



Auxiliar N°4 Geomorfología Dinámica  
**Geomorfología de ambientes fluviales**  
Otoño 2023

Gabriela Reyes, Kimberly Bravo, Roberto González y Luis Godoy

Basado en clases de Sebastián Ortega y Gabriela Reyes (2022) y Francisco Báez, Valentina Villanueva, Vicente Méndez y Sebastián Perraud (2019)

# Conceptos claves

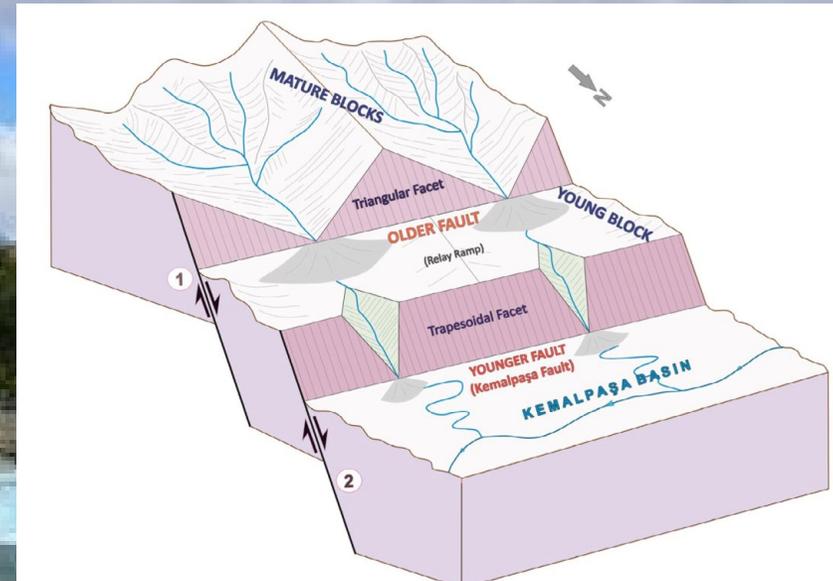
- **Río:** flujos superficiales – lineales que recogen y evacúan el agua que les llega de sus vertientes (Pedraza, 1996).
- **Sistema fluvial:** conjunto de ríos y esteros que conforman una cuenca u hoya hidrográfica.
- **Knickpoint:** corte o ruptura abrupta de pendiente en un perfil longitudinal de un río.
- **Gradiente de un río:** corresponde a su altura máxima en metros dividido por su recorrido en kilómetros (m/km).
- **Pendiente de un río:** corresponde al valor del gradiente pero adimensional (m/m).

# ¿Por qué importan los ríos?

Los ríos son un agente importante de erosión y transporte de sedimentos.

La escorrentía superficial es el proceso geomorfológico más importantes que actúa sobre la superficie terrestre (directa o indirectamente)

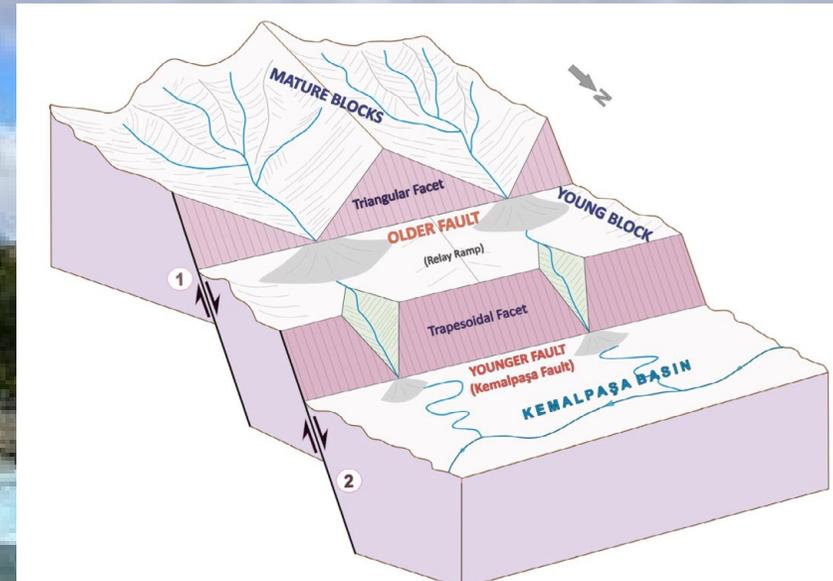
\*Un sistema fluvial cambia en el tiempo debido a los procesos erosivos y de sedimentación, y también responde a los cambios climáticos, de nivel base, tectónicos y actividades humanas.



# ¿Por qué importan los ríos?

- Señalan variaciones del nivel base o alzamiento de montañas
- La incisión y desarrollo de los ríos responde al alzamiento.
- Los ríos determinan las condiciones límites de las laderas.
- Para entender el registro estratigráfico del clima pasado y la variación del alzamiento, requiere entender la dinámica de ríos

\*\*Las paleo redes de drenaje pueden ser una herramienta poderosa para la evidencia tectónica\*\*



# Poder erosivo del agua

El agua produce el arranque y desgaste de los materiales.

Los factores que controlan el mayor o menos poder erosivo son:

- Propiedades del flujo (régimen de caudal, velocidad y tipo de flujo)
- Naturaleza de las litologías que forman el conducto
- Clima
- Condiciones del subsuelo (percolación, sufusión y humedad)
- Geometría del lecho
- Actividad biológica e intervención antrópica

Fenómenos químicos: corrosión

Fenómenos físicos: abrasión, corrosión



# Poder erosivo del agua

## Modelo Conceptual de Equilibrio Fluvial (Gilbert, 1877):

- En la ausencia de perturbaciones, tras un tiempo suficiente, un río desarrollará un perfil longitudinal estable, con un balance equilibrado entre erosión y depositación.

## Stream Power (Bagnold, 1977):

- Este concepto relaciona la pendiente, el flujo y la cantidad de sedimento transportado en un río. El Stream Power ( $\omega$ ) indica cuánto sedimento puede ser transportado o depositado.



# Poder erosivo del agua

- Fórmula dada por:

$$\omega = \rho g Q S \text{ [W/m]}$$

- Donde

$\omega$  = poder del flujo

$\rho$  = densidad del agua

$g$  = aceleración debido a gravedad

$Q$  = caudal

$S$  = pendiente

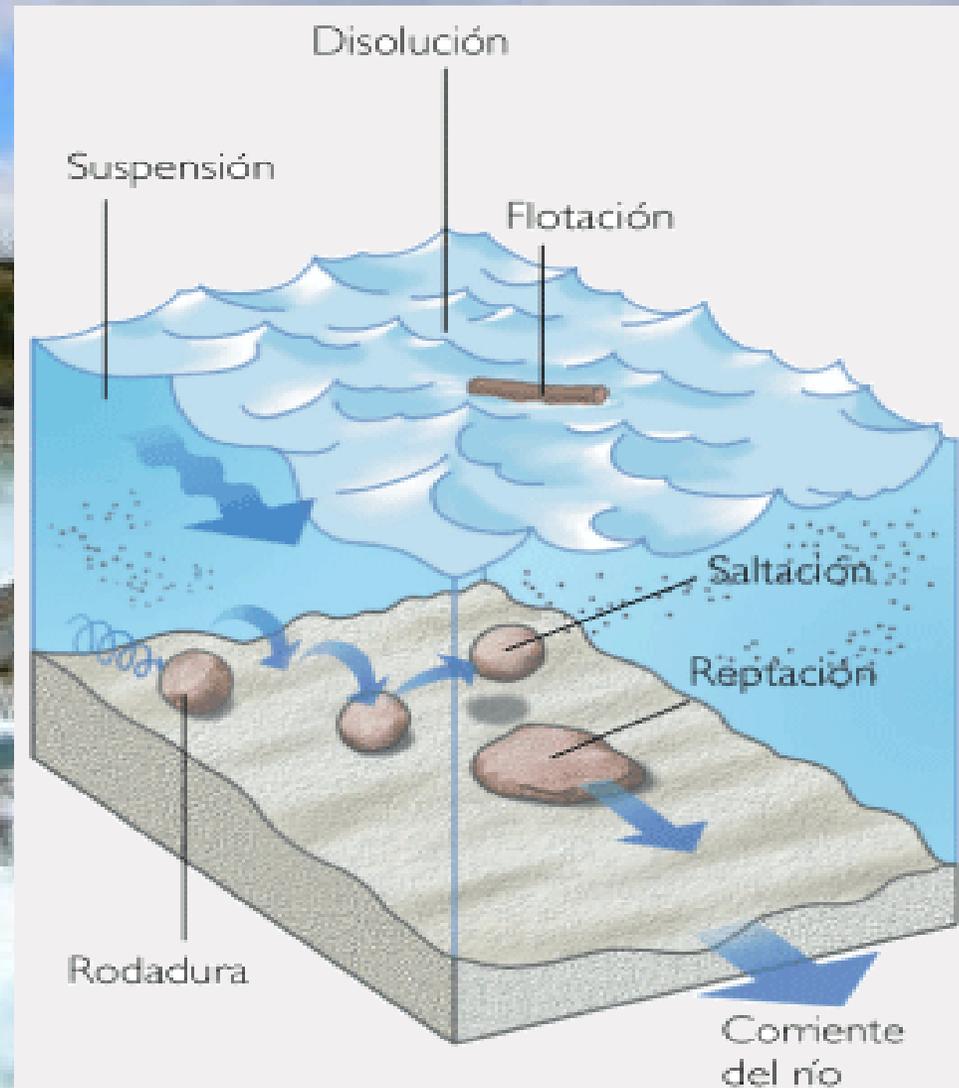
- El caudal varía con el tiempo y en el espacio: depende del clima (precipitación + evaporación), la vegetación (intercepción y transpiración) y del complejo suelo-sustrato (capacidad de infiltración y almacenamiento)

# Transporte de sedimentos

**Disolución:** iones derivados de la corrosión, de la atmósfera y de residuos orgánicos ( $\text{HCO}_3^-$ ),  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $(\text{SO}_4)^{2-}$

**Suspensión:** fracción de tamaño inferior a 0,064 mm, partículas orgánicas o minerales (coloides, arcillas o limos) desplazándose por sustentación del flujo

**De fondo (tracción o acarreo):** formada por elementos gruesos, clastos en general (arena, grava), desplazados sobre el fondo del lecho. Se transportan por rodamiento, arrastre y saltación.



# Transporte de sedimentos

En el ambiente fluvial existe un equilibrio entre *sedimentación* y *poder erosivo del agua*.

Sedimento



Capacidad de transporte



Depositación

Sedimento



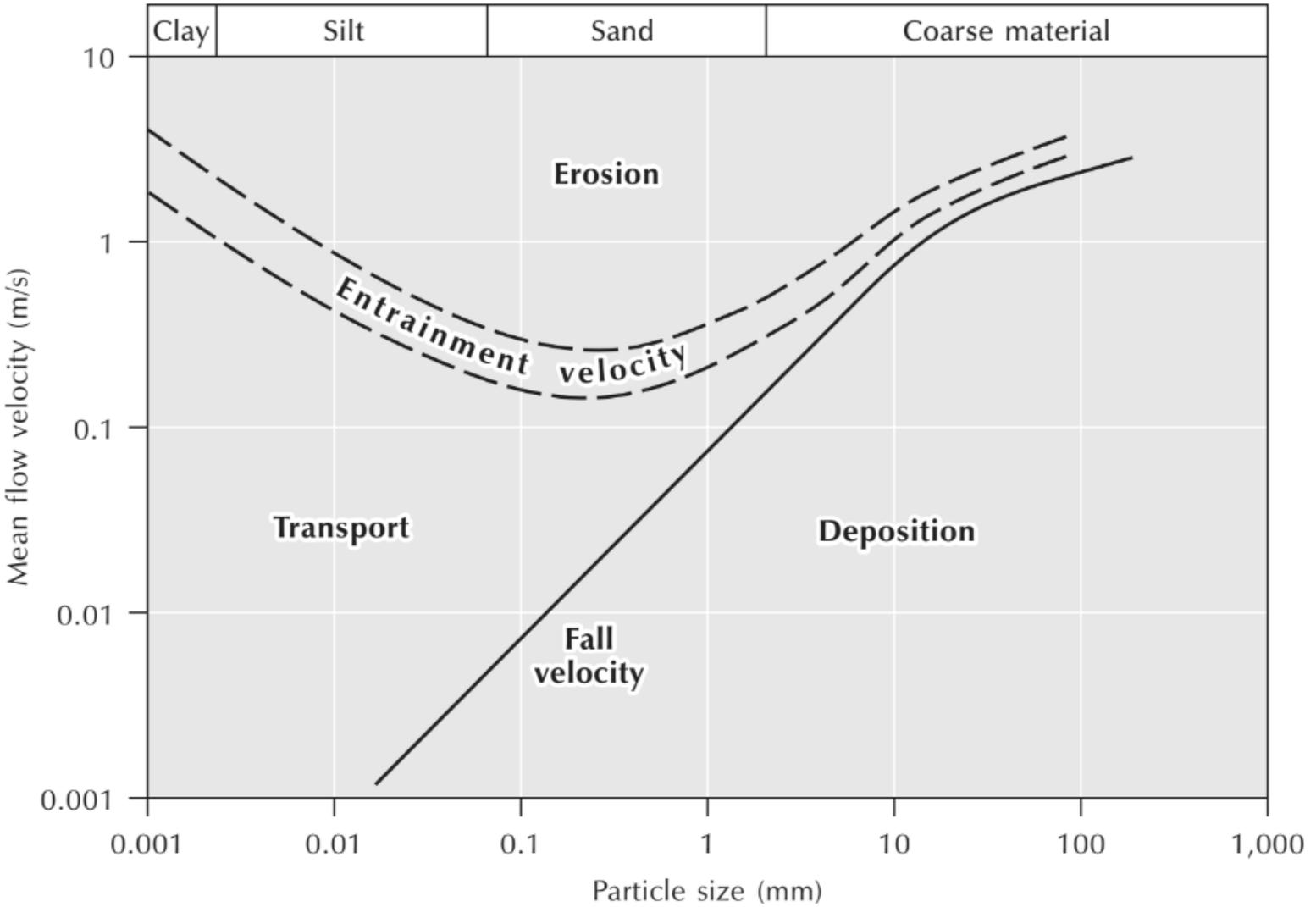
Capacidad de transporte



Erosión



# Curva de Hjulström

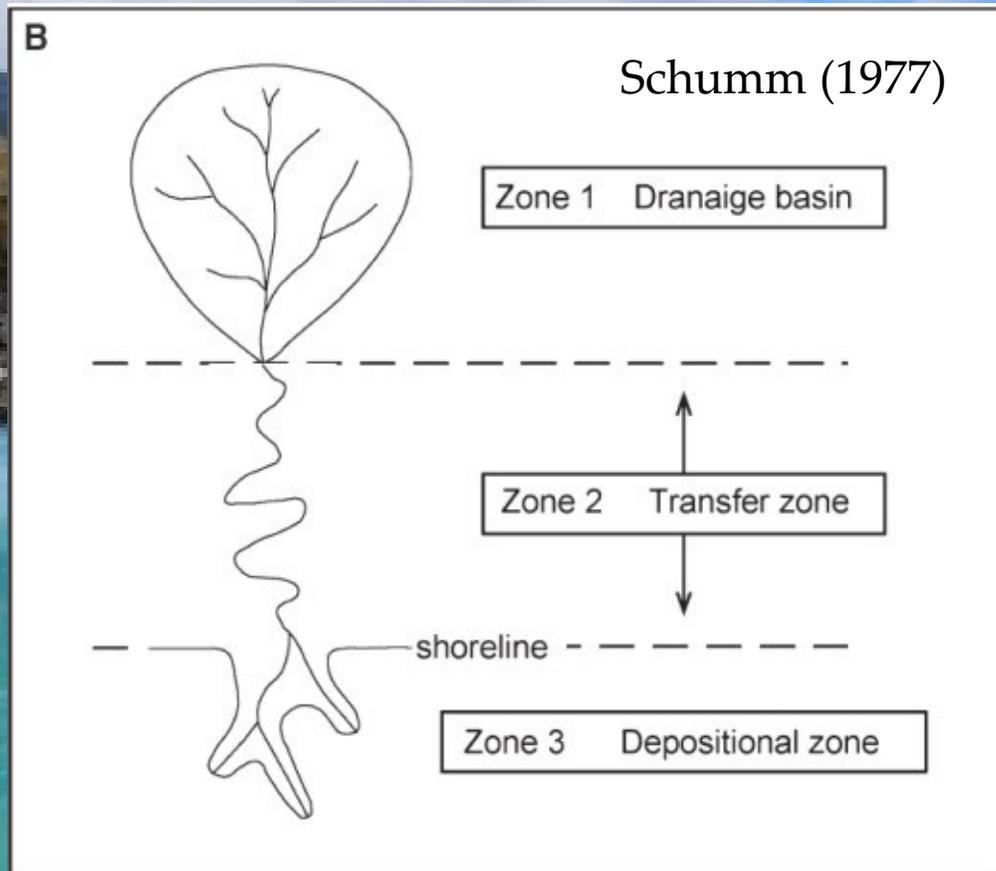




# Morfologías fluviales



# Esquema ideal de un sistema fluvial



## ZONA 1

Producción de escorrentía y sedimentos

Controlado por: clima, tectonismo, uso del suelo

## ZONA 2

Transferencia

## ZONA 3

Sedimentación

Controlado por: nivel de base.  
En función del tectonismo y variación del nivel Eustático

\*Existe erosión, transporte y sedimentación en las 3 zonas pero cada una está dominada por un determinado proceso.

# Ríos aluviales y Ríos en roca (*Bedrock rivers*)

## Aluviales



Incisos en dep. aluviales, poca resistencia a erosión, cambian de forma, pendientes bajas, perfiles regulares, variabilidad por granulometría, distintas formas en planta

## En Roca



Las diferencias radican en la **erosión lateral** y la **erosión vertical**: los ríos en roca se mueven menos lateralmente que los ríos aluviales

Incisos en roca, resistentes a la erosión. En segmentos superiores, fuerte pendiente, perfiles irregulares, linealidad en planta

# Ríos aluviales y Ríos en roca (*Bedrock rivers*)

Aluviales

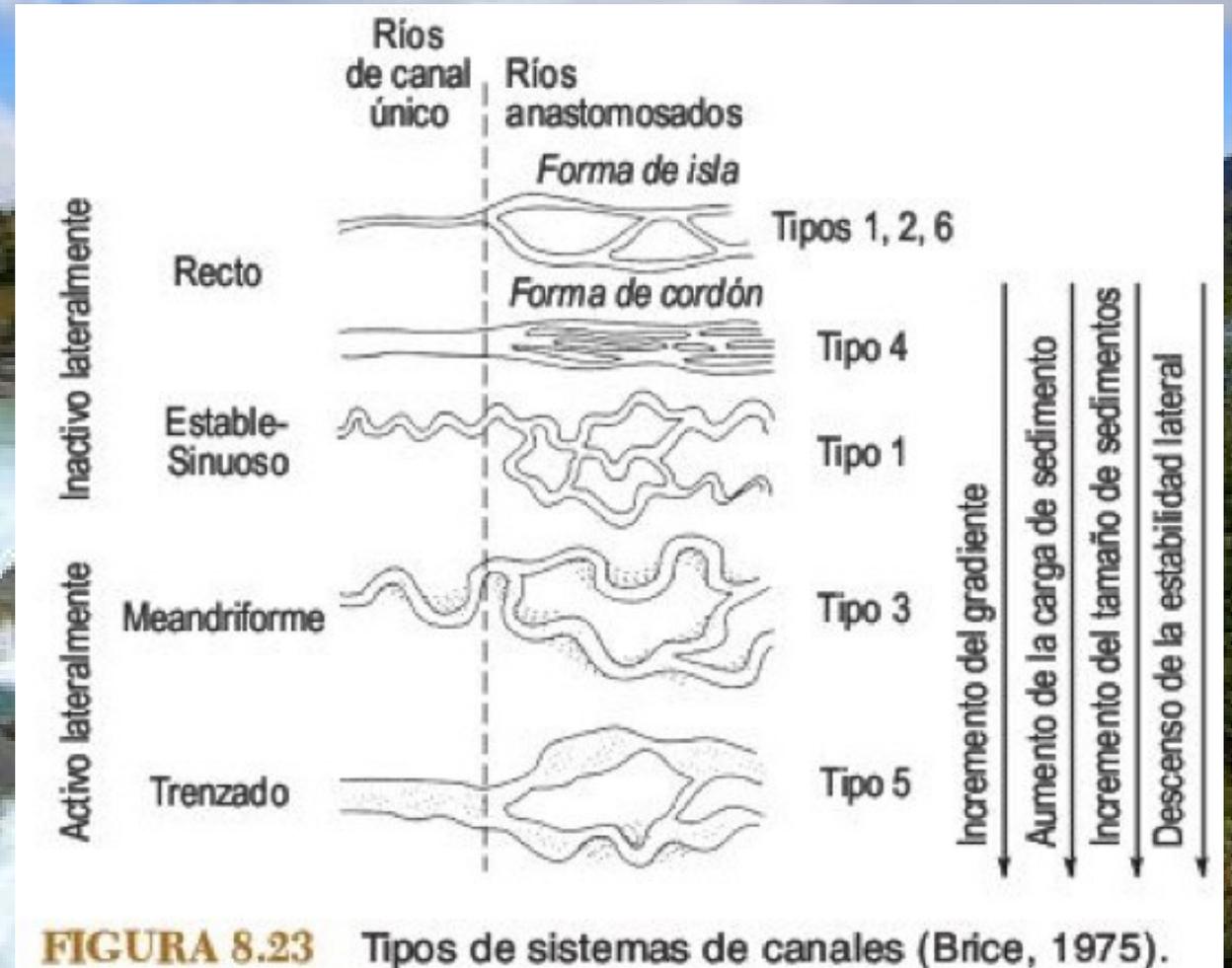


En Roca



# Clasificación de Ríos

- Se reconocen 3 patrones de río: **recto**, **trenzado** y **meándrico**
- Es controlado por la gradiente del río, la cantidad y características de la carga de sedimento, y la cantidad y naturaleza de la descarga.
- Hay una continua gradación entre un tipo y otro, y un mismo canal puede presentar cambios en su patrón a lo largo de su recorrido o a lo largo del tiempo.
- Relación **anchura/profundidad** juega un rol importante:
  - $< 20 \Rightarrow$  tienden a ser rectos
  - Entre 15 y 150  $\Rightarrow$  se desarrollan barras y muy posiblemente forman meandros
  - $> 150 \Rightarrow$  se desarrollan múltiples barras y tienden al anastomosamiento

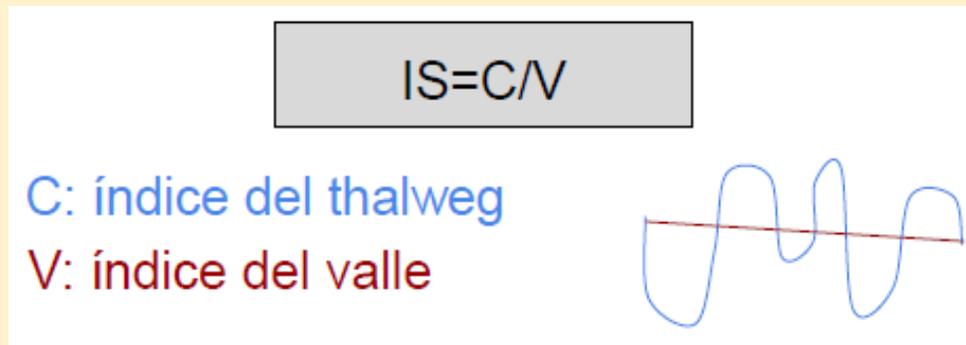


**FIGURA 8.23** Tipos de sistemas de canales (Brice, 1975).

# Clasificación de Rios

- Índice de Sinuosidad (IS)

Corresponde al cociente entre el Índice de thalweg (C) e Índice de valle (V).

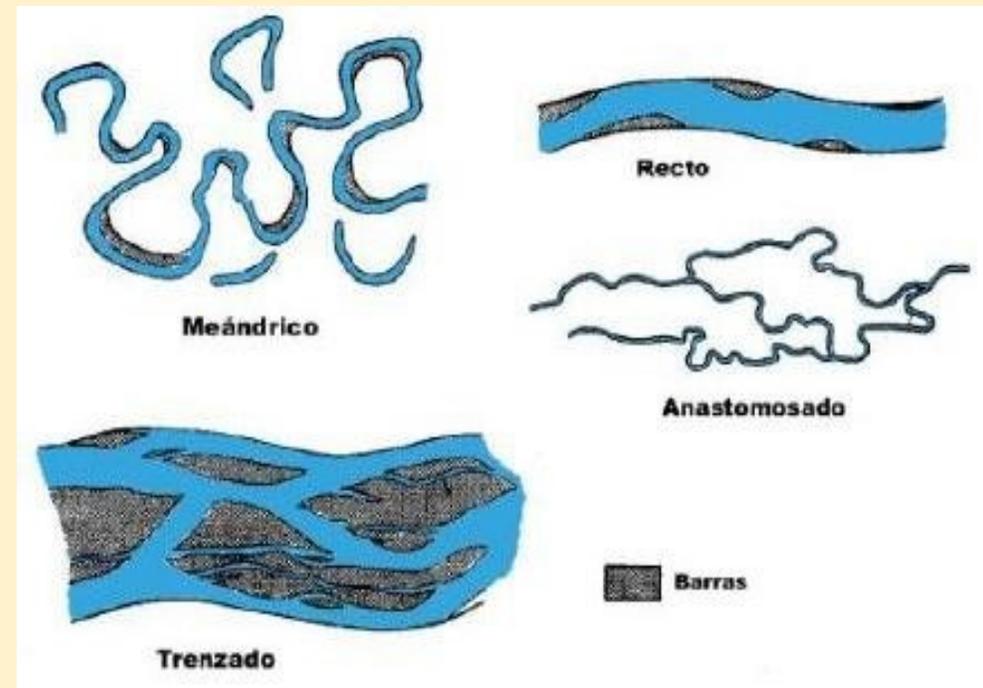


Donde:

C= índice del talweg (recorrido del agua a lo largo de la línea más profunda de un valle)

V= índice del valle (distancia rectilínea que separa el punto inicial y final)

A mayor velocidad, mayor erosión



# Canales rectos

- Índice de sinuosidad menor a 1.5
- Ancho/profundidad  $<4$
- Transporta carga en suspensión, de fondo y mixta
- Único canal
- Caudal de alta energía y gran capacidad erosiva
- Raros en la naturaleza (inestables) y usualmente se desarrollan en pequeñas distancias
- Suelen generar encajonamientos y rara vez llanuras aluviales



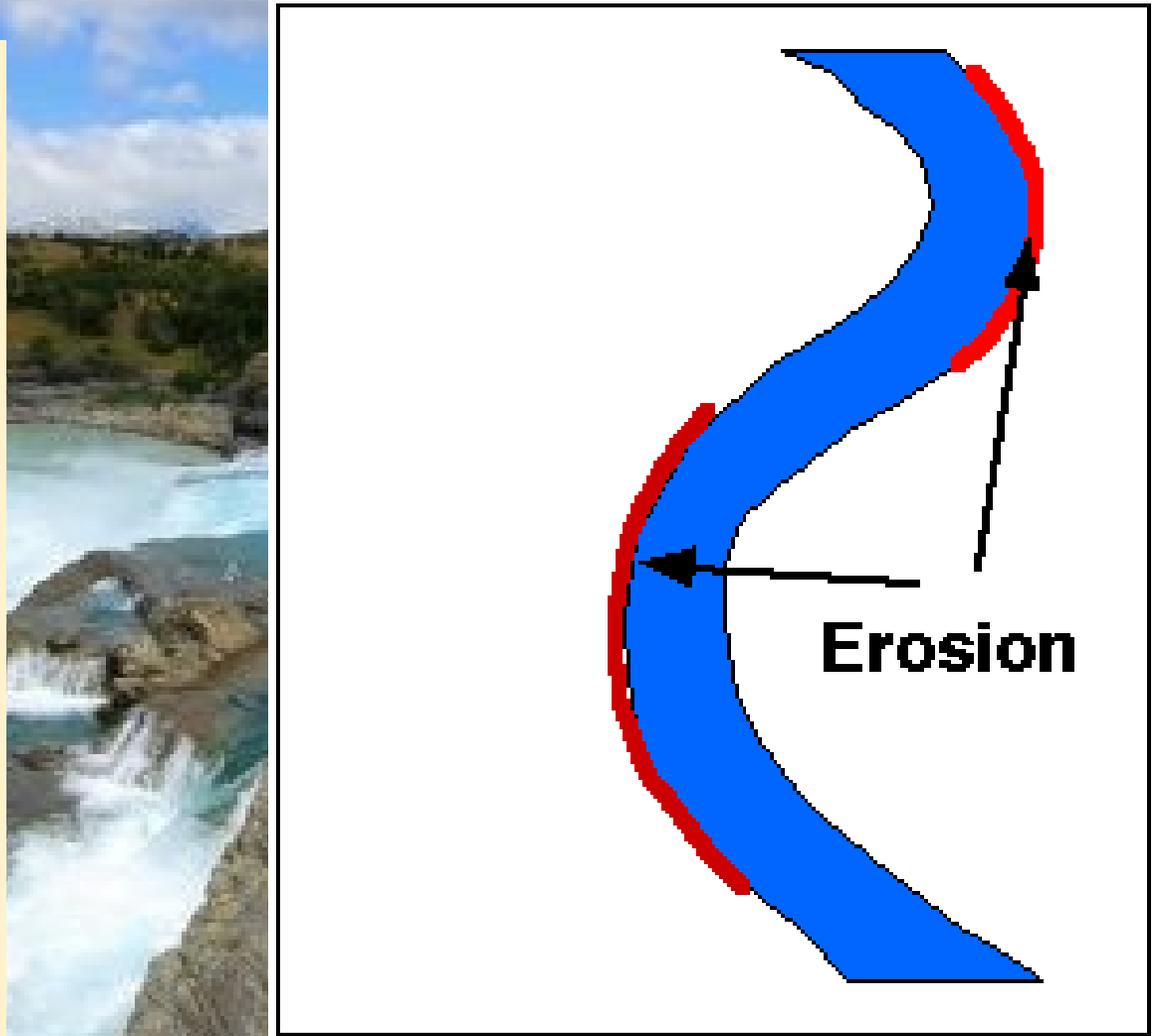
# Canales meándricos (sinuosos)

- Índice de sinuosidad mayor a 1.5
- Canales profundos y angostos
- Bajos gradientes (pendientes bajas)
- Ríos perennes (baja variación en Q)
- Orillas cohesivas
- Alta carga de suspensión
- Deposición lateral en barras de punta
- Carácter erosivo - sedimentario
- Forman llanuras aluviales



# Canales meándricos (sinuosos)

- Índice de sinuosidad mayor a 1.5
- Canales profundos y angostos
- Bajos gradientes (pendientes bajas)
- Ríos perennes (baja variación en Q)
- Orillas cohesivas
- Alta carga de suspensión
- Deposición lateral en barras de punta
- Carácter erosivo - sedimentario
- Forman llanuras aluviales

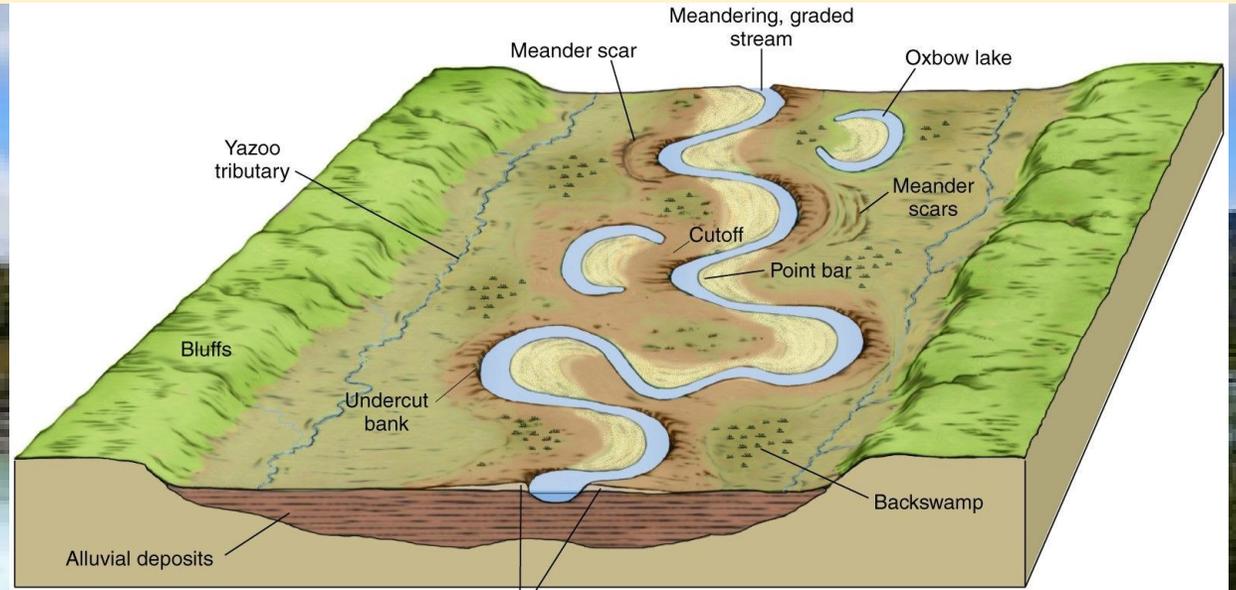


# Canales meándricos (sinuosos)

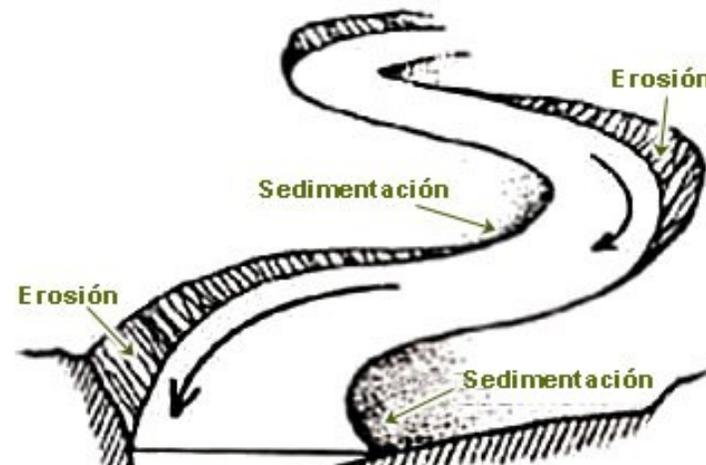
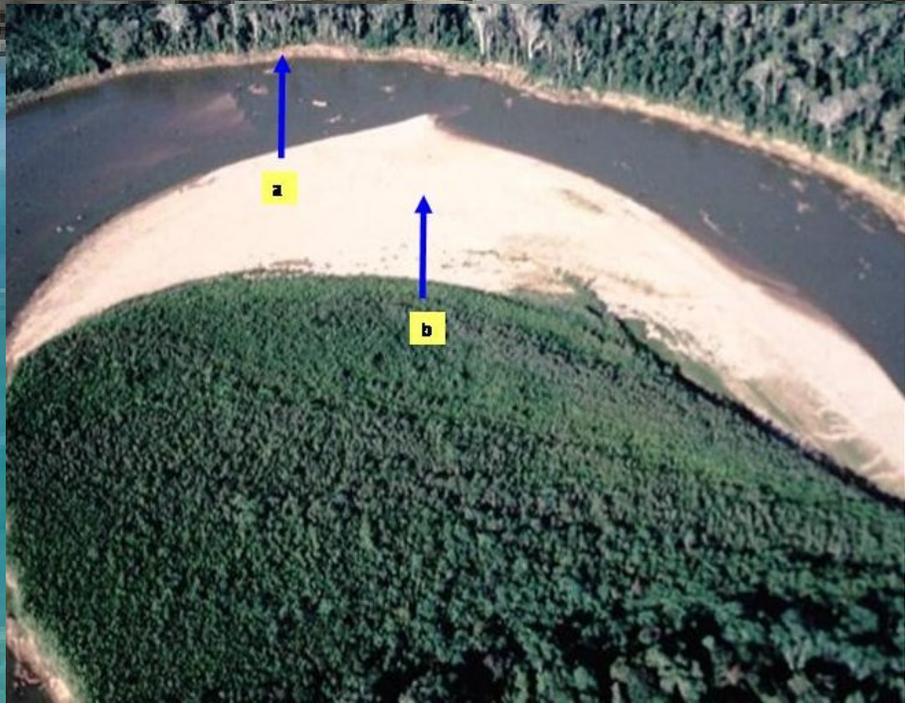


<https://the-earth-story.com/image/142585058157>

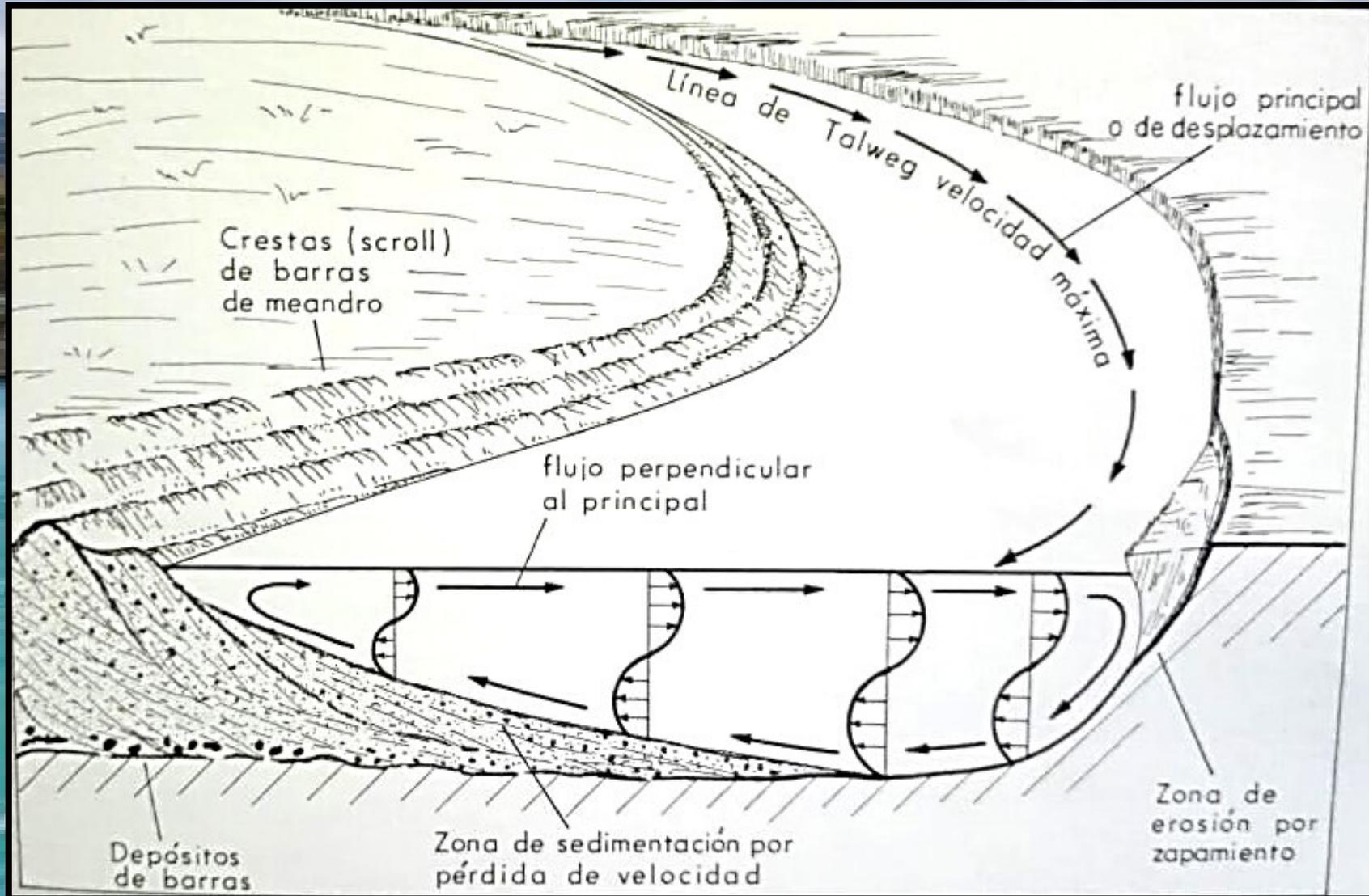
# Canales meándricos (sinuosos)



Natural levees  
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



# Canales meándricos (sinuosos)





Río Calle Calle, Valdivia

Image © 2016 DigitalGlobe

Image © 2016 CNES / Astrium



# Canales entrelazados o trenzados (*braided*)

- Índice de sinuosidad menor a 1.5
- Ancho/profundidad  $>4$
- Canales múltiples, poco profundos
- Pendientes altas
- Descargas efímeras (alta variación en Q)
- Orillas inestables
- Alta capacidad carga-sedimentación, formando grandes llanuras aluviales
- Deposición principal en barras de grava / arena.



Río Waitaki, Nueva Zelanda



Río Cachapoal, Rancagua

Image © 2016 DigitalGlobe





Canterbury Braided River

# Canales anastomosados

- $1.5 < IS$
- Pendientes bajas
- Alta carga de suspensión y sedimentación
- Mucha agua y vegetación
- Canales relativamente profundos y angostos
- Orillas y barras estabilizadas por la vegetación y la erosión (semipermanentes).



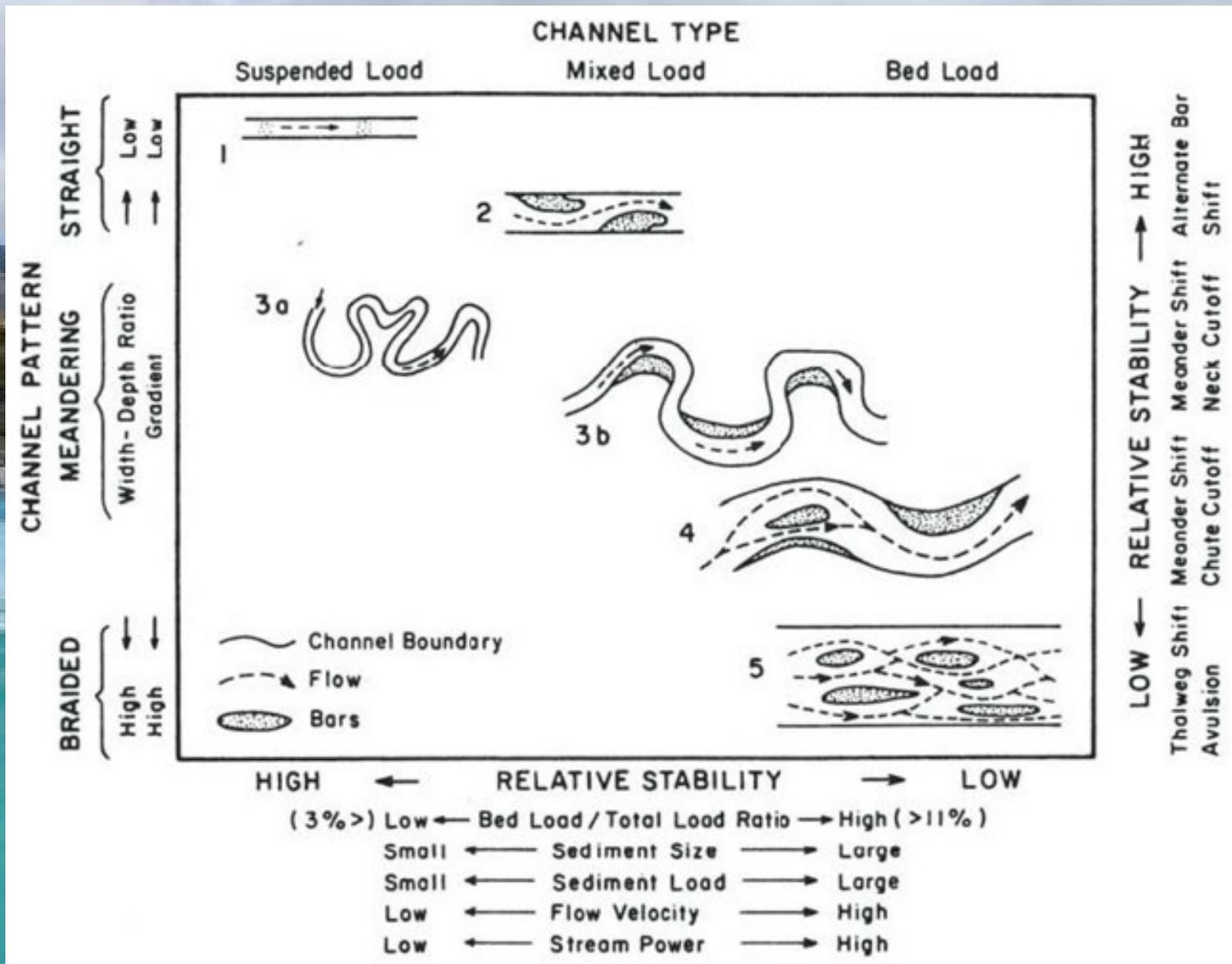


Majadillas

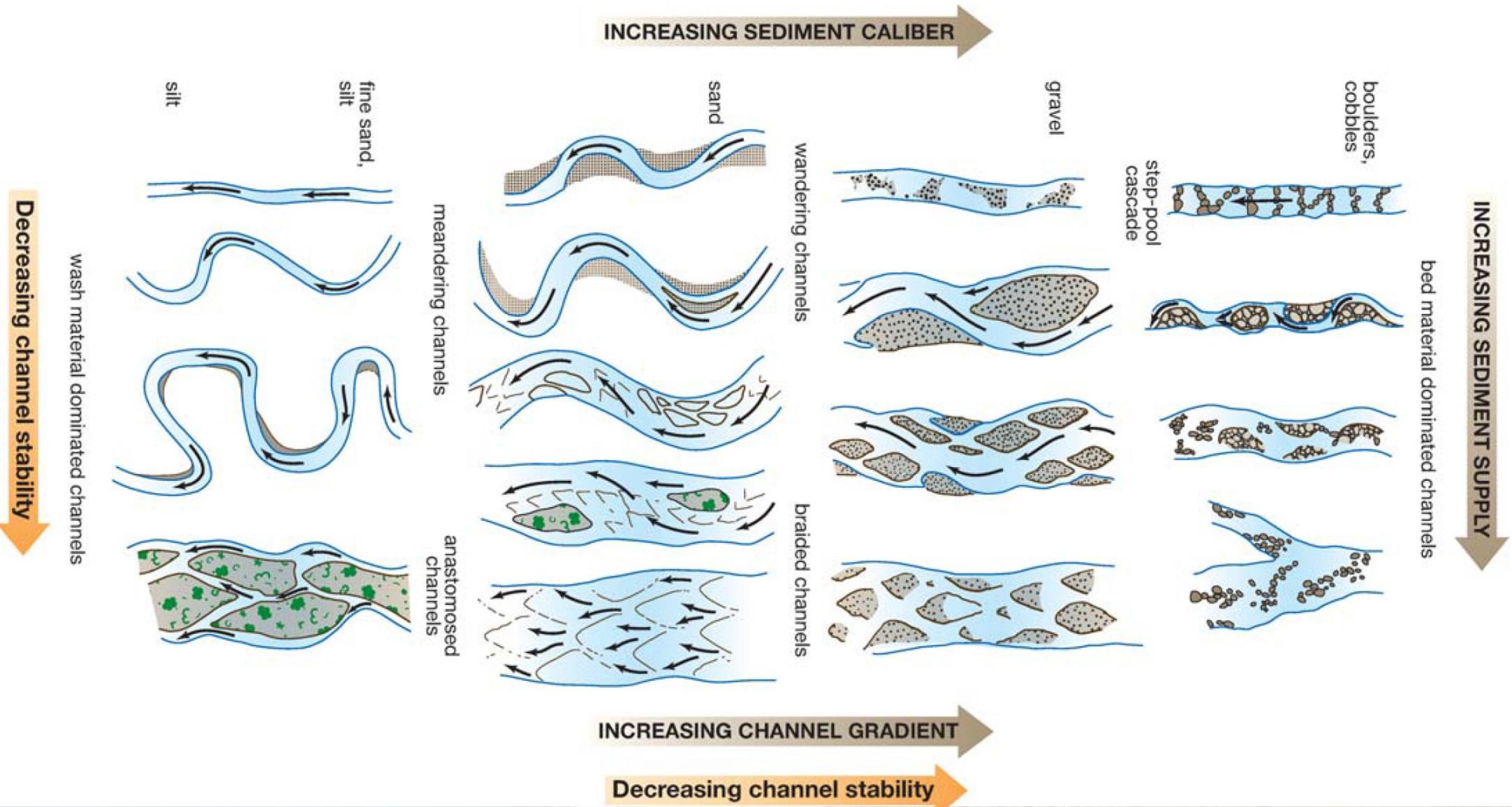
© 2016 Google  
Image © 2016 DigitalGlobe

Río Mataquito, Curicó

# Clasificación de ríos de Schumm

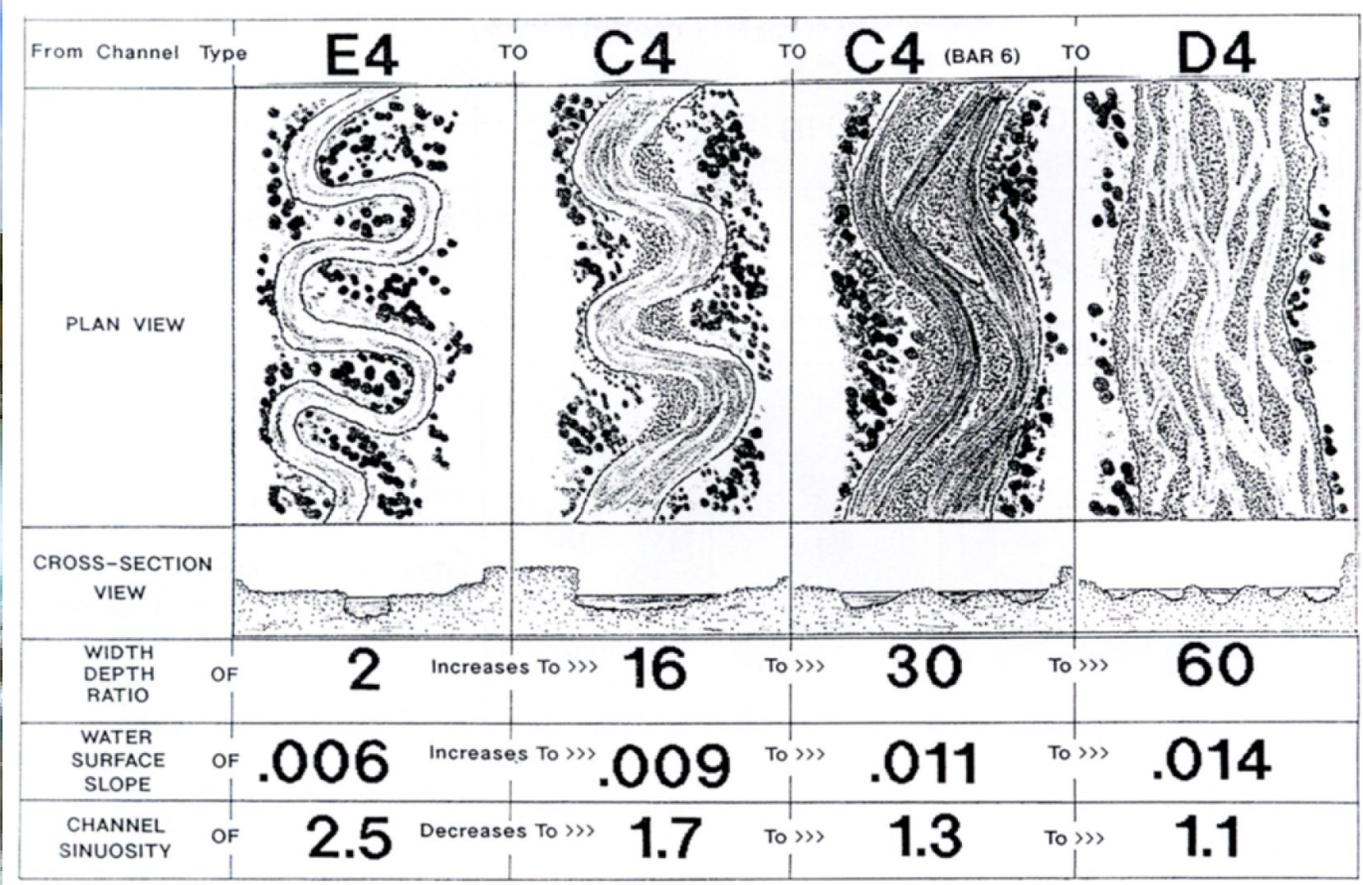
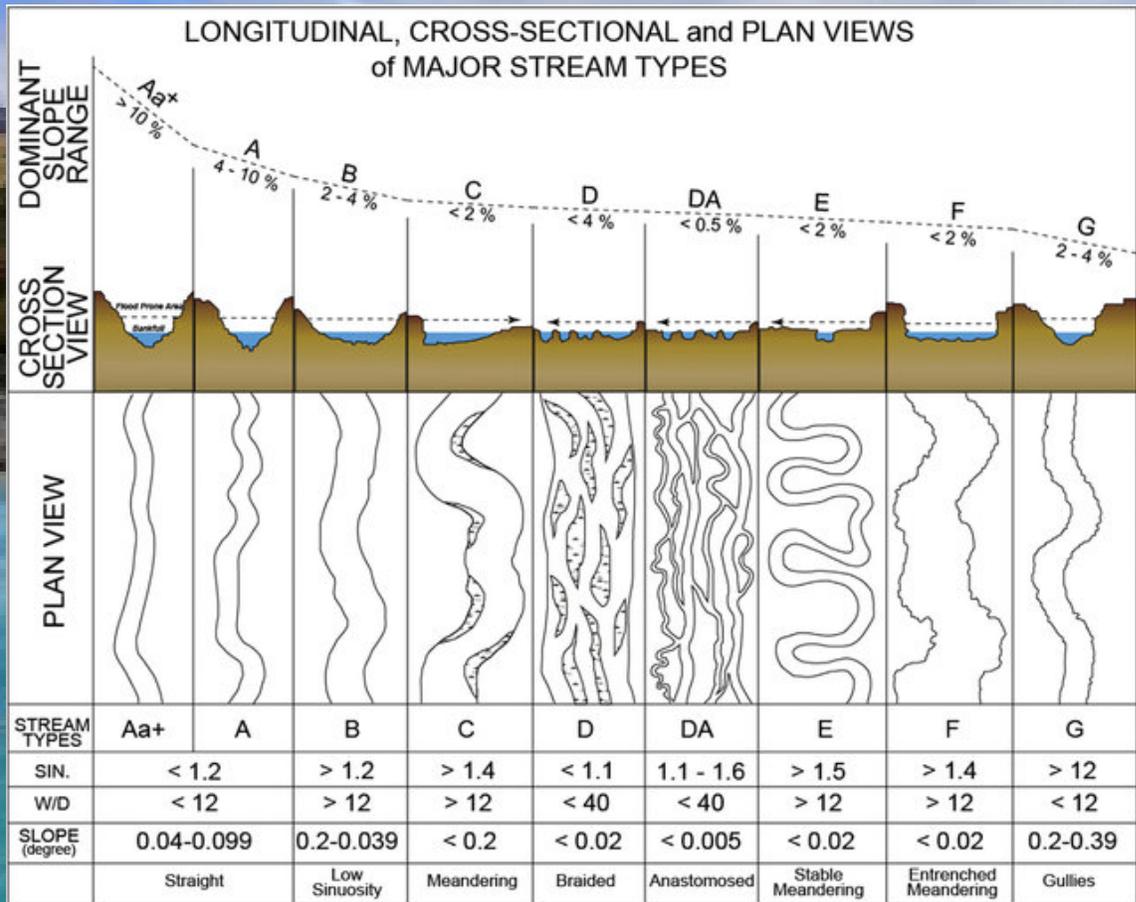


Schumm (1977)



Church (2006).

# Clasificación de ríos de Rosgen



Ho Bae et al. (2017), modificado de Rosgen (1994).

Rosgen (1994).

# Morfologías fluviales



# Llanuras de inundación

- Zona del cauce que ocupan las aguas de crecida estacional
- Planos
- Sujeto a inundaciones
- Formados de sedimentos no consolidados
- Diferencia con llanura aluvial -> ésta es una planicie sedimentaria fluvial que no implica edad ni posición.







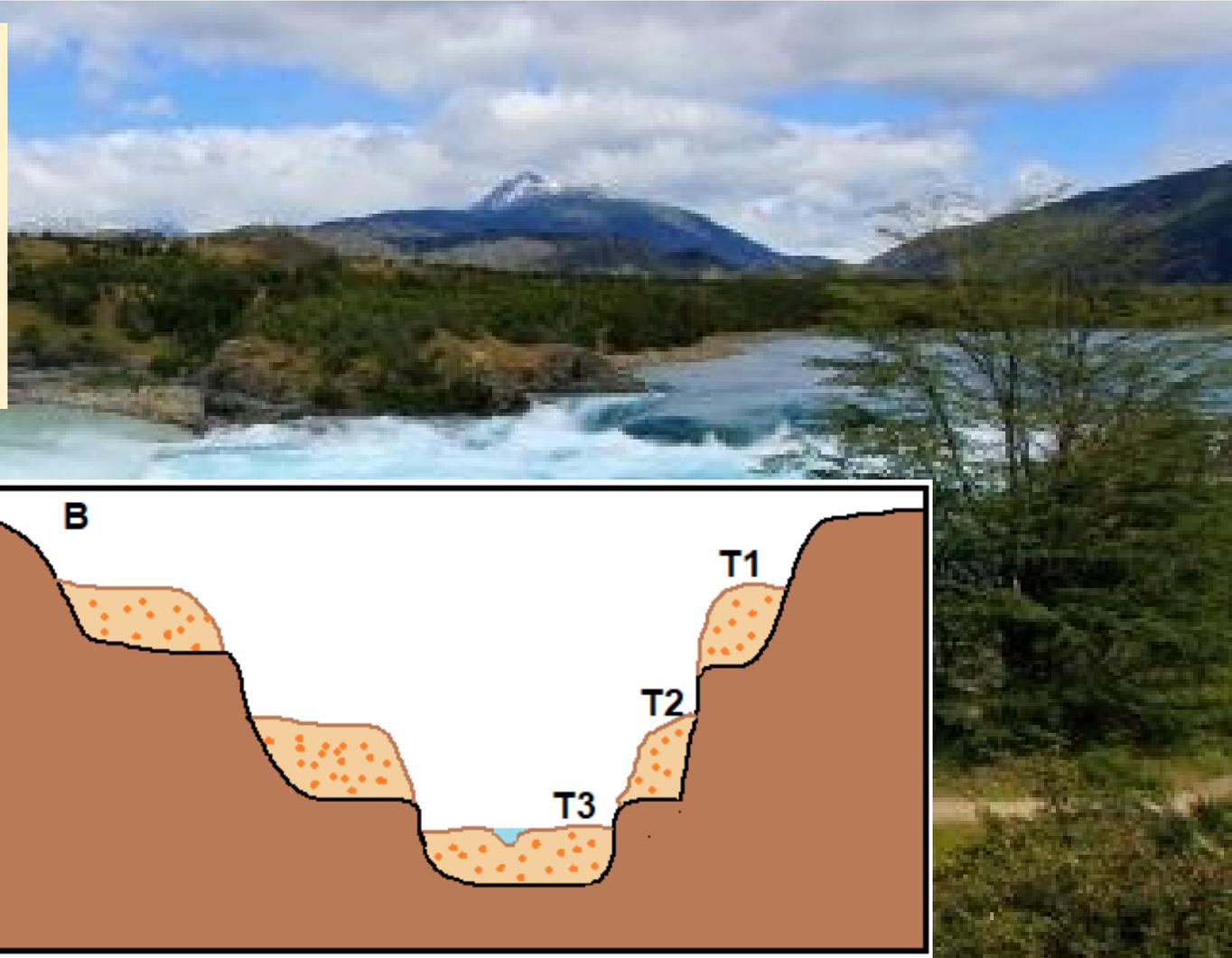
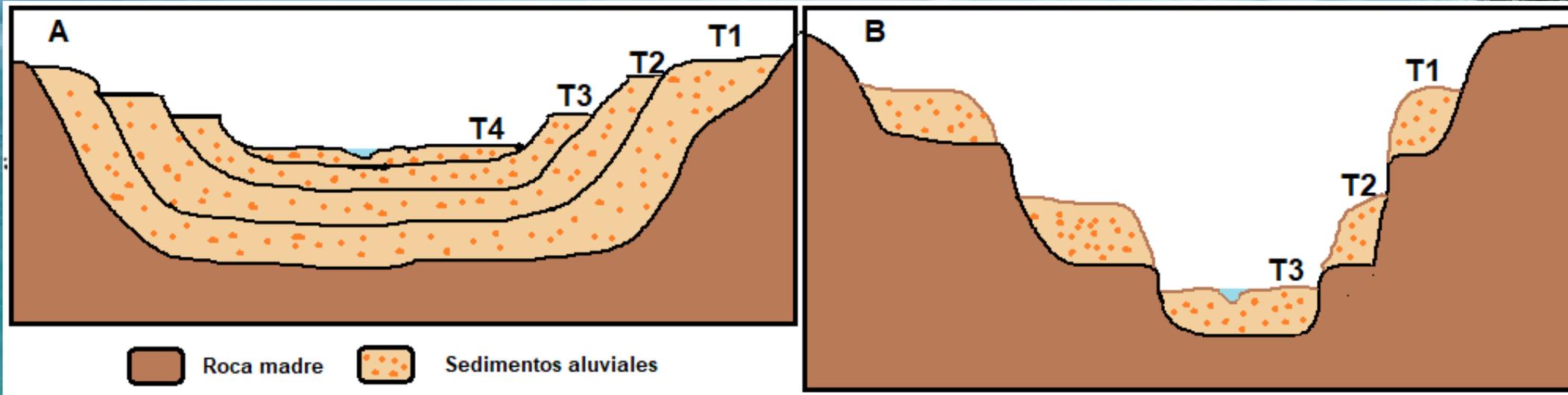
# Terrazas Fluviales

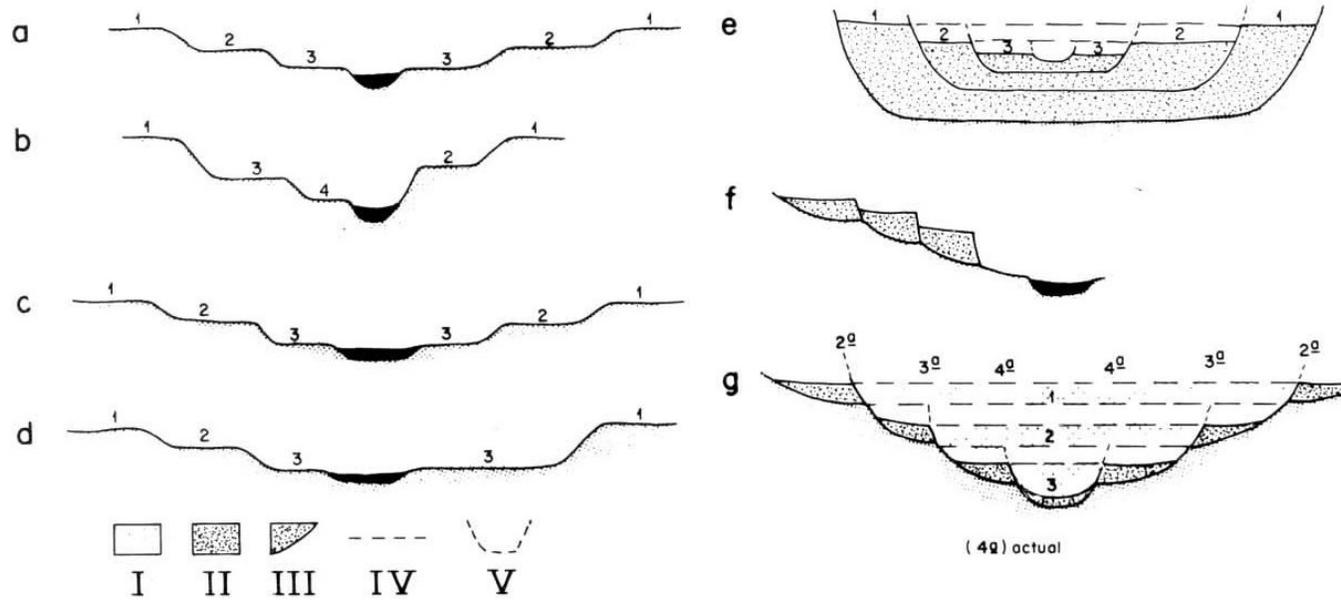
- Superficie plana inactiva (*abandonada*) ubicada sobre el curso actual de un río.
- Representan antiguos fondos de valles (llanuras de inundación) de distinto origen (fluvial, aluvial, abrasivo, lacustre, etc..)
- Cuando el río pierde su equilibrio por cambios del nivel de base, aumento de escorrentía o disminución de la disponibilidad de sedimentos, se re-equilibra incidiendo para volver a su perfil de equilibrio.
- Registro del equilibrio pasado de condiciones paleo climáticas / tectónicas. Pendiente y ancho: información cuantitativa sobre duración y magnitud de este equilibrio.



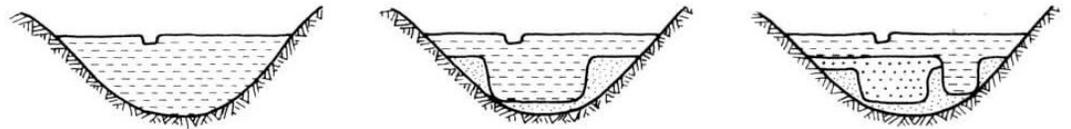
# Terrazas Fluviales

- Una terraza fluvial marca la posición de la llanura de inundación antigua que se desarrolló cuando el río corría en un nivel superior.





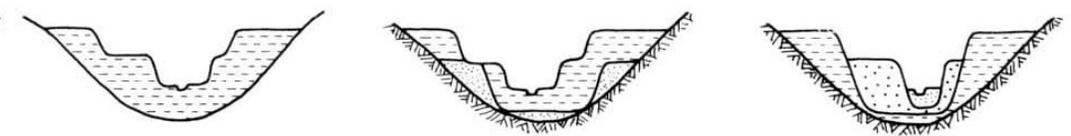
*h<sub>1</sub>) Sin terraza*



*h<sub>2</sub>) Una terraza*



*h<sub>3</sub>) Dos terrazas*

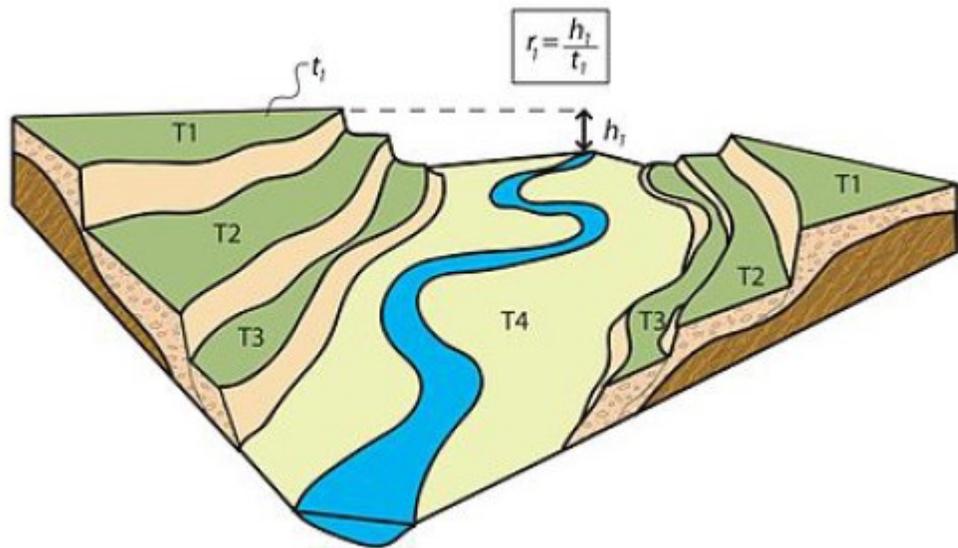


1

2

3

- a) Pareada.
- b) No pareada.
- c) Simétricas.
- d) Asimétricas.
- e) Superpuestas o encajadas.
- f) Escalonadas solapadas.
- g) Escalonadas colgadas.
- h) Combinaciones.



modern floodplain



terrace surface

T1 = oldest terrace surface

T4 = future/youngest terrace surface

$t_1$  = age of T1 terrace surface

$h_1$  = height of T1 terrace

$r_1$  = average rate of incision



river deposits

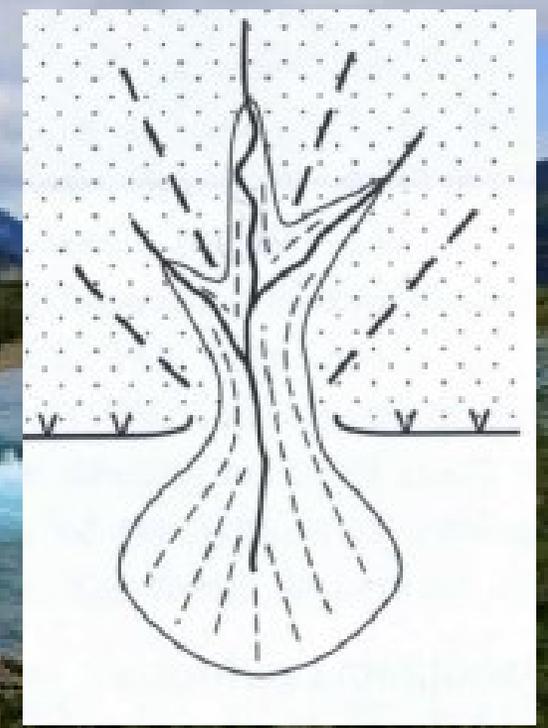
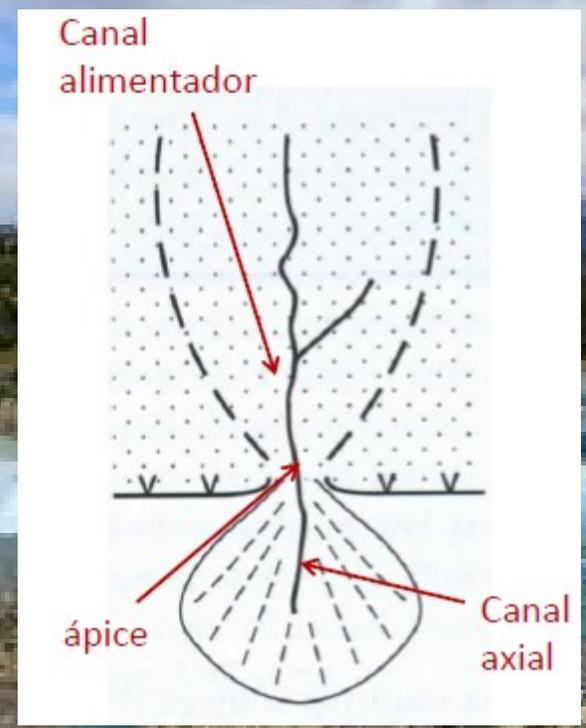


bedrock



# Abanicos aluviales

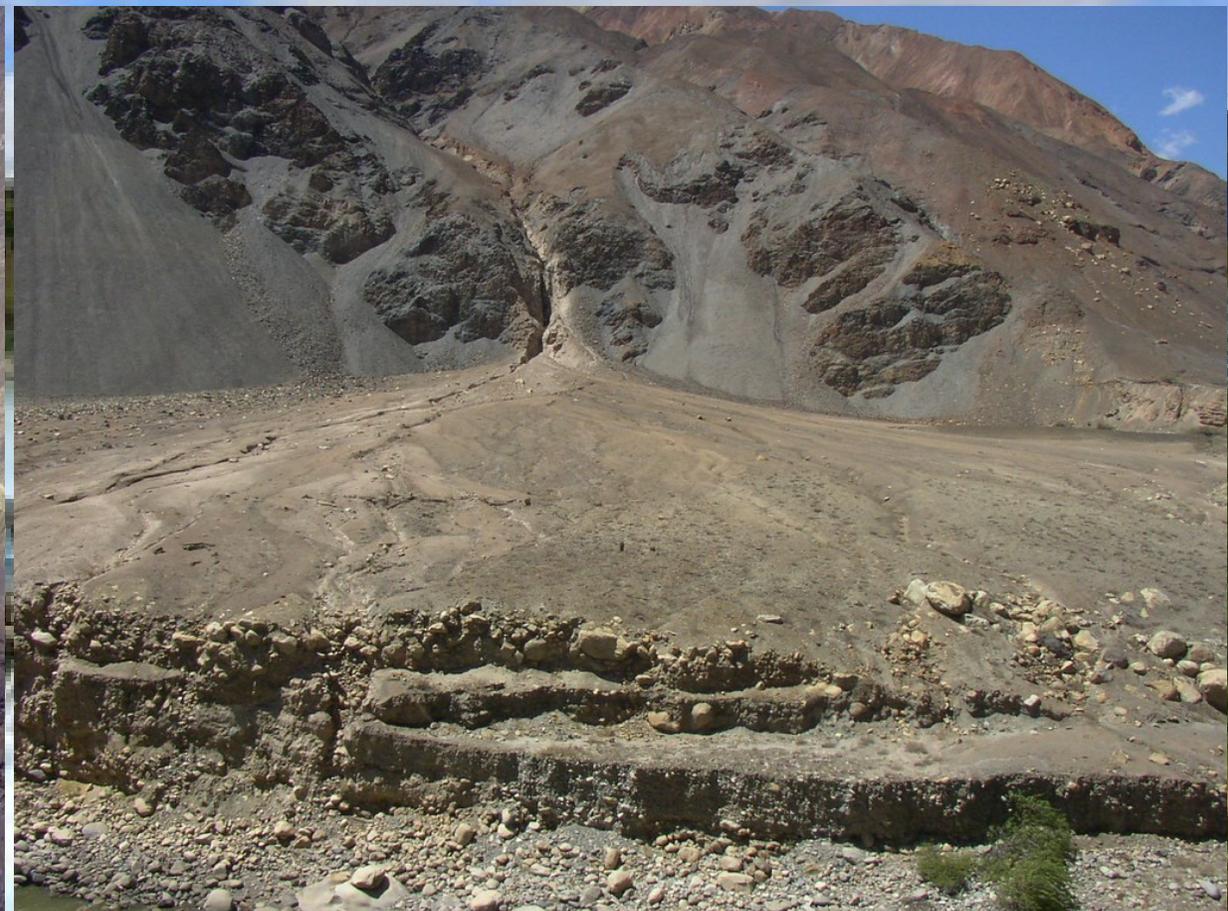
- Formas depositacionales generadas cuando una corriente confinada emerge desde una cuenca montañosa a zonas donde se reduce su poder de escorrentía debido a cambios topográficos como pendiente, relieve, rugosidad.
- Tamaño proporcional a Cuenca
- Subaérea



**Un canal de alimentación:** zonas tectónicamente activas, frente de montaña joven

**Multicanales de alimentación:** zonas tectónicamente pasivas, frente de montaña maduro, retroceso del frente, pedimentación

# Abanicos aluviales



# Referencias

- Javier de Pedraza (1996). Geomorfología: Principios, métodos y aplicaciones
- Grove K. Gilbert (1877). Report on the geology of the Henry mountains
- R.A. Bagnold (1977). Bed load transport by natural rivers
- Schumm (1977). The fluvial system
- Schumm (1985). Paterns of alluvial systems (y referencias ahí citadas)
- Church (2005). Bed Material Transport and the Morphology of Alluvial River Channels
- Richard Hugget (2016). **Fundamentals of Geomorphology 4th edition**



Auxiliar N°4 Geomorfología Dinámica  
**Geomorfología de ambientes fluviales**  
Otoño 2023

Gabriela Reyes, Kimberly Bravo, Roberto González y Luis Godoy

Basado en clases de Sebastián Ortega y Gabriela Reyes (2022) y Francisco Báez, Valentina Villanueva, Vicente Méndez y Sebastián Perraud (2019)