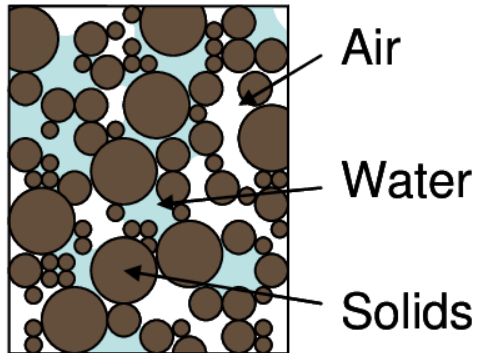


Introducción a la ingeniería geotécnica



Mecánica de Suelos y Geología
Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

Índice



- Contenido y organización de la asignatura Mecánica de Suelos y Geología
- Mecánica de suelos y rocas
- Ingeniería geotécnica
- Repaso de conceptos previos

Cuerpo docente



Director Grupo de Geotecnia:

Dr. Alejo O. Sfriso asfriso@fi.uba.ar

Docentes:

Ing. Ernesto Strina

estrina@fi.uba.ar

MSc. Mauro Codevilla

mcodevilla@fi.uba.ar

Ing. Jorge G. Laiún

jlaiun@fi.uba.ar

Ing. Pedro Fernandez

pmfernandez@fi.uba.ar

Ing. Agustín Pileggi

apileggi@fi.uba.ar

Ing. Camilo Casagrande

ccasagrande@fi.uba.ar



Programa, calendario y material

- Campus: <https://campusgrado.fi.uba.ar/course/view.php?id=266>
 - El programa de la asignatura
 - El calendario de clases y evaluaciones
 - Material de clases y de consulta
- Horarios de clase:
 - Clases teórico-prácticas: Mier y Vi 15:00/19:00
 - Clases demostrativas en laboratorio (LAB 01 a LAB 06)
 - Consultas: mail de **TODOS** los docentes
- Comunicaciones:
 - Las comunicaciones de la cátedra son a través del campus



Requisitos para cursar la materia

- Estabilidad II A (84.03)
 - Aprobación de cursada
 - Aprobación de coloquio final
- Hidráulica general (89.01)
 - Aprobación de cursada

Deben realizar un pedido de excepción de correlatividad en caso de adeudar el coloquio final de Hidráulica general

Calendario 2C 2025



MIÉRCOLES	VIERNES	SEM	MOD	TEMA 15 hs -17 hs	TEMA 17 hs -19 hs
20/8/2025	22/8/2025	1	M1	101 Intro Ing Geotecnica	102 Clasificación de suelos
27/8/2025	29/8/2025	2		103 Presiones efectivas	Ejercicios M1
3/9/2025	5/9/2025	3		104 Hidraulica de suelos	LAB 1 - propiedades físicas
10/9/2025	12/9/2025	4		105 Intro Geologia	106 Geologia estructural e hidrogeología
				107 Compactacion y suelo cemento	Ejercicios M1
				Ejercicios M1	LAB 2 - propiedades hidráulicas
				EVALUACIÓN GEOLOGÍA - 105 y 106 - SIN RECUP	108 Introducción suelos no saturados
				Ejercicios M1	LAB 3 - compactación suelos
17/9/2025	19/9/2025	5	M2	201 Compresion unidimensional	Ejercicios M1
24/9/2025	26/9/2025	6		202 Consolidacion de suelos	Ejercicios M2
				EVALUACIÓN SUELOS - M1	Ejercicios M2
				203 Resistencia al corte	LAB 4 - Consolidación
1/10/2025	3/10/2025	7	M2	204 Resistencia y rigidez - arenas	Ejercicios M2
8/10/2025	10/10/2025	8		205 Resistencia y rigidez - arcillas	LAB 5 - Triaxial
15/10/2025	17/10/2025	9		206 Macizos rocosos	Ejercicios M2 - 1º RECUP M1
				207 Ensayos in situ	207 Ensayos in situ (continuado)
				Ejercicios M2	Ejercicios M2
				301 Elasticidad	302 Plasticidad
22/10/2025	24/10/2025	10	M3	EVALUACIÓN SUELOS - M2	303 Equilibrio Limite
29/10/2025	31/10/2025	11		304 Estabilidad de taludes	Ejercicios M3 - 2º RECUP M1
5/11/2025	7/11/2025	12		305 Estructuras de contencion	305 Estructuras de contencion (continuado)
12/11/2025	14/11/2025	13		Ejercicios M3	Ejercicios M3
				306 Capacidad de carga	307 Diseño de fundaciones superficiales
				309 Suelos de Buenos Aires	Ejercicios M3
				308 Fundaciones profundas	Ejercicios M3 - 1º RECUP M2
				Ejercicios M3	Ejercicios M3
19/11/2025	21/11/2025	14		Ejercicios M3	LAB 6 - capacidad de carga
26/11/2025	28/11/2025	15		310 Obras civiles en Buenos Aires	Ejercicios M3
				EVALUACIÓN SUELOS - M3	2º RECUP M2
3/12/2025	5/12/2025	16		1º RECUP M3	Invit. Tesis & especialización geotecnia
10/12/2025	12/12/2025	17		2º RECUP M3	



Modalidad de evaluación y aprobación

- Cuatro exámenes parciales (**G1, M1, M2, M3**)
 - Evaluaciones escritas, a libro cerrado
 - El examen de geología **G1** no se repite
 - Los exámenes **M1, M2, M3** puede repetirse hasta dos veces
 - Los exámenes quedan en la cátedra y son públicos
- Un coloquio integrador
 - Evaluación oral y/o escrita, a libro cerrado o abierto
 - El coloquio puede repetirse hasta dos veces
- **La calificación final es $(G_1 + M_1 + M_2 + M_3)/4 \pm \text{coloquio}$**



Desconocimientos descalificatorios

En el coloquio integrador, el desconocimiento de cualquiera de estos temas significa el fin del examen

- Clasificación de suelos: Concepto de granulometría, definición de límite líquido y límite plástico. Clasificación SUCS.
- Propiedades índice: Humedad, relación de vacíos, porosidad, peso específico de partículas sólidas, peso unitario, peso unitario seco, grado de saturación, densidad relativa. Valores extremos de estas variables.
- Hidráulica: Concepto de presiones totales, efectivas y neutras. Definición y fórmula de la Ley de Darcy. Concepto de red de flujo. Fórmula y concepto de gradiente hidráulico crítico.



Desconocimientos descalificatorios

- Compactación de suelos: Definición de densidad Proctor y humedad óptima.
- Resistencia al corte: Criterio de Mohr-Coulomb. Definición de ángulo de fricción interna y ángulo de fricción interna crítico. Definición de cohesión efectiva. Definición de resistencia al corte no drenada.
- Compresión unidimensional: Diferencia entre suelos normalmente consolidados y preconsolidados. Fórmula para el cálculo de asentamientos por compresión unidimensional.
- Consolidación unidimensional: Fundamentos de la teoría de consolidación. Parámetros que se obtienen en el ensayo de consolidación unidimensional.



Desconocimientos descalificatorios

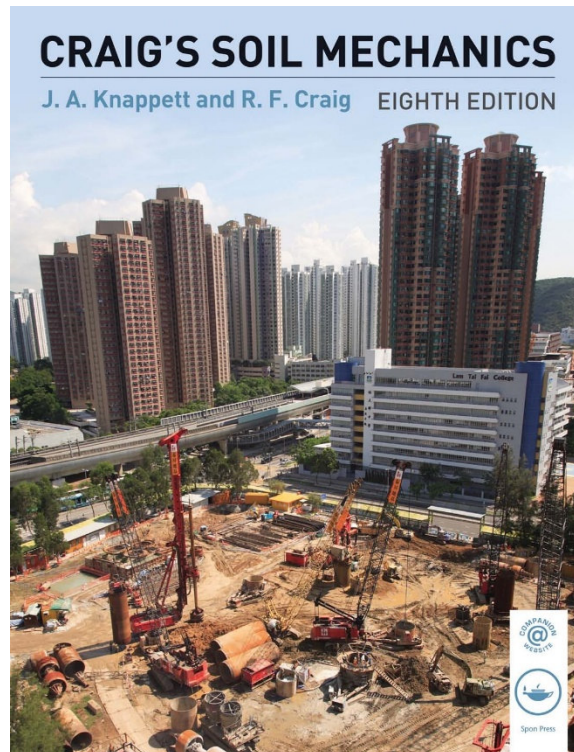
- Ensayos de campo: Ensayo SPT
- Equilibrio límite: Teorema de límite inferior y superior.
- Empuje de suelos: Empuje activo y pasivo, métodos de Rankine y Coulomb.
- Estructuras de contención: Definición de seguridad al deslizamiento y volcamiento.
- Capacidad de carga: Fórmula de Brinch Hansen. Resistencia de punta y fuste de pilotes.
- Fundaciones superficiales: Procedimiento de diseño.
- Fundaciones profundas: Concepto de pilotes hincados y perforados.
- Estabilidad de taludes: Método de Bishop

Bibliografía básica del curso

<https://drive.google.com/drive/folders/1Fm8rI2w6JwhNMFx76ok81sowwsDJ8FhK?usp=sharing>



- **Mec. Suelos:** Craig's. Soil mechanics. Spon Press. 8^{va} edición
- **Geología:** Tarbuck, Lutgens. Ciencias de la Tierra. 8^{va} edición



Bibliografía complementaria del curso

<https://drive.google.com/drive/folders/1FI1amyVnChXrsQKiT7Md-oYMlyN0Ej1f?usp=sharing>

Ingeniería Geológica & Geología

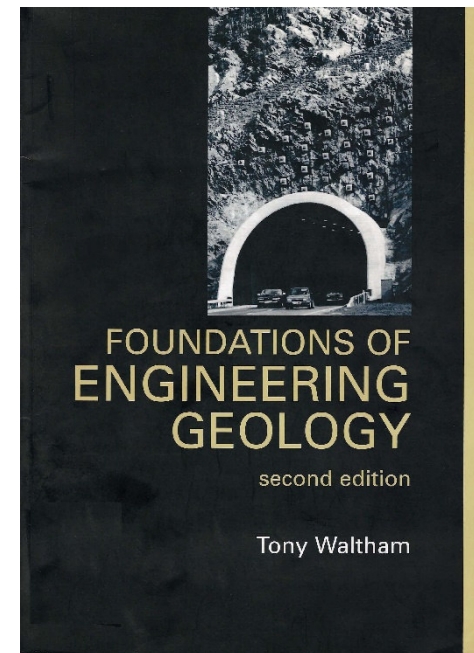
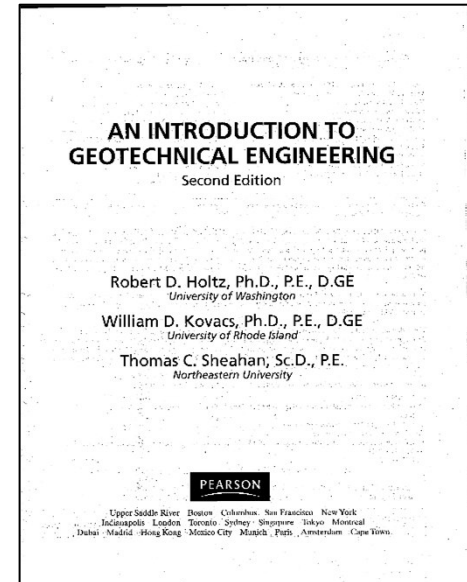
- Waltham. Foundations on Engineering geology. Spon

Mecánica de Suelos

- Holtz y Kovacs. Intro to Geotechnical Engineering. Pearson
- Powrie. Soil Mechanics. Spon Press
- Jimenez Salas. Geotecnia y Cimientos. Rueda

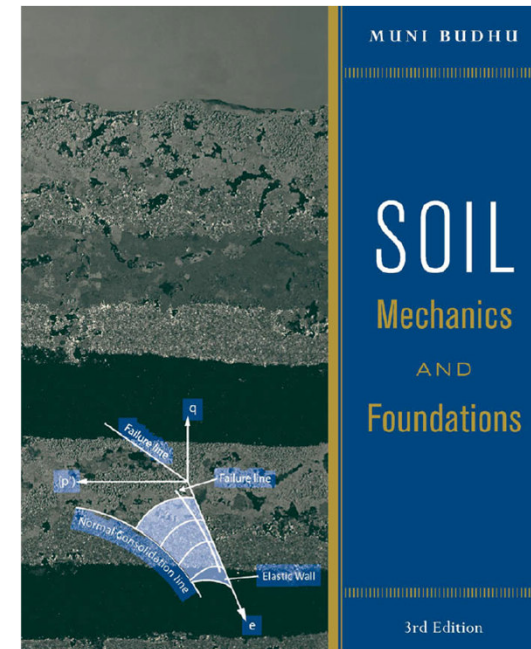
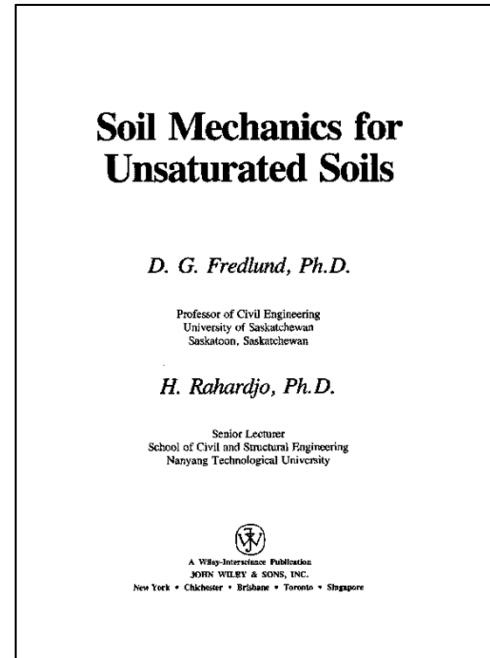
Mecánica de Rocas

- Goodman. Rock Mechanics. Wiley
- Duncan C. Rock Slope engineering. Spon



Más bibliografía

- Fredlund. Soil Mechanics for Unsaturated Soils. Wiley
- Budhu M. Soil Mechanics and Foundations, 3^o Edition. Wiley
- Terzaghi, Peck y Mesri. Soil Mechanics in Engineering Practice. 2^a Ed. El Ateneo (español); 3^a Ed. Wiley (inglés)
- Kramer. Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice-Hall
- Briaud. Geotechnical Engineering. Wiley
- USACE. Serie de manuales de diseño
- FHWA. Serie de manuales de diseño



Índice



- Contenido y organización de la asignatura Mecánica de Suelos y Geología
- **Mecánica de suelos y rocas**
- Ingeniería geotécnica
- Repaso de conceptos previos

Suelos y rocas (a veces “parecidos”)



Los suelos son – para los ingenieros – conjuntos de partículas, aire y agua (en general) con escasa resistencia mecánica



Un terrón (suelo) ensucia

Las rocas son – para los ingenieros – materiales geológicos consolidados con importante resistencia mecánica



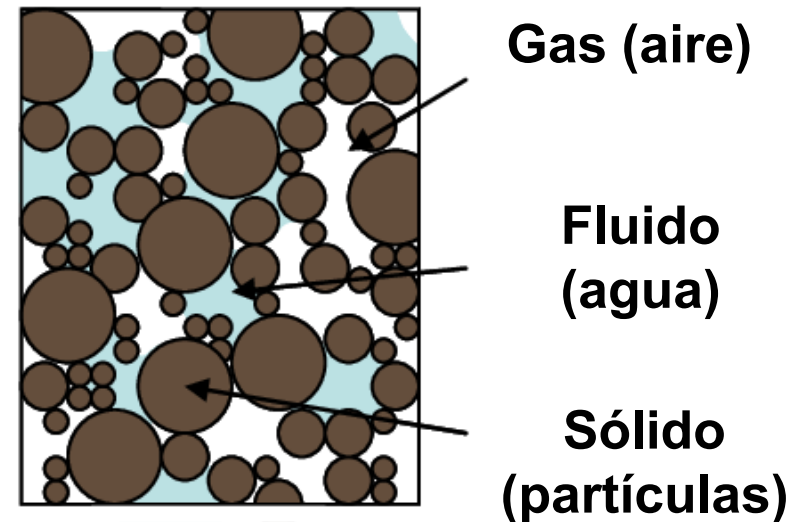
Una piedra (roca) lastima

Mecánica de suelos y rocas (geotecnia)



La **Mecánica de suelos / rocas (geotecnia)** es una ciencia aplicada que estudia el **comportamiento mecánico** e hidráulico de los materiales terrestres (geo-materiales)

El comportamiento del terreno es el resultado de la interacción – a veces muy compleja – entre sus diferentes elementos constituyentes

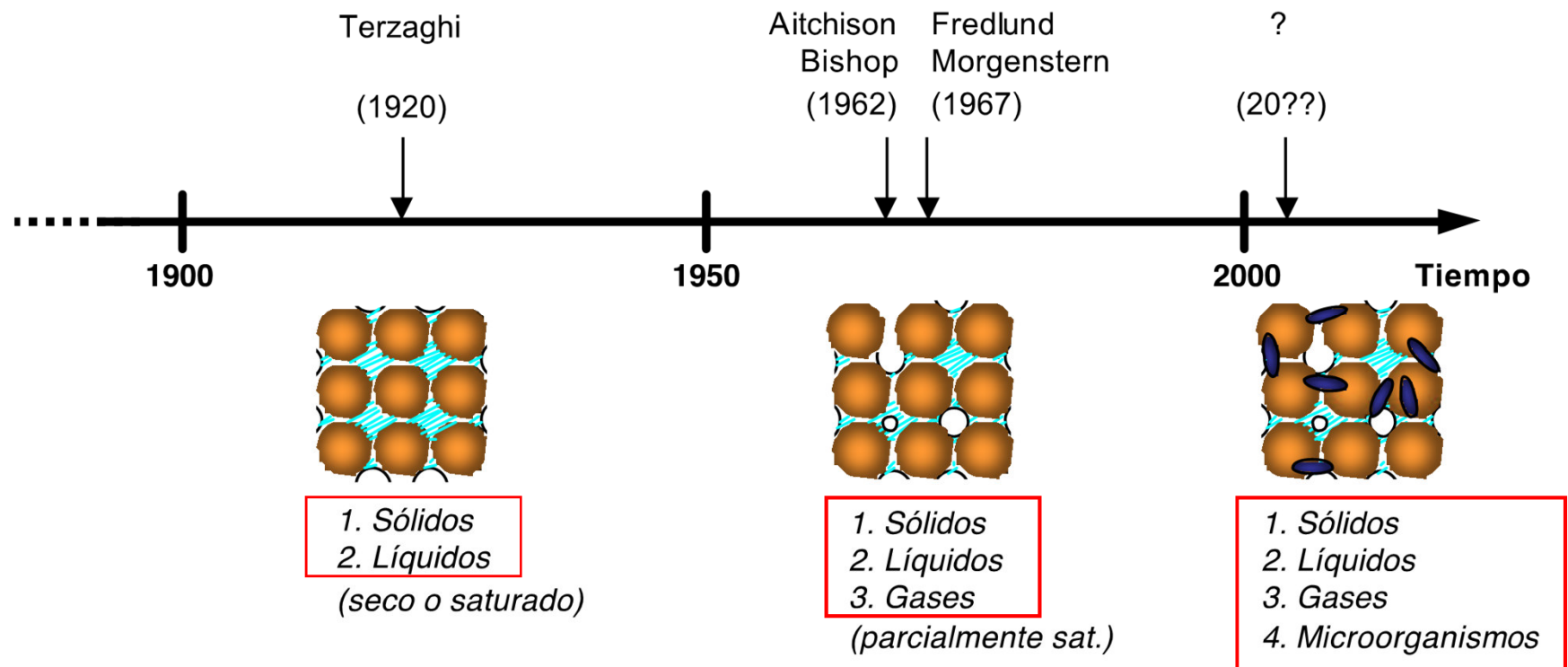


La ciencia nació en 1934 (K. Terzaghi)



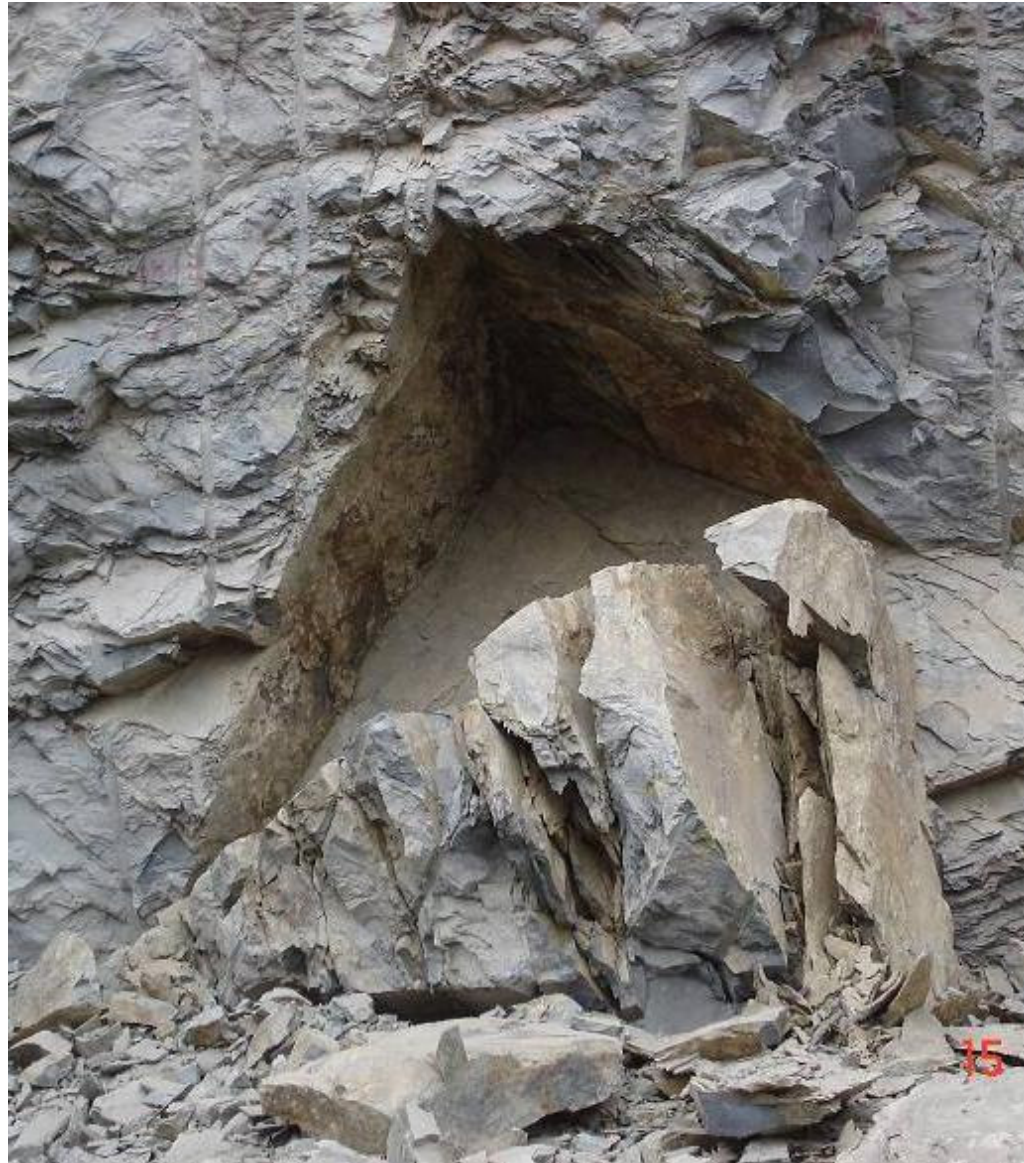
Evolución del concepto del comportamiento de los suelos en el siglo XX

- sólido + líquido + gas + microorganismos + ...



(Santamarina & Narsilio)

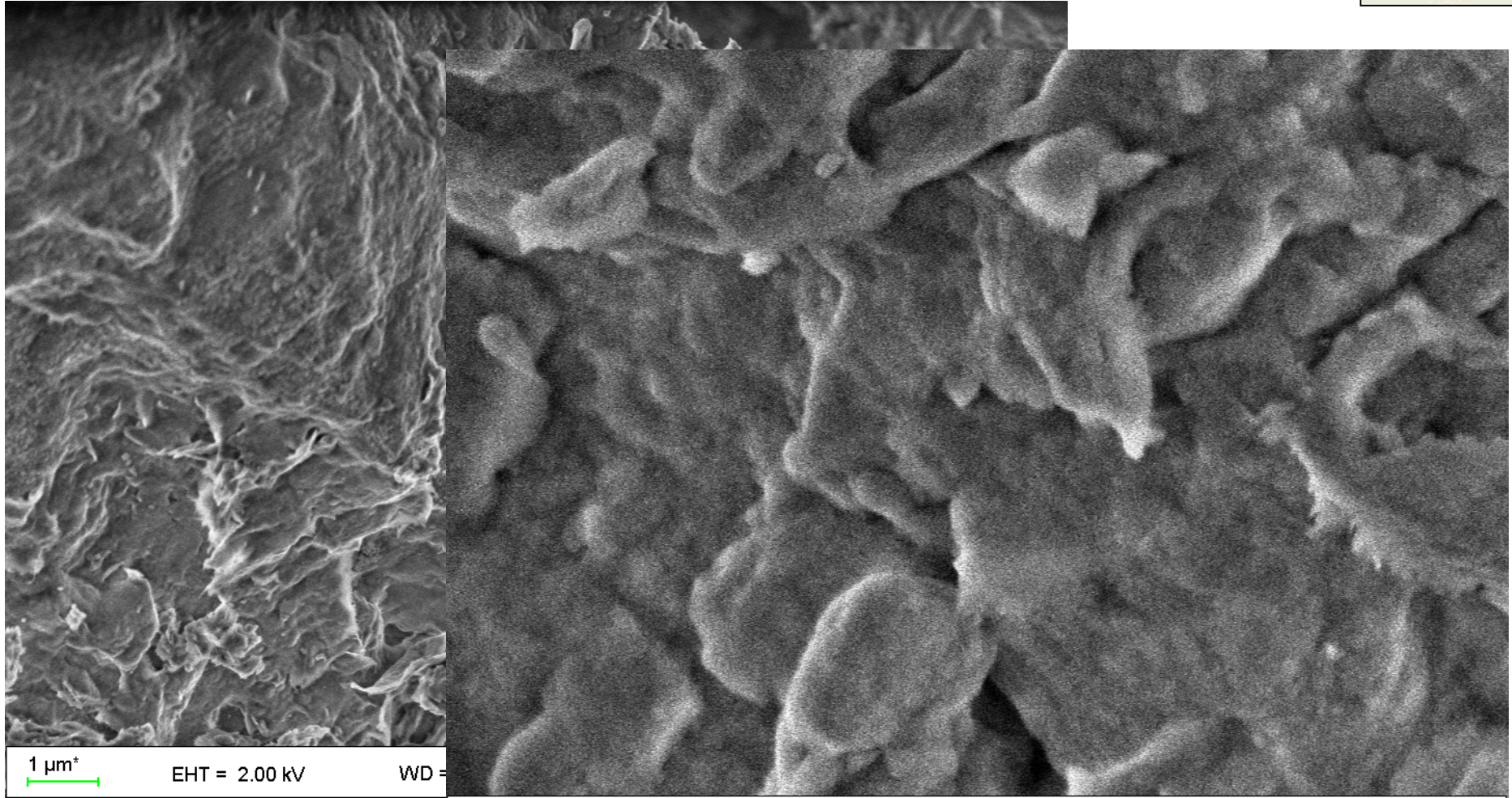
Macizos rocosos (m, dm)



Suelos de grano grueso (cm, mm)



Suelos de grano fino ($\mu m = 0.001mm$)



1 μm^*	EHT = 2.00 kV	WD =					
10 μm^*	EHT = 2.00 kV	WD =	100 nm^*	EHT = 2.00 kV	WD = 5.9 mm	Mag = 150.00 K X	Signal A = InLens ZEISS
20 μm^*	EHT = 2.00 kV	WD =	200 nm^*	EHT = 2.00 kV	WD = 5.2 mm	Mag = 150.00 K X	Signal A = InLens ZEISS
30 μm^*	EHT = 2.00 kV	WD =	200 nm^*	EHT = 2.00 kV	WD = 5.3 mm	Mag = 100.00 K X	Signal A = InLens ZEISS
100 μm^*	EHT = 2.00 kV	WD = 5.1 mm		Mag = 300 X	Signal A = InLens ZEISS	(Ledesma et al 2014 tesis doct)	

La Mecánica de suelos y rocas (geotecnia) es parte de la Mecánica del sólido



Partículas sólidas en contacto

+

Deformaciones reversibles (elásticas)

+

Deformaciones permanentes (plásticas)

+

Deformaciones diferidas (viscosas)

=

Los suelos y rocas son sólidos
friccionales-elasto-visco-plásticos



(Torre de Pisa 2005)

Se miden y se estudian los fundamentos y las aplicaciones



- Parte I (M1 y M2): Propiedades físicas, mecánicas, hidráulicas
- Parte II (M3): Diseño ingenieril (muros, bases, pilotes, ...)

Ejemplo: Demostración en laboratorio de un suelo expansivo



(Sfriso - Ensayos en bentonita - Curso Mecánica de Fractura Alvaredo 1998)

Índice

- Contenido y organización de Mecánica de Suelos y Geología
- Mecánica de suelos y rocas
- **Ingeniería geotécnica**
- Repaso de conceptos previos



ISSMGE: Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos e ing. Geotécnica



- Conserven este link: <http://virtualuniversity.issmge.org>

ISSMGE Virtual University
An Open Access Educational Platform

Navigation: All Courses Honour/Keynote Lectures Short Educational Videos Webinars Select Subject

International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering

Soil Dynamics and Seismic Geotechnical Engineering

Part of ISSMGE's webinar series
October 29th 2015
@ 12 noon GMT

Course

Earthquake Engineering

Instructors: Ikuo Towhata, George Gazetas, Misco Cubrinovski

International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering

Multiphysical Processes and Design of Thermo-Active Foundations

Part of ISSMGE's webinar series

Course

Foundations

Instructors: F Rausche, H Poulos, L Laloui, MJ Cassidy

International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering

Risk-Mitigation, Monitoring & Observational Methods

Part of ISSMGE's webinar series

Course

Risk-Mitigation, Monitoring & Observational Methods

Instructors: Jean-Louis Briaud, Zenon Medina-Cetina, Marco Uzielli, An Bing Huang, Marc Ballouz

International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering

Introduction to Cone Penetration Testing

Peter K. Robertson
probertson@greggdrilling.com

ISSMGE Webinar

Course

In-Situ Testing

Instructors: Sebastiano Foti, Fernando Schnaid, Peter Robertson, Keneth H. Stokoe

Estabilidad de taludes naturales



(<http://www.reviewcivilpe.com/pressfolder/wp-content/uploads/Taiwan-Landslide.jpg>)

Fundaciones en terrenos compresibles (asentamiento de construcciones)



(http://www.treklens.com/gallery/North_America/photo136834.htm)

(Torre de Pisa 2005)

Fundaciones en terrenos colapsibles (colapso por hidratación)



(Presentación Redolfi 2009)

Fundaciones en terrenos expansivos/contractivos (colapso por hidratación/secado)



Fundaciones en terrenos compresibles saturados cargados en forma “rápida”

(http://archiseek.com/gifs/winnipeg_grainsilos.jpg)



Obras subterráneas (túneles)



(Sfriso – Primer túnel Subte con NATM – 1998)

Grandes terraplenes (presas)



(http://www.technoproject.com.mx/images/thumb_01%20Foto%20Portada.JPG)

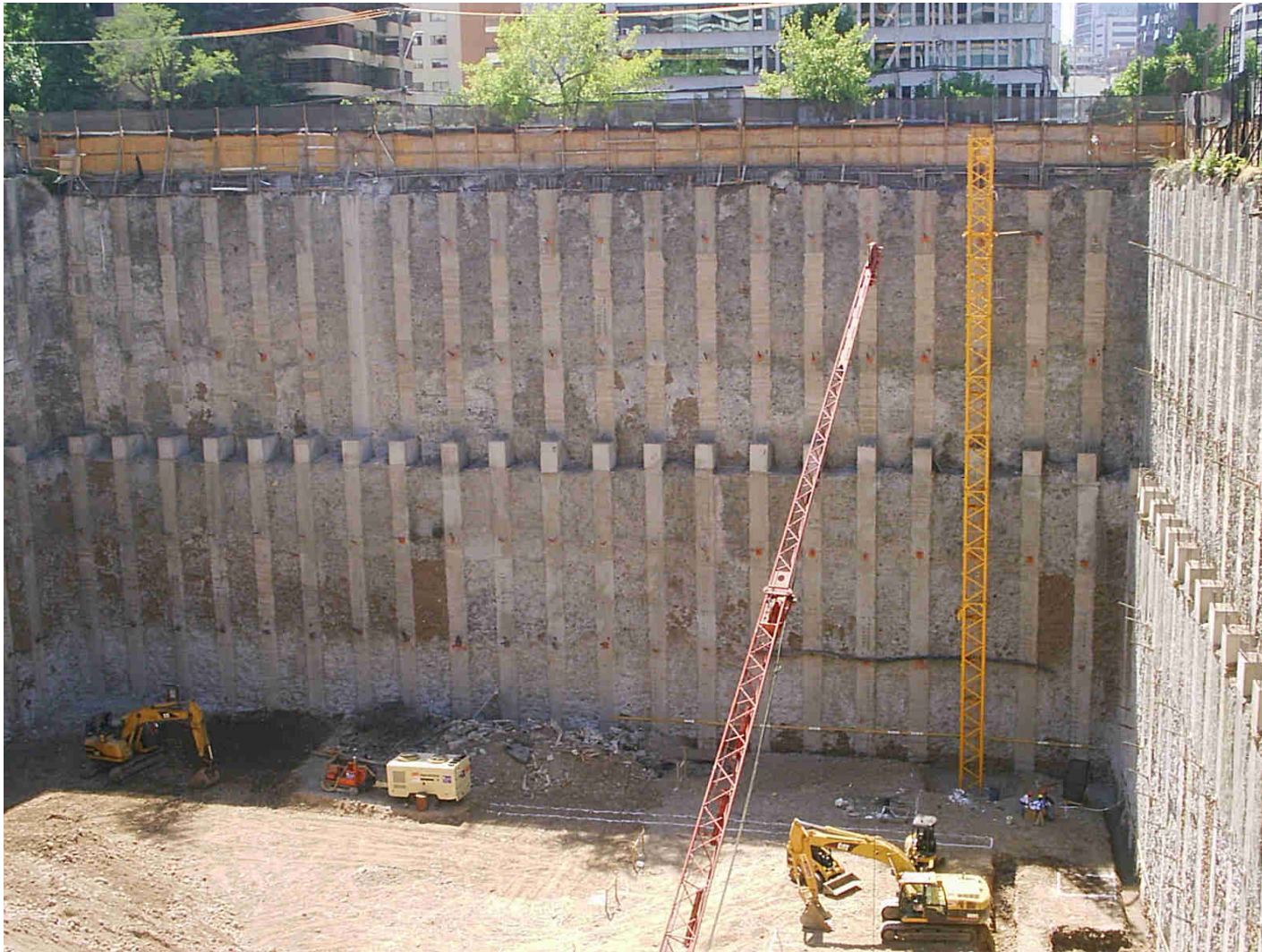


(Sfriso – Los Caracoles – 2008)

Grandes excavaciones (rajos mineros)



Estructuras de contención lateral (sistema de anclajes)



Estructuras de contención lateral (muro cantilever)



(Muro Cantilever)

Índice



- Contenido y organización...
- Mecánica de suelos y rocas
- Ingeniería geotécnica
- Repaso de conceptos previos
 - Tensión vs resistencia
 - El criterio de Mohr-Coulomb
 - Principio de Arquímedes

Tensión vs resistencia



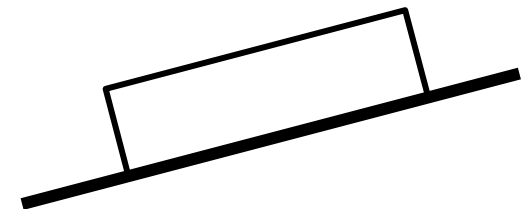
Tensión vs resistencia (pizarrón)

- Un bloque de 10 kg está apoyado en un plano horizontal
- La interfaz tiene un coef. de fricción 0.3
- **¿Cuanto es la tensión de corte? ¿Y la resistencia?**



Estabilidad de un bloque rígido sobre un plano inclinado (pizarrón)

- El plano se inclina 15°
- **¿Cuanto es la tensión de corte? ¿Y la resistencia?**
- **¿Cual es el coeficiente de seguridad?**

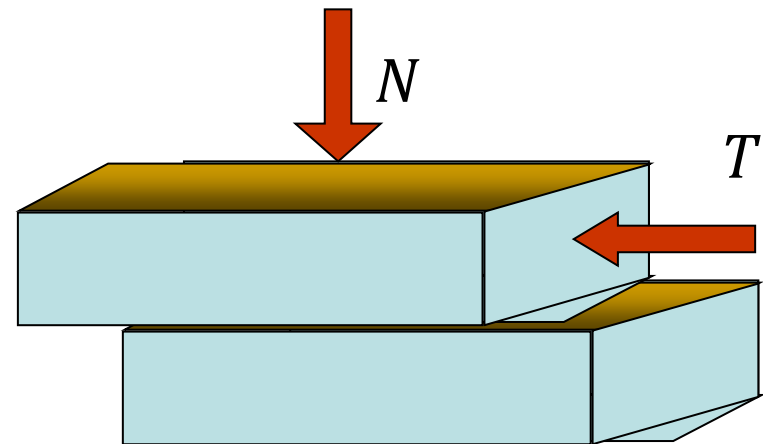
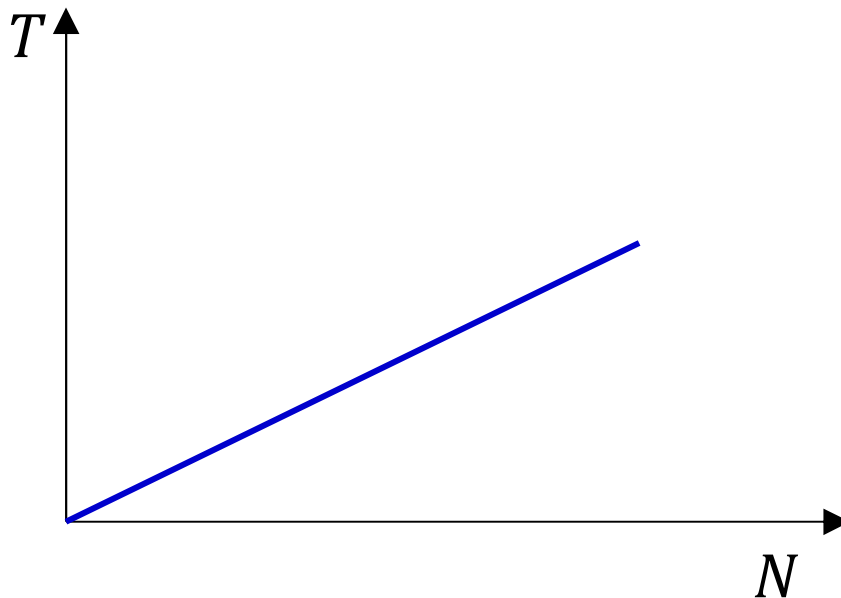




El criterio de Mohr-Coulomb para superficies en contacto

$$T = N \cdot \mu$$

Coeficiente de fricción





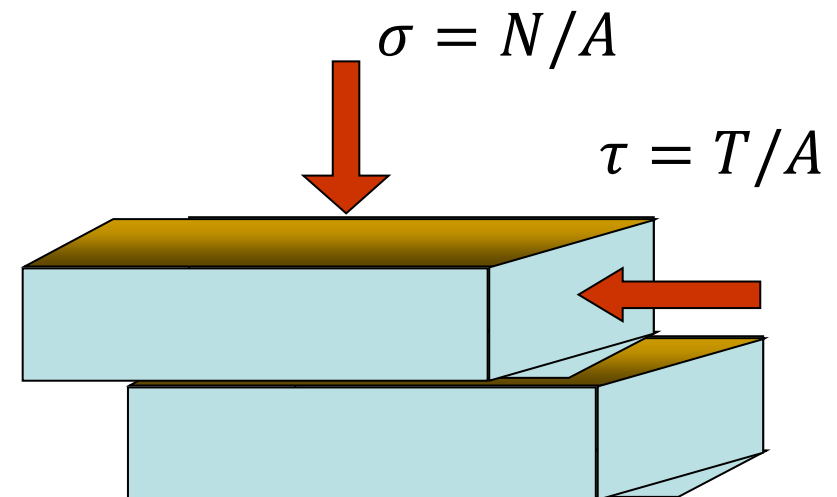
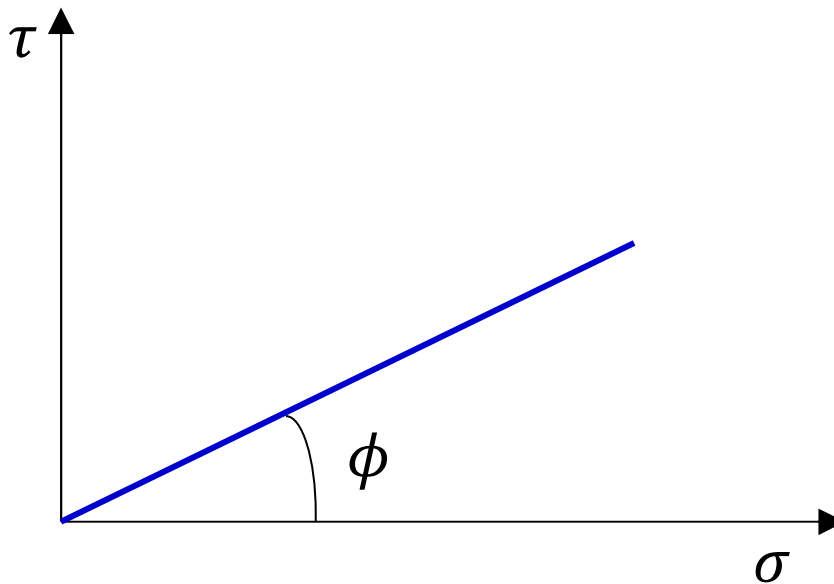
El criterio de Mohr-Coulomb para superficies en contacto

$$T = N \cdot \mu$$

Coeficiente de fricción

$$\tau = \sigma \cdot \tan[\phi]$$

Ángulo de fricción interna





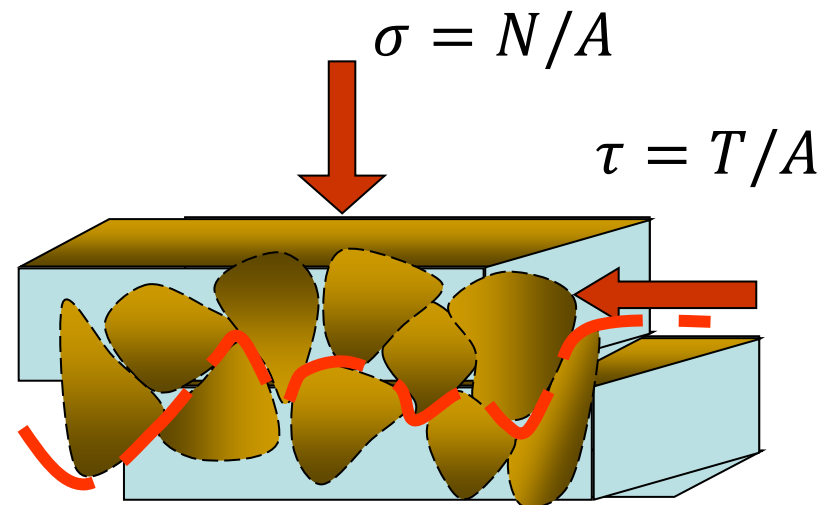
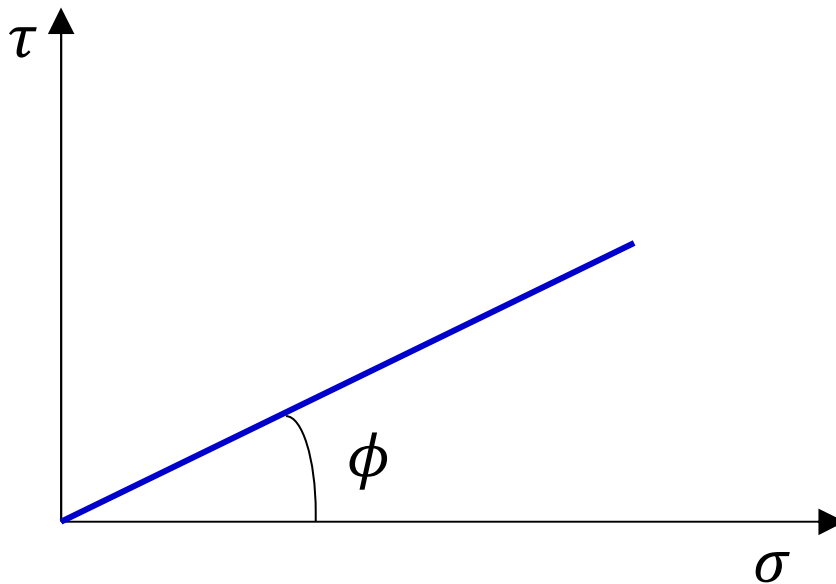
El criterio de Mohr-Coulomb y el ángulo de fricción interna

$$T = N \cdot \mu$$

Coeficiente de fricción

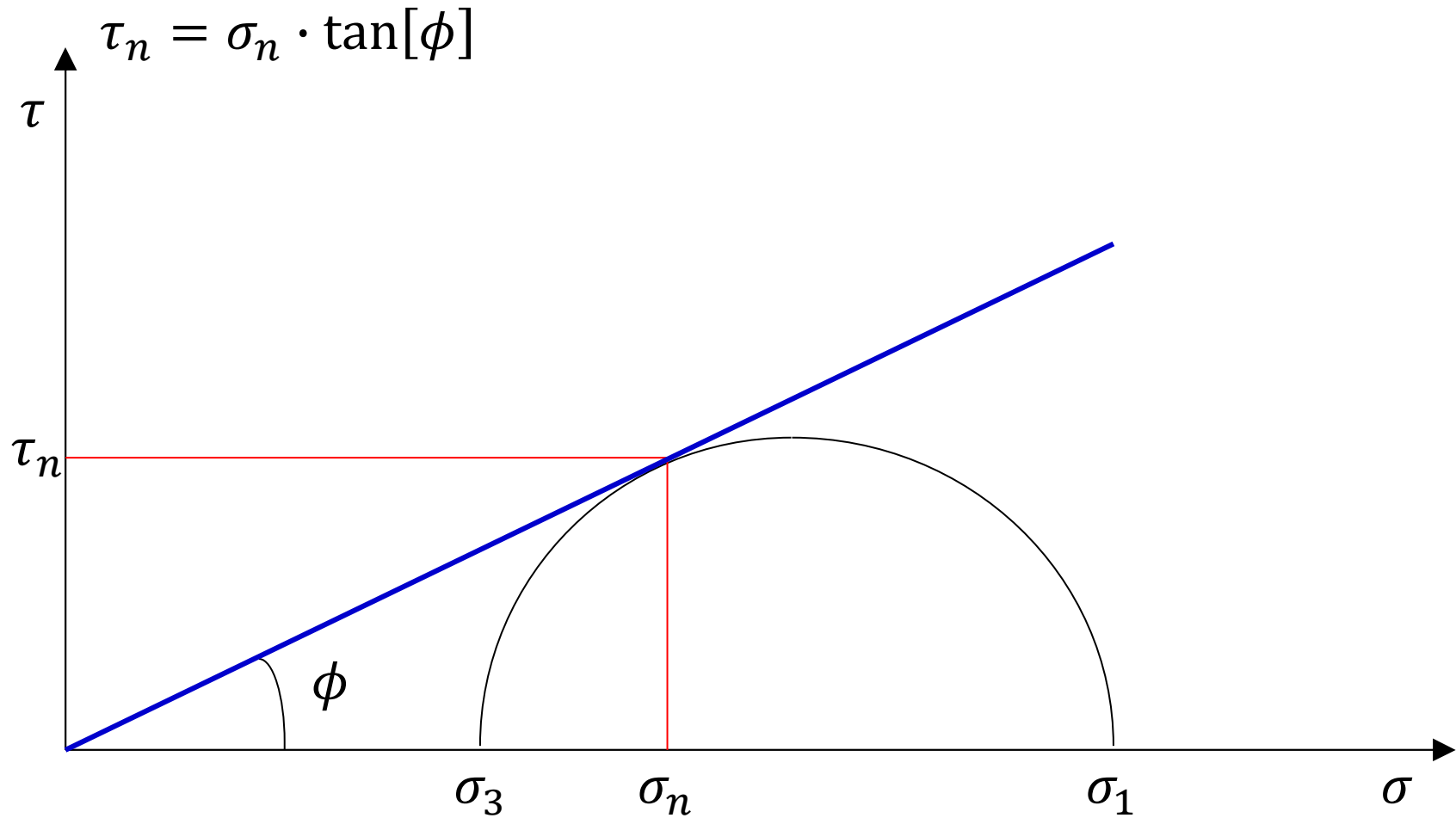
$$\tau = \sigma \cdot \tan[\phi]$$

Ángulo de fricción interna



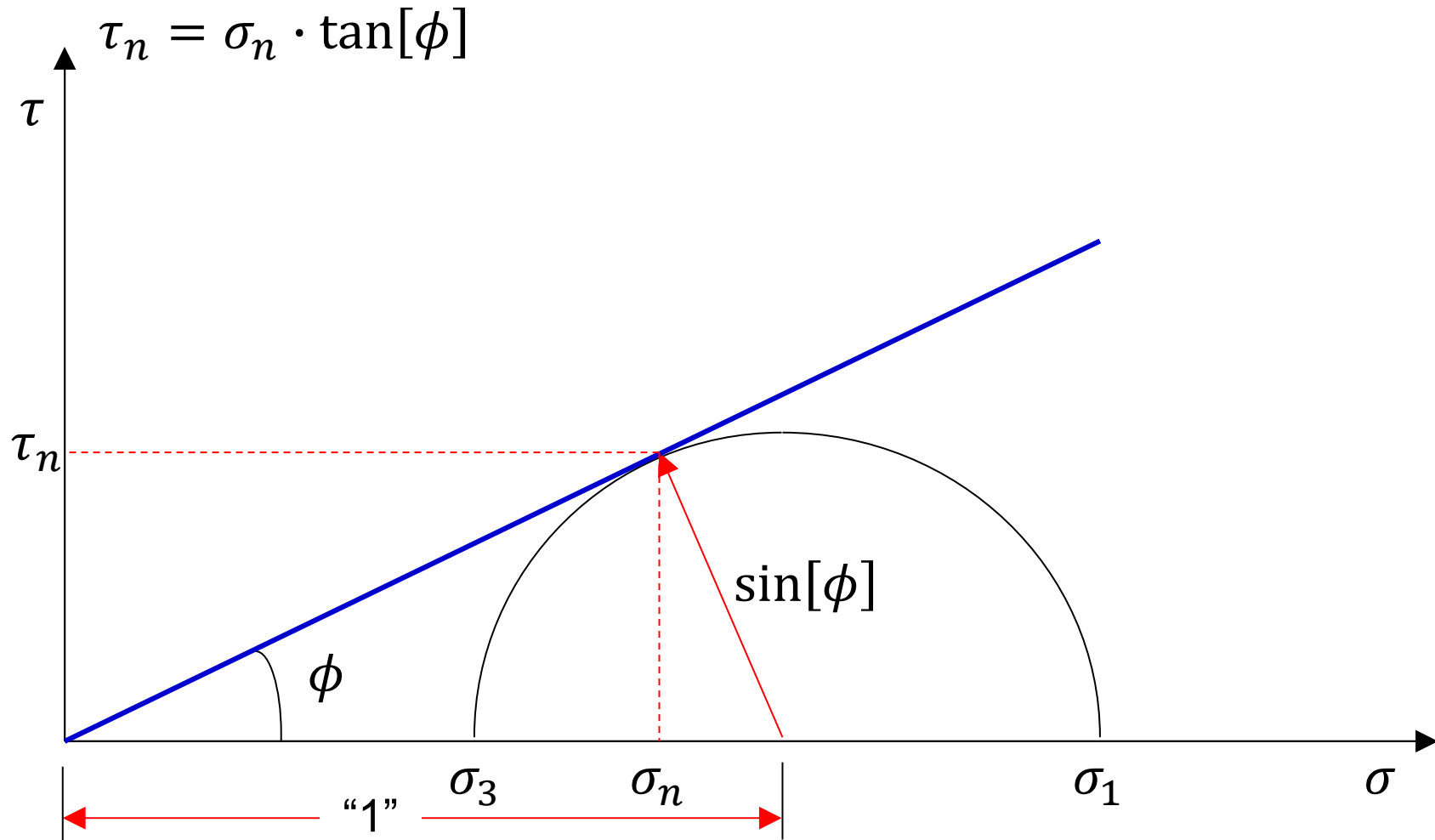


El criterio de Mohr-Coulomb en tensiones principales: suelos puramente friccionales



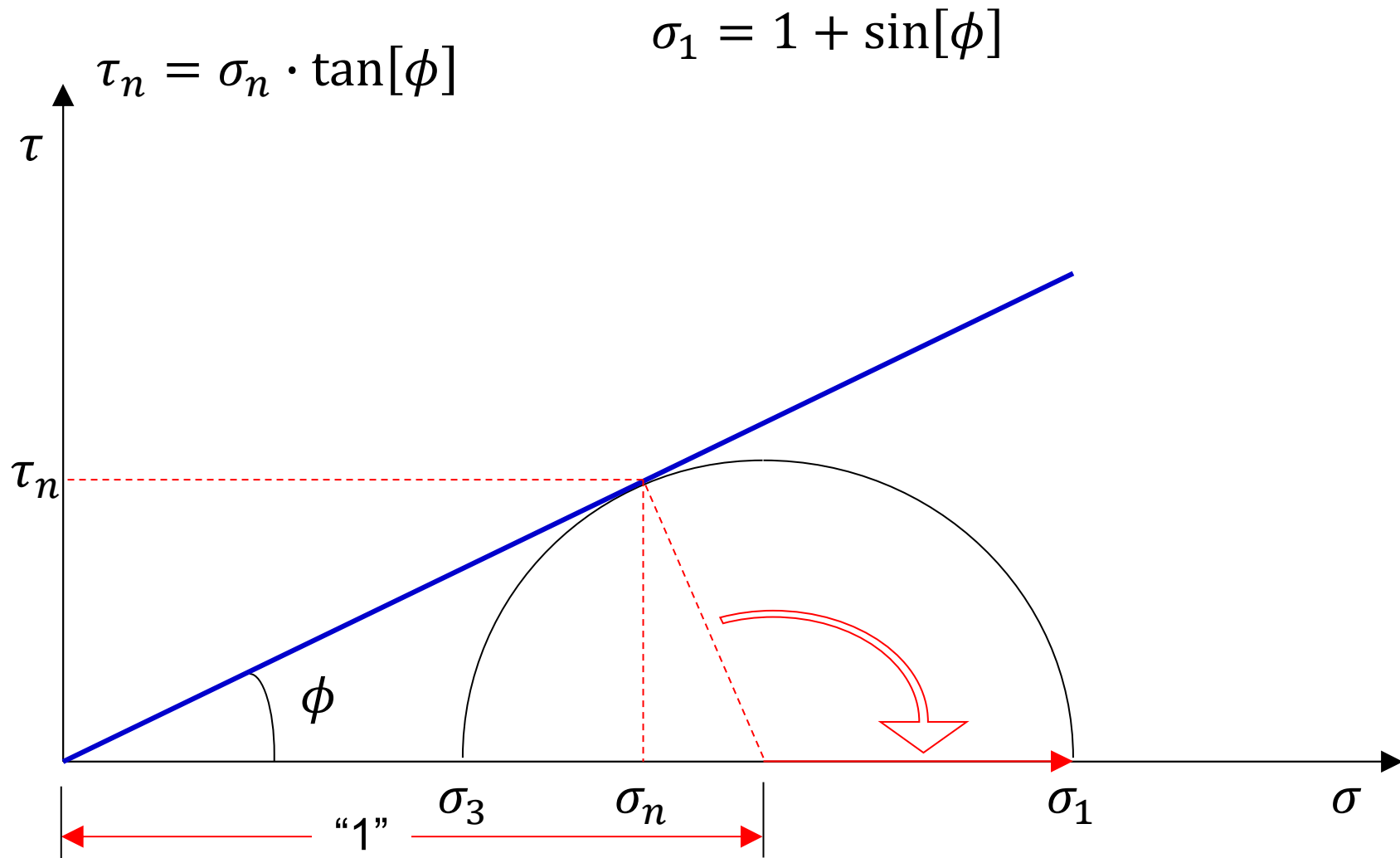


El criterio de Mohr-Coulomb en tensiones principales: suelos puramente friccionales



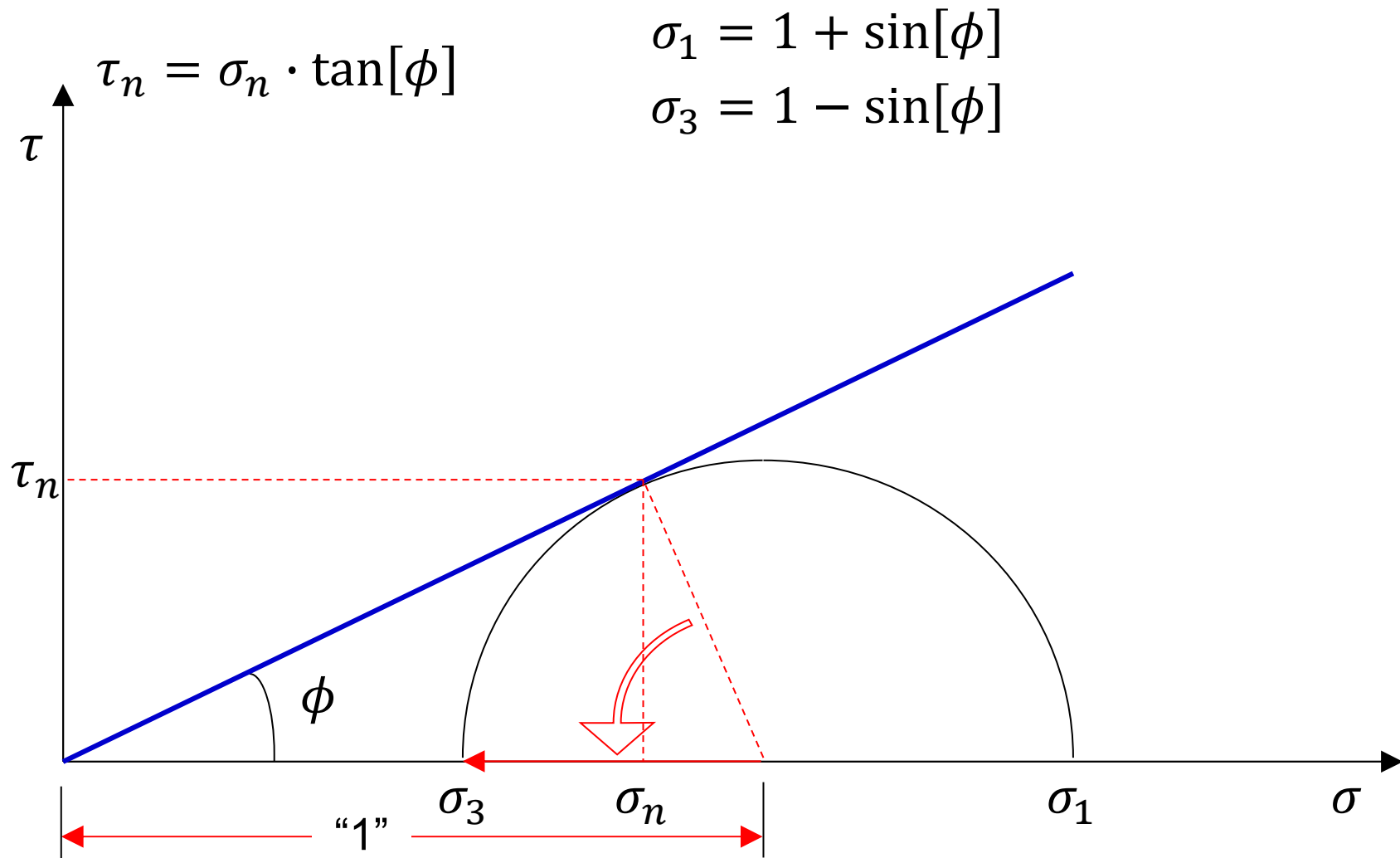


El criterio de Mohr-Coulomb en tensiones principales: suelos puramente friccionales



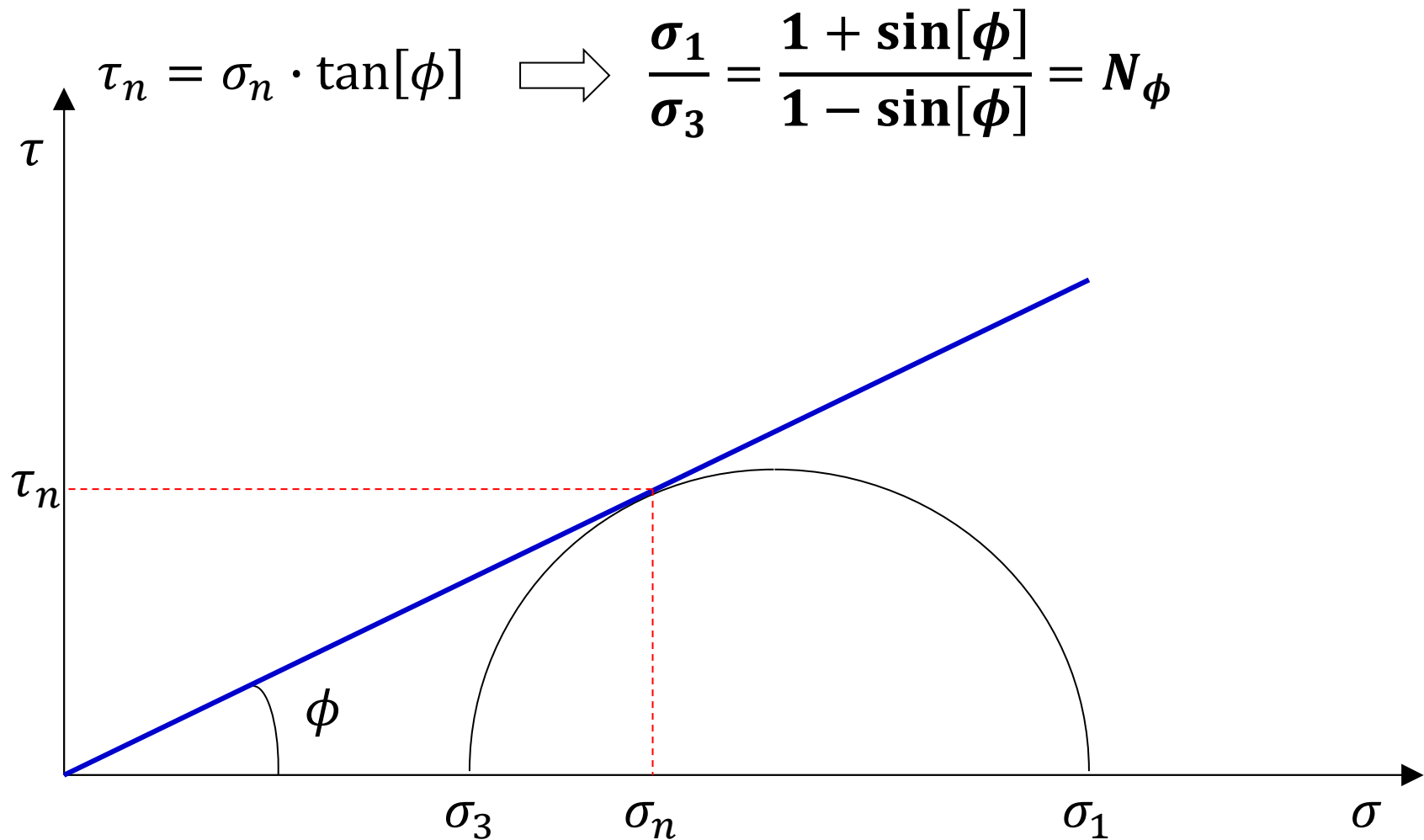


El criterio de Mohr-Coulomb en tensiones principales: suelos puramente friccionales



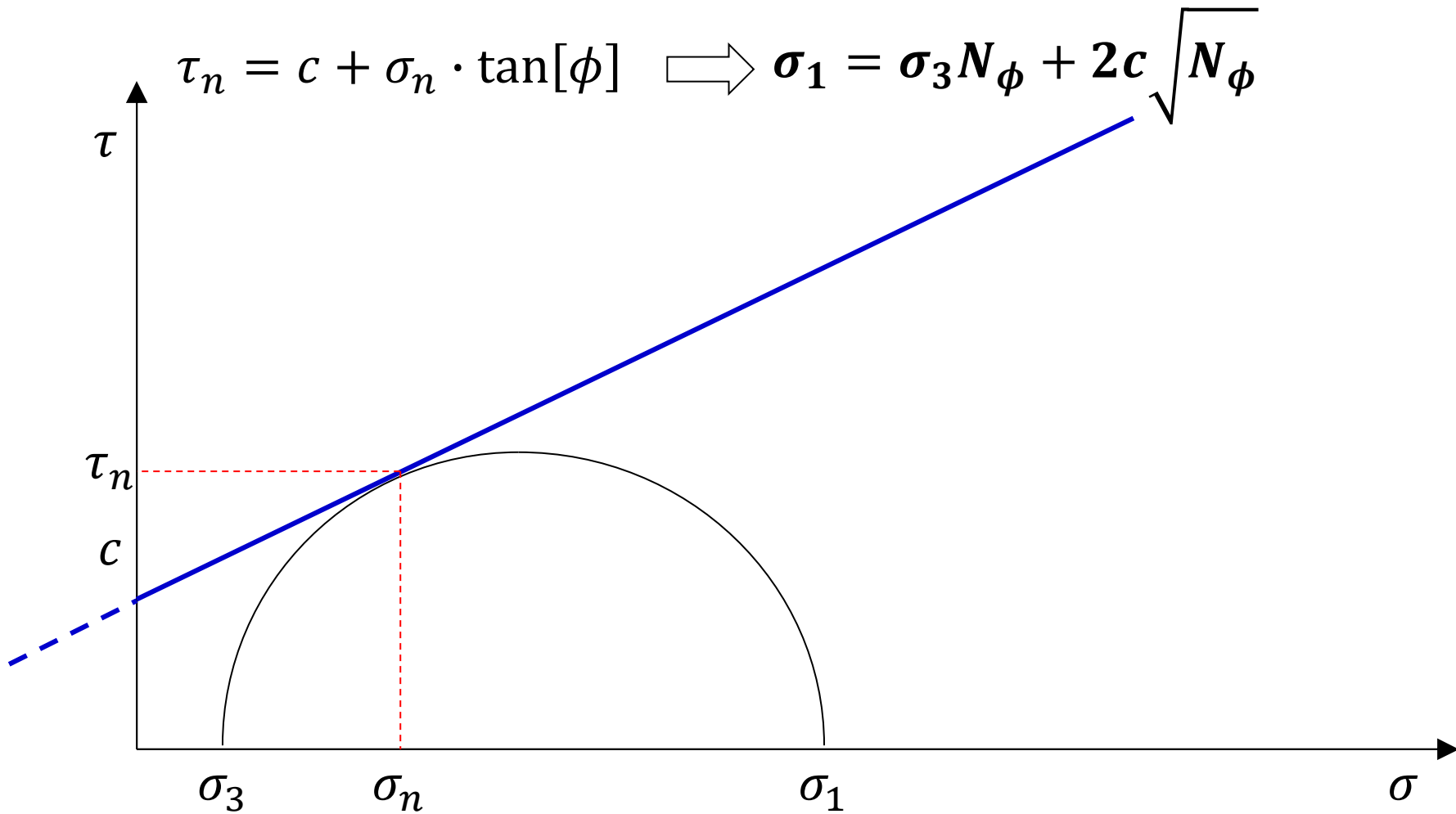


El criterio de Mohr-Coulomb en tensiones principales: suelos puramente friccionales





El criterio de Mohr-Coulomb en tensiones principales: suelos cementados y rocas



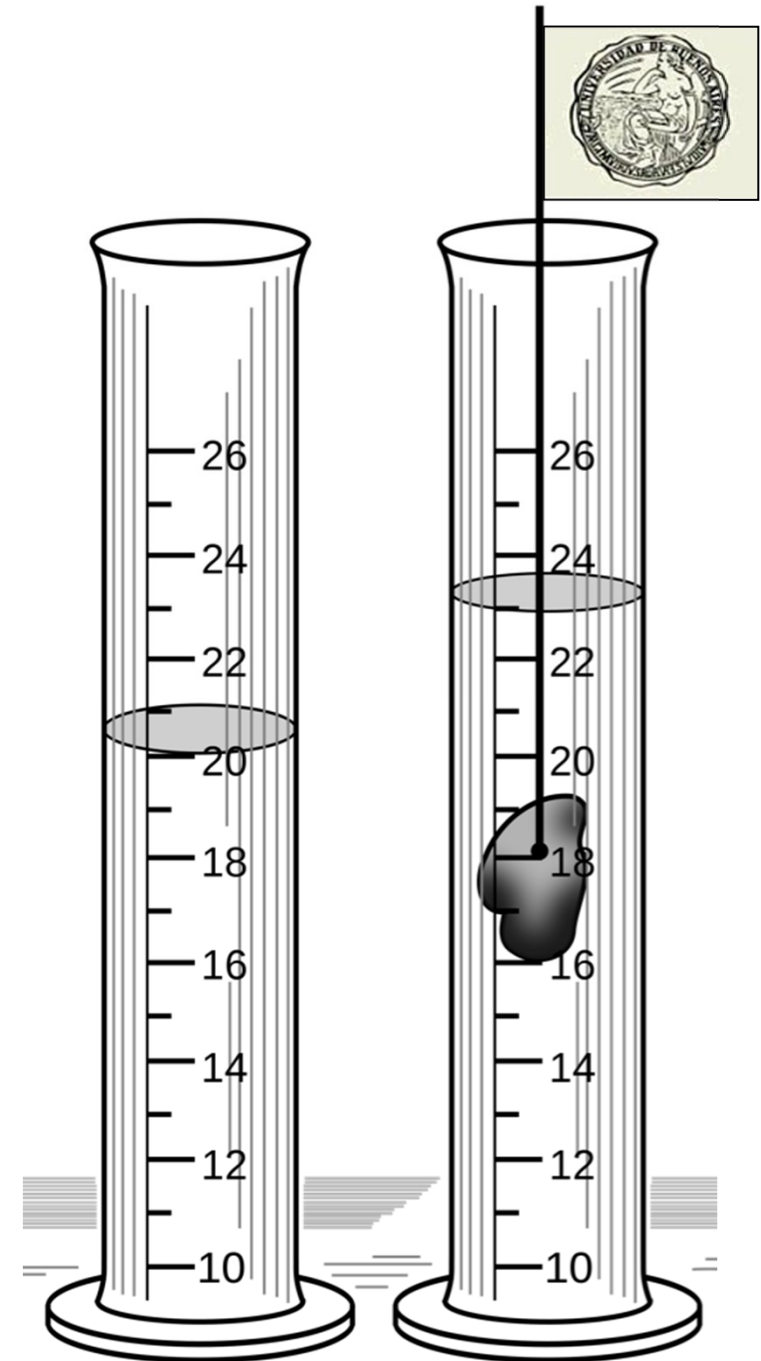
Principio de Arquímedes

Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del fluido que desaloja

La aplicación de este principio a los suelos dio origen a la Mecánica de suelos

$$W' = W - E = \gamma \cdot V - \gamma_w \cdot V$$

$$\sigma' = \sigma - u$$



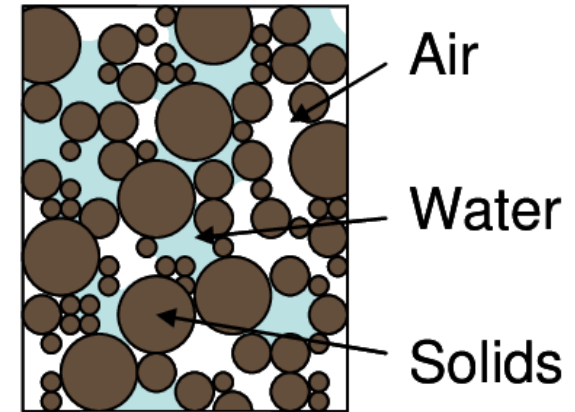
(Michael Malak, Wikipedia)

Definición de medio poroso



Un medio poroso es un sólido con poros de diferentes tamaños, interconectados o aislados

- Suelos, rocas y hormigones
- Maderas, plantas, huesos
- Polvos industriales, papel, esponjas, granos
- Nosotros



Siempre hay dos fases que comparten un mismo espacio

- Sólida: partículas de suelo y hielo
- Fluida: agua, aire, CO_2 , hidrocarburos

Sólido multifase: la característica que separa a la mecánica de suelos del resto de la mecánica del continuo