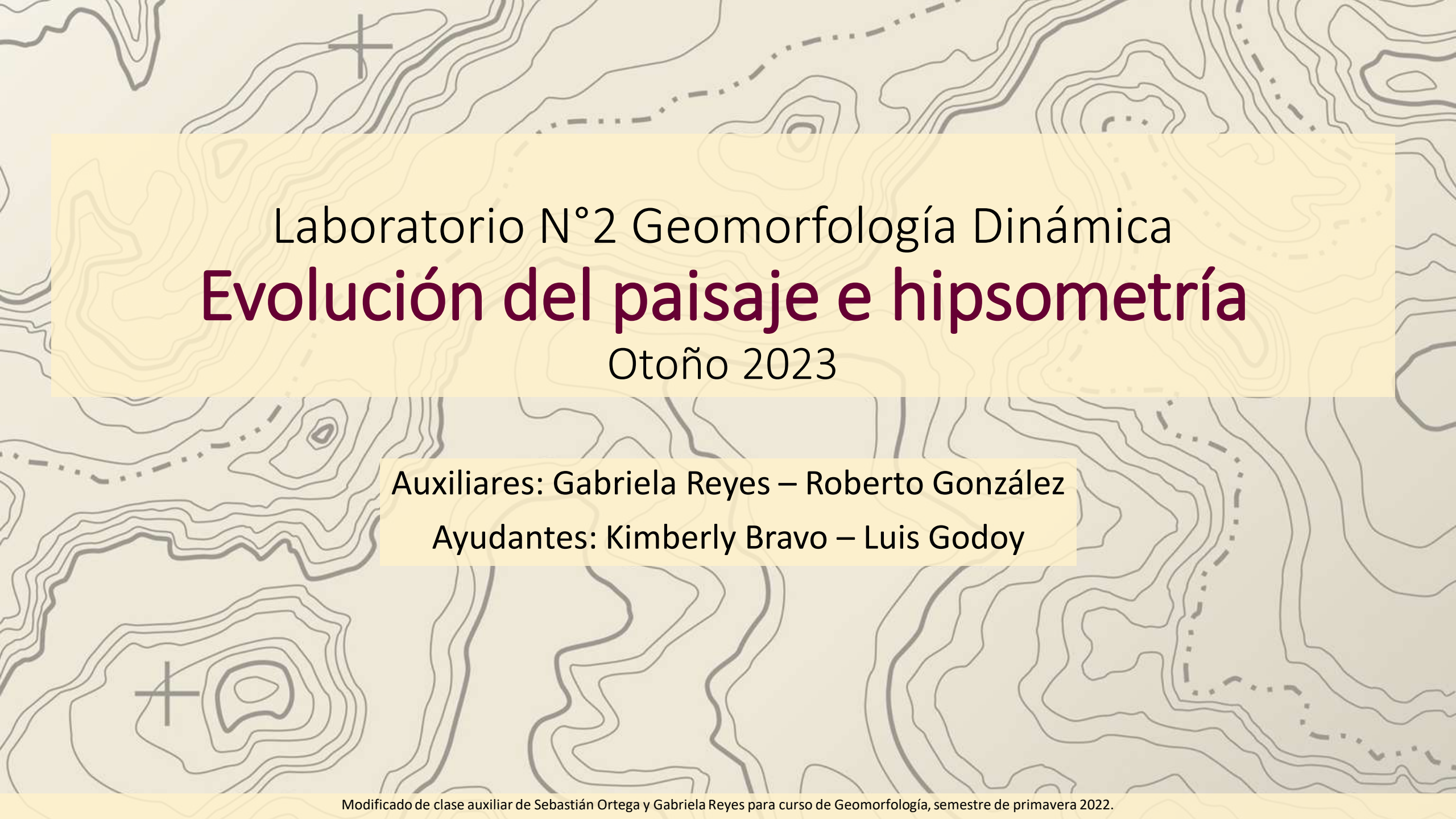




Laboratorio N°2 Geomorfología Dinámica

Evolución del paisaje e hipsometría

Otoño 2023

Auxiliares: Gabriela Reyes – Roberto González
Ayudantes: Kimberly Bravo – Luis Godoy

Conceptos claves

- **Unidades morfoestructurales principales**



Tomado de clase auxiliar de Francisco Báez, Sebastián Perroud, Vicente Méndez y Camila Villanueva para curso de Geomorfología, semestre de primavera 2019.

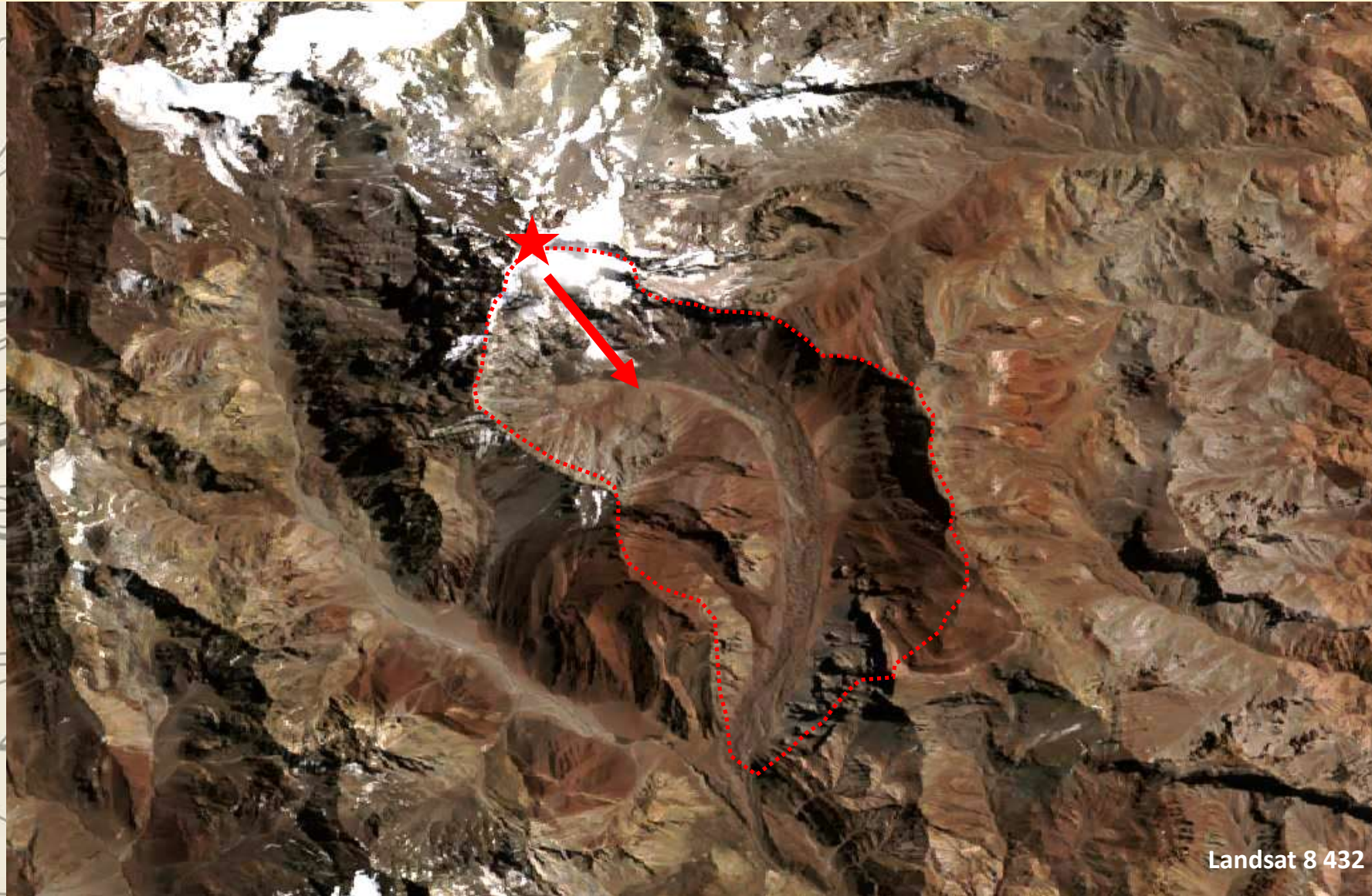
Conceptos claves

- **Cuenca:** Accidente geográfico que consiste en una depresión en la superficie de la Tierra, rodeado de altos topográficos y, por lo general, relleno por material sedimentario.
- **Cuenca hidrográfica o de drenaje:** Es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural desembocando en el mismo exutorio.
- **Línea divisoria de aguas:** Límite entre cuencas hidrográficas vecinas. A cada lado de la esta línea imaginaria, las aguas de lluvia serán recogidas por ríos pertenecientes a cada cuenca.
- **Redes de drenaje:** Red natural de transporte gravitacional de agua, sedimentos y/o contaminantes, formada por ríos, lagos y flujos subterráneos, las cuales son alimentadas por lluvias o nieve derretida.

Cuenca hidrográfica



Cuenca hidrográfica

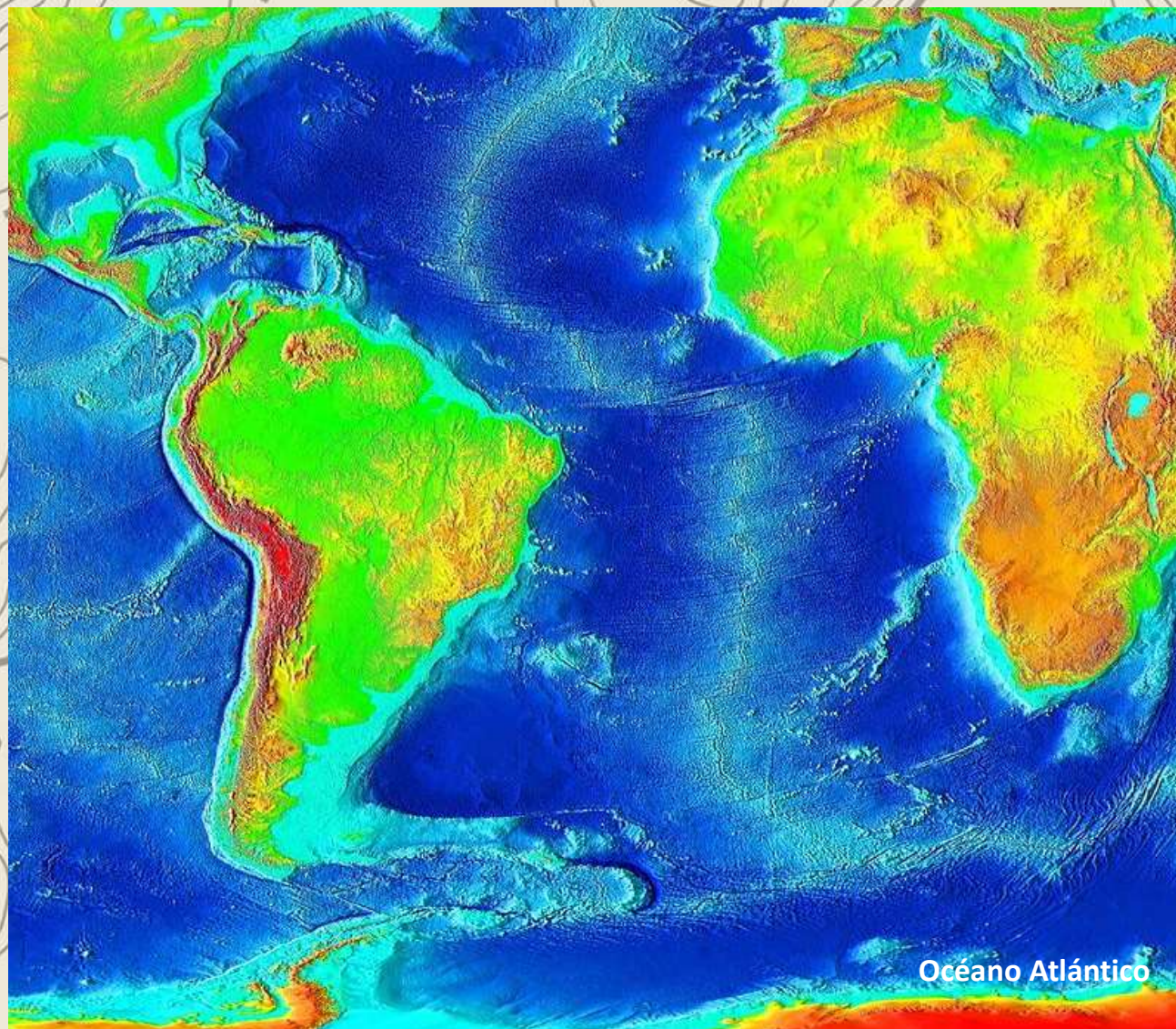


Cuenca sedimentaria

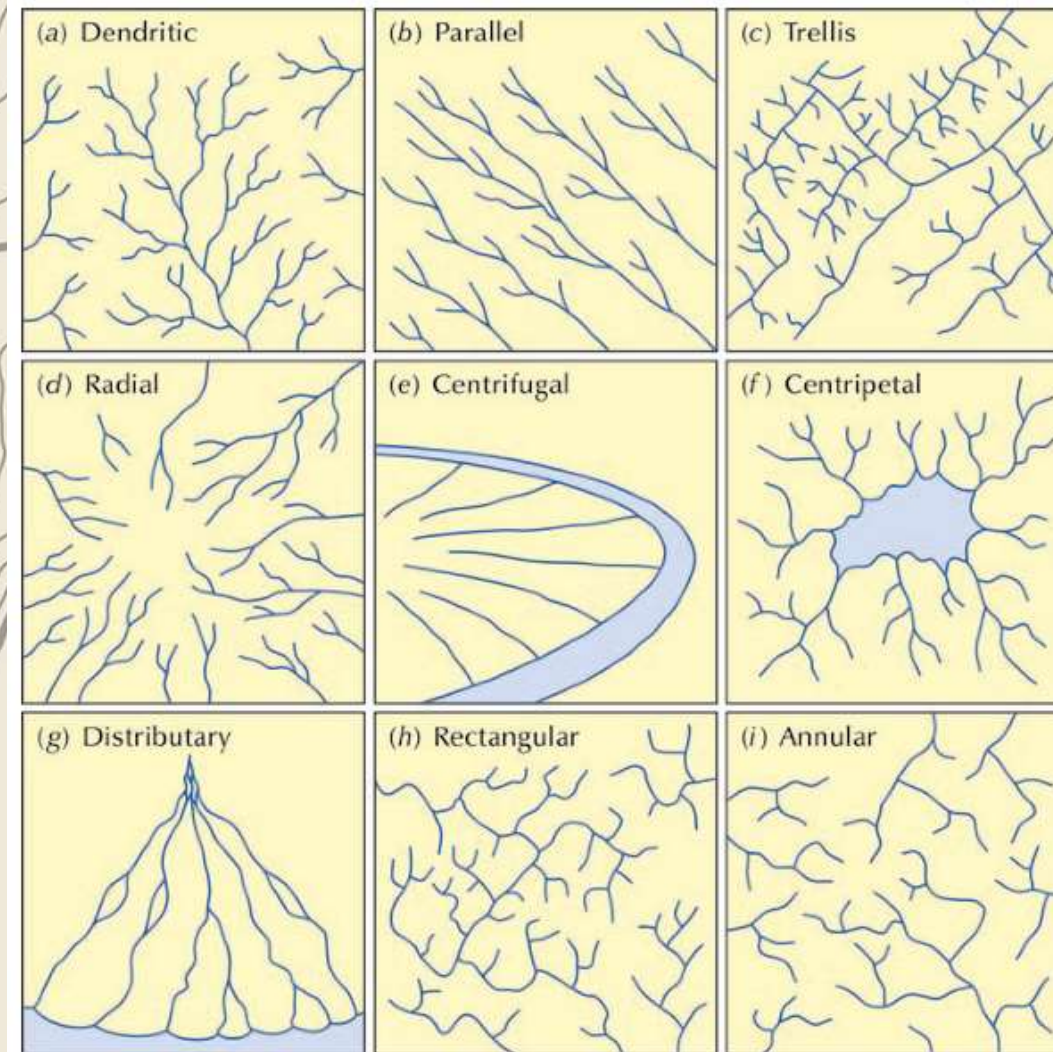


Cuenca del Tarim, desierto de Taklamakán, China

Cuenca oceánica



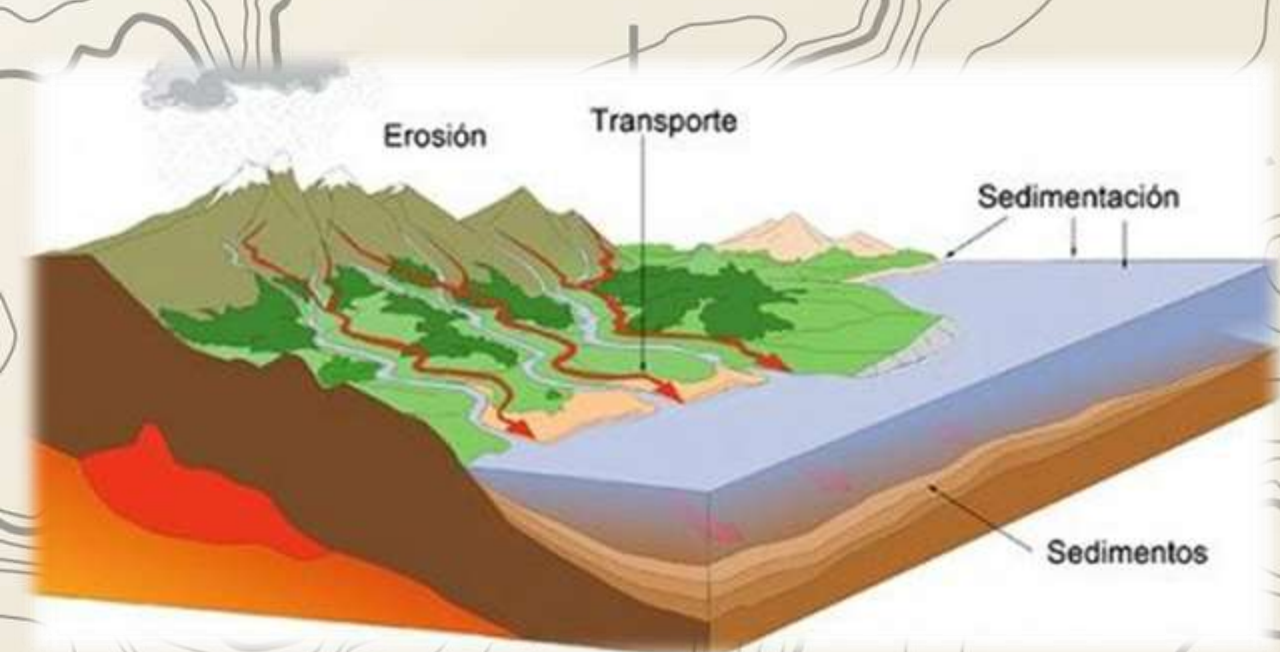
Redes de drenaje



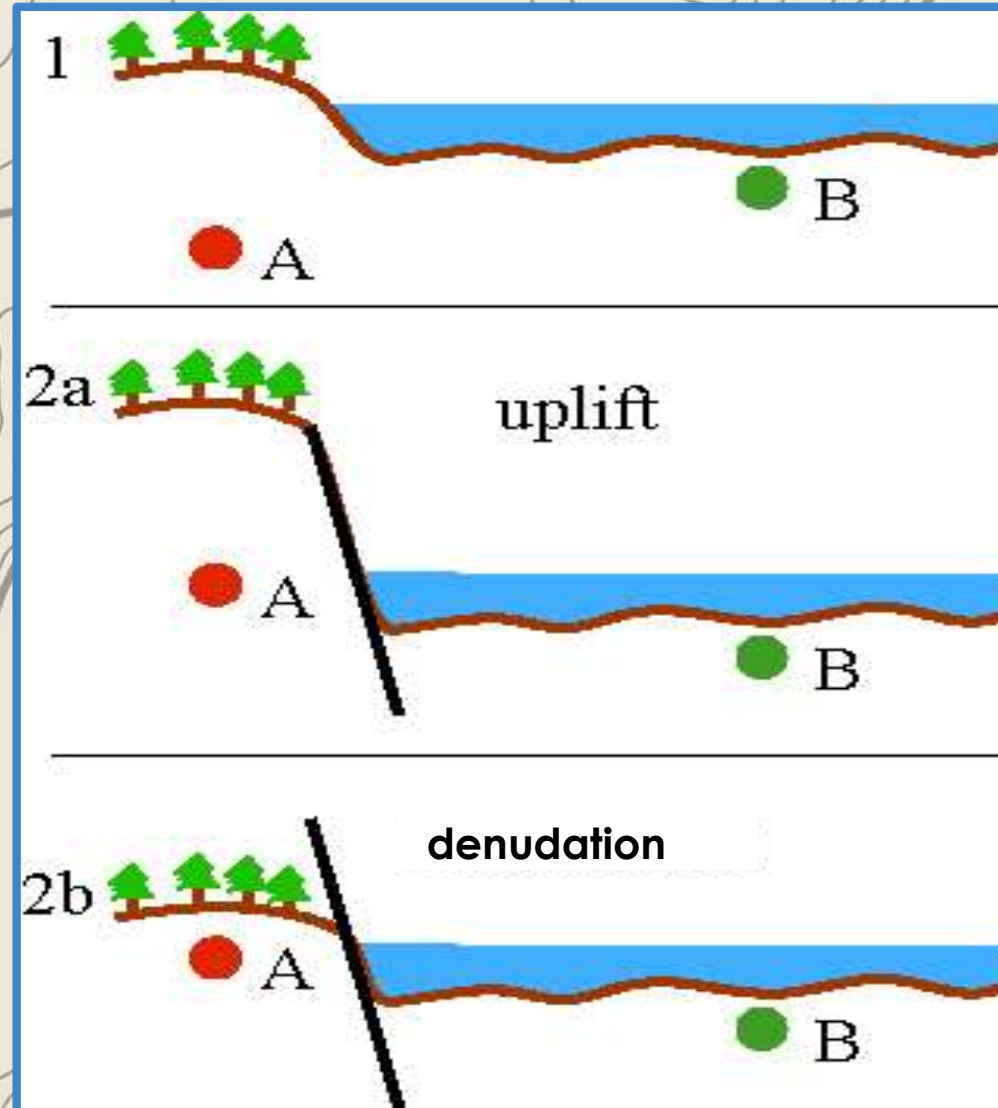
Fundamentals of Geomorphology, Huggett (2011)

Conceptos claves

- **Meteorización:** Descomposición química, mecánica y biológica de las rocas frente a la atmósfera, hidrosfera o biosfera. Estos procesos ocurren in situ.
- **Erosión:** Descomposición, desintegración, disolución y transporte de rocas desde un lugar a otro.
- **Alzamiento:** Elevación vertical de la superficie terrestre en respuesta a causas naturales (por lo general procesos tectónicos).
- **Denudación:** Sumatoria de procesos (erosión, meteorización, etc) que desgastan la superficie de la tierra y generan un rebaje general de la superficie.
- **Exhumación:** Proceso mediante el cual una roca o cuerpo rocoso aflora a causa de los procesos de denudación.



Alzamiento y denudación



Conceptos claves

- **Valle inciso:** depresión de la superficie terrestre entre dos vertientes (laderas), con forma de V, producto de erosión fluvial-aluvial.
- **Peniplanicie / Penillanura:** casi planicie y/o relieve plano, ligeramente ondulado, superficie alzada con antigüedad. Por lo general, se desarrolla en regiones templadas, húmedas (Ciclo de Davis).
- **Pedimento:** superficie de erosión con ligera pendiente generada sobre roca, la cual puede tener encima una cubierta delgada de sedimentos. Representa el retroceso de frentes de montaña antiguos a lo largo del tiempo; el retroceso se puede producir por colapso o lavado (escorrentía) en el frente de montaña. Se forma generalmente en ambientes áridos (Ciclo de King).

Valle inciso



Valle inciso



Conceptos claves

- **Valle inciso:** depresión de la superficie terrestre entre dos vertientes (laderas), con forma de V, producto de erosión fluvial-aluvial.
- **Peniplanicie / Penillanura:** casi planicie y/o relieve plano, ligeramente ondulado, superficie alzada con antigüedad. Por lo general, se desarrolla en regiones templadas, húmedas (Ciclo de Davis).
- **Pedimento:** superficie de erosión con ligera pendiente generada sobre roca, la cual puede tener encima una cubierta delgada de sedimentos. Representa el retroceso de frentes de montaña antiguos a lo largo del tiempo; el retroceso se puede producir por colapso o lavado (escorrentía) en el frente de montaña. Se forma generalmente en ambientes áridos (Ciclo de King).

Penillanura



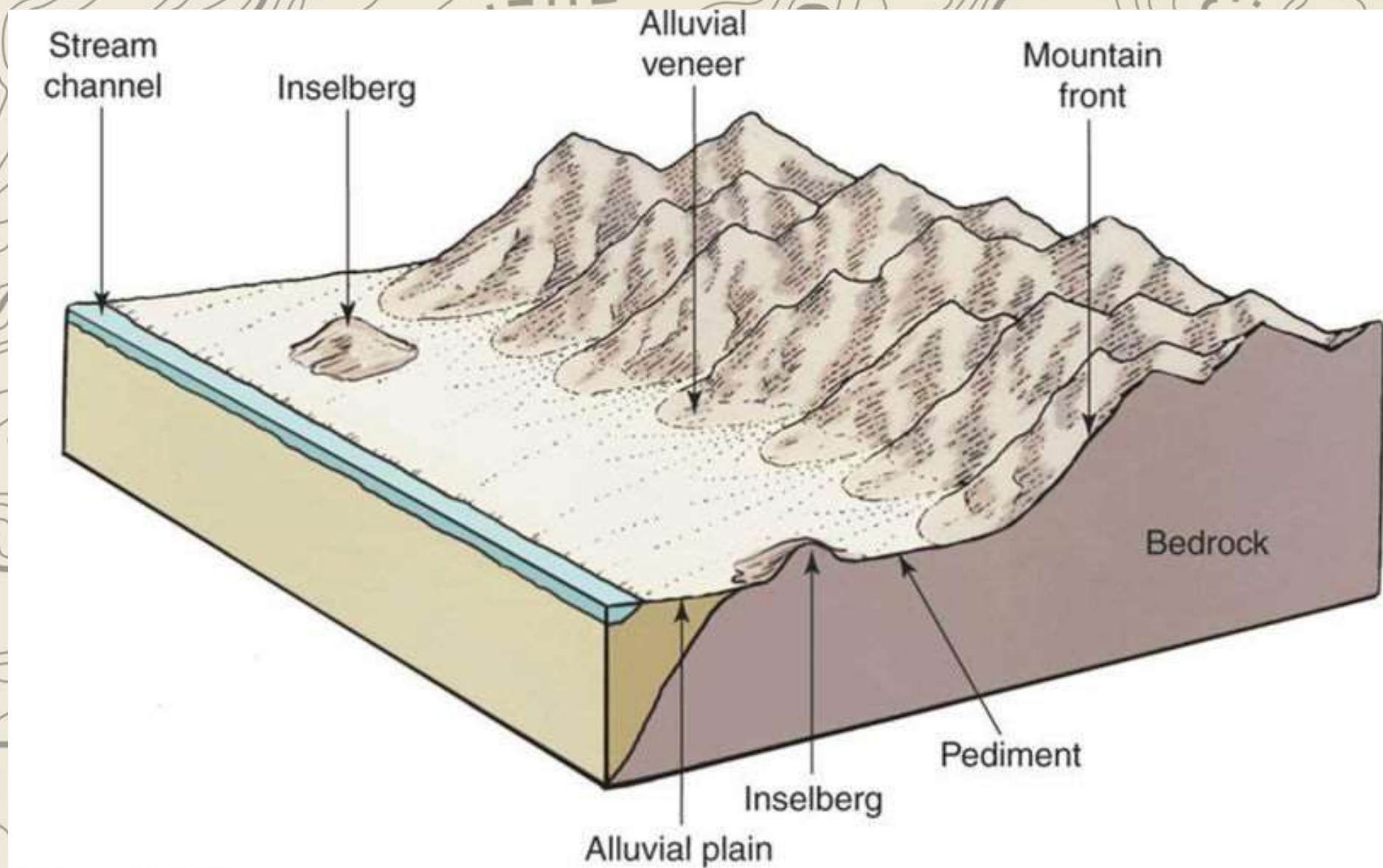
Trujillano-Cacereña España

Río Bueno-Región de los Ríos

Conceptos claves

- **Valle inciso:** depresión de la superficie terrestre entre dos vertientes (laderas), con forma de V, producto de erosión fluvial-aluvial.
- **Peniplanicie / Penillanura:** casi planicie y/o relieve plano, ligeramente ondulado, superficie alzada con antigüedad. Por lo general, se desarrolla en regiones templadas, húmedas (Ciclo de Davis).
- **Pedimento:** superficie de erosión con ligera pendiente generada sobre roca, la cual puede tener encima una cubierta delgada de sedimentos. Representa el retroceso de frentes de montaña antiguos a lo largo del tiempo; el retroceso se puede producir por colapso o lavado (escorrentía) en el frente de montaña. Se forma generalmente en ambientes áridos (Ciclo de King).

Pedimento



Pedimento



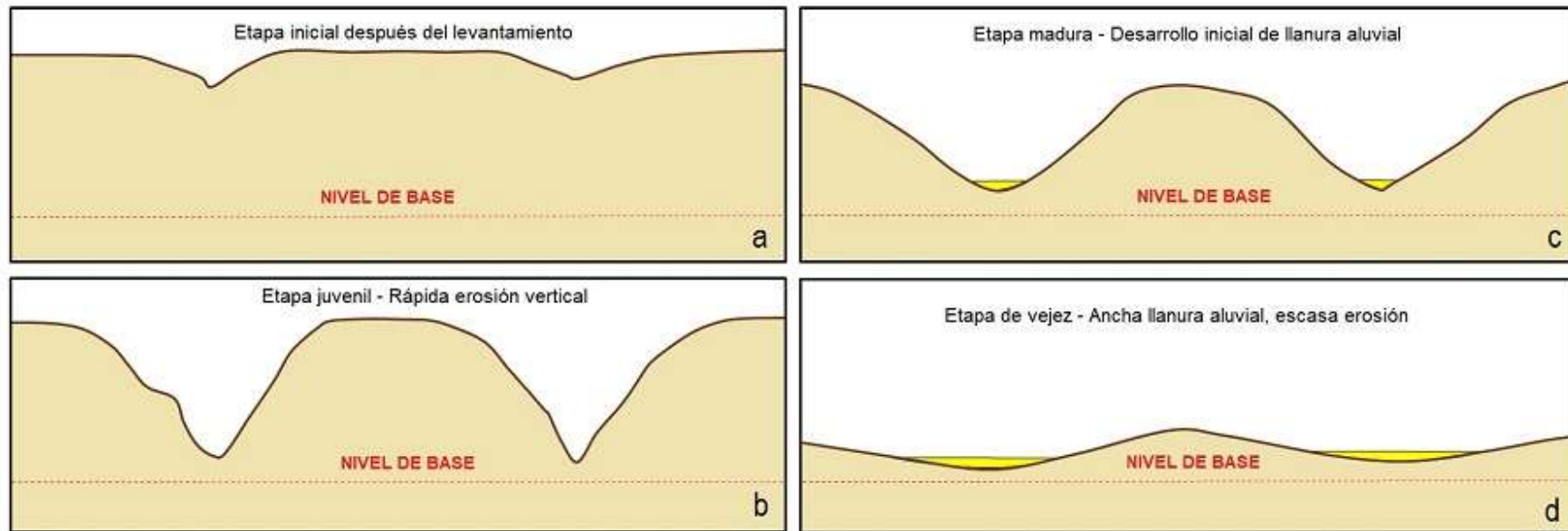
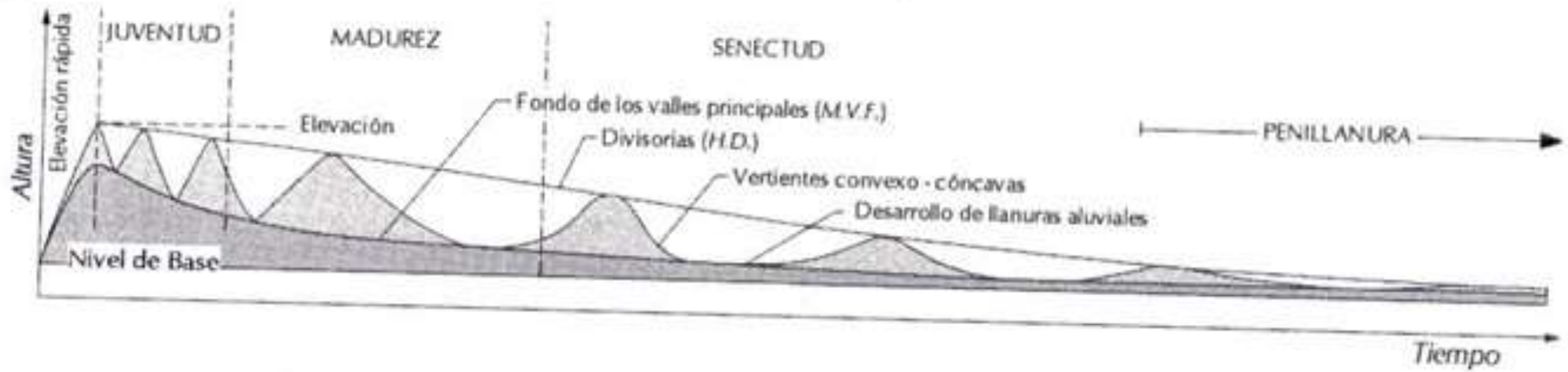
Ciclo de Davis

Teoría de Davis: declinación de la pendiente.

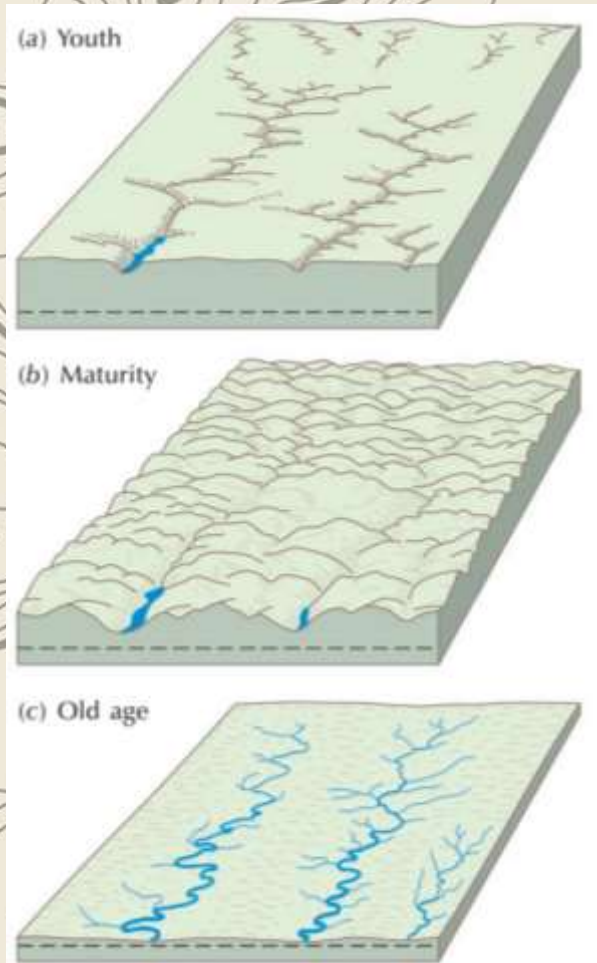
- La erosión comienza cuando el alzamiento se detiene.
- Alzamiento ocurre una sola vez y de forma rápida.
- Largo periodo de estabilidad de la corteza cuando termina el alzamiento.
- Estructuras, tiempo y procesos afectan la erosión.
- Pendiente de laderas no depende del gradiente del valle.
- Declinación de laderas.
- El producto final es una penillanura.

Ciclo de Davis

a) Davis

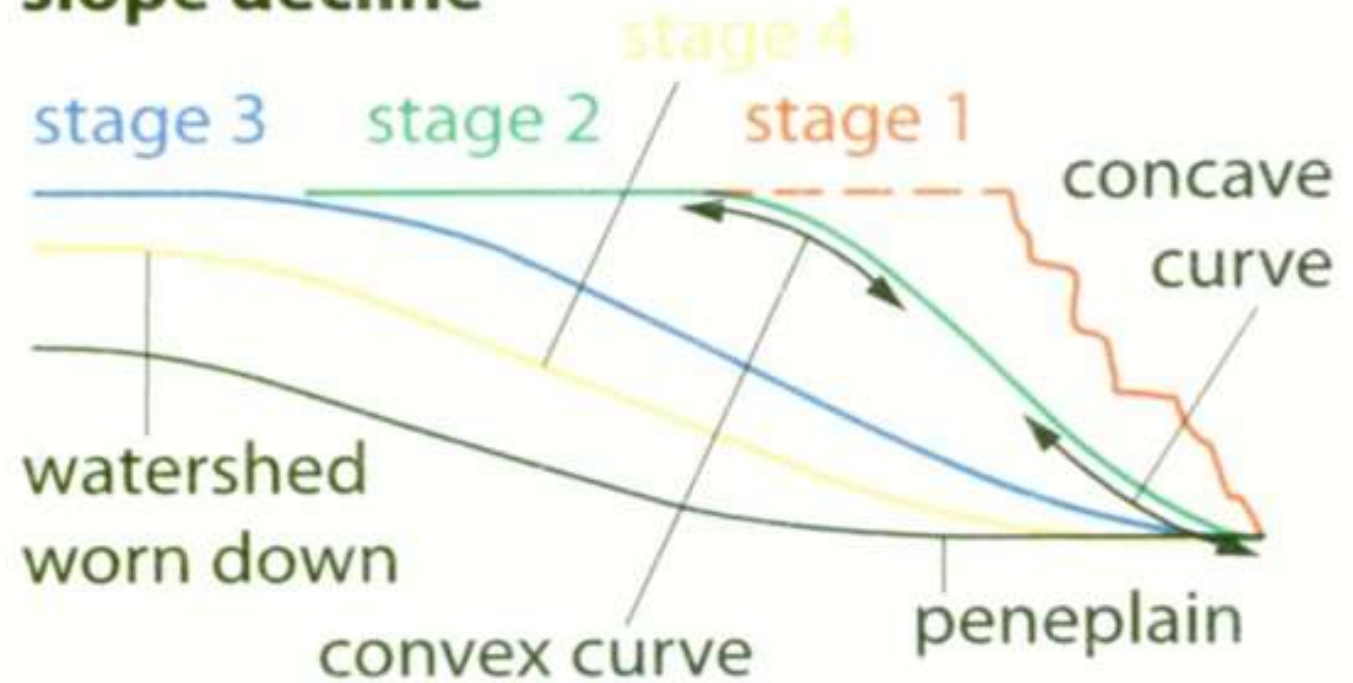


Ciclo de Davis



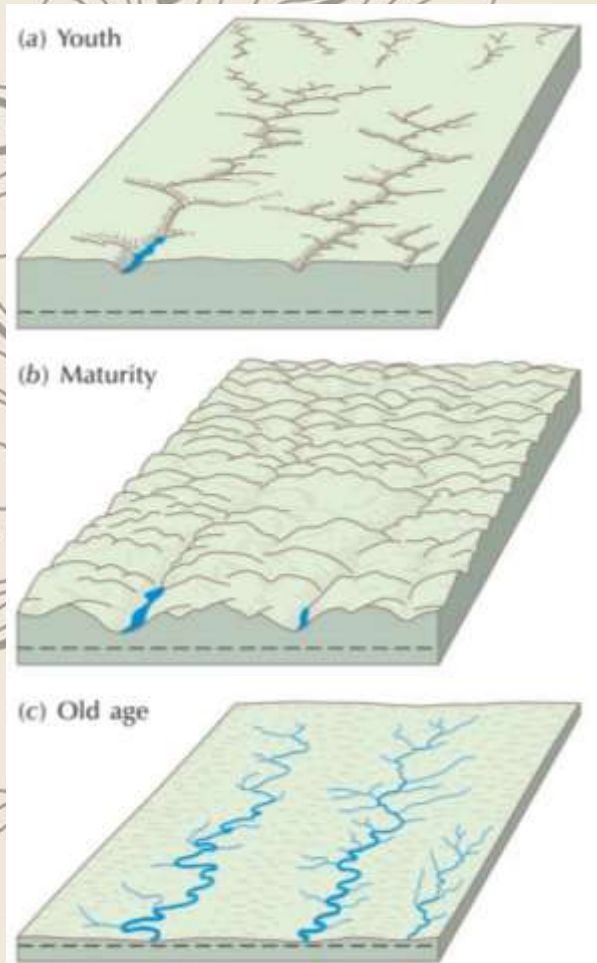
Fundamentals of Geomorphology, Huggett (2011)

slope decline

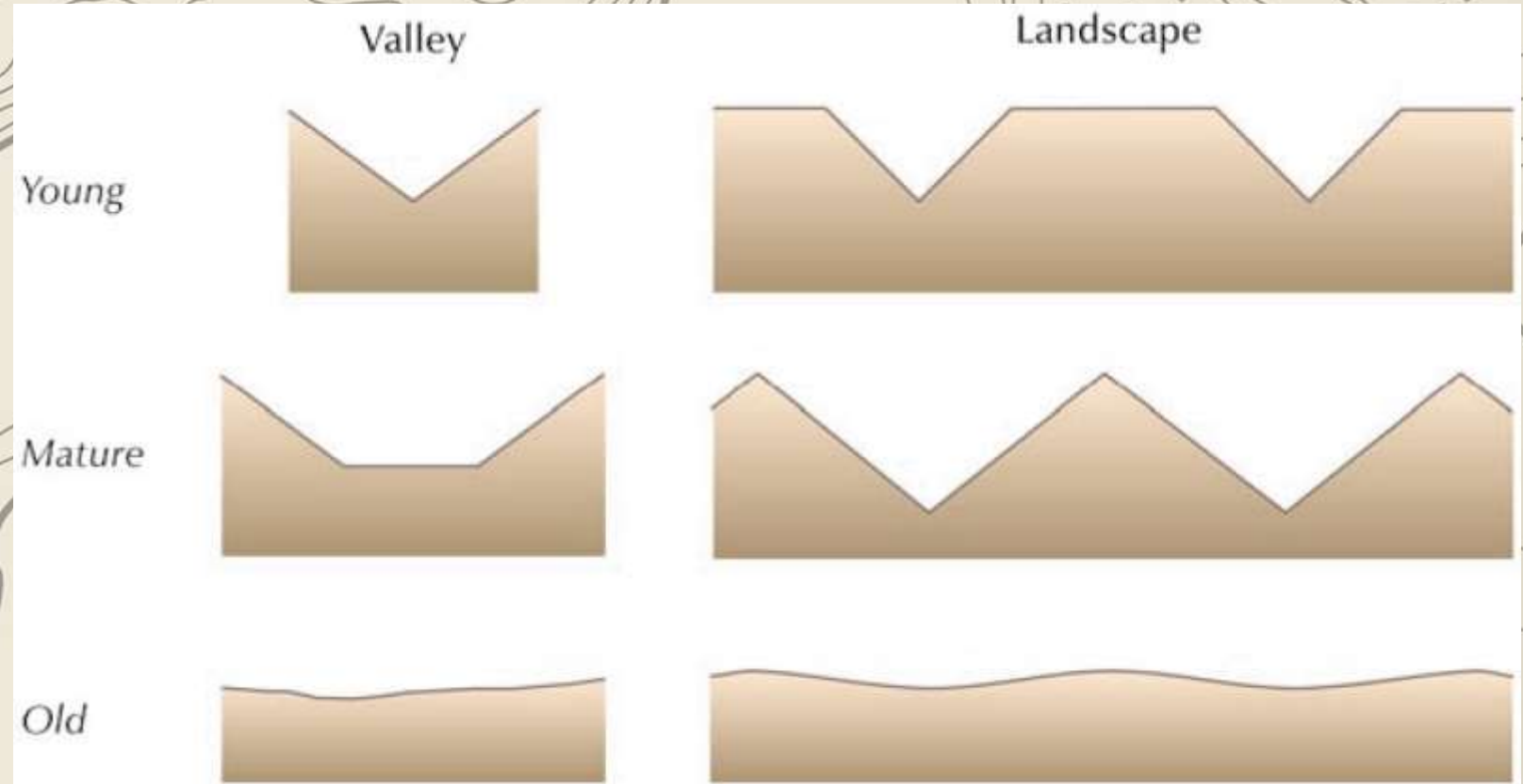


By stage 4 land has been worn down into a convex-concave slope

Ciclo de Davis



Fundamentals of Geomorphology, Huggett (2011)



Fundamentals of Geomorphology, Huggett (2011)

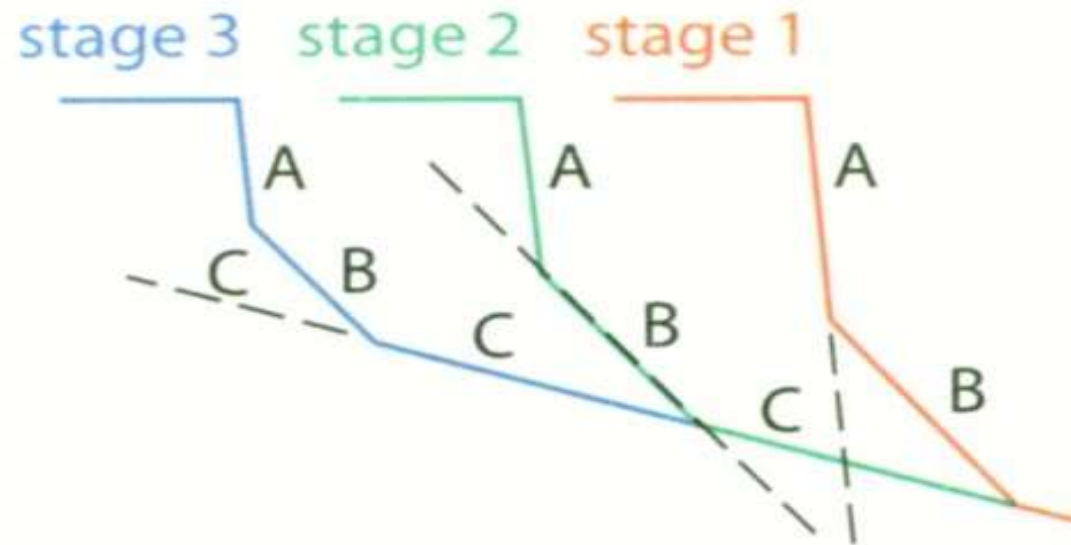
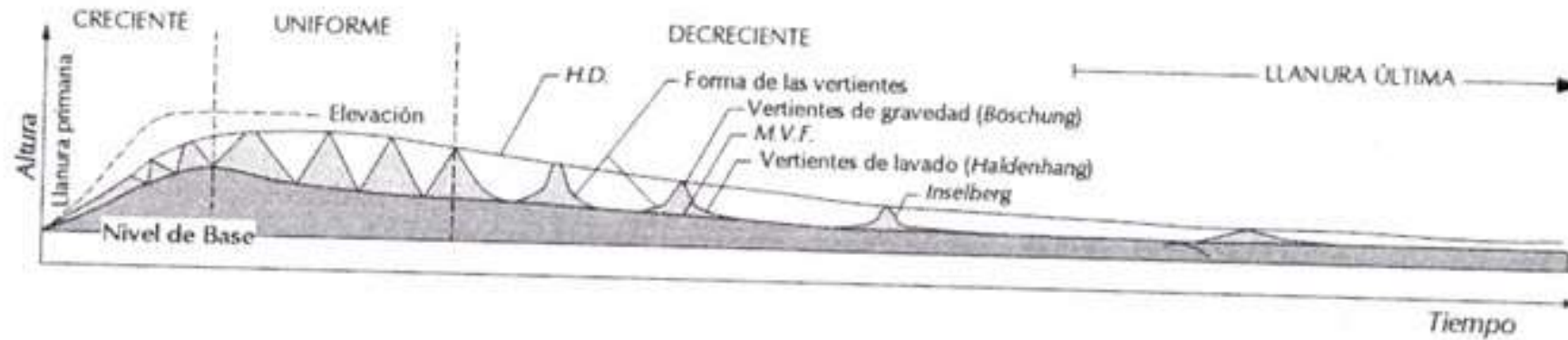
Ciclo de Penck

Teoría de Penck: reemplazo de la pendiente.

- Erosión y alzamiento ocurren en conjunto.
- Alzamiento continuo, que se detiene después de un largo tiempo.
- Las ventanas de alzamiento y erosión son parecidas.
- Erosión depende de las tasas de alzamiento y degradación.
- Pendiente de laderas depende del gradiente del valle.
- Reemplazo de laderas.
- El producto final es una llanura

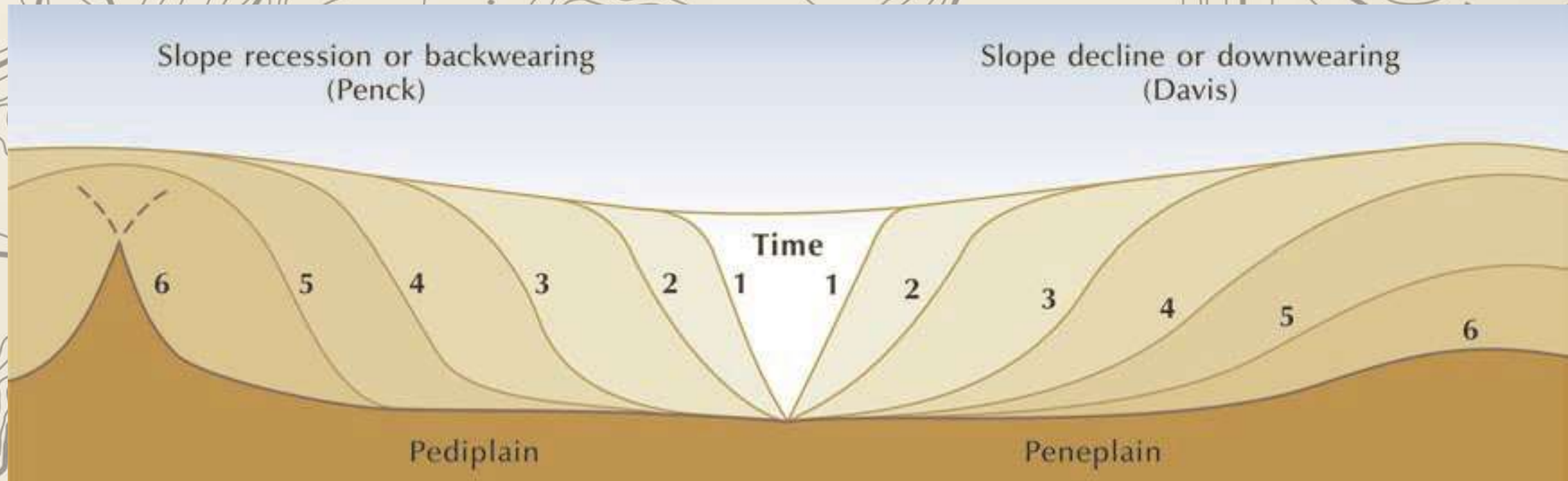
Ciclo de Penck

b) Penck según Engeln



talus-slope B will replace slope A;
slope C will eventually replace slope B

Evolución de laderas



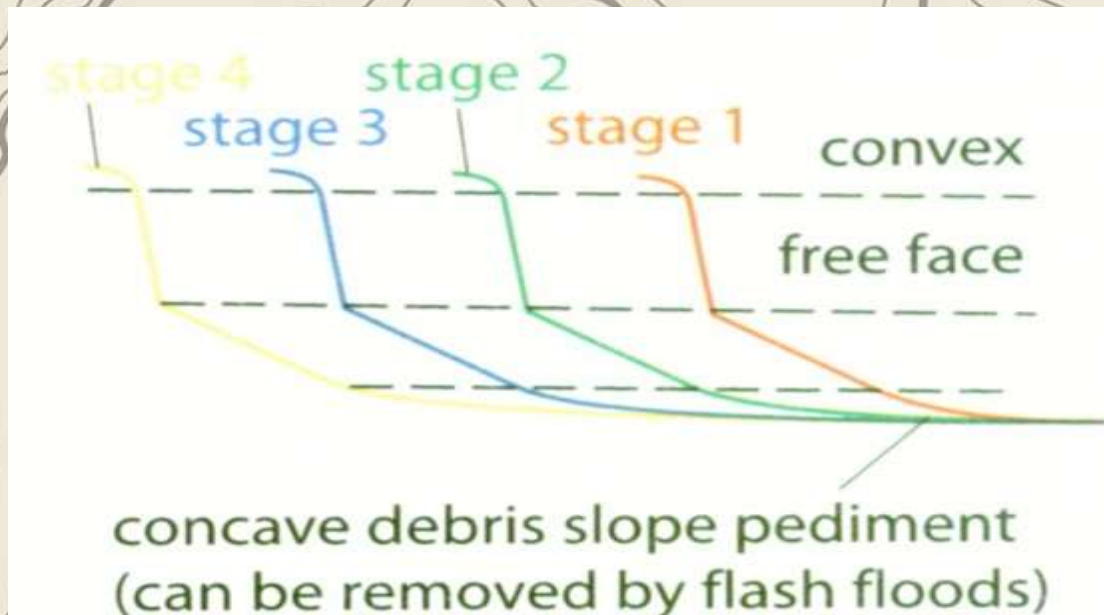
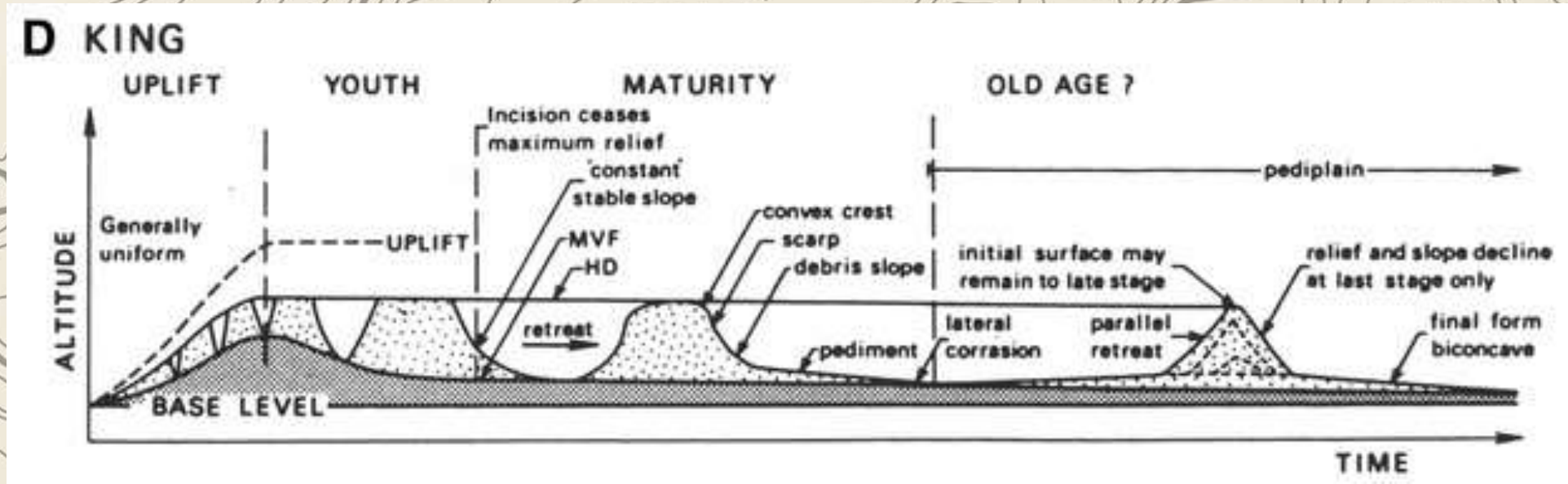
Teoría de la Pediplanación (King)

Teoría de Pediplanación:

Las superficies de erosión resultan del retroceso de las laderas, que da lugar a un ensanchamiento de los primitivos pedimentos de éstas, formando las llamadas pedillanuras.

En la pendiente de las laderas tienen lugar procesos de erosión muy intensos (escorrentía). Al pie de la pendiente la capacidad erosiva decrece y las aguas dejan parte de los materiales que arrastran al pie del talud. De este modo, poco a poco, el escarpe va retrocediendo y se va produciendo un ensanchamiento progresivo.

Teoría de la Pediplanación (King)



Evolución de laderas

Translation (parallel retreat)



King

Rotation (slope decline)



Davis

**Replacement
(parallel retreat and
slope decline)**



Penck

Relieve Joven



El Gran Cañon del Colorado - EEUU

Relieve Joven



Islandia

Relieve Joven



Chile

Relieve Maduro



Nueva Zelanda

Relieve senil



Pampa patagónica

Relieve senil



Pampa nortina

Relieve Viejo

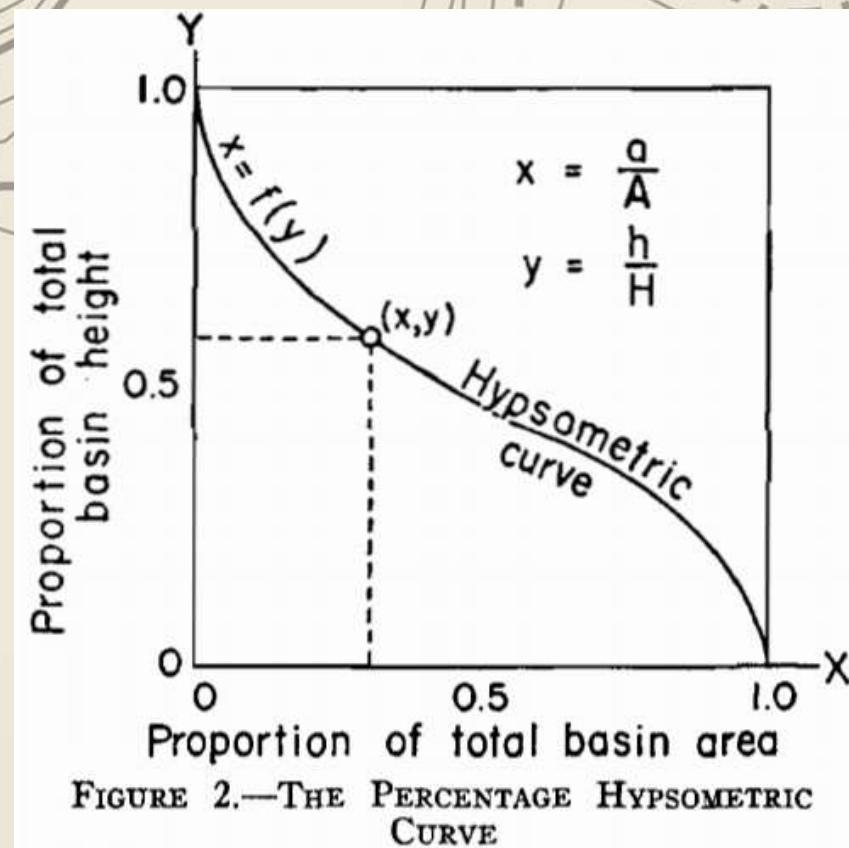


Australia

Morfometría (geomorfología cuantitativa)

La morfometría nos permite categorizar numéricamente y comparar estados evolutivos

PENDIENTE	MORFOLOGÍA MÁS COMÚN	PROCESOS BÁSICOS	OBSERVACIONES
0° - 30° Plano	Llanura aluvial, llanura proglacial, superficies de erosión y terrazas.	Ausencia total de lavado y deslizamientos.	Adecuado para cultivos, urbanización, infraestructura viaria, etc.
0° 30' - 2° Casi plano	Similar al anterior; <i>sandur</i> , planicies onduladas, <i>pediments</i> y relieves tabulares.	Congelifluxión, regueros poco incisivos y solifluxión incipiente.	Idem anterior.
2° - 5° Débilmente inclinado	Ondulado en zonas de <i>tills</i> (morrenas) basales, <i>drumlis</i> , fondos de valle y relieves tabulares.	Movimiento en masa, solifluxión, procesos fluviales, inicio de erosión en reguero y lavado.	Riesgo de erosión del suelo en zonas de cultivo. Posible el cultivo mecanizado. Aceptable para asentamientos urbanos.
5° - 15° Muy inclinado	Valles en montañas medias, morrenas terminales y relieves estructurales monocinales tipo cuesta.	Movimientos en masa, erosión en manto y reguero, fenómenos de <i>creep</i> e inicio de deslizamientos.	Transporte difícil con vehículo, poco apto para infraestructuras. Difícil el cultivo mecanizado e imposible en zonas con pendiente > 7°.
15° - 25° Débilmente escarpado	Laderas en montañas medias, escarpes de falla, terrazas, etc. Relieves estructurales monocinales tipo cuesta.	Erosión lineal muy incisiva. Peligro de destrucción del suelo; conos de deyección; deslizamientos y caídas.	25° es el límite de congelifluxión. Terreno adecuado para bosque y pastoreo. No apto para infraestructuras.
25° - 35° Escarpado	Relieves estructurales tipo <i>hogbacks</i> , crestas y acantilados costeros en areniscas, calizas, o similares.	Erosión lineal muy incisiva, riesgo extremo de erosión del suelo, deslizamientos, caídas, avalanchas, etc.	Límite de vehículos especiales, no utilizable en agricultura o construcción. Adecuado para bosque.
35° - 55° Precipicio	Escarpes en gargantas, crestas y acantilados en areniscas, calizas, o similares.	Caídas en masa, deslizamientos y colapsos.	Terreno límite para uso forestal y paso caminando.
> 55° Vertical	Cornisas y acantilados en calizas, areniscas o similares.	Caídas, colapsos, deslizamientos y desagregación granular.	De difícil utilización. Terreno muy escarpado.



Casi plano: $0^{\circ}30'$ – 2°



Débilmente inclinado: 2° - 5°



Muy Inclinado: 5° - 15°



Relieve débilmente escarpado: 25° - 35°



Escarpado: 25° - 35°



Precipicio: 35° - 55°

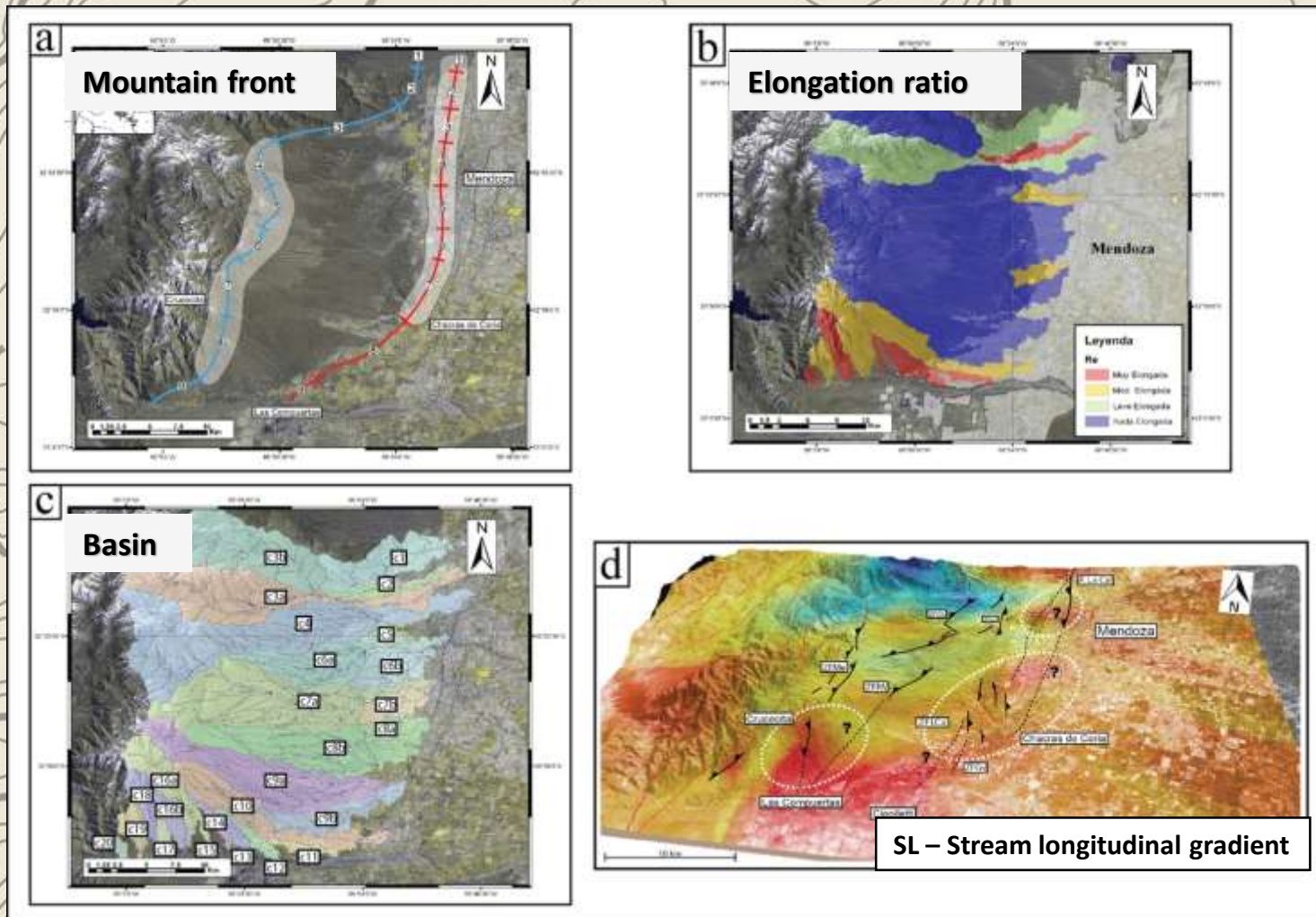


Vertical : $> 55^\circ$



Morfometría (geomorfología cuantitativa)

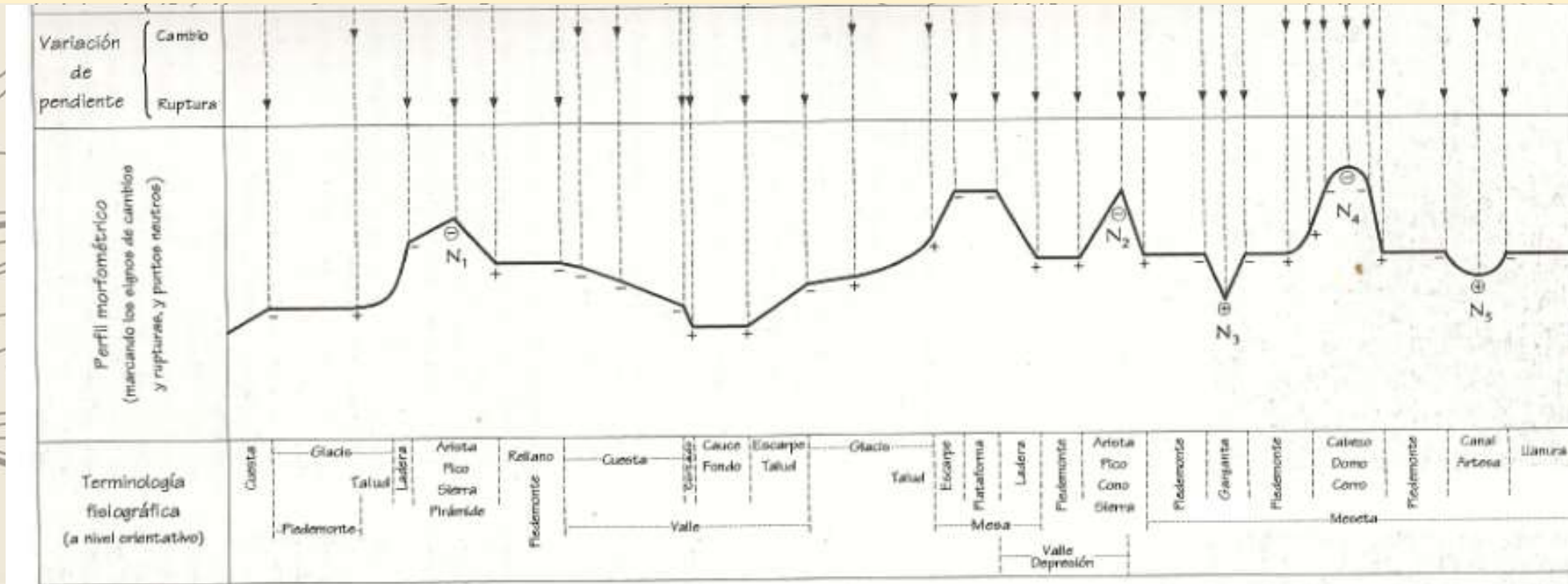
Algunos otros ejemplo de índices morfométricos



Perfiles morfométricos

Muestra cambios y rupturas en la pendiente (**knickpoints**):

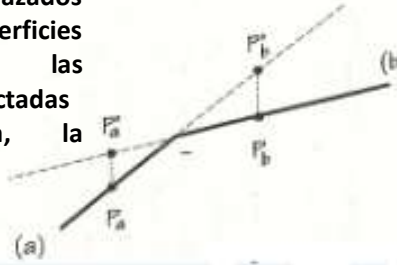
- (+) Aumento del relieve por atenuación de crecimiento, también por paso de tendencia de decreciente a creciente.
- (-) Atenuación del relieve por aumento del decrecimiento, también por paso de tendencia creciente a decreciente.



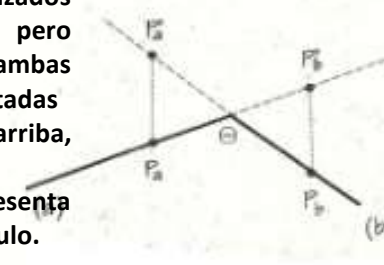
Si los puntos trazados desde las superficies originales a las superficies proyectadas quedan debajo, (a) la intersección es positiva



Si los puntos trazados desde las superficies originales a las superficies proyectadas quedan arriba, la intersección es negativa.



Si los puntos trazados quedan arriba, pero además ambas superficies proyectadas también quedan arriba, la intersección negativa se representa adentro de un círculo.



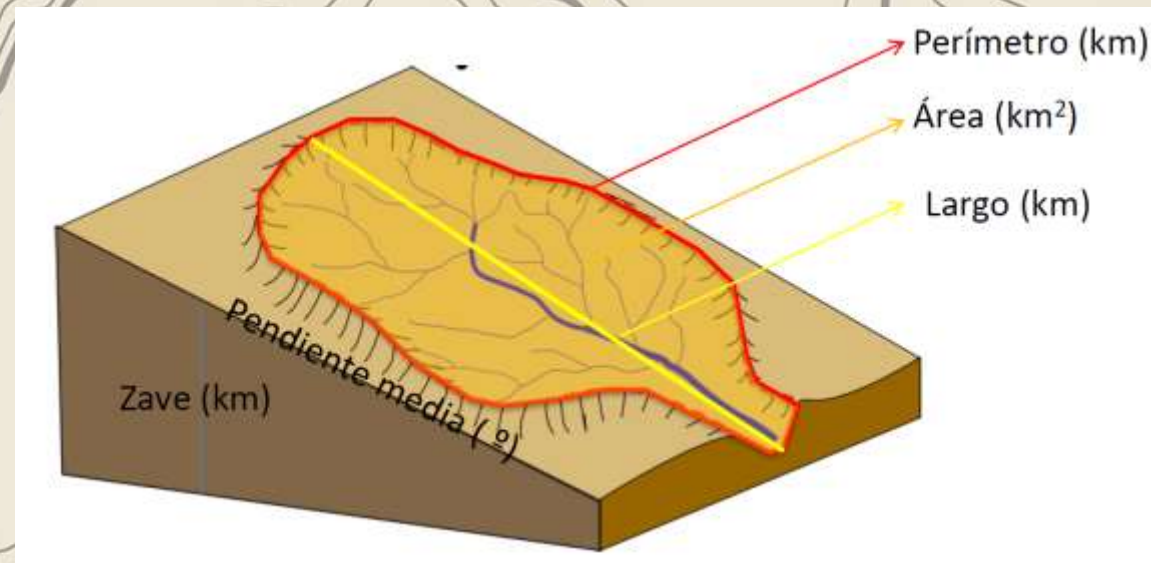
Hipsometría

Análisis hipsométrico es el estudio de la distribución de área (o sea, área horizontal transversal) de una zona de la tierra con respecto a elevación.

- Strahler 1952

Distribución de frecuencias de elevaciones.

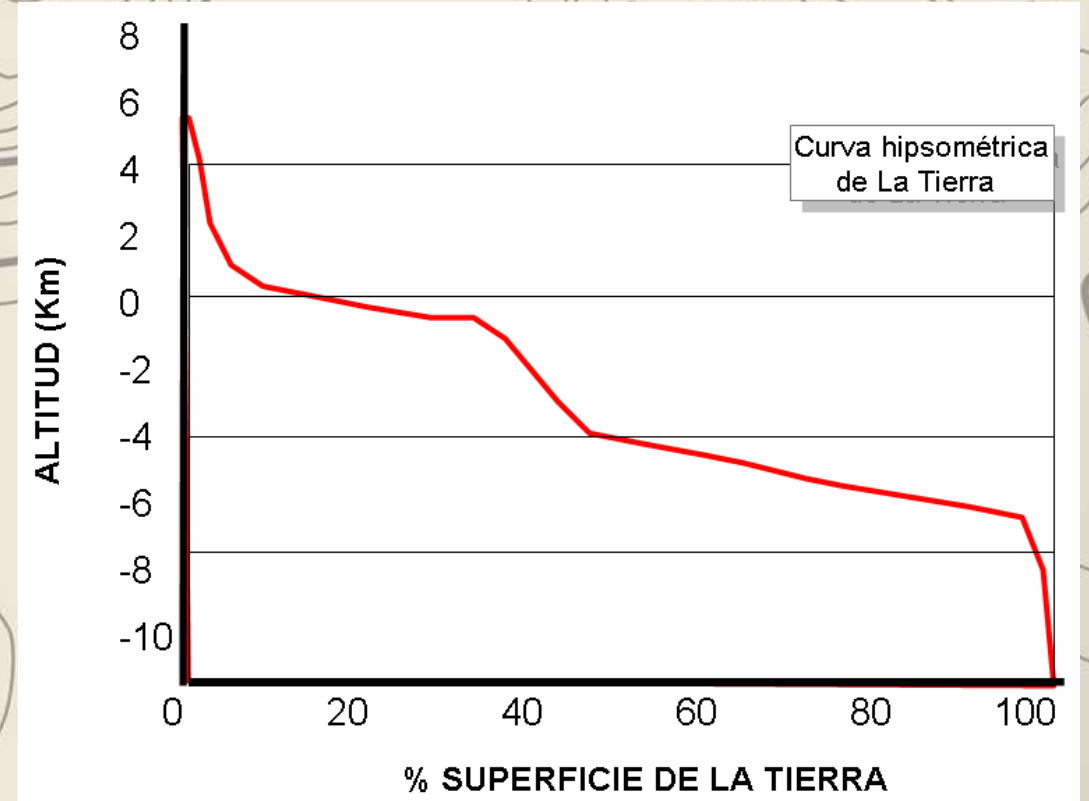
- Brocklehurst & Whipple 2004



Curvas hipsométricas

La **curva hipsométrica** describe la distribución del área acumulada de una cuenca de acuerdo a la altitud. **Define las características topográficas de una cuenca.**

La curva preferentemente se construye con los datos desde arriba hacia abajo. Debido al carácter acumulativo del área, la curva hipsométrica indica el total o porcentaje de área por encima de la cota altitudinal consultada



Curvas hipsométricas

En una cuenca, ¿cuánto volumen de tierra está sobre una elevación h ?

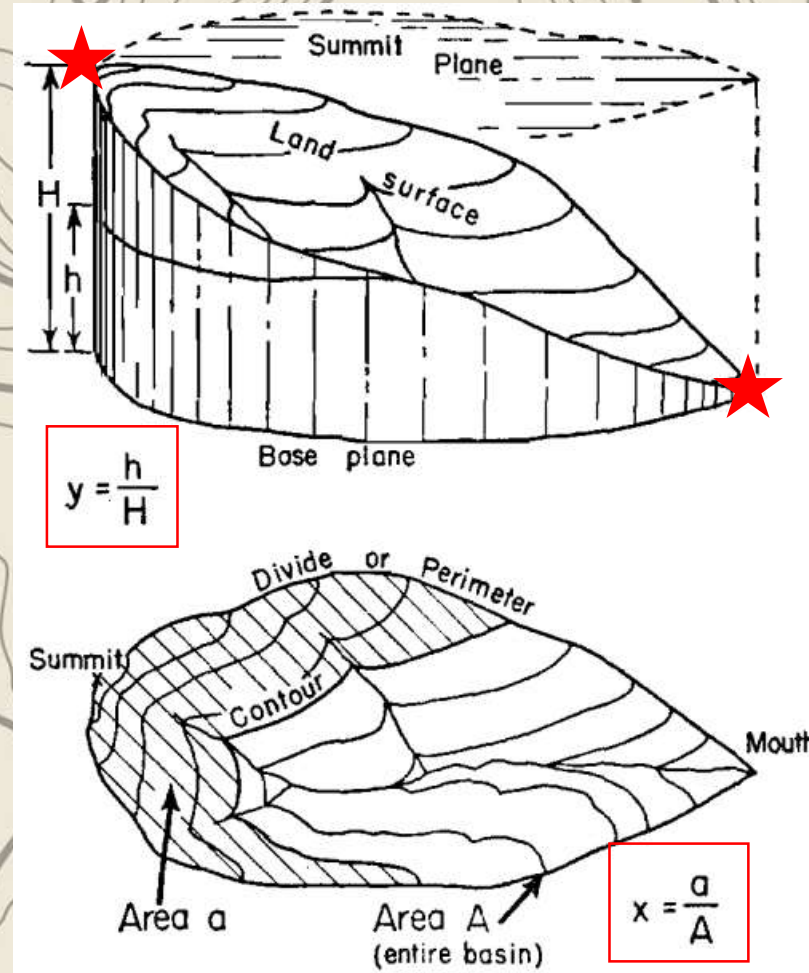
$$h = H_{\max}$$

No hay material más arriba

$$h = H_{\min}$$

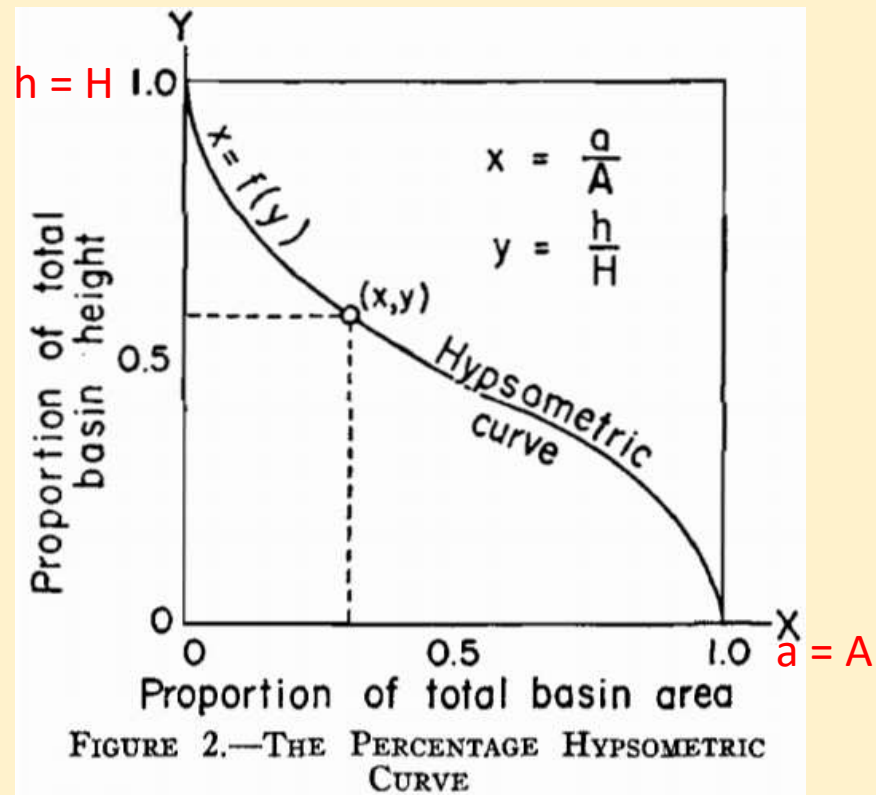
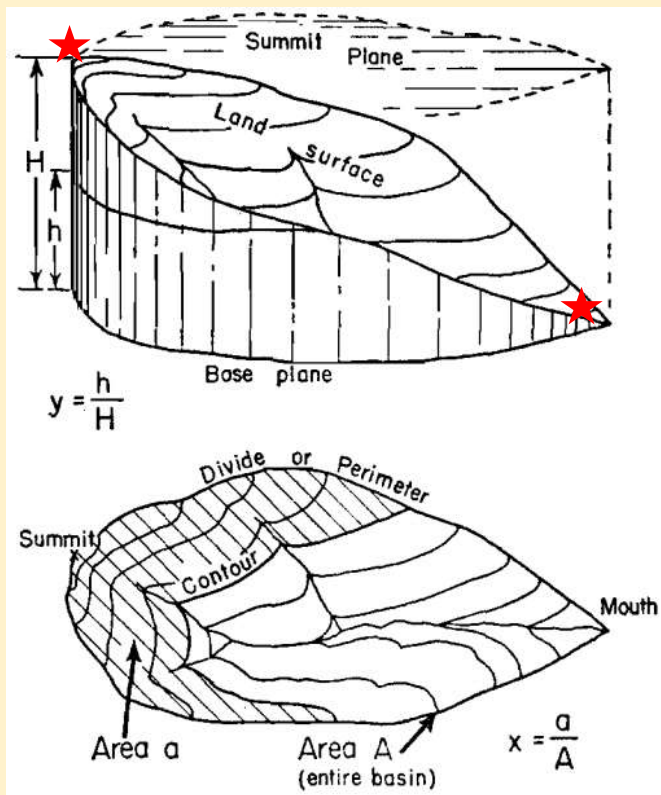
Todo el material está más arriba

Tenemos que normalizar las mediciones (como razones) para comparar cuencas de distintos tamaños



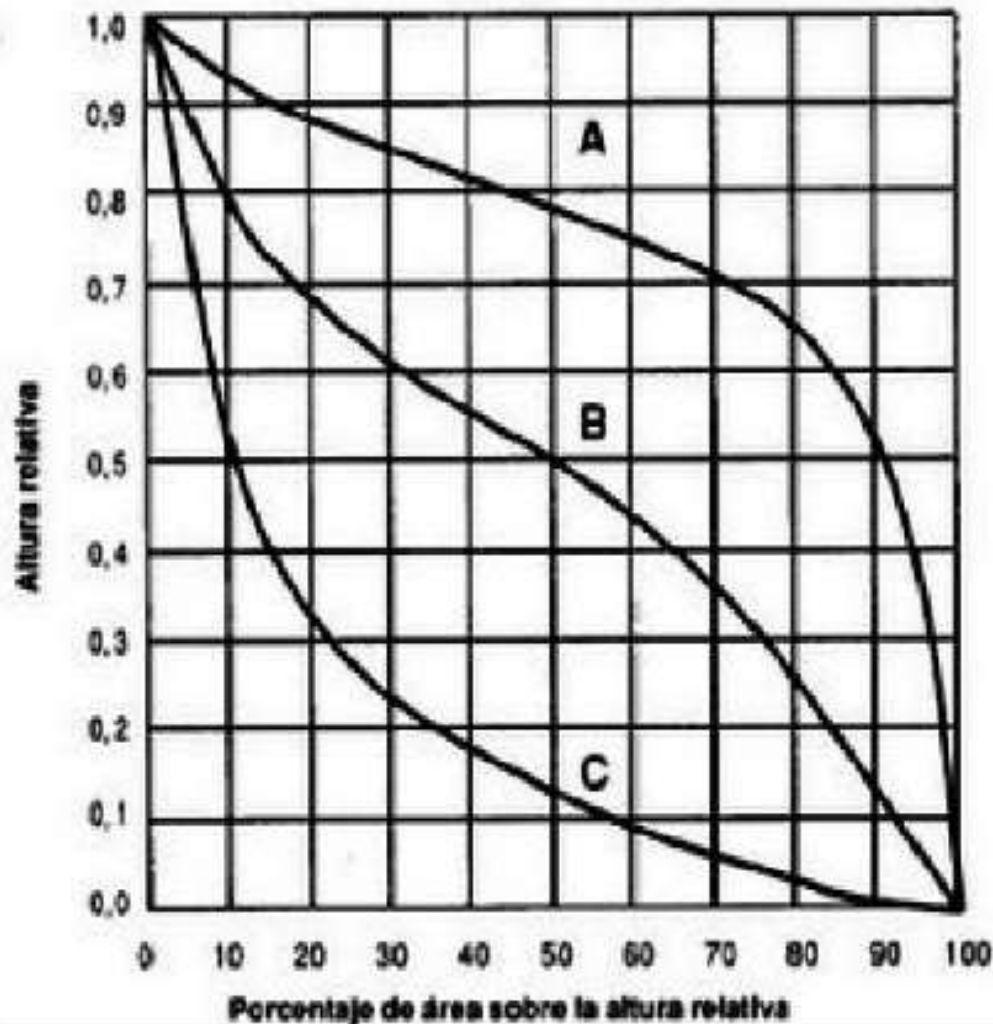
Curvas hipsométricas

- En una cuenca, ¿cuánto volumen de tierra está sobre una elevación h ?



Figuras de Strahler 1952

Tipos de curvas hipsométricas



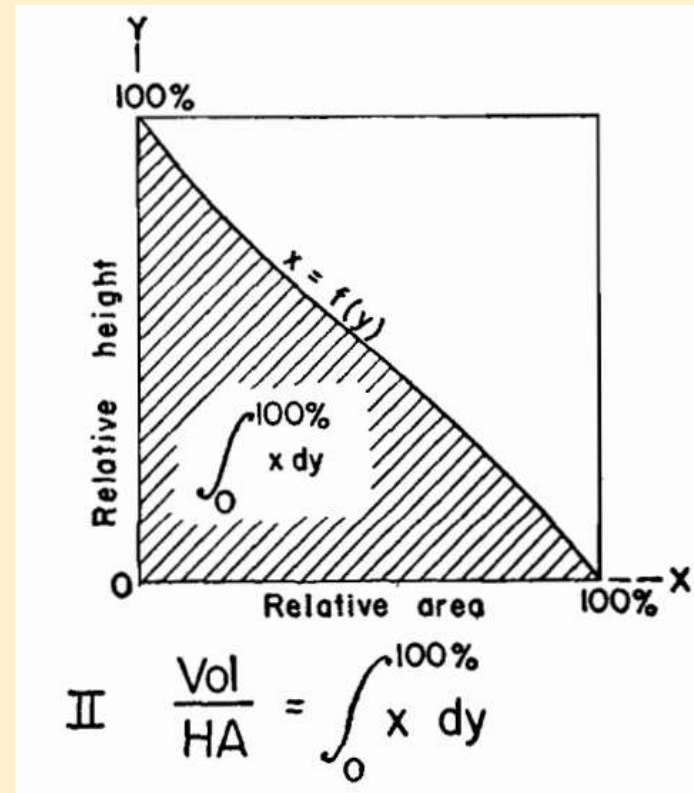
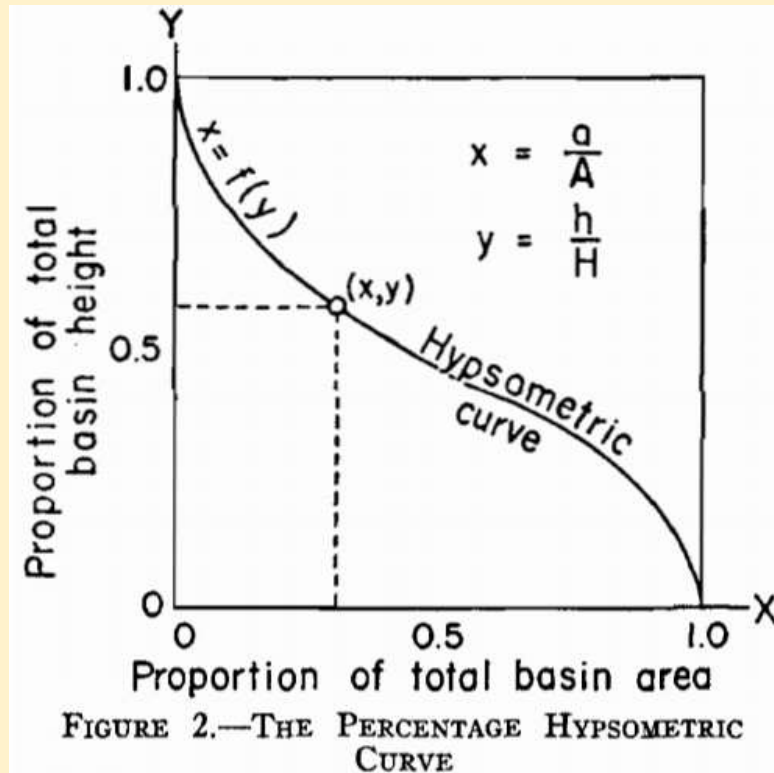
Curva A: refleja una cuenca con gran potencial erosivo (fase de juventud).

Curva B: es una cuenca en equilibrio (fase de madurez).

Curva C: es una cuenca sedimentaria (fase de vejez).

Integrales hipsométricas

- En una cuenca, ¿cuánto volumen de tierra está sobre una elevación h ?

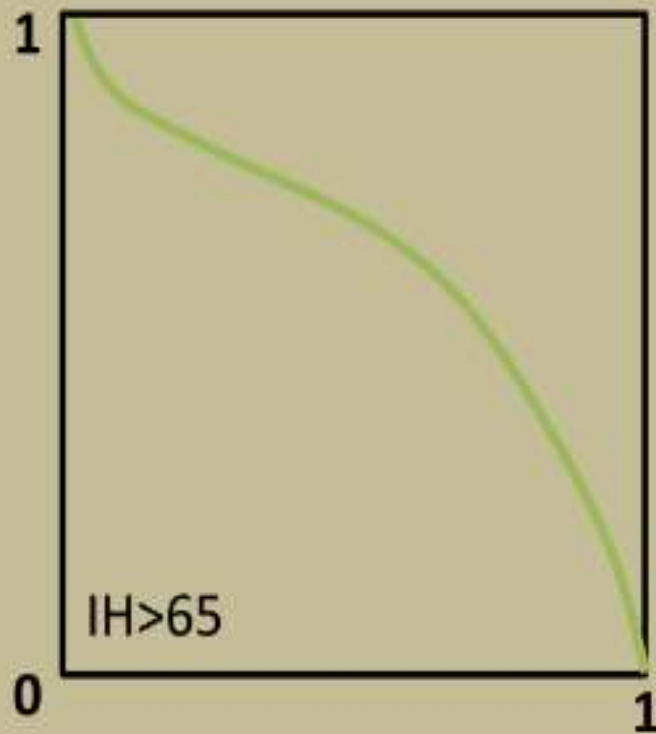


Simplemente, el área
bajo la curva
hipsométrica

Integrales hipsométricas

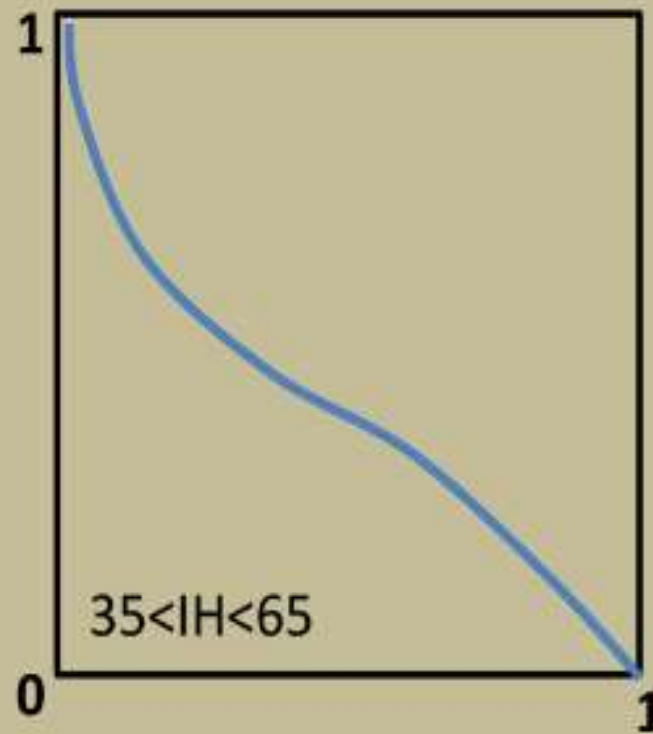
Laderas convexas

Alzamiento - incisión



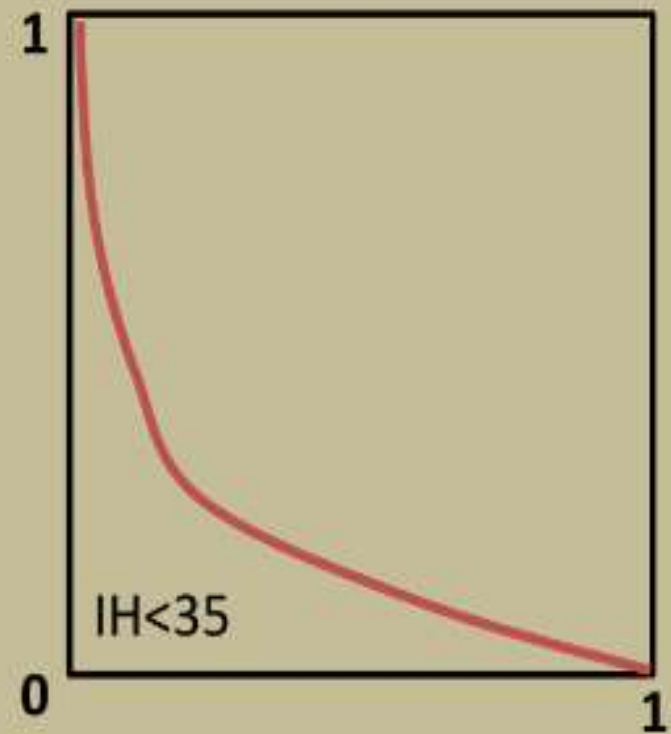
Laderas rectas

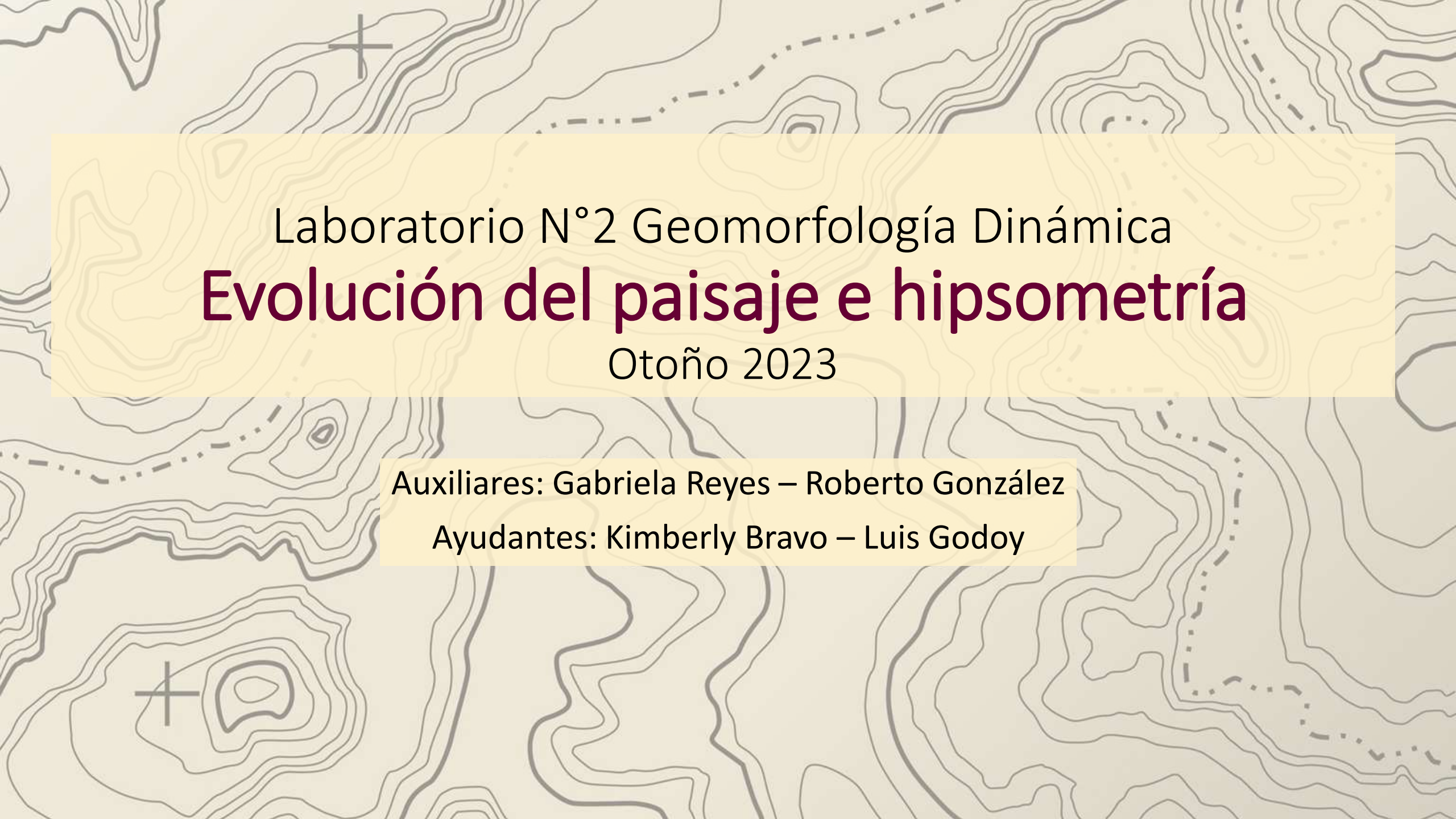
Equilibrio (*steady-state*)



Laderas cóncavas

Alzamiento - ensanchamiento





Laboratorio N°2 Geomorfología Dinámica

Evolución del paisaje e hipsometría

Otoño 2023

Auxiliares: Gabriela Reyes – Roberto González
Ayudantes: Kimberly Bravo – Luis Godoy