

MECANICA DE SUELOS:

■ 1 CONCEPTO:

En Ingeniería, es la Aplicación
de las leyes de la física y las ciencias naturales,
a los problemas que involucran las cargas impuestas,
a la capa superficial de la corteza terrestre.

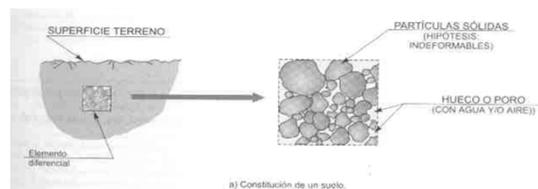
Esta ciencia fue fundada por Karl Von Terzaghi (1925).

La Mecánica de Suelos, es la Aplicación
de las leyes de la mecánica y la hidráulica,
a los problemas de ingeniería,
que tratan con sedimentos y otras acumulaciones
no consolidadas de partículas sólidas.

Ing. Civil Daniel Videla

■ 2 DEFINICION DE SUELO:

Sedimento de partículas sólidas,
producto de la desintegración mecánica
o descomposición química de las rocas,
independientemente de que tengan o no materia orgánica.

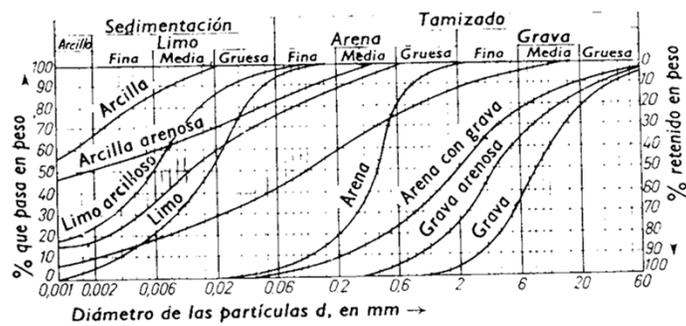


■ 3 CLASIFICACION (Clases de Suelo):

GRAVAS:	P.T. Nº 3 y R.T. Nº 4.
ARENAS:	P.T. Nº 4 y R.T. Nº 200.
LIMOS:	P.T. Nº 200 → NO SIRVEN (son erosionables y susceptibles a las heladas y difícil de compactar.
ARCILLAS:	P.T. Nº 200 → Plásticas y Cohesivas.
COLOIDES:	De poco uso.
LOAM:	Mezcla de Arena, Limo y Arcilla.
TURBA:	Contenido de Materia Orgánica > 20% del suelo → Disminuye la estabilidad del suelo.
TOSCA:	Limos de origen eólico – fluvial.



■ 3 CLASIFICACION (Clases de Suelo):



■ 5 CLASIFICACION UNIFICADA:

Tabla 1.6. Sistema de clasificación unificado (ASTMD-2487-69). Copyright ASTM. Reimpresión con autorización.

DIVISION PRINCIPAL	SIMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACION			
SUELOS DE GRANDES GRUÑESOS 50% o más es retenido en el tamiz No. 200	GRANAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz No. 40	GW	Gravas bien gradadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Mayor que 4 $C_c = \frac{D_{30} - D_{10}}{D_{60} - D_{30}}$ Entre 1 y 3 Si los criterios para GW no se cumplen		
		GP	Gravas y mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos o sin finos			
		GM	Gravas limosas, mezclas de grava - arena y limo			
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava - arena y arcilla			
	ARENAS Máx. de la fracción gruesa pasa por el tamiz No. 200	ARENAS LIMOSAS 50% o más de la fracción gruesa pasa por el tamiz No. 200	SW	Arenas y arenas gravosas bien gradadas con pocos finos o sin finos	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Superior a 6 $C_c = \frac{D_{30} - D_{10}}{D_{60} - D_{30}}$ Entre 1 y 3 Si no se cumplen los criterios para SW	
			SP	Arenas y arenas gravosas mal gradadas con pocos finos o sin finos		
		ARENAS ARCILLOSAS Máx. de la fracción gruesa pasa por el tamiz No. 200	SM	Arenas limosas, mezclas de arena limo	Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" o índice de plasticidad inferior a 4. Para los límites de Atterberg localizados en el área sombreada se debe clasificar utilizando símbolos dobles.	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla		
			ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas		Límites de Atterberg localizados sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7. Para los límites de Atterberg localizados en el área sombreada se debe clasificar utilizando símbolos dobles.
			CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla		
SUELOS DE GRANDES FINOS 50% o más pasa por el tamiz No. 200	LIMOS Y ARCILLAS Máx. de la fracción gruesa pasa por el tamiz No. 200	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	<p>GRÁFICO DE PLASTICIDAD Para la clasificación de los suelos limos y de la fracción fina de los suelos quíntiles. Los límites de Atterberg situados en el área sombreada corresponden a las clasificaciones de Hoopner y requieren símbolos dobles. Ecuación de la línea A: $IP = 0.73(LL - 20)$</p>		
		MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o de diatomas, limos elásticos			
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas			
	LIMOS Y ARCILLAS Máx. de la fracción gruesa superior a 50%	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media			
		PT	Turba, estiércol y otros suelos altamente orgánicos		Para la identificación visual y manual, véase ASTM norma D 2488	

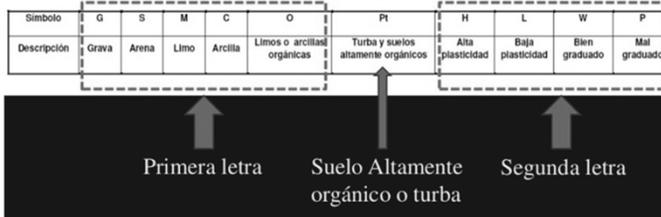
■ 5 CLASIFICACION UNIFICADA:

Tipo de Suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien gradada	W
Arena	S	Pobremente gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

Símbolos utilizados en la Clasificación SUCS.

G: Grava (Gravel)	W: Bien graduado. (well)
S: Arena (Sand)	P: Mal graduado. (poor)
M: Limo (Moh)	H: Alta plasticidad. (high)
C: Arcilla (Clay)	L: Baja plasticidad. (low)
O: Orgánico.	(organic)

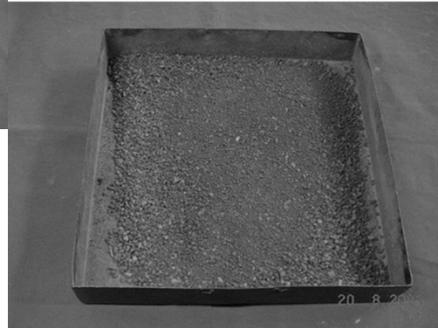
El sistema Unificado de clasificación de suelos, utiliza como identificación los siguientes símbolos:



■ 3 CLASIFICACION (Clases de Suelo):



Suelo granular grueso (Grava)



Suelo granular fino (Arena)

■ 3 CLASIFICACION (Clases de Suelo):



■ Ejemplos de Suelos:

SUELO BLANDO

Es de baja resistencia.
Se caracteriza por ser arcilloso y suele presentar nivel freático.
Para cimentar se recomienda pilotes o losas de cimentación.



SUELO SEMIBLANDO

Es de resistencia media.
Se caracteriza por ser arcilloso y se puede presentar arena, el nivel freático no es muy frecuente.
Para cimentar se recomienda losa de cimentación o zapatas.



SUELO DURO

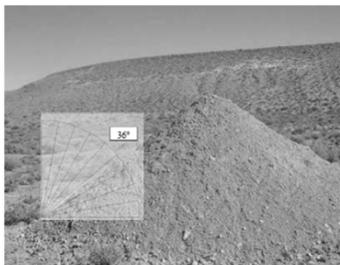
Es de alta resistencia media.
Se caracteriza por ser de arena compacta o rocoso.
Para cimentar se recomienda zapatas corridas, combinadas, con vigas de conexión o aisladas.



■ 4 PROPIEDADES MECANICAS:

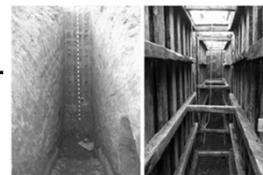
4-1 VINCULADAS A LA RESISTENCIA DEL SUELO (CORTE):

- **FRICCION INTERNA (ϕ)** → Debido al contacto entre partículas y resistencia al deslizamiento. Función de (granulometría, densidad, forma partículas).



Tierra, marga	de 30° a 45°
Grava	de 30° a 40°
Arena seca	de 25° a 35°
Cenizas	de 25° a 40°
Arena hidratada.....	de 30° a 45°
Carbón coquizado.....	de 30° a 45°
Arena húmeda	de 15° a 30°
Carbón de piedra.....	de 25° a 35°
Tierra compacta.....	de 35° a 40°

- **COHESION (c)** → Verdadera: atracción molecular.
Aparente: agua que rodea a las partículas (adsorción).
Función de (características físico-químicas partículas y contenido de Humedad (%)).



4.2 VINCULADAS A LA DEFORMACION:

- **PLASTICIDAD = f (H) → Propiedad que deja a los suelos moldearse, sin agrietarse o sin variación de volumen (ΔV) apreciable.**



- **ELASTICIDAD → Propiedad de recuperar su forma, una vez cesada la deformación (módulo edométrico E_o).**

- **COMPRESIBILIDAD → Disminución de volumen por carga. Función de (permeabilidad, capilaridad).**

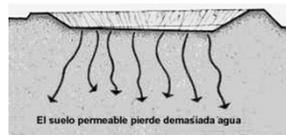
Tipo de Suelo	Módulo E_o (m^2)
Limo	300 a 1000
Arena seca o húmeda suelta (NSPT 3 a 9)	160 - Z a 480 - Z
Arena seca o húmeda media (NSPT 9 a 30)	480 - Z a 1600 - Z
Arena seca o húmeda densa (NSPT 30 a 50)	1600 - Z a 3200 - Z
Grava fina con arena fina	1070 - Z a 1330 - Z
Grava media con arena fina	1330 - Z a 1600 - Z
Grava media con arena gruesa	1600 - Z a 2000 - Z
Grava gruesa con arena gruesa	2000 - Z a 2660 - Z
Grava gruesa firme	1070 - Z a 1330 - Z
Arcilla blanda (qr 0,25 a 0,50 kg/cm^2)	150 a 300
Arcilla media (qr 0,50 a 2,00 kg/cm^2)	300 a 900
Arcilla compacta (qr 2,00 a 4,00 kg/cm^2)	900 a 1800

Falla en la capacidad de soporte

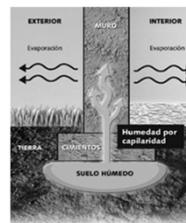


4.3 VINCULADAS AL CONTENIDO DE AGUA DEL SUELO:

- **PERMEABILIDAD → Propiedad de dejar atravesar el agua (gravedad). Función de la (porosidad).**



- **CAPILARIDAD → Elevación o movimiento del agua en los intersticios de un suelo debido a fuerzas capilares.**



- **RESISTENCIA → Propiedad de soportar cargas.**

- **EXPANSION → Aumento de volumen por variación de Humedad, hasta un 3% (aceptable).**



■ 6 RESISTENCIA AL CORTE:

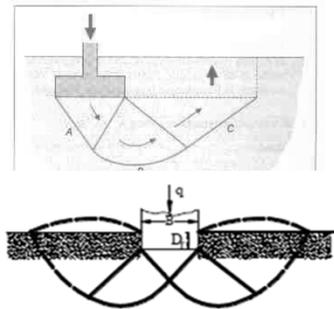
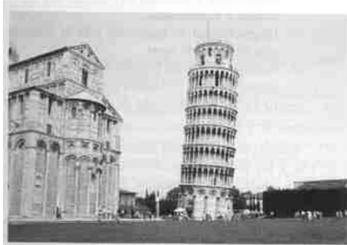
6-1 GENERALIDADES:

PROBLEMAS A RESOLVER:

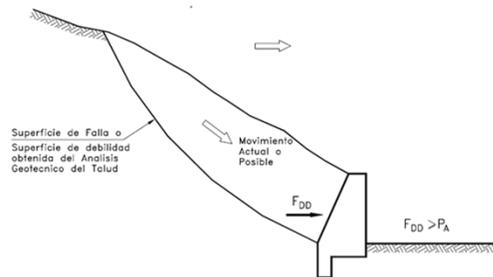
- ESTUDIO DE DEFORMACIONES.
- PLANOS DE ROTURA O FALLA.

6-2 PLANOS DE FRACTURA O ROTURA:

CARGAS DE HUNDIMIENTO.

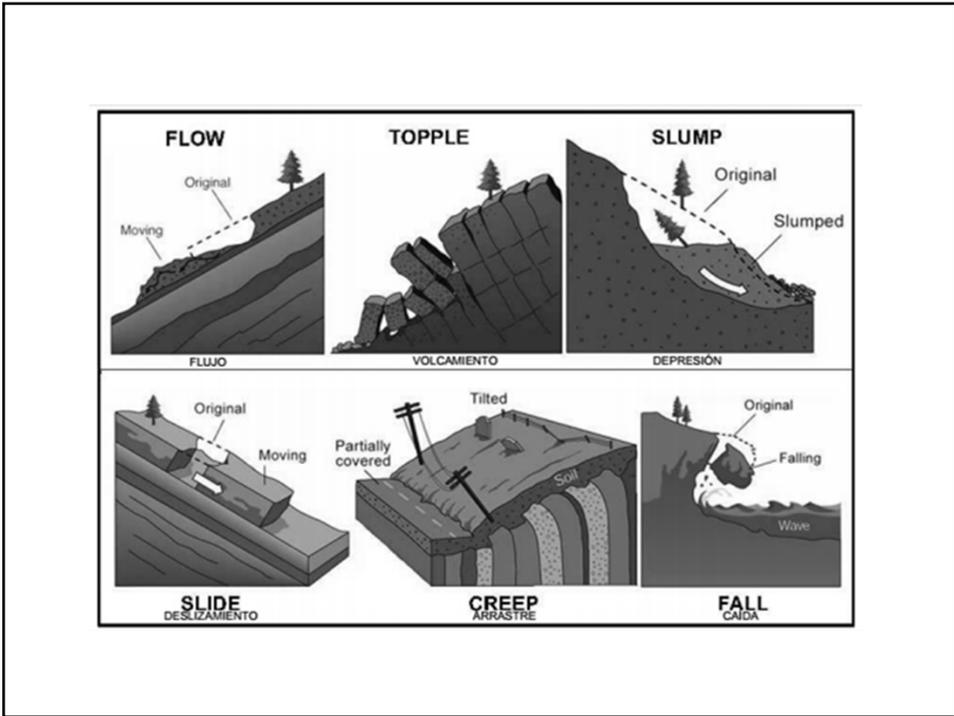


PLANOS DE FALLA EN TERRAPLEN (MUROS DE CONTENCIÓN).



FALLA EN TALUD O TERRAPLEN

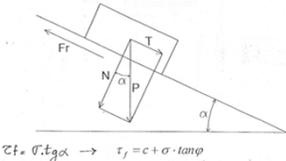




LA ROTURA SE PRODUCIRÁ CUANDO LAS TENSIONES DE CORTE, PRODUCIDAS EN LA SUPERFICIE MAS DESFAVORABLE, SUPEREN EL VALOR DE SU RESISTENCIA PROPIA (CORTE).

6-3 PROPIEDADES QUE DEFINEN RESISTENCIA AL CORTE:

RESISTENCIA = f (rugosidad entre ambos materiales, valor de la fuerza normal).
 Estos definen la **RESISTENCIA POR FRICCIÓN.**



Si no hay fuerza N, y aún existe resistencia al deslizamiento se tiene:

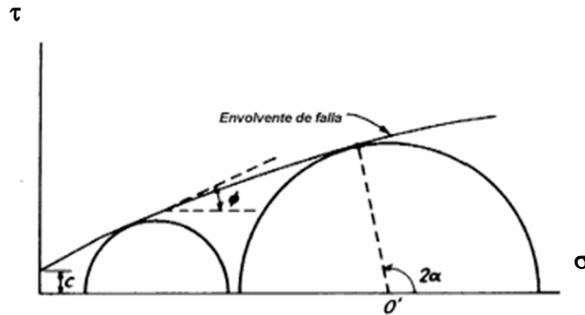
RESISTENCIA POR COHESION.
 Es propia de los Suelos Finos.

6-4 TEORIA DE COULOMB:

Estableció una relación lineal, entre resistencia al corte y la presión normal, en un plano de fractura o falla.

$$\tau = c + \sigma \cdot \operatorname{tg} \phi$$

Hay que tener en cuenta, que la rotura se produce cuando en alguna superficie, se alcanza una combinación de la tensión normal y la tensión tangencial.



6-5 CIRCULO DE MOHR:

ENSAYOS: → SOLO GENERAN ESFUERZOS NORMALES
⇒ SE PUEDEN GENERAR ESFUERZOS PRINCIPALES

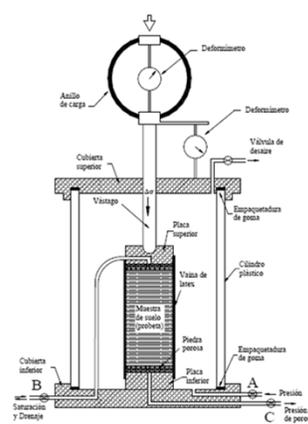
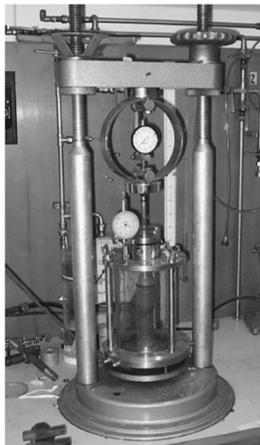
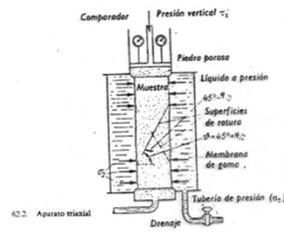


Figura 6.45. Cámara o celda triaxial.



6.2. Aparato triaxial

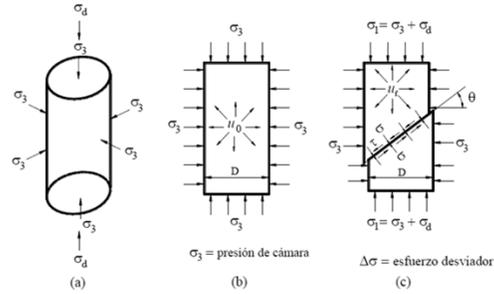


Figura 6.51. Variación de la presión de poros durante la compresión (Whitlow, 1994). (a) Esfuerzos durante la compresión. (b) Presión de poros inicial. (c) Presión de poros de falla.

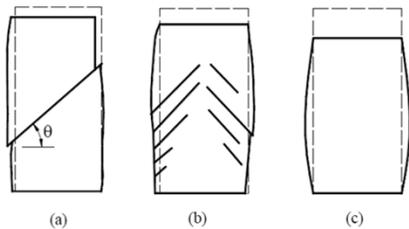
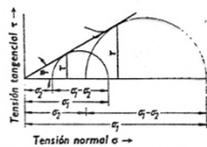
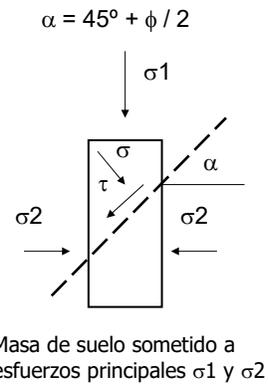
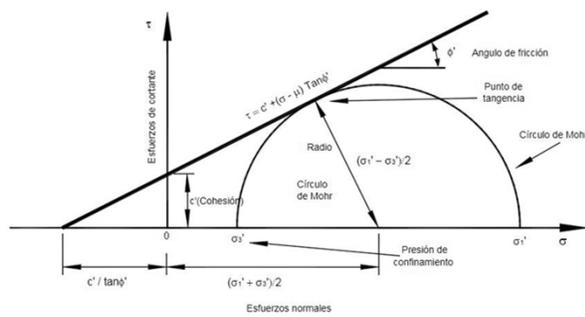
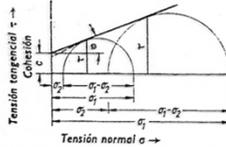


Figura 6.52. Tipos de falla en ensayos triaxiales (Whitlow, 1994). (a) Falla frágil (corte). (b) Falla parcial al corte. (c) Falla de flexibilidad plástica o en barril.

Mediante el círculo de Mohr o circunferencia de tensiones.
El estado de tensión en otro plano, que no sea uno de los principales, se obtiene indirectamente.



63.1. Interpretación del ensayo triaxial en suelos granulares



63.2. Interpretación del ensayo triaxial en suelos cohesivos