



**UNC**

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

Facultad De Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Escuela de Geología  
Departamento de Geología Aplicada

# **MECANICA Y TRATAMIENTO DE SUELOS**



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

## CLASES TEÓRICO PRÁCTICAS

Profesor a Cargo:

Dr. Ing. Marcelo ZEBALLOS

<https://virtual.fcefyn.unc.edu.ar/login/index.php>

marcelo.zeballos@unc.edu.ar



# METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

## Clases Teórico – Prácticas

- Descripción conceptual del tema.
  - Exposición dialogada. (Estudio previo del tema por parte de los alumnos).
- Resolución de problemas.
  - (En hojas A4, con carátula en primera página).
- Entrega de los problemas resueltos la clase siguiente.
  - (Serán calificados por el contenido, prolijidad y oportunidad).

Nº	Apellido y Nombre:  Tema:
----	---------------------------------

3,0 cm

Hoja A4  
cuadriculada



# METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

## Clases Laboratorio

- **Descripción conceptual del tema.**
  - Exposición dialogada. (Estudio previo del tema por parte de los alumnos).
  - Coloquio con el docente sobre los ensayos.
  - Evaluaciones parciales
- **Entrega de los informes de los ensayos realizado en la clase anterior.**
  - Serán calificados por el contenido, prolijidad y oportunidad).
- **Actitud durante la clase.** (Participación, limpieza, etc.)



# EVALUACIONES

## ■ Clases Teórico Prácticas

- Mini parcialitos
- Entrega de trabajos
- Participación oportuna

## ■ Clases Laboratorio

- Nota conceptual del alumno (Presentación de los informes, su corrección y la participación en clase)
- Evaluaciones parciales

## ■ Dos parciales

- Conceptos Teóricos
- Aplicación a casos concretos (Ejercicios)
- Posibilidad de recuperación de 1 (uno) parcial.



# REGULARIZACION

- Asistencia obligatoria al 80% de las clases como mínimo .
- Tener APROBADO Laboratorios.
- Tener una de las evaluaciones parciales con calificación superior a 50 puntos UMTS.

Para permanecer en la condición de ALUMNO REGULAR –una vez terminado el cursado- se requiere tener aprobado no menos del 50% de las Evaluaciones Parciales establecidas en el inc. e).

Res. N° 154-H.C.D.-2002, Res. 907-A-2002, Res. 114-H.C.D.-2003 y 680-H.C.D.-2006



# PROMOCION SIN EXAMEN

EVAL LABORAT	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Evaluaciones Laboratorio} \\ \text{Resolución de problemas} \\ \text{Participación en clase} \end{array} \right\}$	$> 50 \text{ UMTS}$	
1º Ev. PARCIAL	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Evaluaciones Teórico Prácticas} \\ \text{Carácter Integrador} \end{array} \right\}$	$> 50 \text{ UMTS}$	<b>Prom</b>
2º Ev. PARCIAL		$> 50 \text{ UMTS}$	<b>&gt; 60</b>
PROYECTO INTEGRADOR		$> 50 \text{ UMTS}$	

$0,35 \text{ Parc } 1 + 0,35 \text{ Parc } 2 + 0,15 \text{ Proy} + 0,15 \text{ Laboratorio} > 70 \text{ UMTS}$





## BIBLIOGRAFIA

- Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica – Braja M Das
- Mecánica de los Suelos en la Ingeniería Practica – Terzaghi y Peck
- Apuntes de Mecánica y Tratamiento de Suelos – A Rusculleda
- Monografías en LEV
- Mecánica de los Suelos – Juarez y Badillo
- Introducción a la Mecánica de suelos y Cimentaciones – Sower y Powers
- Mecánica del suelo –Celso Iglesias
- Mecánica de Suelos – Berr y Reid
- Geotecnia – Roberto Nova
- Fundamentos de la Mecánica del suelo – Roy y Whitlow
- Mecánica de los Suelos Problemas resueltos – Carlos Savioli
- Ingeniería de Cimentaciones - Delgado Vargas
- Principio de Ingeniería de Cimentaciones – Braja M Das
- Pilotes y Cimentaciones sobre Pilotes – Celso Iglesias
- Propiedades Geofísicas de los Suelos – Joseph E. Bowles
- Compactación de terraplenes – Verdú y otros
- Muros de contención –Andre Reimbert



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

# **MECANICA Y TRATAMIENTO DE SUELOS**

## **COMPOSICION DEL CURSO**



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

# CLASE 1 – INTRODUCCION

## DEFINICIONES

### **MECÁNICA DE SUELOS:**

- Conocimiento científico respecto de la respuesta mecánica de los suelos.
- Se explica sobre la base de un medio en el que interactúan los sólidos con los fluidos.
- Esto concluye en el concepto de presión efectiva.

### **MECÁNICA DE ROCAS:**

- Conocimiento científico respecto de la respuesta mecánica de formaciones rocosas.
- Se explica sobre la base de un medio discontinuo.



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

# CLASE 1 – INTRODUCCION

## DEFINICIONES

**MECÁNICA DE SUELOS**  
**MECÁNICA DE ROCAS**



Mecánica de los Sólidos  
Mecánica de los Fluidos  
Mecánica de los Discontinuos

### **GEOTECNIA (Ingeniería Geotécnica):**

- Aplicación de los conceptos de las mecánicas.
- Interpretación del problema a través de modelos.
- Planteo de soluciones sobre la base de teoría y práctica

# GEOTECNIA

## Áreas de Aplicación

- **Cimentaciones de estructuras** residenciales e industriales (cimientos de viviendas y plantas industriales).





# GEOTECNIA

## Áreas de Aplicación



- Cimentaciones residenciales e industriales.
- **Infraestructura de ingeniería de transporte** (todo tipo de rutas de transporte, pavimentos y túneles, líneas enterradas de electricidad, gas, agua, alcantarillado, electricidad y cables de comunicación).

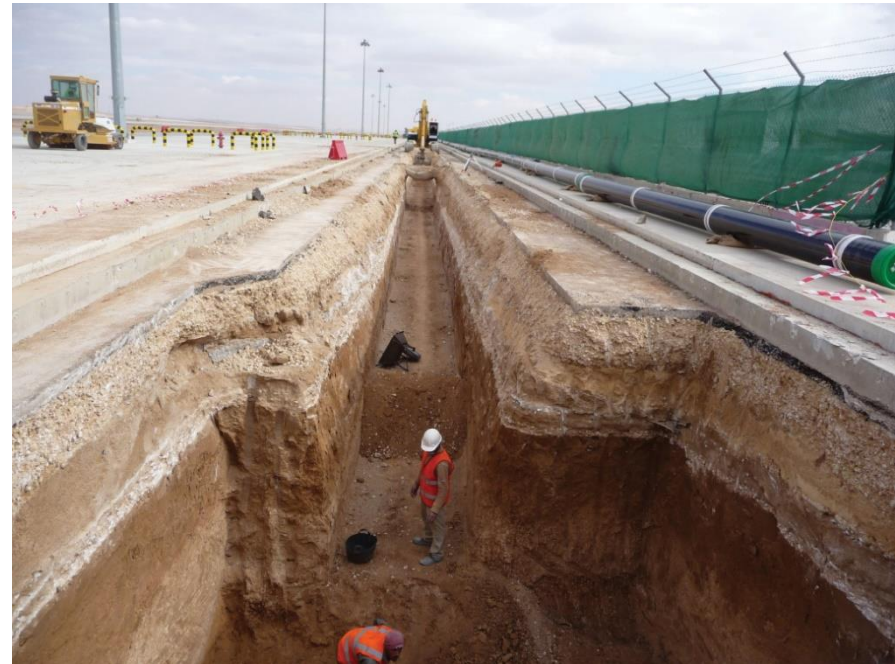


# GEOTECNIA

## Áreas de Aplicación



- Cimentaciones residenciales e industriales.
- **Infraestructura de ingeniería de transporte** (todo tipo de rutas de transporte, pavimentos y túneles, líneas enterradas de electricidad, gas, agua, alcantarillado, electricidad y cables de comunicación).





# GEOTECNIA

## Áreas de Aplicación

- Cimentaciones residenciales e industriales.
- Infraestructura de ingeniería de transporte.
- **Suministro de agua, energía y minerales** (agua subterránea; energía hidroeléctrica de reservorios y cavernas subterráneas; petróleo y gas de pozos; carbón, metales y minerales de minas a cielo abierto y subterráneas).





# GEOTECNIA

## Áreas de Aplicación



- Cimentaciones residenciales e industriales.
- Infraestructura de ingeniería de transporte.
- **Suministro de agua, energía y minerales** (agua subterránea; energía hidroeléctrica de reservorios y cavernas subterráneas; petróleo y gas de pozos; carbón, metales y minerales de minas a cielo abierto y subterráneas).



M1 - Barragem

# GEOTECNIA

## Areas de Aplicación

- Cimentaciones residenciales e industriales.
- Infraestructura de ingeniería de transporte.
- Suministro de agua, energía y minerales.
- **Mitigación de riesgos geológicos** (planificación urbana y regional, incluyendo inundaciones, terremotos, deslizamientos de tierra, actividades volcánicas, licuefacción y / o colapso del suelo).



2014 Hiroshima landslide disaster in Japan



2015 Halong landslide disaster in Vietnam



# GEOTECNIA

## Áreas de Aplicación



FCEyN

- Cimentaciones residenciales e industriales.
- Infraestructura de ingeniería de transporte.
- Suministro de agua, energía y minerales.
- **Mitigación de riesgos geológicos** (planificación urbana y regional, incluyendo inundaciones, terremotos, deslizamientos de tierra, actividades volcánicas, licuefacción y / o colapso del suelo).

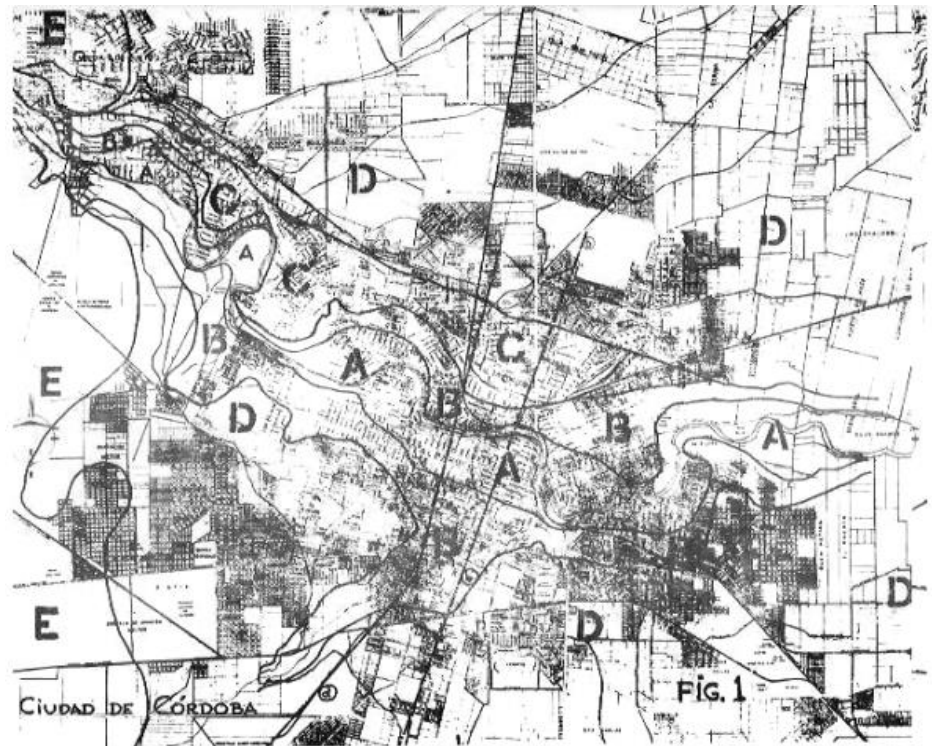
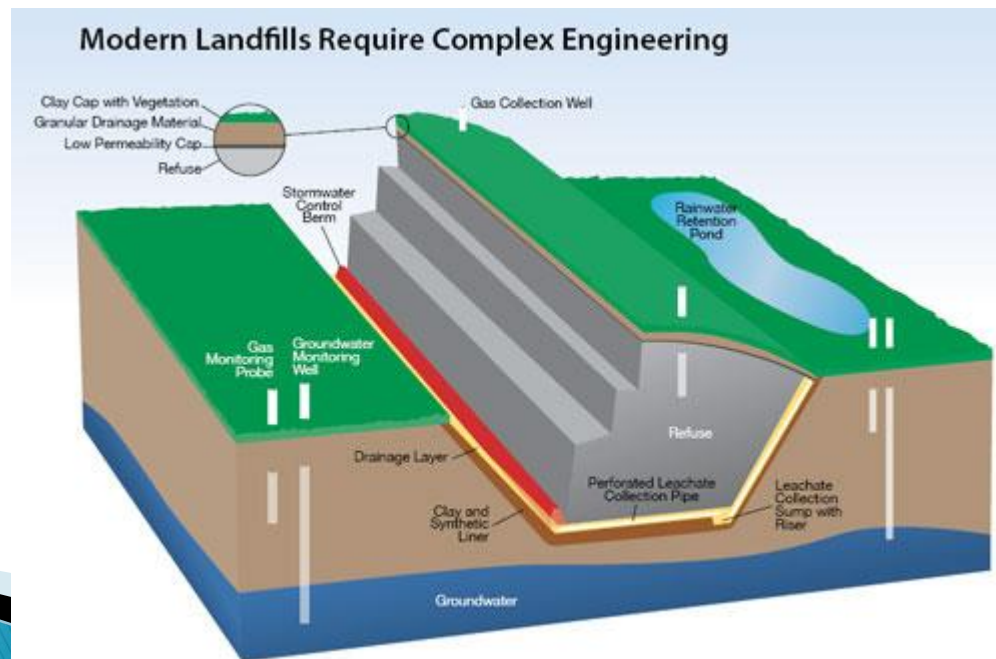


Figura 6 – Mapa geotécnico de la ciudad de Córdoba (after Reginatto, 1970)

# GEOTECNIA

## Áreas de Aplicación

- Cimentaciones residenciales e industriales.
- Infraestructura de ingeniería de transporte.
- Suministro de agua, energía y minerales.
- Mitigación de riesgos geológicos.
- Alivio del peligro inducido por el hombre (contaminación del suelo; remediación de la tierra; terreno inestable en áreas mineras abandonadas; ubicación subterránea de desechos químicos y radiactivos en depósitos geológicos),



# GEOTECNIA

## Áreas de Aplicación



- Cimentaciones residenciales e industriales.
- Infraestructura de ingeniería de transporte.
- Suministro de agua, energía y minerales.
- Mitigación de riesgos geológicos.
- Alivio del peligro inducido por el hombre,
- Desarrollo sostenible
  - Conservación del medio ambiente, incluidos hábitats geológicos,
  - Monumentos históricos, accidentes geográficos y
  - Componentes en el desarrollo local, urbano y regional.







UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

## OBJETIVO

El estudio del **comportamiento mecánico** del suelo desde el punto de vista de la Ingeniería Geotécnica



Requiere la aplicación de conceptos de:

- **Física General:**
  - Rozamiento - Adherencia
  - Principio de Flotación
- **Estática:**
  - Equilibrio de Fuerzas
  - Círculo de Morh.
- **Resistencia de los Materiales.**
  - Relación tensiones - deformaciones

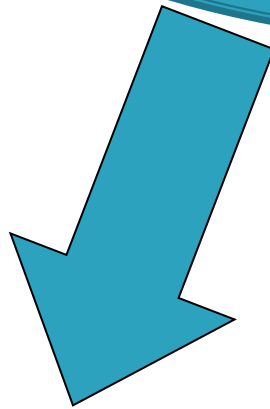




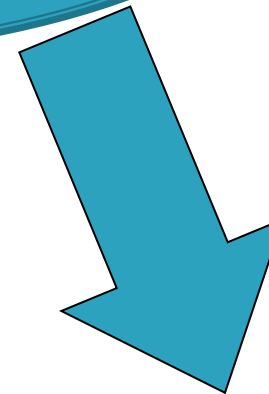
UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

**Estudio del comportamiento  
del suelo desde el punto de  
vista de la  
Ingeniería Geotécnica**



**Estudio de las  
propiedades  
del suelo**



**Teorías de  
comportamiento  
y aplicaciones**



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

# CLASE 1 – INTRODUCCION MATERIALES

## Metales



## Hormigón



## Plásticos



## Elastómeros Polímeros





# COMPORTAMIENTO MECÁNICO

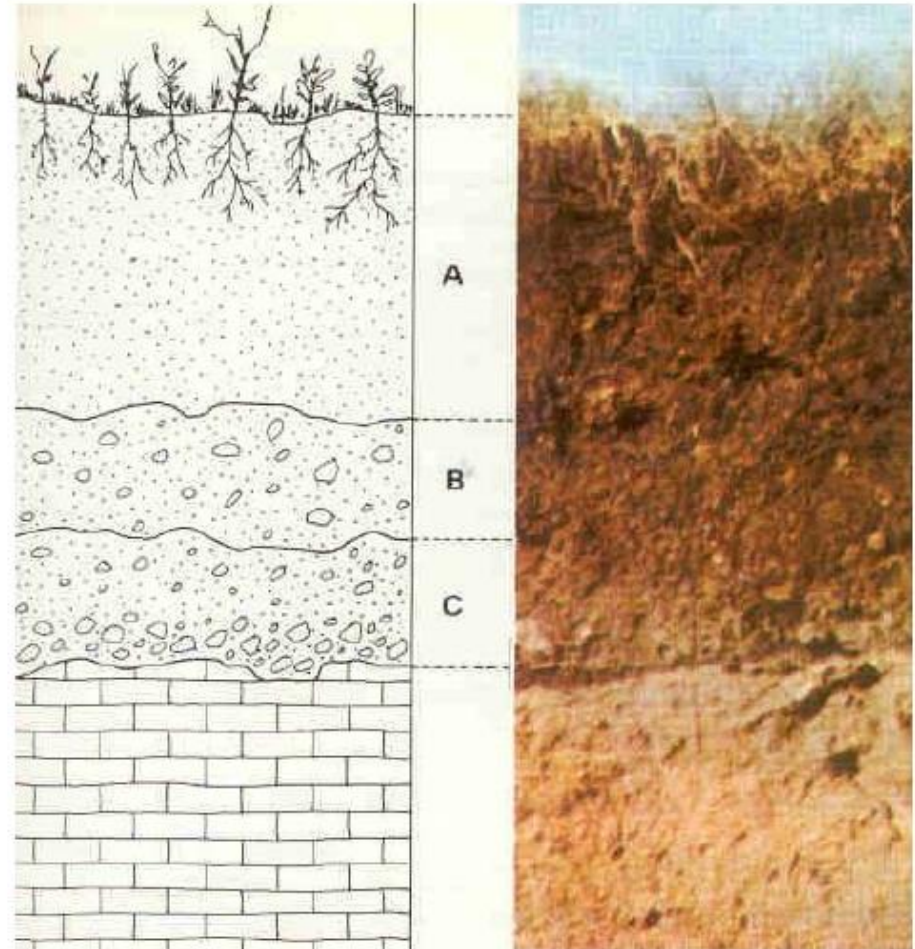


UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

## TIPOS DE SUELOS

- SUELOS RESIDUALES



# COMPORTAMIENTO MECÁNICO



UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

## TIPOS DE SUELOS

- **SUELOS RESIDUALES**
- **SEDIMENTARIOS**
  - AGUA
    - ALUVIALES
    - COLUVIALES
    - LACUSTRES
    - MARINOS



# COMPORTAMIENTO MECÁNICO

## TIPOS DE SUELOS

- **SUELOS RESIDUALES**
- **SEDIMENTARIOS**
  - AGUA
    - ALUVIALES
    - COLUVIALES
    - LACUSTRES
    - MARINOS
  - VIENTO
    - EOLICOS-DUNAS





# COMPORTAMIENTO MECÁNICO

## TIPOS DE SUELOS

- **SUELOS RESIDUALES**
- **SEDIMENTARIOS**
  - AGUA
    - ALUVIALES
    - COLUVIALES
    - LACUSTRES
    - MARINOS
  - VIENTO
    - EOLICOS-DUNAS
  - **SENSIBLES AL AGUA**
    - EXPANSIVOS
    - COLAPSABLES
    - ARCILLAS SENSITIVAS





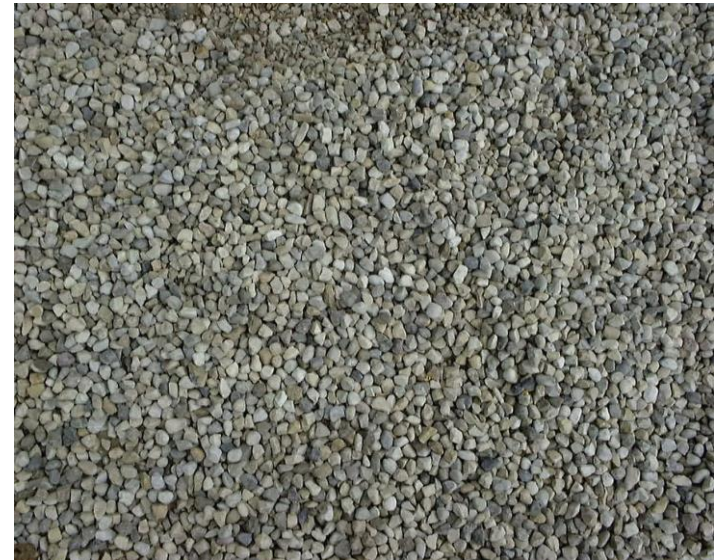
# CLASE 1 – INTRODUCCION MATERIALES

A diferencia de los materiales de construcción hechos por el hombre, como el hormigón, el acero, el vidrio y el ladrillo, **el suelo y las rocas son:**

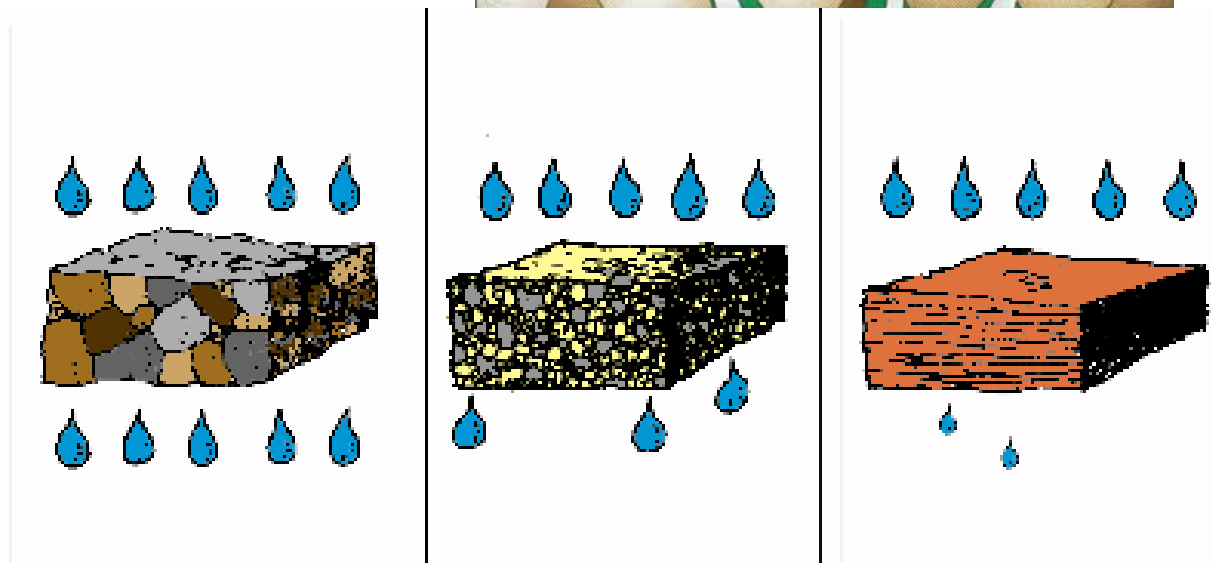
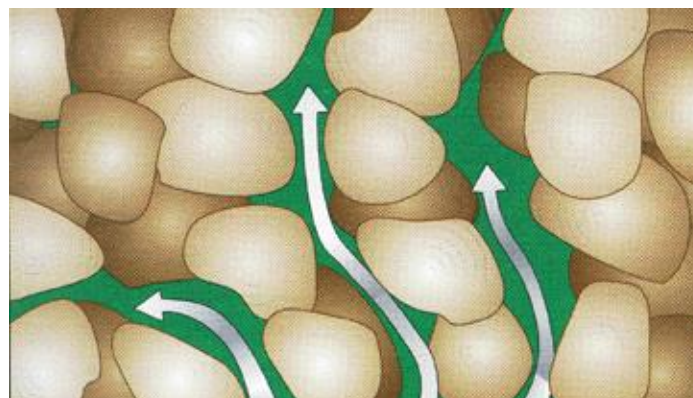
- **Formado en condiciones naturales**, sin ningún control calificado especificado,
- **No se conocen completamente en su composición** y estructuras antes, durante e incluso después de la construcción,
- Estructura comúnmente **heterogénea y anisotrópica**,
- **Propiedades mecánicas variables**, tanto en espacio como en tiempo,
- **Medio poroso y saturado** → interacciones sólidos - fluidas complejas y,
- A menudo **fracturado** por juntas, planos de discontinuidad y fallas.



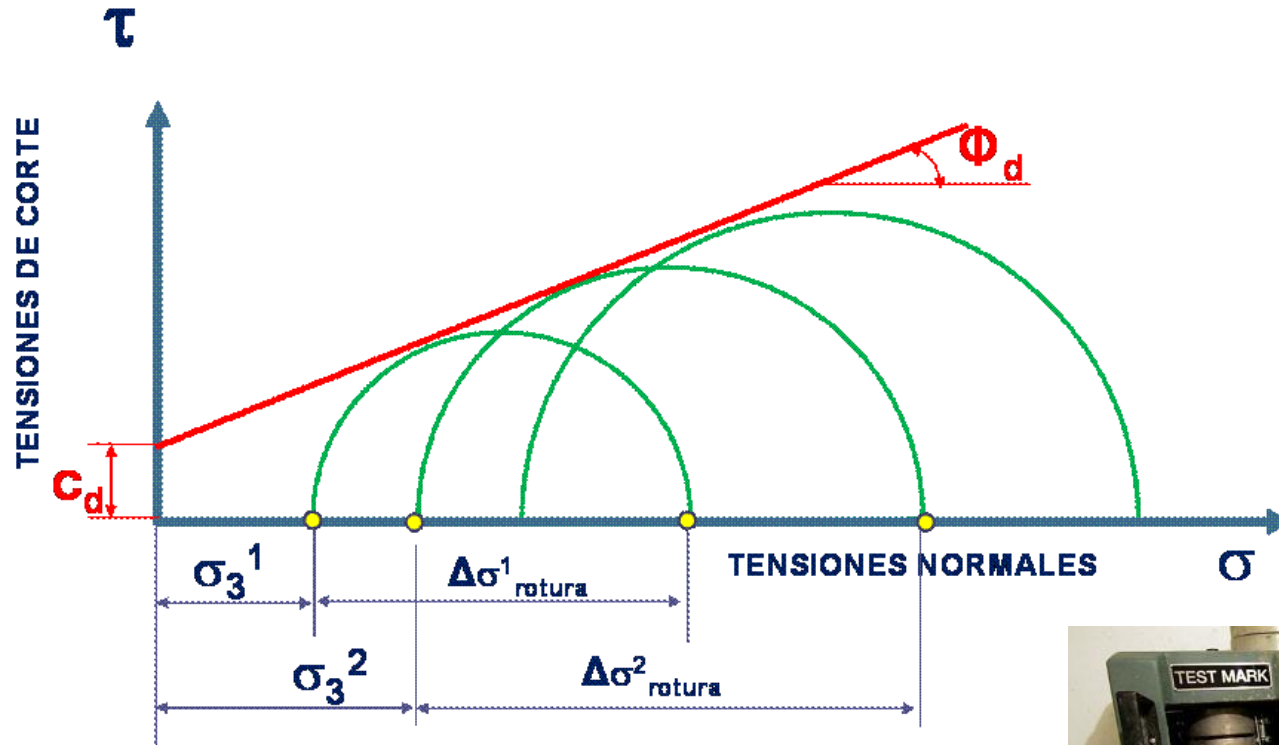
- **Granulometría**



- **Permeabilidad**



## • Resistencia (al corte)





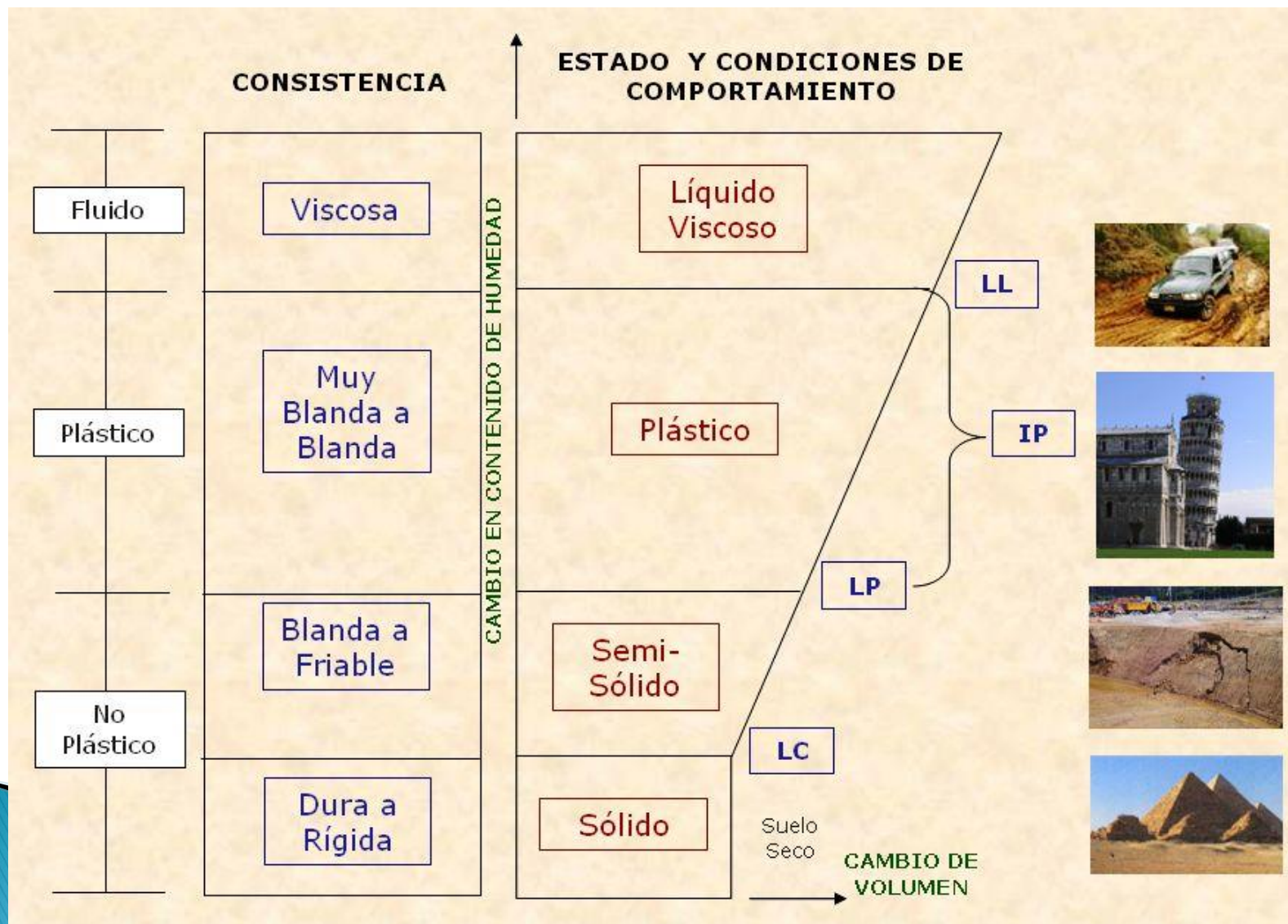


UNC

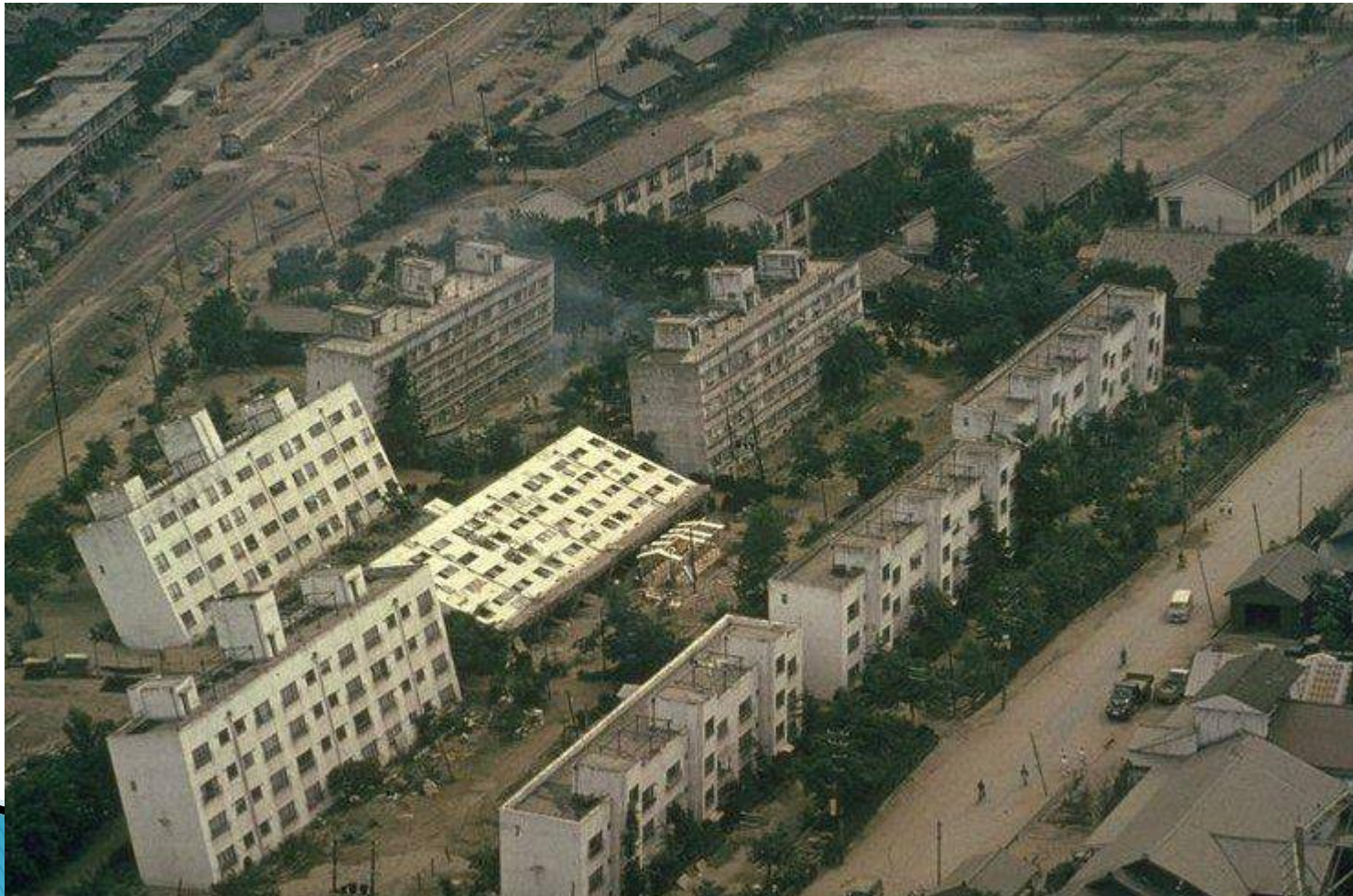
Universidad  
Nacional  
de Córdoba

# PROPIEDADES

## • Interacción suelo - agua



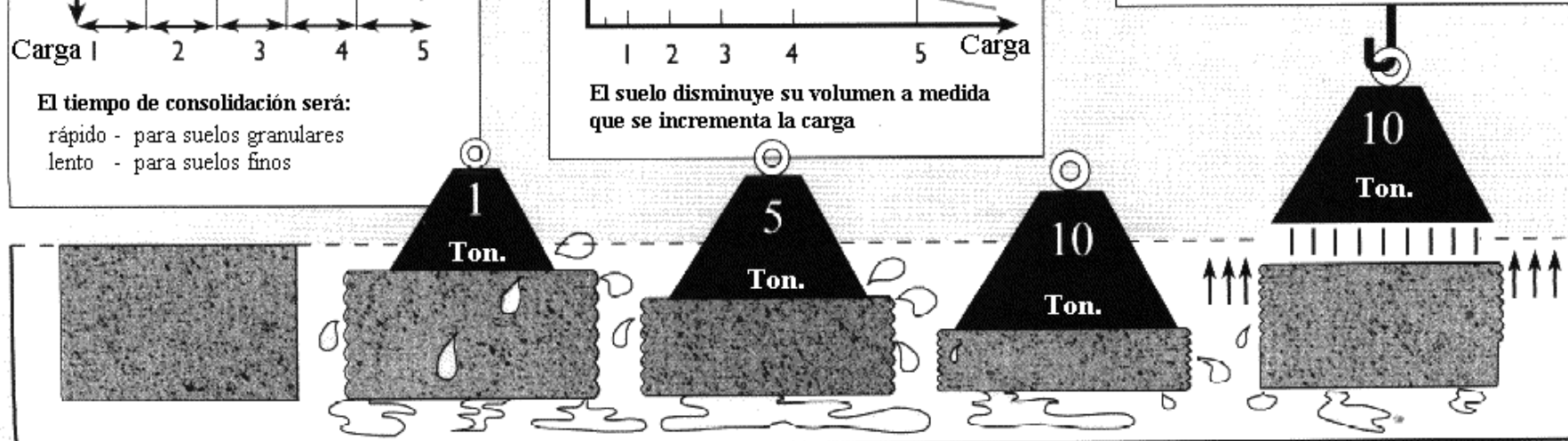
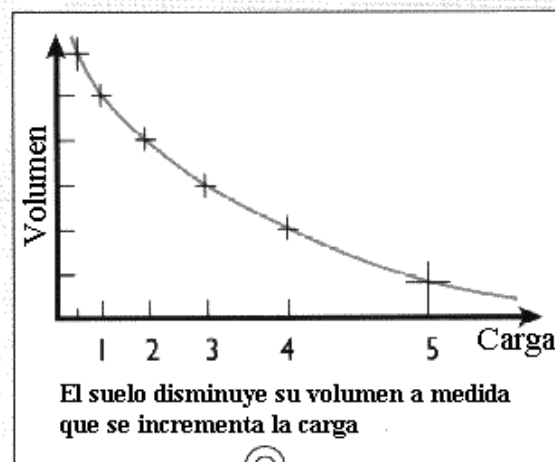
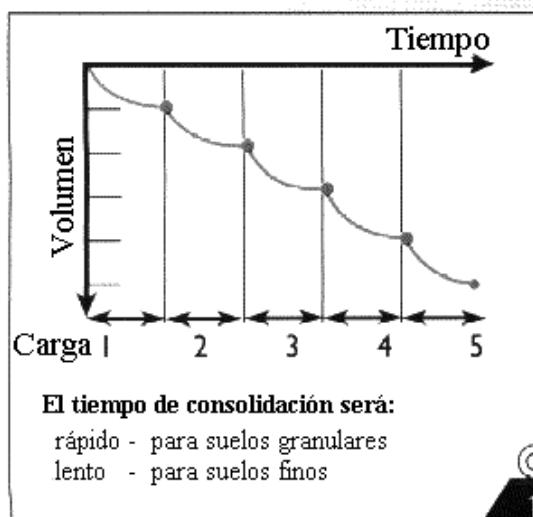
- Resistencia (al corte)





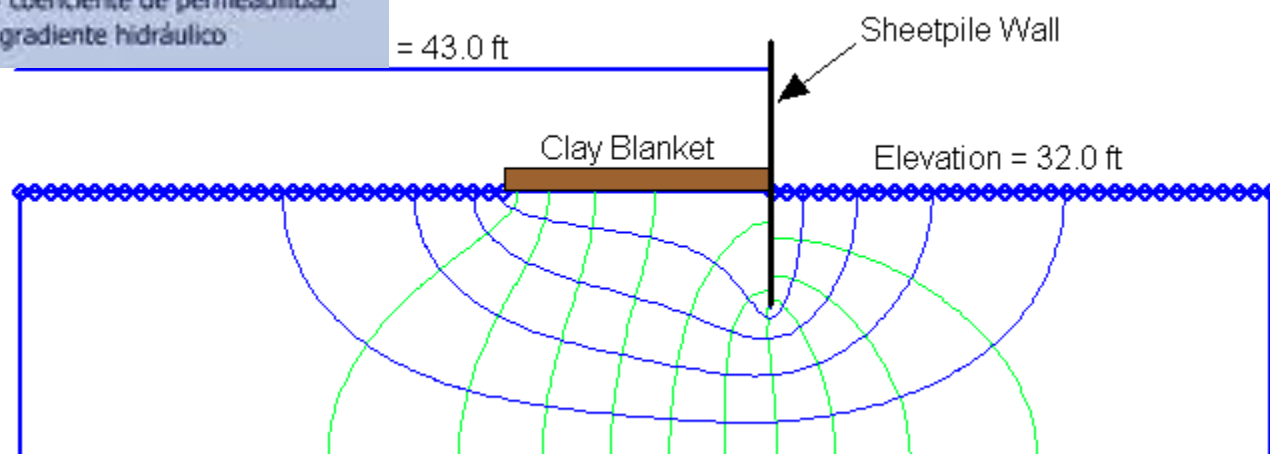
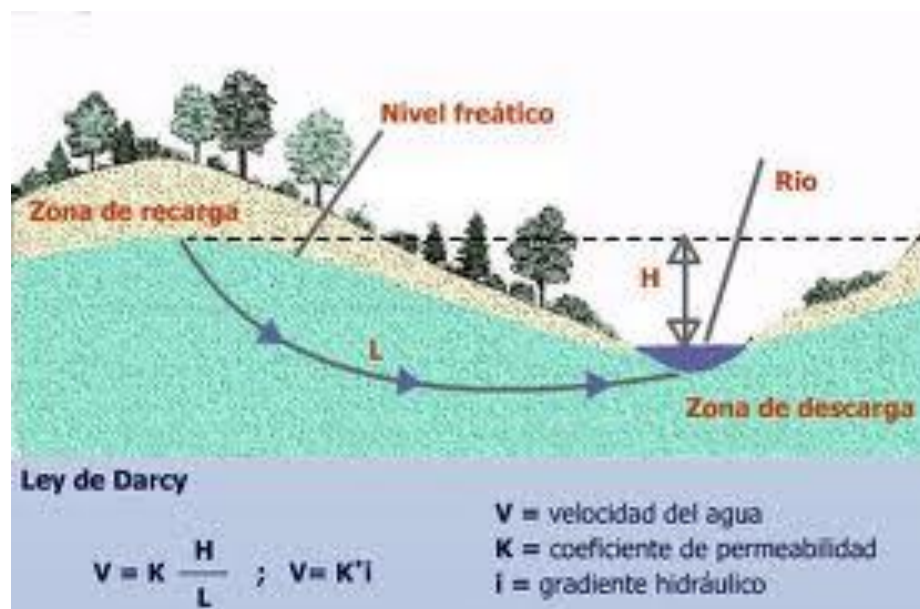
# PROPIEDADES

## • Rigidez (Deformabilidad)



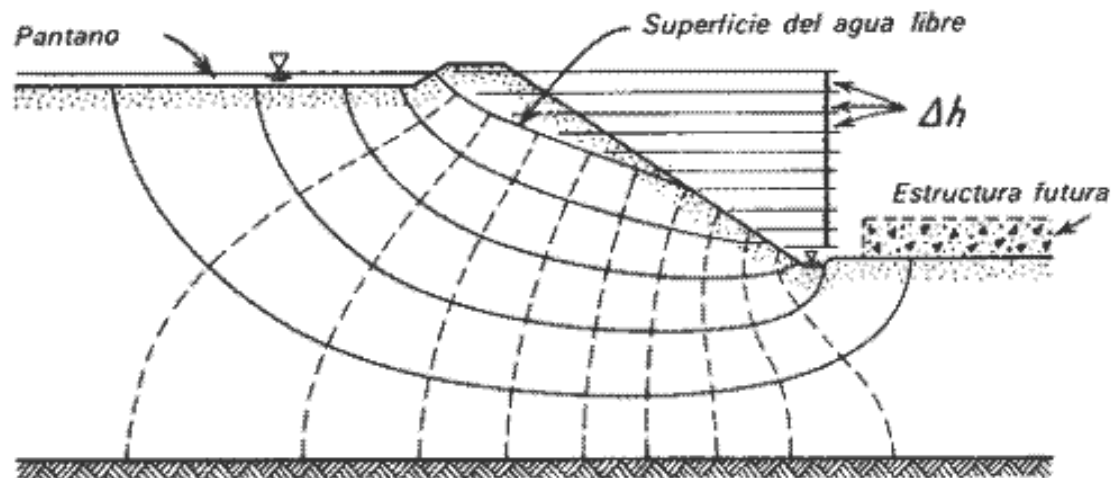
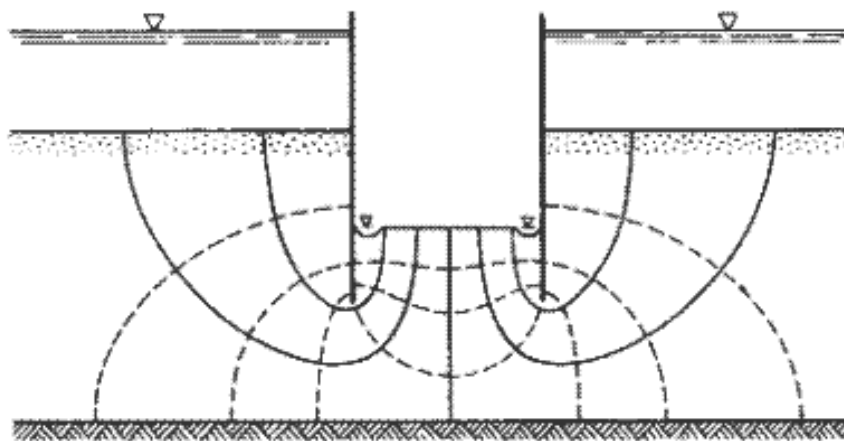
# TEORIAS DE COMPORTAMIENTO

- Esgurrimiento del agua en un medio poroso



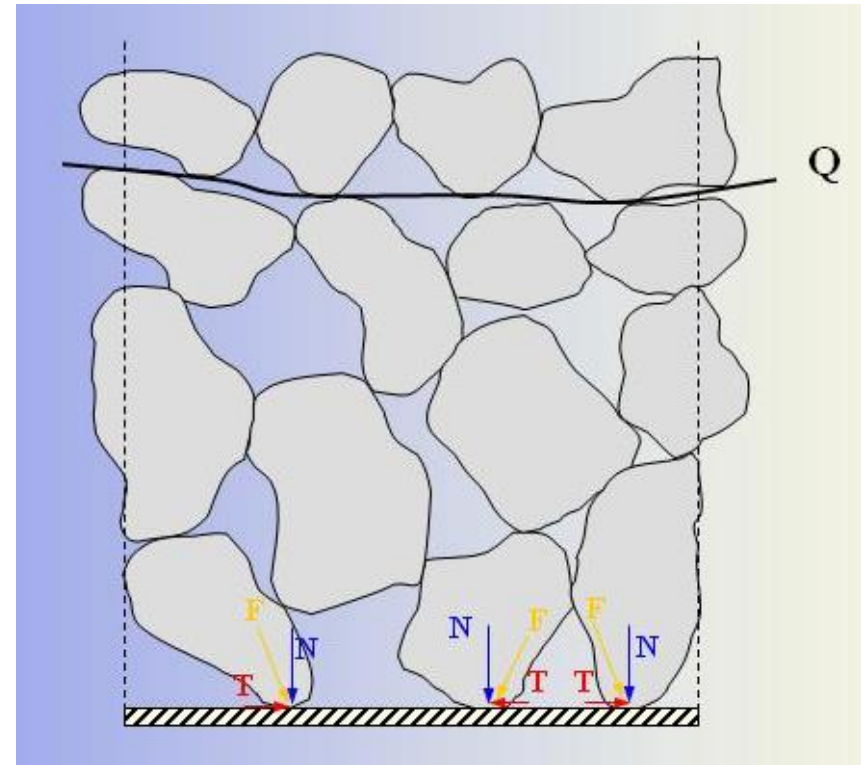
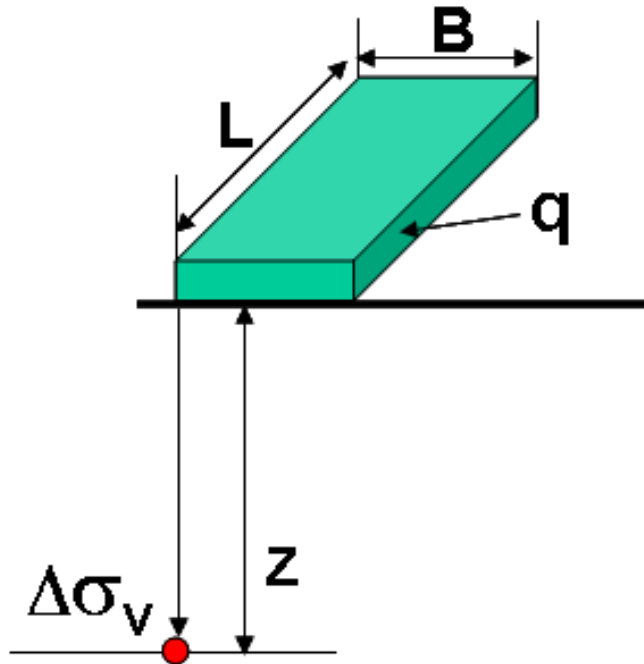
## TEORIAS DE COMPORTAMIENTO

- Esgurrimiento del agua en un medio poroso



# TEORIAS DE COMPORTAMIENTO

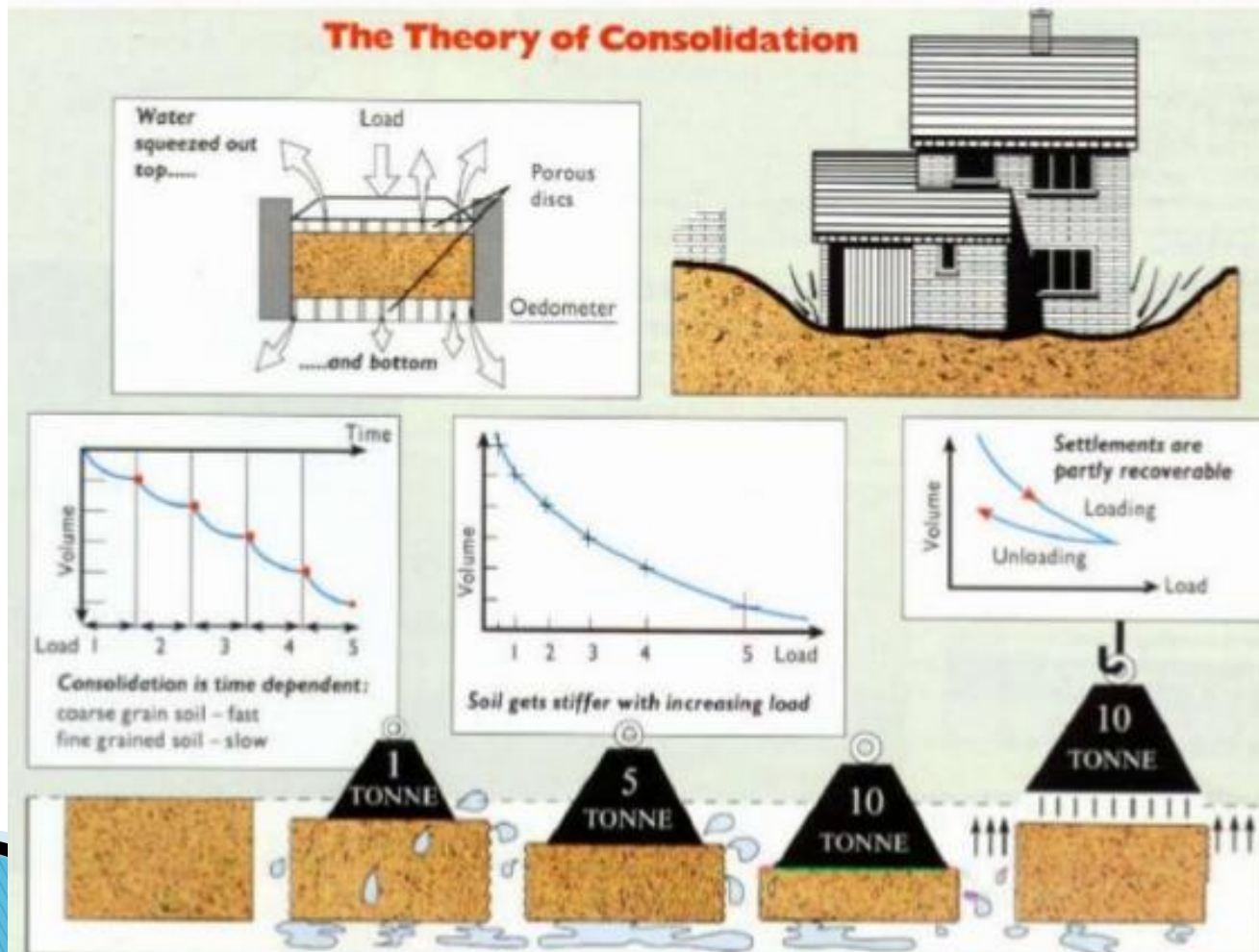
- Distribución de presiones





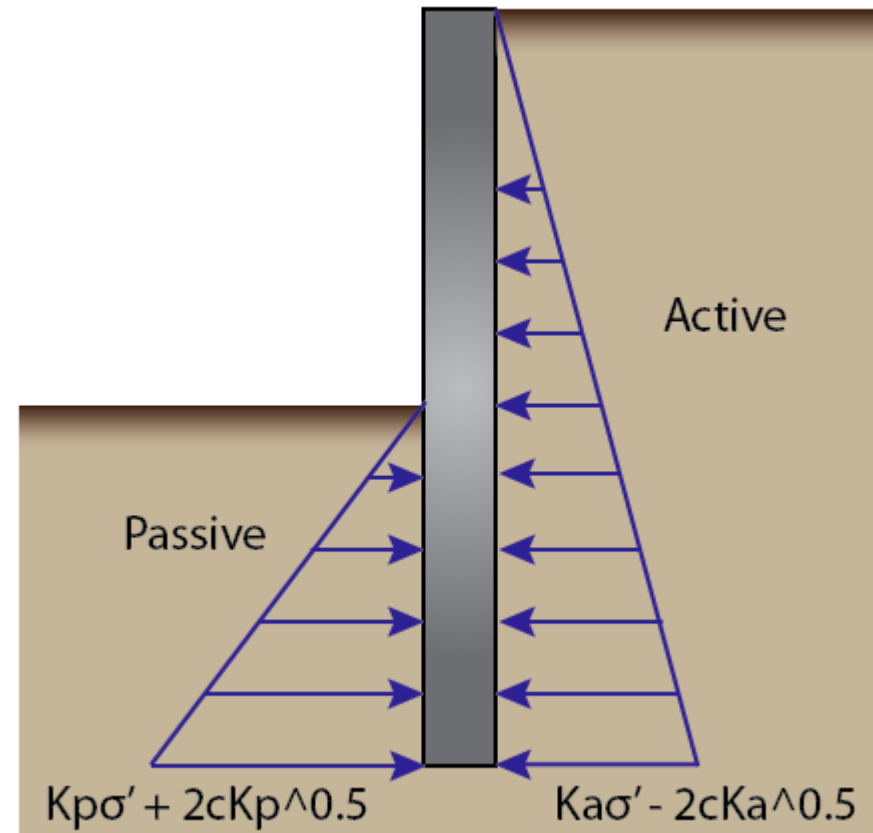
# TEORIAS DE COMPORTAMIENTO

- Distribución de presiones y deformaciones



## TEORIAS DE COMPORTAMIENTO

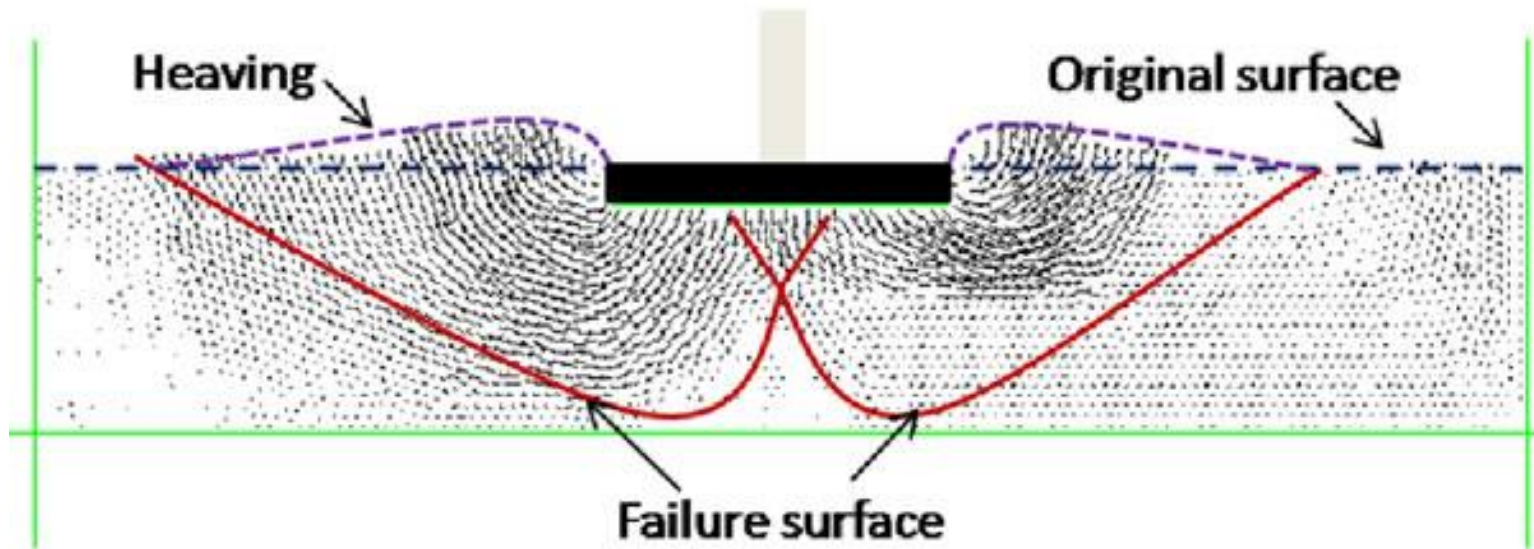
- Empuje activo, empuje pasivo





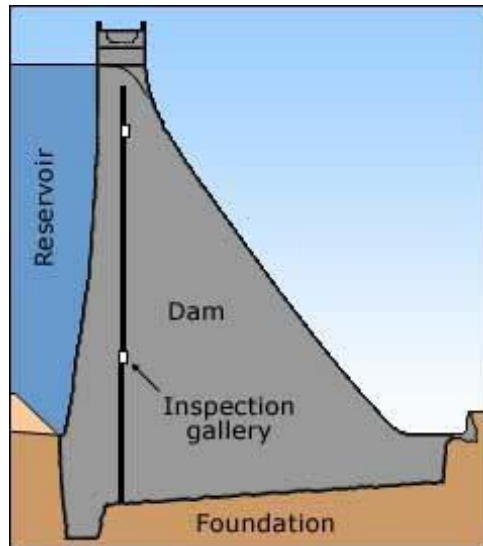
## TEORIAS DE COMPORTAMIENTO

- Capacidad de Carga



# TEORIAS DE COMPORTAMIENTO

- **Capacidad de Carga**



# TEORIAS DE COMPORTAMIENTO

- **Estabilidad de taludes**







UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

# TEORIAS DE COMPORTAMIENTO

- **Estabilidad de taludes**







UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

## TEORIAS DE COMPORTAMIENTO

- **Estabilidad de taludes**



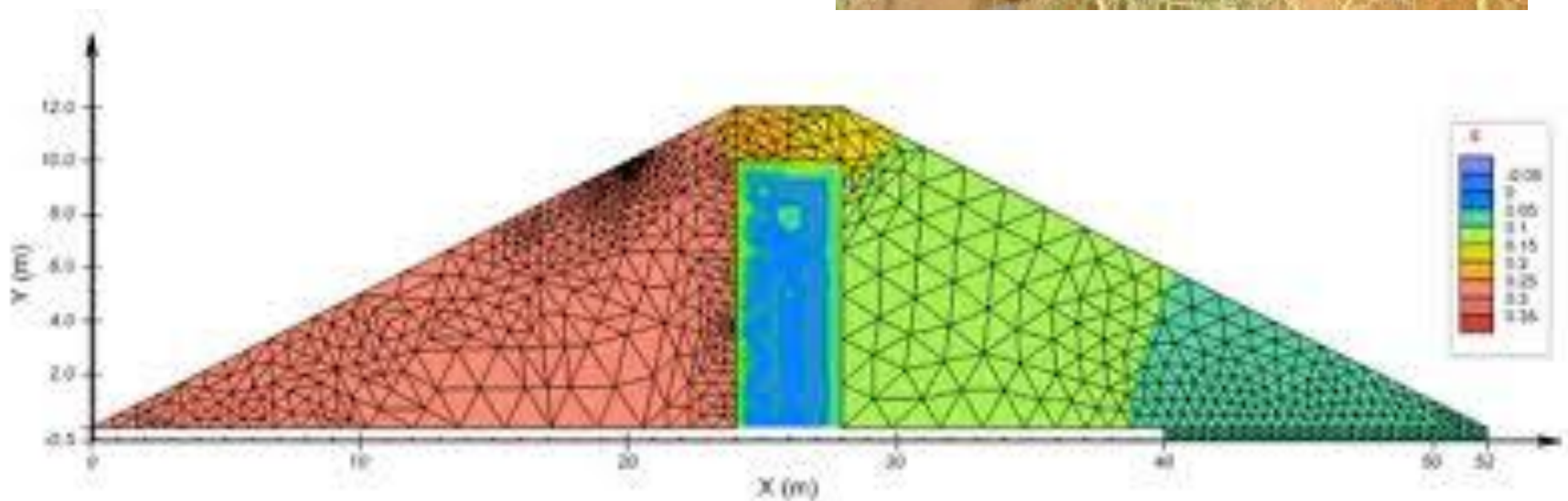


UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

# TEORIAS DE COMPORTAMIENTO

- **Compactabilidad**





# PROGRAMA SINTETICO

1. Introducción a la resistencia de materiales.
2. Suelos: propiedades y ensayos.
3. Propiedades físicas e índices del suelo.
4. Sistemas de clasificación de suelos.
5. Hidráulica de los suelos.
6. Deformación de los suelos.
7. Rotura de suelos.
8. Equilibrio plástico y empuje de suelos.
9. Presiones en las masas de suelo.
10. Exploración del suelo.
11. Determinación de la capacidad soporte del suelo.
12. Estabilidad de terraplenes.
13. Distintos tipos de fundaciones. Estab de fundac superficiales y prof.
14. Estudios de suelos en Obras Civiles
15. Cartografía geotécnica y planificación territorial
16. Legislación de construcción de obras públicas y civiles.





# CRONOGRAMA - 2020

Nº CLASE		FECHA	CAP	CLASE TEORICO PRACTICA	LABORATORIO / PRACTICOS
T/P	Lab				
1		9-mar	1-2	Introducción. Elementos Iniciales	
2	1	16-mar	3-4	Prop. De Suelos y Clasificación.	
		23-mar		Feriado Turístico	
3	2	30-mar	5	Hidráulica de suelos. Parte 1	Lab 1. P Unit, G Esp, Granulom
4		6-abr	5	Hidráulica de suelos. Parte 2	Lab 2. Permeabilidad
5	3	13-abr	9	Presiones. Geostáticas e Inducidas	<b>Evaluación Práctica 1 y Lab 1 y 2</b>
6		20-abr	6	Def de Suelos. Consolidación.	Lab 3. Consolidación
7		27-abr	7	Resistencia de Suelos	Lab 4. Ens C. Simple, Corte y Triaxial
8	4	4-may	7	<b>PRIMER PARCIAL TEORICO PRACTICO</b>	
9		11-may	8	Empuje de Suelos	<b>Evaluación Práctica 2 y Lab 3 y 4</b>
10	5	18-may	10-14	Exploración de Suelo y Compatación	Lab 5. Compactación
		25-may		Feriado 25 de Mayo	
11		1-jun	11-13	Tipo de Fund. Fund Superficiales y Prof	
12		8-jun	12	Estabilidad de Terraplenes. Taludes	<b>Evaluación Práctica 3 y Lab 5</b>
13		15-jun		<b>SEGUNDO PARCIAL TEORICO PRACTICO</b>	
14		22-jun	15-16	<b>PARCIAL DE RECUPERACION. EVALUACION DE PROYECTO</b>	





## INTRODUCCION

# Física General y Estática

- **Fuerzas y Presiones**
- **Momentos**
- **Equilibrio de Fuerzas**
- **Círculo de Morh**

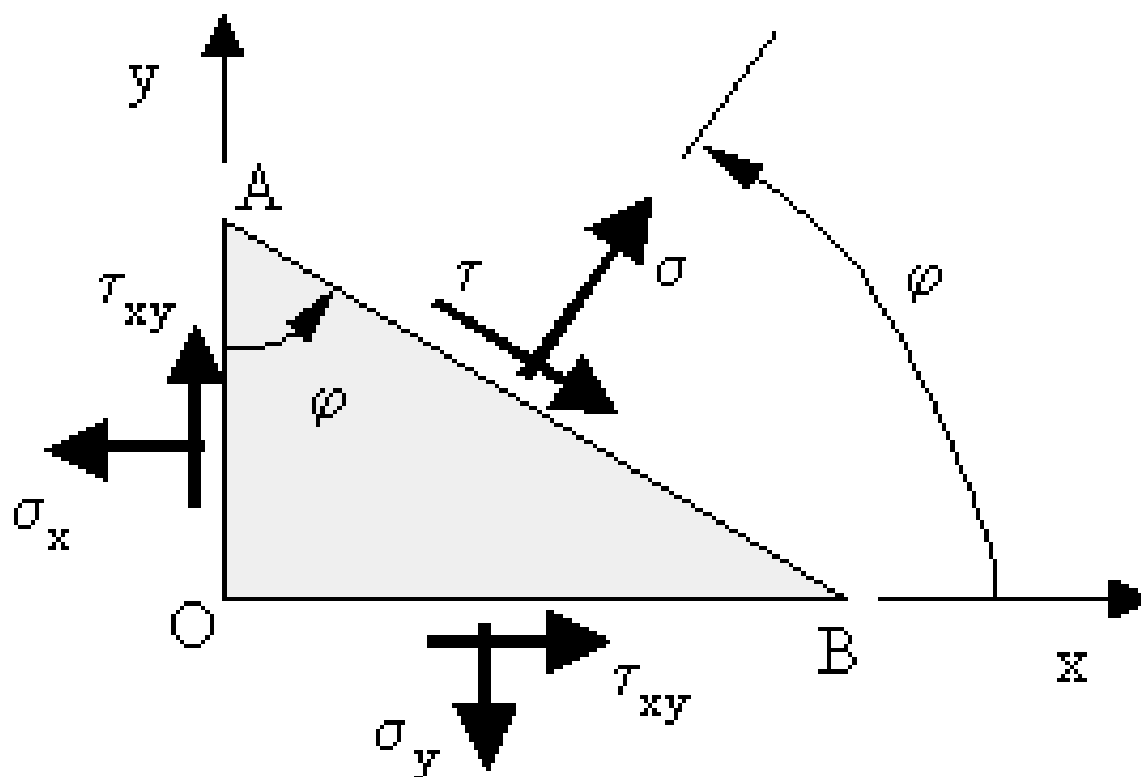


UNC

Universidad  
Nacional  
de Córdoba

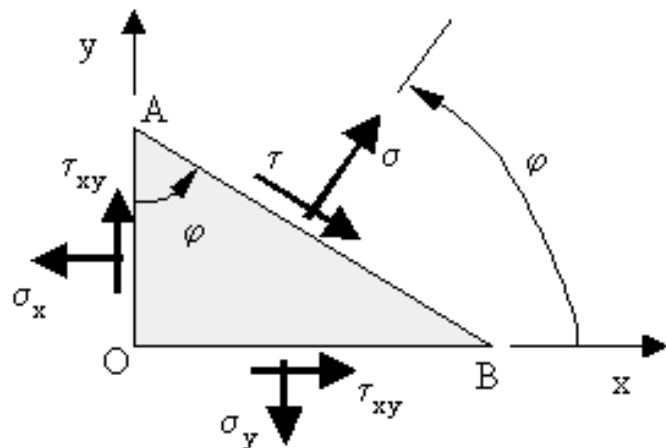
# INTRODUCCION

## CIRCULO DE MORH



# INTRODUCCION

## CIRCULO DE MORH



$$\sigma \cdot \overline{AB} = \sigma_x \cdot \overline{OA} \cdot \cos(\varphi) + \sigma_y \cdot \overline{OB} \cdot \sin(\varphi) - \tau_{xy} \cdot \overline{OA} \cdot \sin(\varphi) - \tau_{xy} \cdot \overline{OB} \cdot \cos(\varphi)$$

$$\tau \cdot \overline{AB} = \sigma_x \cdot \overline{OA} \cdot \sin(\varphi) - \sigma_y \cdot \overline{OB} \cdot \cos(\varphi) + \tau_{xy} \cdot \overline{OA} \cdot \cos(\varphi) - \tau_{xy} \cdot \overline{OB} \cdot \sin(\varphi)$$

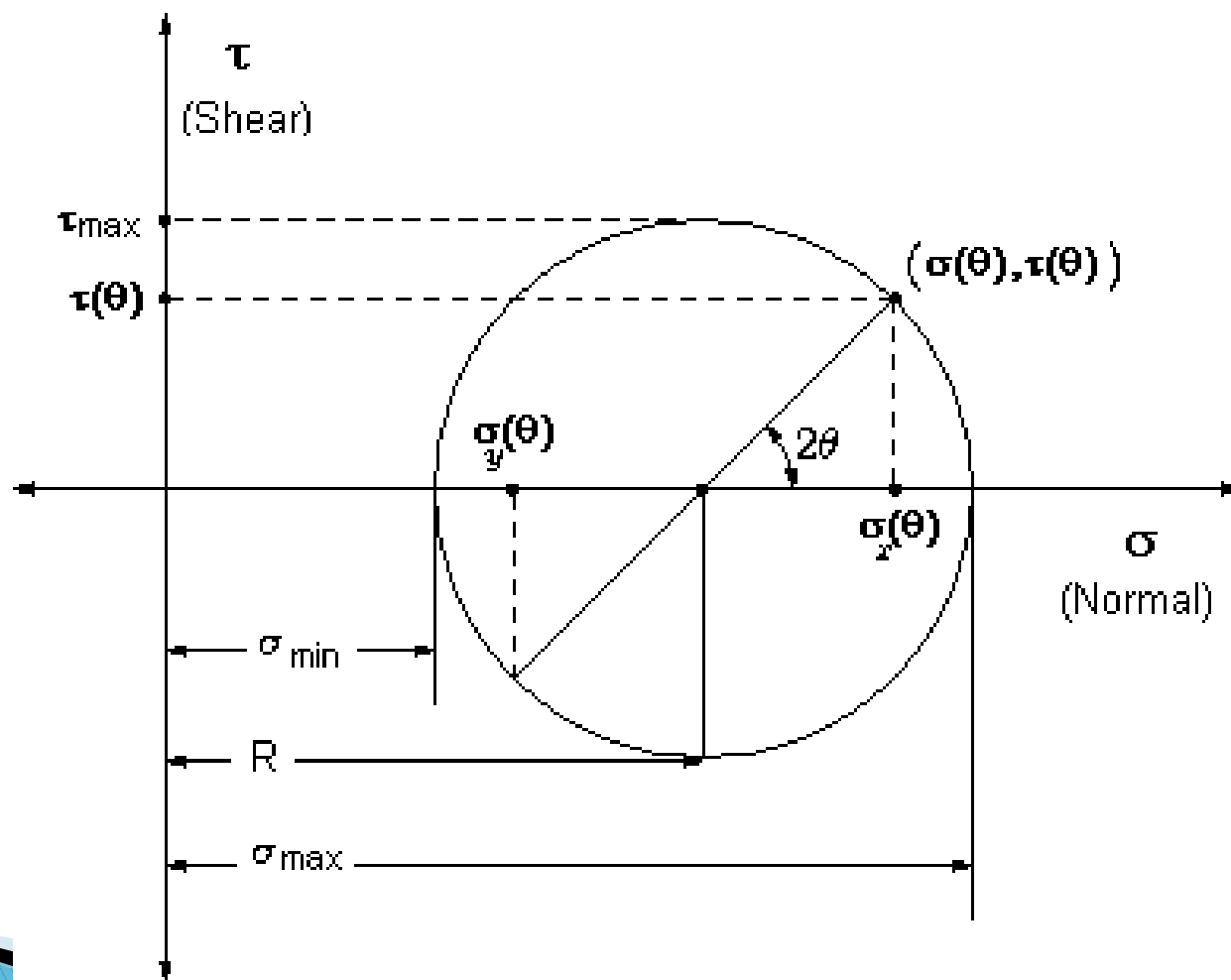
$$\sigma = \sigma_x \cdot \cos^2(\varphi) + \sigma_y \cdot \sin^2(\varphi) - \tau_{xy} \cdot 2 \cdot \sin(\varphi) \cdot \cos(\varphi)$$

$$\tau = (\sigma_x - \sigma_y) \cdot \sin(\varphi) \cdot \cos(\varphi) + \tau_{xy} \cdot (\cos^2(\varphi) - \sin^2(\varphi))$$



# INTRODUCCION

## CIRCULO DE MORH

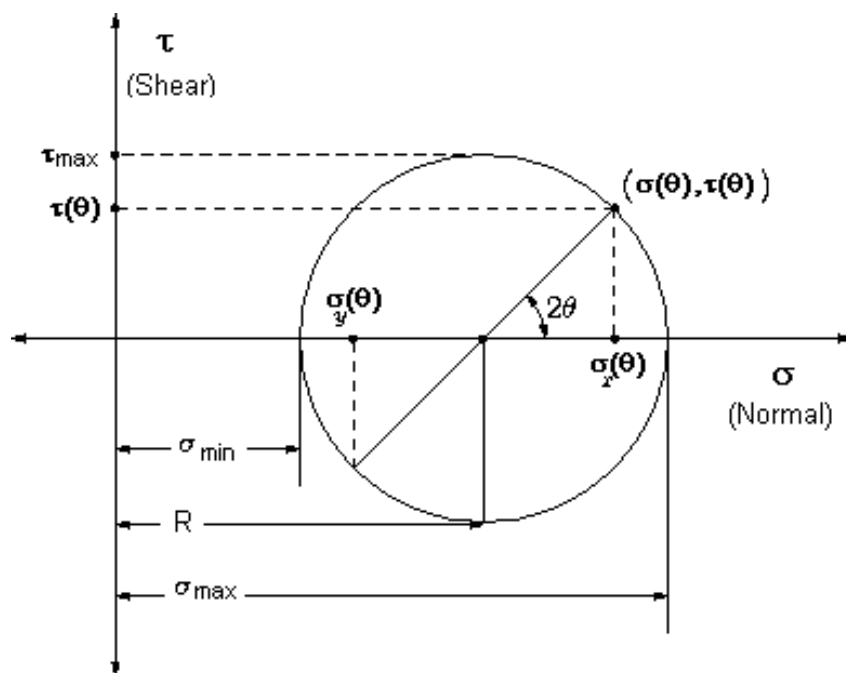






# INTRODUCCION

## CIRCULO DE MORH



$$C := (\sigma_{\text{med}}, 0) = \left( \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}, 0 \right)$$

$$r := \sqrt{\left( \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left( \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\left( \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

## Resistencia de Materiales

- **Tensiones y Deformaciones**
- **Relaciones Constitutivas**
- **Presiones normales y de corte**
- **Coeficiente de Seguridad**

## Resistencia de Materiales

**FUERZAS**

**DESPLAZAMIENTO**



**TENSIONES**

**DEFORMACIONES**



**RELACIONES  
CONSTITUTIVAS**



# INTRODUCCION

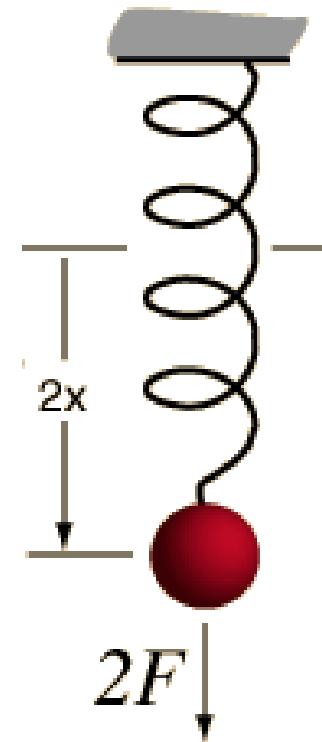
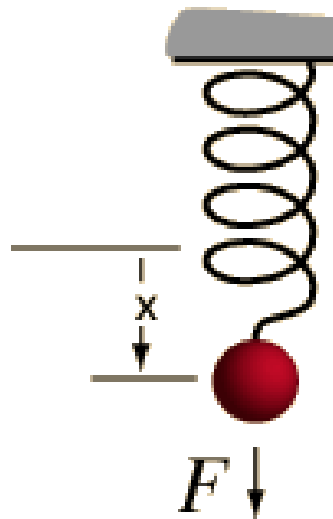
## Relación Constitutiva



Hooke's Law:

$$F_{spring} = -kx$$

Spring constant  $k$



# INTRODUCCION

## Relación Constitutiva

