

FACTOR DE SEGURIDAD

ROTURA POR CUÑA

Analítico

Proyecciones

Ábacos

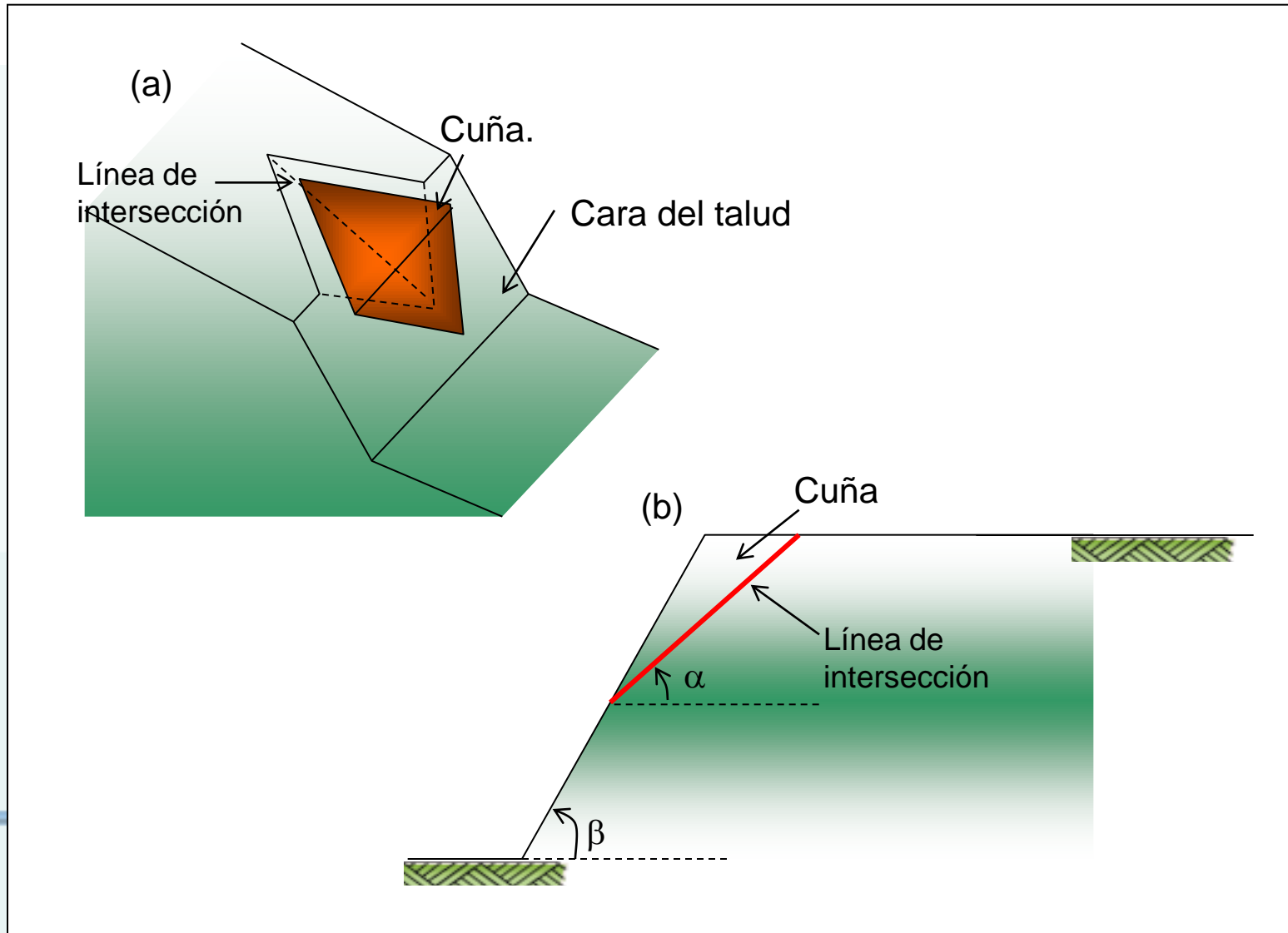
Simulación

Prof. Norly Belandria, Dra
Grupo de Investigación GIGA
Departamento de Geomecánica

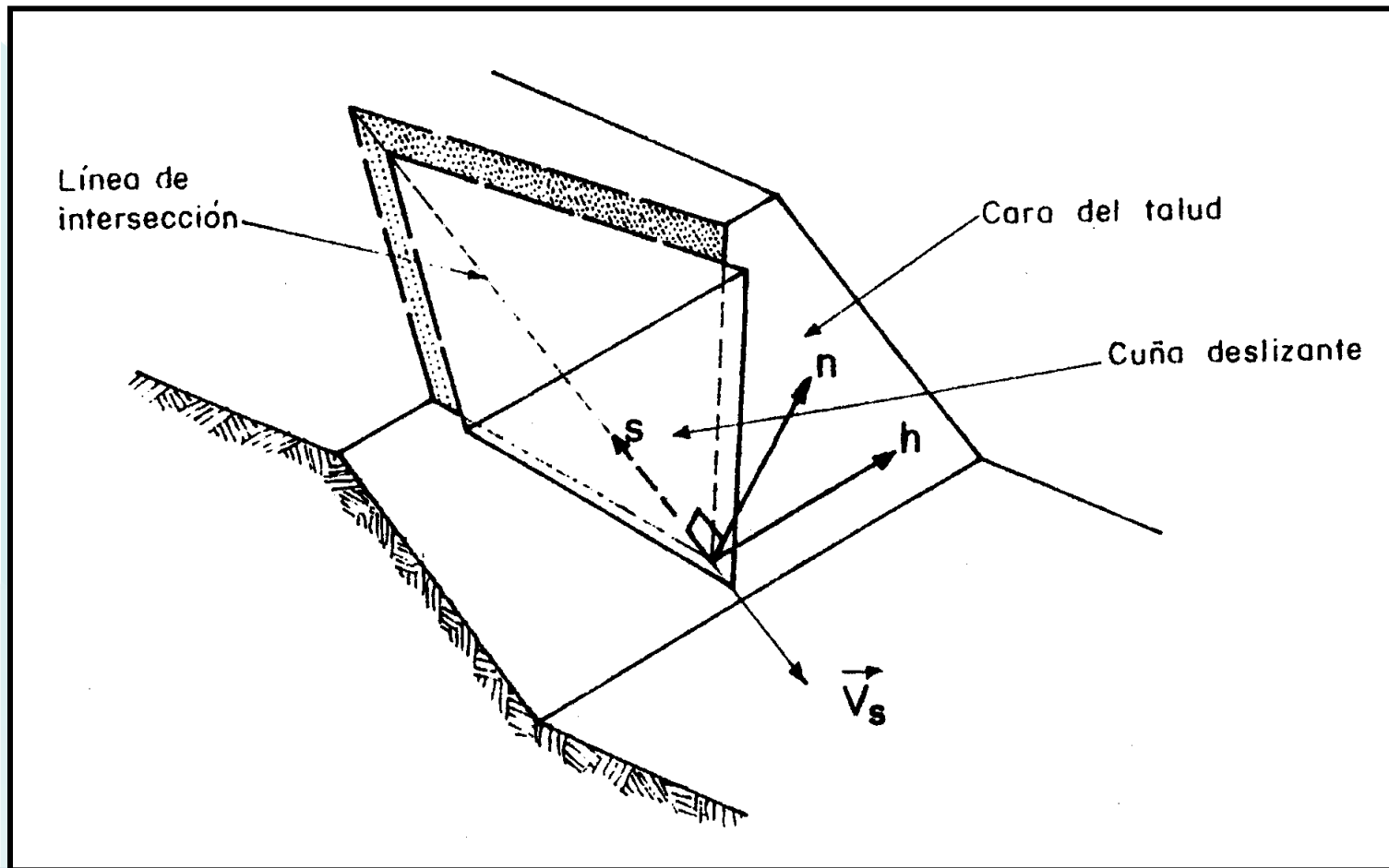


FS_Rotura_cuña by [Norly Belandria](#)
is licensed under a [Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0
Internacional License](#).

ROTURA POR CUÑA



ROTURA POR CUÑA

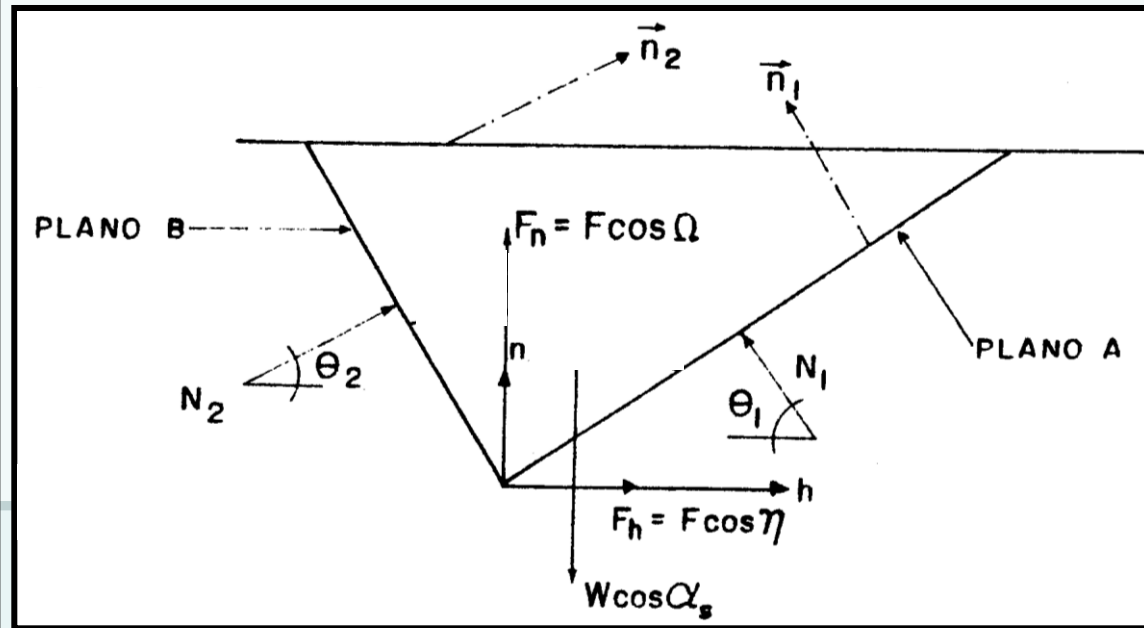
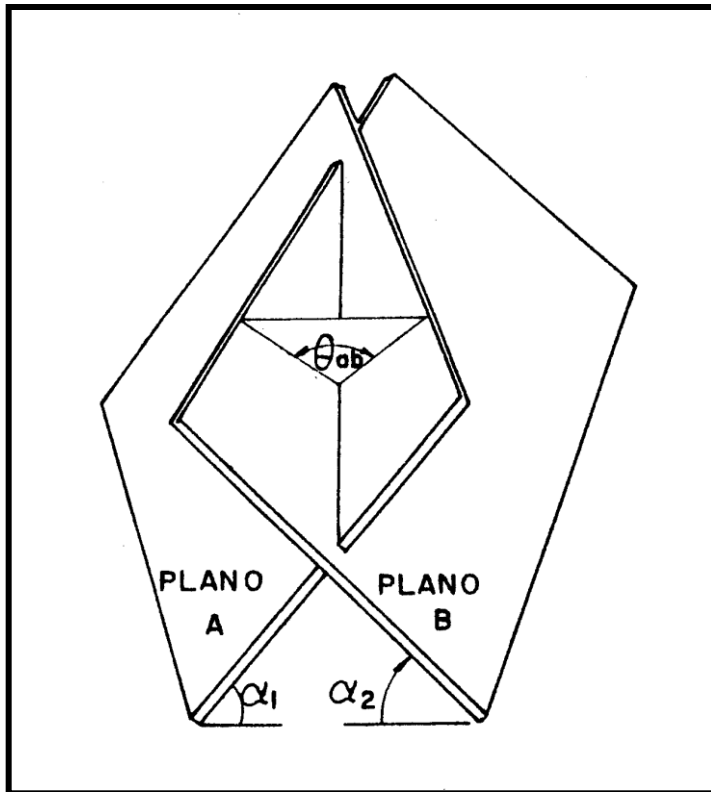


Geotecnia: Tema 4 Estabilidad de taludes

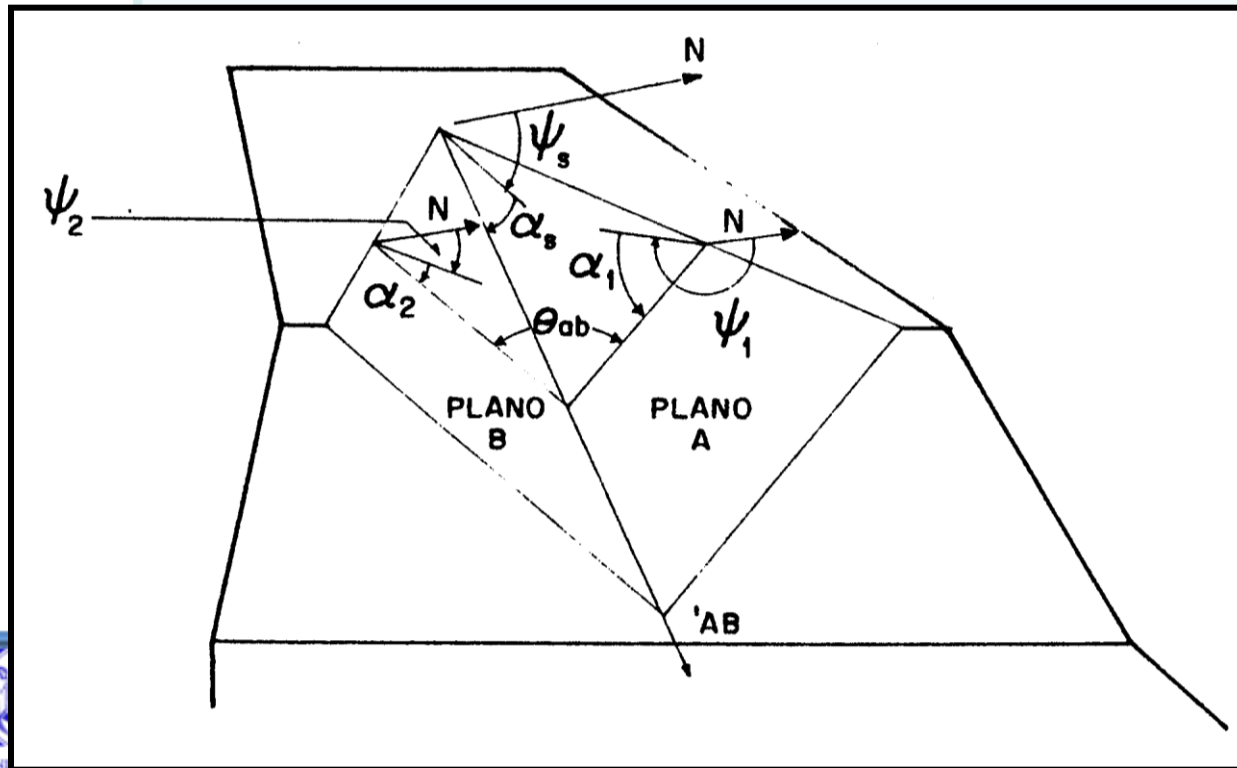
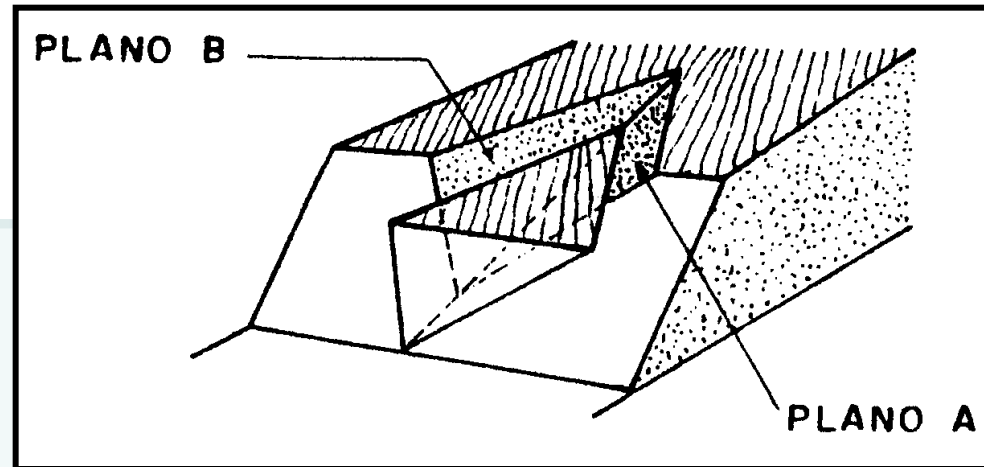
La Cuña de roca depende de:

- Ángulo de fricción interna de ambas discontinuidades ϕ_1, ϕ_2 .
- Ángulos formados con los planos de deslizamiento y un vector normal con respecto al plano horizontal θ_1, θ_2 .
- Ángulo de inmersión (α_s), (la intersección de los dos planos de discontinuidades, es una línea, el ángulo que forma dicha línea con un plano horizontal es el ángulo de inmersión).
- Buzamiento y dirección de buzamiento del plano de discontinuidad A α_1, ψ_1 .
- Buzamiento y dirección de buzamiento del plano de discontinuidad B α_2, ψ_2 .
- Buzamiento y dirección de buzamiento de la línea de intersección de los dos planos α_s, ψ_s .

ROTURA POR CUÑA



ROTURA POR CUÑA



Ecuación para determinar la dirección de buzamiento de la línea de intersección,

$$\tan \psi_s = \left[\frac{\tan \alpha_1 \cos \psi_1 - \tan \alpha_2 \cos \psi_2}{\tan \alpha_2 \operatorname{sen} \psi_2 - \tan \alpha_1 \operatorname{sen} \psi_1} \right] \quad \boxed{\alpha_2 > \alpha_1}$$

Ecuación para determinar el buzamiento de la línea de intersección,

$$\tan \alpha_s = [\tan \alpha_2 \cos(\psi_2 - \psi_s)]$$

Ecuación para determinar los ángulos formados por los planos de deslizamiento con el plano vertical.

$$\text{sen } \theta_1 = \text{sen } \alpha_1 \cdot \text{sen } \alpha_s \cdot \cos(\psi_s - \psi_1) + \cos \alpha_1 \cos \alpha_s$$

$$\text{sen } \theta_2 = \text{sen } \alpha_2 \cdot \text{sen } \alpha_s \cdot \cos(\psi_s - \psi_2) + \cos \alpha_2 \cos \alpha_s$$

$$\cos \theta_{ab} = \text{sen } \alpha_1 \cdot \text{sen } \alpha_2 \cdot \cos(\psi_2 - \psi_1) + \cos \alpha_1 \cos \alpha_2$$

$$\theta_1 + \theta_2 = 180 - \theta_{ab}$$

Estabilidad de la cuña por el FS:

$$FS = \frac{(C_1 A_1 + N_1 \cdot \tan \phi_1) + (C_2 A_2 + N_2 \cdot \tan \phi_2)}{R \sin(\alpha_s + \varepsilon)}$$

Considerando:

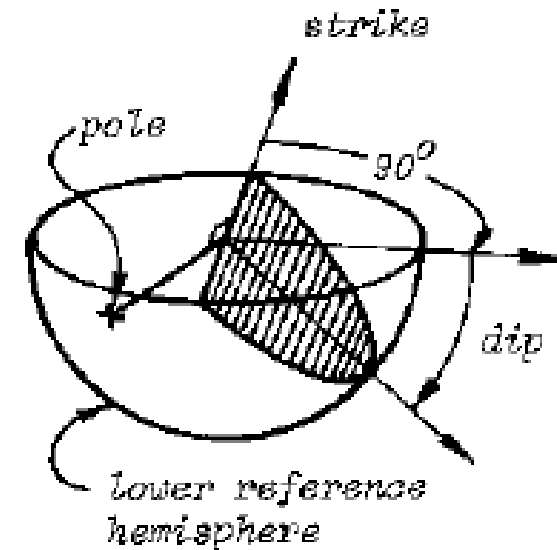
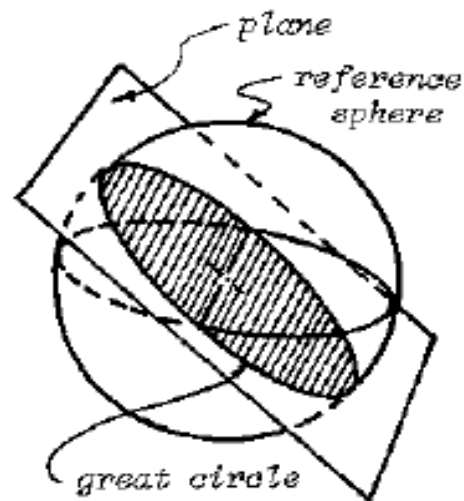
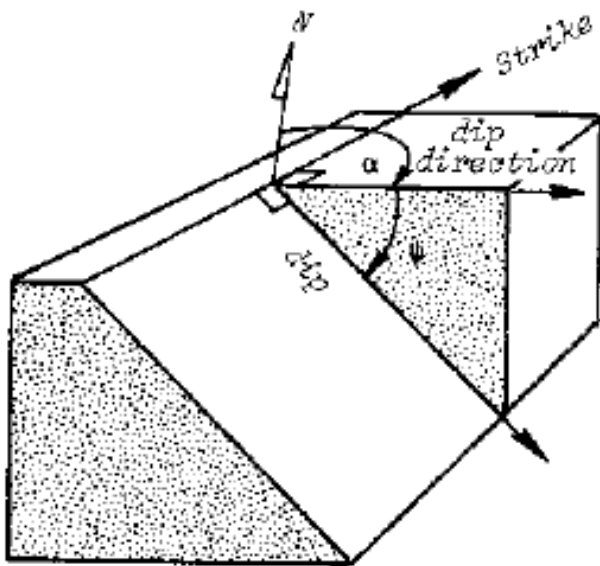
Los planos de fractura están abiertos $C_1 = C_2 = 0$

No se toma en cuenta el efecto de la presión intersticial.

$$FS = \frac{(\cos \theta_2 \cdot \tan \phi_1) + (\cos \theta_1 \cdot \tan \phi_2)}{\tan(\alpha_s + \varepsilon) \cdot \sin(\theta_1 + \theta_2)}$$

Proyección estereográfica:

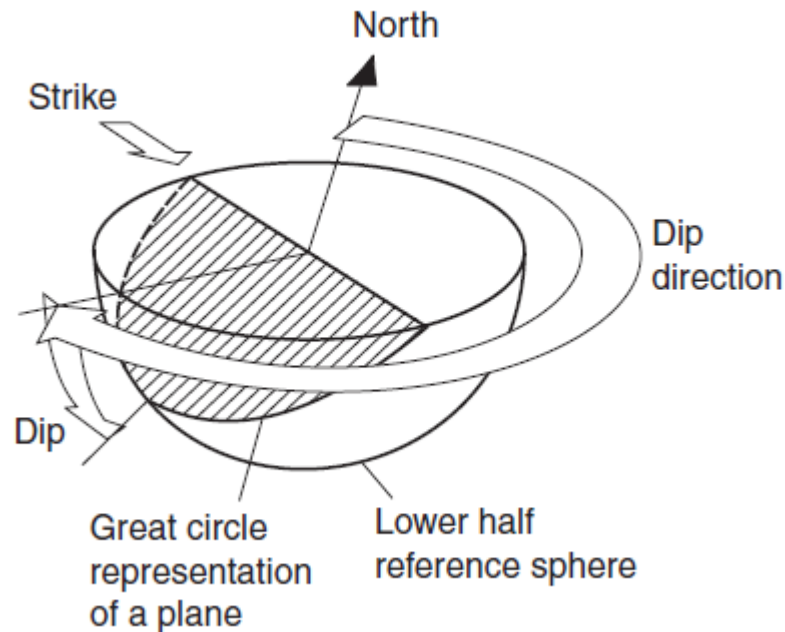
- 1.- Dibujar rumbo y buzamiento de las discontinuidades (o buzamiento y dirección de buzamiento). $(\alpha_1, \psi_1; \alpha_2, \psi_2)$
- 2.- Marcar la línea de intersección. (α_s, ψ_s)
- 3.- Dibujar el polo de la discontinuidad. $(\theta_1, \theta_2, \theta_{ab})$



Geotecnia: Tema 4 Estabilidad de taludes

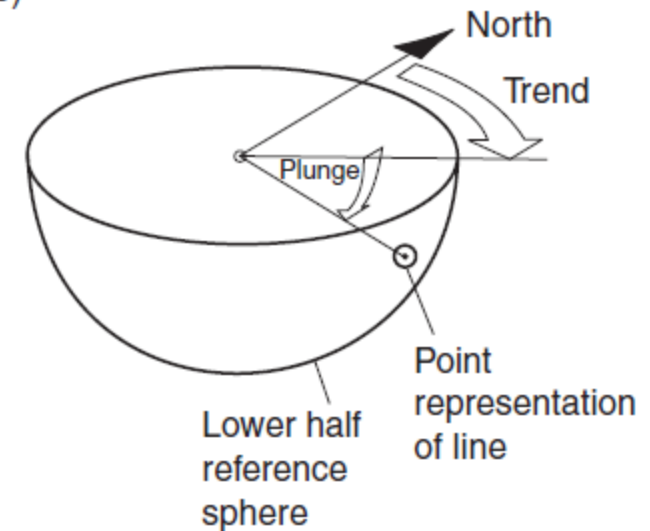
Representación del Buzamiento y la dirección de buzamiento de un plano.

(a)



Representación de una línea en con plunge y trend (inmersión y dirección)

(b)

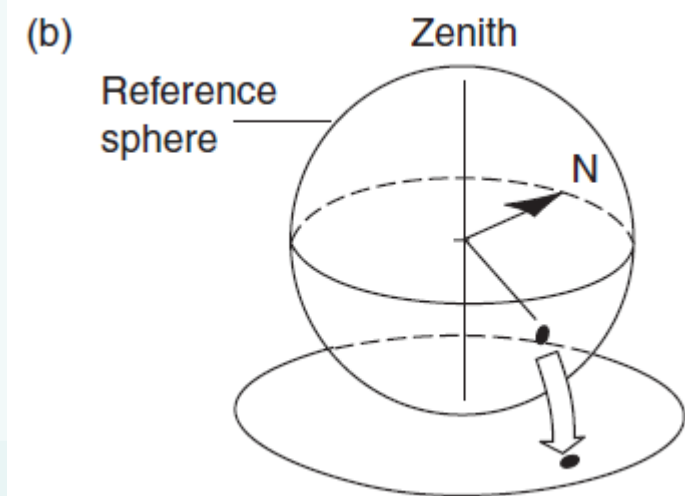
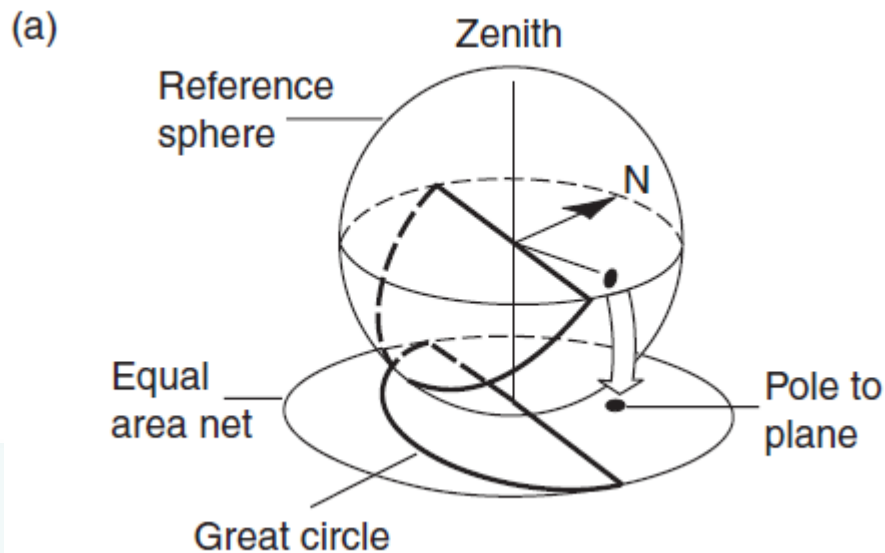


*Tomado de: Duncan and Christopher (2004) Rock slope engineering civil and mining

Geotecnia: Tema 4 Estabilidad de taludes

Proyección de un plano en el gran círculo con su correspondiente polo .

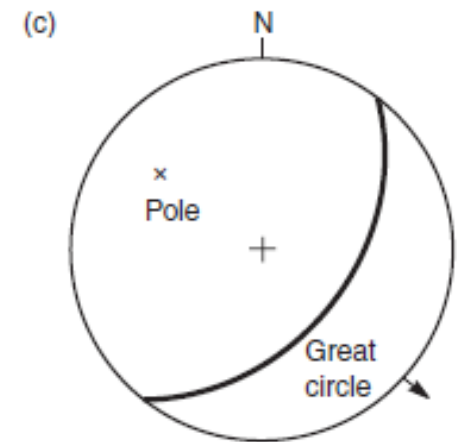
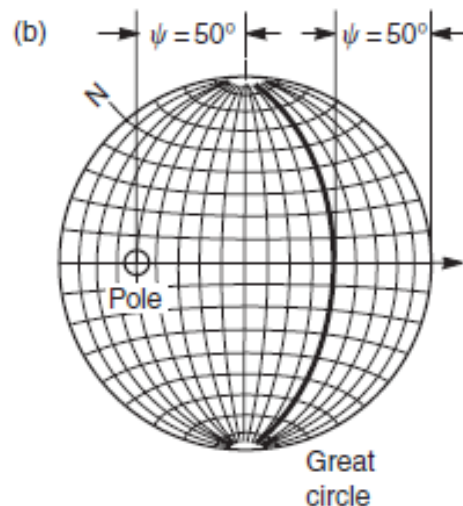
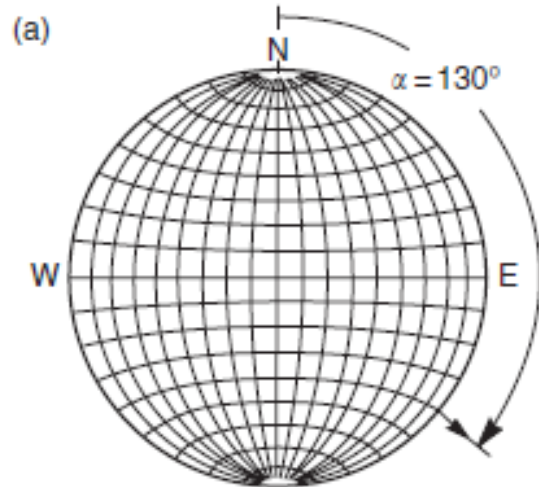
Proyección de una línea corresponde a un polo



***Tomado de: Duncan and Christopher (2004) Rock slope engineering civil and mining**

Geotecnia: Tema 4 Estabilidad de taludes

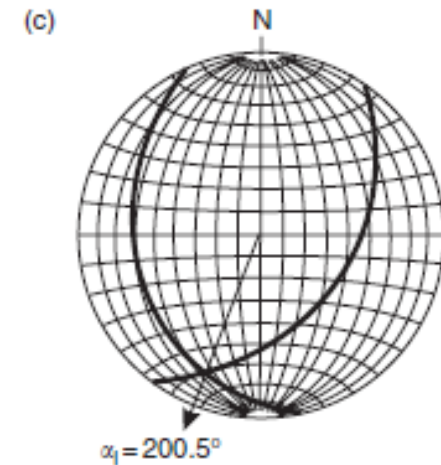
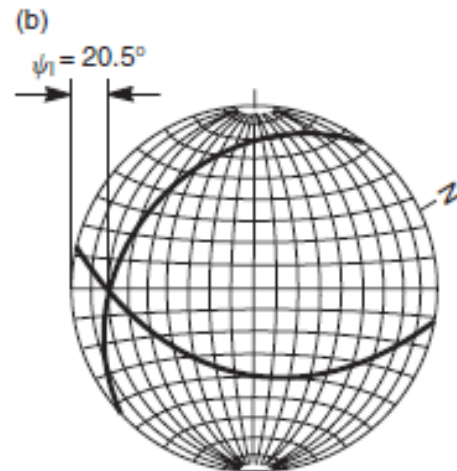
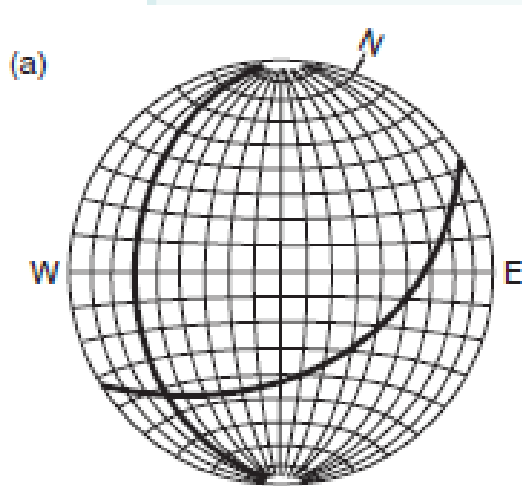
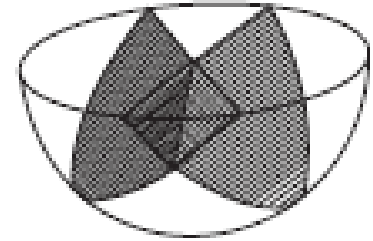
Construcción de un polo y un gran círculo de un plano cuya orientación es, 50 de buzamiento y 130 de dirección de buzamiento



*Tomado de: Duncan and Christopher (2004) Rock slope engineering civil and mining

Geotecnia: Tema 4 Estabilidad de taludes

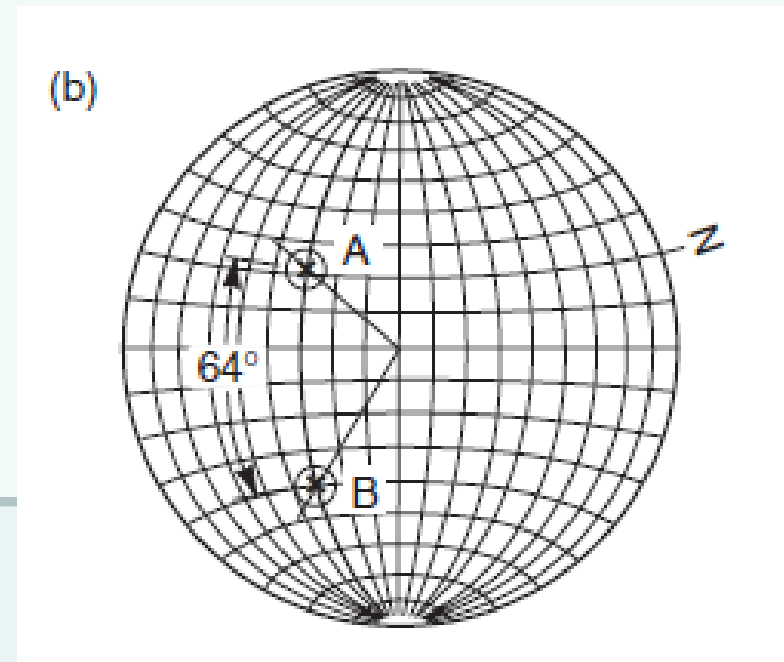
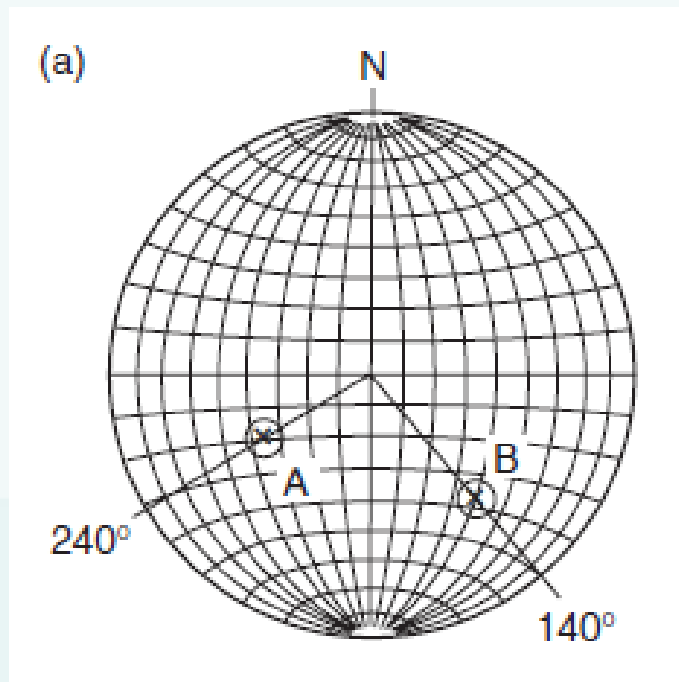
Determinación de la orientación (plunge and trend) de la línea de intersección entre dos planos con orientación de (50/130) y (30/250)



*Tomado de: Duncan and Christopher (2004) Rock slope engineering civil and mining

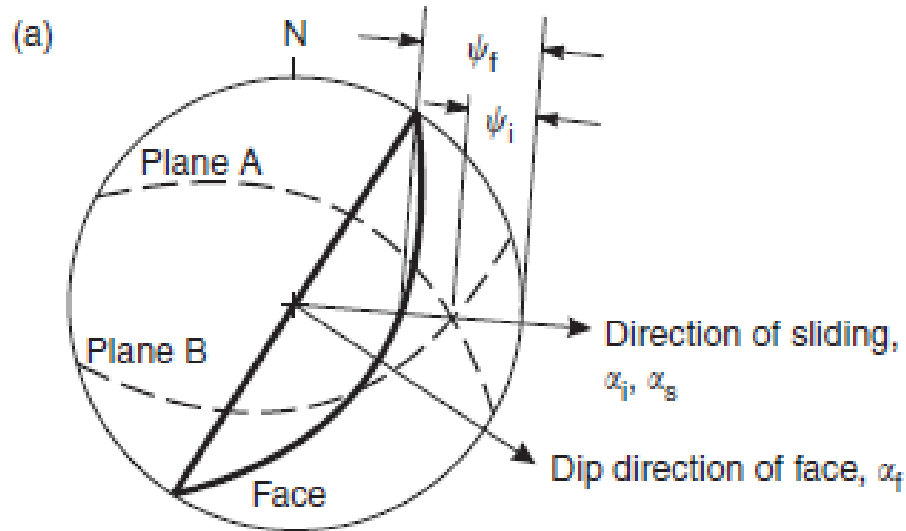
Geotecnia: Tema 4 Estabilidad de taludes

Determinación del ángulo entre líneas
(representadas por polos) con orientación, (54/240) y
(40/140)

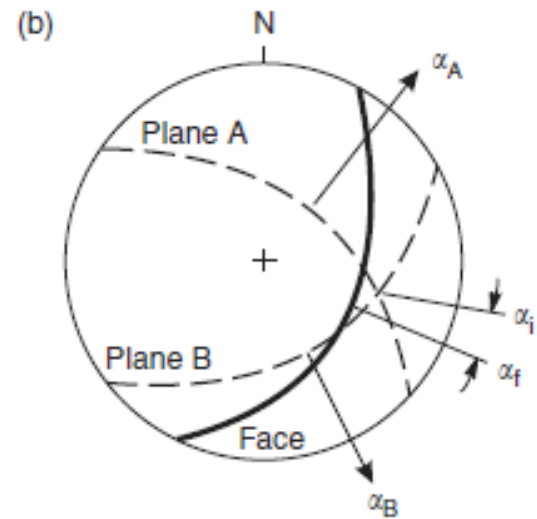


*Tomado de: Duncan and Christopher (2004) Rock slope engineering civil and mining

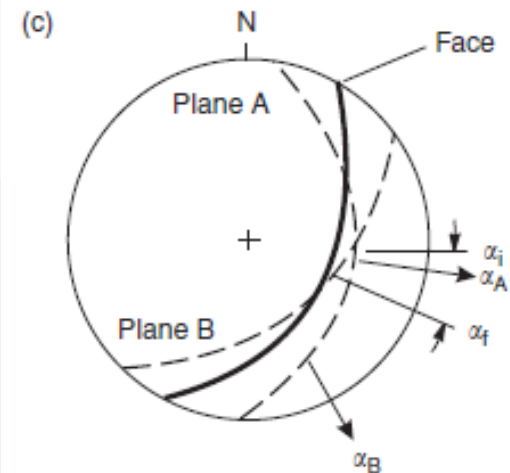
Geotecnia: Tema 4 Estabilidad



Cinemáticamente ocurre la rotura en cuña, debido a que cumple con las condiciones para que se genere este tipo de rotura



La rotura ocurre a lo largo de la línea de intersección



La rotura ocurre a lo largo del plano A

*Tomado de: Duncan and Christopher (2004) Rock slope engineering civil and mining

ANÁLISIS CINEMÁTICO ROTURA EN CUÑA

Legend

Pole concentrations

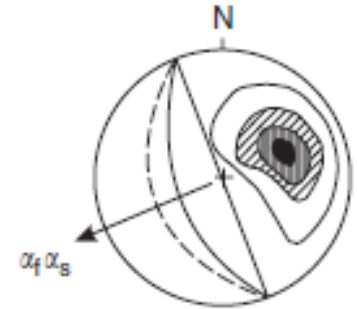
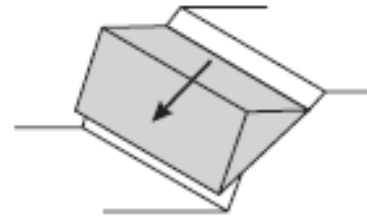
Great circle representing
face

Great circle representing
plane corresponding to centers
of pole concentrations

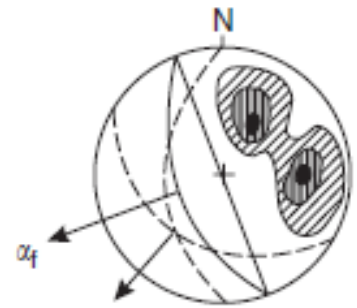
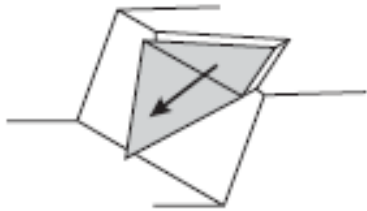


α_f dip direction of face
 α_s direction of sliding
 α_t direction of toppling
 α_i dip direction,
line of intersection

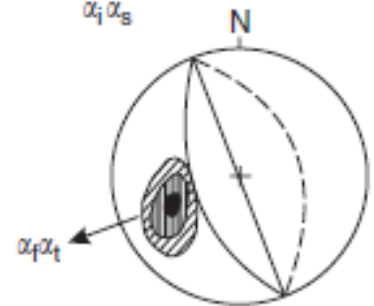
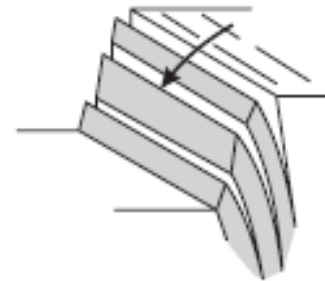
(a)



(b)



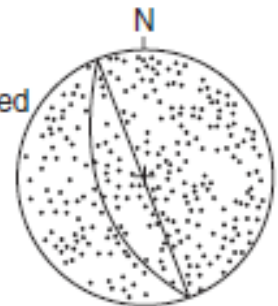
(c)



(d)

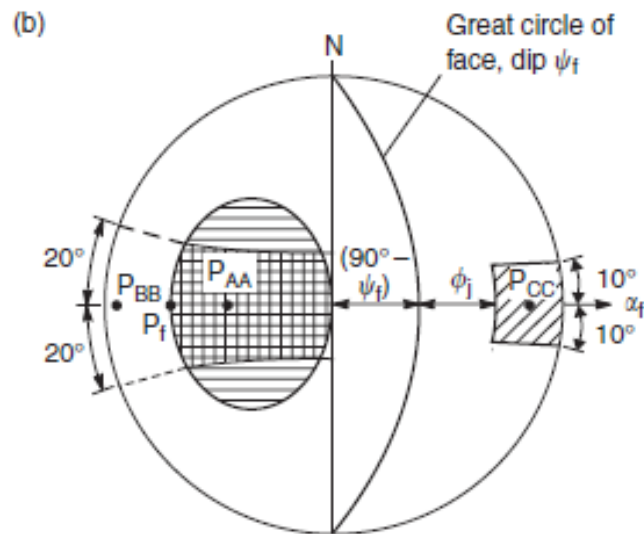
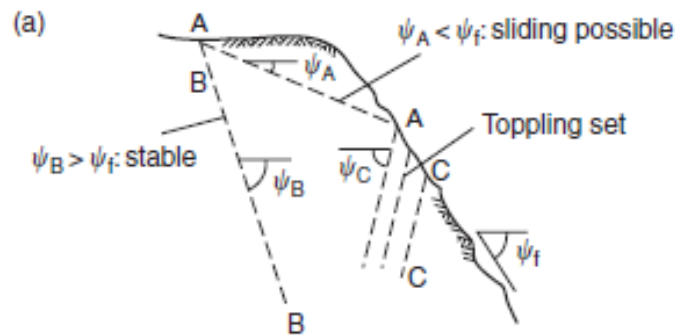


Randomly oriented
discontinuities



*Tomado de: Duncan and Christopher (2004) Rock slope engineering civil and mining

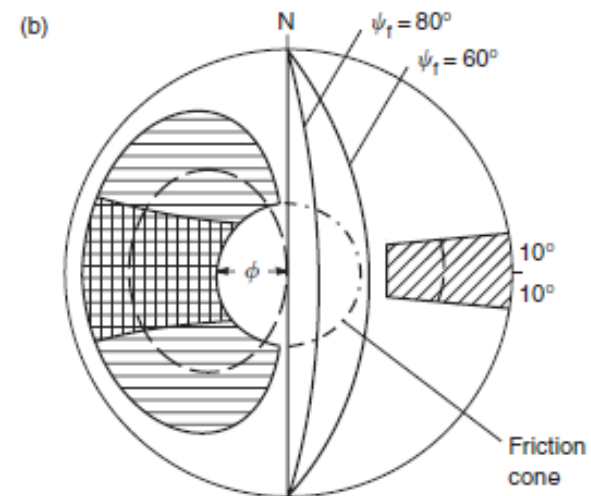
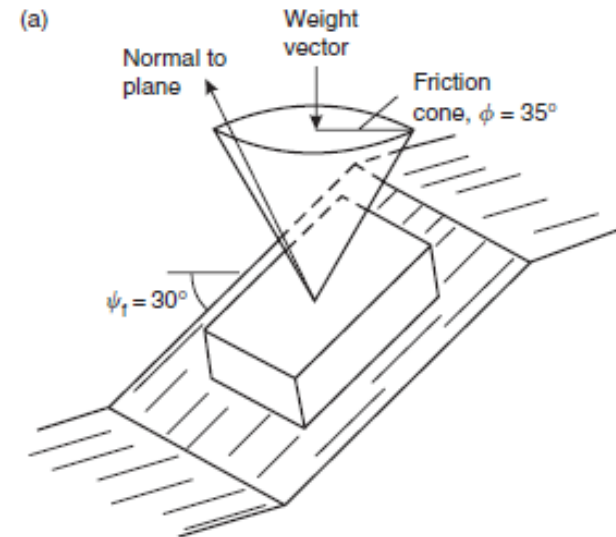
Geotecnia: Tema 4 Estabilidad de taludes



Legend

- Daylight envelope for wedges
- Daylight envelope for planar failures
- Toppling envelope

*Tomado de: Duncan and Christopher (2004) Rock slope engineering civil and mining

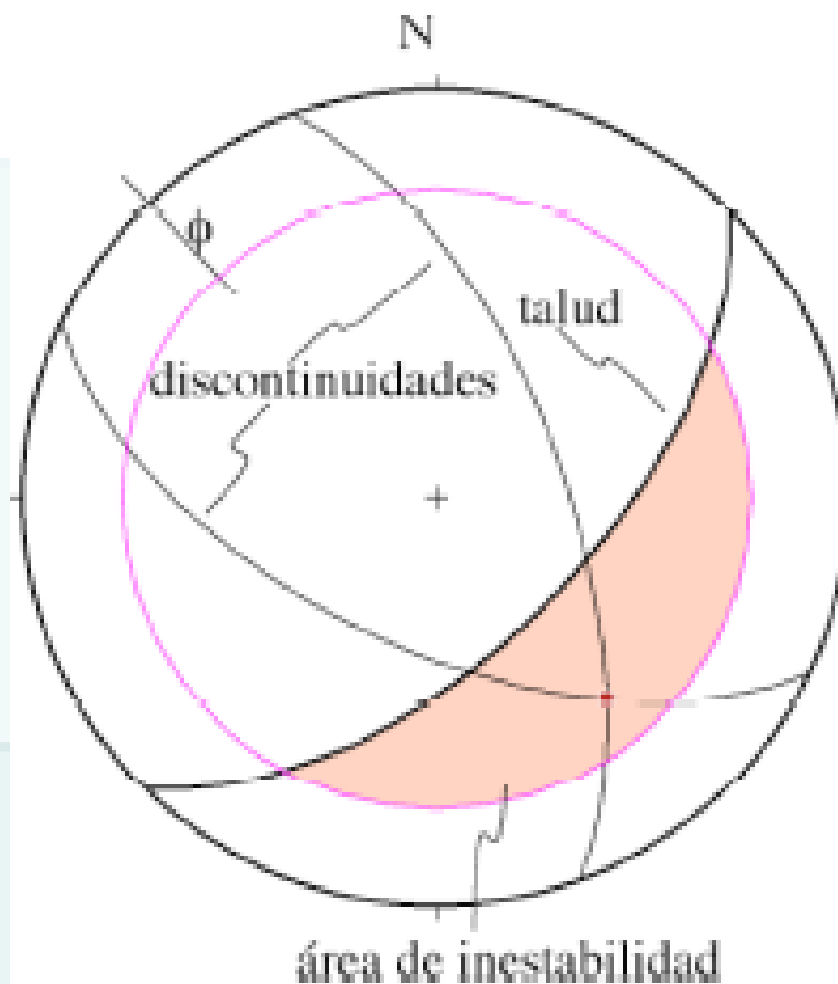


Legend

Envelopes of potential instability:

- Wedges; — Envelopes for $\psi_f = 80^\circ$;
- Plane failures; - - Envelopes for $\psi_f = 60^\circ$.
- Toppling failures;

Geotecnia: Tema 4 Estabilidad de taludes



ANÁLISIS DE ROTURA EN CUÑA A TRAVÉS DE ÁBACOS DE HOEK Y BRAY (1981)

Para casos simples:

- Sin cohesión
- Sin presencia de agua

$$FS = A \tan \phi_a + B \tan \phi_b$$

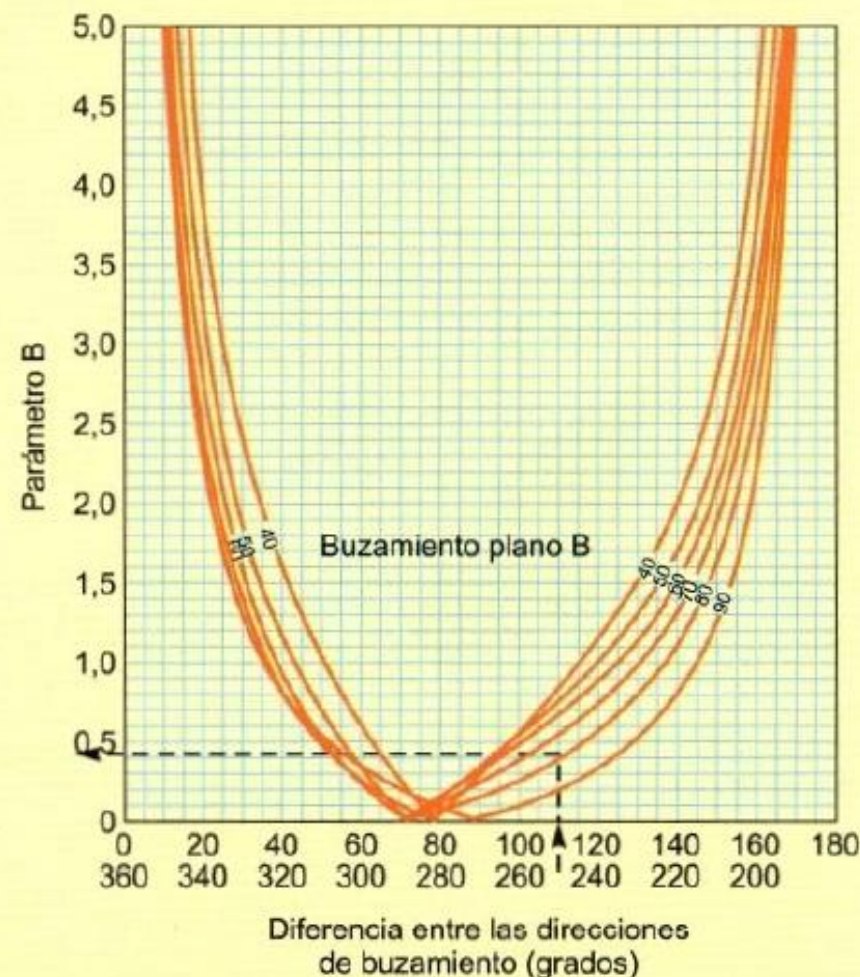
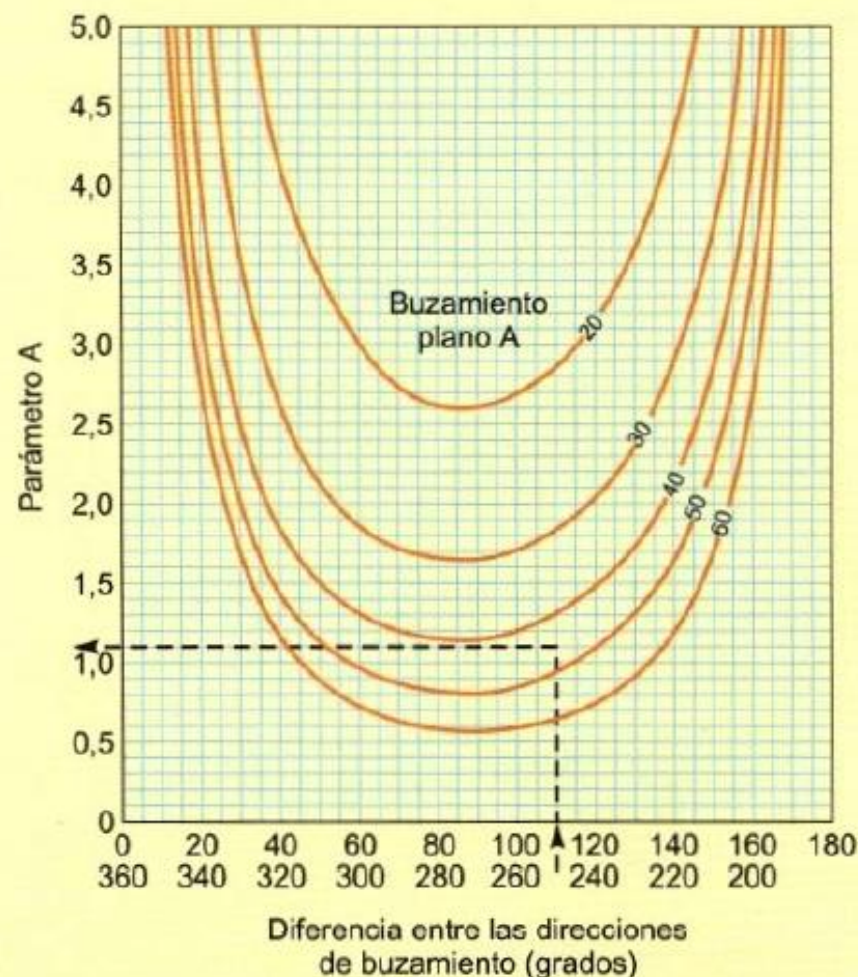
	Buzamiento	Dirección de buzamiento	Ángulo de rozamiento ϕ
Plano A	45°	115°	34,5°
Plano B	75°	225°	37°

El procedimiento a seguir para obtener el factor de seguridad es:

- Se calcula el valor de la diferencia entre los buzamientos de los dos planos: $75^\circ - 45^\circ = 30^\circ$.
- De los diferentes ábacos disponibles (Hoek y Bray, 1981), se seleccionan los dos correspondientes a este valor de 30° .
- Se calcula el valor de la diferencia entre las direcciones de buzamiento de los dos planos: $225^\circ - 115^\circ = 110^\circ$.
- Con este valor de 110° se entra en el ábaco a) en el eje de abscisas y se corta la línea correspondiente al buzamiento del plano A, leyéndose en el eje de ordenadas el valor del parámetro $A = 1,10$.
- Se sigue el mismo procedimiento para el plano B, en el ábaco b), obteniéndose el valor del parámetro $B = 0,45$.
- Con los valores de A y B obtenidos y con los valores del ángulo de rozamiento de los dos planos se calcula el factor de seguridad:

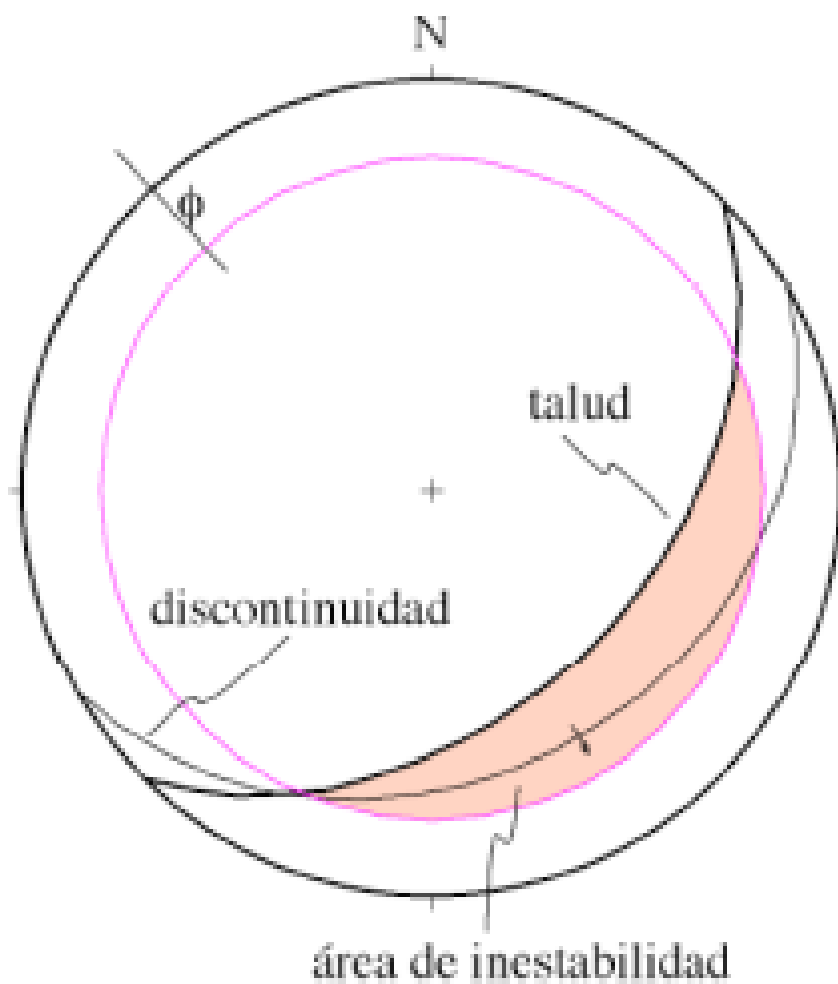
$$\begin{aligned} F &= A \tan \phi_a + B \tan \phi_b = \\ &= (1,1 \times 0,687) + (0,45 \times 0,753) = 1,09 \end{aligned}$$

Geotecnia: Tema 4 Estabilidad de taludes

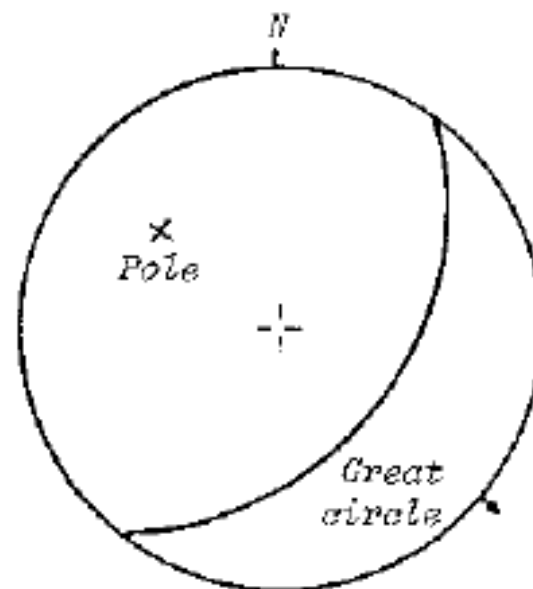
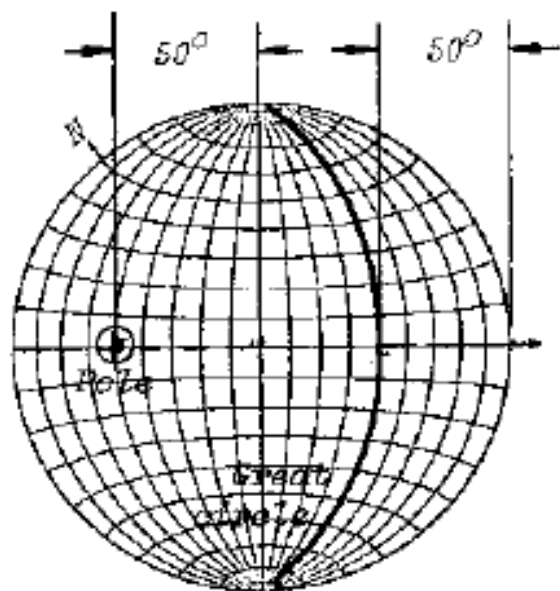
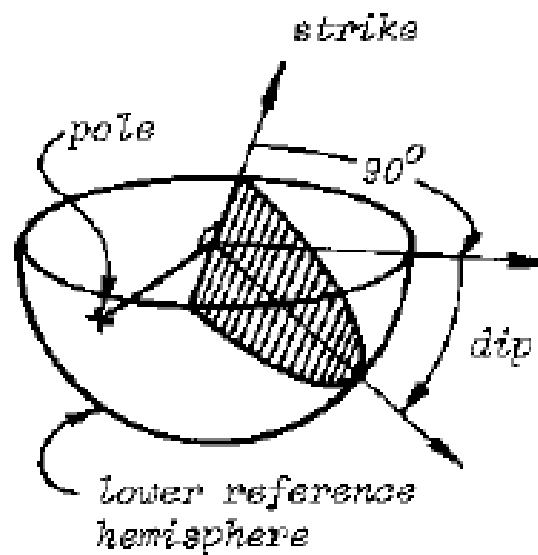
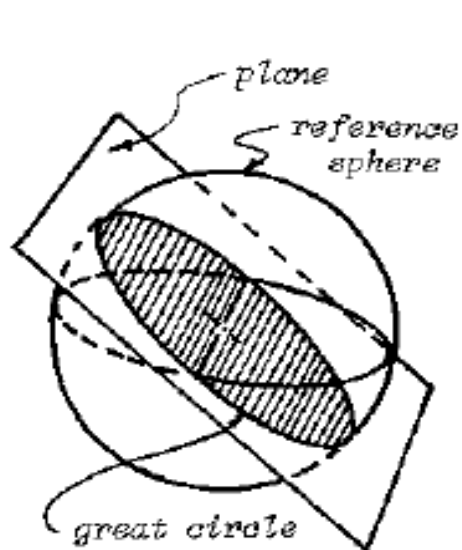


Ábacos para una diferencia de buzamiento entre los planos que forman la cuña de 30°.

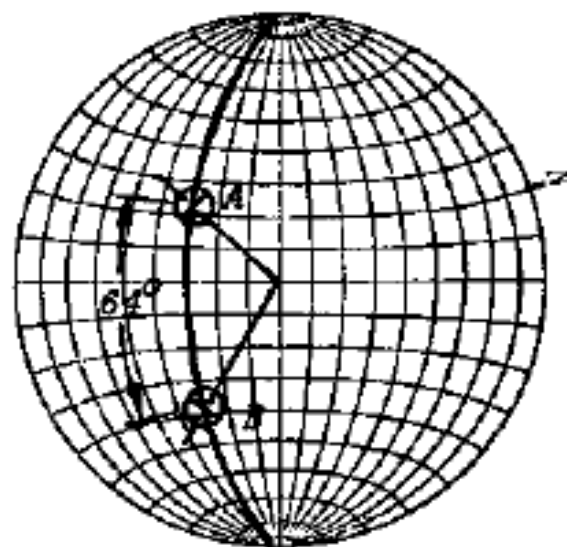
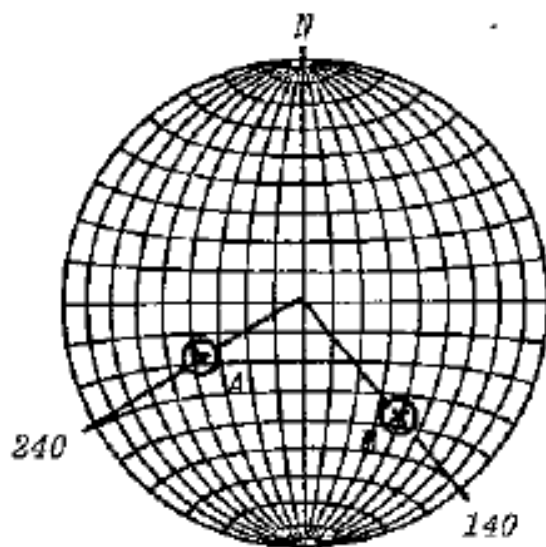
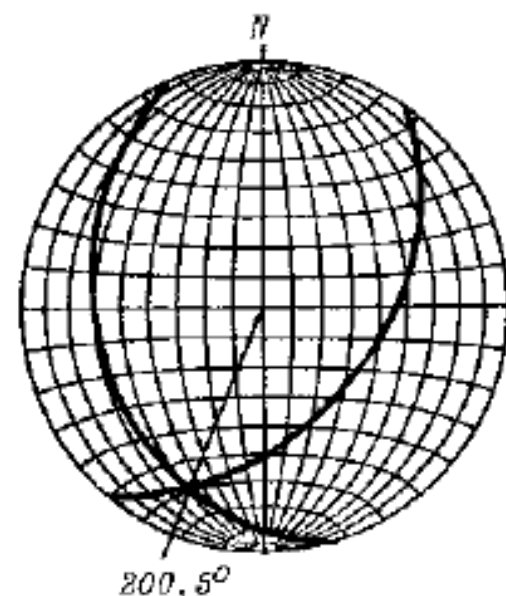
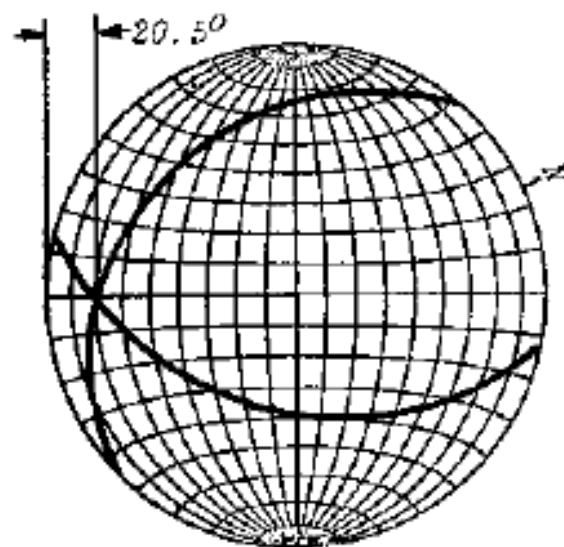
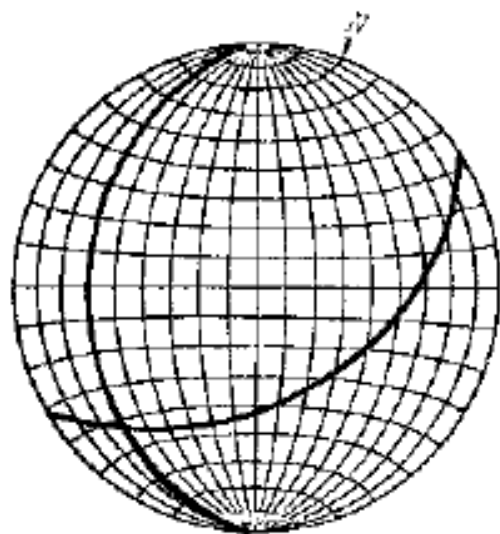
Geotecnia: Tema 4 Estabilidad de taludes



Geotecnia: Tema 4 Estabilidad de taludes



Geotecnia: Tema 4 Estabilidad de taludes





FS_Rotura_cuña by [Norly Belandria](#)
is licensed under a [Creative Commons
Reconocimiento-NoComrcial-
CompartirIgual 4.0 Internacional
License](#).

```
<a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/"></a><br /><span xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/"
property="dct:title">FS_Rotura_cuña</span> by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#"
href="http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/nbelandria/materias/geotecnia/GEOTECNIA.html" property="cc:attributionName"
rel="cc:attributionURL">Norly Belandria</a> is licensed under a <a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/">Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License</a>.
```