

Paleohidrología: Los Registros Fluviales



Gerardo Benito Ferrández

CSIC-Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid

Parte 1: Introducción y
registros de llanuras de inundación

Temas a abordar:

- 1.- Paleohidrología a través de la Geomorfología y la Sedimentología fluvial
- 2.- Registros fluviales en llanuras aluviales
- 3.- Registros en terrazas fluviales
- 4.- Registros de eventos extremos: paleocreencias

PALEOHIDROLOGÍA

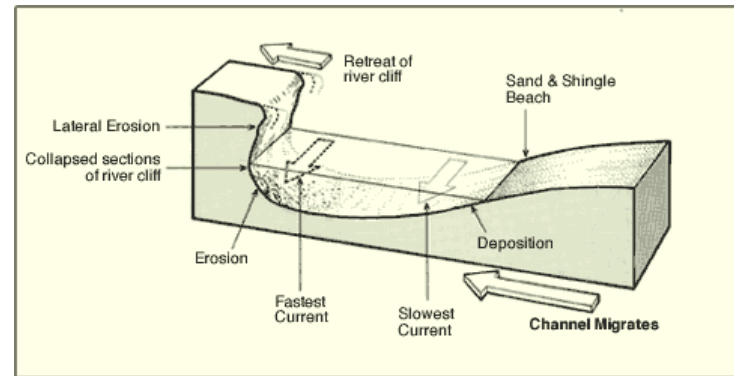
Disciplina que aborda el estudio del movimiento del agua y el sedimento con anterioridad a los registros hidrológicos continuos

Costa, 1986

Reconstrucción del caudal máximo



Reconstrucción de actividad fluvial y del caudal medio

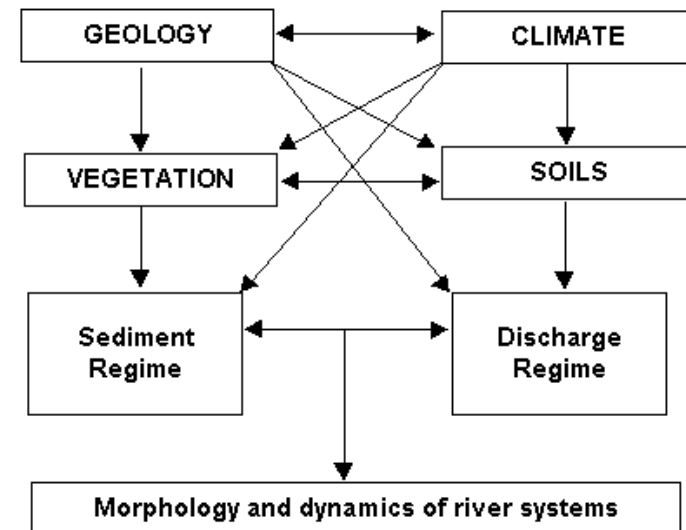
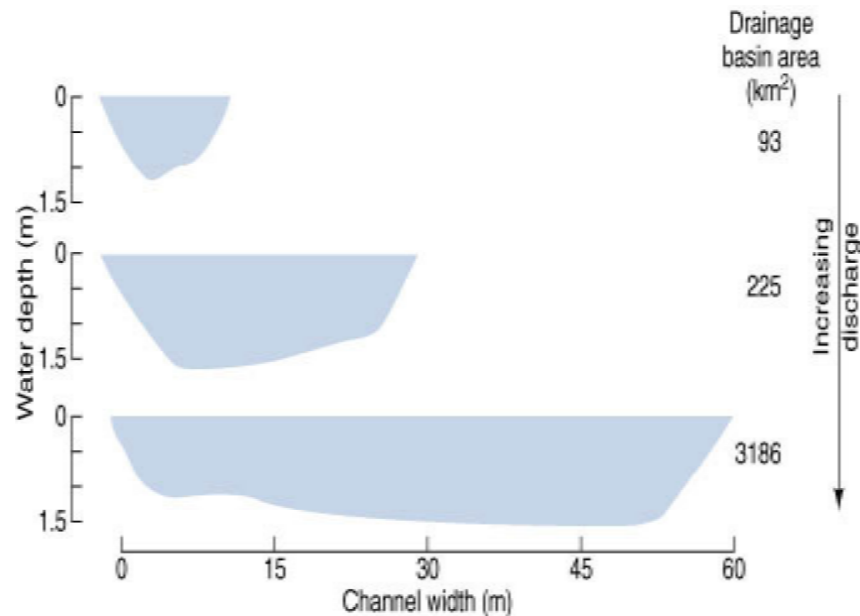


Registros fluviales relevantes en el estudio de Cambio Climático:

- Estratigrafía y Geomorfología de terrazas, llanuras y rellenos aluviales, :
 - Secuencias de erosión y agradación, en llanuras y terrazas aluviales y rellenos de valle, registrando cambios importantes en caudal y/o carga de sedimento
 - Frecuentemente presentan una respuesta no linear, con retardo en la respuesta al cambio
 - Resolución de 0.1-1 ka (décadas a milenios)
- Estudios basados en el análisis de depósitos de crecidas en zonas de remanso:
 - Registros sedimentarios de eventos individuales de crecidas;
 - Eventos hidrológicos de corta duración, respuesta rápida, muy sensibles a registrar cambios;
 - Resolución de 0.01-0.1 ka (décadas a centurias)
- Crecidas Históricas (Documentadas) registrados en archivos (Municipales, eclesiásticos, etc.), y marcas de altura.

Cauce fluvial

Los cauces fluviales presentan cambios tanto en el tiempo como en el espacio para acomodar su tamaño a las variaciones de caudal (agua y sedimento) y de pendiente.

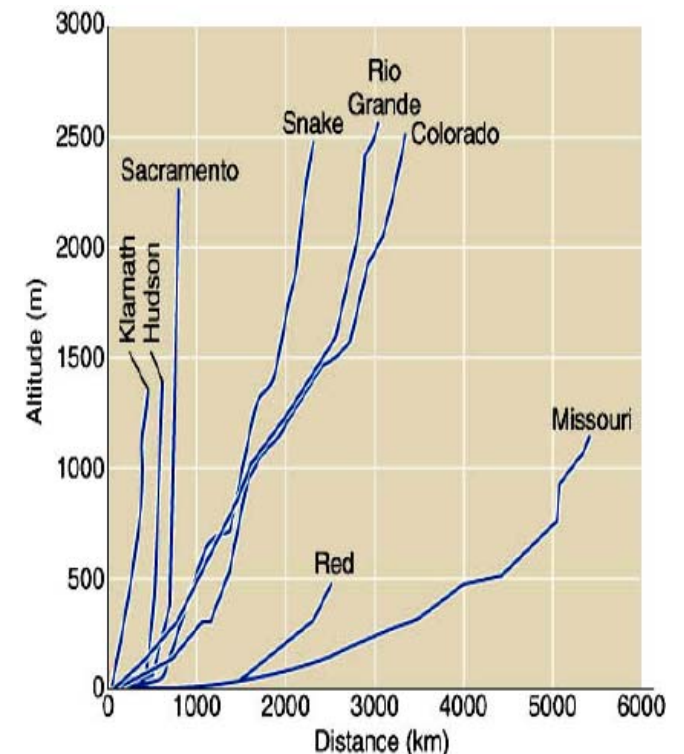
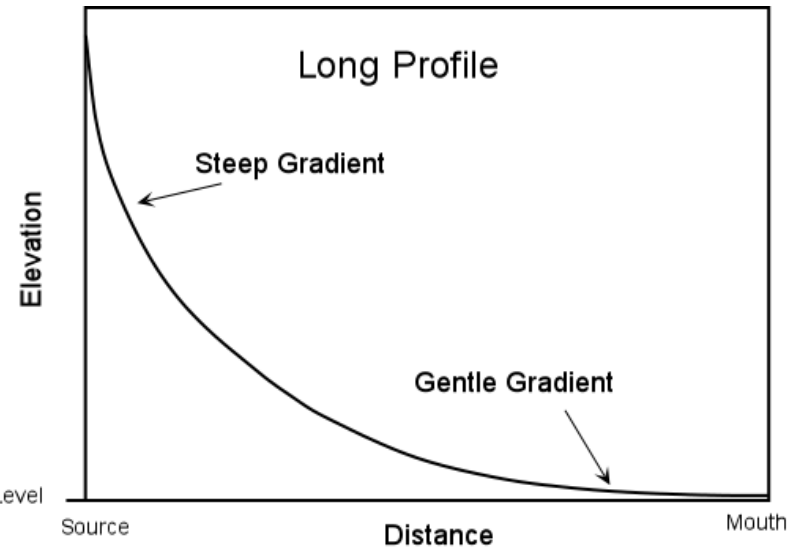


Factores que controlan el flujo en cauces fluviales

- Gradiente del cauce fluvial
- Sección transversal del cauce
- Velocidad media del flujo
- Caudal (sección/area mojada x velocidad)
- Carga de sedimento

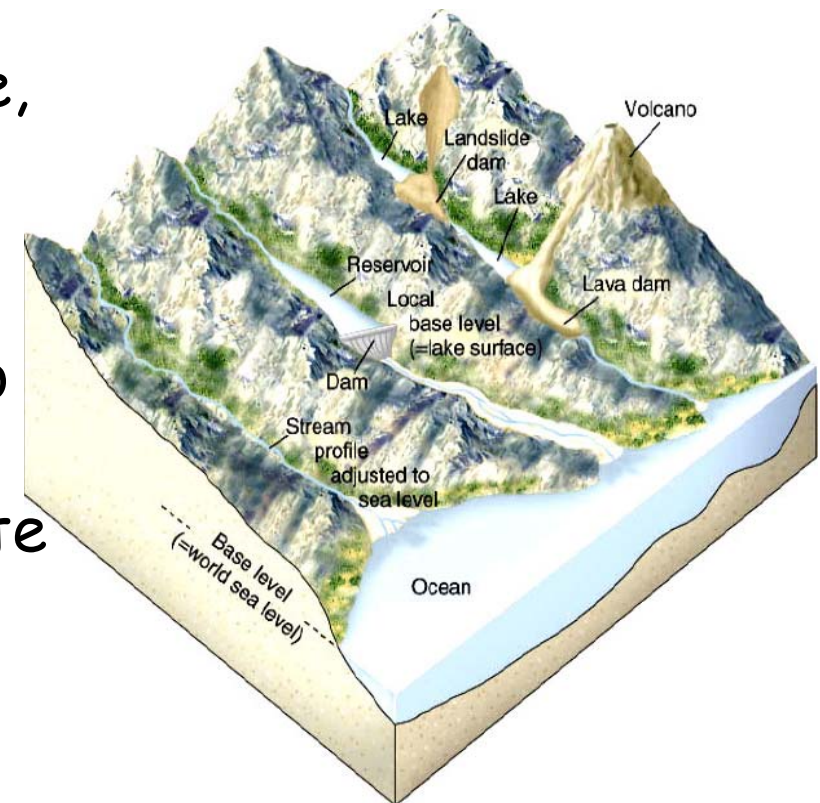
Perfil longitudinal

- El perfil longitudinal se refiere a la línea topográfica dibujada a lo largo del cauce desde su nacimiento a su desembocadura
- El gradiente del cauce desciende aguas abajo
- Las irregularidades del gradiente pueden ser debidas a la existencia de capas resistentes de roca, deslizamientos o presas
- En el caso de un cambio del nivel de base, el curso fluvial tiene a generar un nuevo perfil de "equilibrio" para ajustar a las nuevas condiciones

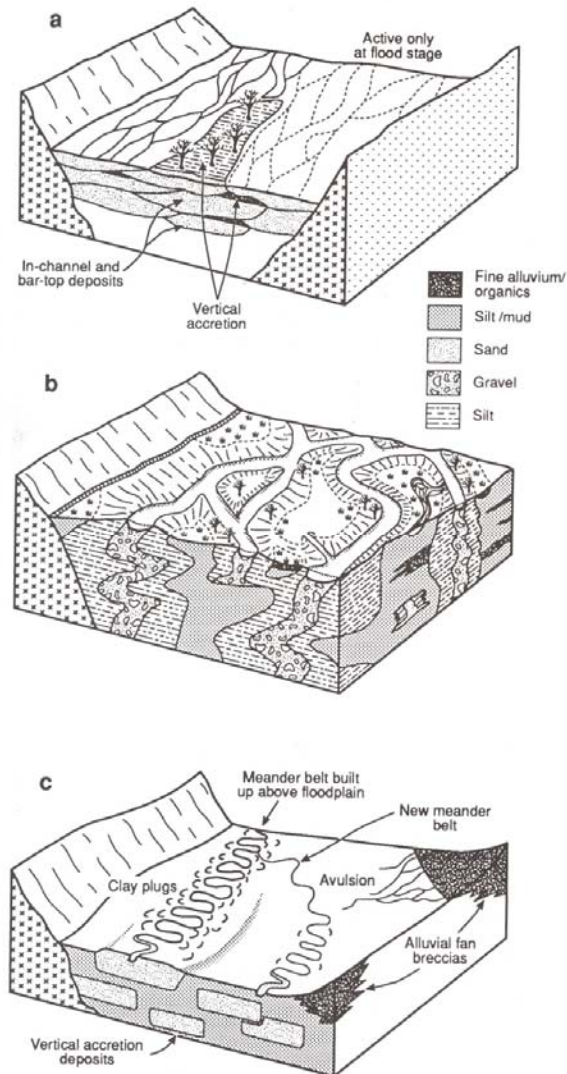


Nivel de base

- A medida que el flujo se desplaza aguas abajo, la energía potencial disminuye al igual que su gradiente, hasta alcanzar su nivel de base en su desembocadura en el mar.
- El nivel límite debajo del cual el cauce no puede seguir erosionando se denomina nivel de base del río.
- El nivel de base para la mayor parte de los ríos es el nivel del mar.
- Cuando un río fluye hacia una cuenca cerrada o un lago, la superficie del lago es su nivel de base.

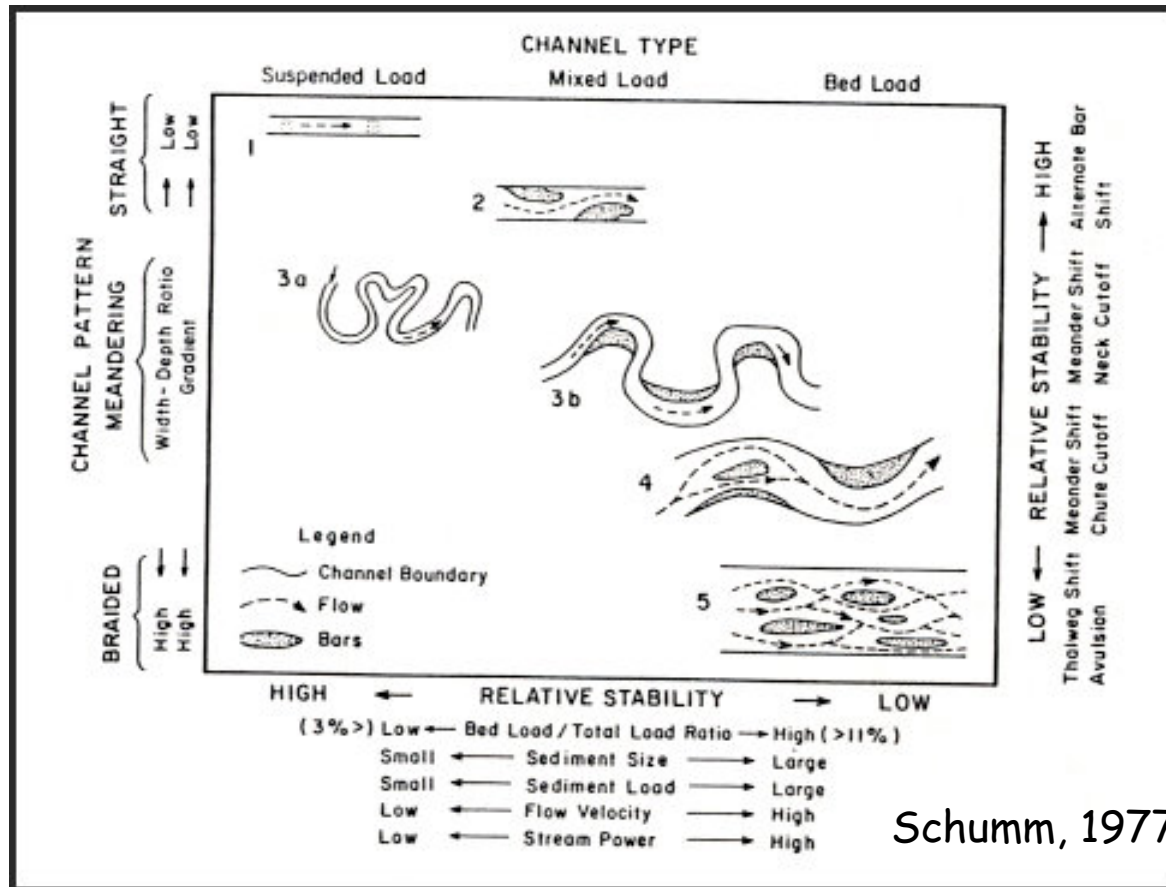


Tipos de ríos y características



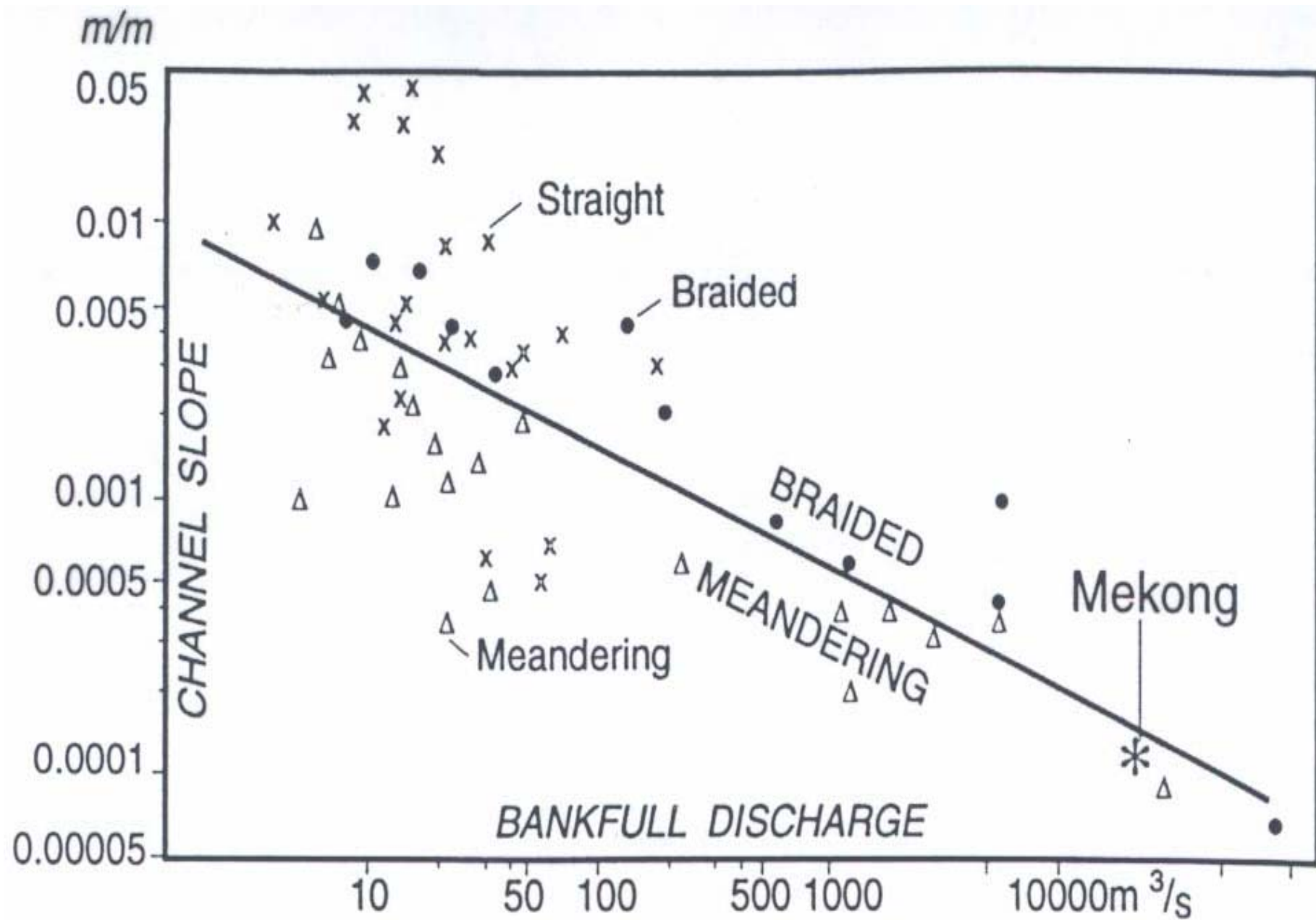
- Braided: Elevada pendiente, bancos no cohesivos, $Q_s > Q$, carga de fondo
- Anastomosados: Pendiente moderada, $Q_s \approx Q$, carga mixta
- Meandriforme: Pendiente baja, $Q_s < Q$, Bancos cohesivos, Elevada carga en suspensión

Patrones fluviales en planta en relación a tipo de carga, pendiente y caudal



Lane 1955 $Q_{sd} = QS$

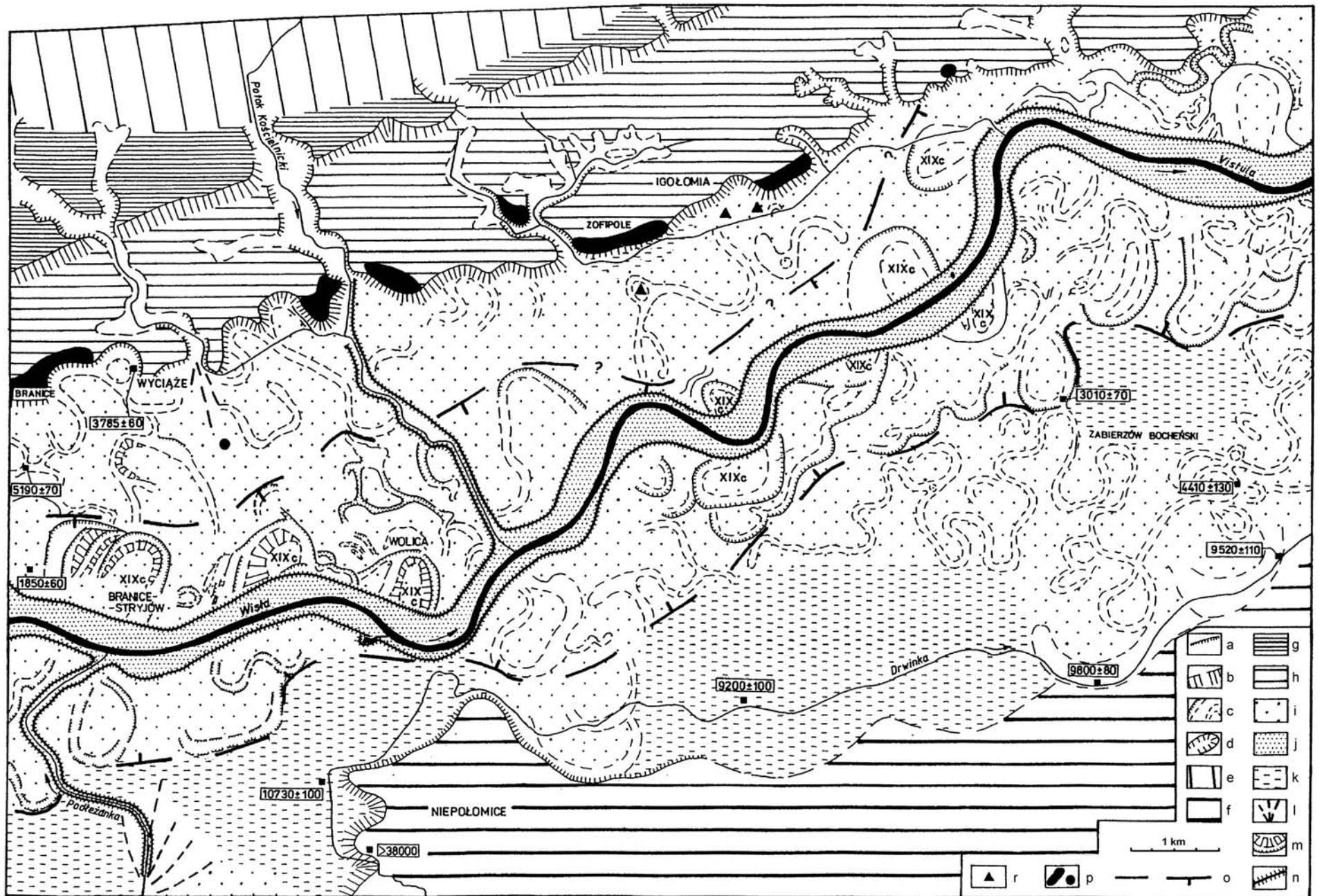
Q_s sedimento; d tamaño medio; Q caudal; S pendiente



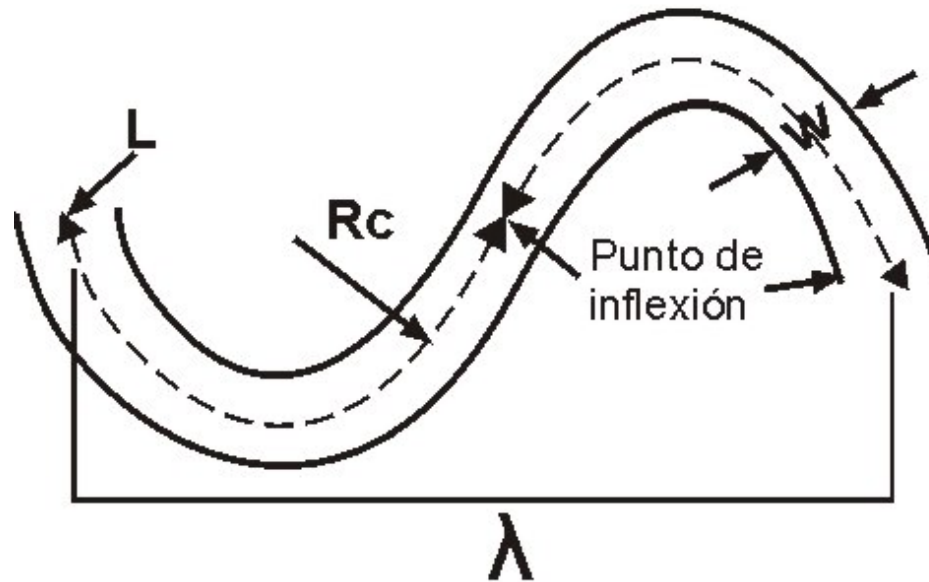
Aproximación a la determinación de paleo-caudales

- Variaciones en los caudales formadores de cauces fluviales
 - Basados en las condiciones de equilibrio entre caudal-resistencia de los bancos
 - Caudal a canal lleno, no extremos
- Al menos dos aproximaciones:
 - Régimen
 - Hidráulica





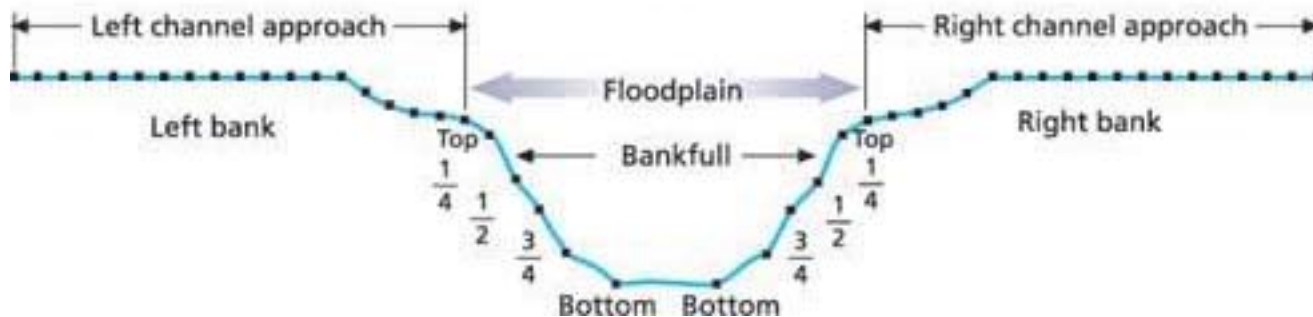
Morfología en planta de meandros



L Longitud del meandro

Rc Radio de curvatura

λ Longitud de onda



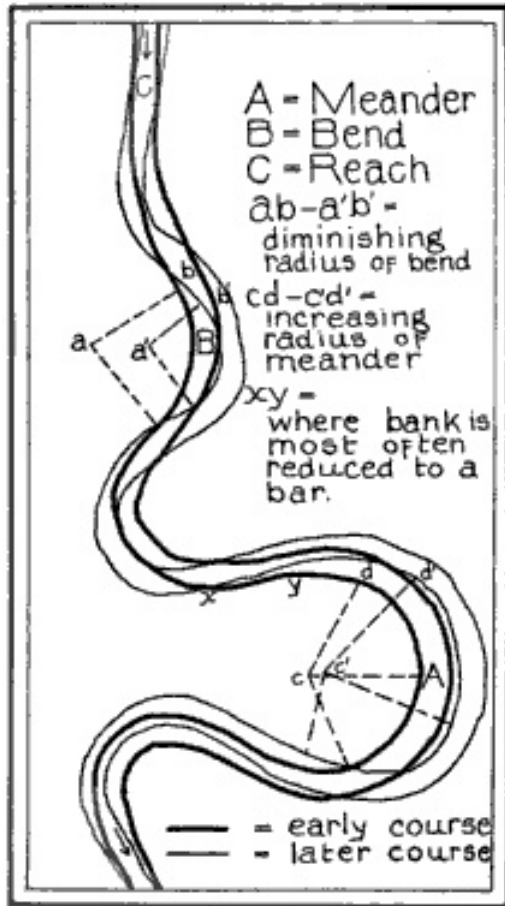
Modificado de Schumm, 1967.

Caudal como control en la formación del cauce

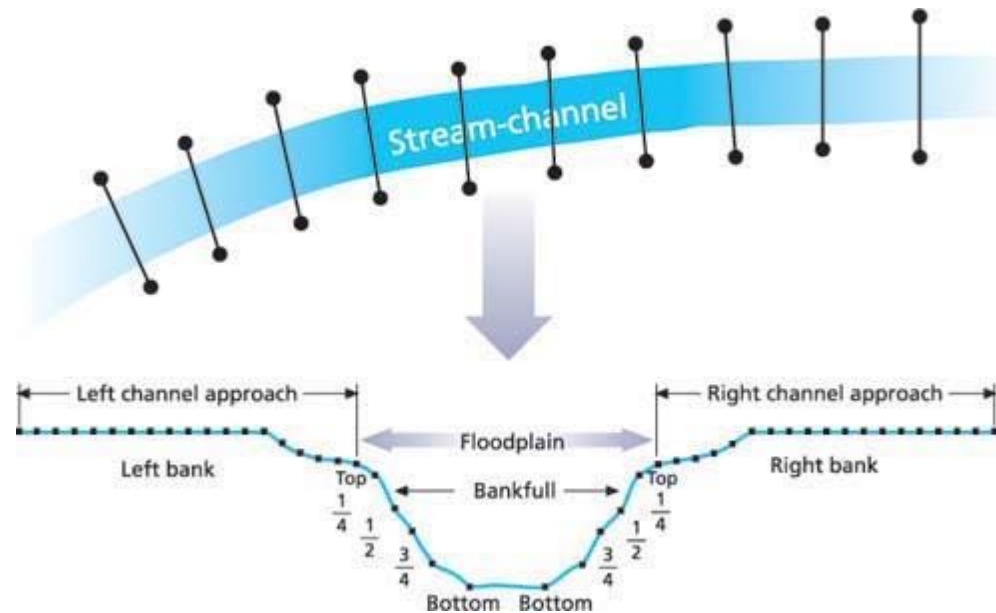
- Geometría hidráulica
- Caudal dominante: caudal equivalente al rango de caudales que gobierna la forma y tamaño del cauce
- Caudal a canal lleno (Bankfull discharge)
- Intervalo de retorno: ¿~cada dos años?
- Controles en las dimensiones del cauce
- $Q > Q_{bf}$ se produce flujo hacia las llanuras
- Si $Q > Q_{bf}$ se mantiene de forma continua, se aumenta las dimensiones del cauce hacia las nuevas condiciones de equilibrio

Morfología de canal de equilibrio

Rios meandriiformes



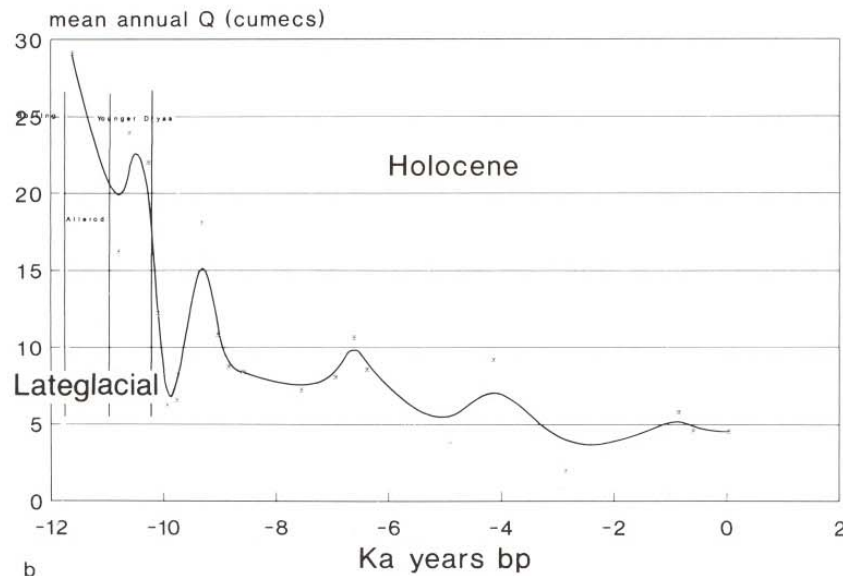
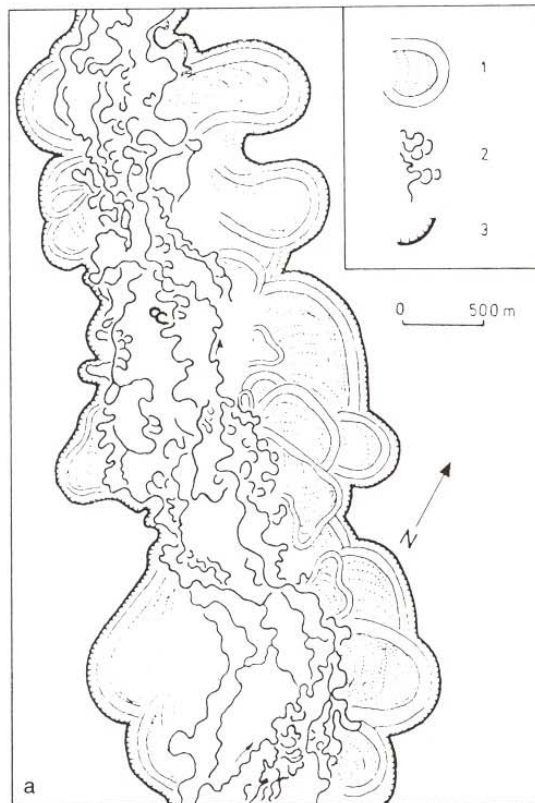
- $W = f(Q_{bf})$
- $D = f(Q_{bf})$
- $R_c = f(Q_{bf}), \text{ etc}$



T a b l e 1. Reconstructions of the discharges of Vistula paleomeander
(empirical formulas after Williams 1988)

| Formula | Author | Estimation Q in $m^3 \cdot sec^{-1}$ |
|--|--|--|
| $Q_m = 0.27 W_b^{1.71}$ | Osterkamp, Hedman 1982 | D – 19.2 E – 18.7 |
| $Q_m = 0.929 W_b^{1.28} D_{max}^{1.10}$ | Schumm 1972, Williams 1984 | D – 16.0 E – 10.8 |
| $Q_m = 0.000017 L_m^{2.15}$ | Carlston 1965 | 29.6 |
| $Q_{1.5} = 0.011 L_m^{1.54}$ | Carlston 1965 | 325 |
| $Q_{1.58} = 2.42 A_{1.58}^{0.72}$ | Knox 1985 | D – 71.0 E – 58.5 |
| $Q_2 = 1.9 W_b^{1.22}$ | Osterkamp, Hedman 1982 | D – 206 E – 373 |
| $Q_5 = 5.8 W_b^{1.10}$ | Osterkamp, Hedman 1982 | D – 397 E – 373 |
| $Q_b = 4.0 A_b^{1.21} S^{0.28}$ | Williams 1978 | D – 584 E – 422 |
| $Q_b = 1/nAR \sqrt{RS}$ | Chezy, Manning | D – 71 E – 47.6 |
| $Q_b = (L/36.0)^2$ where $L = 4.7 R^{0.98}$ | Inglis 1949, L after Leopold, Wolman, R after Trafas 1975 | 217 |
| $Q_b = (L/36.0)^2$ where $L = 4.7 R^{0.98}$ | Inglis 1949, L after Leopold, Wolman, R after Trafas 1975 | Vistula 1817 yr 1214 |

D and E – cross-section of paleomeander in Zabierzów Bocheński (see Fig. 9). Q_m – mean annual discharge, W_b – width of water surface at bankfull discharge, D_{max} – maximum depth in the profile, L_m – length of the meander wave, $Q_{1.5}$, Q_n – discharge n -year frequency, Q_b = bankfull discharge, $A_{1.58}$ – cross-section area at $A_{1.58}$ discharge, S – slope, n – roughness coefficient, R – hydraulic radius. In formulas Inglis as well as Leopold and Wolam L and R are presented in feet.

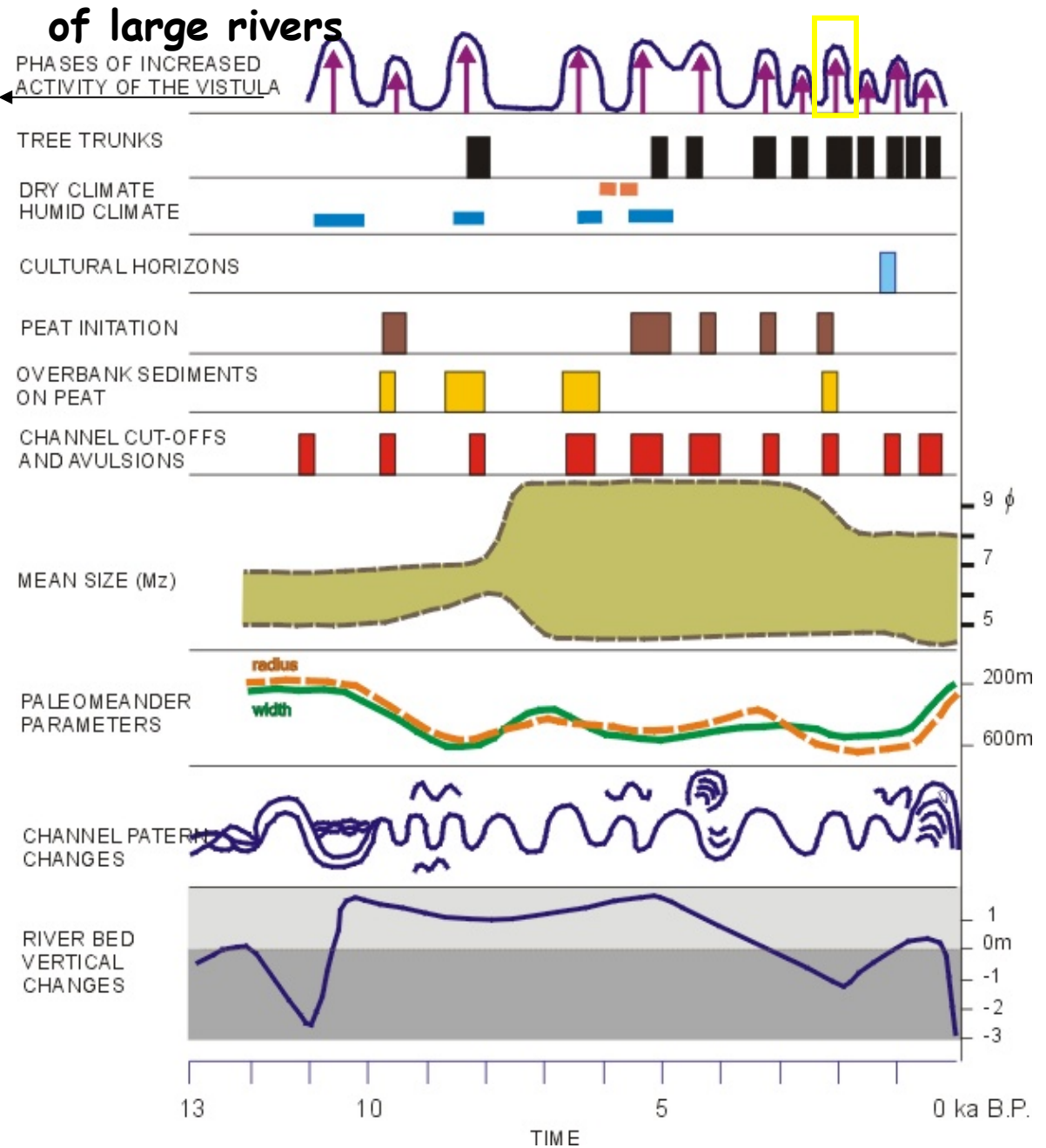


- Caudales medios a partir de geometría de meandros
- Variación de caudales durante ciclos glaciares-interglaciares

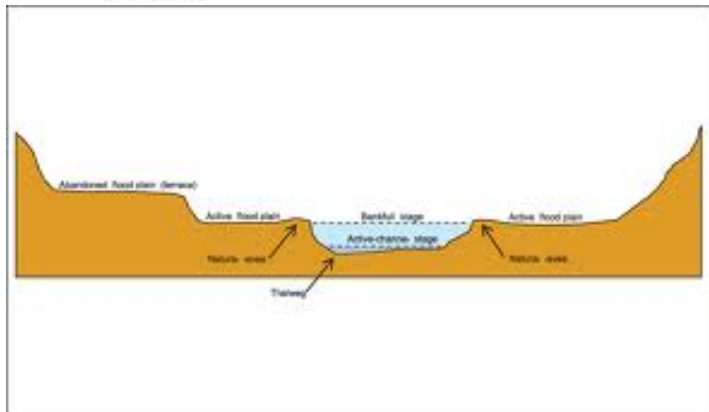
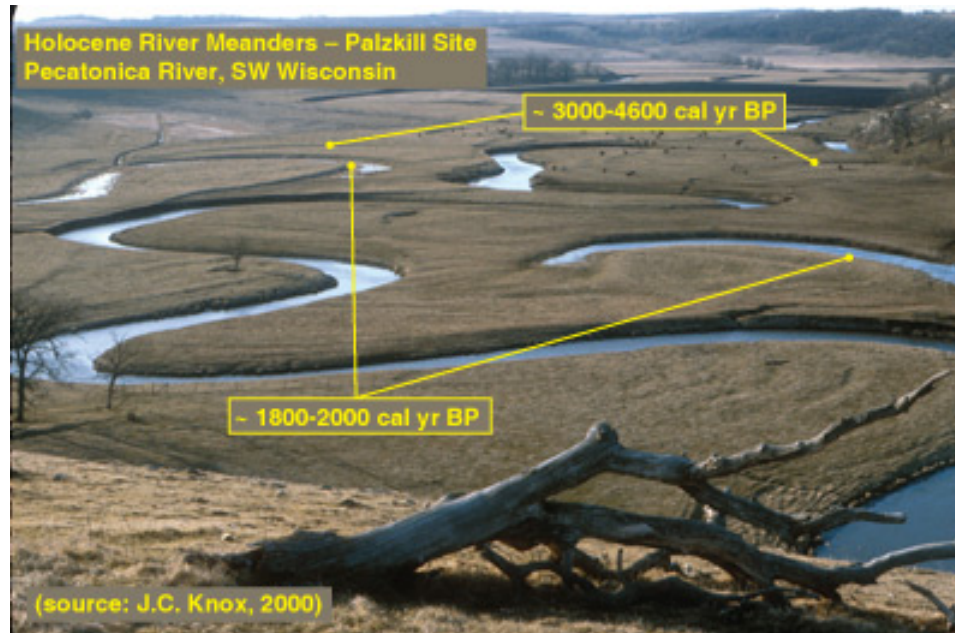
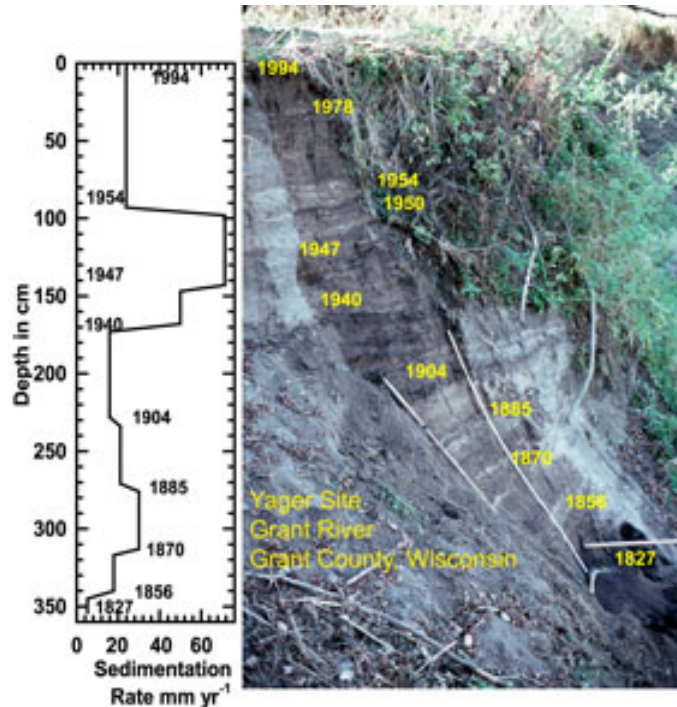
The Holocene climatic changes have been reflected in the morphology and sediments of large rivers



VISTULA RIVER VALLEY



Depósitos de llanura de inundación como indicador de paleocrecidas



Determinación de la frecuencia de desbordamientos

Ciclos de agradación e incisión: Desarrollo de terrazas

