



PROCESOS GENERADORES DEL RELIEVE

MC. Grisel A. Gutiérrez Anguamea
Departamento de Geología,
Universidad de Sonora
griselgtza@gmail.com

El relieve terrestre va evolucionando en la dinámica del ciclo geográfico mediante una serie de procesos constructivos y destructivos que se ven permanentemente afectados por la gravedad que actúa como equilibradora de los desniveles.

Procesos generadores del relieve

- **Factores geográficos:** Abióticos de origen exógeno, el relieve, el suelo, el clima y los cuerpos de agua.
- **F. bióticos:** Flora y fauna, suelen oponerse a los procesos del modelado
- **F. geológicos:** La tectónica, el diastrofismo, la orogénesis y el vulcanismo, son procesos constructivos y de origen endógeno que se oponen al modelado e interrumpen el ciclo geográfico.
- **F. antrópicos:** Acción del hombre, a favor o en contra de los procesos erosivos



Superficie terrestre

Geoforma final
Ciclo ideal

Factores geográficos

Penillanura, peniplanicie,
llanura, planicie

Reactivación de ciclo

F. Biológicos
F. Geológicos
F. Antrópicos

Procesos
Morfo-genéticos

Erosión,
transporte,
sedimentación



INTEMPERISMO

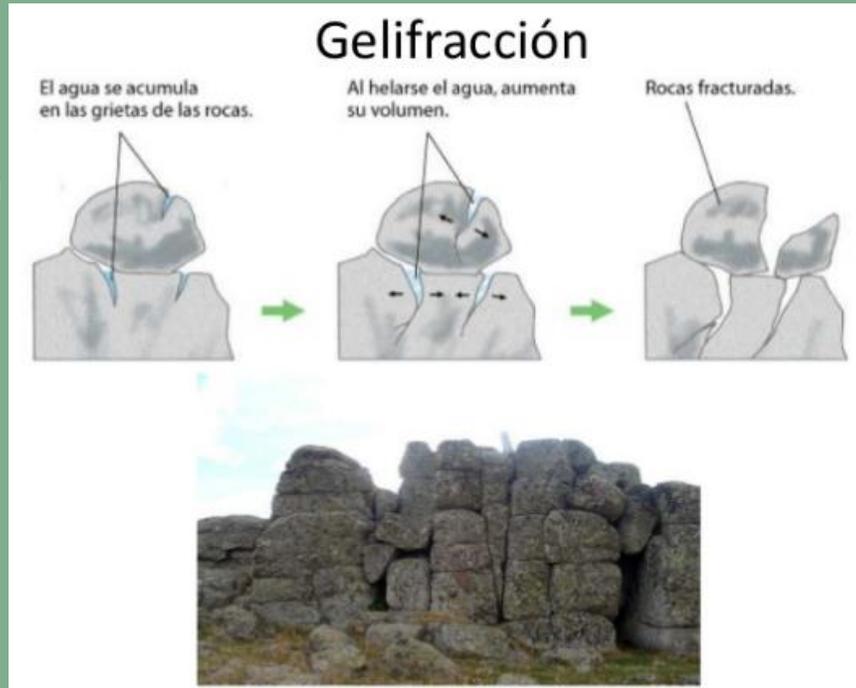
Es el resultado de la acción atmosférica sobre los elementos del terreno que se encuentran expuestos a los agentes climáticos, los productos finales son creados por disgregación física o alteración química de los mismos elementos.

Físico:

Gelifracción

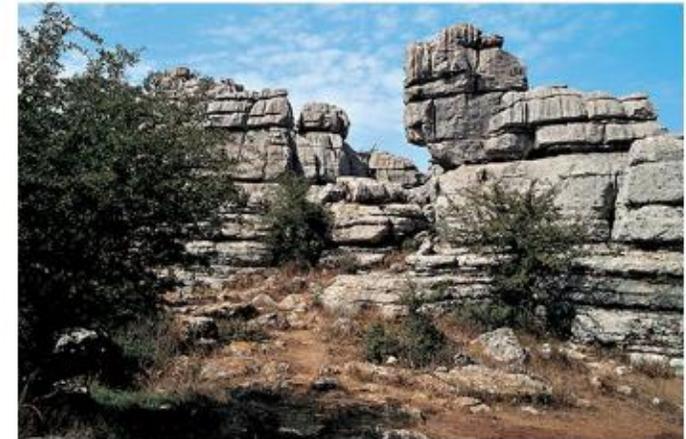
Termofracción

Haloclastia



Termofracción

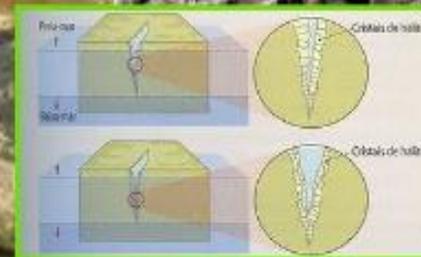
En aquellos lugares donde la diferencia de temperatura en distintos momentos es muy amplia, las rocas se contraen al bajar la temperatura y se dilatan al aumentar. Este proceso, de forma continuada, da lugar a su fragmentación.



<http://es.slideshare.net/merchealari/los-procesos-geologicos-externos-y-el-relieve>

HALOCLASTIA

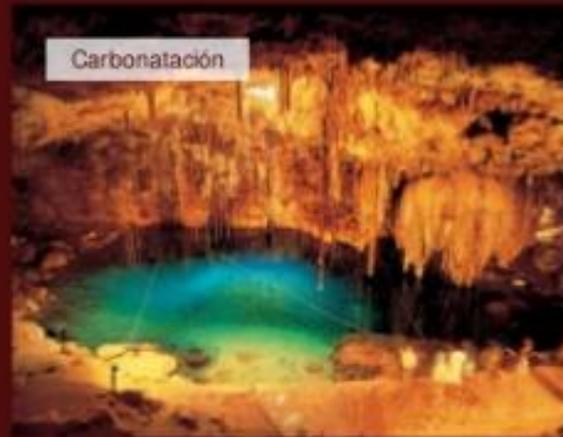
- Agua salada se introduce en poros y grietas de la roca.
- Se evapora el agua y cristaliza la sal que aumenta de volumen
- Efecto cuña y fractura de rocas.
- Desiertos y costas.



<http://slideplayer.es/slide/170768/>

Provoca alteración de los minerales, generando otros distintos.

Meteorización química



<https://www.emaze.com/@ACIFRWIF/Presentation-Name>

Oxidación

- **Oxidación:** El oxígeno de la atmósfera se combina con los elementos metálicos (Fe) y los transforma en otros más disgregables al ir acompañada de hidratación.
- **Bioquímica:** Producida por las sustancias que segregan los seres vivos (líquenes) y alteran los minerales



Disolución

Lenares y lapices: son surcos y oquedades de pequeñas dimensiones en la superficie de la roca, producidos por la disolución superficial causada por las aguas de escorrentía.



<http://slideplayer.es/slide/300532/>

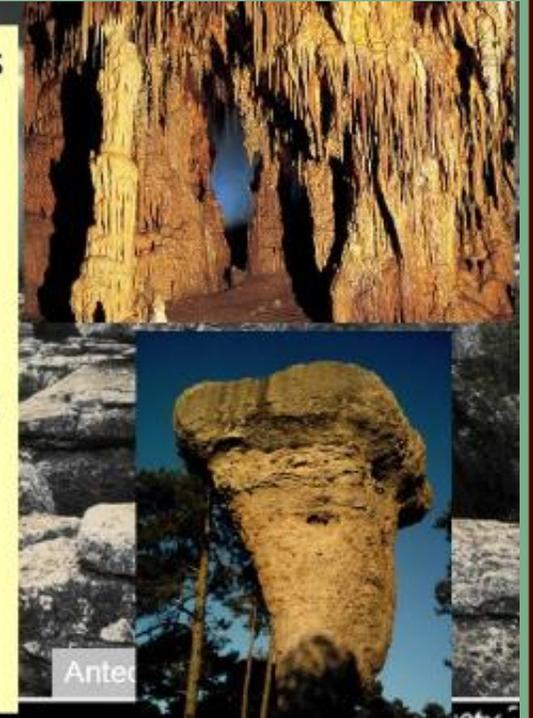
Carbonatación



El agua con CO_2 (dióxido de carbono) del aire, forma ácido carbónico. Este ácido carbónico disuelve las rocas calizas, formándose cuevas, estalactitas ...



- **Carbonatación:** El agua en climas fríos disuelve el CO_2 y se forma ácido carbónico que al reaccionar con la calcita se produce bicarbonato soluble en agua: **Paisaje cárstico**
- Este bicarbonato se introduce en las grietas y al disminuir la presión se evapora el CO_2 y precipita el carbonato formándose las estalactitas y estalagmitas.

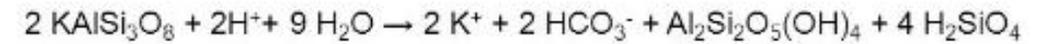
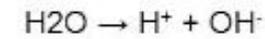


Hidrólisis

- Es el proceso más común de descomposición en las rocas cristalinas (granitos), dando lugar a arcillas de neoformación. Generación de arenizaciones, mantos meteorizados, y similares, que posibilitan el desarrollo de morfologías en rocas cristalinas, sobre todo graníticas.



Hidrólisis: El agua se hidroliza y sus iones reaccionan con minerales de la roca

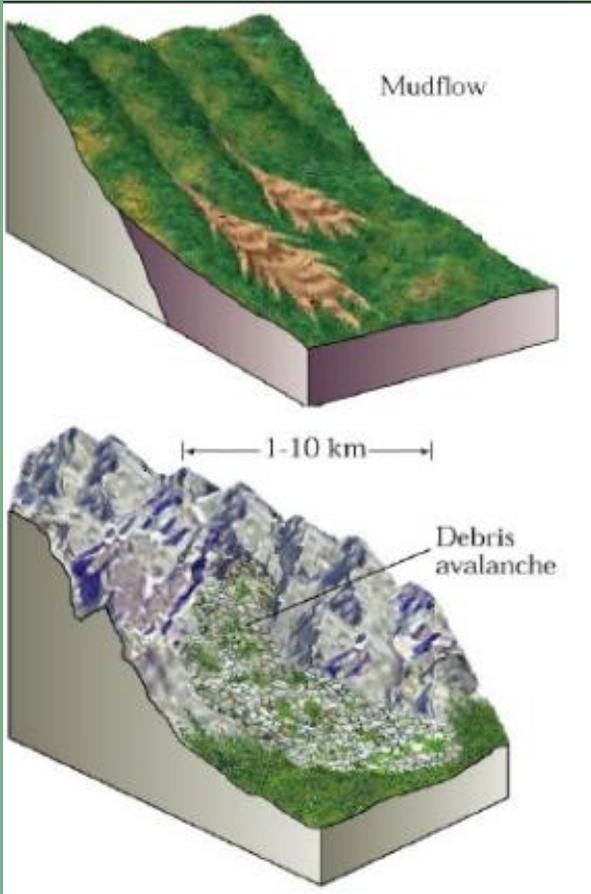


Fedespalto

caolinita

ácido silícico





Cono de deyección



abanico aluvial



Derrubios no consolidados

<http://divulgeo.blogspot.mx/2015/05/riesgos-geologicos-i-la-montana-se-come.html>



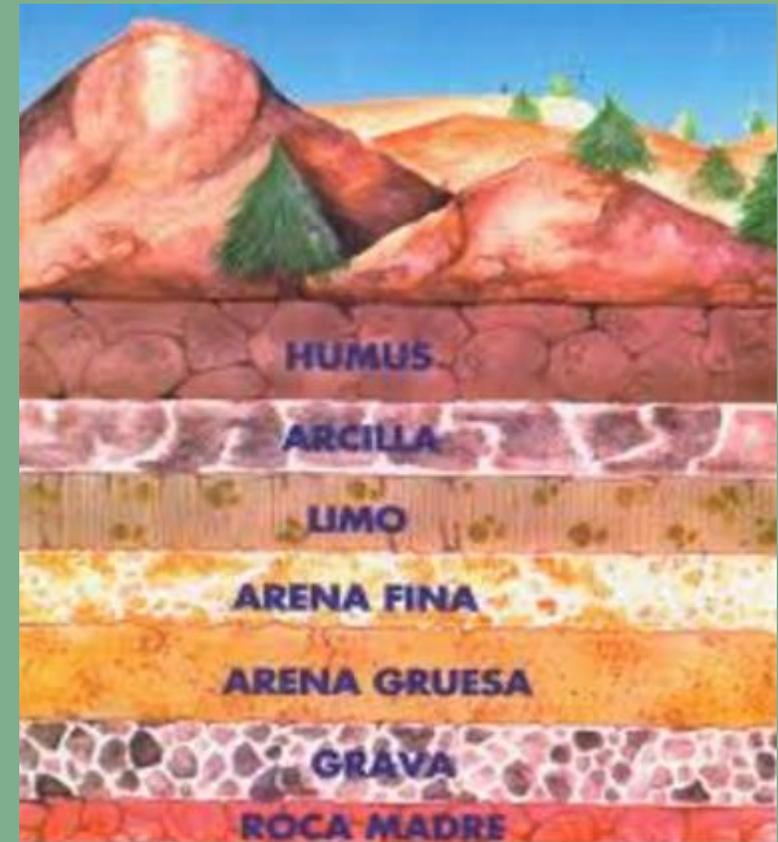
EDAFOLOGÍA

Suelo

Es la capa más superficial de la corteza terrestre, que resulta de la descomposición de las rocas por los cambios bruscos de temperatura y por la acción del agua, viento y seres vivos.

Los productos rocosos de la meteorización se mezclan con el aire, agua y restos orgánicos provenientes de plantas y animales para formar suelos.

El suelo puede ser considerado como el producto de la interacción entre la litósfera, la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera.



https://prezi.com/dl_fo2i4rf1i/es-la-capa-mas-superficial-de-la-corteza-terrestre-que-resu/

Resultado de la interacción: *material parental, relieve, tiempo, clima y seres vivos.*



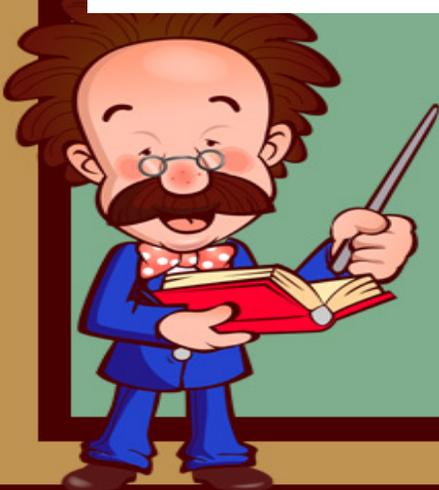
■ *Material parental* o *roca madre* es el sustrato a partir del cual se desarrolla el suelo, (textura).

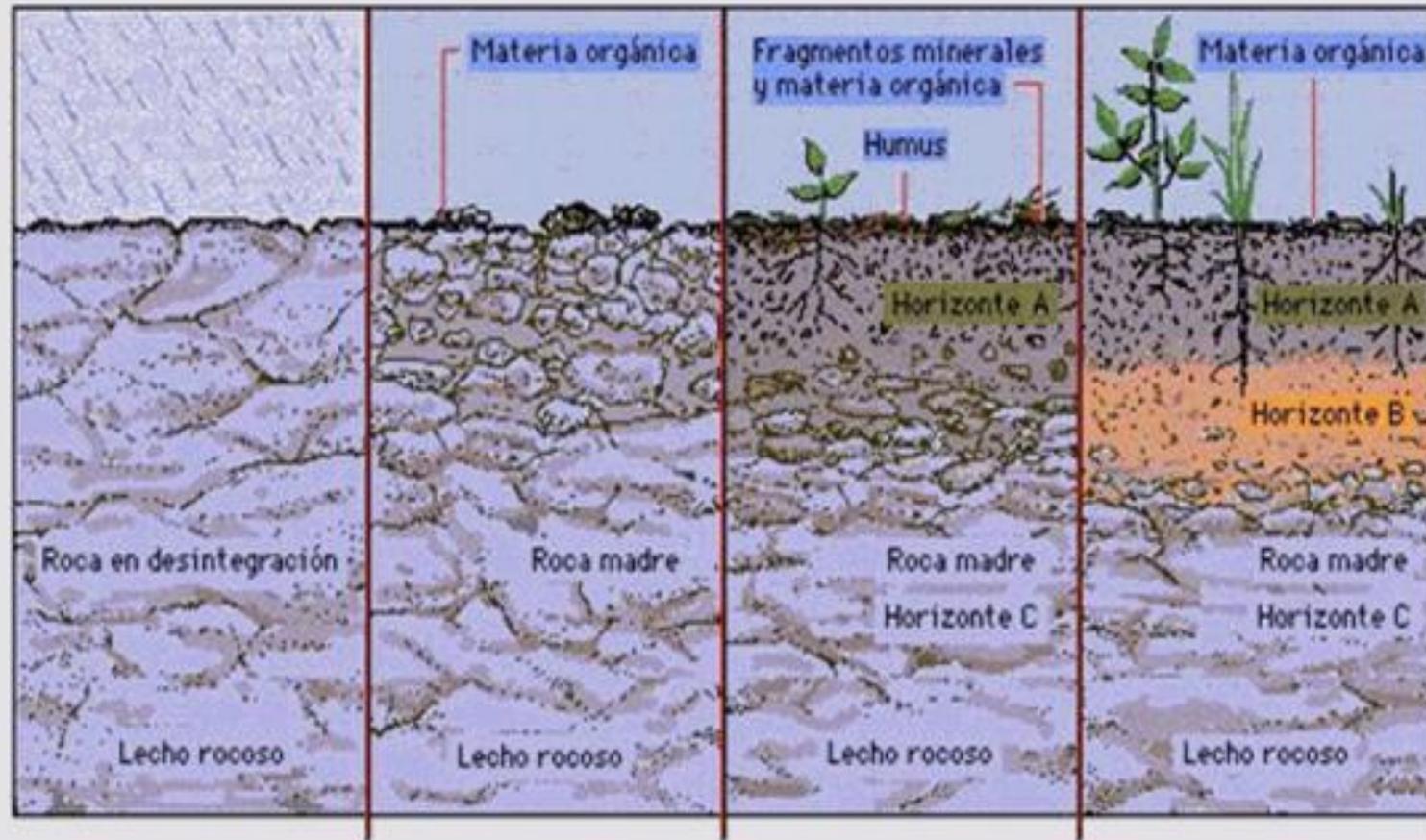
■ *Clima* influye en la temperatura y la precipitación, los cuales determinan la velocidad de descomposición de los minerales y la redistribución de los elementos; también sobre la vida animal y vegetal.

■ *Seres vivos* (plantas, animales, bacterias y hongos) son el origen de la materia orgánica del suelo y facilitan su mezcla con la materia mineral.

■ *Relieve* afecta a la cantidad de agua que penetra en el suelo y a la cantidad de material que es arrastrado, sea por el agua o el viento.

Tiempo es necesario para un completo desarrollo del suelo. El tiempo de formación de un pequeño volumen de suelo es muy largo (1 cm³ de suelo puede tardar entre 100 y 1000 años en formarse) pero su destrucción es muy rápida.





- I** El lecho rocoso empieza a desintegrarse
- II** La materia orgánica facilita la desintegración
- III** Se forman los horizontes
- IV** El suelo desarrollado sustenta una vegetación densa

MOVIMIENTOS DE MASA ACCIONES Y SOLUCIONES

DAD DE LADERAS



SERIE Fascículos

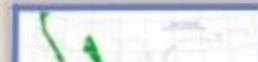


Figura 1. Flujo de suelos y rocas en la colonia las Colinas, en El Salvador, ocasionado por un sismo de magnitud 7.6



Figuras 2. Inestabilidad de laderas e inundaciones por las lluvias de 1999 en Venezuela

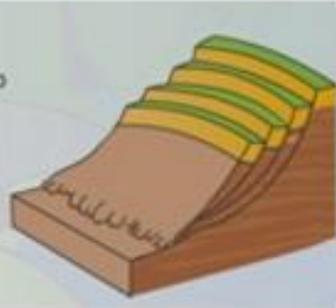
<http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieFasciculos/fasciculoladeras2.pdf>



Movimientos de ladera

Deslizamientos

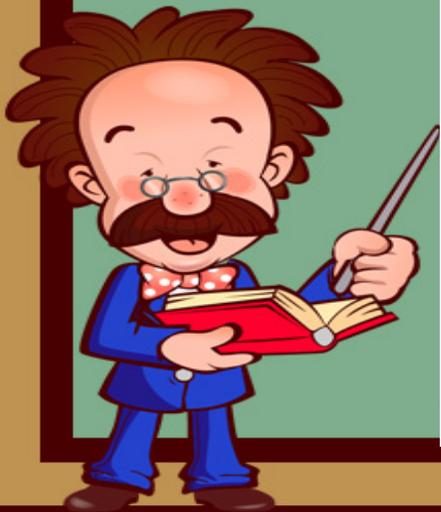
Masas de roca o suelo (tierra), más o menos consolidados, que se desplazan sobre una superficie de rotura a favor de una pendiente.



Movimientos de materiales a favor de gravedad.

Dependen de:

- Naturaleza de la roca.
- Presencia de agua.
- Estructura geológica.
- Pendiente.
- Vegetación.



Predicción y prevención riesgos de ladera

Factores NATURALES condicionantes:



Muros de contención

Retienen el material



Anclajes

Sujetan rocas inestables a las estables



Siembra y drenaje

Disminuyen escorrentía



Factores ANTRÓPICOS que aumentan la peligrosidad:

- ❑ **Litológicos:** materiales alterados, poca cohesión (ej: limos, granito alterado...)
- ❑ **Estructurales:** presencia fallas, planos estratificados respecto al talud.
- ❑ **Climáticos:** alternancia épocas lluvia-sequía, hielo-deshielo, lluvias torrenciales.
- ❑ **Hidrológicos:** aumento escorrentía superficial.
- ❑ **Topográficos:** pendientes >15%, favorecen los movimientos de ladera.
- ❑ **Vegetación:** escasez → más erosión y movimientos del material.
- ❑ **Otros:** erupciones volcánicas, terremotos.

- ❑ **Incremento exposición:** ubicación de poblados y ciudades en zonas de riesgo (valles encajados, laderas con pendiente).
- ❑ **Deforestación:** disminuye infiltración → aumenta escorrentía superficial.
- ❑ **Taludes artificiales:** obras lineales (carreteras, ferrocarriles...) o explotaciones mineras.
- ❑ **Acumulación materiales** (escombros, vertidos, depósitos...), en zonas superiores de taludes.
- ❑ **Exceso riego:** saturación capas superficiales → reptación o slump.

Métodos de predicción

- ¿Por qué es difícil su predicción?
 - Fenómenos complejos: ritmos de avance y velocidades cambiantes.
 - Escasez datos estadísticos
 - Análisis de área afectada complejo: no es un fenómeno uniforme en el espacio.
- **Descriptorios de la predicción:**
 - Localización áreas inestables
 - Alcance movimientos (velocidad, tipo,...)
 - Predicción temporal: instante de rotura.

□ **A) LOCALIZACIÓN ÁREAS POTENCIALMENTE INESTABLES.**

- Mediante trabajo de campo o mediante trabajo de gabinete (análisis de fotografías aéreas o de satélite). Ciertas "señales indicadoras":
 - Formas de erosión: incisiones, grietas en el terreno, cárcavas.
 - Formas de depósito: análisis granulométrico y morfológico de depósitos a pie de talud.
 - Formas de ladera: cabeceras arqueadas, hondonadas, encharcamientos.
 - Índices morfológicos de actividad: daños en paredes de edificios, canales o carreteras, inclinación troncos o postes.
 - Índices morfológicos de inestabilidad: topografías cóncavas (donde se puede acumular agua), fuertes pendientes.

- **B) ALCANCE DE LOS MOVIMIENTOS.** Se deberá tener en cuenta:
 - Volumen roca desplazado
 - Litología: materiales alterados y alternancia estratos con distinta permeabilidad → movilidad
 - Presencia superficie de desplazamiento: planos de falla, estratificación.
 - Tipo de movimiento: los desprendimientos tienen menor alcance que los deslizamientos.
- ANÁLISIS DE FACTORES NATURALES CONDICIONANTES.

□ **C) PREDICCIÓN DE LA ROTURA:**

- Estudio de factores desencadenantes, diversos tipos:
 - Climático (lluvias torrenciales, deshielo)
 - Estructural (Falla, sismos, volcanes)
 - Inducidos (deforestación, taludes,...)



- A) LOCALIZACION AREAS DE RIESGO
- B) ALCANCE MOVIMIENTOS
- C) PREDICCIÓN ROTURAS

ELABORACIÓN MAPAS DE RIESGO.
(litología, pendientes, precipitaciones, vegetación) → SIG
Mapas de peligrosidad.

Medidas PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

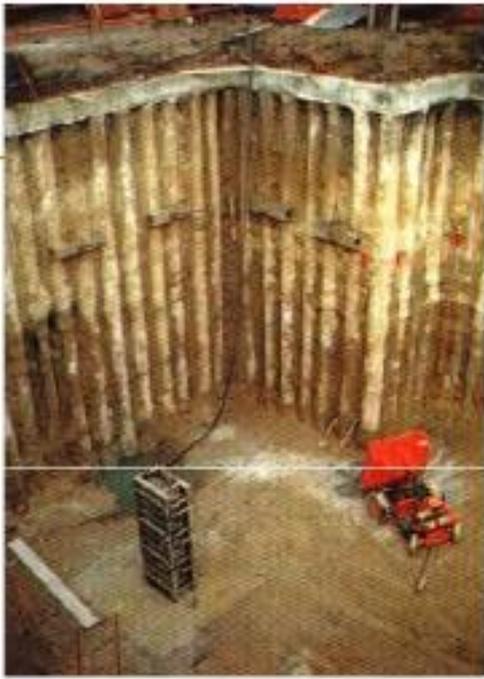
NO ESTRUCTURALES

- Elaboración mapas de riesgo.
- Ordenación del territorio (apoyada en la cartografía).
 - Planes de protección civil.
 - Información a la ciudadanía
- Planes de evacuación y emergencia.

MEDIDAS ESTRUCTURALES:

- Modificar la geometría de los taludes: disminución pendientes, aterrazando el terreno, descargando la cabecera de la ladera.
- Construir drenajes en laderas: se controla erosión y encharcamiento de terrenos arcillosos. Algunos ejemplos de obras: cunetas, pozos, zanjas, galerías de descarga.
- Revegetación: Hidrosembrado, arbolado, etc. Aumenta infiltración y disminuye la escorrentía. Mayor estabilidad al talud o ladera.
- Medidas de contención: aplicar fuerzas que contrarresten el movimiento. Ejemplos obras: muros o contrafuertes de hormigón, escolleras (grandes bloques en la base del talud), redes metálicas o mallas, bulones o anclajes y pilotes.
- Aumentar la resistencia del terreno: cosido o anclaje de la superficie inestable mediante barras de acero, inyección de sustancias que aumentan la cohesión (ej: gunitado).





Anclaje con bulones y
mallazo en un talud
asturiano.

Gunitado



CORTINA DE PILOTES.
ESCOLLERAS.





HIDROSEMBRADO
Y MALLA
METÁLICA



DRENAJE MURO
CONTENCIÓN.GUNITADO.
TALUD AVE ZARAGOZA.



REOLOGÍA DE LA LITOSFERA

Las relaciones descritas en la sección anterior forman la base de todas las caracterizaciones reológicas de la litosfera. El comportamiento elástico permite explicar procesos geológicos tales como la transmisión de esfuerzos, y las flexiones o curvaturas originadas por el peso de cargas topográficas. Sin embargo, la combinación de las ecuaciones de comportamiento viscoso [45] y de comportamiento frágil [59] describen mejor las deformaciones a escala de tiempo geológico y constituyen la base de muchos modelos cuantitativos sencillos sobre el comportamiento reológico general de la litosfera (BRACE y KOHLSTEDT, 1980). En este apartado se analizan las implicaciones de la reología de la litosfera en su comportamiento flexural, en su estado de esfuerzos elásticos y en su resistencia.

Comportamiento isostático

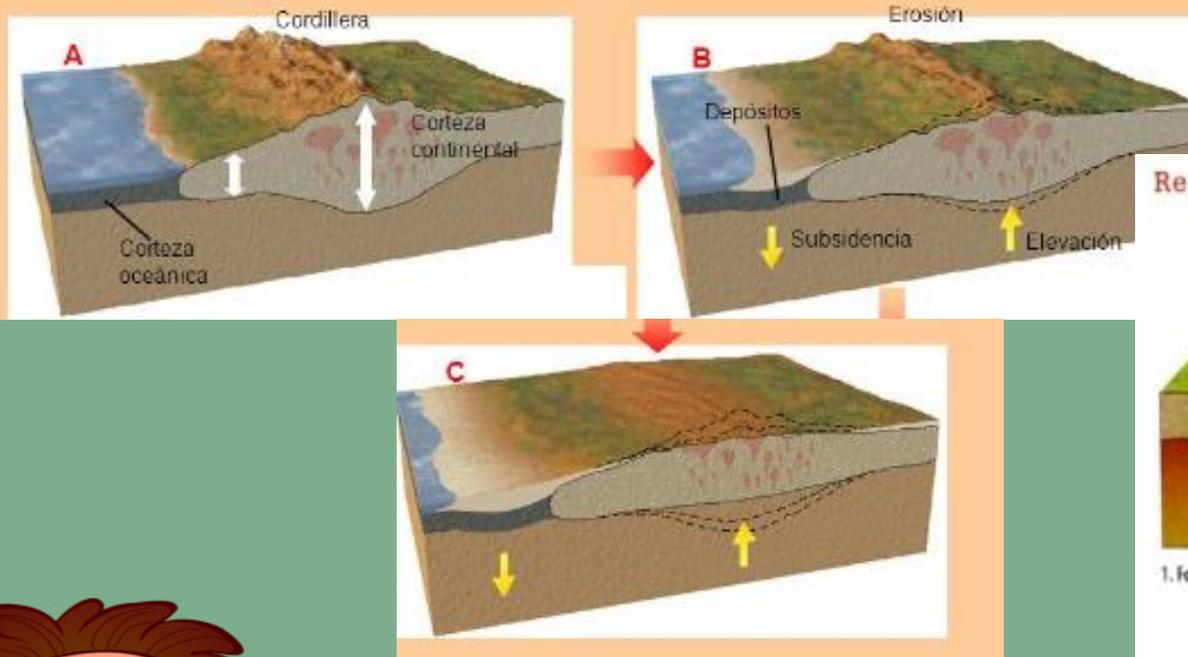
La **isostasia** es el concepto que relaciona la distribución vertical de masas con las variaciones de altura de la superficie terrestre, dentro de un estado de equilibrio en el que la litosfera elástica está "flotando" sobre una astenosfera relativamente fluida. Se describe mediante un equilibrio de esfuerzos y, por tanto, es independiente del tiempo. Al considerar el equilibrio isostático se diferencian dos modelos (ENGELDER, 1993; RANALLI, 1995; WATTS, 2001; STÜWE, 2002; TURCOTTE y SCHUBERT, 2002): isostasia local o tipo Airy e isostasia regional o flexural.

***Parte de la física que estudia la viscosidad, la plasticidad, la elasticidad y el derrame de la materia**



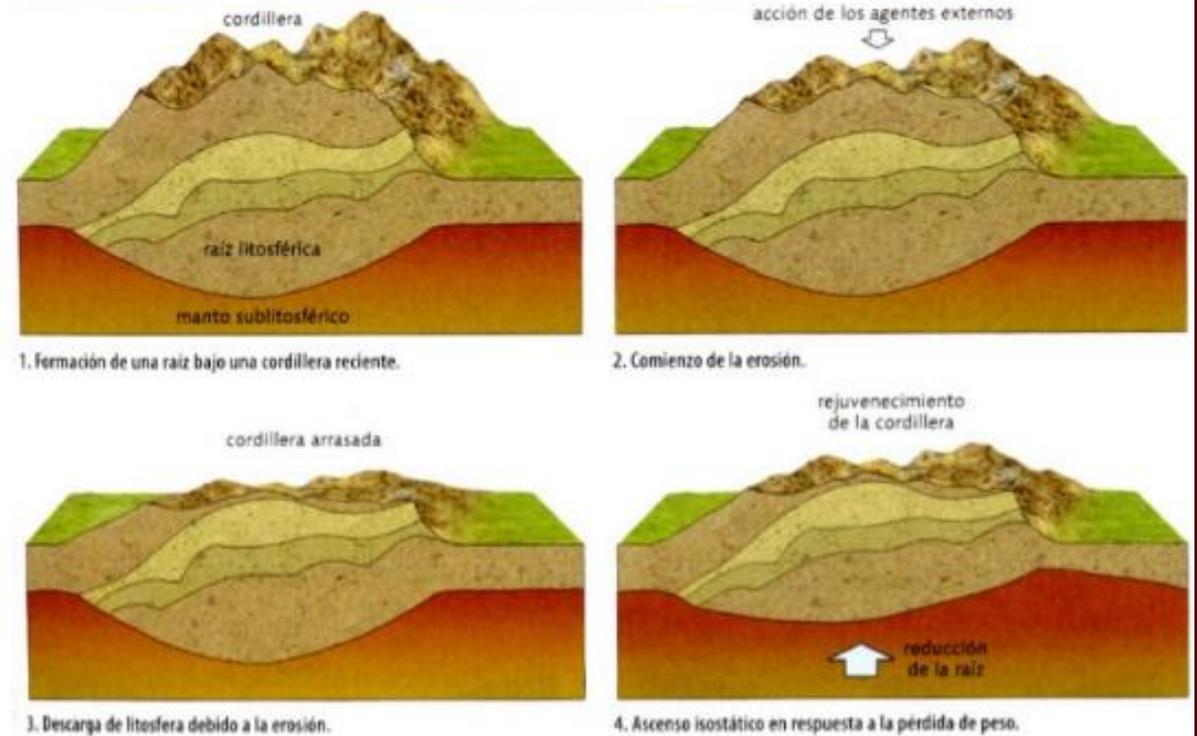
Isostasia

La isostasia es el mecanismo de ajuste que permite explicar los movimientos verticales de la corteza.



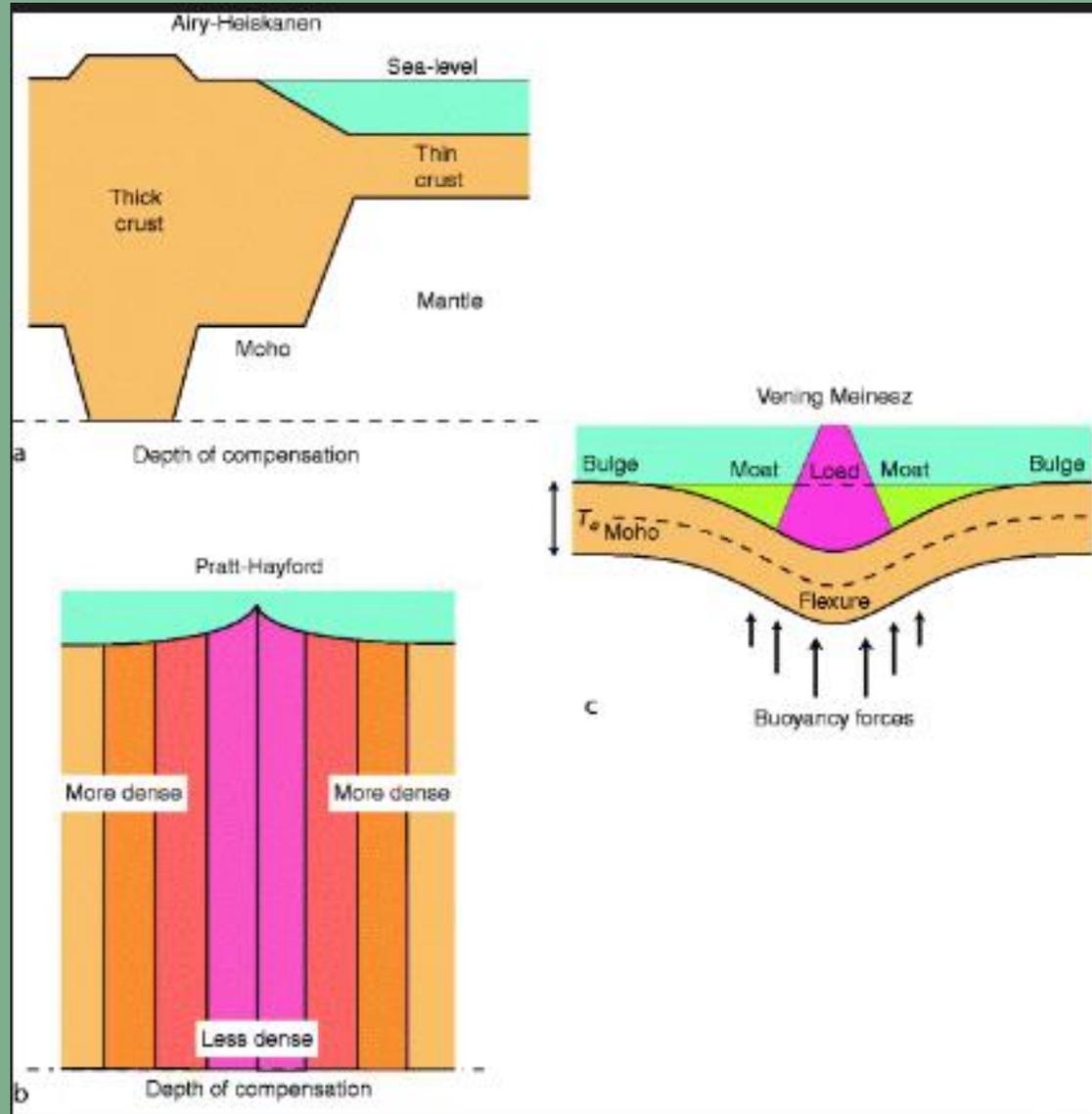
- Son movimientos verticales de ascenso y descenso de las placas continentales que producen irregularidades en el terreno.

Respuesta isostática a la erosión de una cordillera



- A** En las cordilleras la corteza es más profunda.
- B** La erosión retira materiales de las zonas más altas, activándose la recuperación isostática que elevará la base de la cordillera.
- C** La recuperación se distribuye regionalmente por lo que no se producen grandes saltos laterales.





FLEXURA

deformación elástica y la deformación viscosa (Fig. 3). Ambos son necesarios para comprender aspectos tales como la resistencia de la litosfera, su equilibrio flexural, o su deformación como respuesta a las fuerzas a las que está sometida mediante relaciones de equilibrio mecánico.

REOLOGÍA: respuesta de las rocas a los esfuerzos

El tipo de deformación producida depende de:
la presión, la temperatura, la presencia de fluidos,
las propiedades mecánicas de los materiales y la tasa de deformación

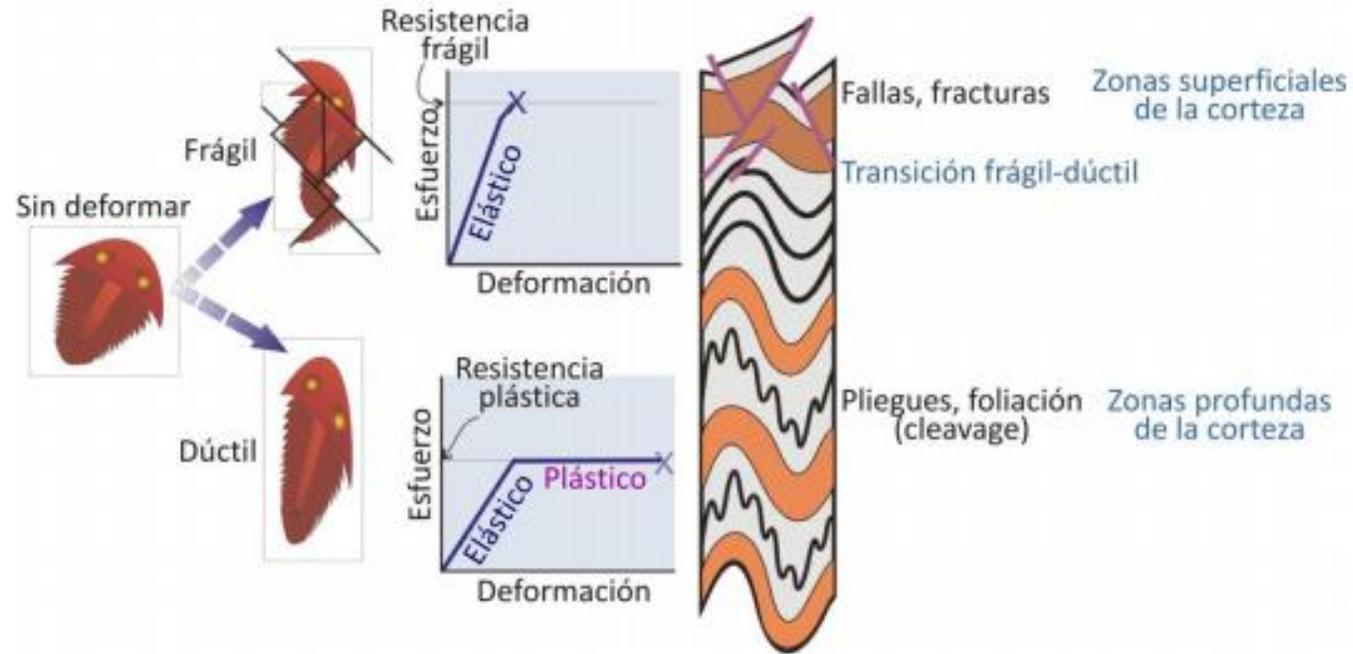


Figura 3. Modelos de deformación de las rocas de la corteza y su relación con las principales estructuras tectónicas.



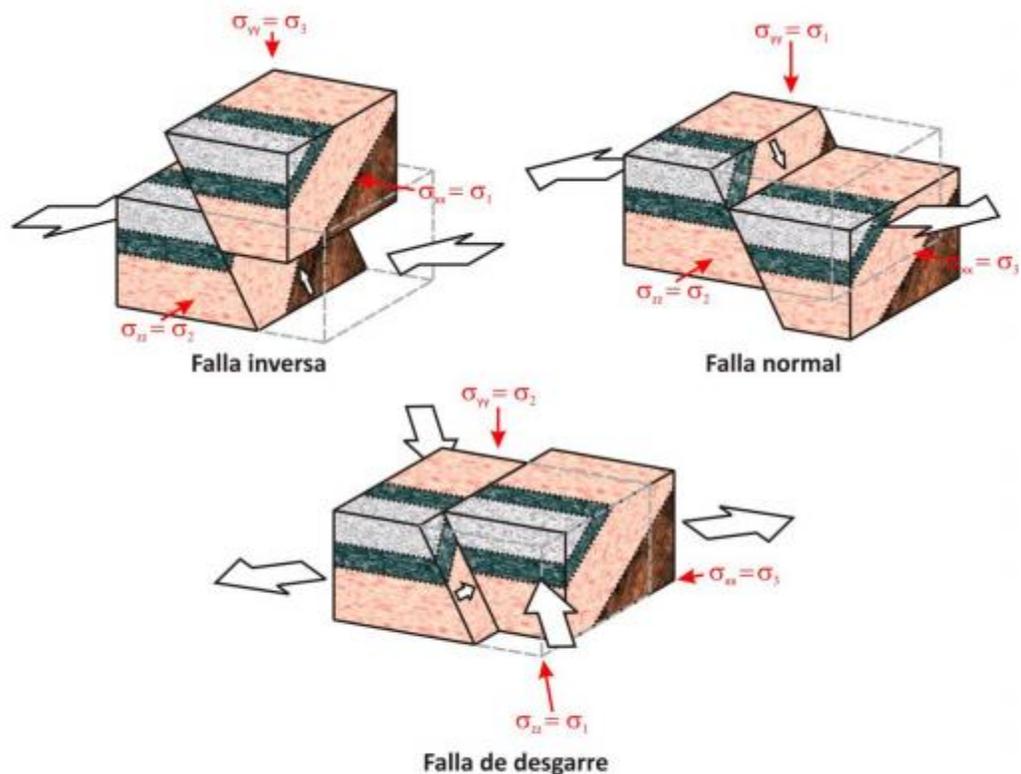


Figura 11. Estados de esfuerzos de Anderson: régimen de falla normal $\sigma_{yy} > \sigma_z > \sigma_{xx}$, régimen de falla inversa $\sigma_{xx} > \sigma_z > \sigma_{yy}$ y régimen de falla de desgarre $\sigma_z > \sigma_{yy} > \sigma_{xx}$.

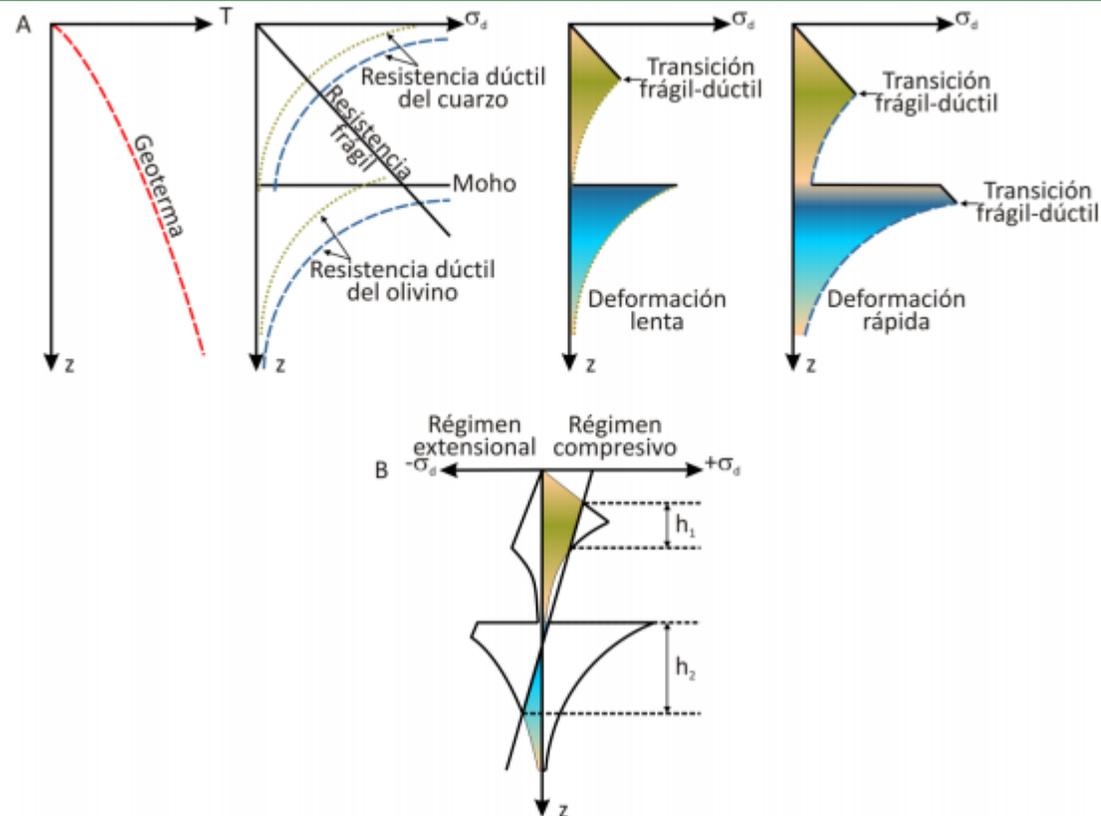
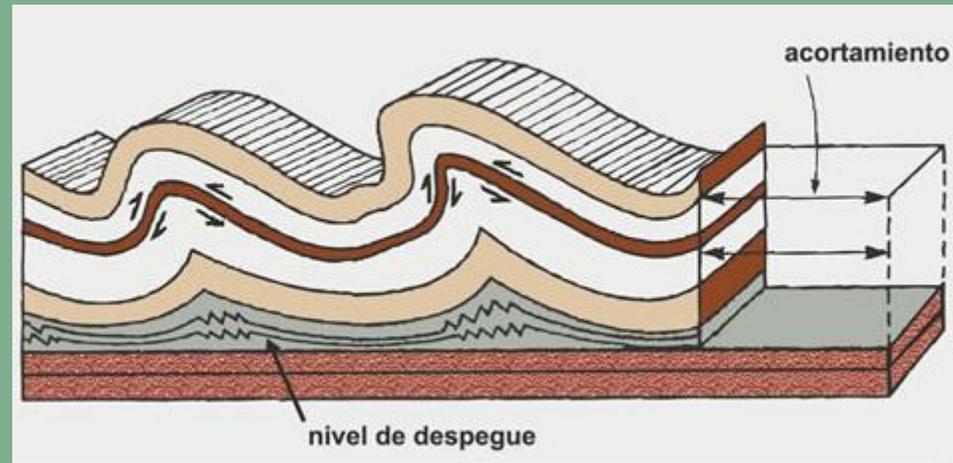
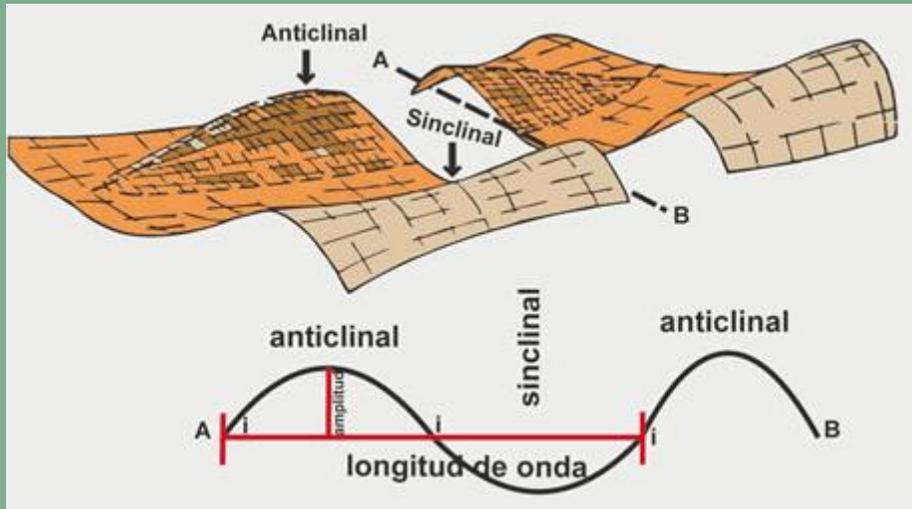
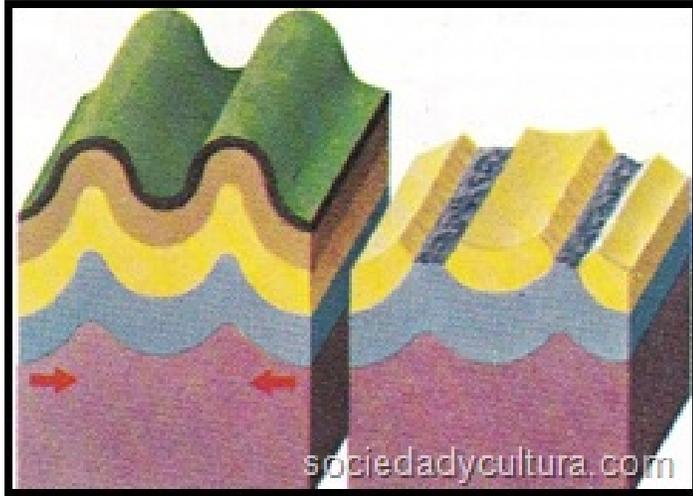


Figura 12. A) Perfiles de resistencia de la litosfera continental asumiendo una deformación frágil y viscosa de los materiales. La línea recta representa la resistencia a la deformación frágil y las líneas curvas la resistencia a la deformación viscosa de la corteza (cuarzo) y el manto litosférico (olivino), obtenidas a partir de la geoterma para dos tipos de tasa de deformación. A una misma profundidad, la curva con una resistencia mayor es la de una tasa de deformación más rápida. Cuando la tasa de deformación es baja, sólo se desarrolla una transición frágil-dúctil, mientras que a tasas de deformación altas, el manto superior se deforma de manera frágil justo por debajo del Moho, desarrollándose dos zonas de transición frágil-dúctil. Al integrar el área coloreada se obtiene la resistencia integrada verticalmente ($N m^{-1}$). B) Estado de esfuerzos de la litosfera considerando los comportamientos elástico, frágil y viscoso (cuarzo y olivino). La línea recta representa el esfuerzo elástico, y a cualquier profundidad el mecanismo de deformación dominante corresponde al que proporciona un esfuerzo menor. De esta manera, las secciones elásticas se localizan en h_1 y en h_2 . (modificado de Stüwe, 2002).

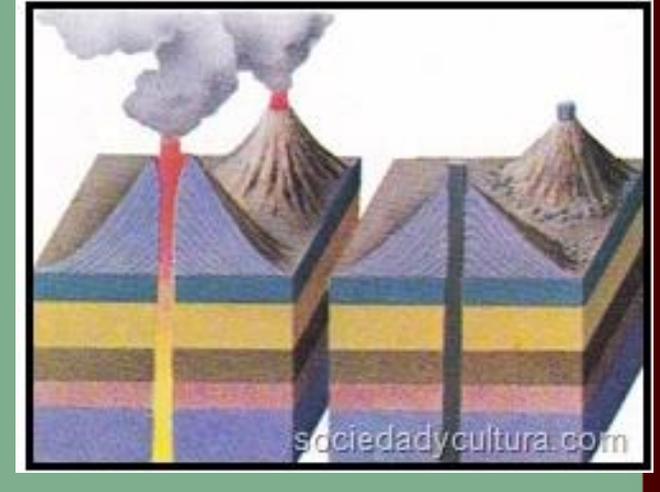
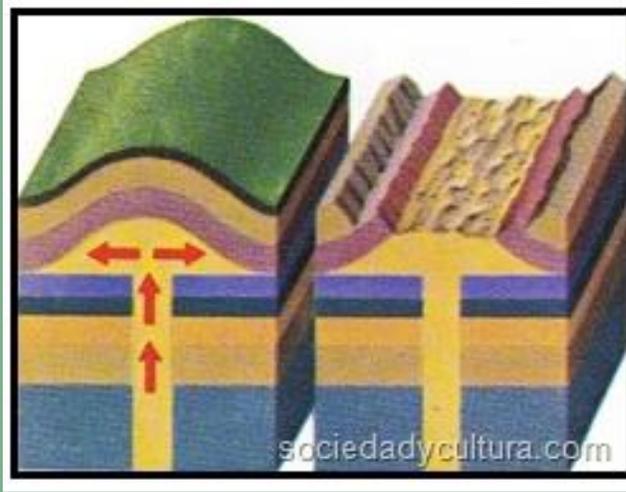
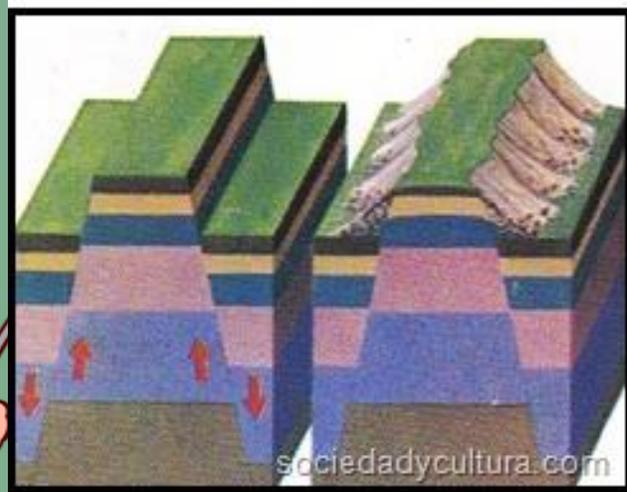




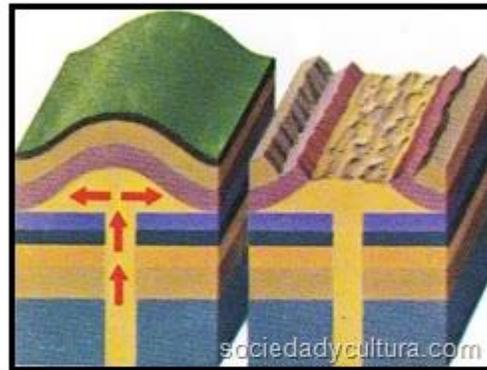
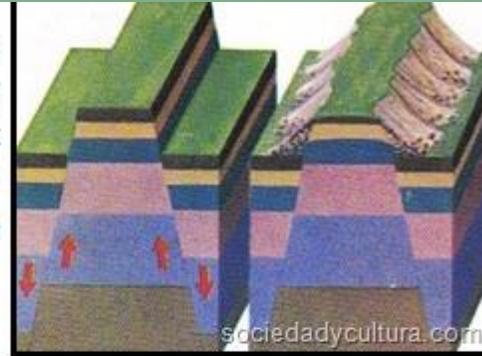




Hay **cuatro tipos principales de montañas**: plegadas, en bloque, en domo y volcánicas. Las montañas plegadas varían mucho en **complejidad**, pero se ajustan al tipo básico. **Los Alpes, Cárpatos e Himalaya** forman la cordillera plegada más extensa del mundo. Las rocas han sido complejamente comprimidas y **plegadas**, con intrusiones de **roca fundida**, metamorfismo extendido (cambios en las rocas) y fallamiento. Los numerosos terremotos de **Turquía e Irán** indican que allí las montañas aún se están moviendo.



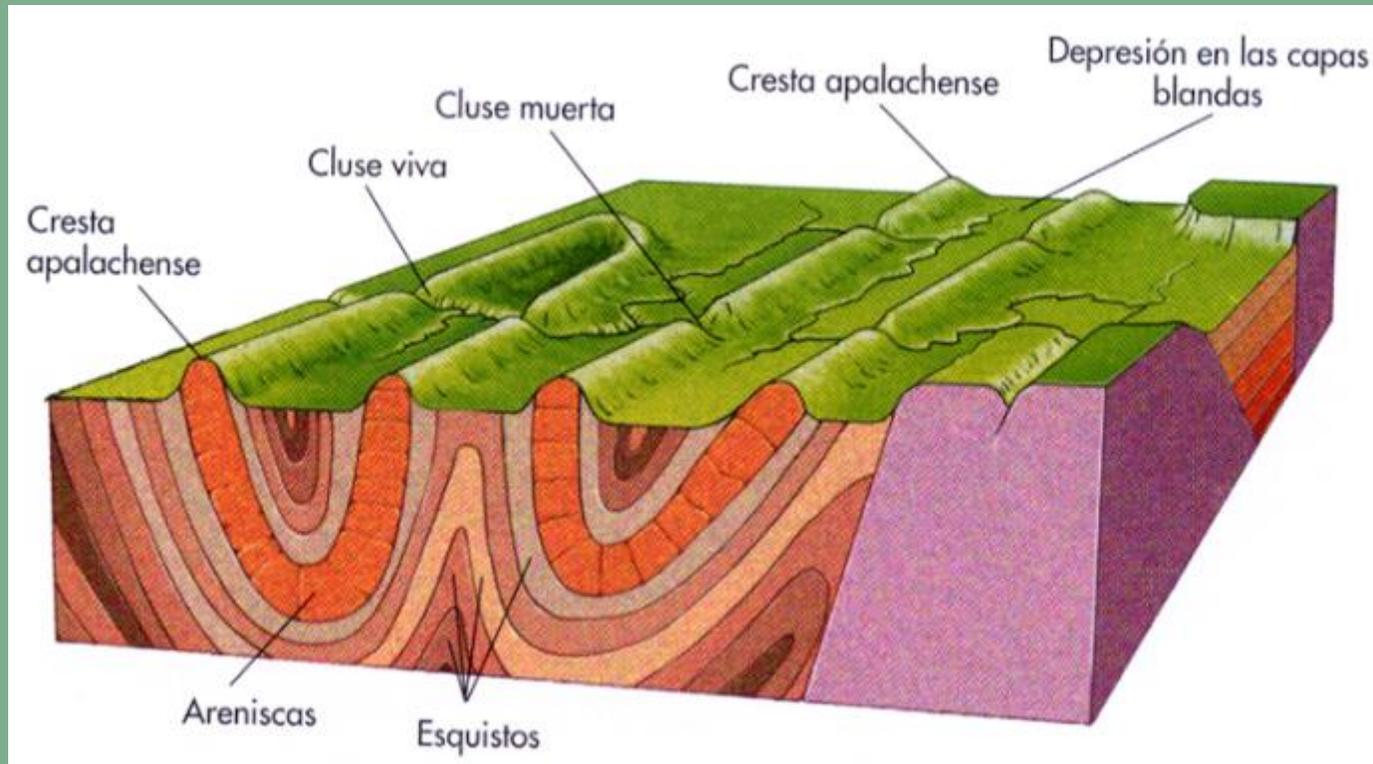
Las **montañas en bloque** son estructuras falladas a **gran escala**. Internamente suelen estar muy plegadas y falladas y se forman por una falla profunda o por un horst (bloque de estratos elevado) muy **extenso moldeado por la erosión**. Muchas se elevan abruptamente sobre las tierras bajas adyacentes.



Los **domos** se forman por el abombamiento de estratos, como cuando se produce una intrusión granítica. Al aumentar el **abombamiento**, la **superficie** es erosionada y queda expuesto el granito subyacente. Cuando son **altos y extensos** constituyen **montañas en domo**, como las Black Hills de Dakota.

Las **montañas volcánicas** crecen visiblemente durante las erupciones. Cuando su **último crecimiento** ha sido reciente, su forma apenas está afectada por la erosión. A medida que se producen nuevas erupciones, los sucesivos **flujos de cenizas y lavas** van aumentando la **altura del volcán**. Las montañas volcánicas son relativamente escasas en el interior de los continentes. Son características de **fondos submarinos y de ciertas islas**, pudiendo formar arcos insulares de varios miles de kilómetros de longitud; uno de estos arcos es el de las **islas Aleutianas**.





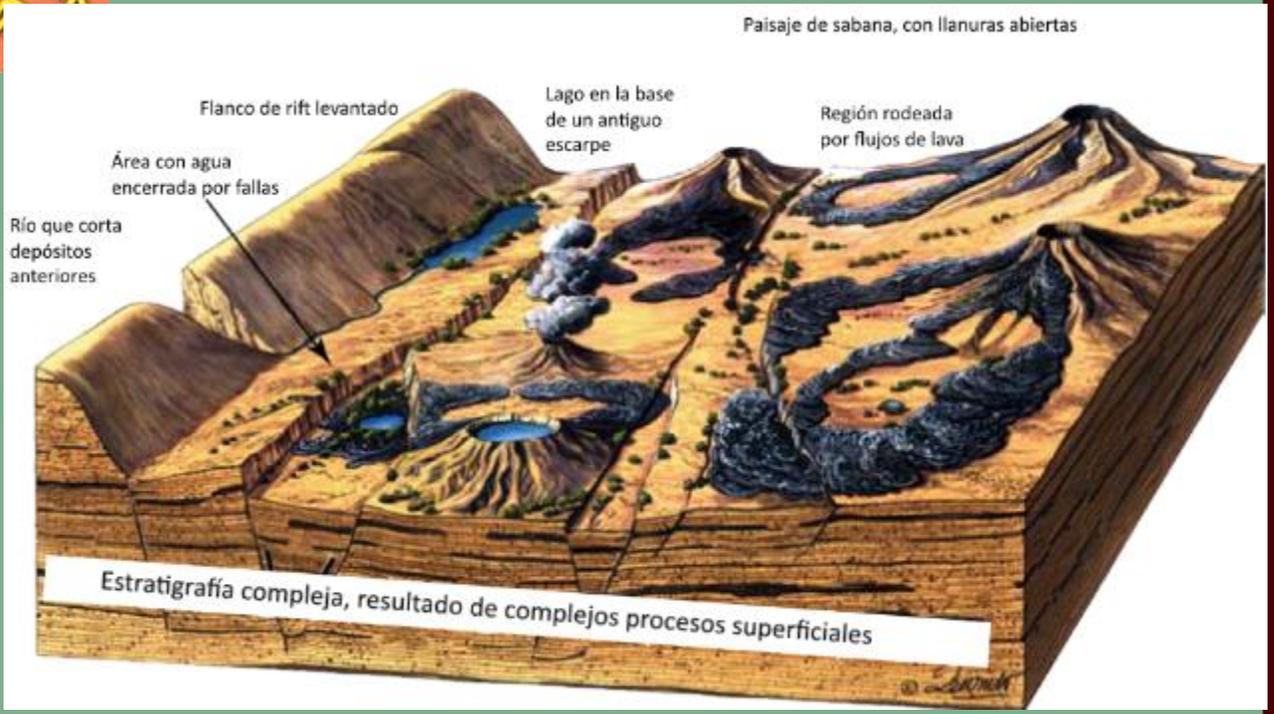
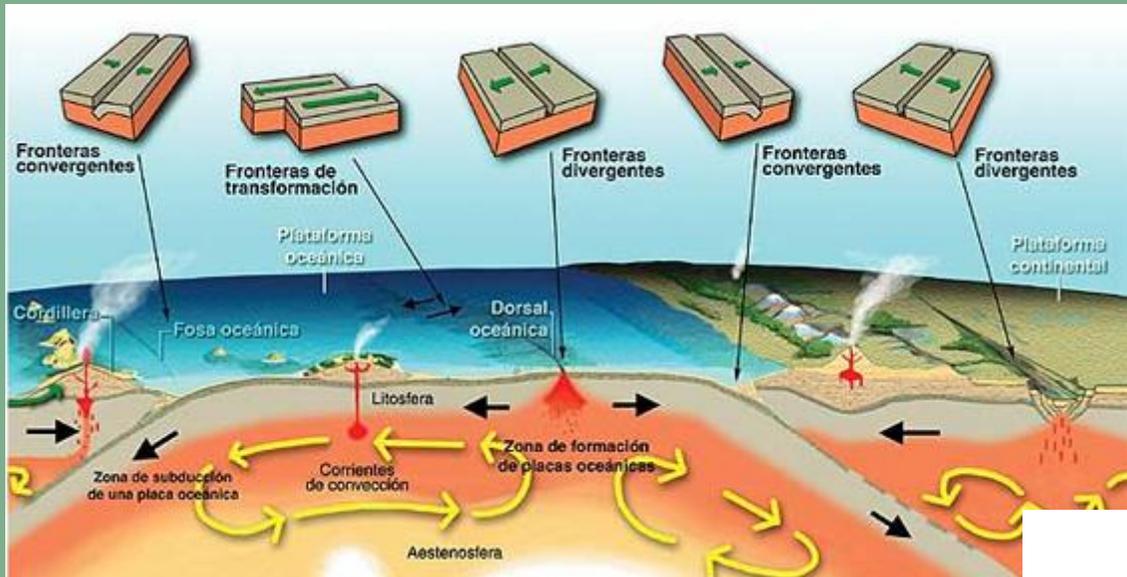
Cluse: Corte transversal en una montaña realizado por una corriente fluvial como consecuencia del ascenso y posterior descenso del nivel del agua.

GEOFORMAS ASOCIADAS A MARCOS TECTÓNICOS

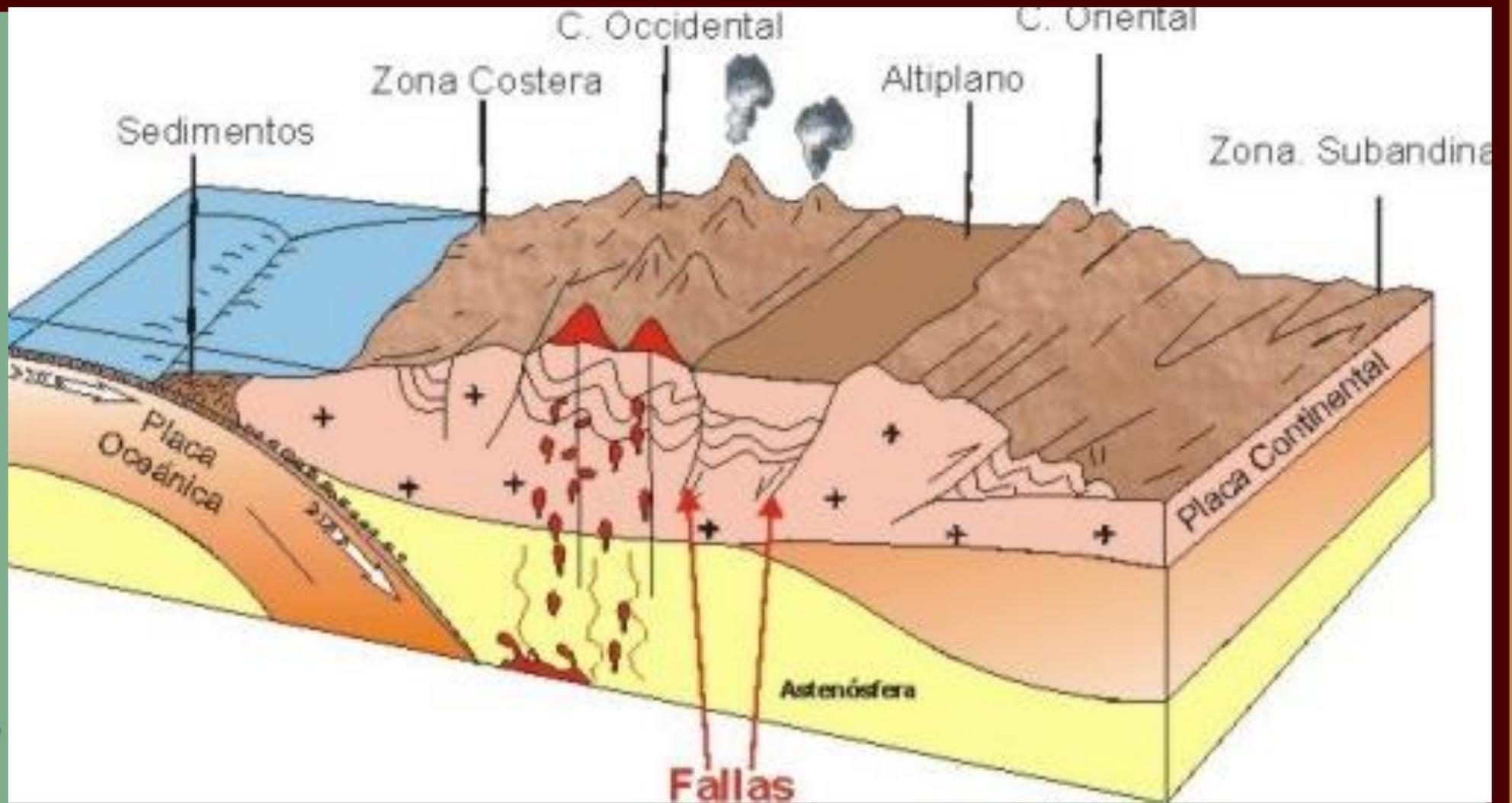
TECTONICA DE PLACAS – TIPOS DE BORDES

BORDES DE PLACAS	ESQUEMA	ELEMENTO ASOCIADO	FENOMENOS ASOCIADOS	EJEMPLOS
<p>BORDES CONSTRUCTIVOS O DIVERGENTES Las placas se separan y se crea litosfera (fondo oceánico)</p>		<p>DORSALES OCEANICAS Gran grieta volcánica submarina</p>	<ul style="list-style-type: none"> - vulcanismo submarino - terremotos submarinos - expansión de los océanos - deriva continental 	<p>DORSAL MEDIOATLANTICA</p>
<p>BORDES DESTRUCTIVOS O CONVERGENTES Las placas se acercan y se destruye litosfera, que se recicla al pasar de nuevo al manto</p>		<p>ZONAS DE SUBDUCCION La placa oceánica se mete por debajo de la continental</p>	<ul style="list-style-type: none"> - terremotos - volcanes - OROGENESIS: cordilleras perioceánicas 	<p>LOS ANDES (la placa de Nazca subduce bajo la placa Sudamericana)</p>
		<p>ZONAS DE SUBDUCCION Una de las placas oceánicas se mete por debajo de la otra</p>	<ul style="list-style-type: none"> - arcos insulares volcánicos - fosas marinas 	<p>ARCHIPIELAGO DEL JAPON</p>
		<p>LEVANTAMIENTO DE AMBAS PLACAS Chocan dos placas continentales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - terremotos - OROGENESIS: cordilleras intercontinentales 	<p>CORDILLERA DEL HIMALAYA (La India choca con el continente asiático)</p>
<p>BORDES PASIVOS O NEUTROS Placas rozándose lateralmente. Ni se crea ni se destruye litosfera</p>		<p>FALLAS DE TRANSFORMACION</p>	<ul style="list-style-type: none"> - terremotos 	<p>FALLA DE SAN ANDRES (la península de California roza con Norteamérica)</p>



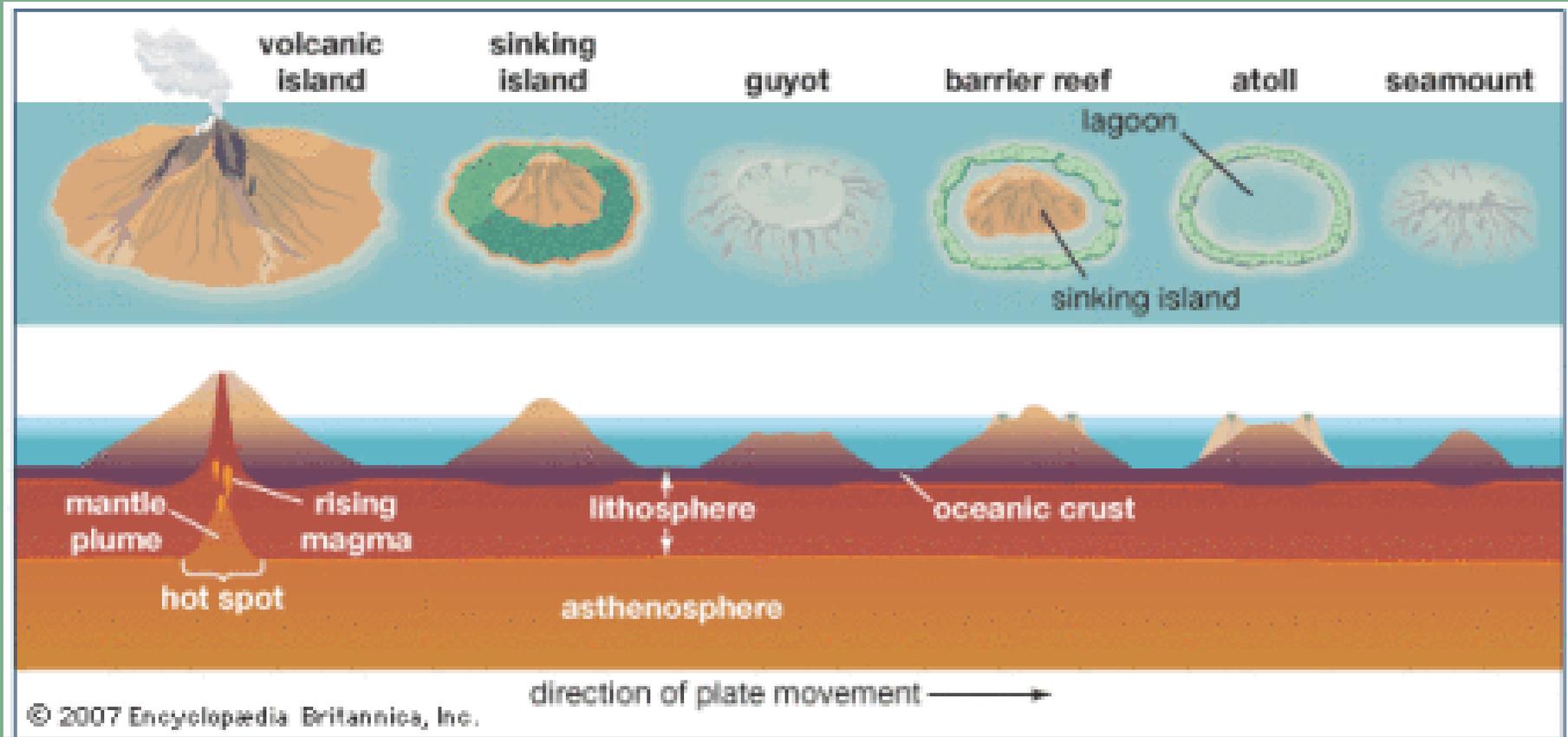


<http://www.proteccioncivil.org/catalogo/carpeta02/carpeta24/vademecum12/vdm009.htm>



Cono de acreción, cuencas, horst, graben, fosa, domos, crestas, aristas, planicies, taludes, escarpes, chimeneas, escudos, burbujas, herraduras, fumarolas, dorsales, etc.





El ambiente fluvial

Wolfgang Griem (1998)

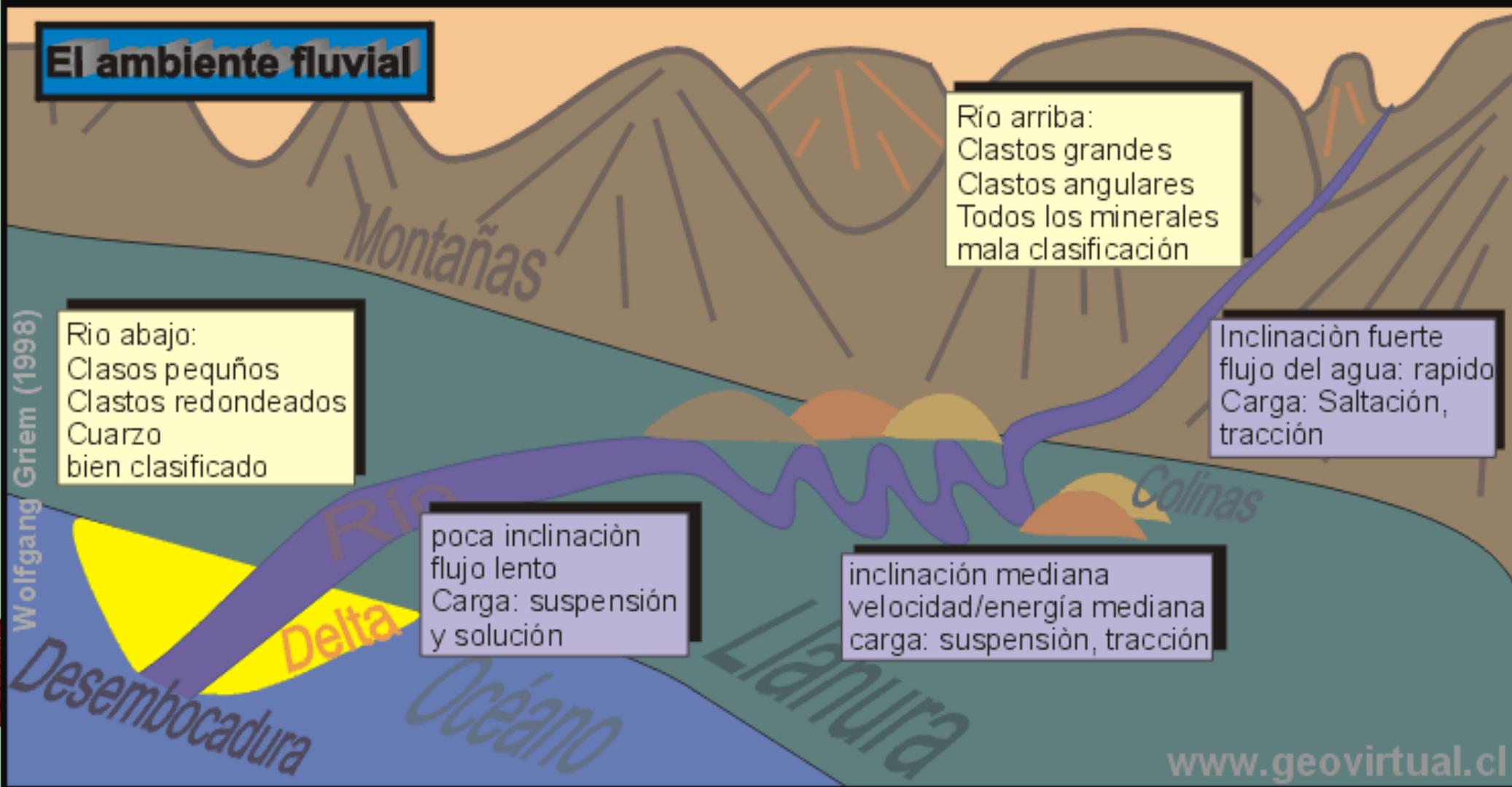
Río abajo:
Clastos pequeños
Clastos redondeados
Cuarzo
bien clasificado

Río arriba:
Clastos grandes
Clastos angulares
Todos los minerales
mala clasificación

Inclinación fuerte
flujo del agua: rápido
Carga: Saltación,
tracción

poca inclinación
flujo lento
Carga: suspensión
y solución

inclinación mediana
velocidad/energía mediana
carga: suspensión, tracción



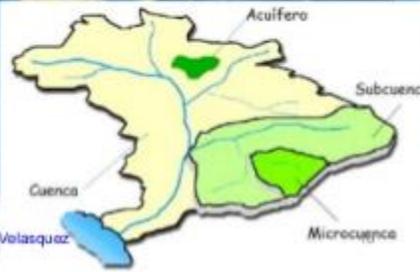
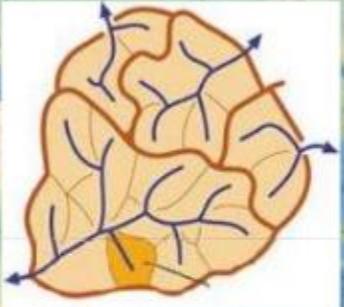
www.geovirtual.cl

<http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap05a-2.htm>

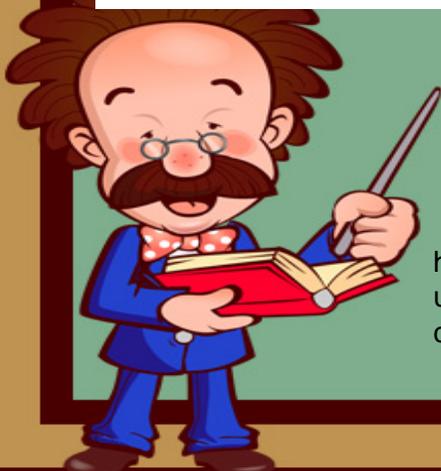
CUENCAS DE DRENAJE

Cuenca hidrográfica

- **Subcuenca:** unidad de drenaje de menor superficie que una cuenca y que forma parte de ésta.
- **Microcuenca:** mínima unidad territorial de drenaje dentro de una cuenca, y tributaria de una subcuenca.



Jul 14/2013
Ing. Rafael Ocaña Velásquez



<http://es.slideshare.net/rafaelocana79/enfoque-de-cuencas-para-el-desarrollo-urbano-ciudad-de-lima>



Exorreicas.

Drenan sus aguas al mar o al océano.

Endorreicas.

Desembocan en lagos, lagunas que no tienen salida fluvial al mar.

Arreicas.

Las aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de unirse a una red de drenaje.



<http://vennukp.blogspot.mx/2015/03/semana-3.html>

TIPOS DE CUENCAS.

Formación de Cuencas de Drenaje

► Procesos Geológicos.

- Internos o Endógenos : Son aquellos que se dan desde la estructura geológica del suelo

- **Orogénesis:** conjunto de procesos geológicos que se producen en los bordes de las placas tectónicas y que dan lugar a la formación de un orógeno o cadena montañosa.

- **Cratones:** unidad de la corteza terrestre continental que está formada por las rocas más antiguas del planeta, Los cratones se encuentran en las zonas centrales de los continentes son regiones muy estables.

- **Fallas:** Es una línea de fractura a lo largo de la cual una sección de la corteza terrestre se ha desplazado con respecto a otra. El movimiento responsable de la dislocación puede tener dirección vertical, horizontal o una combinación de ambas.

- **Volcanes:** formación geológica que consiste en una fisura en la corteza terrestre sobre la que se acumula un cono de materia volcánica. El cono se forma por la deposición de materia fundida y sólida que fluye o es expelida a través del cráter desde el interior

- **Sismos:** El movimiento súbito de la superficie terrestre es una manifestación de procesos endógenos que pueden provocar olas sísmicas (**tsunamis**), aludes, colapso de superficies o subsidencia y fenómenos relacionados.



- **Factores Externos o Exógenos:** Cualquier medio natural capaz de mover la materia terrestre se llama agente geomorfológico.
 - ▶ **Los Ríos:** Son las masa de agua que corren a lo interno de una cuenca.
 - ▶ **Las Aguas Subterráneas:** Masa de agua que se forman del agua de infiltración:
 - ▶ **Los Glaciares:** gran masa de hielo, normalmente en movimiento descendente desde el área de acumulación por acción de la gravedad.
 - ▶ **Viento:** aire en movimiento horizontal propio de la atmósfera;
 - ▶ **Erosión:** Movimiento de masas de tierra laderas abajo
 - ▶ **Meteorización:** Proceso de desintegración de la roca



Patrones de Drenaje

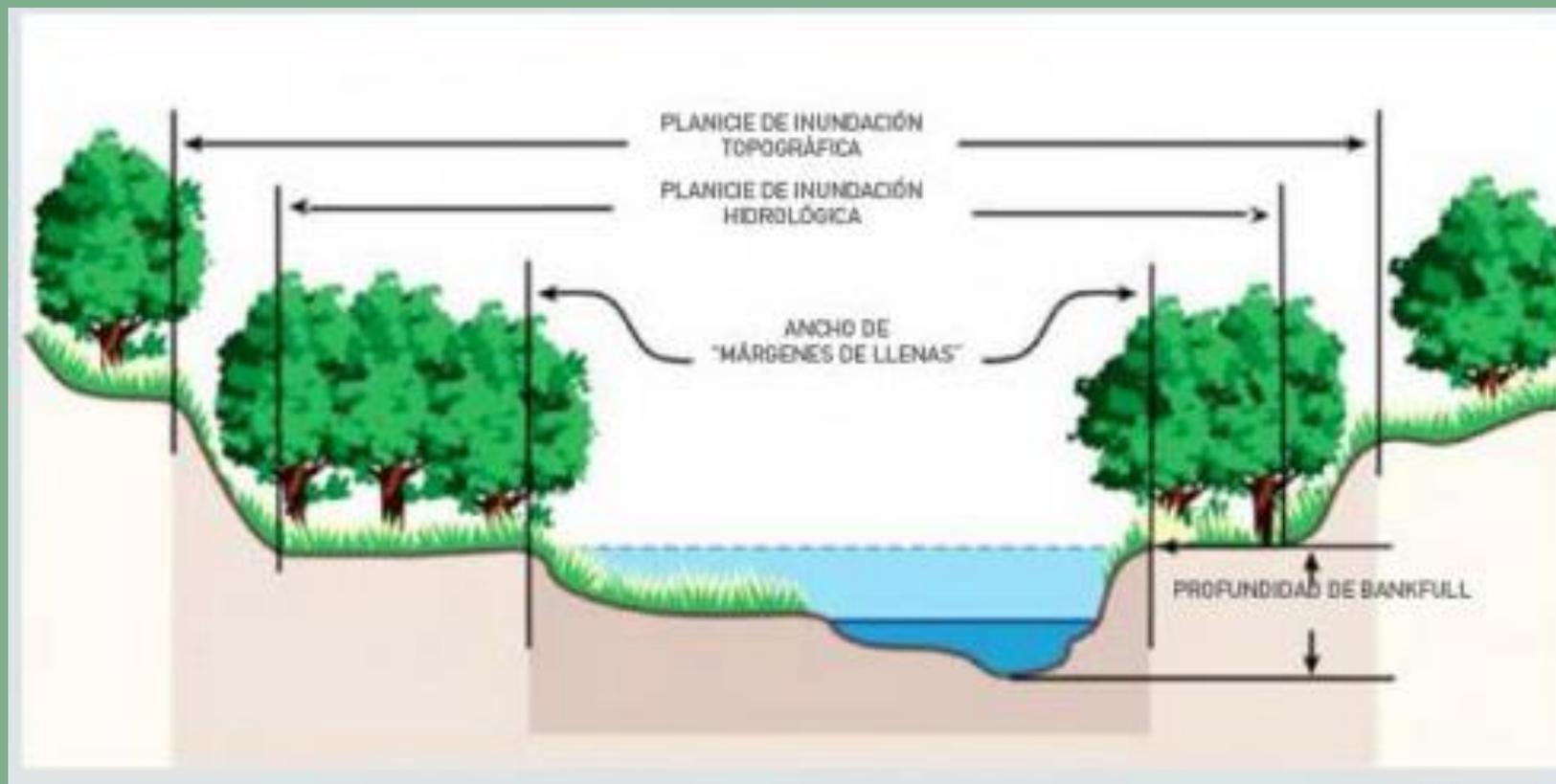
Los Patrones de Drenaje son los modelos formados por los canales que colectan, llevan y descargan el agua desde la superficie de las formas de la tierra.

- ▶ **Factores que Determinan los Patrones de Drenaje:**
 - Historia geológica y dinámica geomorfológica del territorio.
 - Diferencias en la composición y dureza de las rocas subyacentes.
 - Movimientos tectónicos recientes.
 - Intensidad y largo de la pendiente y
 - Factores hidroclimáticos.

Índices Morfométricos

- ▶ **Numero de Corriente:** Representa la cantidad de corrientes de cada categoría de una cuenca de drenaje determinada.
- ▶ **Longitud de la Corriente:** Mide la longitud media de una corriente de cada categoría, y se calcula dividiendo la longitud total de las corrientes de una categoría dada por el número de corrientes de que consta.
- ▶ **Cociente de Bifurcación:** El cociente de bifurcación es la proporción existente entre el número de corrientes de una categoría y el de la siguiente. Se calcula dividiendo el número de corrientes de la categoría inferior por el número de corrientes de la superior.
- ▶ **Área de Drenaje:** El área de drenaje representa la extensión de drenaje media de las corrientes de cada categoría;





The terms river morphology and its synonym fluvial geomorphology are used to describe the shapes of river channels and how they change over time.



PROCESOS Y GEOFORMAS FLUVIALES

- Erosión
 - Valle
 - Canal
 - Escarpa fluvial
- Acumulación
 - Planicies aluviales
 - Abanicos aluviales
 - Barras
 - Deltas



Valle, canal y planicie aluvial



Erosión y transporte



Deposición

Abanicos aluviales



Deltas



Delta del Río Paraná



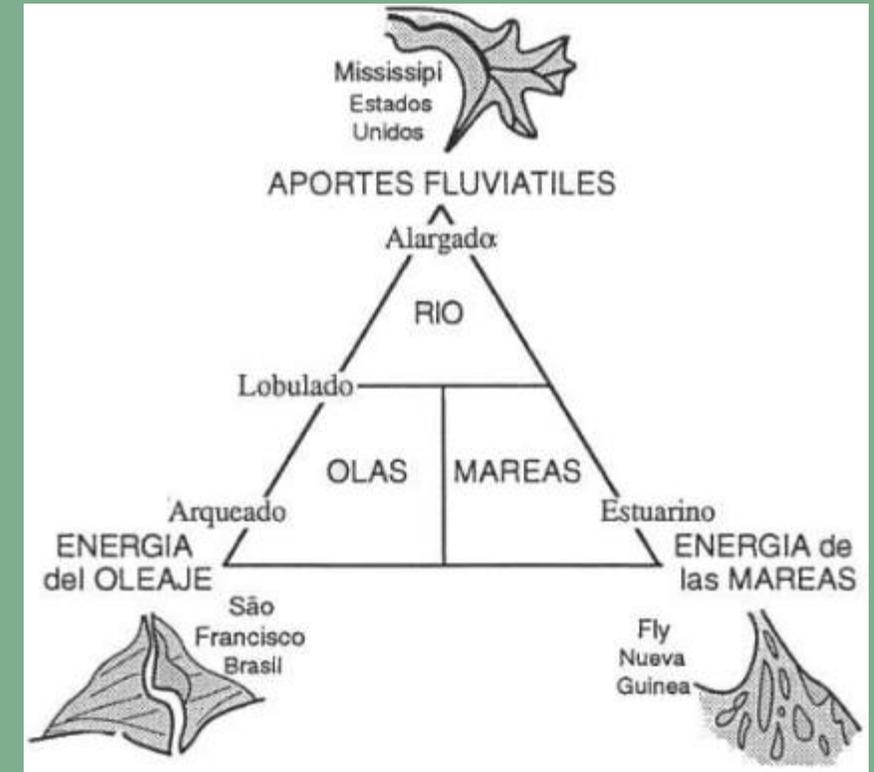
Los deltas se dividen en tres tipos según la relación entre la densidad de las aguas afluentes y las receptoras:

Delta de flujo homopícnico: las aguas afluentes y las receptoras son de densidades similares, se suele dar cuando las aguas receptoras corresponden a lagos fluvio-proglaciares. En este caso la mezcla de aguas es casi instantánea y la sedimentación rápida.

Delta de flujo hiperpícnico: las aguas afluentes son de mayor densidad que las receptoras, se produce una corriente basal de alta densidad que lleva los sedimentos a zonas profundas, por tanto limita mucho el crecimiento del delta. Con estas condiciones son pocos los ejemplos.

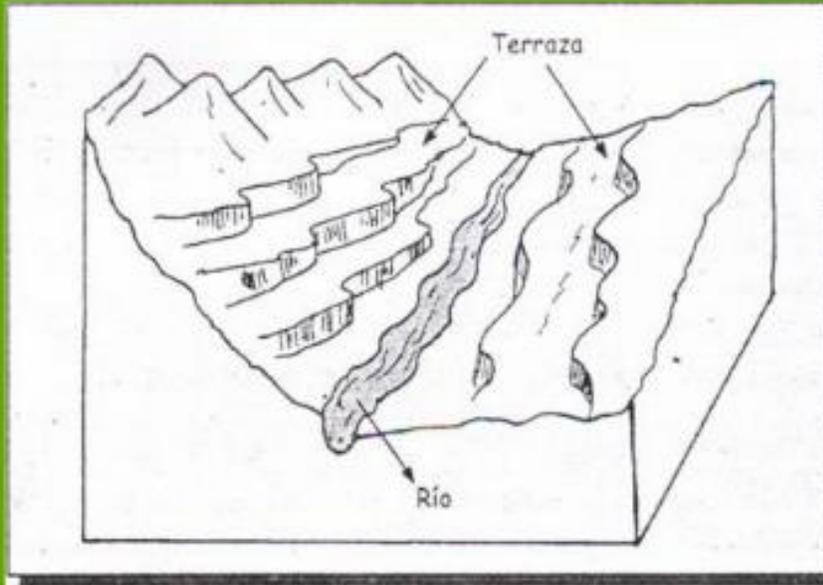
Delta de flujo hipopícnico: Se producen cuando las aguas afluentes son menos densas que las receptoras, normalmente deltas marinos. En este caso las aguas afluentes se mantienen en la superficie debido a su menor densidad y las sustancias que transportan se van decantando en el fondo.

Las formas típicas de los deltas son cónicas, como el Delta del Ebro, o de Abanico, como el Delta del Nilo.



GEOFORMAS POR DEGRADACION FLUVIAL

Valles en V.
Cataratas
Cascadas
Rápidos
Cañón
Meandros



GEOFORMAS POR AGRADACION FLUVIAL

Terrazas
Conos de Deyección
Deltas
Estuarios

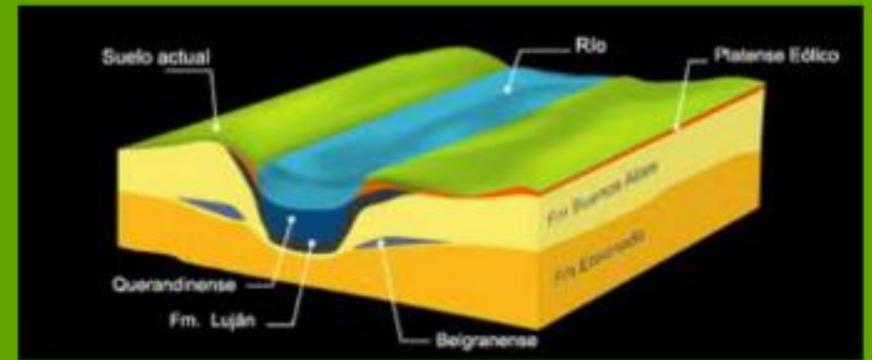
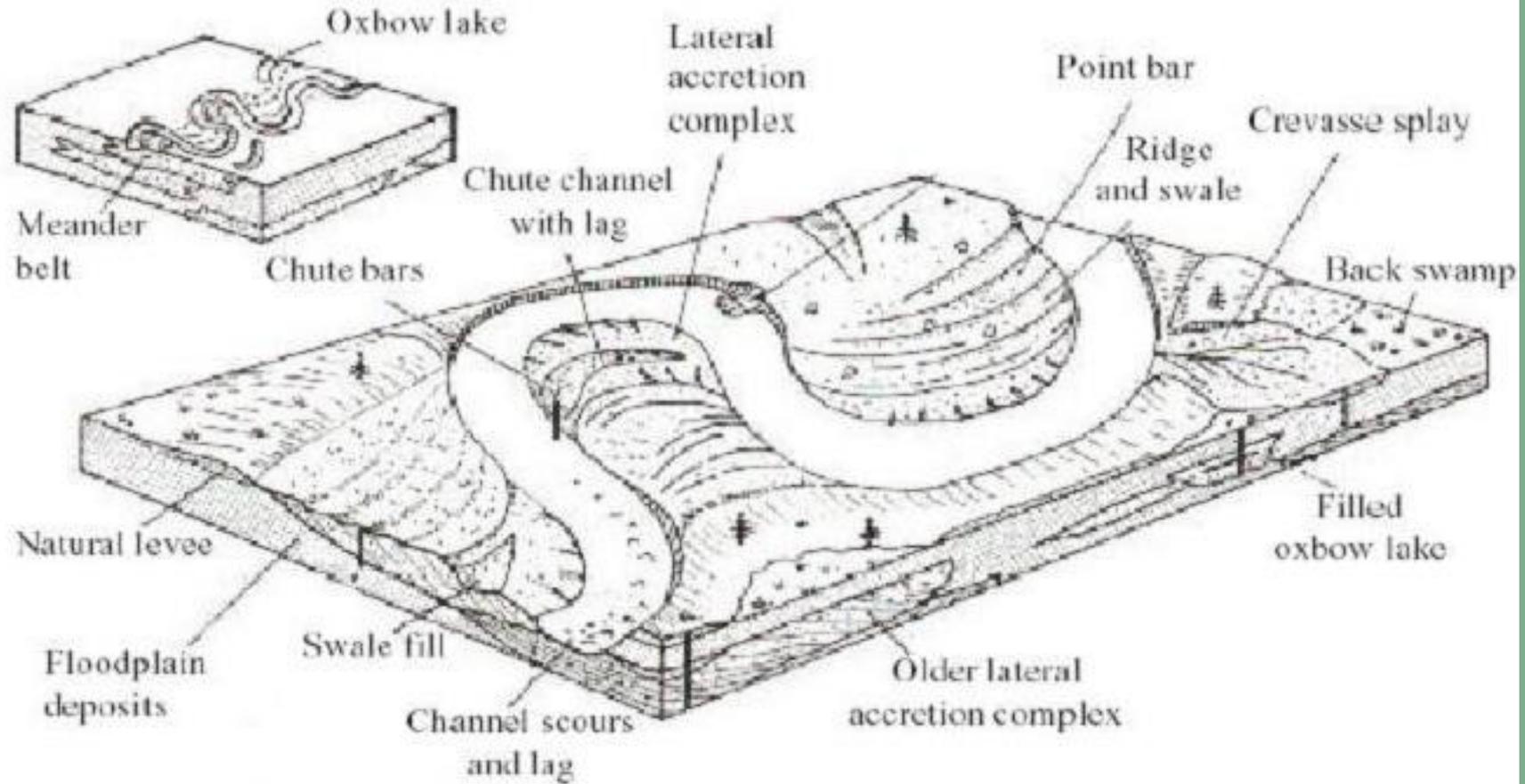


Figura 4.- el clásico río meandroso. Fuente: Allen, 1964.

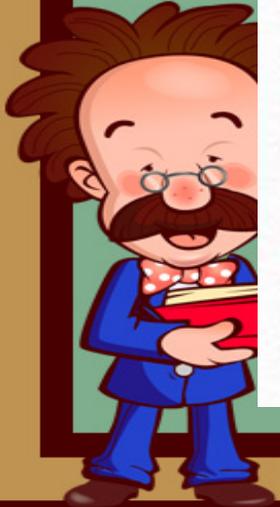
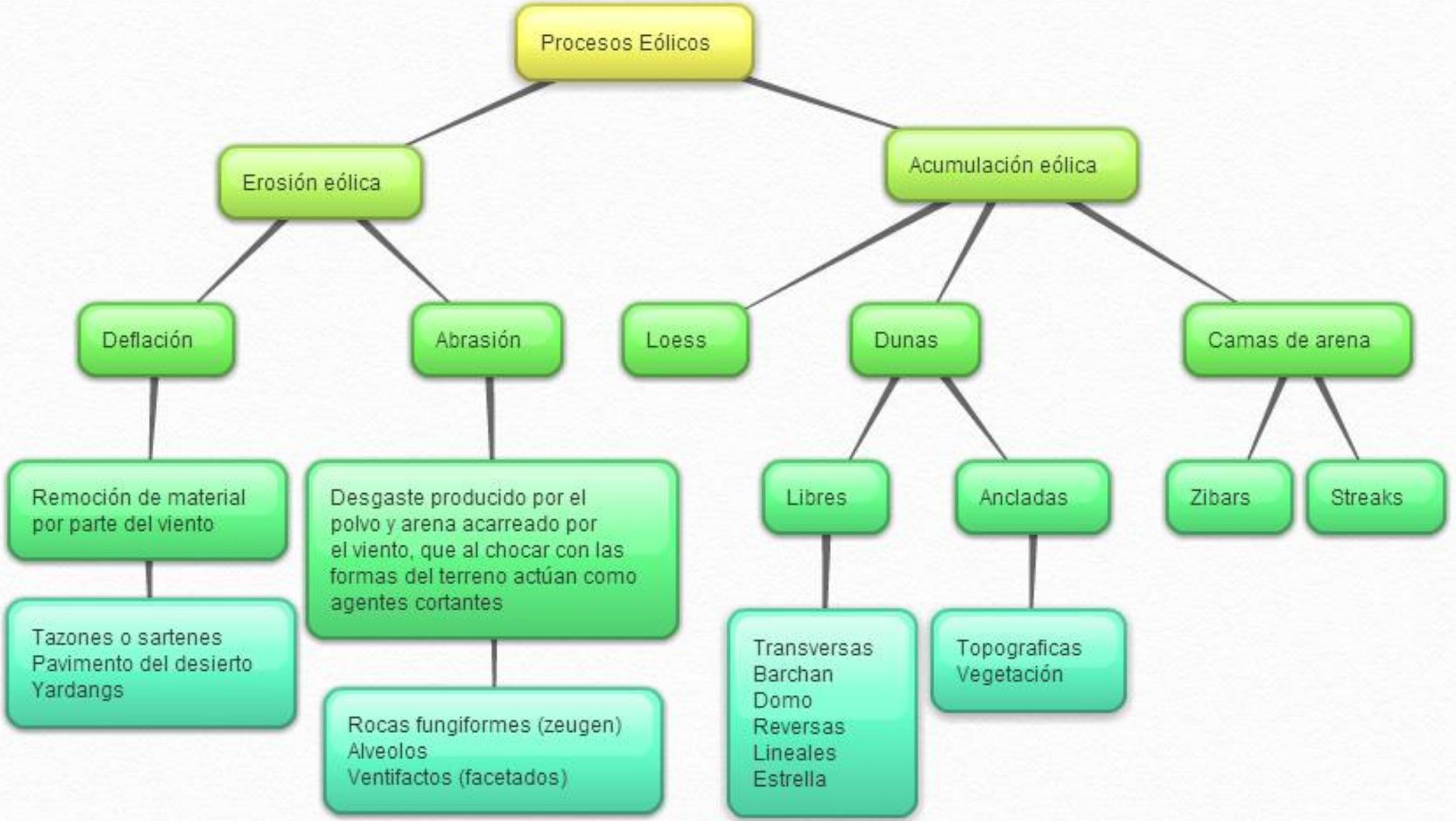


PROCESOS Y GEOFORMAS EÓLICAS

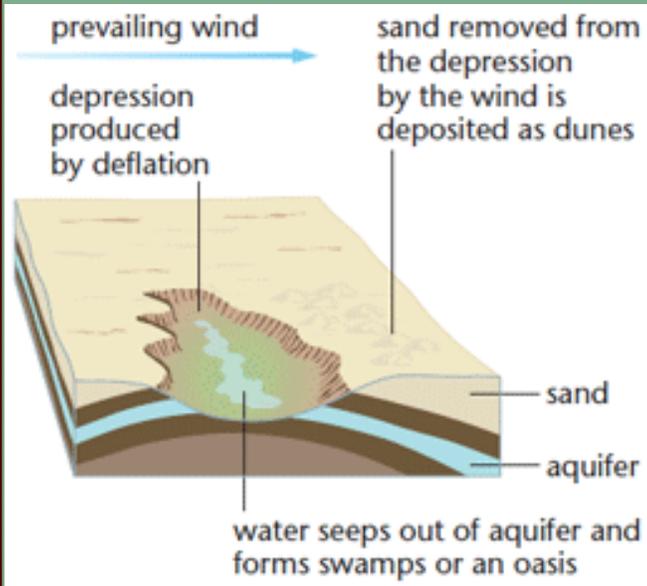
Características

- Clima es seco, y el terreno no tiene cobertura vegetal y esta conformado por roca o sedimentos.
- Existen geoformas producto de la erosión del viento y de la depositación de detritos transportados por el mismo.
- Erosión eólica





DEFLACIÓN



El viento desplaza los fragmentos más finos, poco a poco los clastos más grandes van quedando atrás

Tazones



Pavimento del desierto



ABRASIÓN

Proceso en el cual el viento produce un deterioro y pulido de la roca chocando contra ella





Acanaladuras y estrías



Facetas o facetados
Clastos con aristas
marcadas
(microcrestas)

DESIERTOS

Hammadas (rocoso):

Reg (pedregoso):

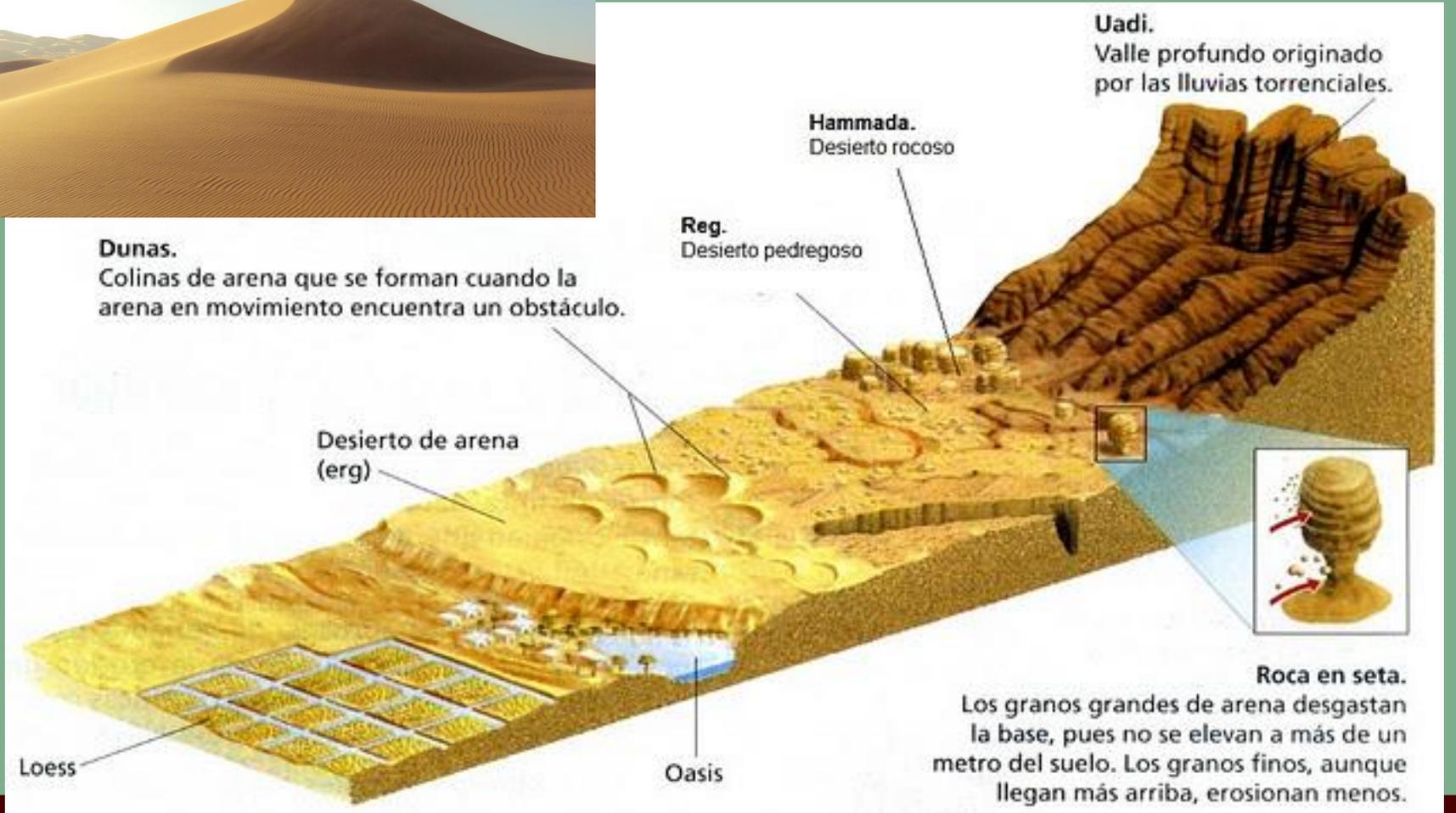


DESIERTOS

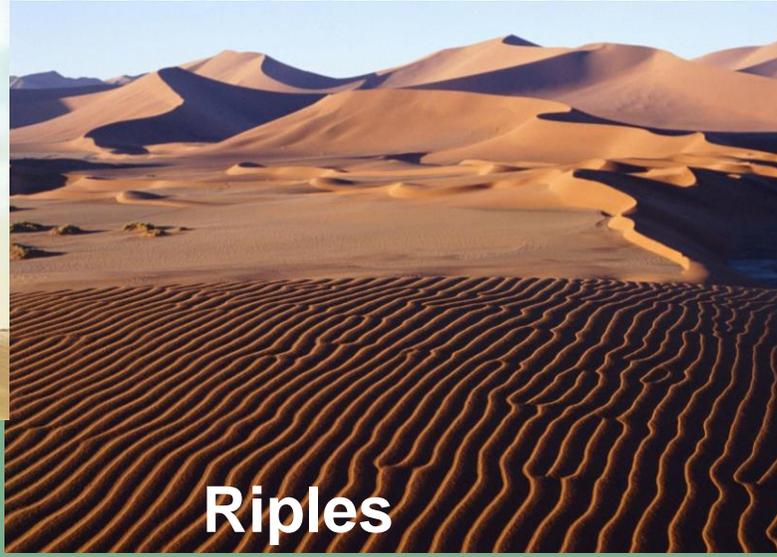
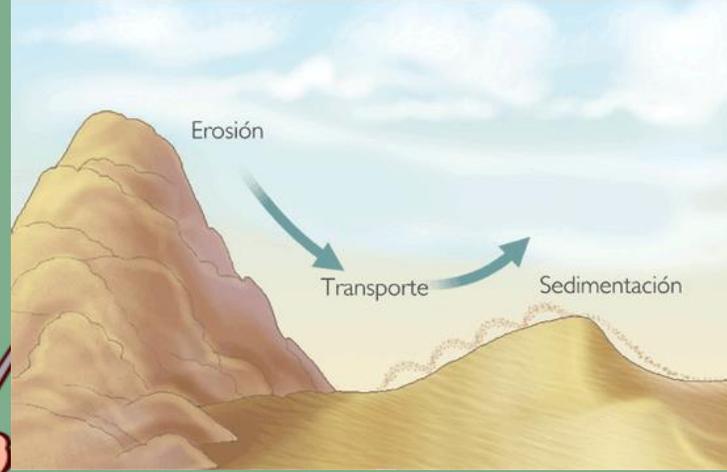
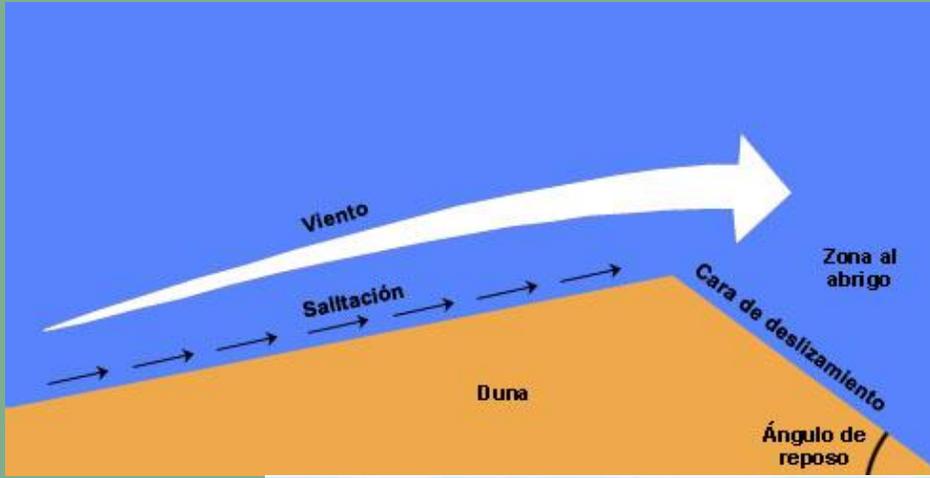
Erg (arenoso):



DISTRIBUCIÓN



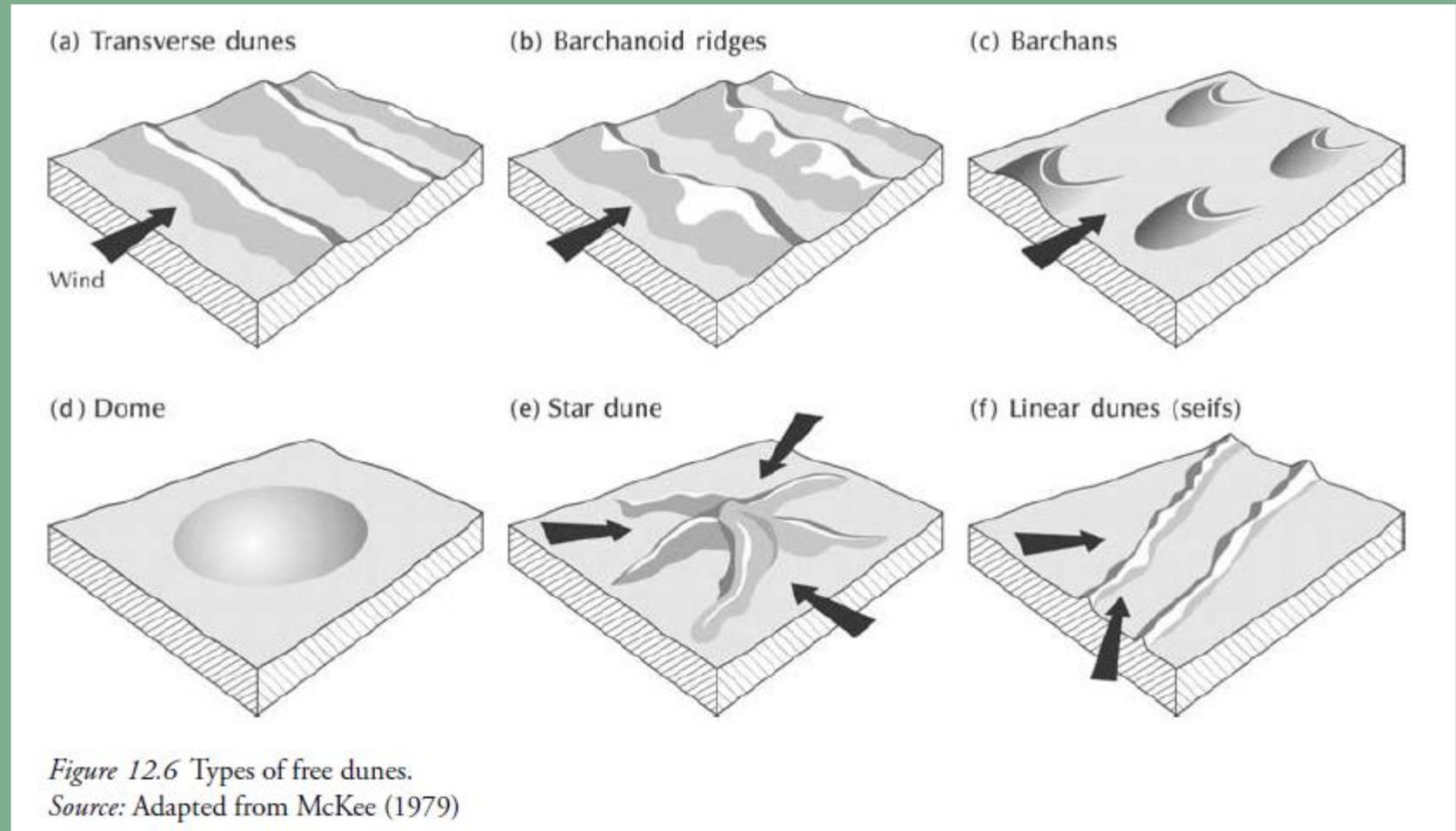
DUNAS



Ripples



DUNAS LIBRES



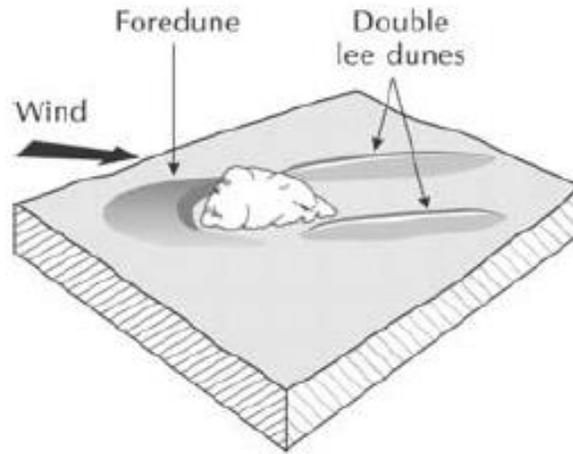
<http://www.lateinamerika-studien.at/content/natur/naturesp/natur-640.html>



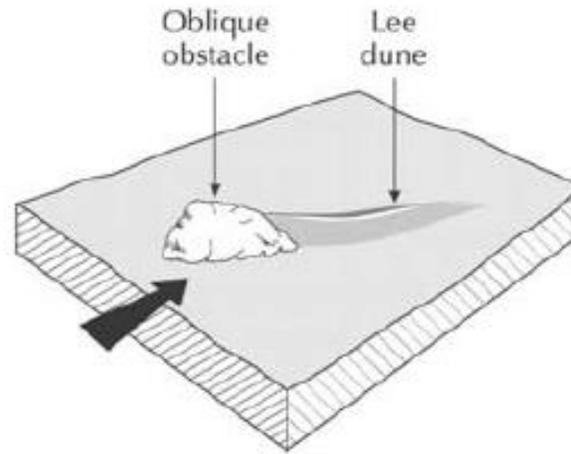
DUNAS ANCLADAS



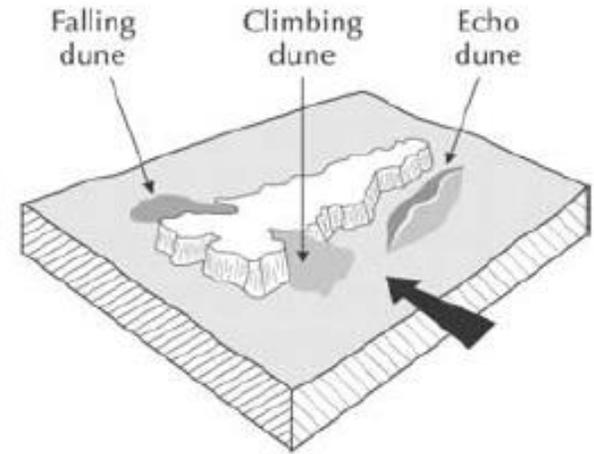
(a) Dunes round obstacle



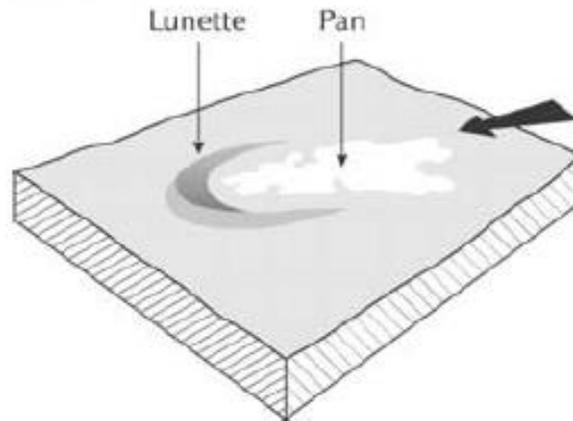
(b) Single lee dune



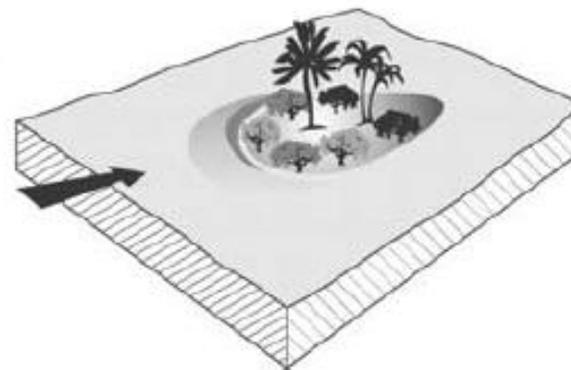
(c) Climbing, falling, and echo dunes



(d) Lunette



(e) Nabkha



(f) Parabolic dunes

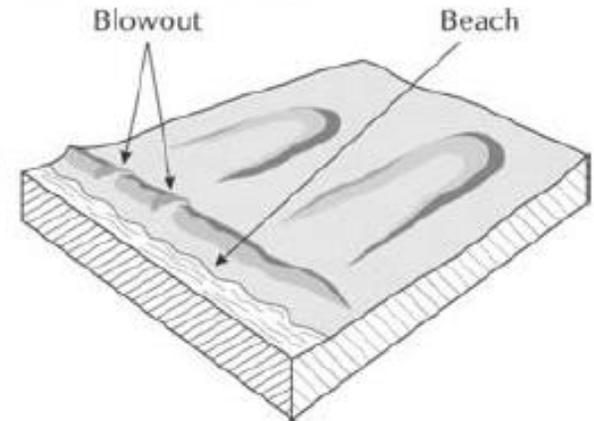


Figure 12.7 Types of anchored dunes.

Source: Partly adapted from Livingstone and Warren (1996, 88)



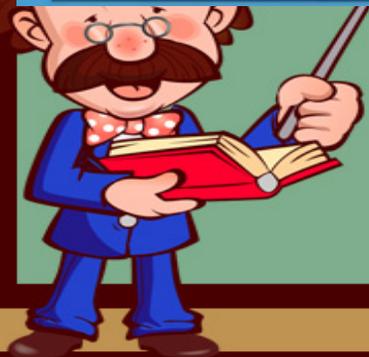
LOESS

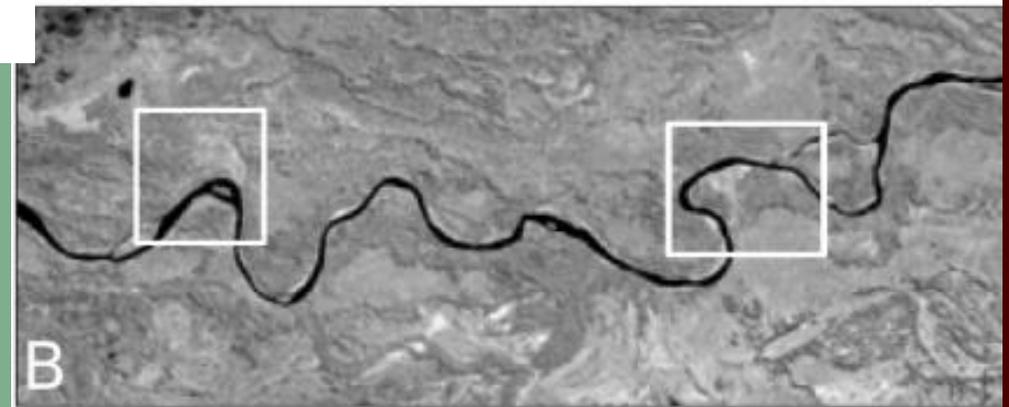
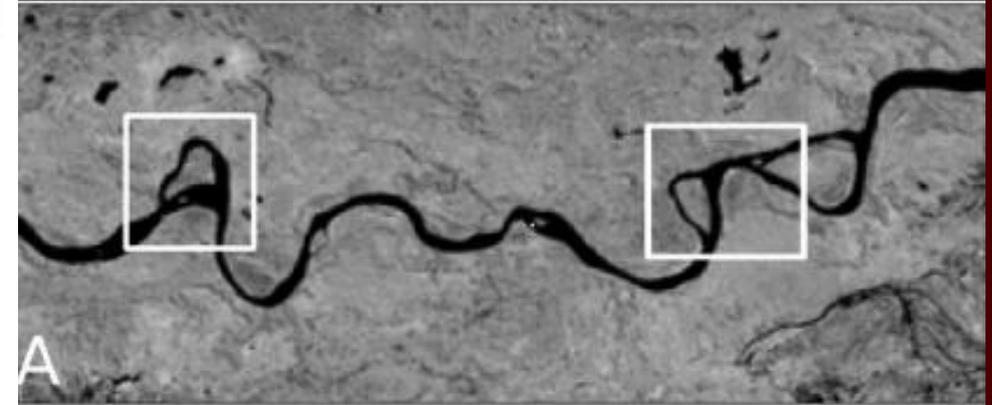
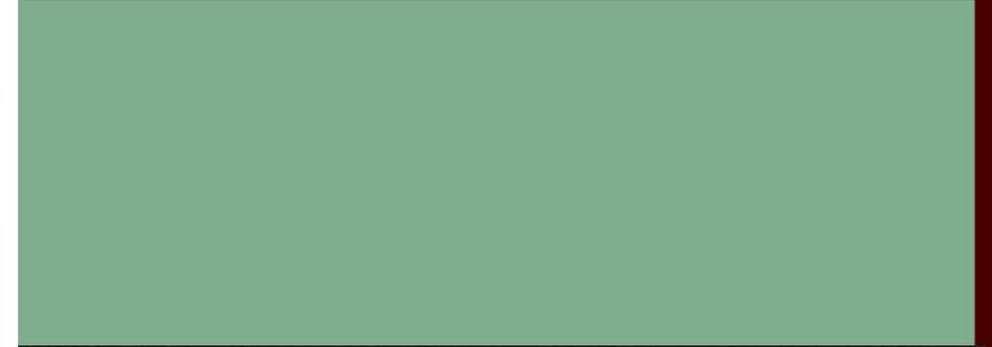
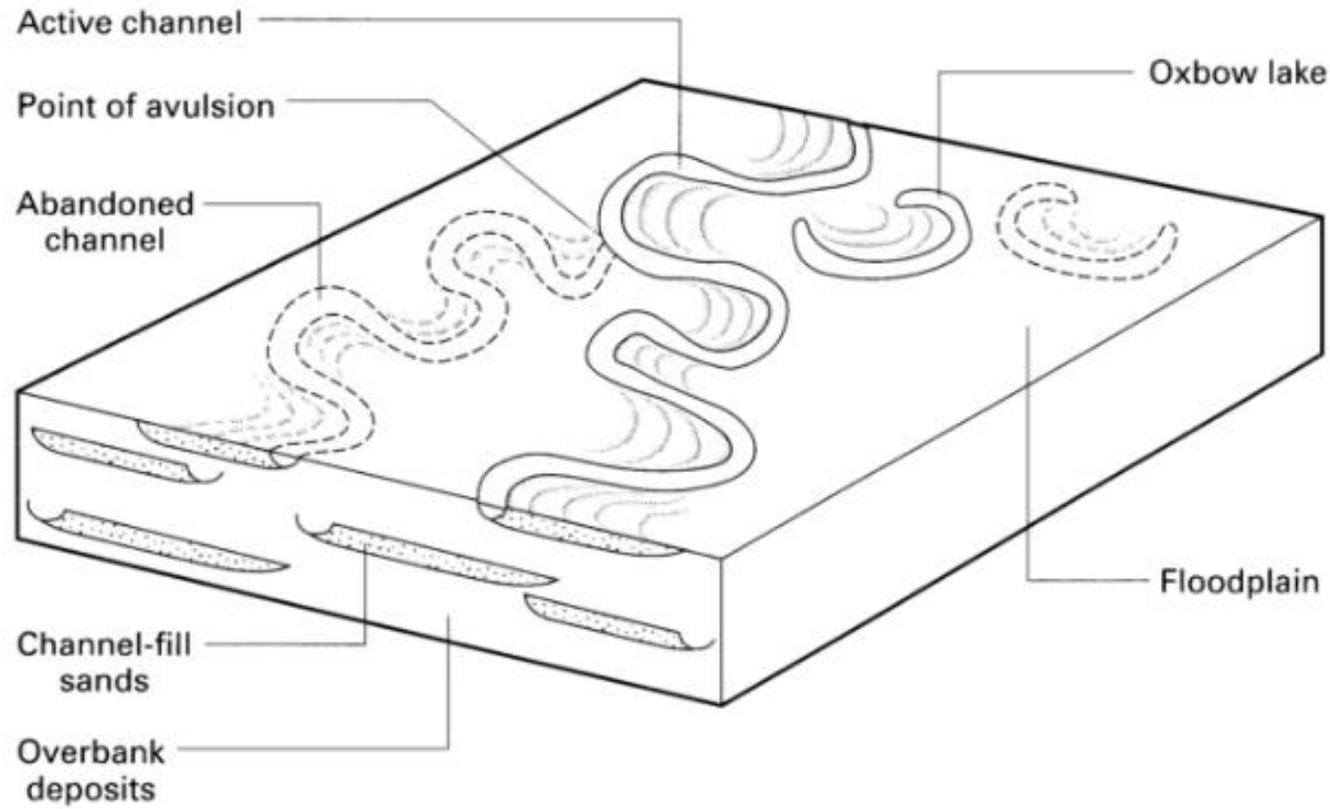
Depósitos de limo



AVULSION

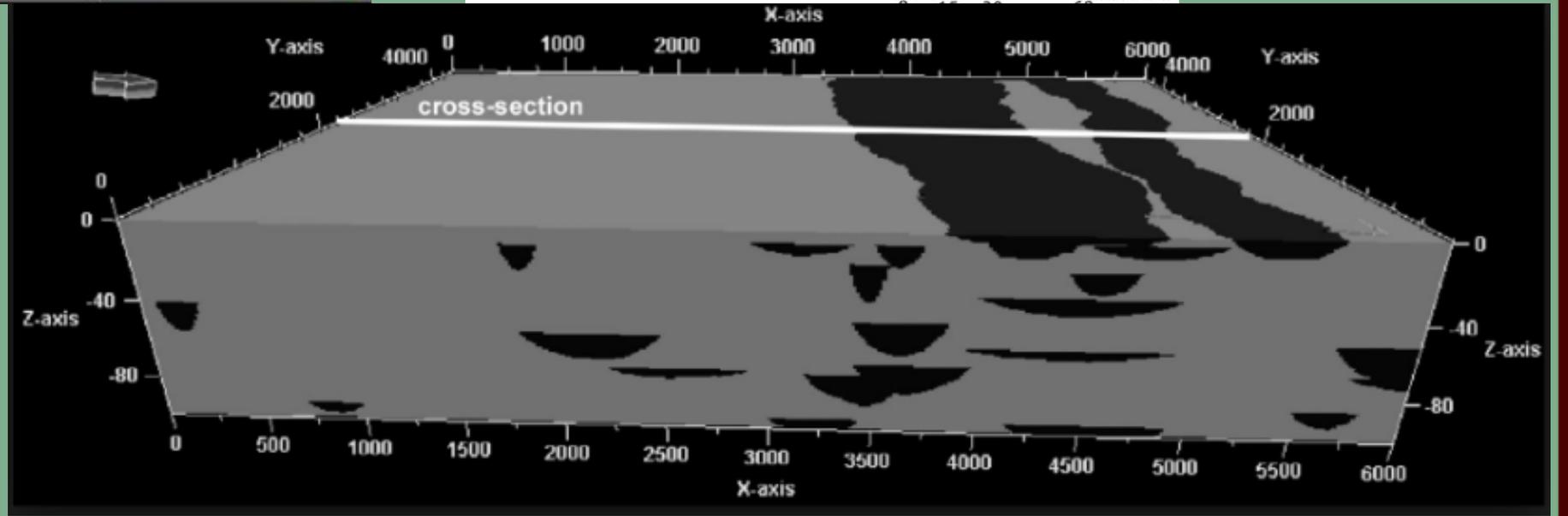
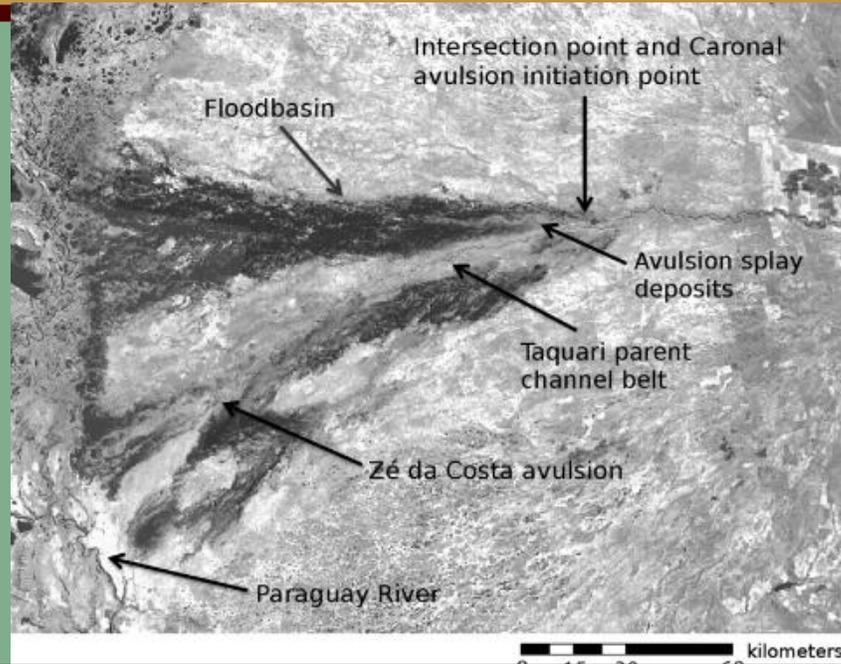
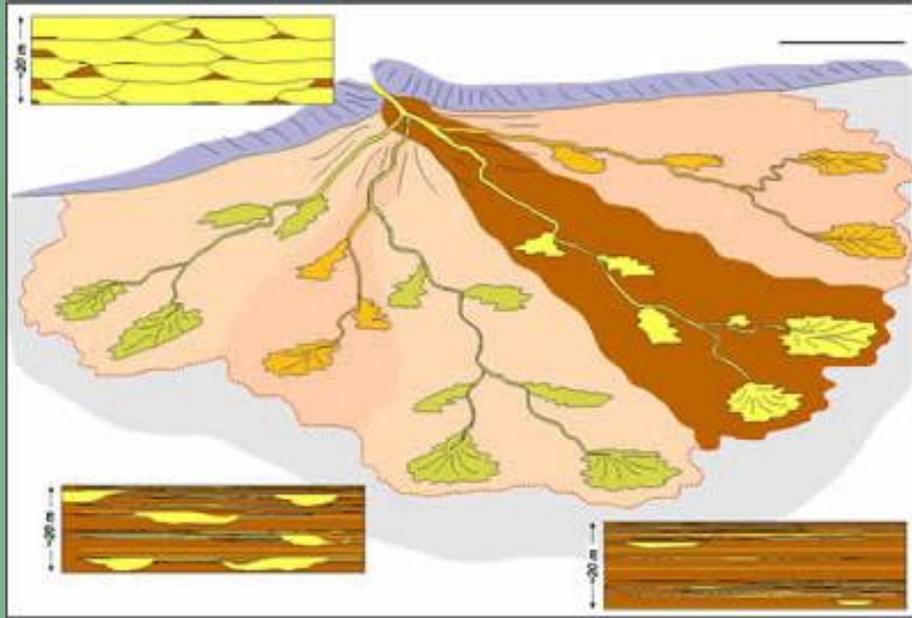
La **avulsión**, en geología sedimentaria y geomorfología fluvial, es el abandono rápido de un cauce de un río y la formación de uno nuevo. Las avulsiones ocurren como resultado de que las pendientes del cauce son mucho menores que la pendiente que el río podría adquirir si tomara un nuevo rumbo.





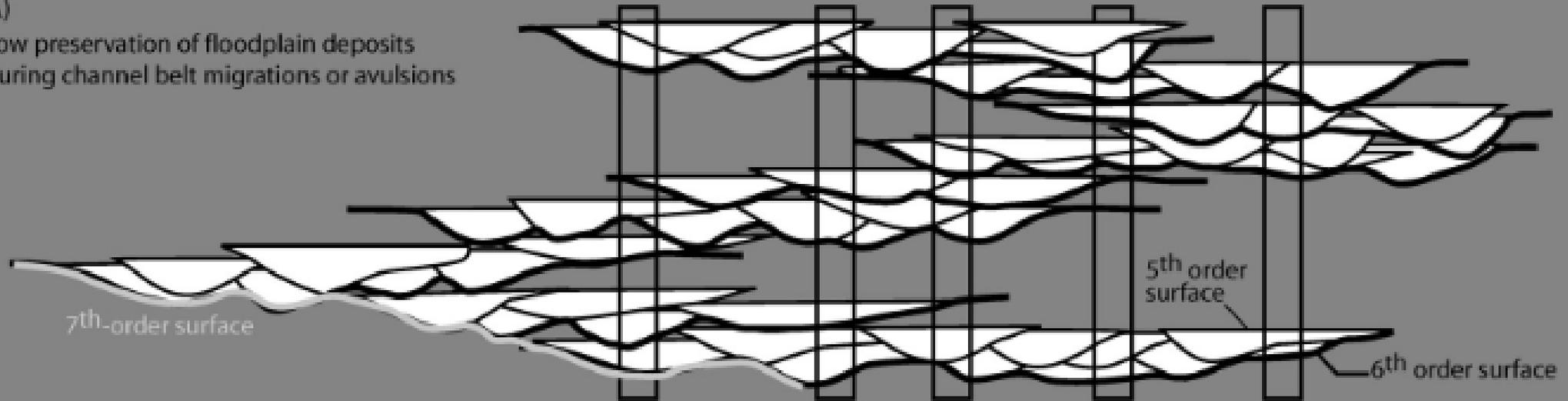
0 0.5 1 2 kilometers





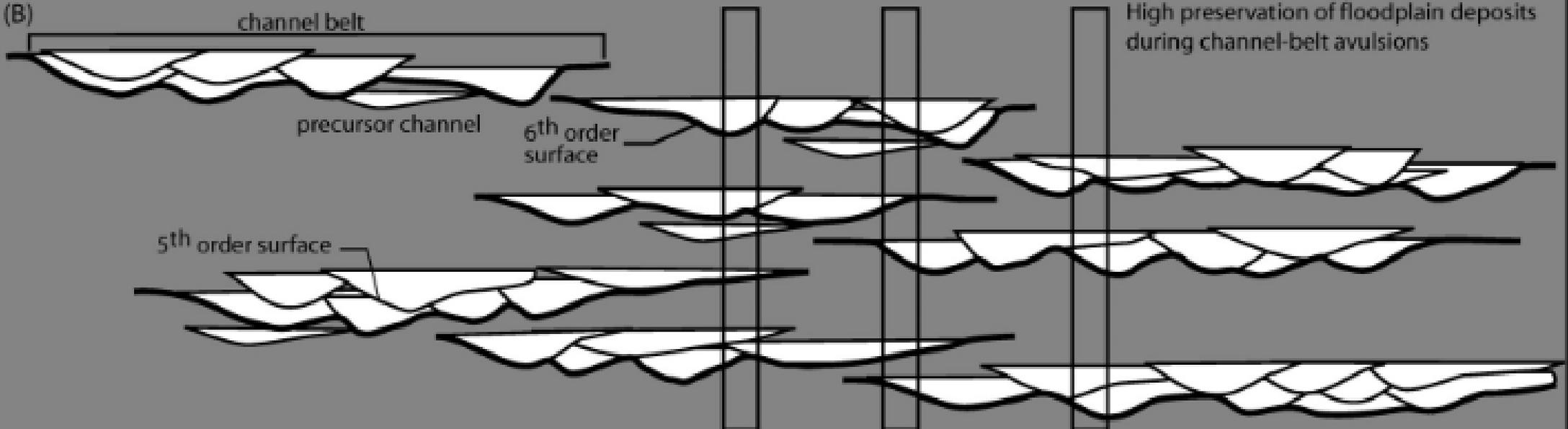
(A)

Low preservation of floodplain deposits during channel belt migrations or avulsions



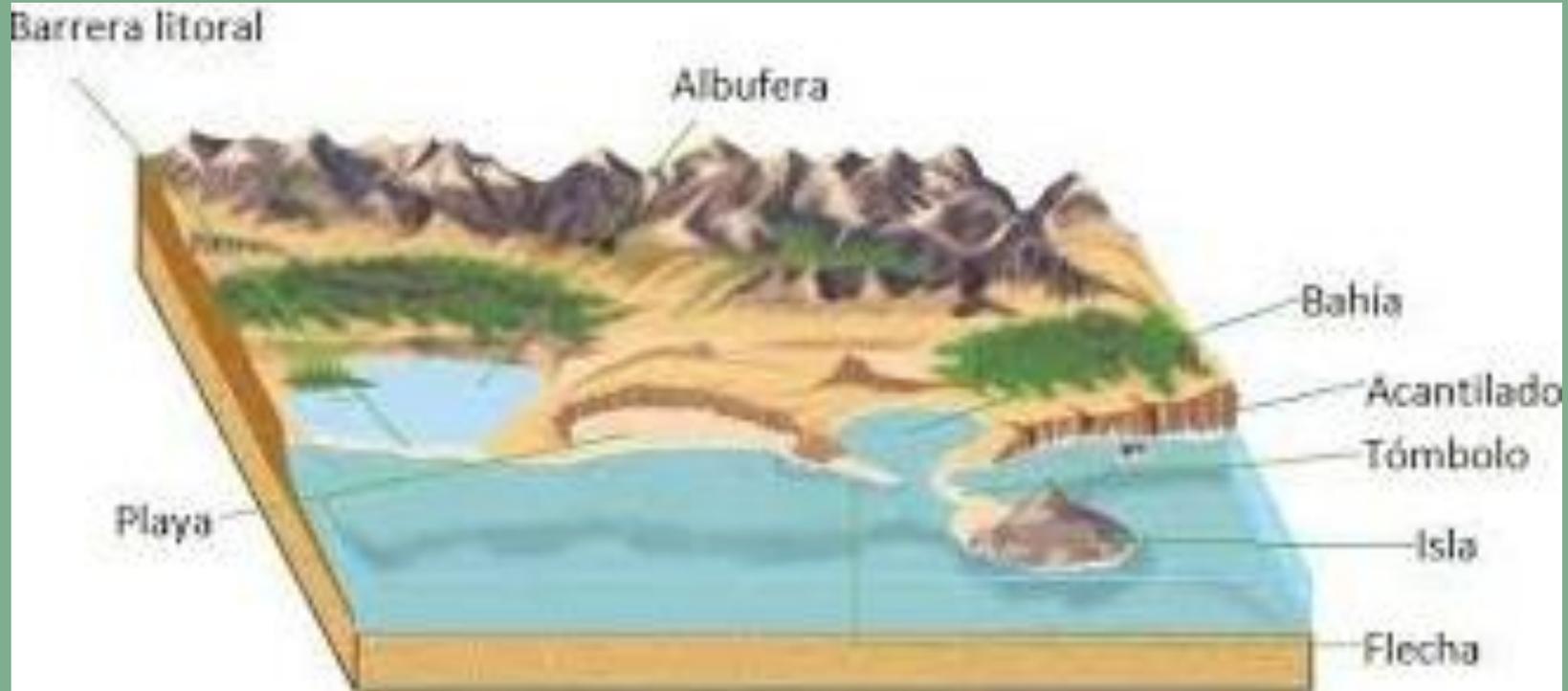
(B)

High preservation of floodplain deposits during channel-belt avulsions



In geomorphology, drainage systems are the patterns formed by the streams, rivers, and lakes in a particular drainage basin.





REFERENCIAS

<http://www.monografias.com/trabajos59/geomorfologia/geomorfologia.shtml>

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/1bachillerato/petrogeneticos/contenido6.htm>

https://prezi.com/dl_fo2i4rf1i/es-la-capa-mas-superficial-de-la-corteza-terrestre-que-resu/

http://www.ugr.es/~ren03366/DEA/TEMAS/memoria/3_MOVIMIENTOS.pdf

<http://www.aula2005.com/html/cn1eso/04lalitosfera/04lalitosferaes.htm>

<http://slideplayer.es/slide/3278709/>

<http://geolo-geomor.blogspot.mx/2015/06/semana-xii-geomorfologia-fluvial.html>

http://ggyma.geo.ucm.es/docencia/documentos/S_geomorfologia

