

AGUAS SUPERFICIALES. RÍOS Y AVENIDAS

1. ANÁLISIS DE HIDROGRAMAS. AVENIDAS
2. ESTUDIO DE CAUDALES EN UNA CUENCA
3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA CUENCAS PEQUEÑAS
4. AVENIDAS Y LAMINACIÓN
5. TIPOLOGÍAS DE RÍOS

<http://www.h2ogeo.upc.es/>



ANÁLISIS DE HIDROGRAMAS

DBJ. Cómo se miden los caudales y cómo se analizan las medidas

- AFOROS
- ESTUDIO DE LA FORMA DEL HIDROGRAMA
- SEPARACIÓN DE COMPONENTES
- HIDROGRAMA UNITARIO

DEFINICIONES

Hidrograma: Registro del caudal de un río en función del tiempo



Sirve para

- Estudiar aportaciones de agua:
 - Componente escorrentia
 - Componente agua subterránea
- Relacionar lluvia-caudal
- Deducir avenidas máximas y caudales mínimos
- Etc

Aforo: Medida del caudal en un río

Métodos: Medición directa:

- Molinetes
- Flotadores
- Trazadores

Medición indirecta:

- Limnigrafos

(se mide el nivel y se deduce el caudal)

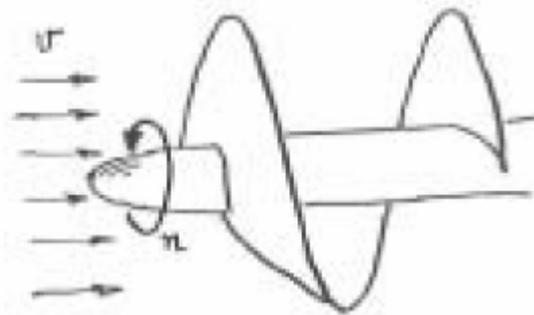
AFOROS

MEDICIÓN DIRECTA

Consiste en medir la velocidad del agua y obtener el caudal como producto de velocidad por superficie.

Métodos:

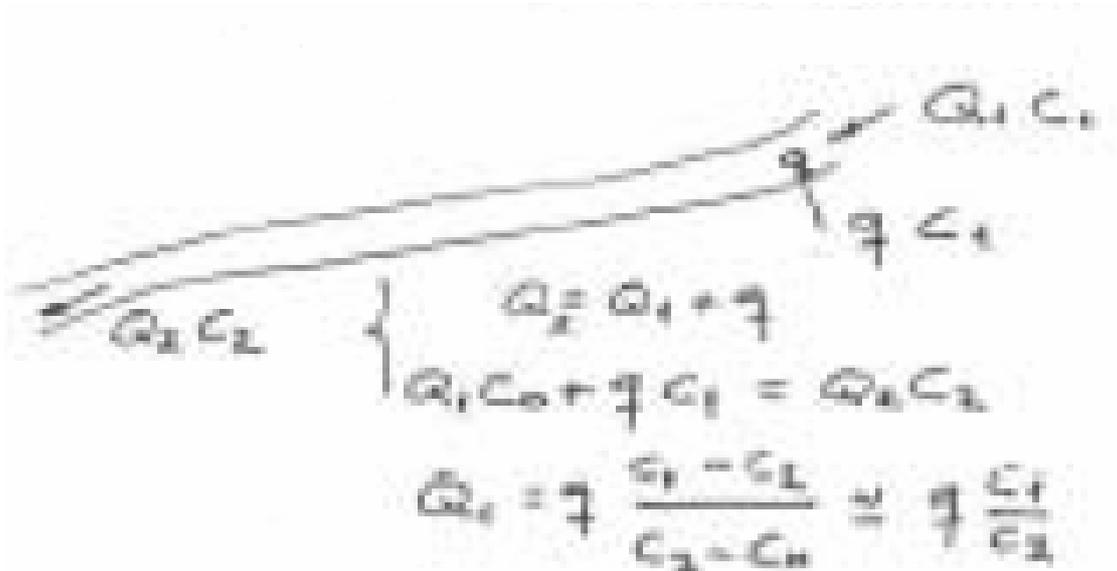
Molinetes: son pequeños molinos (normalmente tipo tornillo de Arquímedes) que se ponen en rotación al ser sumergidos en una corriente. La velocidad se puede poner en función de las r.p.m. (n) del molinete



Introduciendo el molinete en diversos puntos se obtiene el perfil de velocidades, del que es fácil deducir el caudal por integración



Aforos con trazadores: consisten en introducir un trazador (uranina, rodamina, H³...) Medir su concentración aguas abajo y, de ello, deducir el caudal



Aforos con flotadores:

Se mide la velocidad en superficie (V_s) como cociente entre el espacio recorrido por un cuerpo flotante y el tiempo

$$Q = V_m A \quad (A = \text{sección transv. río})$$

$$V_m = C V_s \quad (C = 0.8 \text{ a } 1.0)$$

MEDICIÓN INDIRECTA

El caudal en una sección dada depende de:

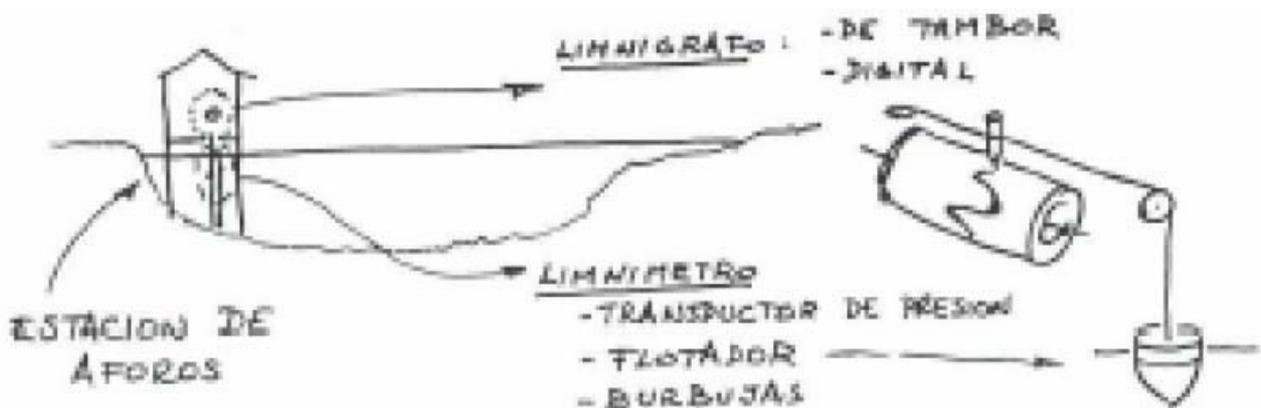
- Nivel del agua (h)
- Pendiente (i)
- El caudal depende del nivel aguas abajo

Se puede elegir (o preparar) secciones en las que el caudal no dependa de i (vertederos, resaltos, puentes con muchas pilas, ...). En estos casos, $Q = f(k)$, y basta mantener un registro de los niveles (Limnigrama) para poder deducir los caudales.

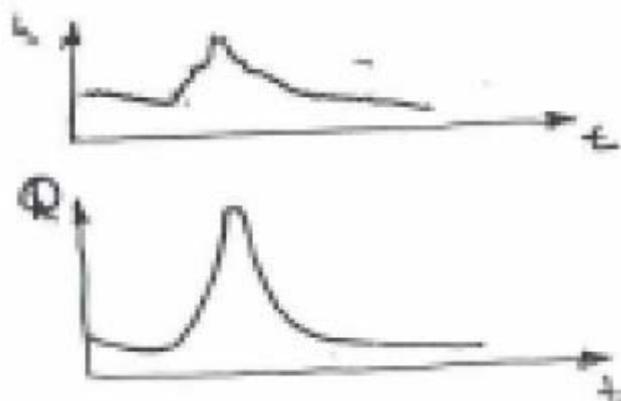


LIMNIGRAMA

Se obtiene a partir del limnigrafo (instrumento de registro), que deduce el nivel del limnómetro (instrm. de medida)



A partir del limnigrama, es fácil deducir el hidrograma. (La función $Q = f(h)$) suele calibrarse con mediciones directas.



HIDROGRAMA: FORMA

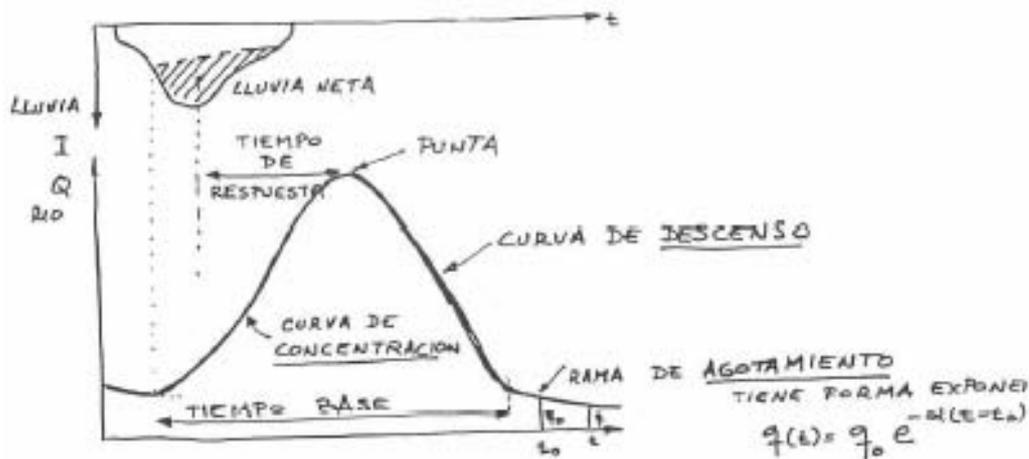
CURVA DE CAUDAL EN EL RIO VERSUS TIEMPO.

- HIDROGRAMA COMPLEJO: CONTIENE DIVERSAS AVENIDAS.



- HIDROGRAMA SIMPLE

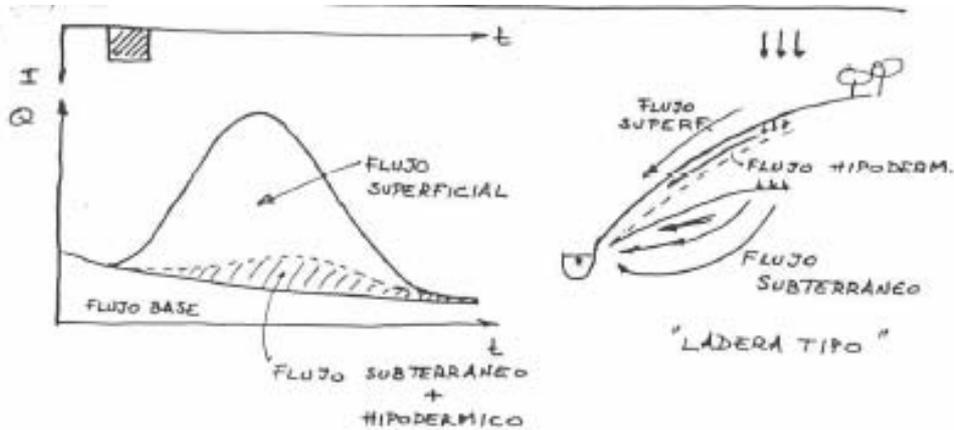
ES EL PRODUCIDO POR UN SOLO EVENTO DE PRECIPITACION.



La forma del hidrograma depende de:

- Variabilidad espacial y temporal de la lluvia
- Forma de la cuenca (T. de concentración)
- Características superficiales del terreno
- Tipos y formas de cultivo (terrazas, bancales...)
- Estado inicial de la cuenca...

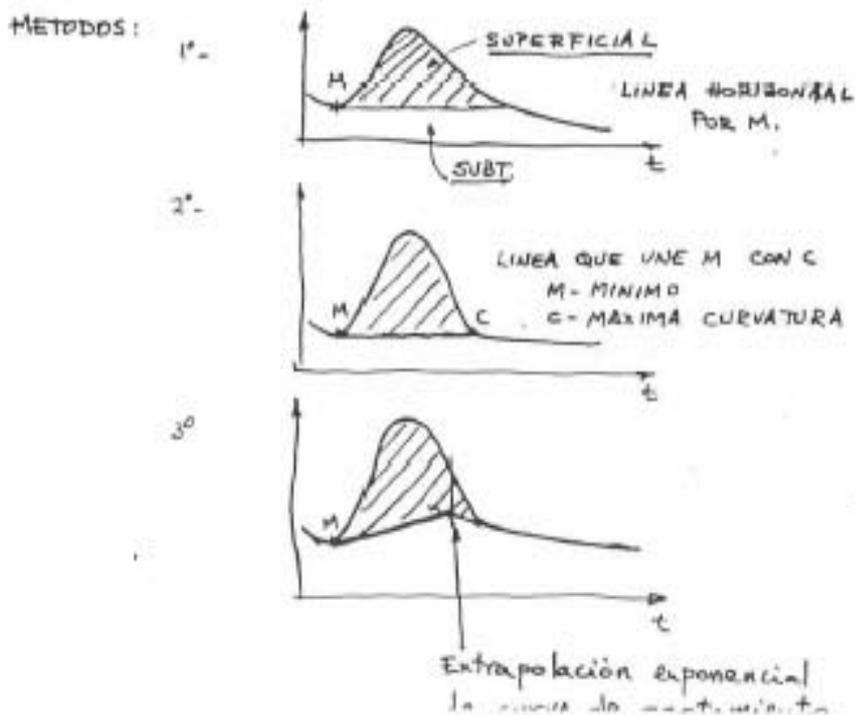
HIDROGRAMA: SEPARACIÓN DE COMPONENTES



De cara a:

- Predecir otras posibles avenidas
- Conocer flujo base (aportaciones subterráneas que aseguran caudales mínimos)

interesa separar las componentes del hidrograma



HIDROGRAMA UNITARIO

Hidrograma tipo, característico de cada cuenca que permite obtener la componente superficial de cualquier lluvia



POR SUPERPOSICION:



ESTUDIO DE CAUDALES EN UNA CUENCA

Para saber:

Cuánta agua trae un río en la media

Cuánta puede llegar a traer en avenida

•OBJETIVOS

•MÉTODOS

- EMPÍRICOS
- ESTADÍSTICOS
- SEMIFÍSICOS
- TOTALMENTE FÍSICOS

ESTUDIO DE CAUDALES EN UNA CUENCA

OBJETIVOS

Predicción de avenidas

- Llanuras de inundación → urbanismo



- Caudales con un cierto periodo de retorno → Planif. de obras
- Predicción en tiempo real → Sistemas de alarma

Caudales medios →

- abastecimiento
- regadío

Caudales mínimos →

- Regulación
- Problemas sanitarios
- Problemas ecológicos

Flujo Superficial

MÉTODOS EMPÍRICOS

- Existen gran cantidad de métodos para obtener Q_{\max} , Q_{mad} , Q_n (caudal con periodo de retorno de n años), etc

Por ejemplo:

Fórmula de Becerril:

$$Q_{\text{mad}} (H_m^3/\text{año}) = ap^{3/2a}$$

p- precipitación media (mm)

A- superficie de la cuenca

A- coeficiente climático:

0.005 . Reg. muy secas

0.025. Reg. muy húmedas

etc....

- El de uso más extendido es el del S.C.S.

MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Se basan en el estudio de series largas de caudales y precipitaciones.

Estas series están disponibles en:

- Centros estudios hidrográficos
- Servicio meteorológico
- Confederaciones (Agencia Catalana de l'Aigua)
- Comisarías de aguas (Agencia Catalana de l'Aigua)
- A veces, compañías hidroeléctricas

En estos casos, se pueden realizar diversos

-Análisis estadísticos sobre los caudales:

- Valores máximos anuales
- Valores mínimos anuales
- Valores mínimos mensuales
- Etc.

-Análisis de correlación lluvia-ecorrentia

-Etc

Con frecuencia se pueden emplear fórmulas predictivas:

$$Q_i = \alpha Q_{i-1} + \beta Q_{i-2} + \gamma (Q_{i-3} + Q_{i-4} + Q_{i-5}) \dots$$

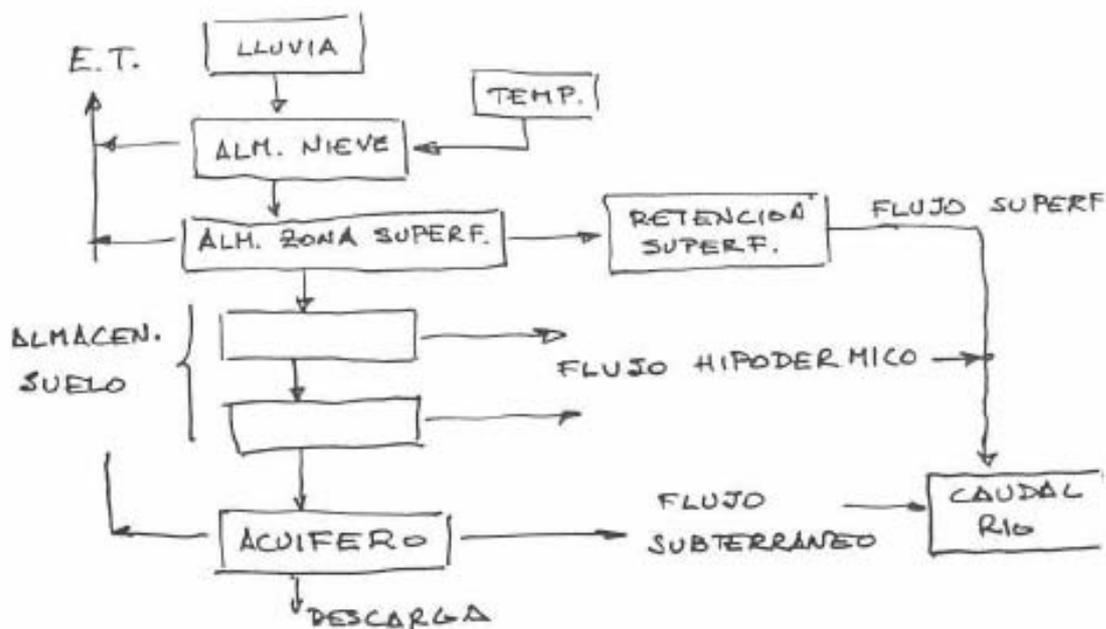
DONDE α, β, γ SE AJUSTAN CON LOS DATOS
DE LAS SERIES HISTÓRICAS

- i número de mes.

MÉTODOS FÍSICOS Y SEMIFÍSICOS

Permiten obtener el hidrograma a partir de la precipitación

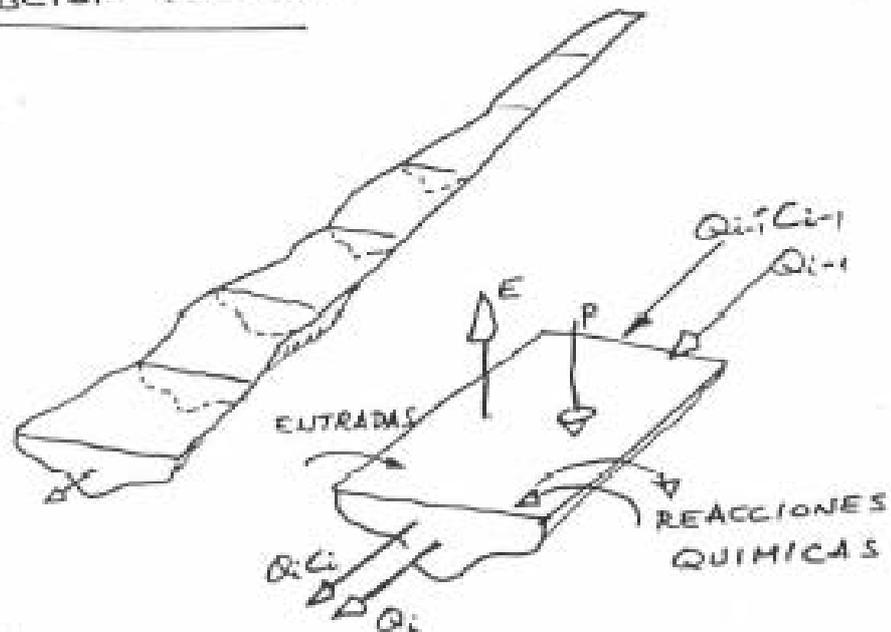
En general, se basan en reproducir el proceso de formación de la escorrentía



Cada una de estas cajas puede simularse con gran precisión (modelos físicos) o mediante aproximaciones empíricas (modelos semifísicos o conceptuales)

MODELOS DE TRANSPORTE EN RÍOS

1. DISCRETIZACIÓN DEL RÍO



2. ECUACIONES DE BALANCE

$$Q_i = Q_{i-1} + P - E + \text{VARIAC. ALMAC.}$$

$$Q_i C_i = Q_{i-1} C_{i-1} + \text{VARIAC. ALMAC.} + R^f$$

3. PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS

TERMINO R EN EC. DE BALANCE

$$R_{O_2}: \begin{aligned} C^1 &= \text{DBO} \\ C^2 &= \text{OD} \end{aligned}$$

ECU. STREETER-PHELPS

$$\frac{\partial \text{DBO}}{\partial t} = -k_2 \text{DBO}$$

$$\frac{\partial \text{OD}}{\partial t} = -k_2 \text{DBO} + k_1 (\text{OD}_{L,} - \text{OD})$$

METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA CUENCAS PEQUEÑAS

Obj.: Calcular el caudal máximo que puede descargar una pequeña cuenca (~ 1-100 km²) y como desaguarlo.

MÉTODO RACIONAL

1. Cálculos de lluvia: Intesidad - Duración - Frec.
2. Estimación de tiempo de conc. y umbral de esc.
3. Estimación del coeficiente de escorrentia
4. Cálculo de caudal a desaguar
5. Cálculos Hidráulicos
6. Diseño de elementos de desagüe



<http://www.geocities.com/gsilvam/hidrocu.htm>

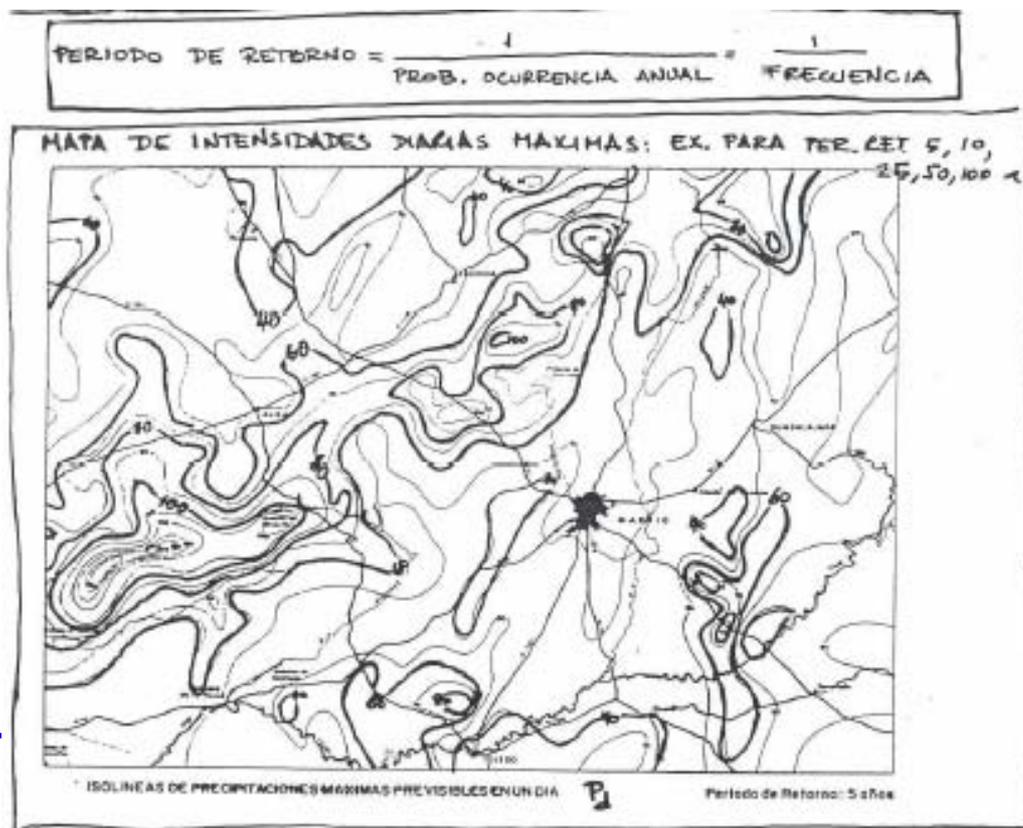
LLUVIA: INTESIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA

PASO 1: Definir lluvia de cálculo

Para ello:

1.1 Definir periodo de retorno

1.2 Mirar Pd (precipitación durante un día) en un mapa de precipitaciones máximas diarias para ese período de retorno



LLUVIA: INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA

1.3 Calcular la intensidad de lluvia I_t para la duración deseada

$$\frac{I_t}{I_d} = a \frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}$$

Donde t es la duración (horas de la lluvia de cálculo)

I_d es la intensidad (expresada en mm/hora) de la precipitación diaria $I_d = P_d / 24$

a es un coeficiente empírico que mide la tendencia a que la lluvia se concentre en un período corto de la zona (ver mapa, vale 8 ó 9 en la cornisa cantábrica, y 11 ó 12 en la costa mediterránea, piensese en la gota fría)

Mapa del coeficiente a

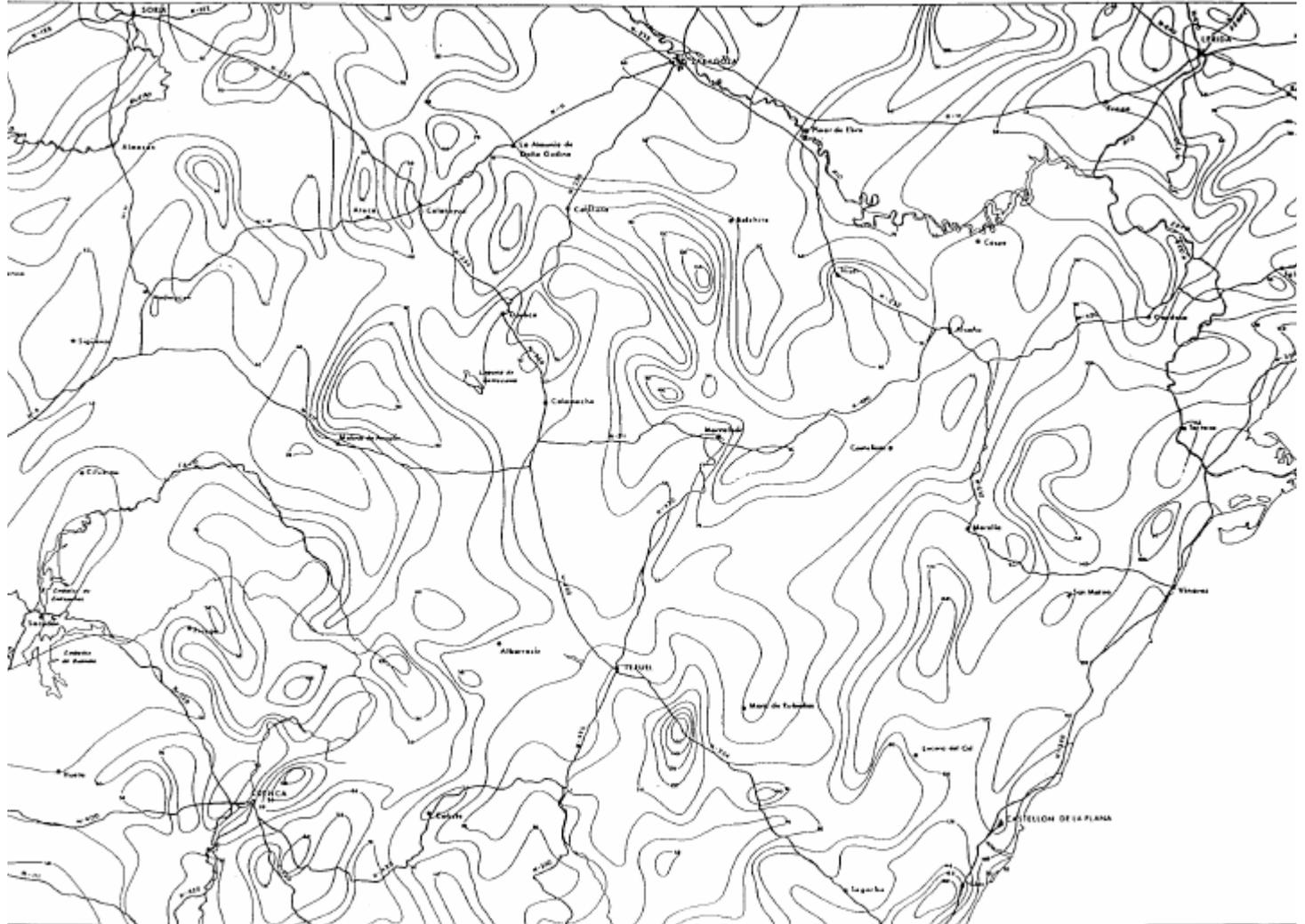


ISOLINEAS DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS
PREVISIBLES EN UN DÍA

HOJ

M.O.P.U. DIVISION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VERBALES
SECCION DE INGENIERIA DE CARRETERAS
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

Periodo de retorno :



ESCALA GRÁFICA
0 10 20 30 40 50 km

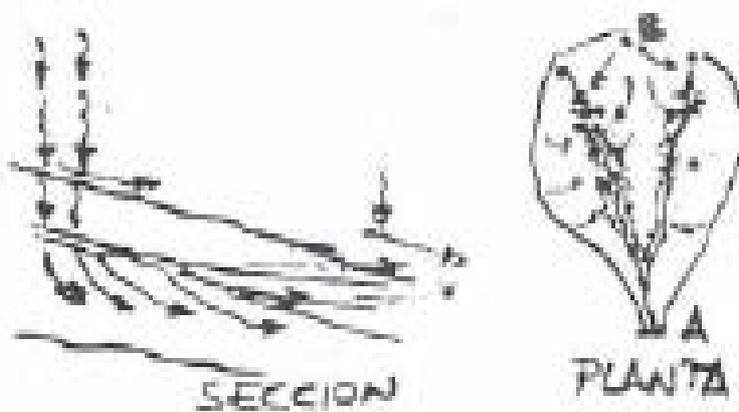
Figura A.6.5 : ISOLINEAS DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS PREVISIBLES EN UN DÍA. Periodo de retorno de 5 años.

II
VI
X

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN Y UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El proceso de formación de escorrentía:

Al ppio de una lluvia, toda el agua se infiltra, empapando el suelo. A partir de un cierto momento (umbral de escorrentía), el agua empieza, bien a escurrir superficialmente, bien a salir del terreno por las depresiones, empujada por la que se ha infiltrado. Se llama **tiempo de concentración** al tiempo en el punto más alejado hasta que llega a la sección de control.



UMBRAL DE ESCORRENTIA. P_0

DEF: Volumen (columna de agua) de lluvia a partir del cual se produce escorrentía sup. (si la lluvia es menor de P_0 , no hay escorrentía).

Valor: depende de

- Tipo de suelo
- Estado (seco o húmedo)
- Etc

Valores extremos:

- ~ 65 mm en suelo limoso bajo bosque espeso
- ~ 2 mm terreno rocoso muy pendiente

Típico ~ 10÷20 mm

Tiempo de concentración, T_c

Def. Tiempo de recorrido del punto más alejado (B) a la sección de control (A)

Relevancia: la avenida máxima se produce para la lluvia de intensidad máxima y duración T_c .

Cálculo para pequeñas cuencas ($A < 75 \text{ km}^2$)

$$T_c = 0.3 (L_r / J_r^{1/4})^{0.76}$$

T_c = tiempo de conc. (horas)

L_r = long, curso de agua pral (km)

J_r = pendiente media (m/m)

Para recorridos de 30-150 m, $T_c \sim 10$ a 30 min (terreno natural)

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

DEFINICIÓN: Proporción de la lluvia total que escurre superficialmente

Valores aproximados (lluvias cortas e intensas)

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C

Pavimentos de hormigón o aglomerado	0,75 a 0,95
Tratamientos superficiales	0,60 a 0,80
Pavimentos no revestidos	0,40 a 0,60
Bosques	0,10 a 0,20
Zonas con vegetación densa	0,05 a 0,50
Zonas con vegetación media	0,10 a 0,75
Zonas sin vegetación	0,20 a 0,80
Zonas cultivadas	0,20 a 0,40

Cálculos de detalle

El coeficiente de escorrentía, c , depende de:

- Estado inicial del suelo (c aumenta al aumentar la hum. del suelo)
 - Permeabilidad del suelo (cuanto más permeable, menor c)
 - Intensidad - duración (c aumenta con el volumen de agua de lluvia)
- Fórmula empírica

$$c = \frac{(P_d / P_o - 1)(P_d / P_o + 23)}{(P_d / P_o + 11)^2}$$

$P_d (mm)$ = Precipitación máxima diaria para el periodo de retorno considerado

$P_o (mm)$ = Umbral de escorrentía

CÁLCULO DEL CAUDAL DESAGUADO

FÓRMULA RACIONAL

Caudal (Q_R) = Coef. escorrentía (C) x Int. Max. Lluvia de duración T_c y per. retorno R. I_t x Superficie de la cuenca A

$$Q_R = C I_t A$$

Si Q_R se expresa en m^3 / sep

I_t se expresa en mm/h

A se expresa en km^2

Mayoración de 20% por seguridad

$$Q = \frac{C I_t A}{3}$$

Ejemplo: cuenca de 10 km^2

I_t - 80 mm/h

C - 0.24

$$Q = \frac{0.24 \times 80 \times 10}{3} = 64 \text{ l/s}$$

Otras fórmula empíricas:

$$\text{Típica } Q = K A^{3/4}$$

Q = caudal de diseño (m^3/s)

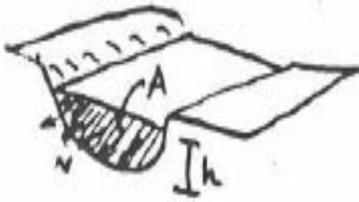
A = Área de la cuenca (km^2)

$$K = 0.06 P_{10} \log T$$

P_{10} = Max. int. lluvia diaria con periodo de retorno de 10 años

T = periodo de retorno de interés (años)

CÁLCULOS HIDRÁULICOS



$$Q = V \cdot A$$

V = LIMITADA POR EROSION
Y SEDIHENTACION

A (h) = LIMITADA POR INUND.

VELOCIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA IMPEDIR EROSIÓN

Tipo de revestimiento	Velocidad máxima admisible del agua (m/s)
Hierba bien cuidada en cualquier clase de terreno	1,80
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60 - 1,20
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0,20 - 0,60
Arena arcillosa dura, margas duras	0,60 - 0,90
Arcilla, grava	1,20 - 1,50
Pizarra blanda	1,50 - 1,80
Mampostería, hormigón, rocas duras	3,00 - 4,50
Cubierta vegetal, gravas gruesas, pizarras blandas	1,20 - 1,50
Conglomerados, pizarras duras, rocas blandas	1,80 - 2,40

VELOCIDAD MÍNIMA PARA IMPEDIR SEDIMENTACIÓN:

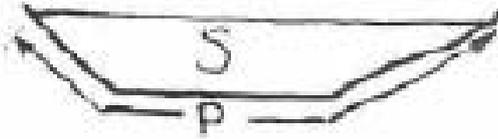
Nota 1: No siempre es posible impedir
sedim. y erosión simultáneamente

Nota 2: Por tanto, en cunetas, drenes y
alcant. conviene disponer areneros,
trampas y dispositivos para facilitar la
limpieza

En conductos $v > 1 \text{ m/s}$

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

- Flujo estacionario
- Pendiente uniforme



Q = caudal (m^3/s)

S = sección (m^2)

R_H = Radio Hidráulico (m) = S/P

P = Perímetro mojado

i = pendiente de la línea de carga

v = velocidad media

n = coeficiente de manning

Fórmula de Manning:

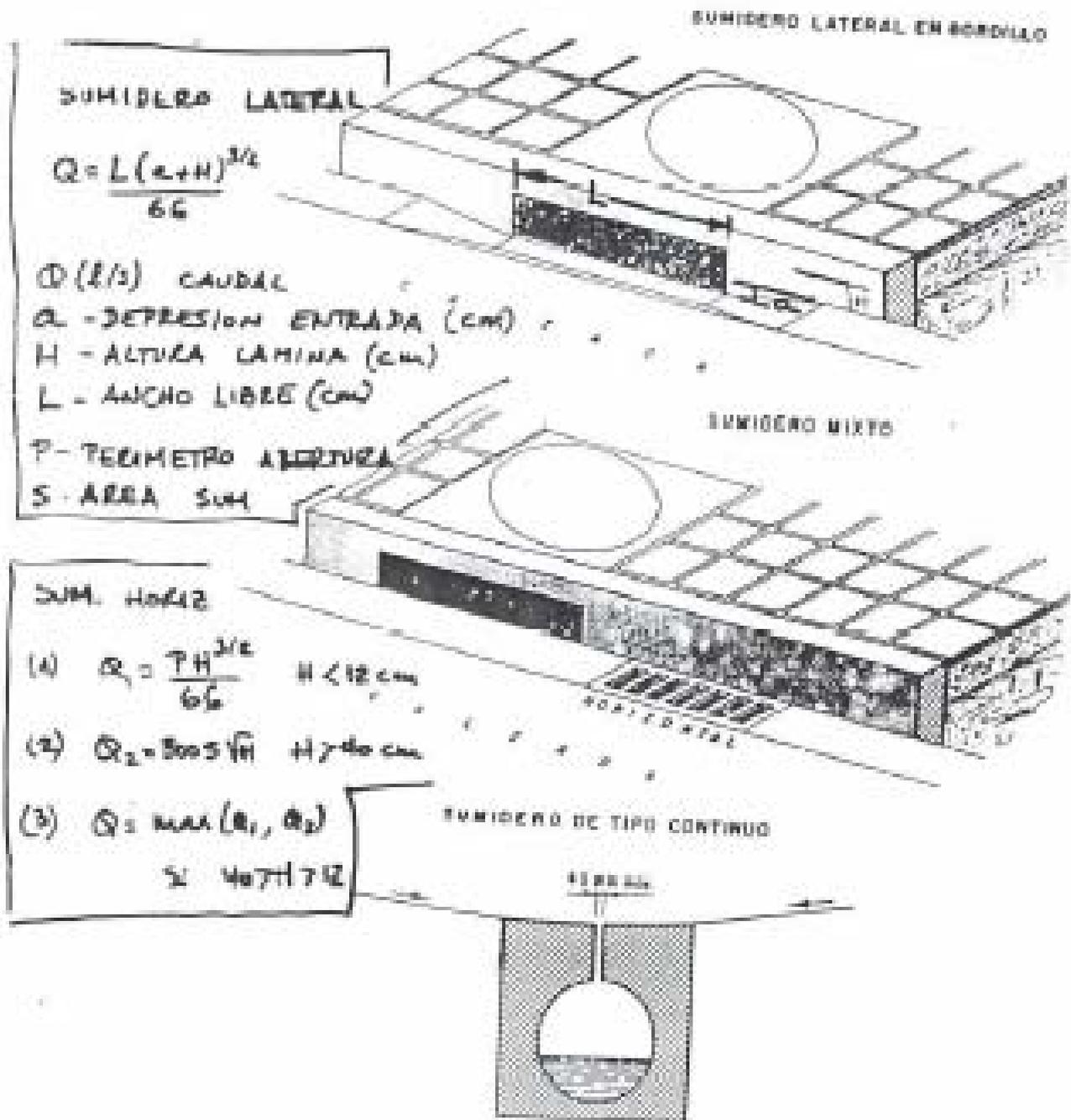
$$Q = \frac{S R_H^{2/3} i^{1/2}}{n}$$

$$v = \frac{Q}{S}$$

Valores de n

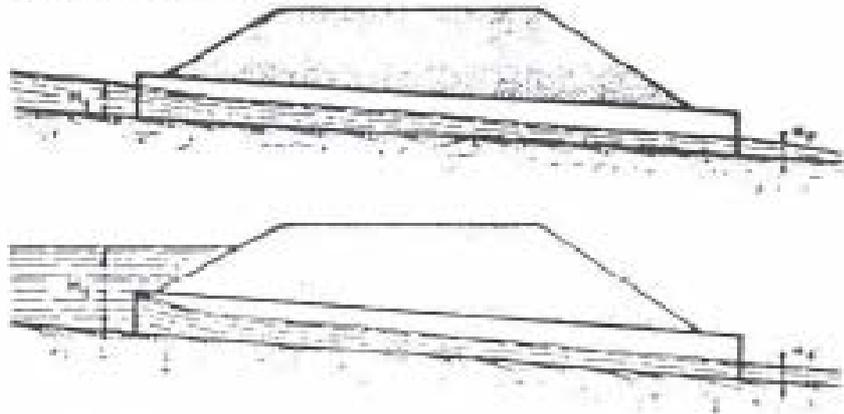
Naturaleza del perímetro mojado	n
Madera (cepillada, tablas...)	0.011-0.012
Ladrillos (enlucido), hormigón	0.012-0.016
Mampostería concertada - ordinaria	0.017-0.020
Canales antiguos de tierra con piedras y vegetación	0.030
Grava	0.042
Ríos alpinos	0.020 (fina) - 0.030 (gruesa)
	0.080

ELEMENTOS DESAGÜE DE CALZADA

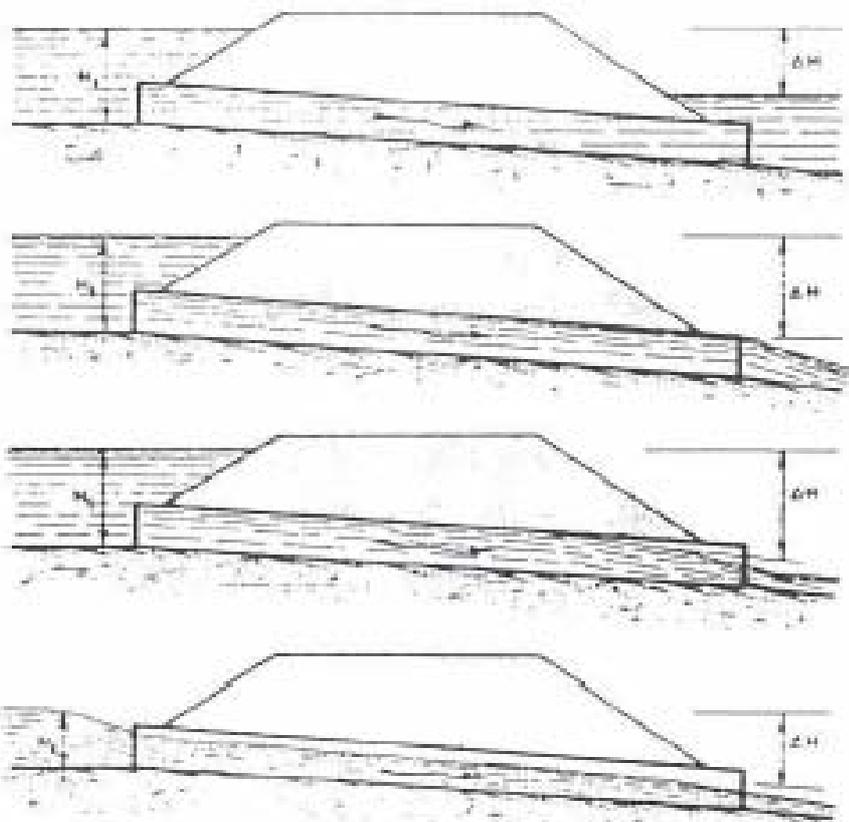


OBRAS DE DESAGÜE TRANSVERSAL

- CAJOS (CIRC. $D \leq 1m$)
- TAJEAS (NO CIRC. $D \leq 1m$)
- ALCANTARILLAS ($D = 1 + 3m$)
- PONTONES ($D \geq 10m$)



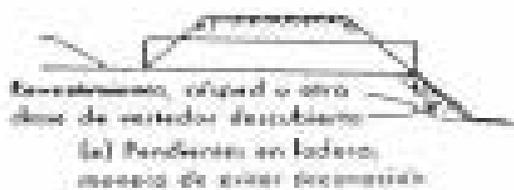
NIVELES DE AGUA CON CONTROL A LA ENTRADA



NIVELES DE AGUA CON CONTROL A LA SALIDA

HIDRAULICA DE LAS PEQUEÑAS OBRAS DE DESAGÜE

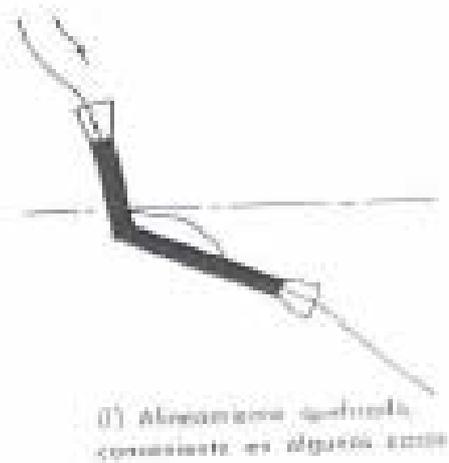
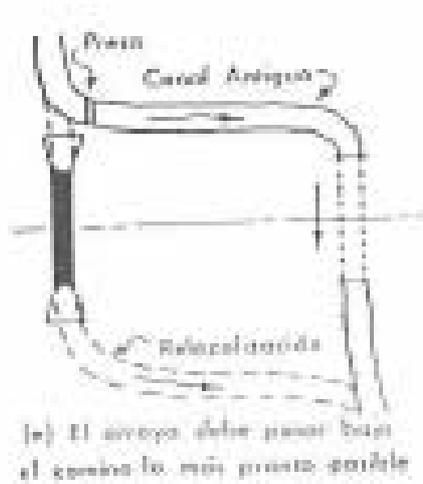
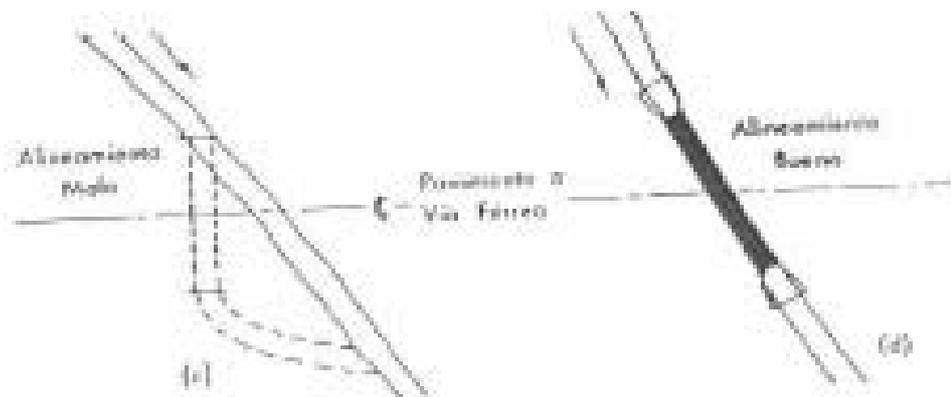
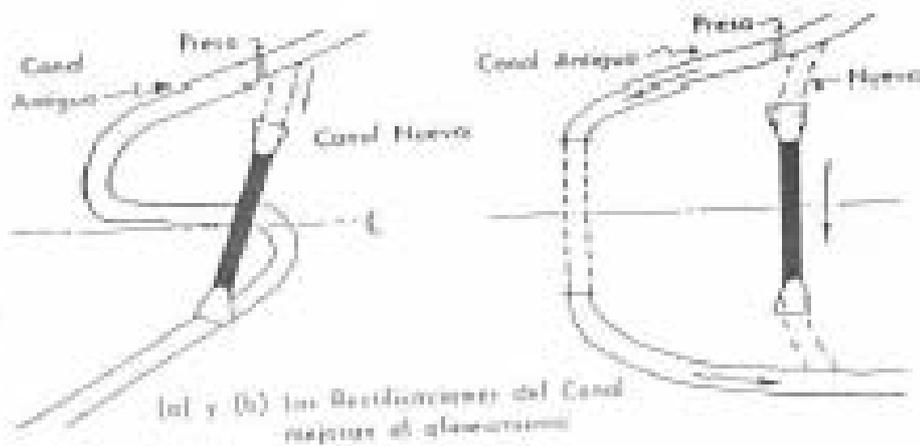
OBRAS DE DESAGÜE TRANSVERSAL: ELEMENTOS DE DISEÑO EN PENDIENTE



PENDIENTES EN ALCANTARILLAS

Hidrología Superficial

OBRAS DE DESAGÜE TRANSVERSAL: DISEÑO EN PLANTA



ALINEAMIENTO DE ALCANTARILLAS
 PARA OBRAS DE SUPERFICIA

AVENIDAS



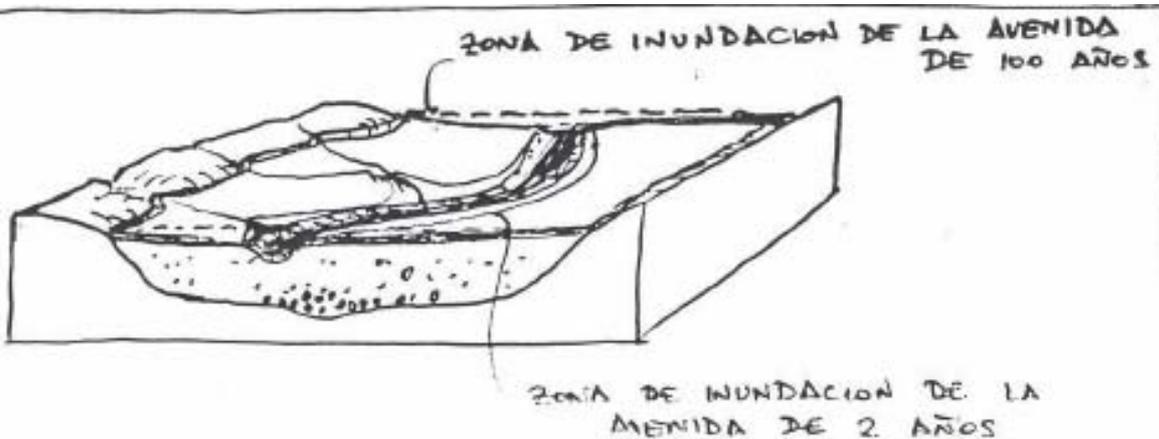
AVENIDAS

- Son un desastre natural (pérdidas humanas y económicas) inevitable
- Aunque la probabilidad de ocurrencia sea baja en un río dado, hay muchos ríos
- ¿Has vivido en algún sitio cerca del cual no haya habido alguna "avenida de los 100 años"?

Protección frente a avenidas:

- Zonificación, ordenación del territorio
- Lagunas de retención, canales de desvío
- Canalización
- Diques
- Embalses

ZONIFICACIÓN, ORDENACIÓN DEL TERRITORIO



Las zonas de inundación están cartografiadas para evitar daños, lo mejor es limitar el tipo de actividades y reservarlas para:

- Parques y jardines
- Zonas deportivas
- Etc.

Sin embargo:

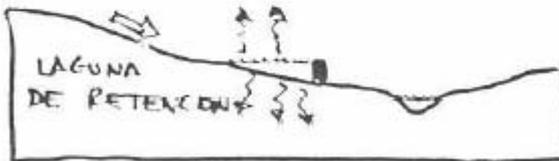
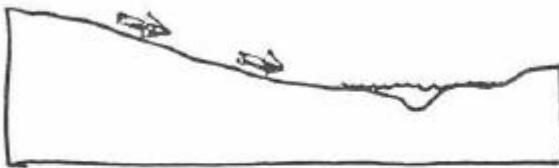
- Son zonas ocupadas históricamente
- El valor del suelo es alto



LAGUNAS DE RETENCIÓN Y CANALES DE DESVÍO

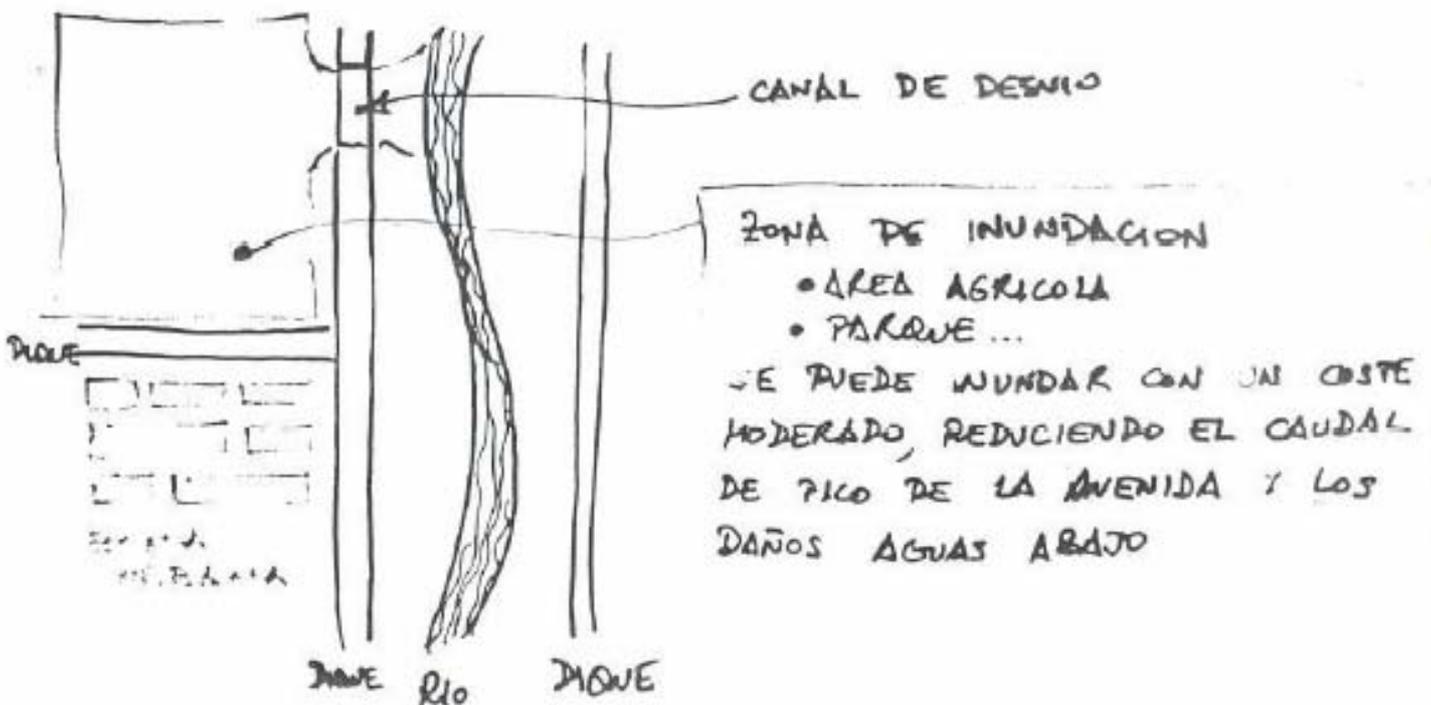
LAGUNAS DE RETENCIÓN

- RETIENEN PARTE DE LA ESCORRIENTIA SUPERFICIAL, REDUCIENDO LA AVENIDA



- TIENE QUE HABER MUCHAS PARA SER RELEVANTES
- INTERESANTE CUANDO EL AGUA RETENIDO SE APROVECHA (p.ej. REGADÍO)

CANALES DE DESVÍO HACIA ZONAS INUNDABLES

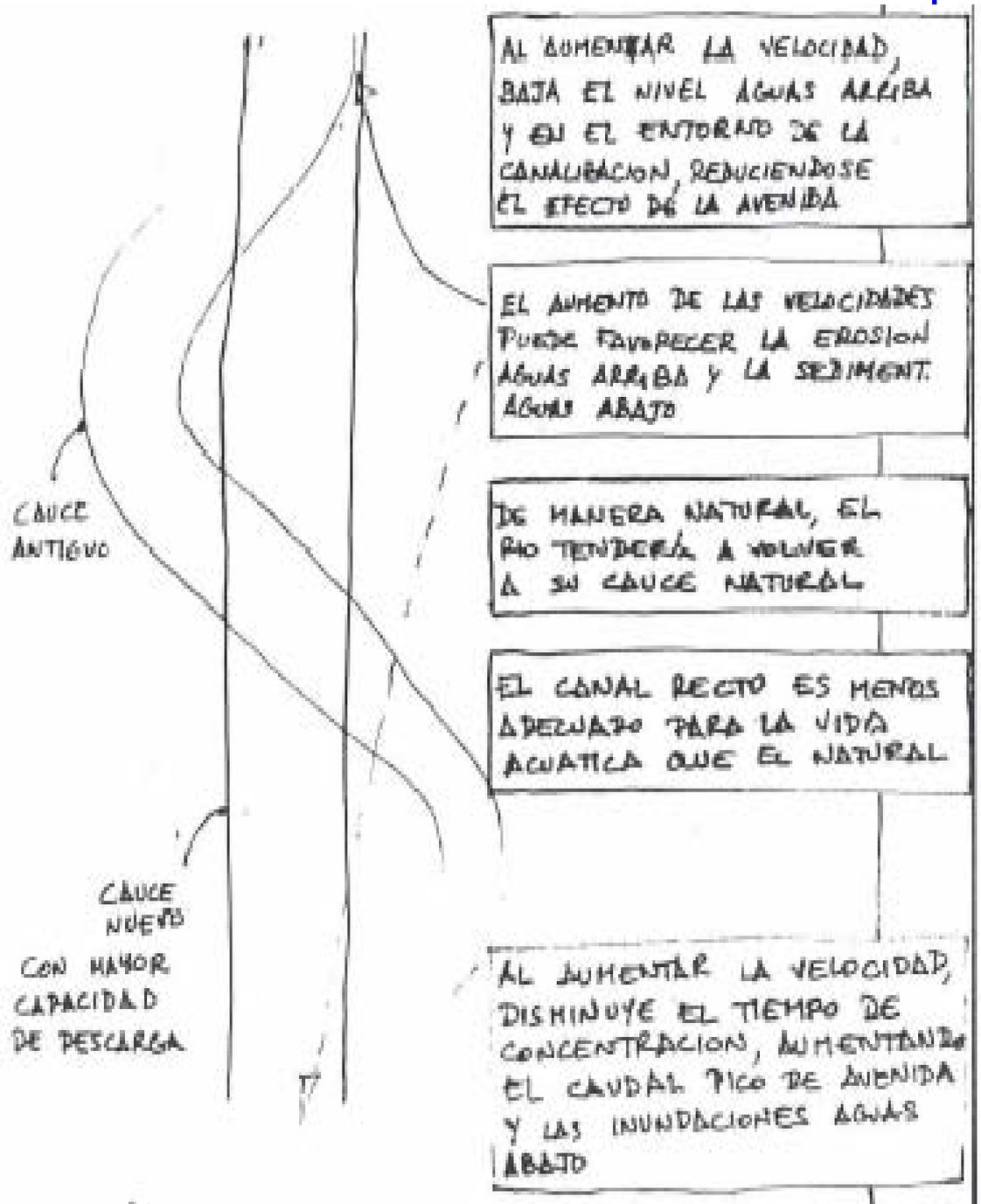


CANALIZACIÓN

DEFINICIÓN

Modificación de la sección del cauce (profundización y/o ensanche) o de la traza (eliminación de meandros, rectificación del canal) con el objetivo de aumentar la velocidad del agua

Efectos:



DIQUES

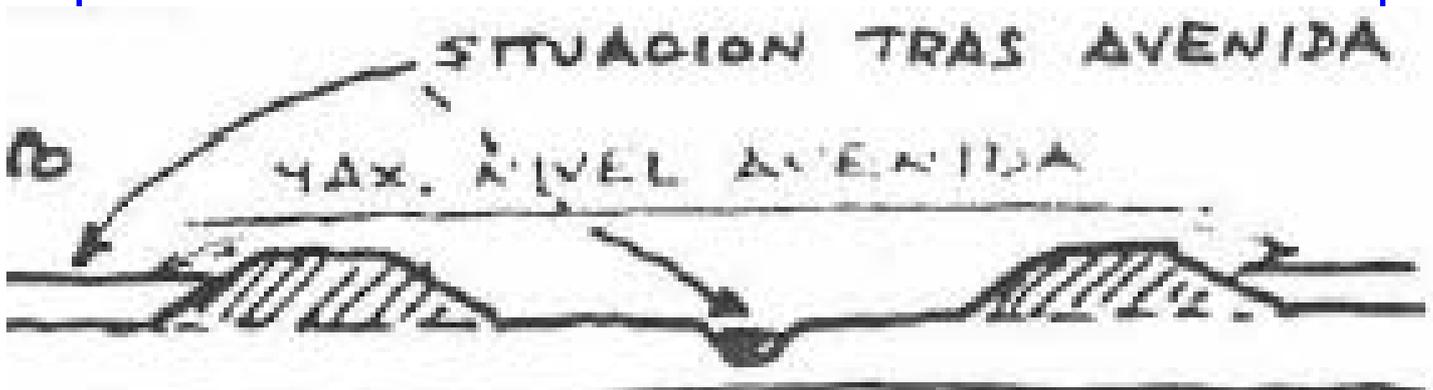
Elevación de los bancos del río para aumentar la capacidad de descarga de avenidas

EFFECTOS

Protección efectiva pero, ojo aguas abajo

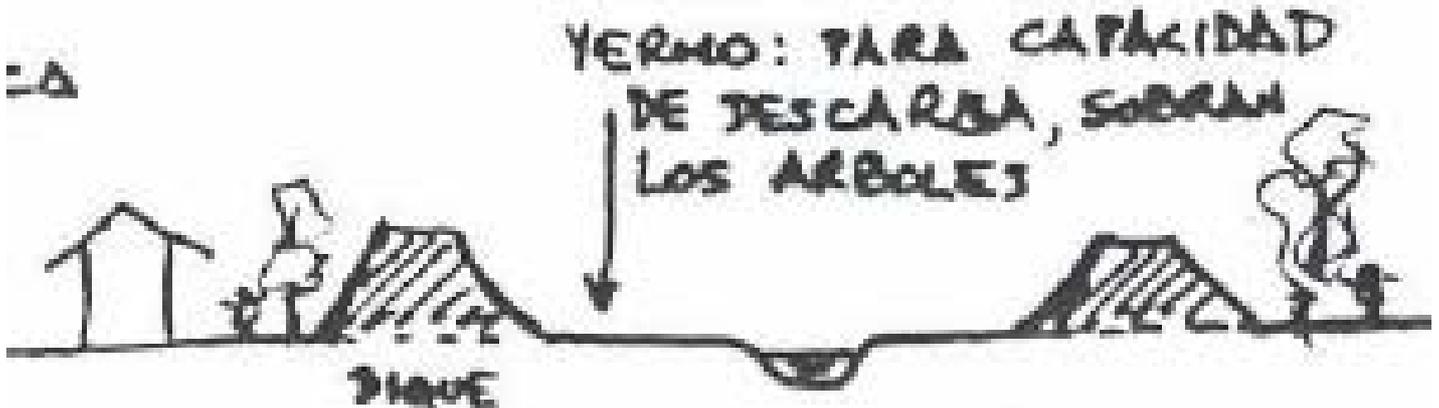
RIESGO

Si se rompen, el daño puede ser mayor y más duradero que si no se hubiesen construido



IMPACTO VISUAL. BARRERA

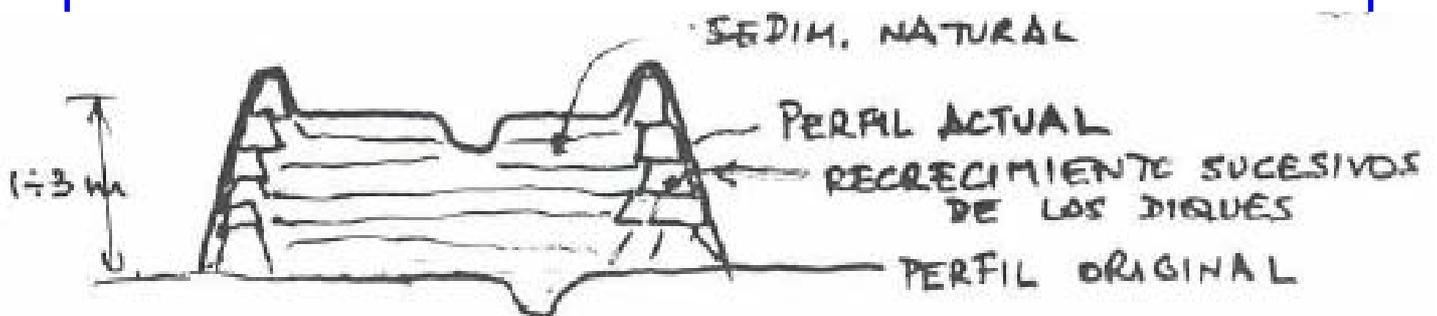
Especialmente cuando se quiere minimizar el riesgo barrera social y biológica



MANTENIMIENTO

Pueden requerir mucho mantenimiento

- Reparaciones periódicas (elim. Vegetación...)
- Actuaciones tras avenidas (reparac. en sitios erosionados)
- En partes bajas de cauces, elim. de sedimentos (dragado)

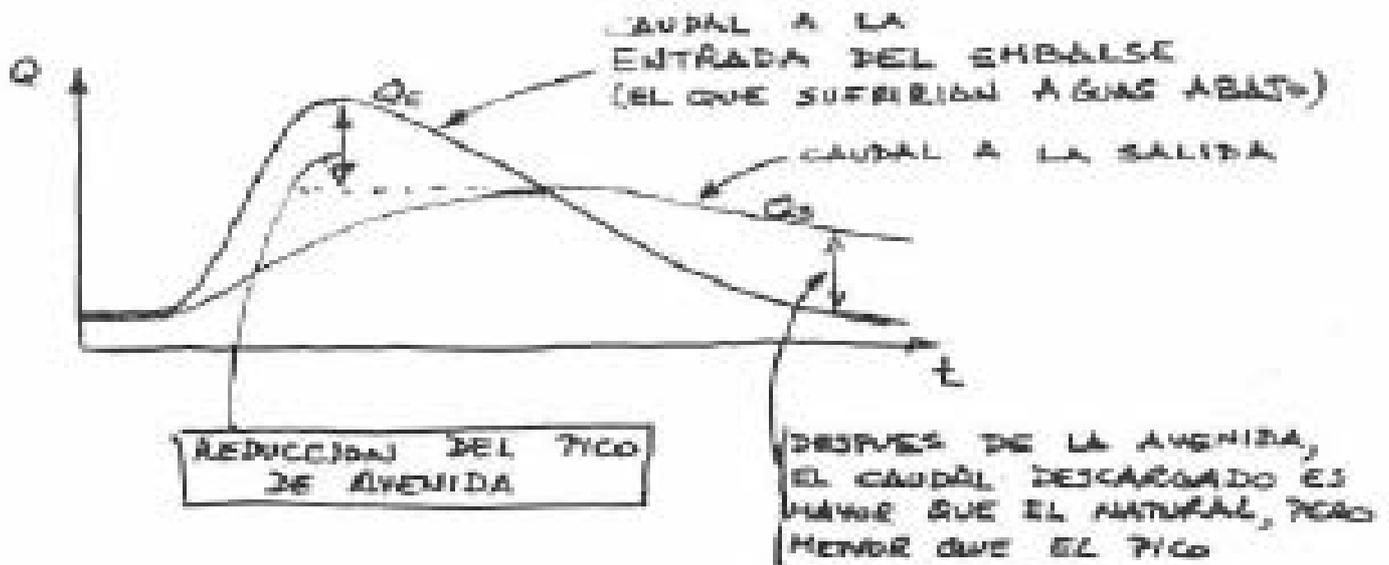


EMBALSES: LAMINACIÓN

Laminación:

Reducción del caudal pico de avenida, gracias al volumen libre de un embalse

Hidrograma de avenida:



1. Si el volumen de agua embalsable es grande, Q_S puede ser mucho menor que Q_E
2. Cuando el embalse se llena, $Q_S \sim Q_E$
3. La reducción de caudal durante la avenida se compensa con aumento posterior de la descarga
4. La efectividad laminadora de embalse requiere un volumen de almacenamiento grande



$$\frac{\partial V_E}{\partial t} = Q_E - Q_S \Rightarrow V(t_1) - V(t_0) = (Q_E - Q_S) \cdot (t_1 - t_0)$$

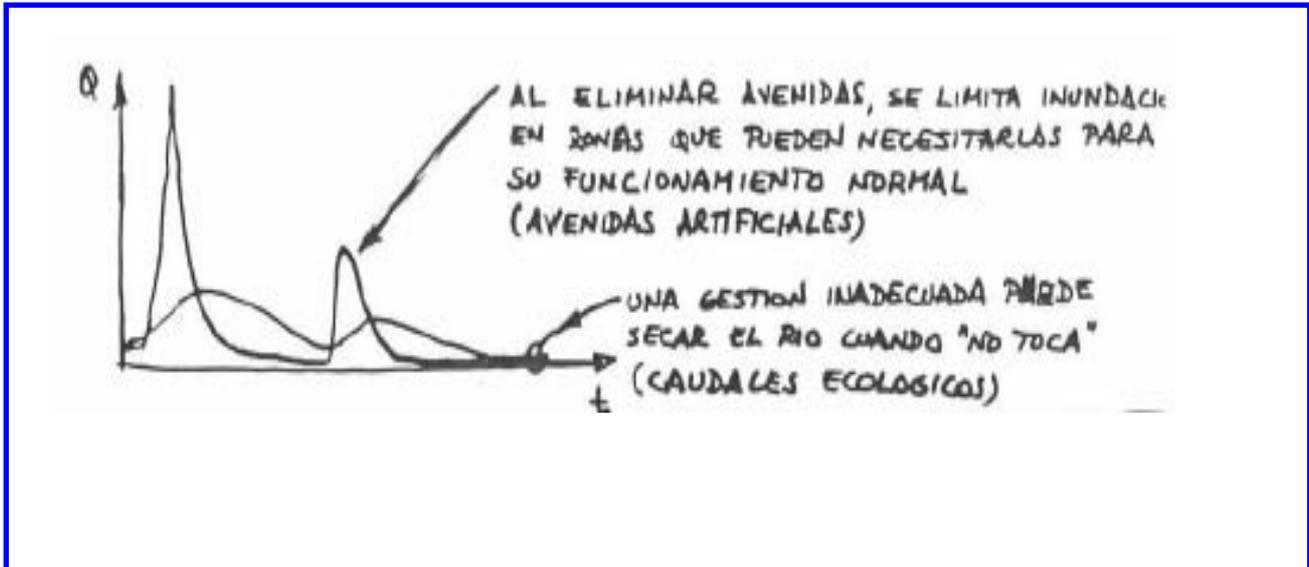
EL DEBATE DE LOS EMBALSES

FUNCIÓNES (TODAS COMPATIBLES)

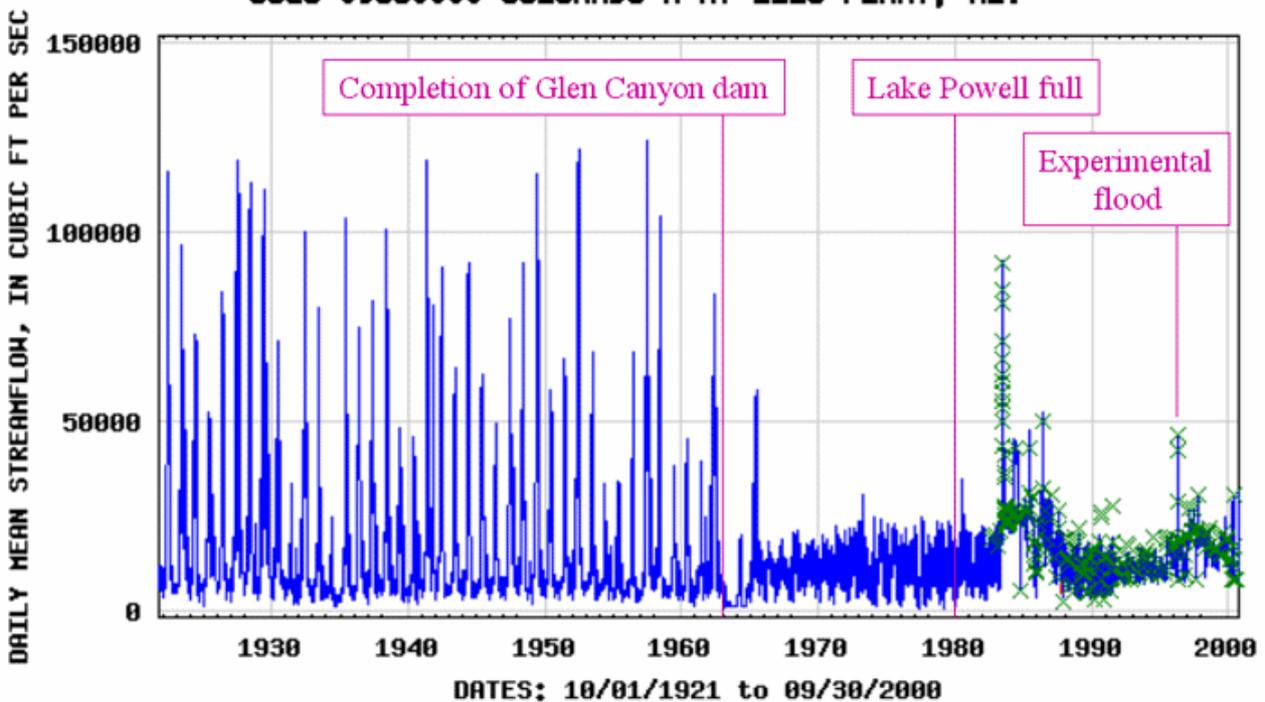
- Laminación: reducción Q pico de avenida
- Almacenamiento: reserva de agua de las épocas húmedas para las secas
- Producción de energía limpia y renovable
- Usos recreativos: "mares interiores"



Cambian el régimen natural del río



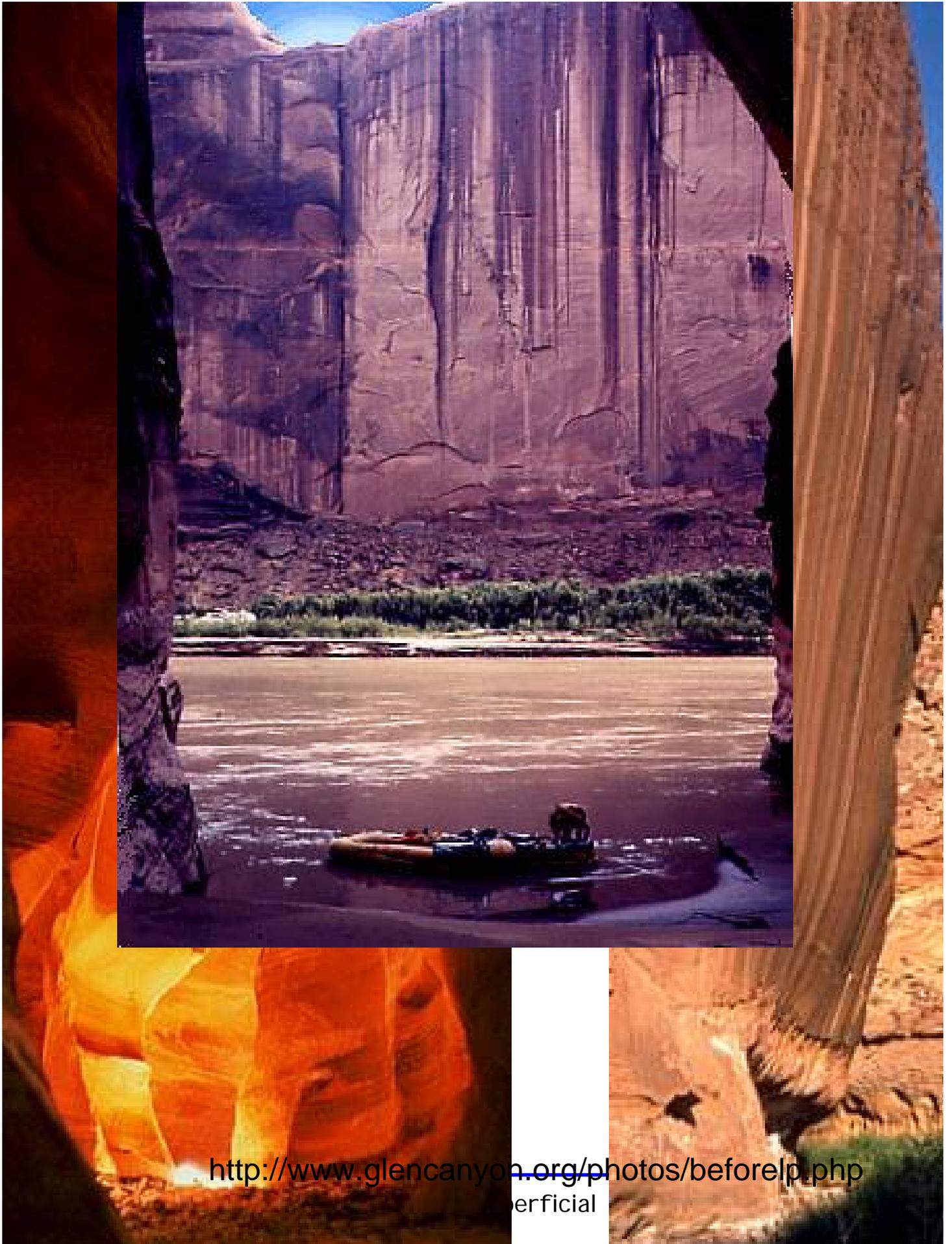
USGS 09980000 COLORADO R AT LEES FERRY, AZ.



EXPLANATION
— DAILY MEAN STREAMFLOW × MEASURED STREAMFLOW — ESTIMATED STREAMFLOW

Provisional Data Subject to Revision

<http://water.usgs.gov>



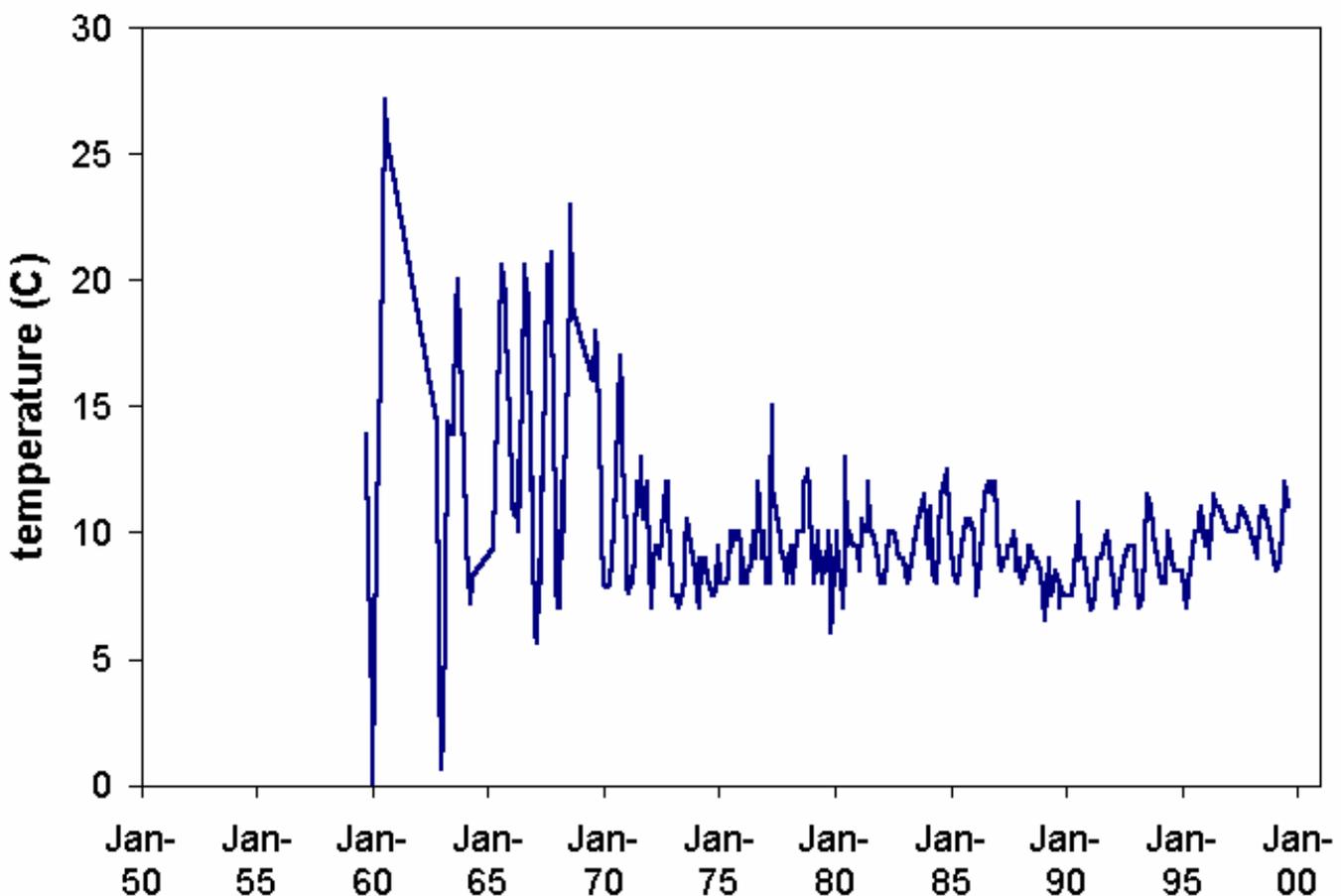
<http://www.glencanyon.org/photos/beforelp.php>
berficial

Cambios en la calidad de las aguas

- Se descargan aguas anóxicas (lo que hace variar sus características químicas)
- Se descargan aguas anormalmente frías en verano y calientes en invierno
- Eutrofización posible



Water temperature @ Lee's Ferry



Retención de sedimentos (atarquinamiento)

- Pérdida de función
- Cambio de perfil aguas abajo
- Regresión costera



MORFOLOGÍA DE RÍOS

- TRANSPORTE DE SEDIMENTOS
- TIPOS DE RÍOS
- EL RÍO NATURAL VS. EL CANAL ARTIFICIAL

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

ARRASTRE DE SEDIMENTOS

ARRASTRE DE FONDO

- En masa: El fondo se desplaza en masa
- Saltación: Las partículas se desplazan rodando, deslizándose y a saltos

TRANSPORTE DE SUSPENSIÓN

Equilibrio entre sedimentación y turbulencia

TRANSPORTE EN DISOLUCIÓN



DEFINICIONES Y FACTORES

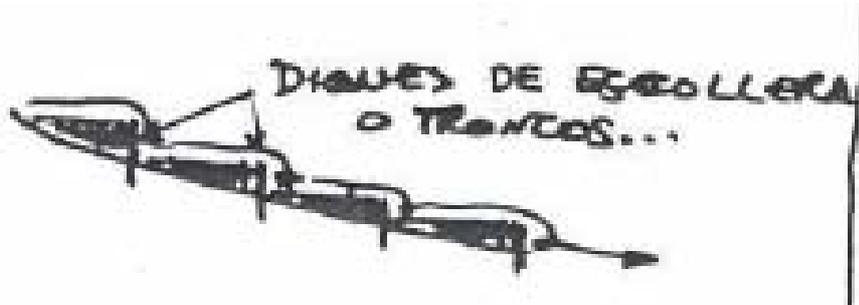
Carga: cantidad total de sólidos arrastrados

Capacidad: Cantidad de sedimentos que pueden llegar a ser arrastrados

Competencia: Tamaño de sedimentos que pueden moverse

FACTORES y CONTROL

•Pendiente: Se puede "romper" para reducir arrastre

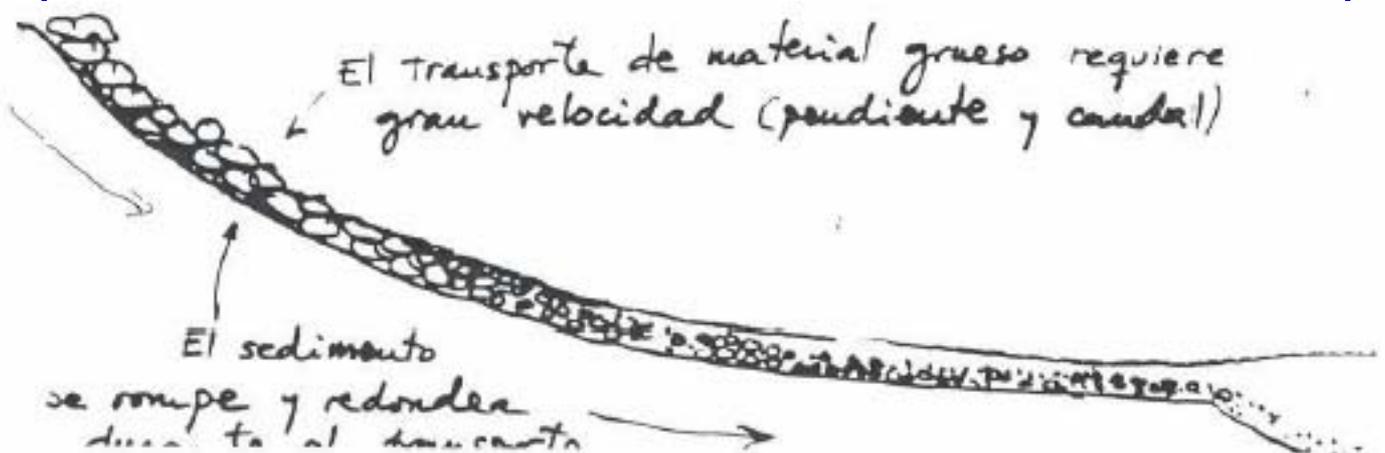


•Disponibilidad de materiales (conserv. de suelos):

- Reducción mediante deforestación
- Arado, paralelo a curvas de nivel...

•Velocidad del agua y caudal: Controla competencia y capacidad

PERFIL LONGITUDINAL



TIPOLOGÍA DE RÍOS

EN TRINCHERA

RECTO

TRENZADO

MEANDRI FORME

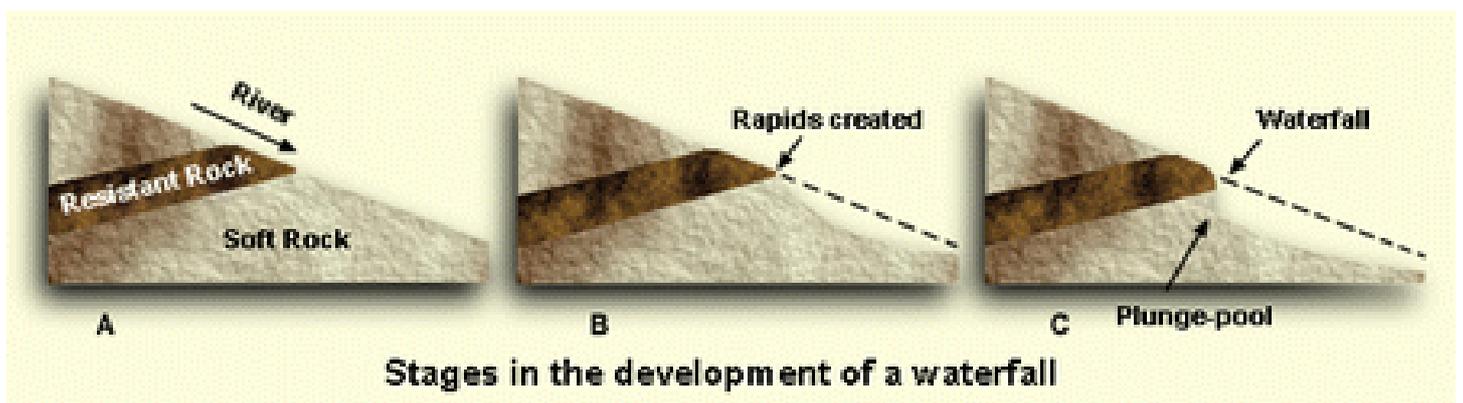
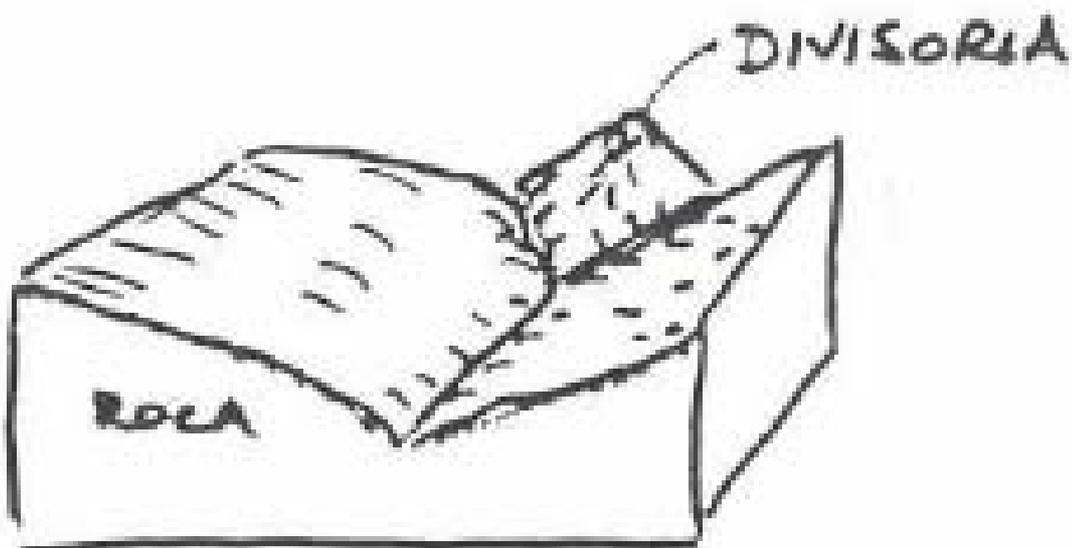
Controlada por geología, pendiente, capacidad, competencia y carga y tipo de sedimentos



EN TRINCHERA

Ríos erosivos

- Gran pendiente y velocidad
- Típico en parte alta del cauce
- Trazado controlado por Geol. Estruct. (fallas...)



RECTO

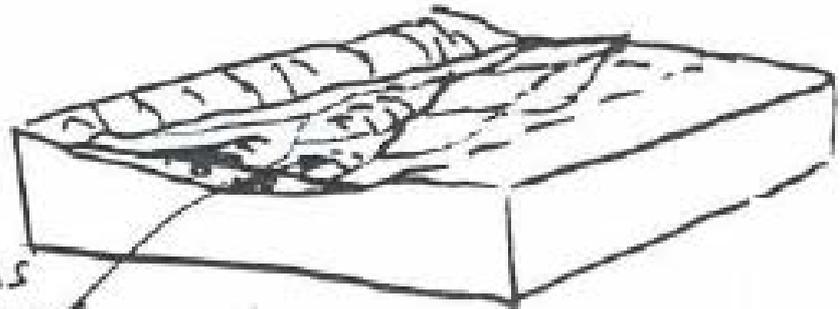
Relativamente raro

Lechos de grava, ríos con bastante capacidad pero poca alimentación de finos



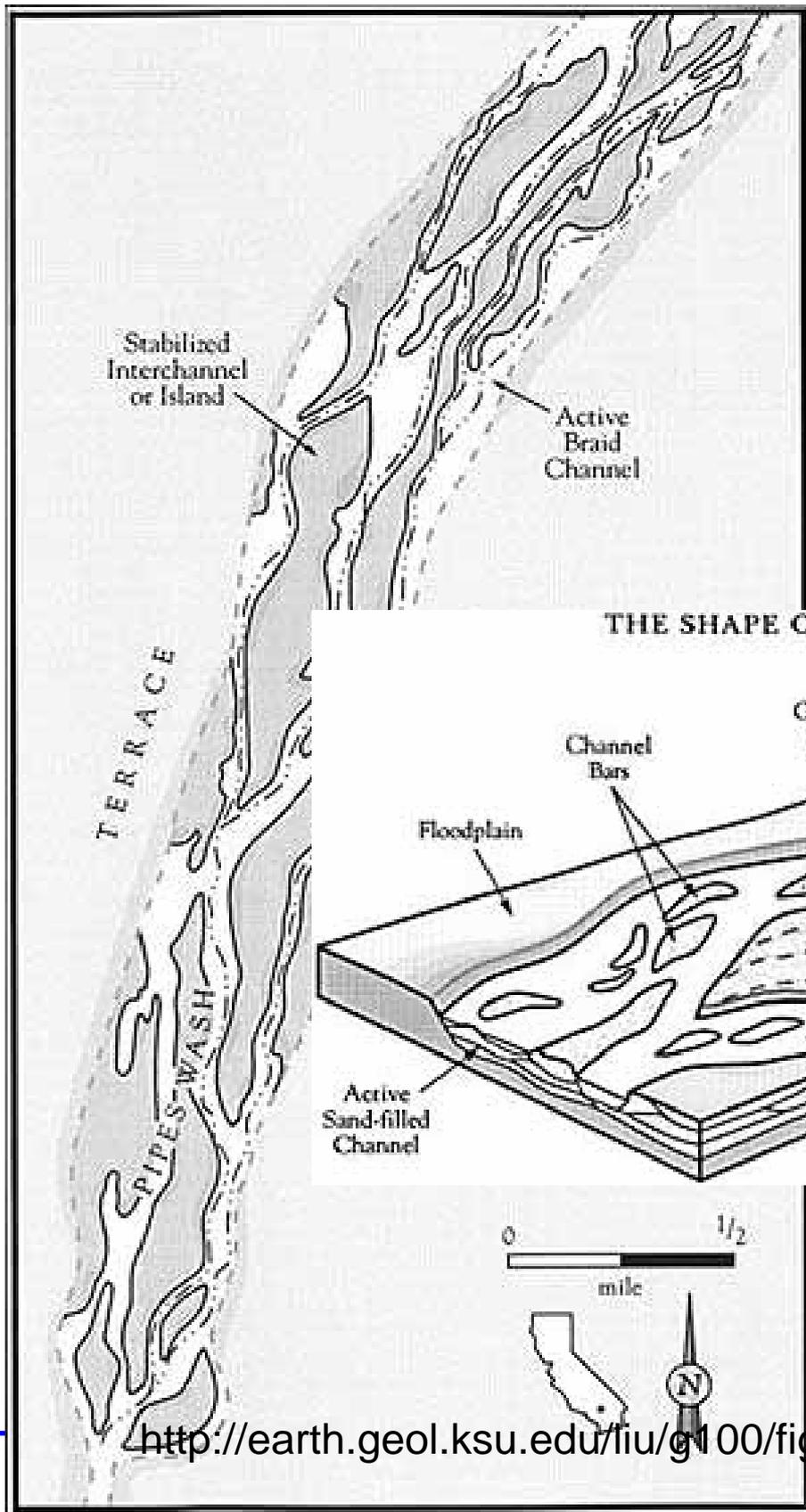
TRENZADO

Ríos con muy alto transporte (altas energía, capacidad y competencia). Tienen cauces muy anchos en relación a su profundidad. Típicos en zonas deforestadas.



BARRAS: LIGERAS
SOBREELEVACIONES
DE LOS SEDIMENTOS

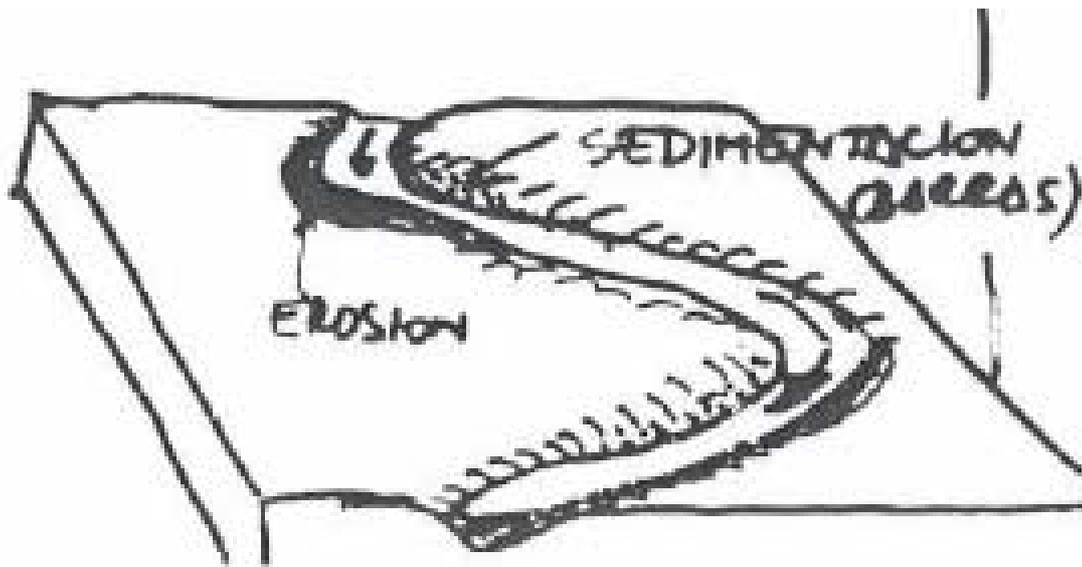




THE SHAPE OF A RIVER

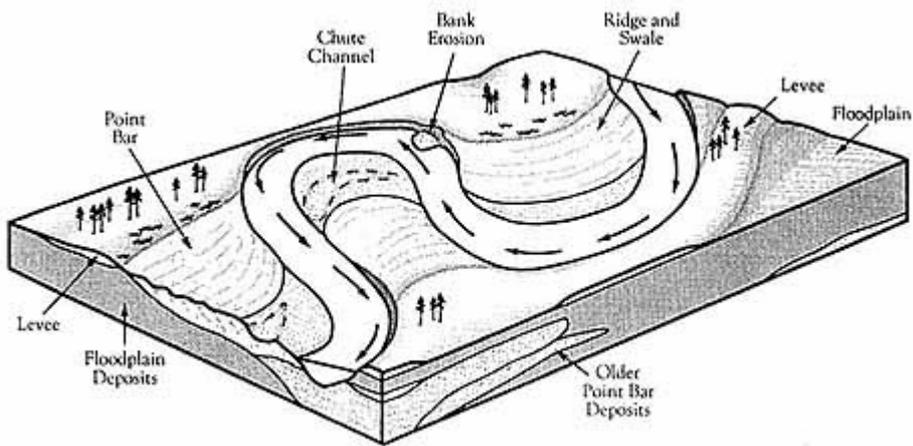
MEANDRI FORMES

Ríos con muchas curvas pendiente baja erosión y sedimento

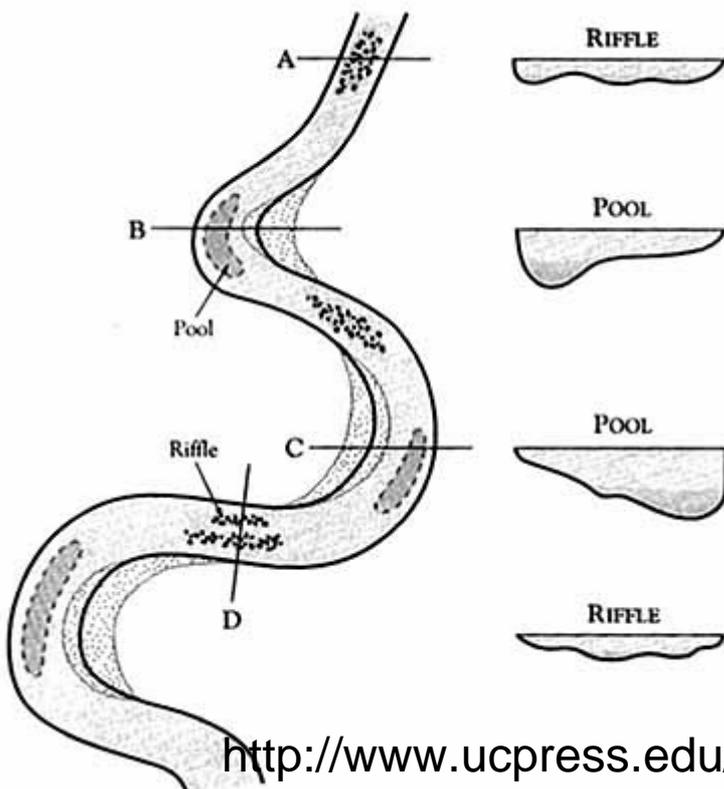


http://www.hi.is/~oi/siberia_photos.htm

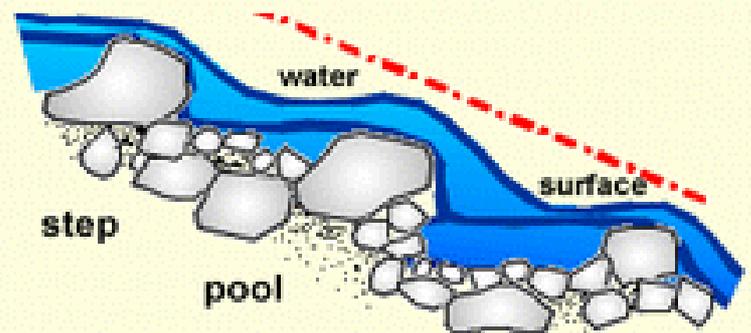
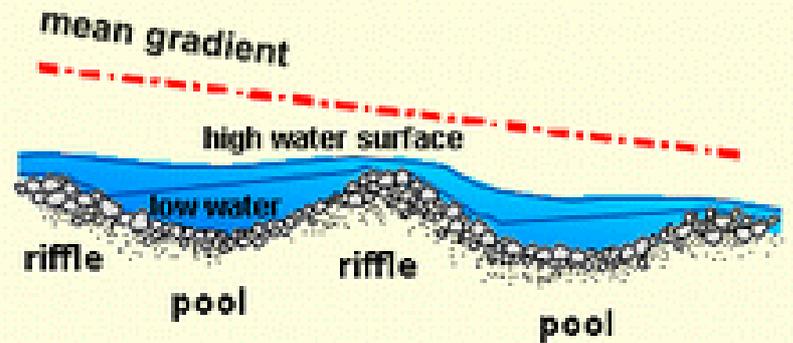
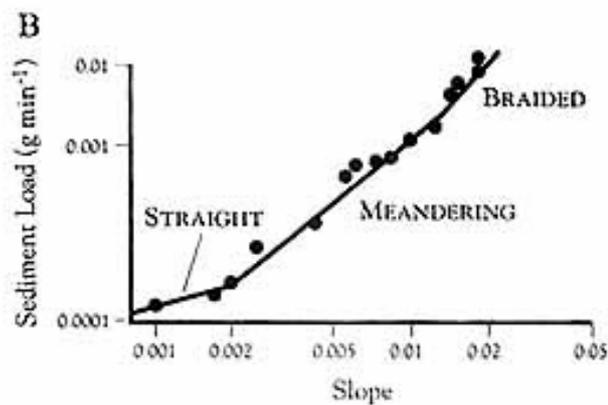
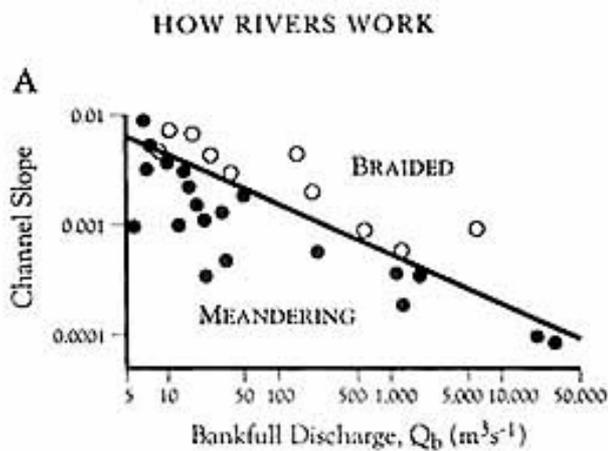




HOW RIVERS WORK

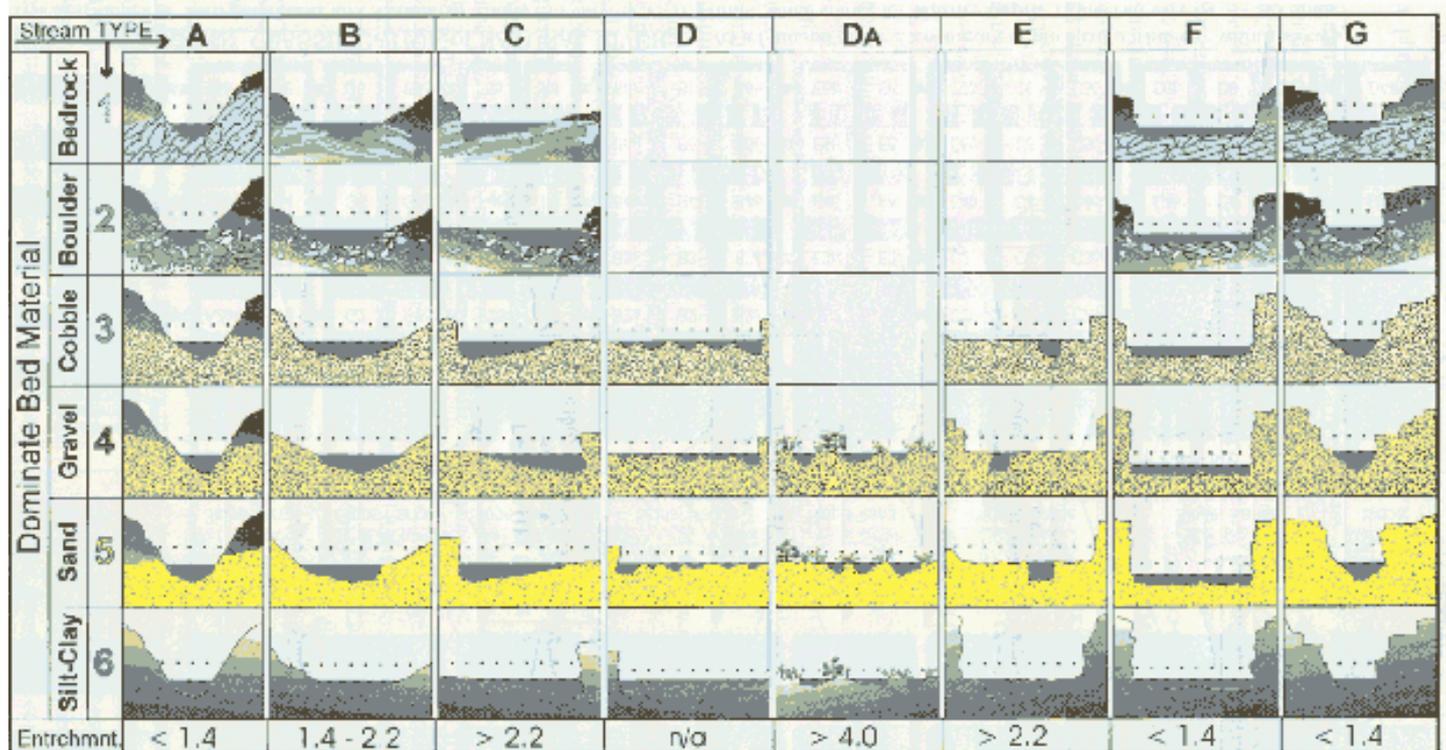
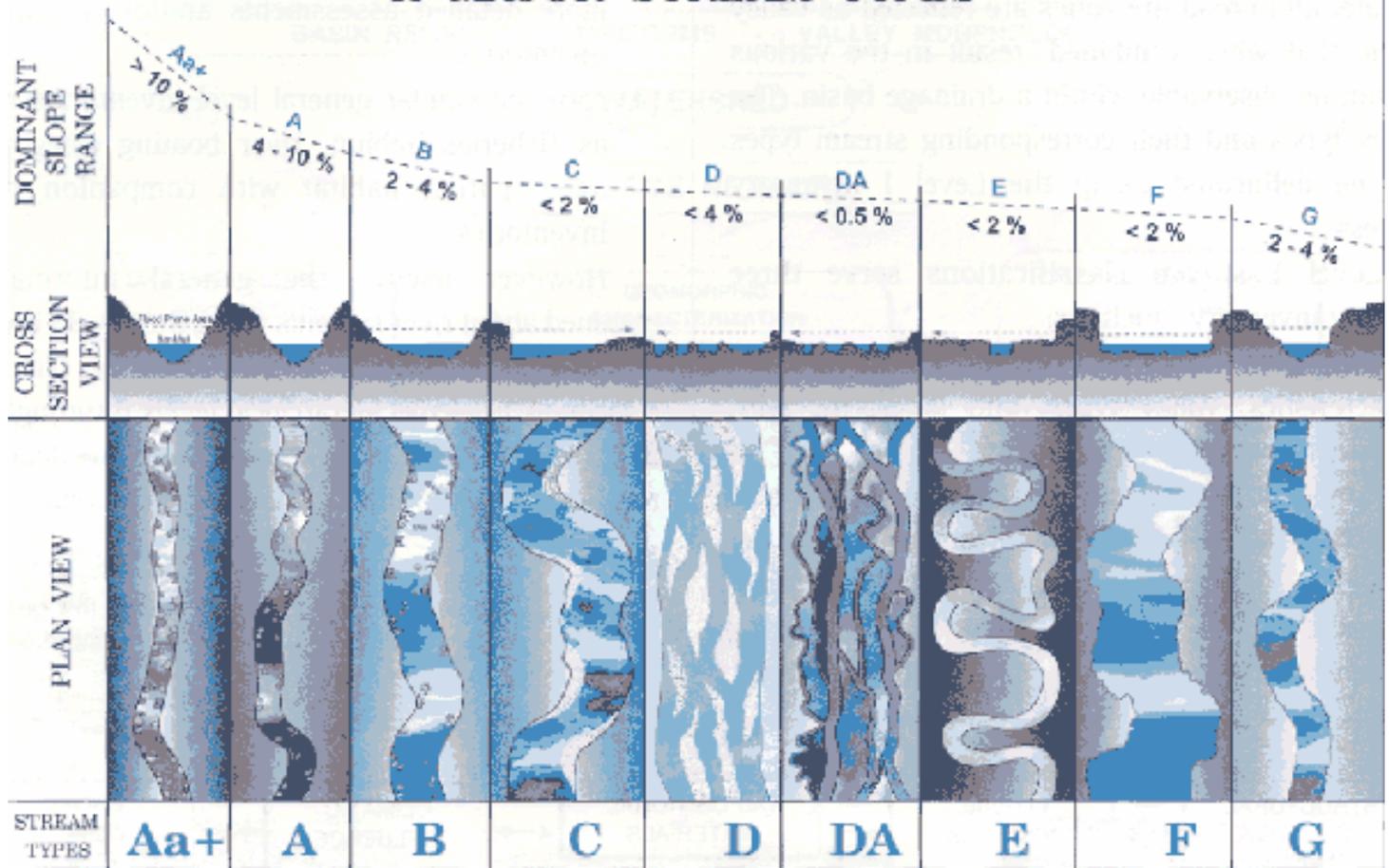


La tipología no es arbitraria

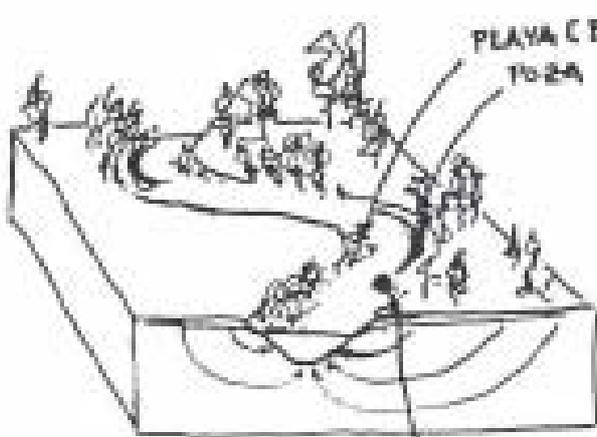


Type	Morphology	Sinuosity	Load	Width/Depth Ratio	Erosive Behavior	Depositional Behavior
Straight	Single channel with pools and riffles, meandering thalweg	< 1.05	Suspension, mixed, or bedload	< 40	Minor channel widening and incision	Channel shoals
Sinuuous	Single channel, pools and riffles, meandering thalweg	> 1.05 , < 1.5	Mixed	< 40	Increased channel widening and incision	Channel shoals
Meandering	Single meandering channels; possible cutoff channels	> 1.5	Suspension or mixed	< 40	Channel incision, meander migration through bank erosion	Point bar formation, lateral accretion
Braided	Two or more active channels with numerous interchannel bars, small islands, abandoned channels	> 1.5	Bedload	> 40	Channel widening through bank erosion	Channel aggradation, channel bar formation

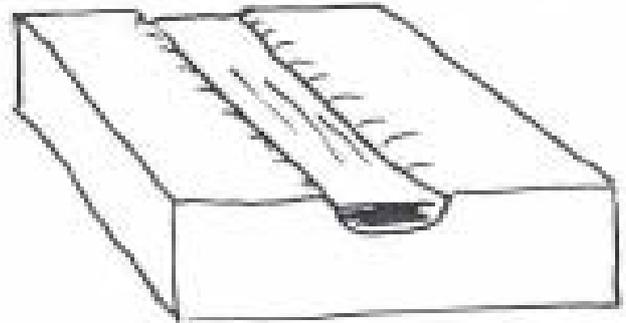
LONGITUDINAL, CROSS-SECTIONAL and PLAN VIEWS of MAJOR STREAM TYPES



CANAL NATURAL VERSUS CANAL ARTIFICIAL



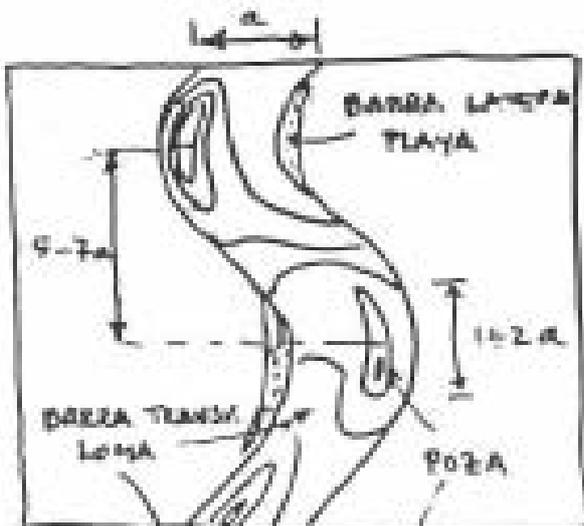
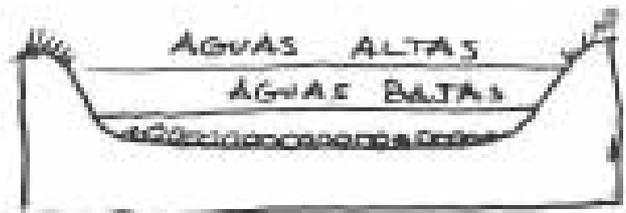
PLAYA (BARRA)
POZA



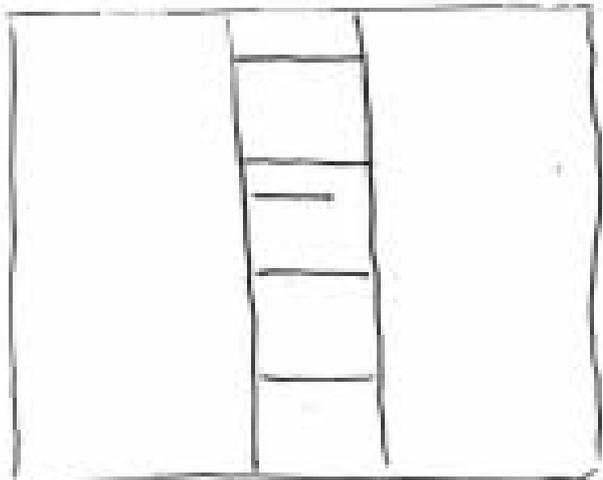
VEGETACION
(SOMBRA Y EVAPOTRANSPIRACION)
T baja



N.F.



BATIMETRIA



SECCION LONGITUDINAL



CANAL NATURAL VERSUS CANAL ARTIFICIAL

	Natural	Artificial
Vegetación de ribera	<ul style="list-style-type: none">-Sombra-Evap - Transp. → Temp. Moderadas que favorecen vida ac. (Ojo; nivel freático)	En verano, la temp. es excesiva para la vida acuática
Profundidad	<ul style="list-style-type: none">-Muy variable-Pozas que se mantienen con agua todo el año-Velocidad variable	Fondo con topog. Unif. Profundidad insuf. en verano Veloc const.
Material del lecho	<ul style="list-style-type: none">- Granulometría variable proporciona habitats para organismos diversos- Mantenimiento cadenas trof.	<ul style="list-style-type: none">- Granulom. Homogénea- Pocos tipos de org.

Velocidad	<ul style="list-style-type: none"> •Variable •Zonas de descanso para la vida acuática en pozas y bajo bancos •Buena mezcla y oxidación 	<ul style="list-style-type: none"> •Velocidad demasiado uniforme •Excesiva para algunas formas de vida
Capacidad de descarga	<ul style="list-style-type: none"> •Baja •Con cierta periodicidad (2-5 años) se desborda, llanura de inundación, depósito de material fino → la inundación de la llanura favorece laminación de avenida 	<ul style="list-style-type: none"> •Alta •Es muy poco probable la inundación de la llanura → Aguas abajo se produce avenida importante
Aguas subterr.	<ul style="list-style-type: none"> •Descargan al río •El río fluye también en periodos secos •Se mantiene la veget. 	<ul style="list-style-type: none"> •Independientes del canal •Seco en verano •No hay bosque de ribera