

Introducción a la Ing. Civil

Carrera de Ingeniería Civil

Geotecnia - Clase 1

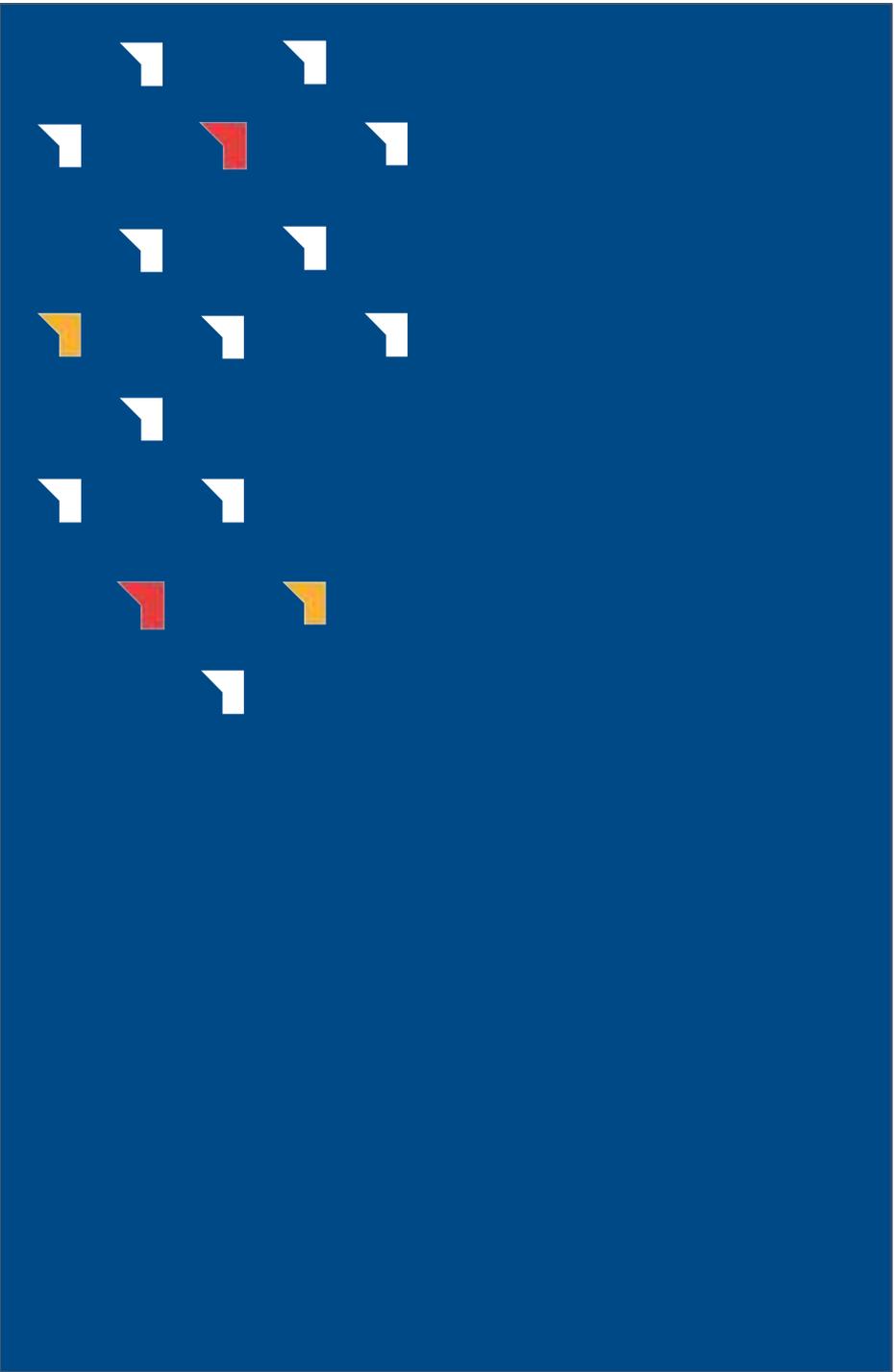


FACULTAD DE
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

20 de Marzo de 2025



¿Qué vamos a ver hoy?

Introducción

¿Qué es la geotecnia?

¿Que importancia tiene en la Ingeniería Civil?

Aplicaciones en Ingeniería Civil

Geología breve

Estructura interna de la tierra

Minerales, rocas y suelos

Recursos y aplicaciones

Recursos minerales del Uruguay

Elaboración de CP y Cal

Producción de áridos

Materiales para obras viales



¿Qué es la Geotecnia?



Ingeniería Civil

Implica

- concepción
- análisis y diseño
- construcción
- operación y el mantenimiento

de diversas estructuras, instalaciones y sistemas

Todas se construyen sobre, dentro o con suelo o roca

Las propiedades y el comportamiento de estos materiales influyen significativamente en la obra

¿Qué es la Geotecnia?

Ingeniería Geotécnica o Geotecnia

Aparece la necesidad de una rama especializada, para comprender las propiedades y el comportamiento de suelos y rocas

Según Holtz & Kovacs, es

La disciplina que abarca la aplicación de la tecnología de la Ingeniería Civil a los materiales naturales encontrados sobre o cerca de la superficie terrestre



¿Qué es la Geotecnia?

Ingeniería Geotécnica o Geotecnia

Requiere conocimiento, comprensión y apreciación de

- la **geología**
- la **ciencia de los materiales**
- el **ensayo de materiales**
- la **mecánica de materiales**

para gestionar adecuadamente los materiales terrestres



¿Qué es la Geotecnia?

Geología: Ciencia natural que estudia la **composición y estructura de la Tierra** (interna y superficial), y los **procesos evolutivos** a lo largo del tiempo geológico

Ciencia de materiales: investiga las relaciones entre el desempeño de los materiales y su composición, estructura y propiedades

Mecánica de materiales: estudia cómo se comportan los materiales cuando se les aplican esfuerzos externas



¿Qué importancia tiene en la Ingeniería Civil?



Ingeniería Geotécnica o Geotecnia

Tiene un papel **fundamental** en los proyectos civiles

¿Por qué?

Porque **no es posible diseñar o construir** ninguna estructura civil terrestre o marítima, sin **considerar su apoyo en los suelos y/o rocas de fundación**

El desempeño, la economía y seguridad de cualquier estructura civil, están afectados, e incluso controlados, por sus fundaciones

Aplicaciones en la Ingeniería Civil

A efectos de la Ingeniería Civil, el terreno puede ser

- Carga (acción sobre estructuras)
 - Muros, pantallas
- Apoyo
 - Fundaciones
- Estructura
 - Túneles, presas, terraplenes



Aplicaciones en la Ingeniería Civil

Suelo y rocas como cargas de estructuras



Aplicaciones en la Ingeniería Civil

Suelo y rocas como apoyo de fundaciones



Aplicaciones en la Ingeniería Civil

Suelo y rocas como apoyo de fundaciones



Aplicaciones en la Ingeniería Civil

Suelo y rocas como estructuras



Conceptos de Geología

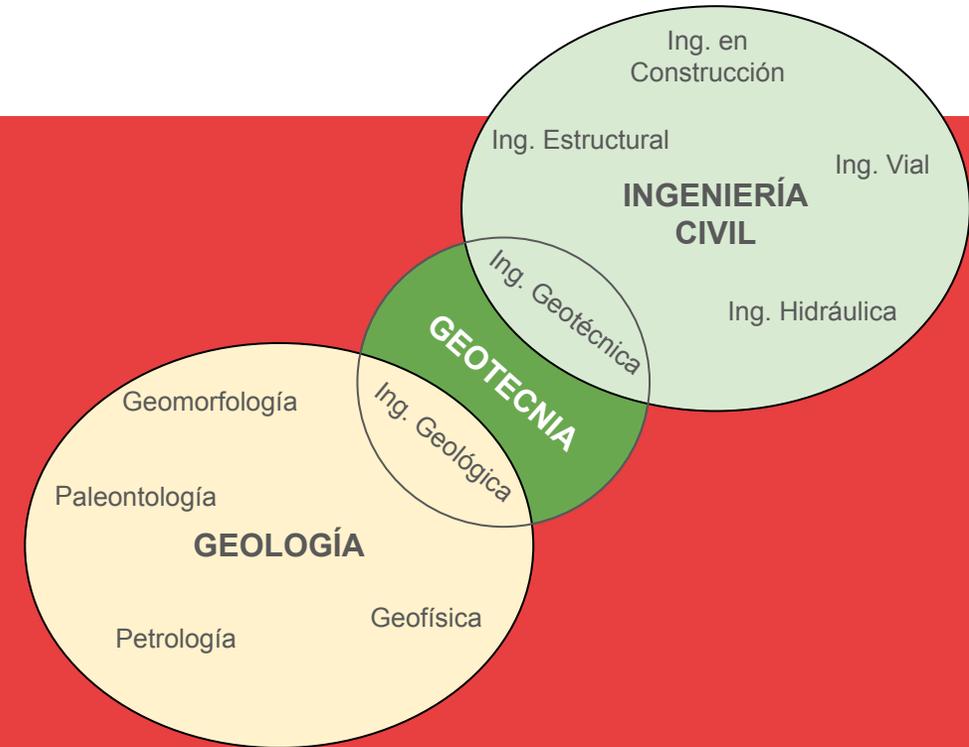


La geología y la ingeniería

Geología: Ciencia natural que estudia la **composición y estructura de la Tierra** (interna y superficial), y los **procesos evolutivos** a lo largo del tiempo geológico

Geotecnia: Aplicación de los principios geológicos en la investigación de los materiales naturales

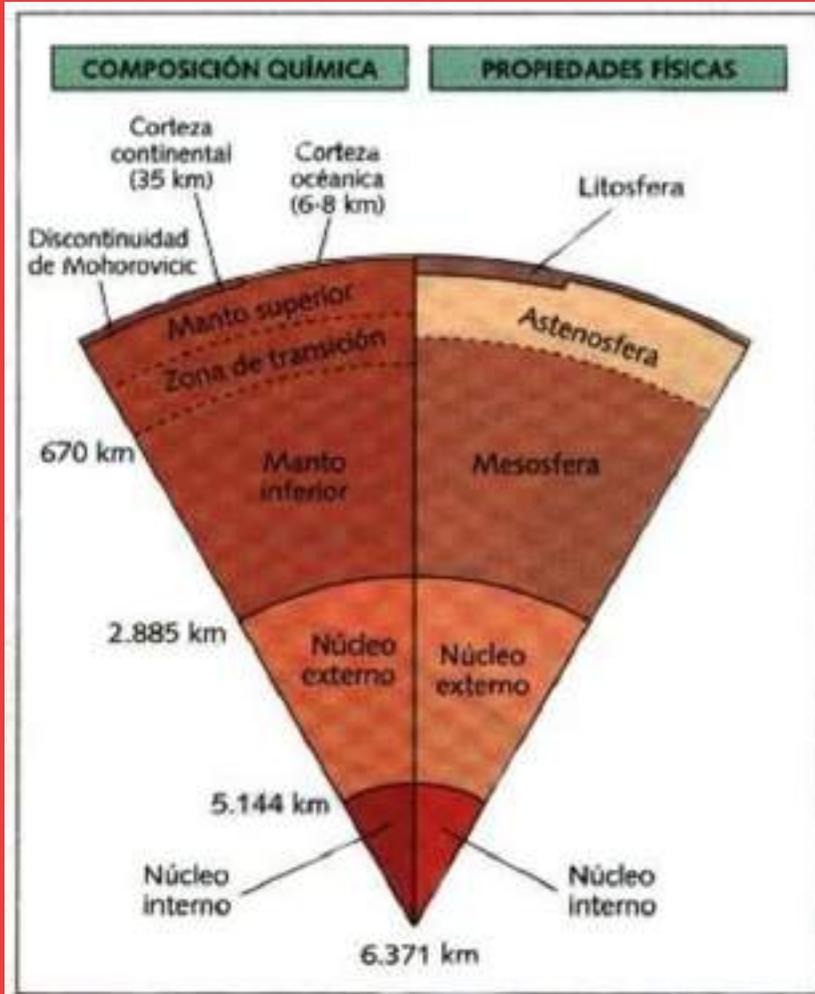
Ingeniería Geológica: Estudio y solución de problemas de la ingeniería y del medio, producidos como consecuencia de la interacción entre las actividades humanas y el medio geológico.



Factores de diferenciación entre Geología e Ingeniería:

- La escala geológica y la ingenieril
- El tiempo geológico y el antrópico
- El lenguaje

Estructura interna de la tierra



Corteza Terrestre:

- 29% de la superficie
- 30-70 km de espesor
- composición granítica (densidad aproximada de 2,6 g/cm³)

Corteza Oceánica:

- 71% de la superficie
- 5-10 km de espesor
- composición basáltica (densidad aproximada de 3,0 g/cm³)

Manto:

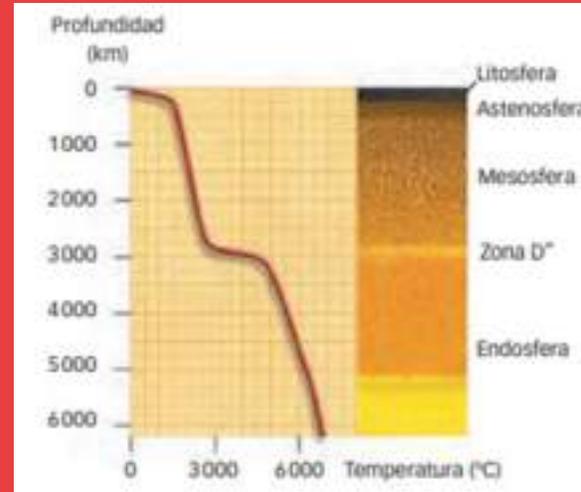
- Capa de rocas ígneas
- sus propiedades varían con la profundidad y temperatura

Núcleo: Formado por hierro puro y níquel

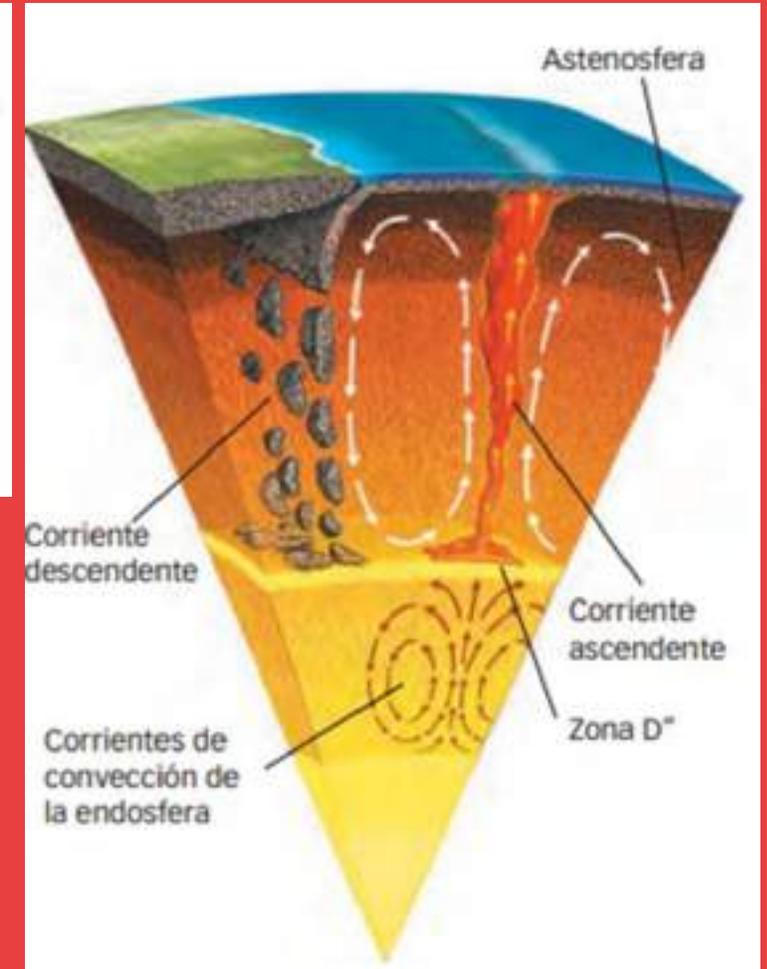
- Núcleo externo en estado líquido
- Núcleo interno en estado sólido

Estructura interna de la tierra

- En el interior de la tierra, altas temperaturas y presión.
- Roca en estado fundido, denominado magma.
- Por la diferencia de temperatura entre el interior de la tierra, y la superficie, se da un desplazamiento del magma hacia la superficie, donde aflora (gradiente geotérmico, $1^{\circ}\text{C c}/30\text{m}$)
- En superficie, la roca se enfría, y queda expuesta a los efectos de la atmósfera.

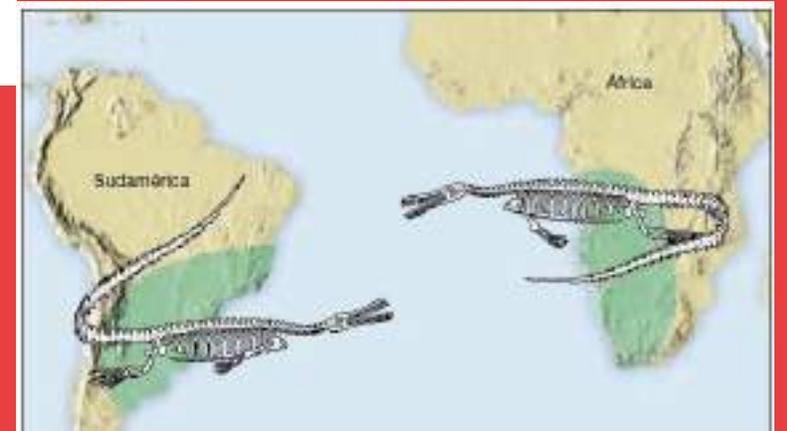
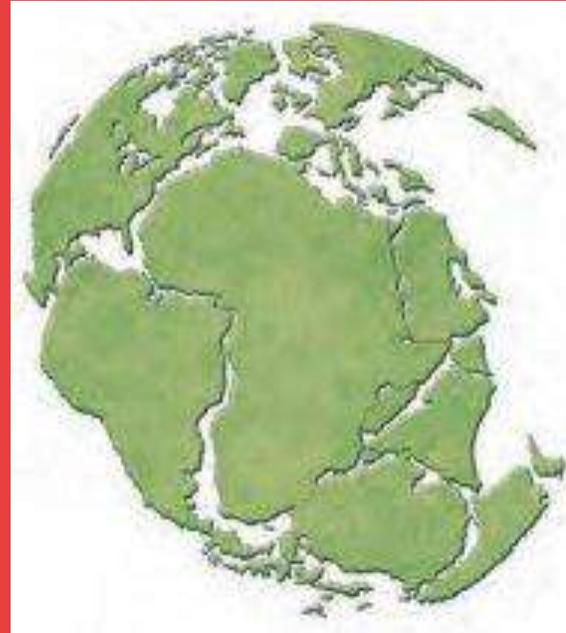


Eon	Era	Periodo	Época	M
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0,01
			Pleistoceno	1,6
		Terciario	Plioceno	5
			Neoceno	23
			Oligoceno	35
			Eoceno	57
	Mesozoico	Paleoceno	65	
		Cretácico	145	
		Jurásico	200	
	Paleozoico	Triásico	245	
Permiano		290		
Carbonífero		363		
Devonico		409		
Silúrico		439		
Precambrio	Ordovícico	510		
	Cámbrico	570		
				2500

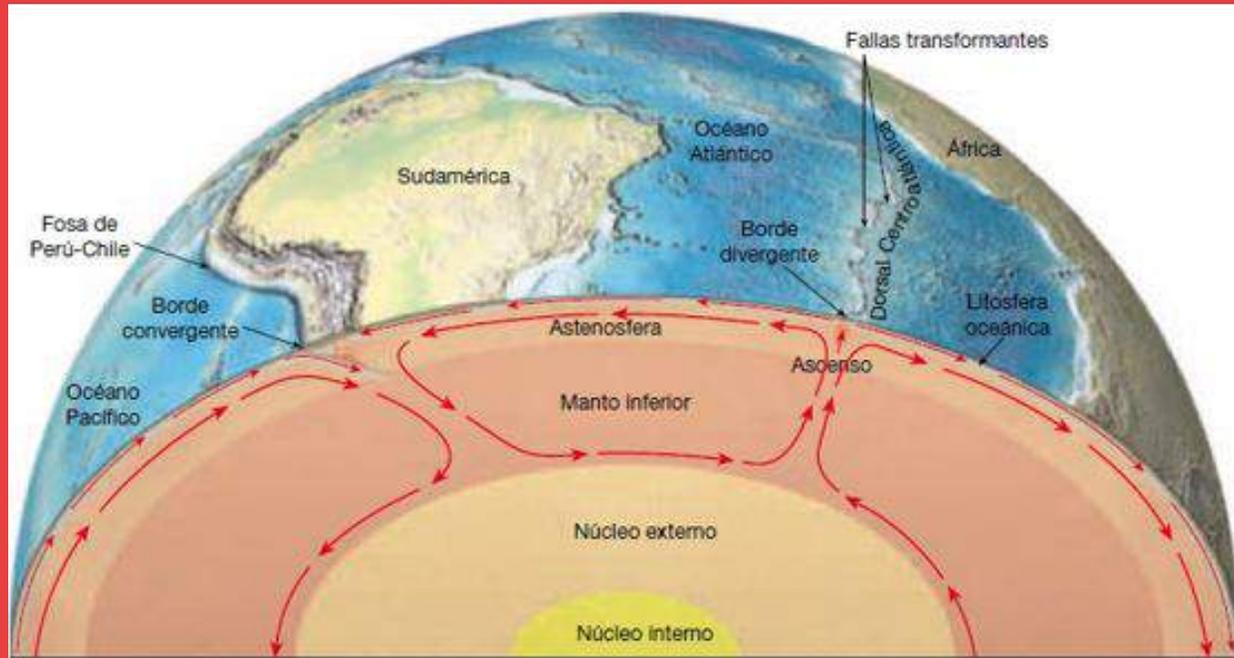


Teoría de Deriva Continental

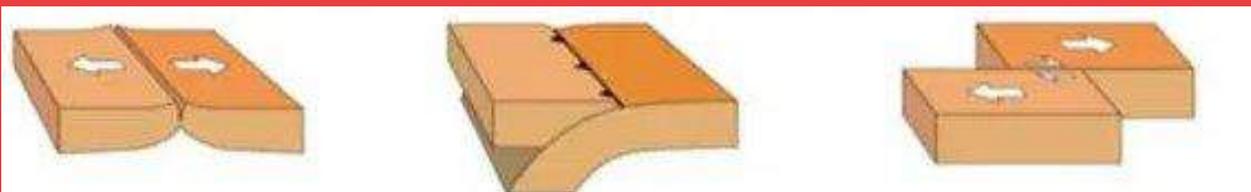
- Wegener, 1912
- Postula que los continentes actuales estuvieron unidos hace unos 200 M de años (*Pangea*)
- Posteriormente, la masa se dividió y sus fragmentos se desplazaron hasta las posiciones actuales
- Wegener se basó en distintos tipos de datos (paleontología, fósiles, geografía, etc)
- La teoría propuesta, aún no explicaba el mecanismo de movimiento



Tectónica de placas



- Década de 1970
 - Los bloques forman la litosfera (120 km bajo continentes, 65 km bajo océanos), denominados placas litosféricas
 - Se mueven unos con respecto a otros.
 - Sus contactos presentan 3 tipos de movimientos posibles, que definen su actividad (divergentes, convergentes o transformantes)

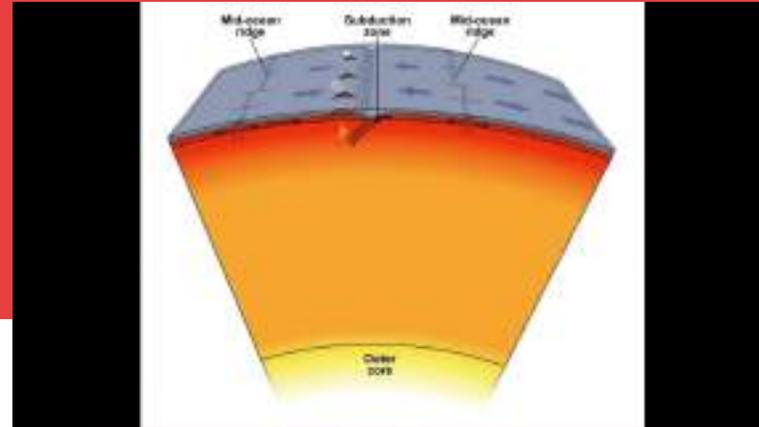


Borde divergente

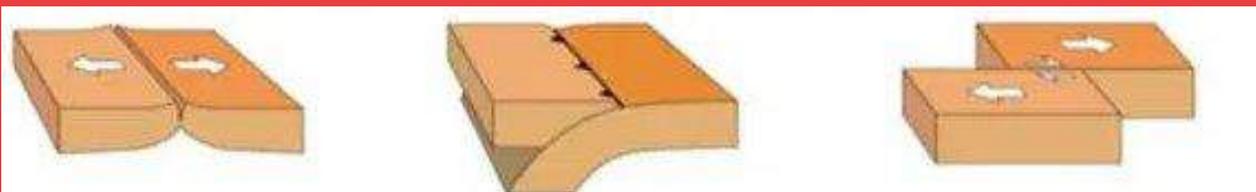
Borde convergente

Borde transformante

Tectónica de placas



- Década de 1970
 - Los bloques forman la litosfera (120 km bajo continentes, 65 km bajo océanos), denominados placas litosféricas
 - Se mueven unos con respecto a otros.
 - Sus contactos presentan 3 tipos de movimientos posibles, que definen su actividad (divergentes, convergentes o transformantes)



Borde divergente

Borde convergente

Borde transformante

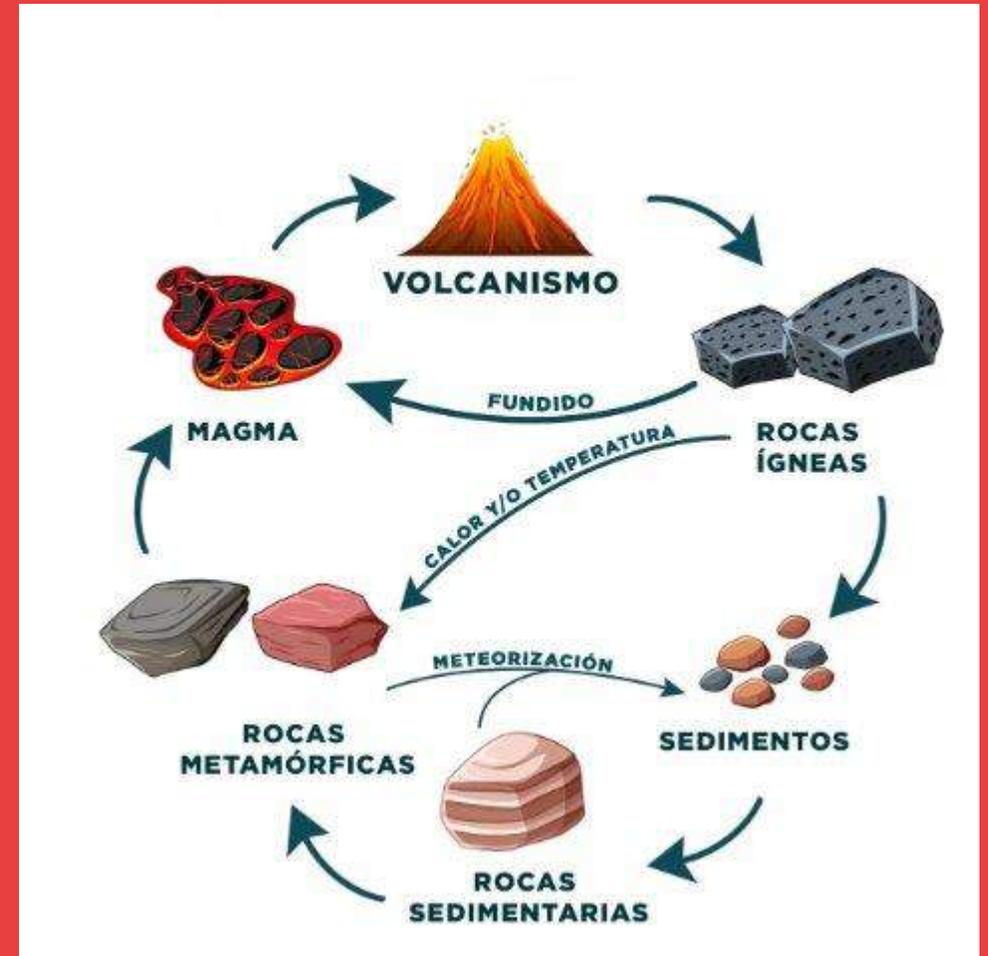
Minerales

- Sólido homogéneo, de origen natural
- Composición química definida y disposición atómica ordenada (red cristalina)
- 6126 especies minerales conocidas (03/2025)
- Sus propiedades dependen de los enlaces atómicos de sus componentes.
- La estabilidad de los minerales depende de su temperatura de cristalización.
- Las rocas son la asociación de uno o más minerales



Rocas

- Compuestas de minerales, agregados minerales, o agregado de pequeños fragmentos de rocas
- En base a sus condiciones de formación, tres grupos:
 - **Rocas ígneas:** formadas por solidificación (en profundidad o en superficie) de materiales fundidos del manto y la corteza terrestre.
 - **Rocas metamórficas:** formadas por presión y temperatura (sin fusión). Transformación de rocas preexistentes
 - **Rocas sedimentarias:** formadas en superficie, a bajas temperaturas y como resultado de la denudación del relieve



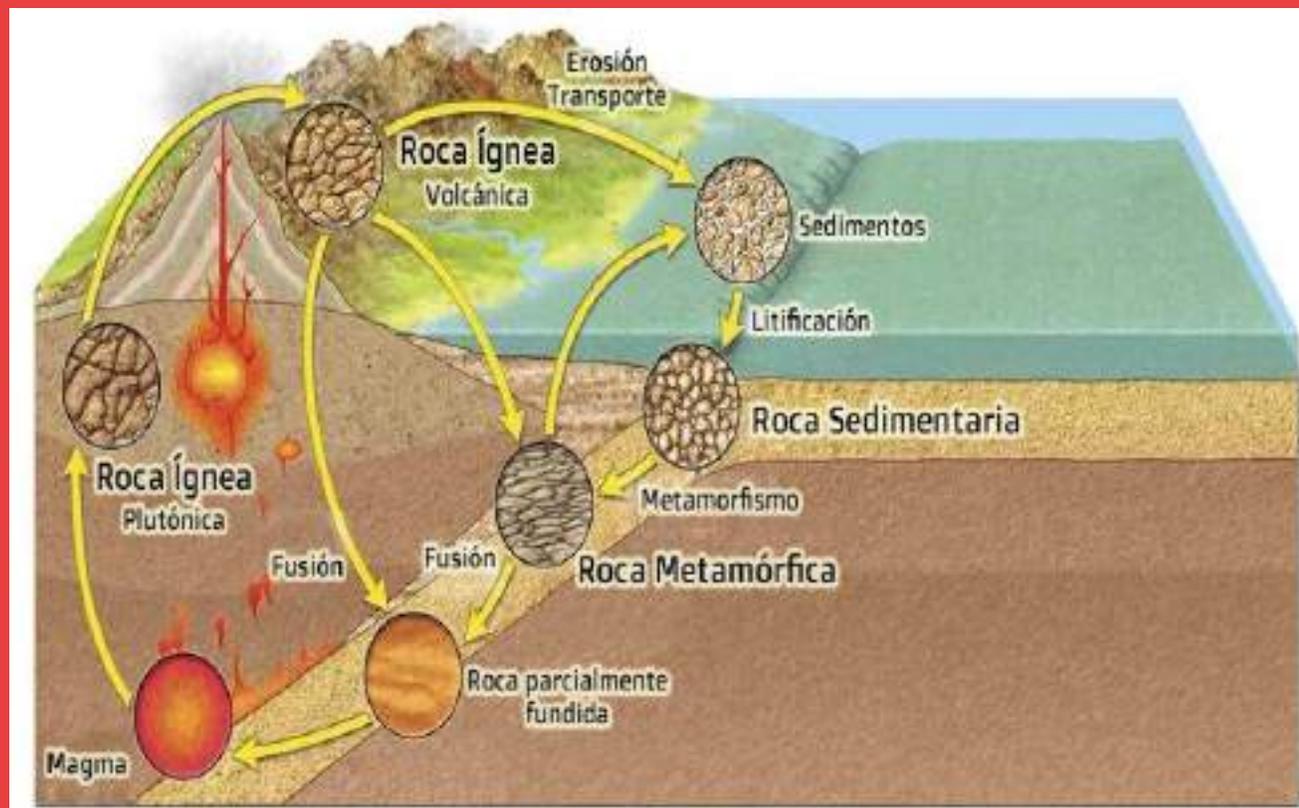
Meteorización

- Es el proceso de descomposición de las rocas (por procesos mecánicos y químicos) en fragmentos más pequeños
- En la meteorización mecánica, no hay cambio en la composición química:
 - expansión y contracción por calor
 - agua que se congela en grietas y expante
- En la meteorización química, los minerales de la se transforman en nuevos minerales por reacción química
 - Agua + CO₂ (atmósfera), reacciona con los minerales de las rocas
- El proceso de meteorización transforma macizos rocosos en fragmentos más pequeños de diferentes tamaños

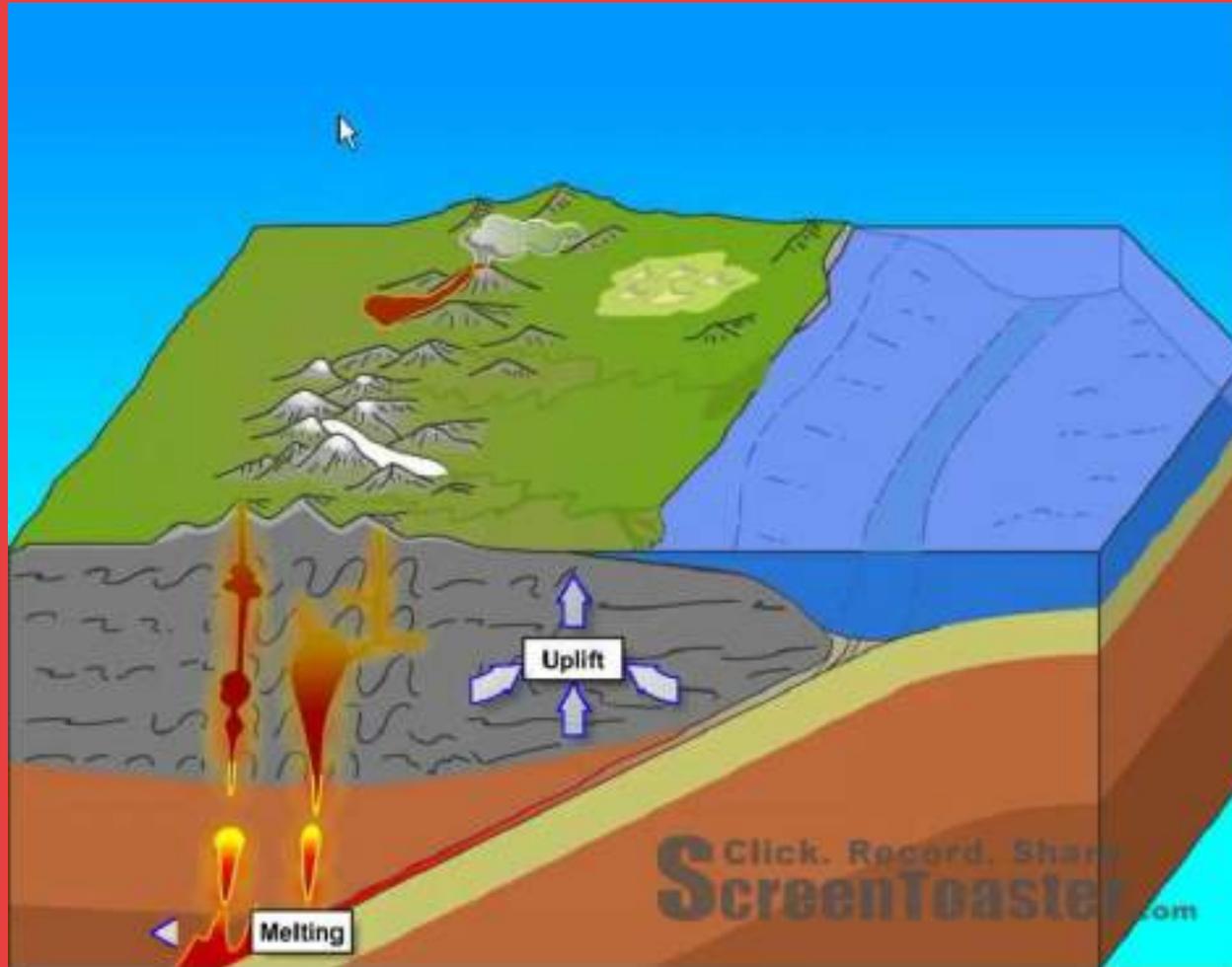


El ciclo de las rocas

- Procesos de erosión y meteorización del relieve origina sedimentos, que son transportados y se depositan
- Se acumulan, y se litifican por compactación y cementación (rocas sedimentarias)
- Estas rocas pueden erosionarse o hundirse en la corteza, iniciando un nuevo ciclo
- Si se hunden, la presión y temperatura provocará que los minerales se transformen en estado sólido (rocas metamórficas)
- Si se produce fusión parcial o total, el material fundido, ascenderá hacia la superficie terrestre y su solidificación origina rocas ígneas extrusivas. Si el material fundido queda atrapado y solidifica, se originan las rocas ígneas intrusivas.



El ciclo de las rocas



Suelos

- Capa superficial constituida por
 - una fracción mineral (meteorización de rocas)
 - una fracción orgánica (restos vegetales y animales)
- Los productos de la meteorización pueden permanecer en el mismo lugar (residuales) o pueden ser movidos a otros lugares por el hielo, el agua, el viento y la gravedad (transportados)
- Las propiedades dependen de los minerales que constituyen las partículas del suelo y por lo tanto de la roca de la cual derivó.



Suelos

- Independientemente de su origen, los tamaños de partículas que conforman el varían en un intervalo amplio.
- En general, dependiendo del tamaño predominante de las partículas, son llamados
 - grava
 - arena
 - limo
 - arcilla

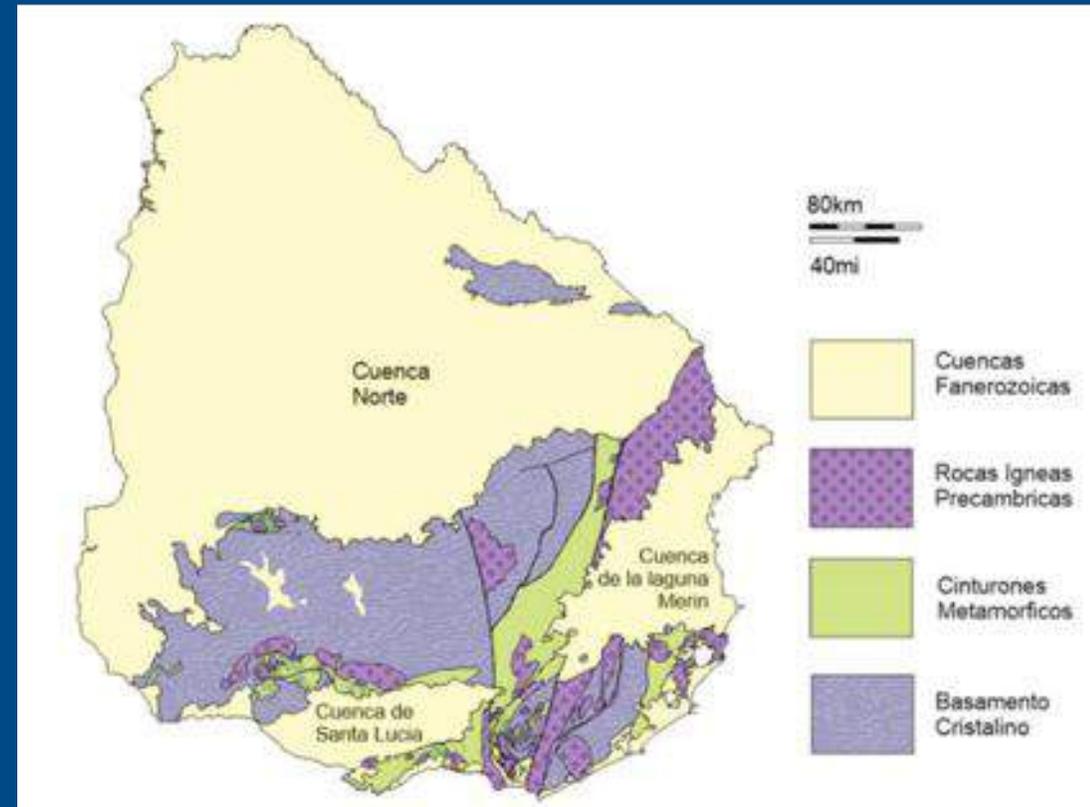
Tabla 2.3 Límites de separación de tamaño de suelo

Nombre de la organización	Tamaño de grano (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)	>2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	<0.002
Departamento de Agricultura de E.U. (USDA)	>2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	<0.002
Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	<0.002
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de E.U., Oficina de Reclamación de E.U., Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	Finos (p.ej., limos y arcillas) <0.075	

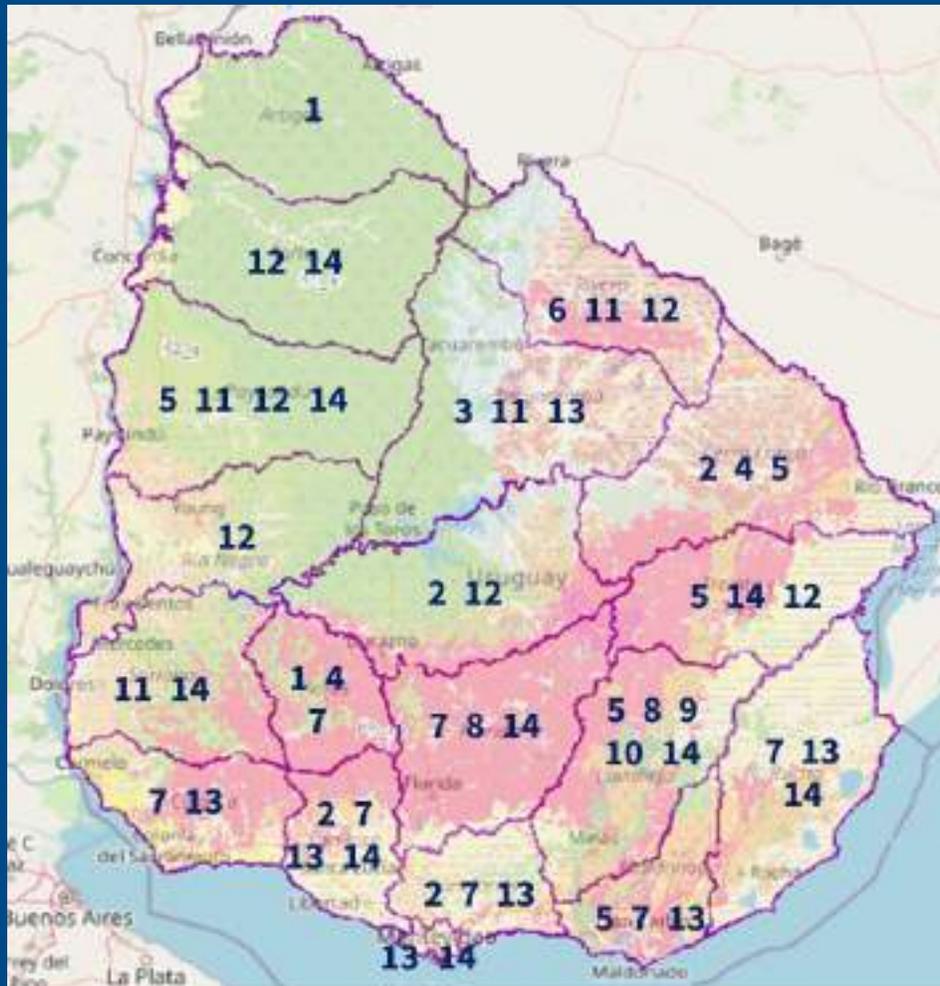
Recursos minerales del Uruguay

(Muy) Breve descripción de la geología del Uruguay

- 2000M: se forma el cratón Río de la Plata.
 - subyacente prácticamente en todo Uruguay
 - solo aflora en el S y E
- En otras partes del país: cubierto por rocas volcánicas o sedimentos más jóvenes.
- El territorio cubierto, se puede dividir en dos grandes Cuencas Sedimentarias:
 - Cuenca Norte, N, NW, NE y W
 - Cuencas Santa Lucía y Laguna Merín, S y SE
- Las fallas Sarandí del Yí y Sierra Ballena dividen al territorio en 3 zonas



Recursos minerales del Uruguay



ID	Mineral explotado	Usos*
1	Ágatas y Amatistas	Bijoutería, Ornamentación
2	Arcillas	Cerámica blanca y roja
3	Arenisca	Ornamentación
4	Bentonita	Aceites, revestimiento de pozos
5	Calizas	Cemento portland, Cales
6	Diorita y Granodiorita	Minerales metálicos (Oro)
7	Granitos	Revestimientos, monumentos
8	Hierro	Cemento portland
9	Mármol	Revestimientos
10	Piedra laja	Revestimientos
11	Piedra partida	Áridos construcción
12	Arenas	Construcción
13	Balasto	Áridos para hormigón
14	Tosca	Construcción de caminería

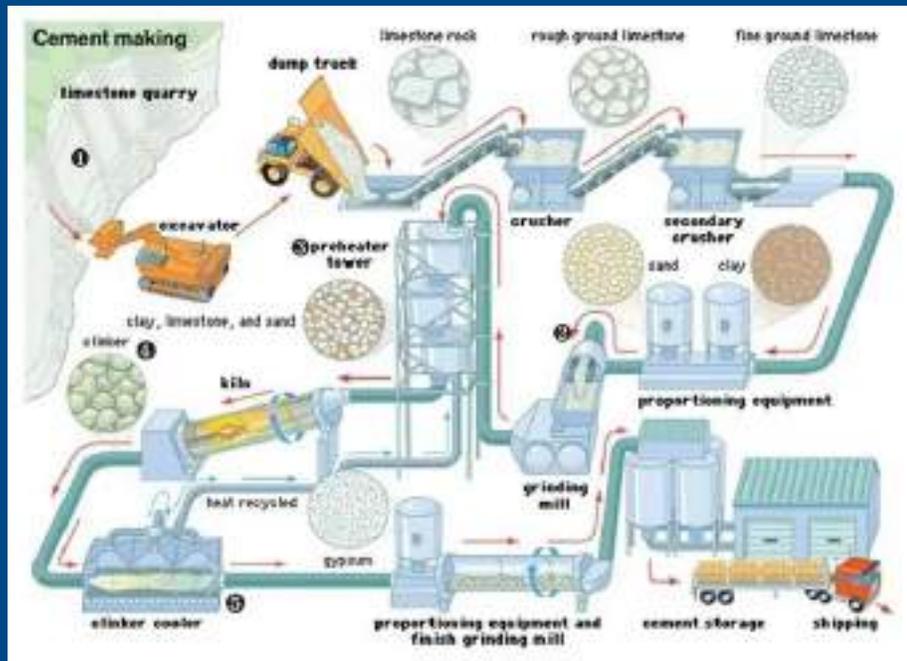
Recursos minerales del Uruguay

Explotación de calizas para cemento portland y cal



Recursos minerales del Uruguay

Explotación de calizas para cemento portland y cal



Recursos minerales del Uruguay

Obtención de áridos para hormigón



Foto 114: Vista general de cantera.



Foto 115: Arranque, carga y transporte.



Foto 19: Línea de barrenos para voladura.



Foto 20: Achique con pera de bloques grandes.

Recursos minerales del Uruguay

Obtención de áridos para hormigón



Foto 22: Carga con retro de piedra "volada"



Foto 23: Frente de cantera activo



Foto 117: Trituración y clasificación granulométrica

Recursos minerales del Uruguay

Obtención de áridos para hormigón



Recursos minerales del Uruguay

Obtención de material granular para caminería



Recursos minerales del Uruguay

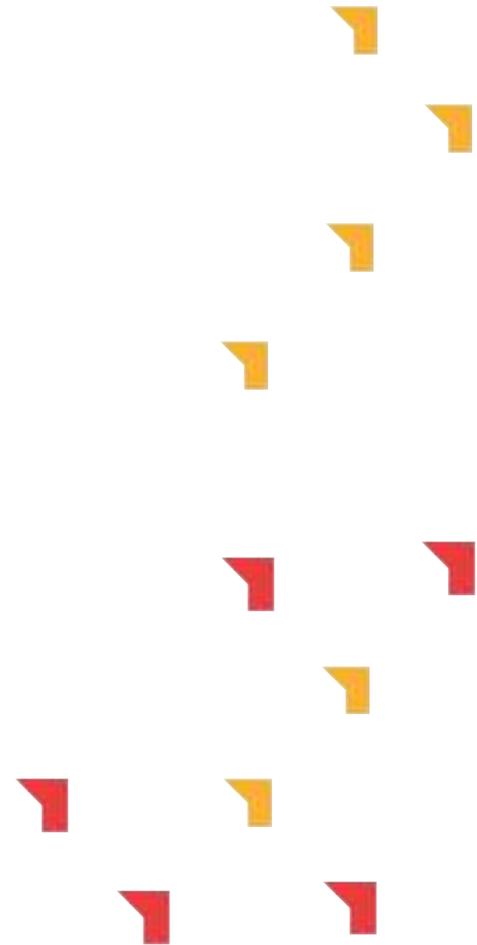
Obtención de material granular para caminería



Control de asistencia

Escanee el código QR de debajo o use la contraseña indicada debajo para registrar su asistencia

o58hzk



Resumen

¿Qué es la Ingeniería Geotécnica?

Rama especializada, que abarca la aplicación, estudio de las propiedades y del comportamiento de los materiales naturales (suelos y rocas).

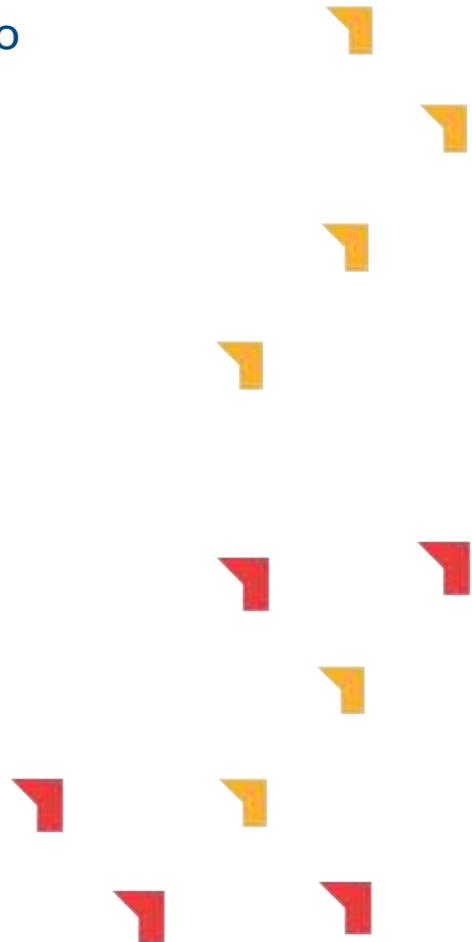
¿Por qué es importante?

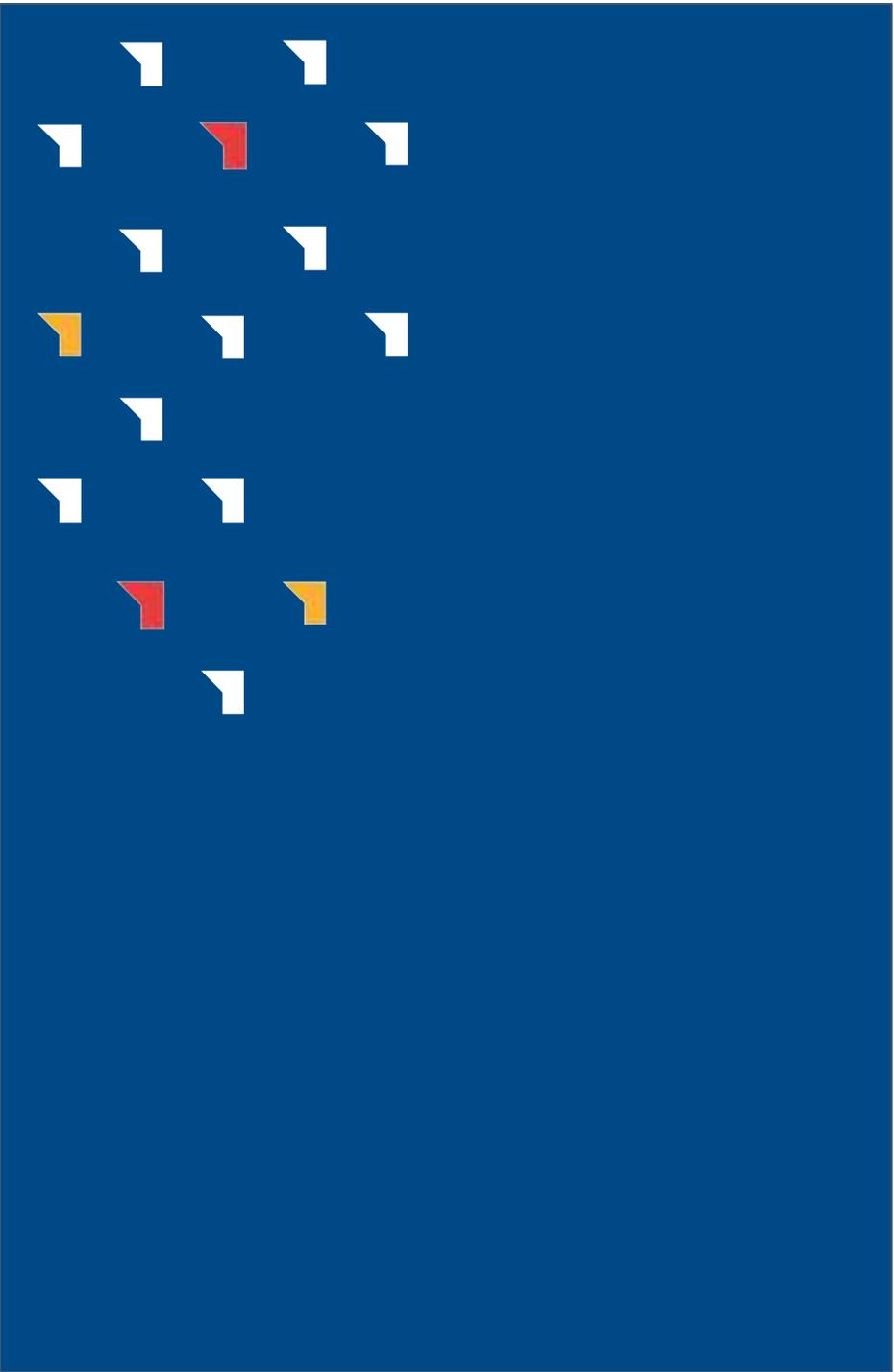
Porque no es posible diseñar o construir ninguna estructura civil, sin considerar su interacción con el terreno.

¿Qué aplicaciones tiene?

Dependiendo de su vinculación con las estructuras, el terreno puede ser carga, fundación o la estructura en sí misma.

Su aplicación requiere conocimiento y comprensión de la geología, la ciencia de los materiales el ensayo de materiales y la mecánica de materiales





¿Qué vamos a ver la clase que viene?

Mecánica de Suelos

Fases del suelo

Hidráulica en suelos

El concepto de resistencia

Fundaciones

Sistemas

Fundaciones Superficiales

Fundaciones Profundas

Empuje de suelos

Excavaciones

Muros

Pantallas

Bibliografía

- Mitchell, J.K. Soga, K. (2005). *Fundamentals of Soil Behavior*. Wiley & Sons.
- Holtz, R.D. Kovacs, W.D. (1981). *An Introduction to Geotechnical Engineering*. Prentice Hall.
- Das, Braja M. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica - Cuarta edición*. Cengage.

