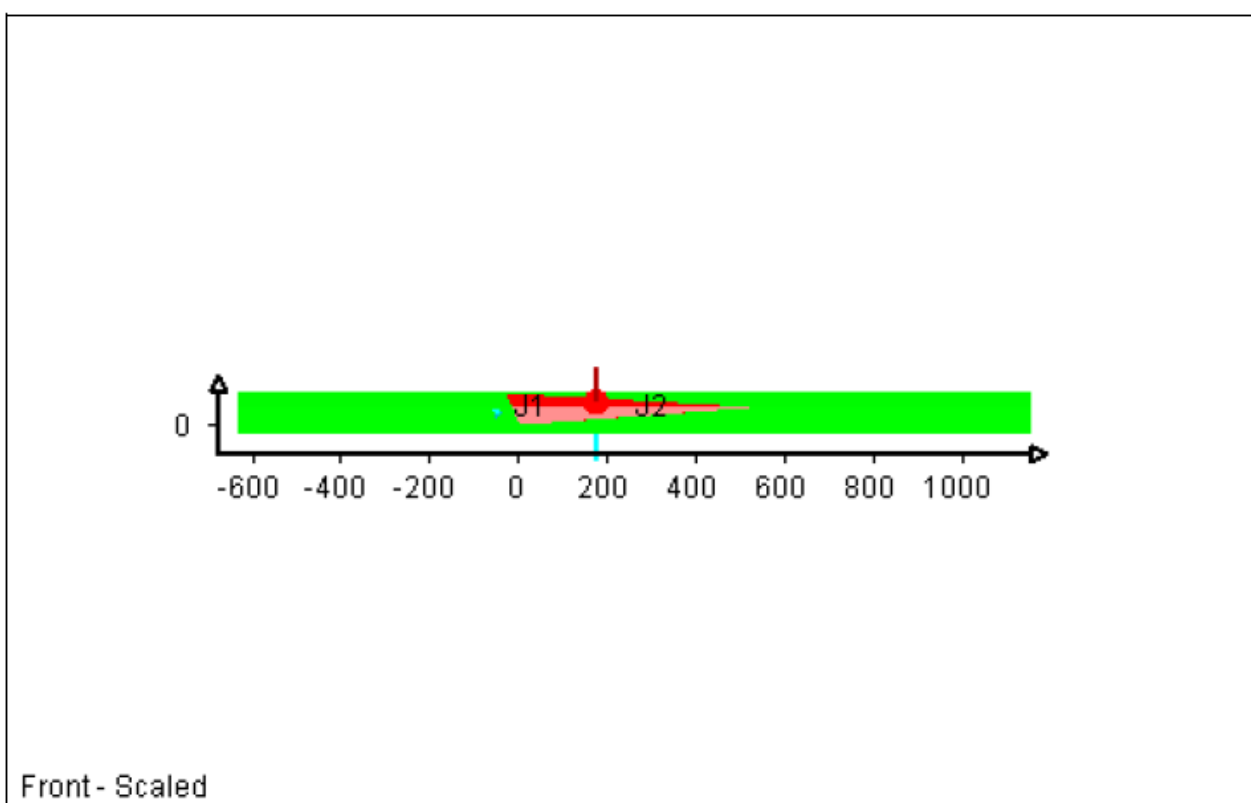
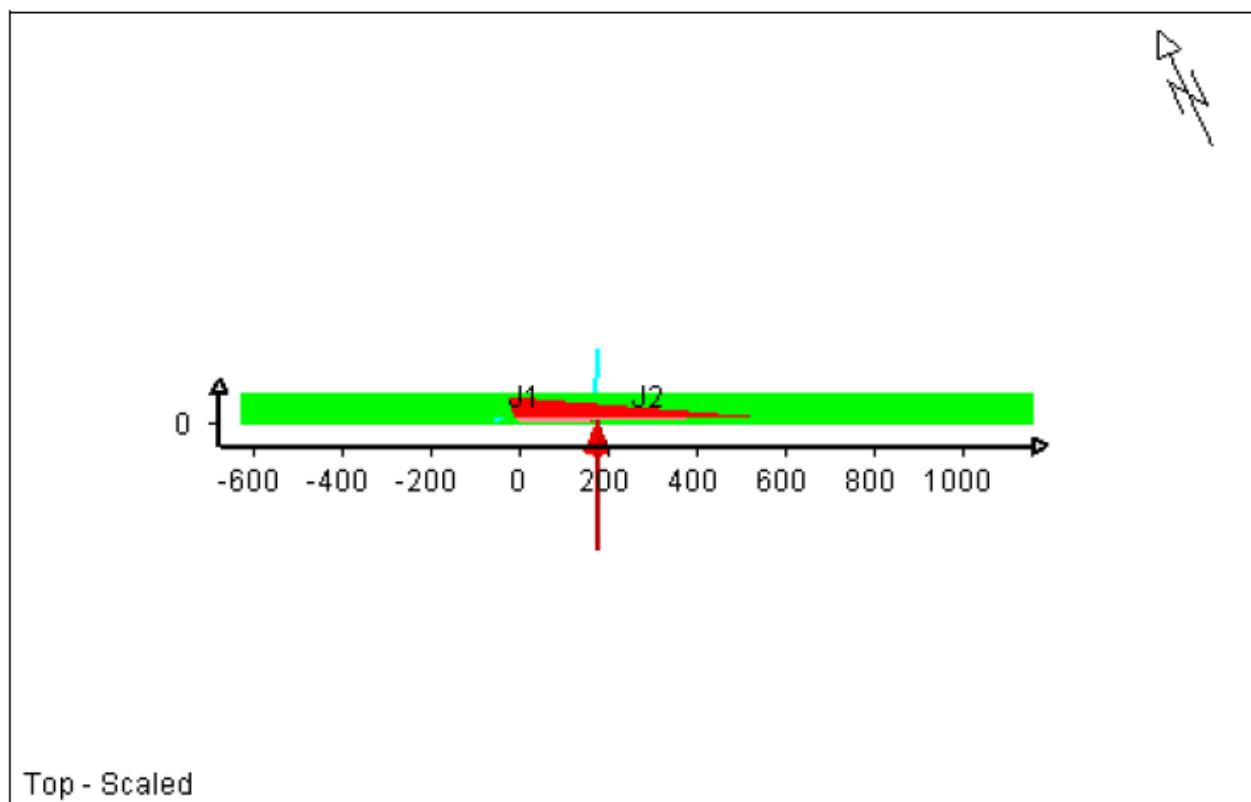
dip=35 deg, dip direction=205 deg

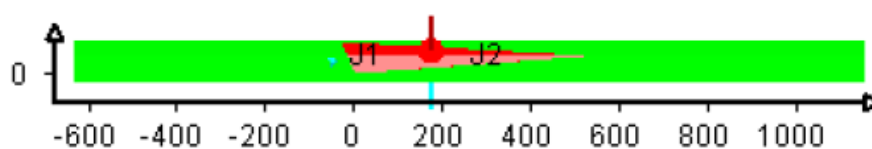
Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled
Fissures Percent Filled=50 %

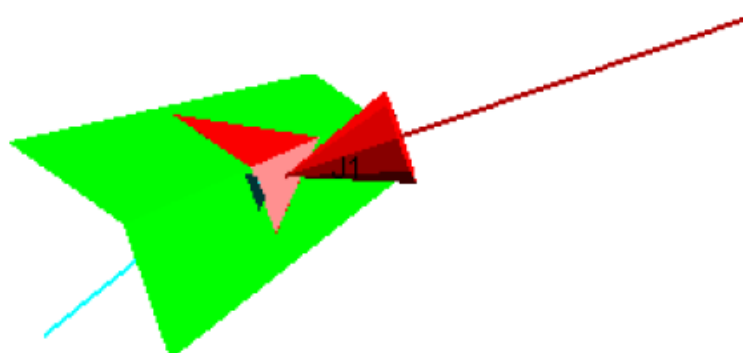
Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: -0.257, 0.688, 1.49
Point 234: 18.3, -7.96, 1.49
Point 123: -0.0602, 2.47, 2.68





Front - Scaled



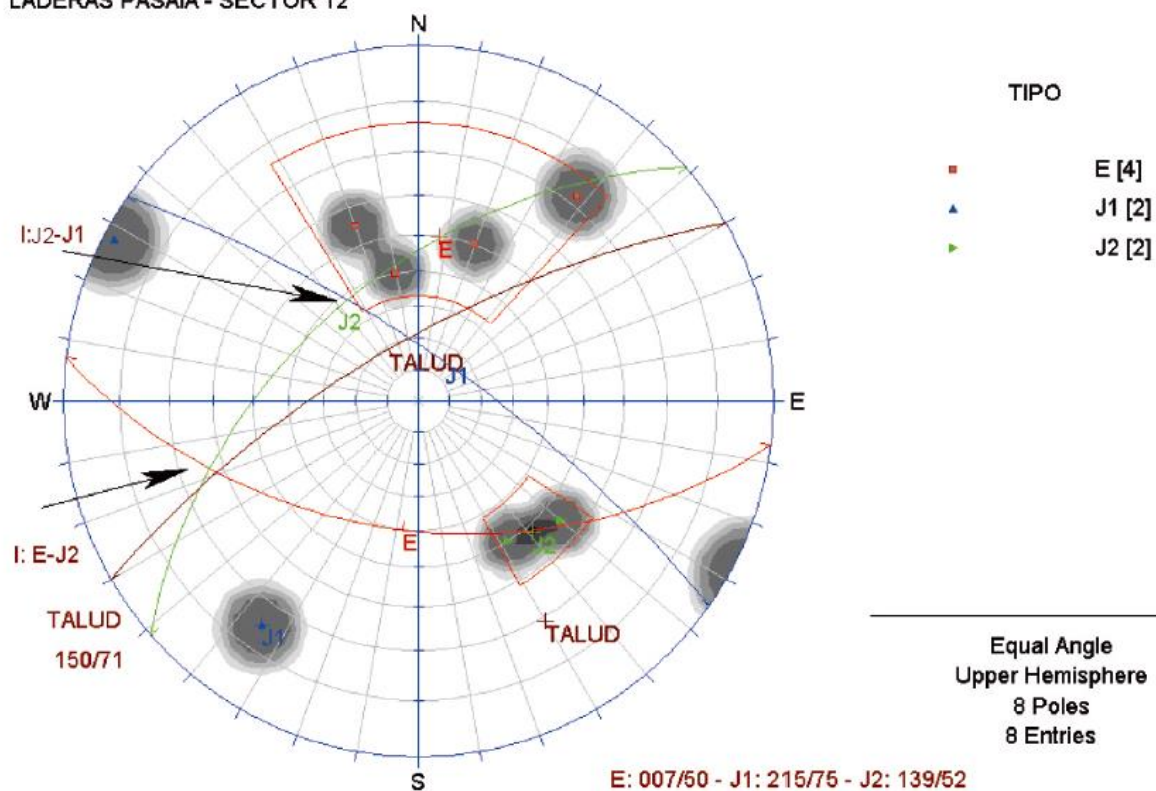
Perspective - Scaled

CÁLCULO DE ESTABILIDAD: SECTOR 12

DATOS ESTRUCTURALES DEL MACIZO ROCOSO

[illegible]

LADERAS PASAIA - SECTOR 12



A. Cuñas a través de la intersección entre E y J2

Estado inicial

Swedge Analysis Information

Document Name:
SECTOR 12 E-J2.swd

Job Title:
SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic
Safety Factor=0.143788
Wedge height(on slope)=10 m
Wedge width(on upper face)=1.25777 m
Wedge volume=6.15045 m³
Wedge weight=14.7611 tonnes
Wedge area (joint1)=8.48013 m²
Wedge area (joint2)=26.0009 m²
Wedge area (slope)=24.9579 m²
Wedge area (upper face)=2.96811 m²
Normal force (joint1)=-11.4574 tonnes
Normal force (joint2)=3.35843 tonnes
Driving force=13.2331 tonnes
Resisting force=1.90276 tonnes

Water Pressures/Forces:
Average pressure on fissures=0.223363 tonnes/m²
Water force on joint1=1.89415 tonnes
Water force on joint2=5.80764 tonnes

Failure Mode:
Sliding on joint2

Joint Sets 1&2 line of Intersection:
plunge=26.6549 deg,
trend=72.0899 deg
length=23.8989 m

Trace Lengths:
Joint1 on slope face=21.3204 m
Joint2 on slope face=25.526 m
Joint1 on upper face=2.68584 m
Joint2 on upper face=2.66234 m

Maximu Persistence:
Joint1=23.8989 m Joint2=25.526 m

Intersection Angles:
J1&J2 on slope face = 5.26254 deg
J1&Crest on slope face = 150.26 deg

J1&Crest on upper face = 27.9238 deg
J2&Crest on slope face = 24.4772 deg
J2&Crest on upper face = 28.1921 deg
J1&2 on upper face = 123.884 deg

Joint Set 1 Data:

dip=50 deg,
dip direction=7 deg
cohesion=0 tonnes/m2,
friction angle=22 deg

Joint Set 2 Data:

dip=52 deg,
dip direction=139 deg cohesion=0
tonnes/m2,
friction angle=30 deg

Slope Data:

dip=71 deg, dip direction=150 deg
slope height=10 meters
bench width=15 meters
rock unit weight=2.4 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO
Tension crack=NO

Upper Face Data:

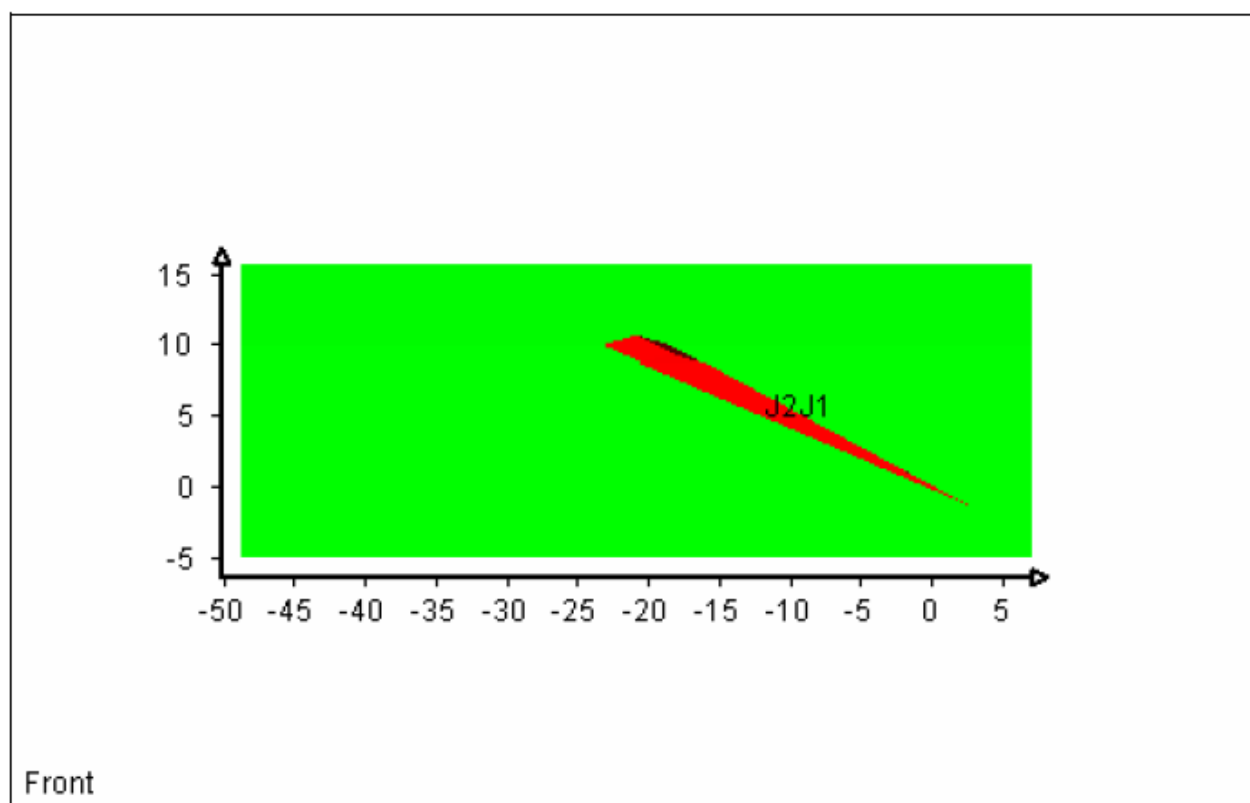
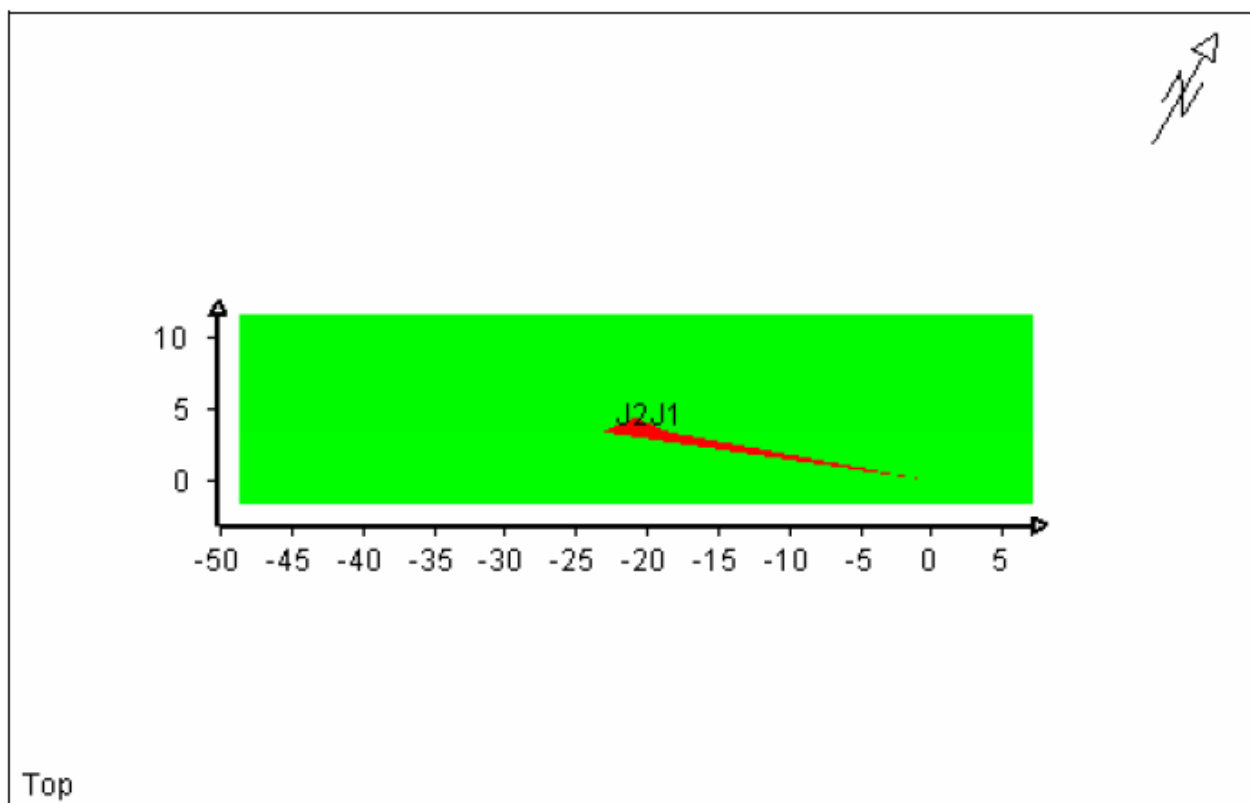
dip=35 deg, dip direction=150 deg

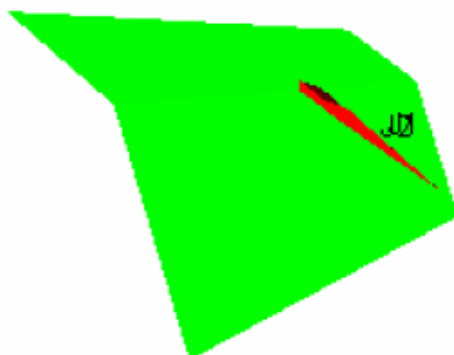
Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled
Fissures Percent Filled=50 %

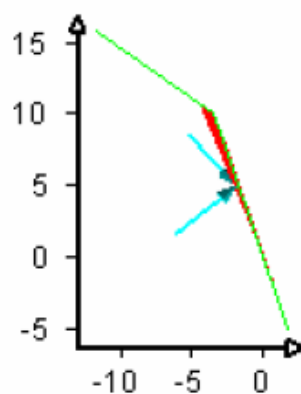
Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: -17.8, -6.27, 10
Point 234: -21.8, -8.63, 10
Point 123: -20.3, -6.57, 10.7





Perspective



Side

Estado final con sostenimiento

Swedge Analysis Information

Document Name:

SECTOR 12 E-J2.swd

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=1.72482

Wedge height(on slope)=10 m

Wedge width(on upper face)=1.25777 m

Wedge volume=6.15045 m³

Wedge weight=14.7611 tonnes

Wedge area (joint1)=8.48013 m²

Wedge area (joint2)=26.0009 m²

Wedge area (slope)=24.9579 m²

Wedge area (upper face)=2.96811 m²

Normal force (joint1)=-4.22562 tonnes

Normal force (joint2)=21.9358 tonnes

Driving force=7.34138 tonnes

Resisting force=12.6626 tonnes

Water Pressures/Forces:

Average pressure on fissures=0.223363
tonnes/m²

Water force on joint1=1.89415 tonnes

Water force on joint2=5.80764 tonnes

Failure Mode:

Sliding on joint2

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=26.6549 deg,

trend=72.0899 deg

length=23.8989 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=21.3204 m

Joint2 on slope face=25.526 m

Joint1 on upper face=2.68584 m

Joint2 on upper face=2.66234 m

Maximum Persistence:

Joint1=23.8989 m Joint2=25.526 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 5.26254 deg

J1&Crest on slope face = 150.26 deg

J1&Crest on upper face = 27.9238 deg

J2&Crest on slope face = 24.4772 deg

J2&Crest on upper face = 28.1921 deg J1&2

on upper face = 123.884 deg

Joint Set 1 Data:

dip=50 deg,
dip direction=7 deg
cohesion=0 tonnes/m2,
friction angle=22 deg

Joint Set 2 Data:

dip=52 deg,
dip direction=139 deg
cohesion=0 tonnes/m2,
friction angle=30 deg

Slope Data:

dip=71 deg, dip direction=150 deg
slope height=10 meters
bench width=15 meters
rock unit weight=2.4 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO
Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=35 deg, dip direction=150 deg

Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent
Filled Fissures Percent Filled=50 %

Bolt Data:

Number of bolts=1

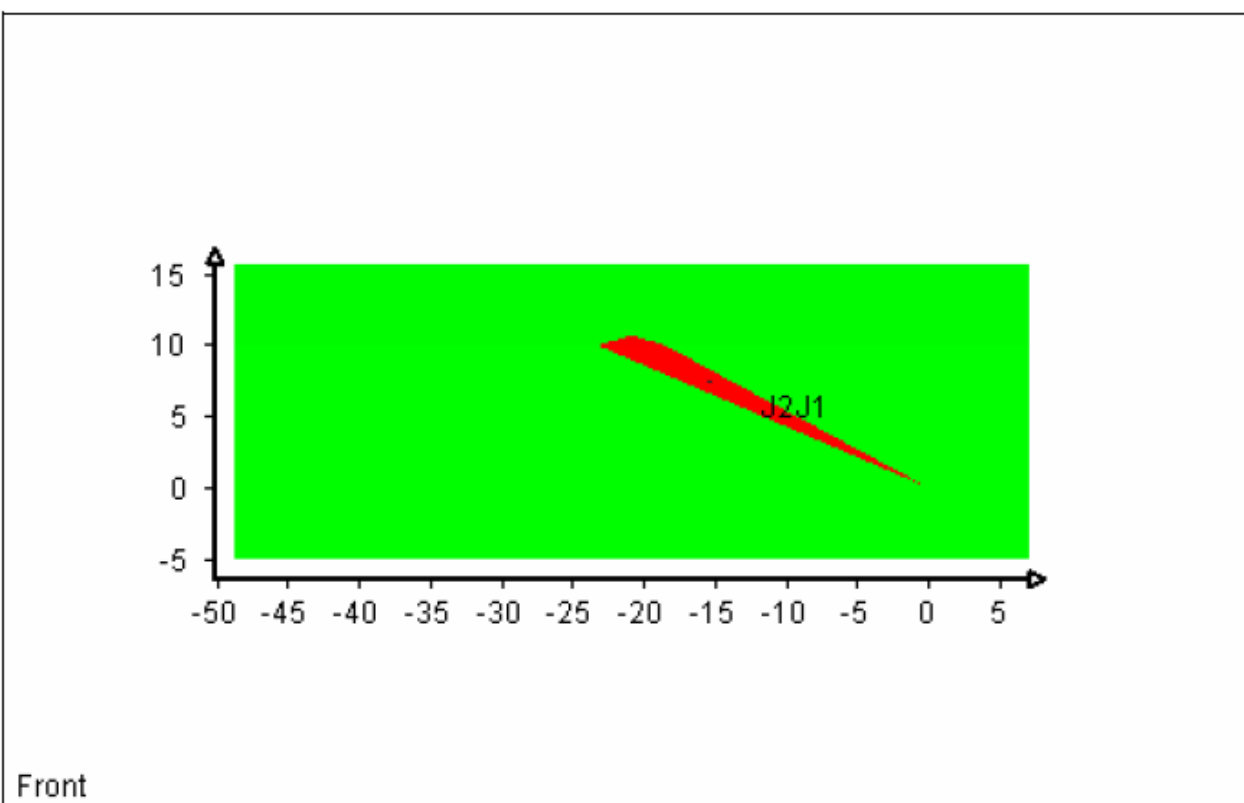
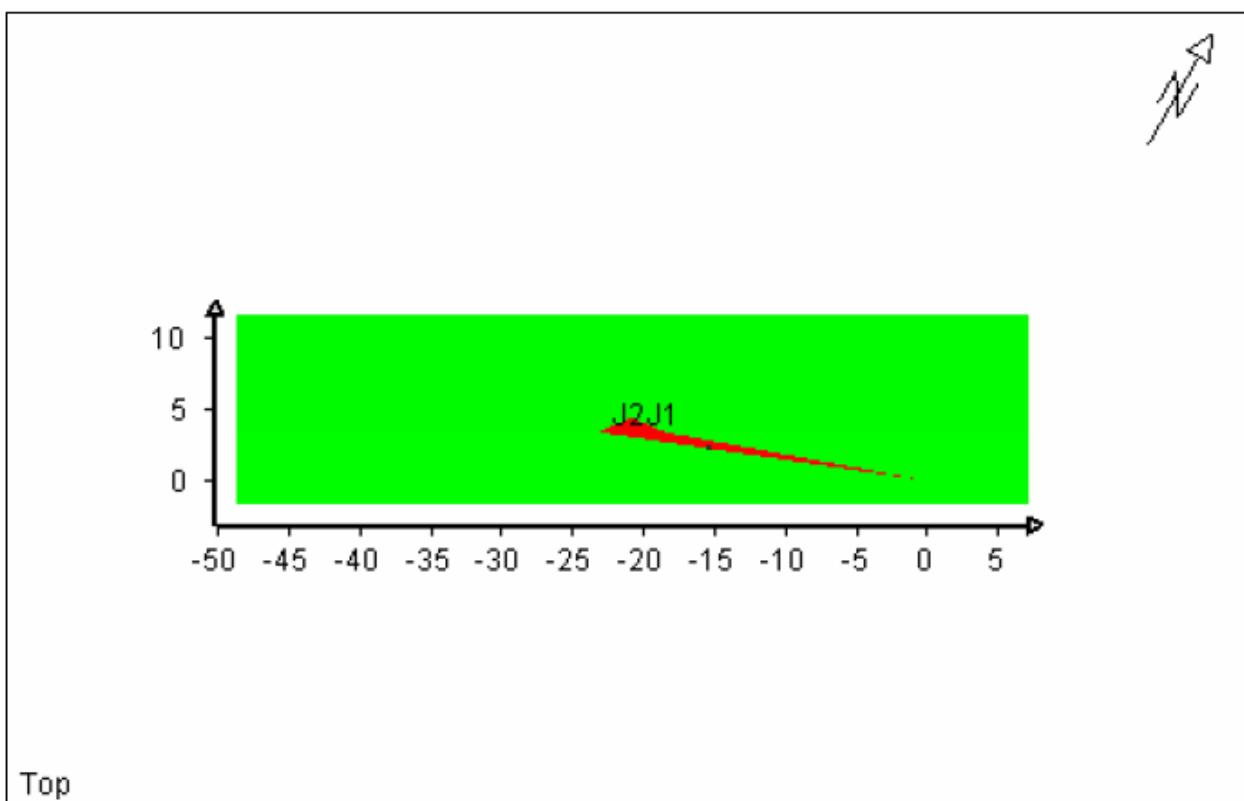
Bolt #1

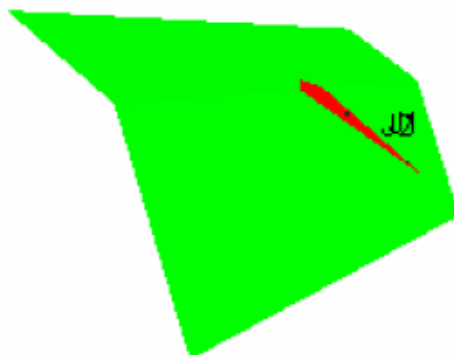
bolt model=active
trend=330 deg,
plunge=19 deg
length=6 meters
anchored
length=5.72197
meters capacity=20
tonnes

Wedge Vertices:

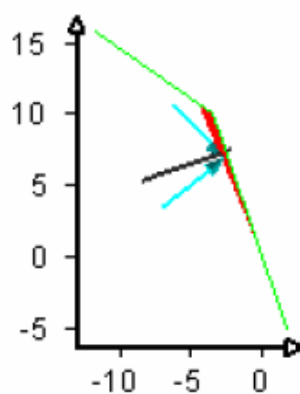
Coordinates in Easting,Northing,Up Format 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope
Point 124: 0, 0, 0
Point 134: -17.8, -6.27, 10

Point 234: -21.8, -8.63, 10
Point 123: -20.3, -6.57, 10.7





Perspective



Side

B. Cuña a través de la intersección que forman los planos J1 y J2 (poco probable)

Estado inicial

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=0.270575

Wedge height(on slope)=3.38125 m

Wedge width(on upper face)=4 m

Wedge volume=11.6478 m³

Wedge weight=27.9546 tonnes

Wedge area (joint1)=27.9592 m²

Wedge area (joint2)=4.80216 m²

Wedge area (slope)=14.8623 m²

Wedge area (upper face)=16.6241 m²

Normal force (joint1)=13.3892 tonnes

Normal force (joint2)=0.932829 tonnes

Driving force=21.9834 tonnes

Resisting force=5.94816 tonnes

Water Pressures/Forces:

Average pressure on fissures=0.118241
tonnes/m²

Water force on joint1=3.30592 tonnes

Water force on joint2=0.567811 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=51.85 deg,

trend=144.945 deg

length=7.21717 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=8.63097 m

Joint2 on slope face=3.60514 m

Joint1 on upper face=8.46687 m

Joint2 on upper face=4.08923 m

Maximum Persistence:

Joint1=8.63097 m

Joint2=7.21717 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 72.8016 deg

J1&Crest on slope face = 24.4772 deg

J1&Crest on upper face = 28.1921 deg

J2&Crest on slope face = 82.7212 deg

J2&Crest on upper face = 78.0086 deg

J1&2 on upper face = 73.7993 deg

Joint Set 1 Data:

dip=52 deg, dip direction=139 deg
cohesion=0 tonnes/m²,
friction angle=22 deg

Joint Set 2 Data:

dip=75 deg, dip direction=215 deg
cohesion=0 tonnes/m²,
friction angle=30 deg

Slope Data:

dip=71 deg,
dip direction=150 deg
slope height=10 meters
bench width=4 meters
rock unit weight=2.4 tonnes/m³
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO
Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=35 deg, dip direction=150 deg

Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m³
Pressure definition method=Percent Filled
Fissures Percent Filled=50 %

Wedge Vertices:

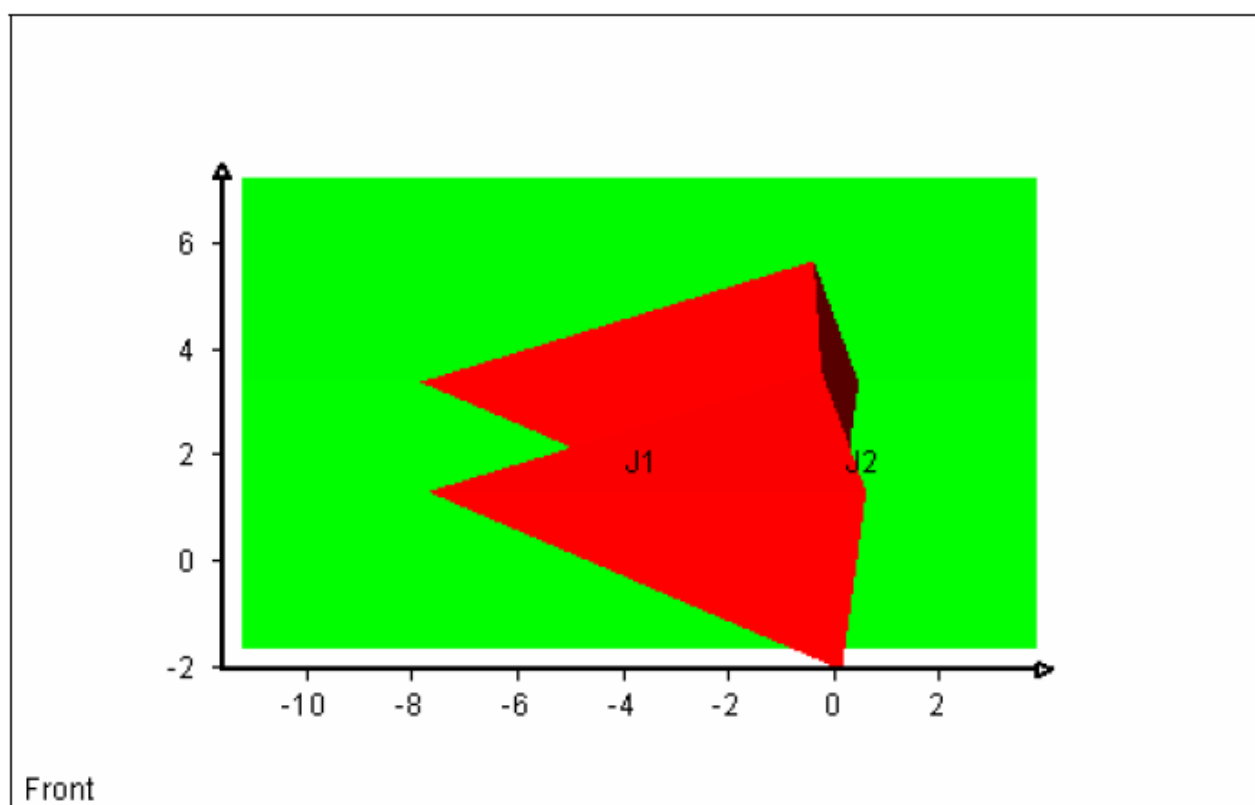
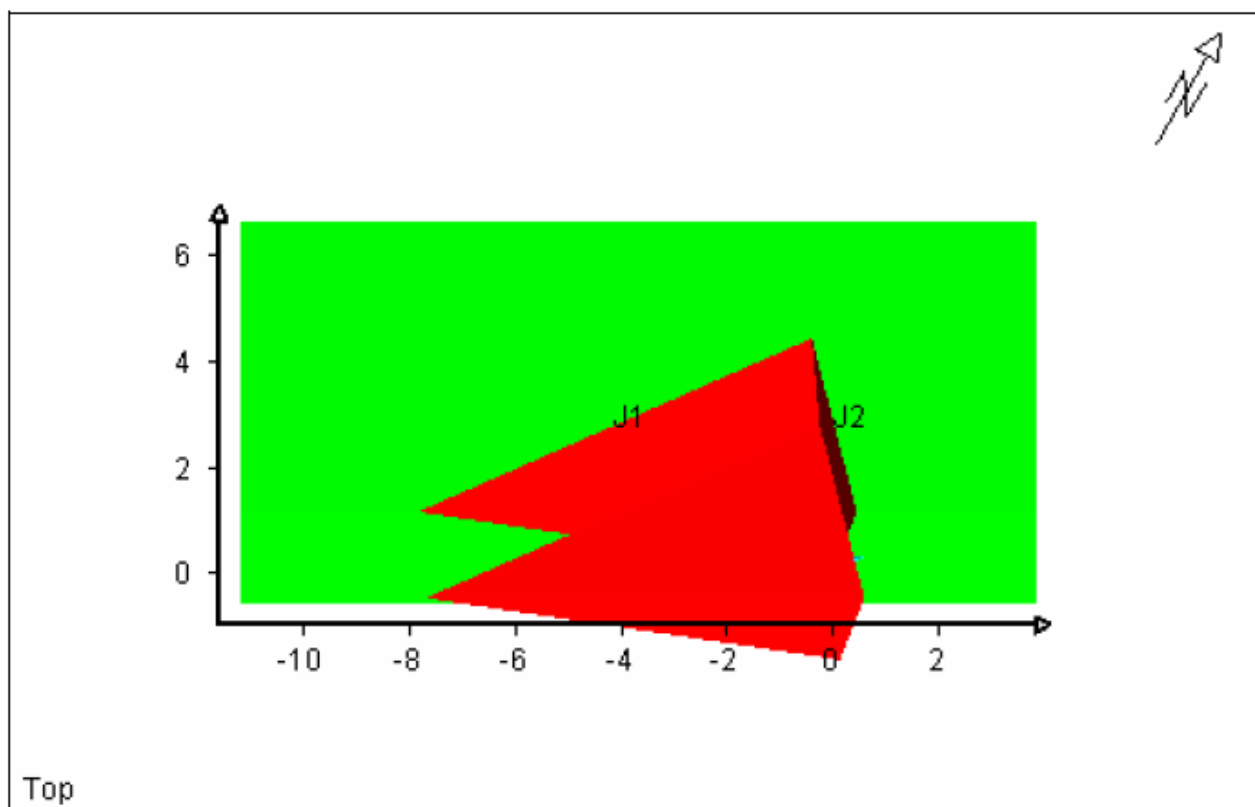
Coordinates in Easting,Northing,Up Format 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

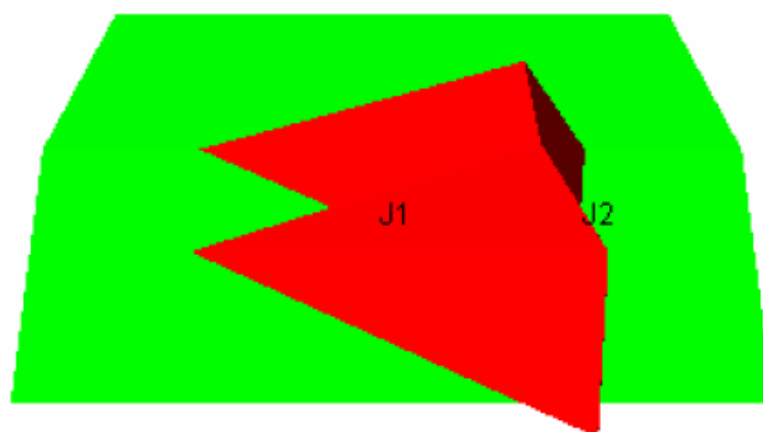
Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -7.38, -2.92, 3.38

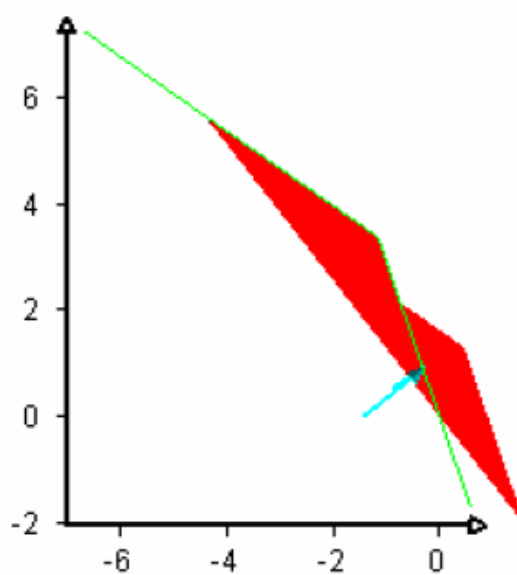
Point 234: -0.187, 1.24, 3.38

Point 123: -2.56, 3.65, 5.68





Perspective



Side

Estado final con sostenimiento

Swedge Analysis Information

Document Name:

SECTOR 12 J1-J2.swd

Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=1.5956

Wedge height(on slope)=3.38125 m

Wedge width(on upper face)=4 m

Wedge volume=11.6478 m³

Wedge weight=27.9546 tonnes

Wedge area (joint1)=27.9592 m²

Wedge area (joint2)=4.80216 m²

Wedge area (slope)=14.8623 m²

Wedge area (upper face)=16.6241 m²

Normal force (joint1)=39.5897 tonnes

Normal force (joint2)=6.04056 tonnes

Driving force=12.2103 tonnes

Resisting force=19.4828 tonnes

Water Pressures/Forces:

Average pressure on fissures=0.118241
tonnes/m²

Water force on joint1=3.30592 tonnes

Water force on joint2=0.567811 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=51.85 deg,

trend=144.945 deg

length=7.21717 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face=8.63097 m

Joint2 on slope face=3.60514 m

Joint1 on upper face=8.46687 m

Joint2 on upper face=4.08923 m

Maximum Persistence:

Joint1=8.63097 m Joint2=7.21717 m

Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 72.8016 deg

J1&Crest on slope face = 24.4772 deg

J1&Crest on upper face = 28.1921 deg

J2&Crest on slope face = 82.7212 deg

J2&Crest on upper face = 78.0086 deg

J1&2 on upper face = 73.7993 deg

Joint Set 1 Data:

dip=52 deg, dip direction=139 deg
cohesion=0 tonnes/m2,
friction angle=22 deg

Joint Set 2 Data:

dip=75 deg, dip direction=215 deg
cohesion=0 tonnes/m2,
friction angle=30 deg

Slope Data:

dip=71 deg, dip direction=150 deg
slope height=10 meters
bench width=4 meters
rock unit weight=2.4 tonnes/m3
Water pressures in the slope=YES
Overhanging slope face=NO
Externally applied force=NO
Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=35 deg, dip direction=150 deg

Water Pressure Data:

Water unit weight=1 tonnes/m3
Pressure definition method=Percent Filled
Fissures Percent Filled=50 %

Bolt Data:

Number of bolts=1

Bolt #1

bolt model=active
trend=330 deg, plunge=19 deg
length=6 meters
anchored length=5.52723 meters
capacity=30 tonnes

Wedge Vertices:

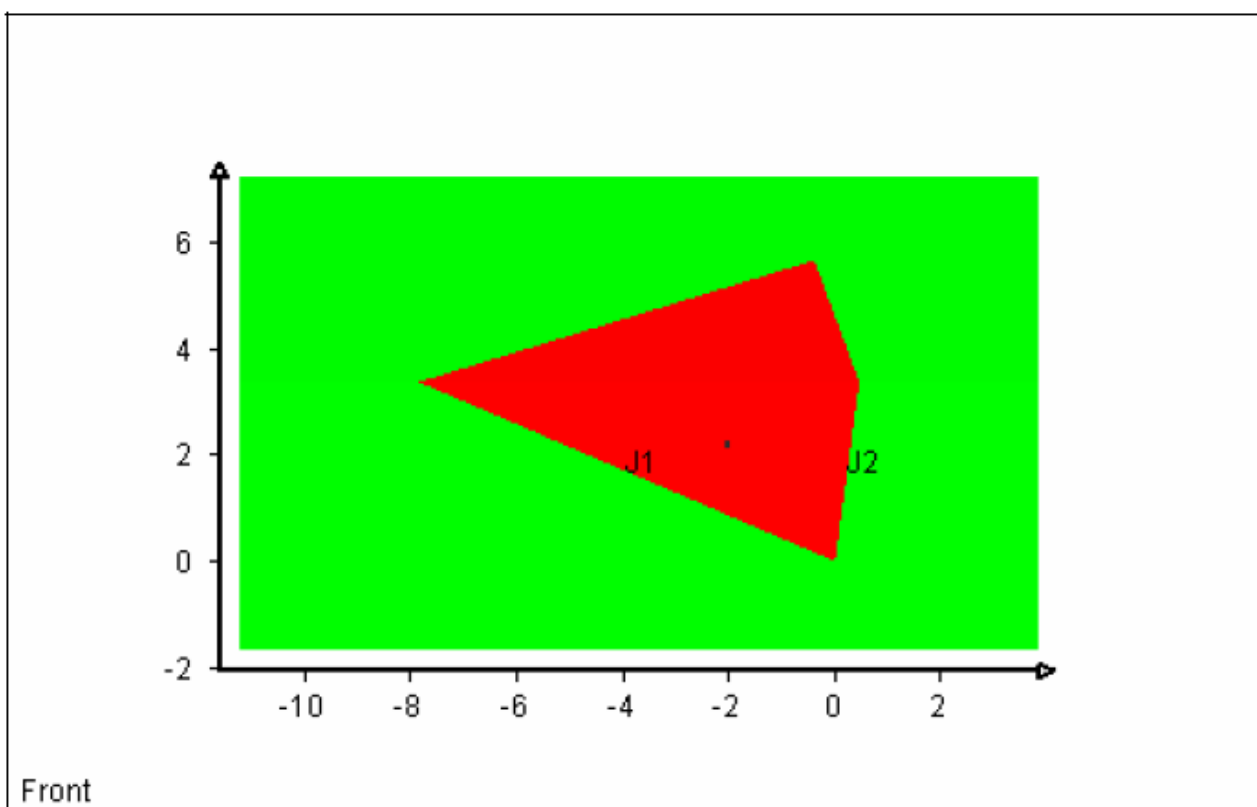
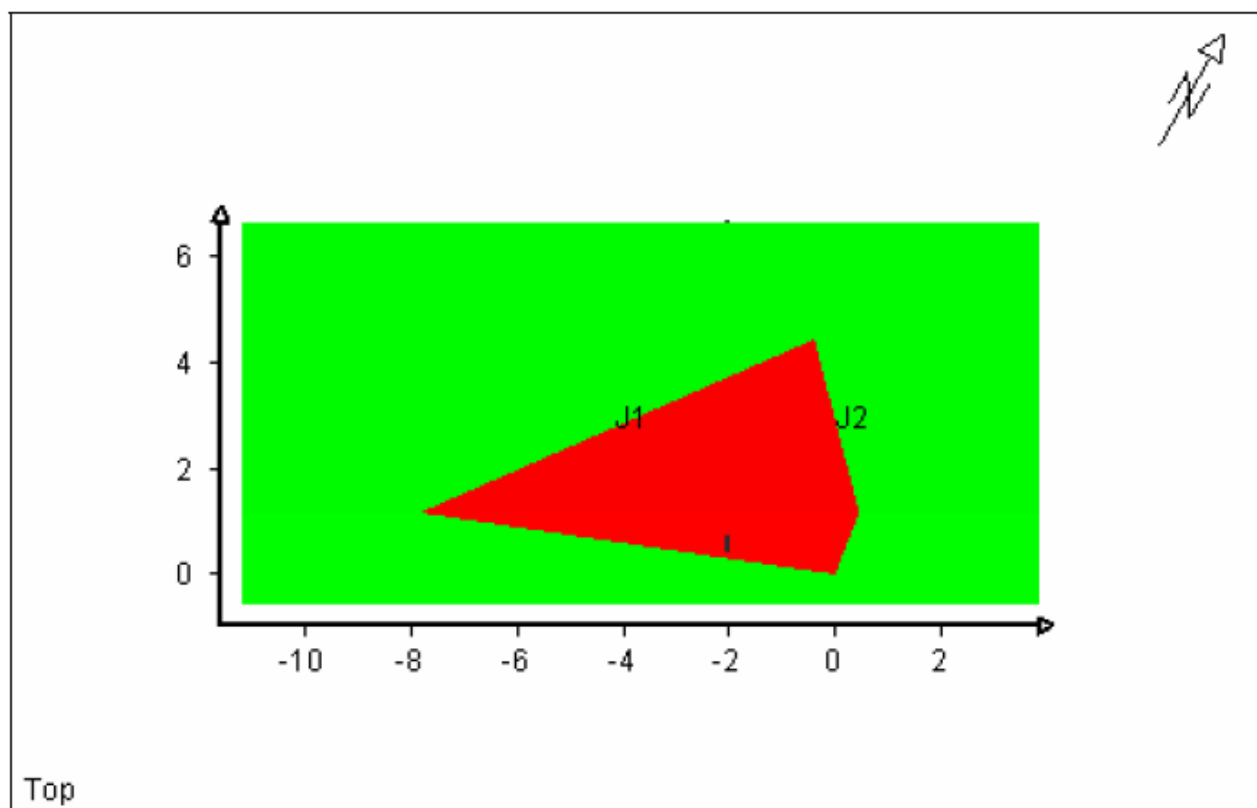
Coordinates in Easting,Northing,Up Format 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

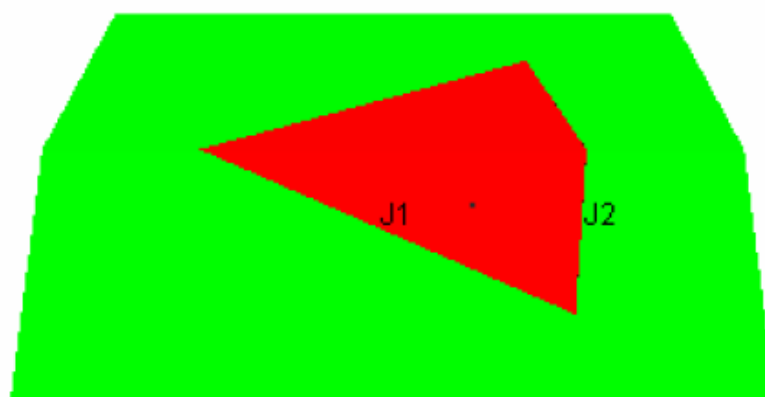
Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -7.38, -2.92, 3.38

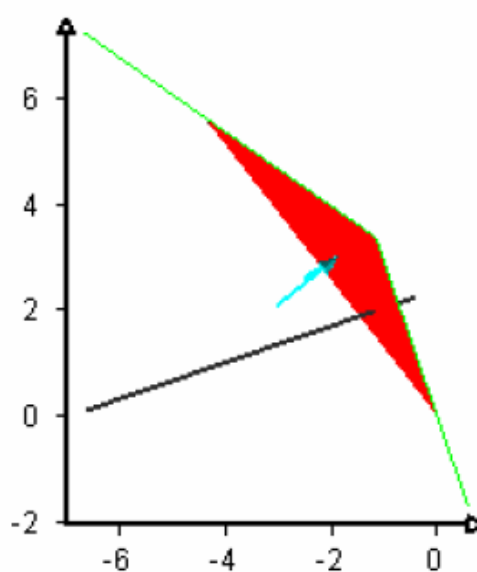
Point 234: -0.187, 1.24, 3.38

Point 123: -2.56, 3.65, 5.68





Perspective



Side