

Universidad de Los Andes
Facultad de Ingeniería
Escuela de Civil
Hidráulica Fluvial



TEMA 10. CORRECCIÓN DE CAUCES

Junio, 2014

Prof. Ada Moreno

CORRECCIÓN DE CAUCES

La corrección de cauces o encauzamiento se define como cualquier arreglo o intervención que se le realiza a un tramo del cauce, excluyendo de este término las obras de aprovechamiento del río y de infraestructura (Martín, 2003)

OBJETIVOS DE UN ENCAUZAMIENTO

- Protección frente a las inundaciones
- Protección de márgenes del río (defensa)
- Fijación de un cauce estable (estabilización)
- Aumento de la capacidad de conducción
- Fijación de un canal navegable
- Recuperación de los valores naturales del río

OBJETIVOS DE UN ENCAUZAMIENTO

- Protección frente a las inundaciones
- **Protección de márgenes del río (defensa)**
- Fijación de un cauce estable (estabilización)
- Aumento de la capacidad de conducción
- Fijación de un canal navegable
- Recuperación de los valores naturales del río

EJEMPLO DE PROTECCIÓN DE MÁRGENES



Fuente: Estudio hidrológico - hidráulico río Chama, sector Las González Mérida Edo. Mérida, 2000

OBRAS TÉCNICAS

Según Hattinger (1979), las obras de ingeniería utilizadas en la corrección de torrentes se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Obras Transversales
 - Diques Torrenciales
 - Traviesas
 - Rampas
 - Escalones Sinoidales
- Obras Longitudinales
 - Muros laterales
 - Revestimiento de los taludes
 - Escolleras
 - Diques Laterales
- Espigones
- Canales revestidos
- Obras de drenaje
- Regularizaciones
- Plazoletas de depósito

OBRAS TÉCNICAS

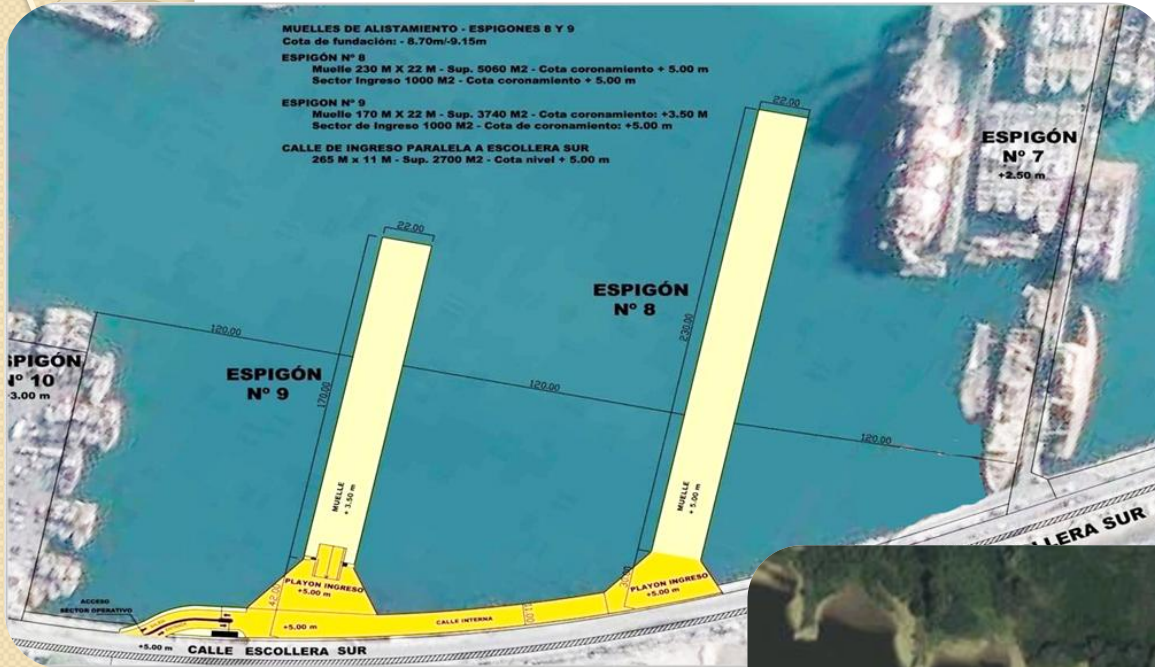
Según Hattinger (1979), las obras de ingeniería utilizadas en la corrección de torrentes se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Obras Transversales
 - Diques Torrenciales
 - Traviesas
 - Rampas
 - Escalones Sinoidales
- Obras Longitudinales
 - Muros laterales
 - Revestimiento de los taludes**
 - Escolleras
 - Diques Laterales
- **Espigones**
- Canales revestidos
- Obras de drenaje
- Regularizaciones
- Plazoletas de depósito

ESPIGONES

- Los espigones alejan de la orilla las líneas de corriente, creando zonas entre estructuras consecutivas, de calma relativa (Flórez y Aguirre, 2006).

ESPIGONES



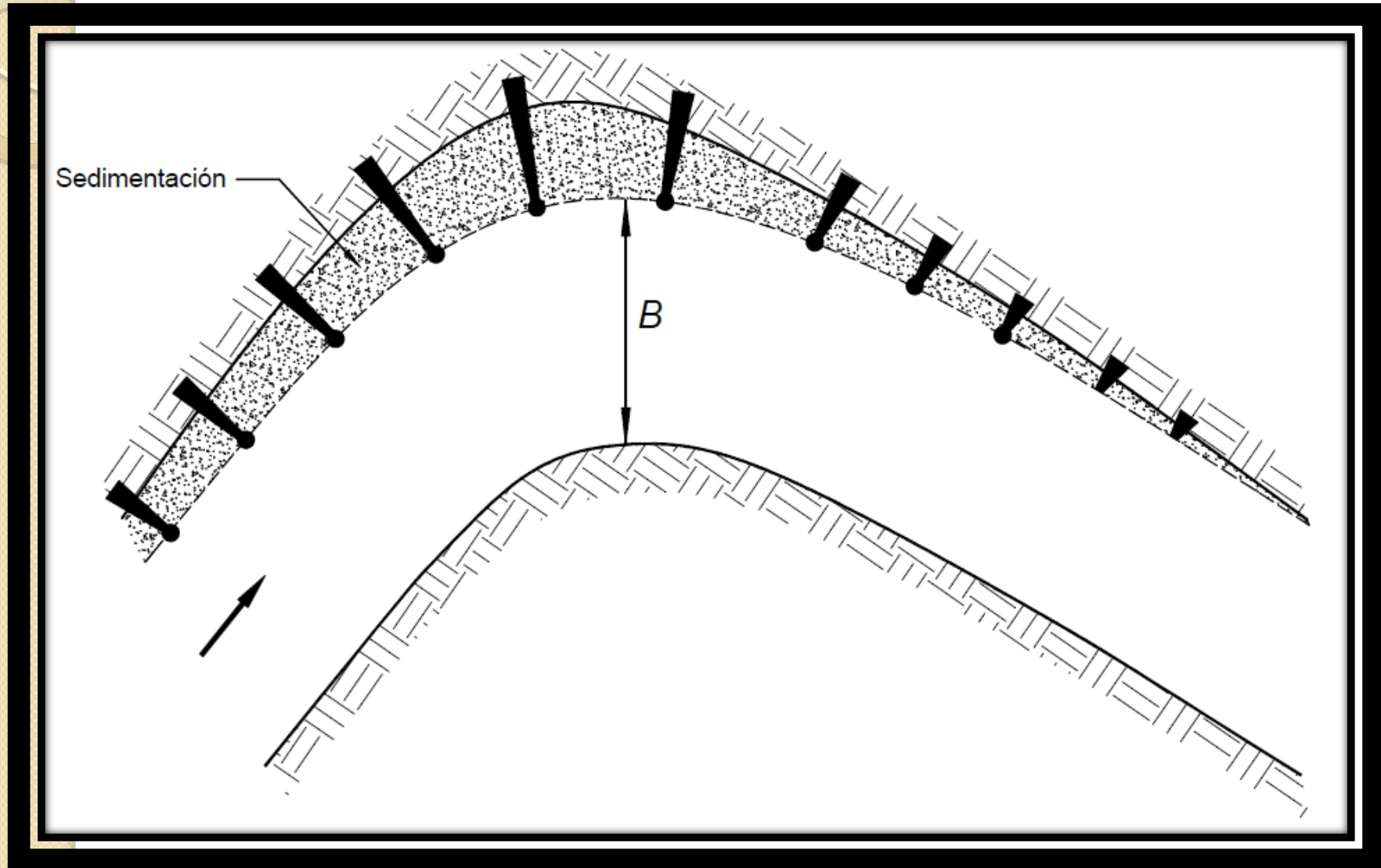
DISEÑO DE ESPIGONES

- Localización en planta.
- Longitud de los espigones.
- Separación.
- Elevaciones y pendientes de la corona.

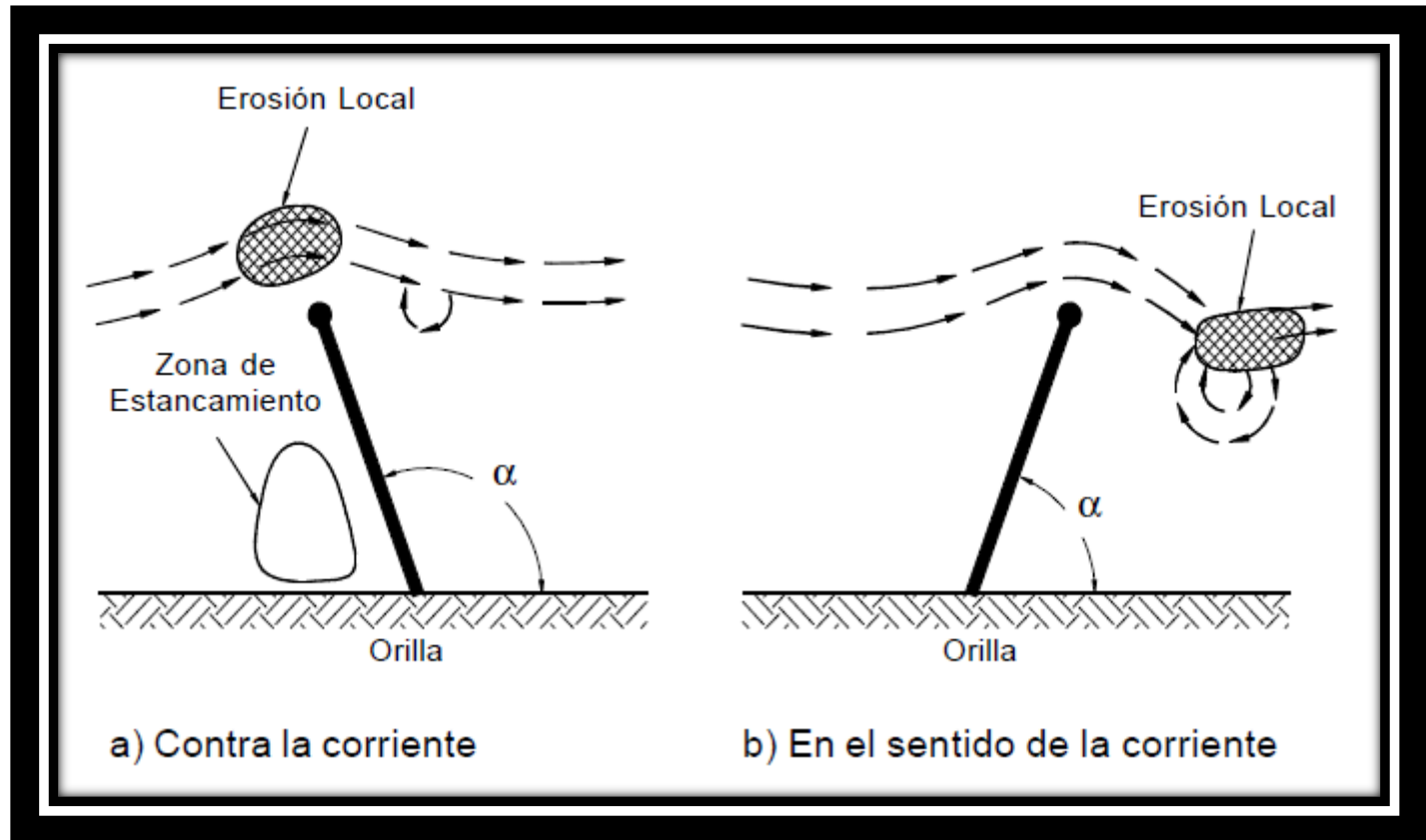
LOCALIZACIÓN EN PLANTA

- Los espigones serán utilizados en tramos rectos o curvos, siempre y cuando el radio de curvatura sea menor a $8B$ y mayor a $2.5B$, donde B es el ancho del río (Arocha, 1998).

LOCALIZACIÓN EN PLANTA



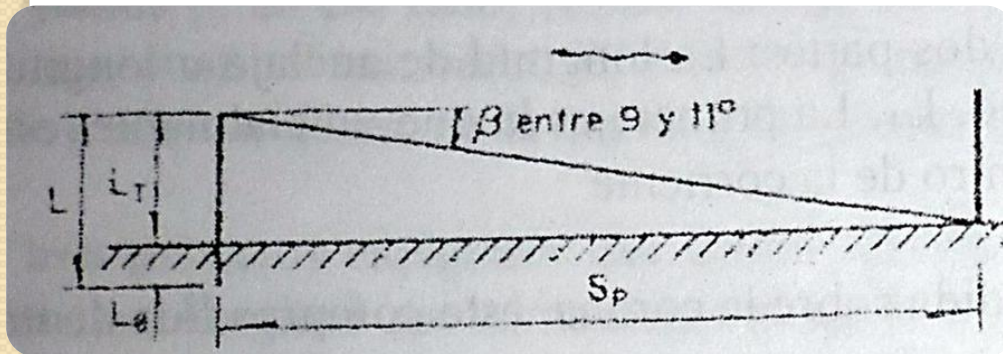
LOCALIZACIÓN EN PLANTA



LONGITUD DE LOS ESPIGONES

- La longitud efectiva de trabajo L_t , estará entre los siguientes valores:
 - $Y_n < L_t < B/4$, donde Y_n es la profundidad normal para el caudal formativo, y B es el ancho del cauce.

SEPARACIÓN DE LOS ESPIGONES, EN TRAMOS RECTOS. PERPENDICULARES A LA CORRIENTE



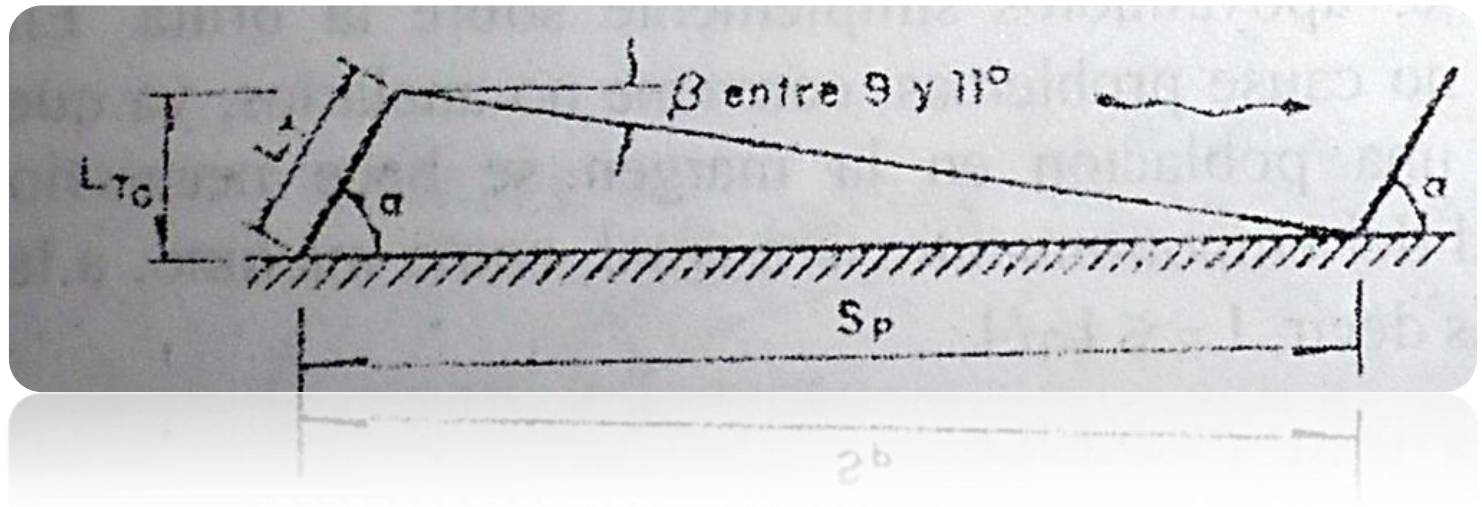
Empotrados

$$5,1L_t \leq S_p \leq 6,3 L_t$$

Sin Empotramiento

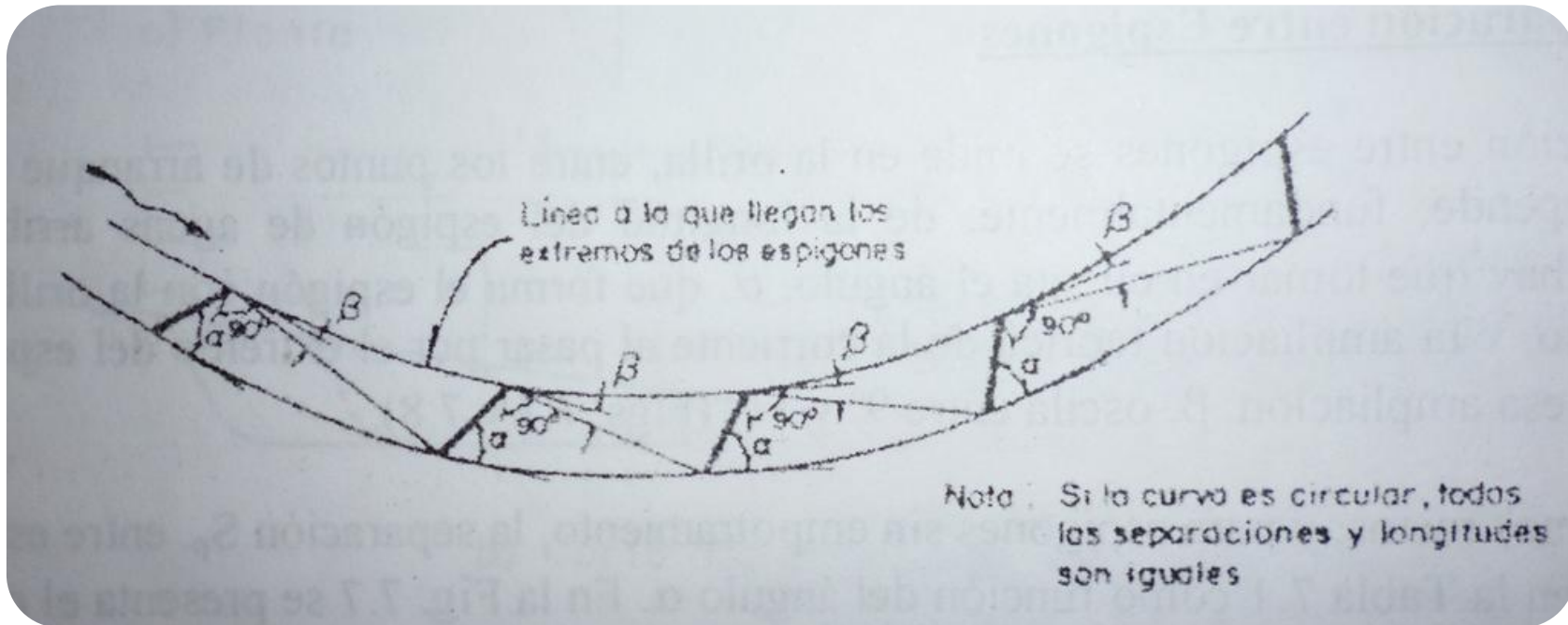
$$4,5L_t \leq S_p \leq 5,5 L_t$$

SEPARACIÓN DE LOS ESPIGONES, EN TRAMOS RECTOS. INCLINADOS

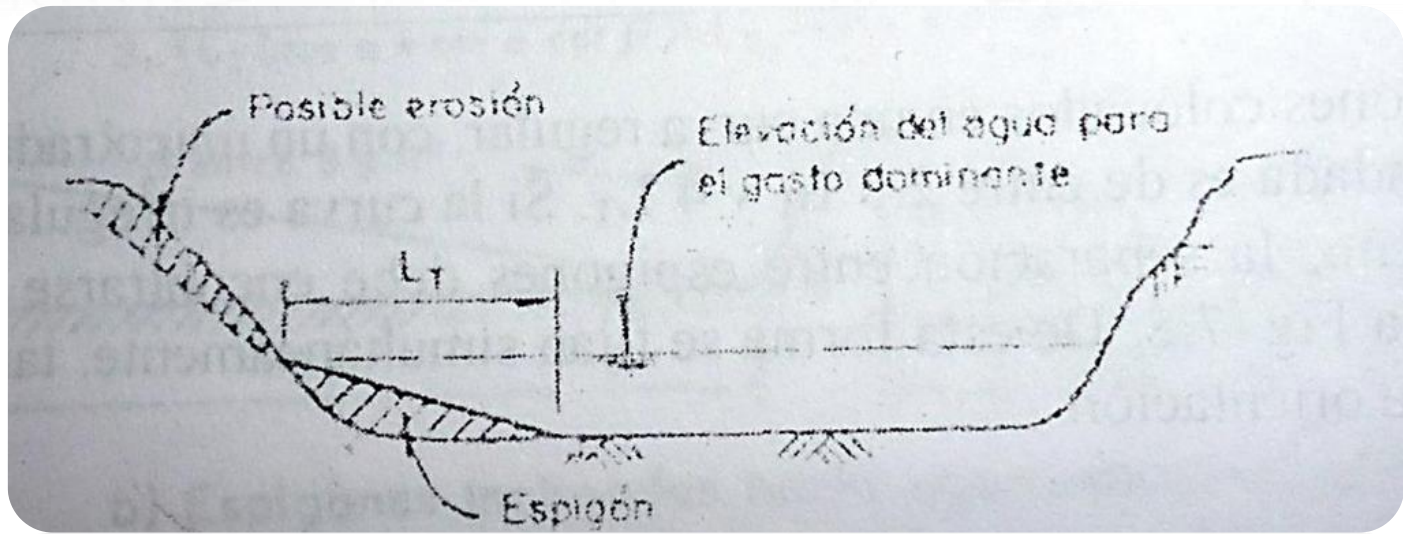
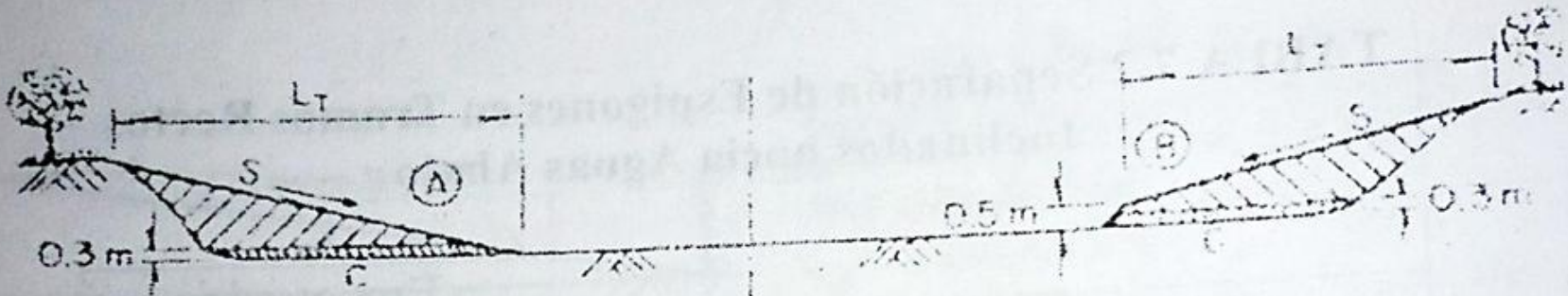


α	L_t	S_p (Empotrado)	
		SI	NO
60°	$1,06L_t$	$(5,4 \text{ a } 6,6)L_t$	$(5 \text{ a } 6)L_t$
70°	$1,15L_t$	$(5,6 \text{ a } 6,8)L_t$	$(4,5 \text{ a } 5,5)L_t$

SEPARACIÓN DE LOS ESPIGONES EN CURVAS



ELEVACIONES Y PENDIENTES DE LA CORONA



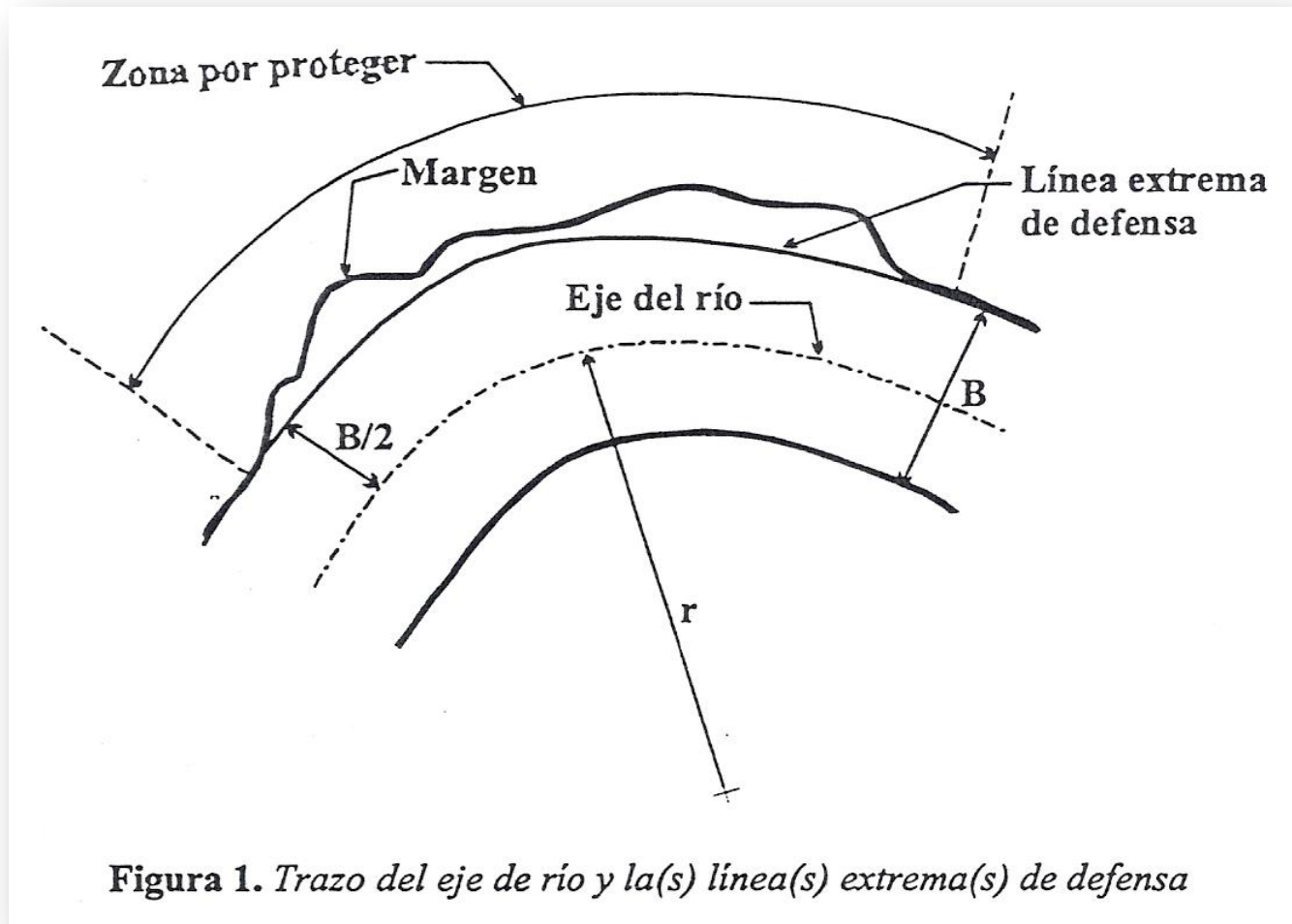
MUROS LONGITUDINALES

Son **estructuras de protección** que se apoyan directamente en la margen del río, cuyo objetivo principal es **evitar que la corriente entre en contacto directo con el material de la orilla** que se protege (Flórez y Aguirre, 2006)

MUROS LONGITUDINALES

- Ubicación de los muros longitudinales
 - A) Definir el eje del río
 - B) Determinar el radio de curvatura ($R < 2.5B$)
 - C) Trazar la línea extrema de defensa

MUROS LONGITUDINALES



MUROS LONGITUDINALES

- D) Seleccionar varias secciones representativas del tramo y para cada una marcar lo siguiente:
 - Puntos O y T: Orilla y pie del talud respectivamente
 - Línea E-E: Línea extrema de defensa
 - Línea F-F: Protección local al pie del talud
 - Línea J-J: Punto superior del exterior de la protección
 - Línea H-H y G-G: Superficie de apoyo y corona de la protección respectivamente

MUROS LONGITUDINALES

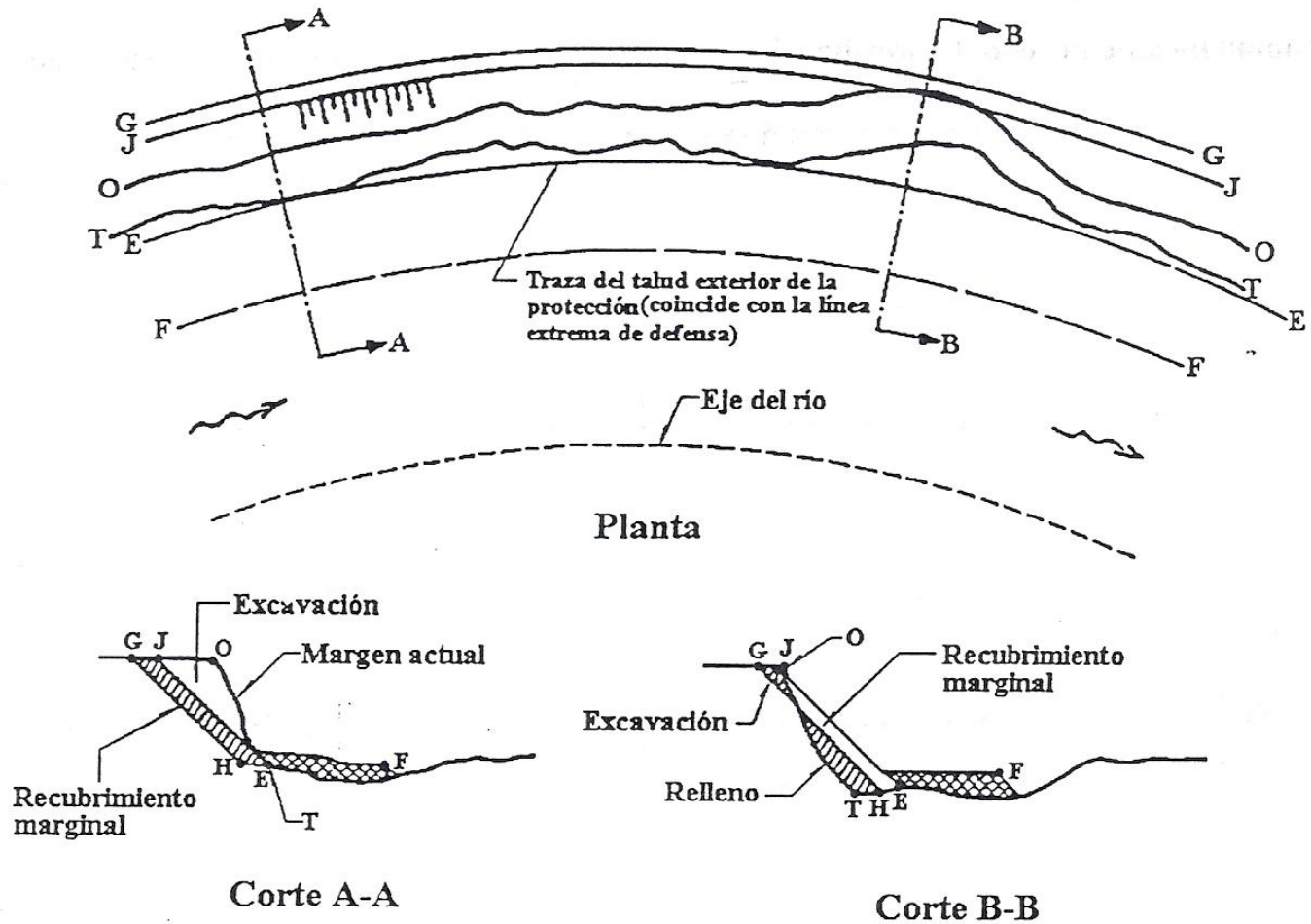
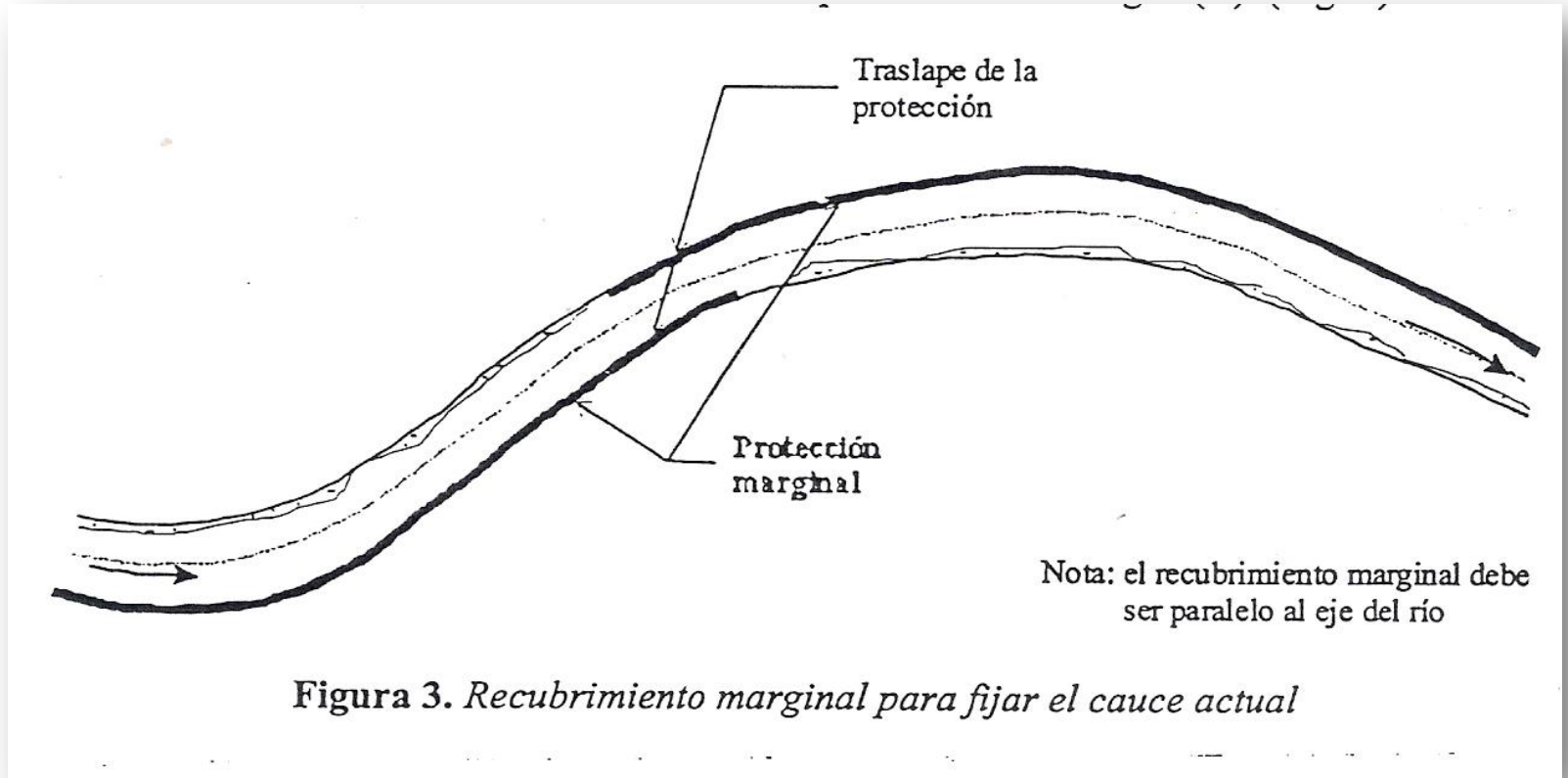


Figura 2. Trazo de un recubrimiento marginal

MUROS LONGITUDINALES



MUROS LONGITUDINALES



Muro longitudinal de bolsacreto en el río Mocotíes. Fotografía tomada por A. Moreno, 2012

MUROS LONGITUDINALES



Embaulamiento de la quebrada La Resbalosa. Fotografía tomada por A. Moreno, 2011

MUROS LONGITUDINALES



Muro longitudinal de gaviones, quebrada La Resbalosa. Fotografía tomada por A. Moreno, 2011

MUROS LONGITUDINALES



Muro longitudinal de gaviones, quebrada La Resbalosa. Fotografía tomada por A. Moreno, 2011



¿CUÁNDO USAR MUROS LONGITUDINALES?

- En zonas donde se pretenda proteger las márgenes del río
- En curvas con pequeños radios (menores de 2.5 veces el ancho estable)

MATERIALES

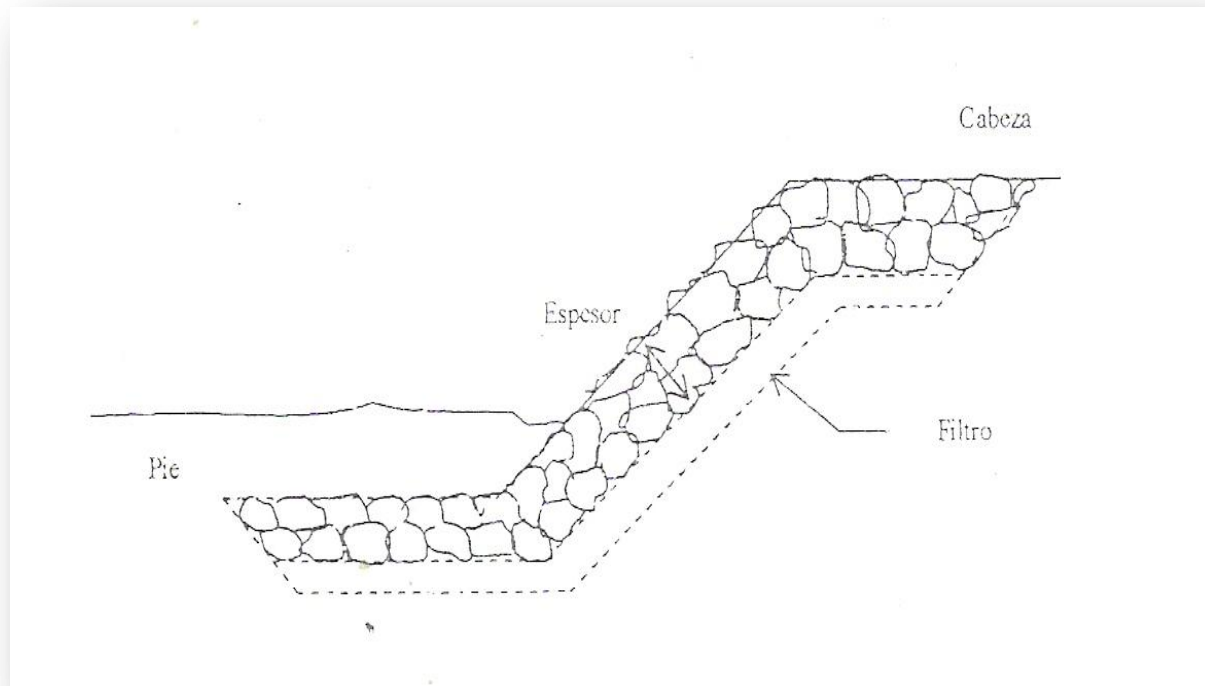
- Enrocado
- Concreto
- Gaviones
- Suelo - cemento

MATERIALES

- **Enrocado**
- Concreto
- **Gaviones**
- Suelo - cemento

ENROCADO

El muro de enrocado está formado por la agrupación de elementos pétreos naturales, siendo estructuras permeables y de poca resistencia.



DISEÑO DEL ENROCADO

El tamaño mínimo de los elementos a utilizar en el enrocado debe ser:

$$\frac{d_{30}}{y_n} = 0,36 \left[\left(\frac{\gamma}{\gamma_s - \gamma} \right)^{0,5} \frac{V}{\sqrt{g y_n}} \right]^{2,5}$$

Donde:

d_{30} : Diámetro mínimo que deja pasar el 30% del material(m)

y_n : Profundidad normal (m)

V : Velocidad media del flujo (m/s)

γ_s, γ : Peso específico del sedimento y del agua (Kg/m^3)

DISEÑO DEL ENROCADO

El espesor mínimo del enrocado debe estar entre 1,5 a 2 veces el d_{30}

VENTAJAS DEL ENROCADO

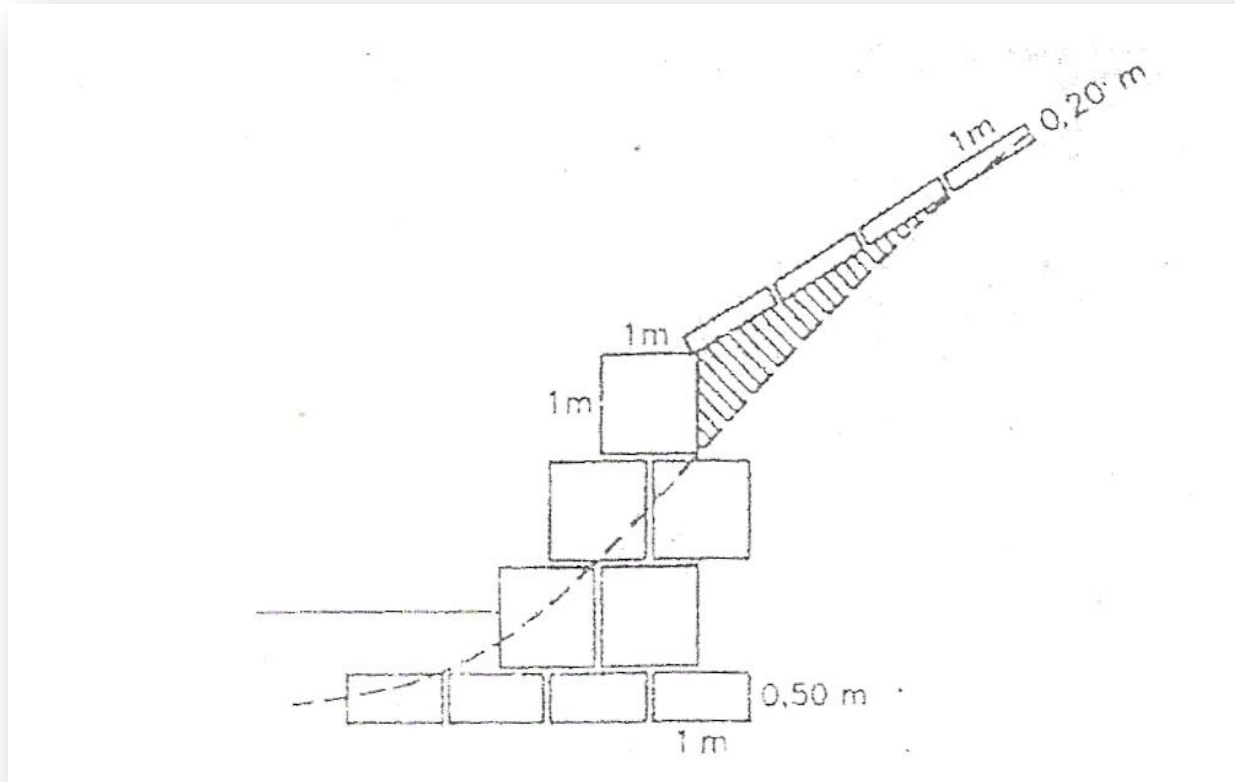
Según Hattinger (1979):

- Construcción sencilla
- Corto tiempo
- Económico
- Flexible
- Mantenimiento sencillo

GAVIONES

“Las estructuras de gaviones se forman por elementos metálicos hechos con **malla hexagonal de doble torsión, llenados con piedras** u otro material similar”
(Aceves y Audefroy, 2007)

GAVIONES



Colocación de las cestas del Gavión

DISEÑO DE GAVIONES

El peso específico del gavión es:

$$\gamma_g = \gamma_r (1 - p)$$

Donde:

γ_g, γ_r : Peso específico del gavión y de la roca respectivamente (Kg/m^3)

p : Porosidad del gavión (%)

VENTAJAS DE GAVIONES

Según González de Vallejo, et al. (2002) los muros de gaviones:

- Son flexibles
- Son permeables
- Son contruidos con fragmentos rocosos

GAVIONES

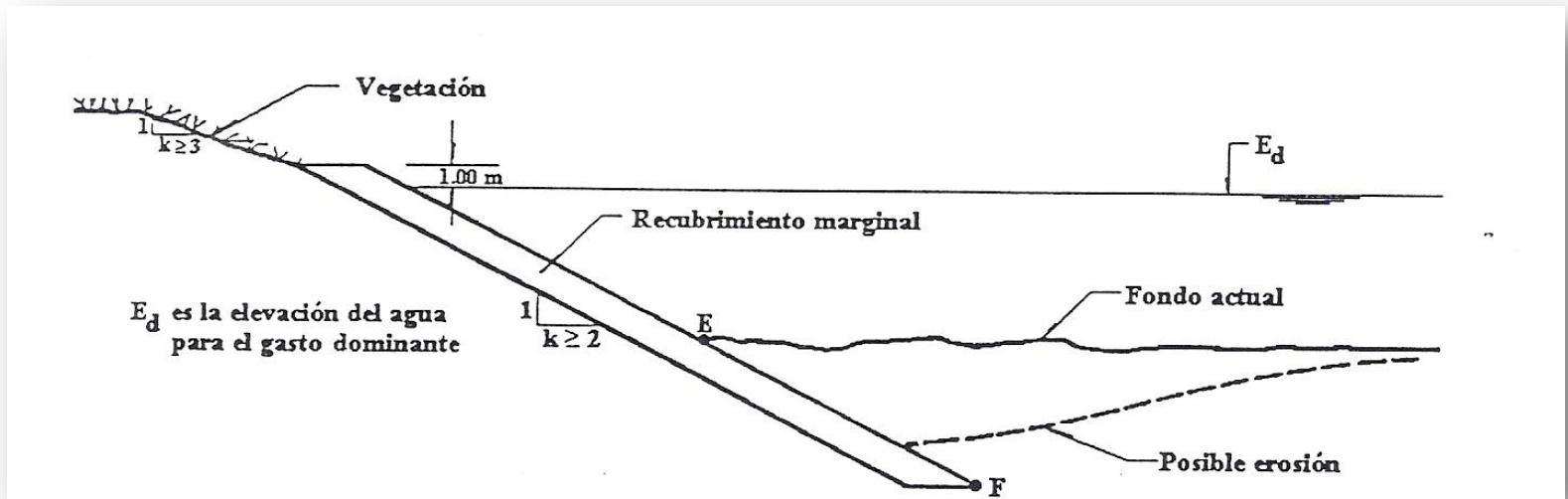


Gavi3n utilizado como muro de contenci3n



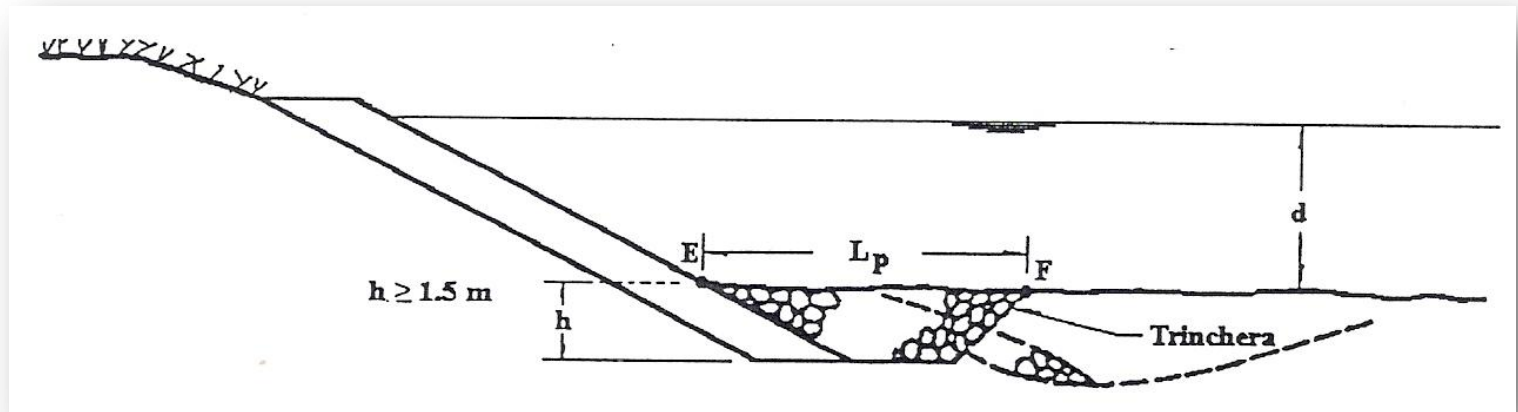
PROTECCIÓN CONTRA SOCAVACIÓN LOCAL

- Recubrimiento colocado a una cota inferior a la posible erosión



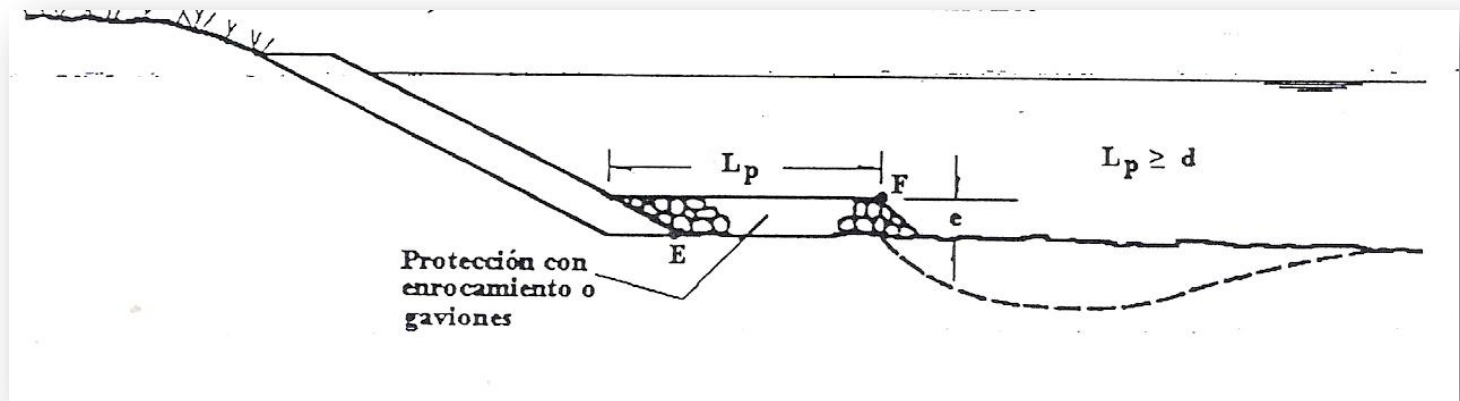
PROTECCIÓN CONTRA SOCAVACIÓN LOCAL

- Trinchera rellena con enrocamiento



PROTECCIÓN CONTRA SOCAVACIÓN LOCAL

- Delantal de protección



CORTE DE MEANDROS

- “Algunos de los problemas que mueven a la necesidad de encauzar provienen de las curvas de los ríos. (...) Los ríos de gran sinuosidad tienen mayor longitud (...) Las curvas significan también una resistencia al flujo (...) el ataque en las curvas puede causar erosión en las márgenes” (Martín, 2003, p. 104)

CONSECUENCIAS DEL CORTE DE MEANDROS

- Si las orillas están desprotegidas, el río tenderá a volver a su pendiente original formando meandros nuevamente.
- Si las orillas están protegidas, el río buscará su pendiente original erosionando el fondo aguas arriba del tramo rectificado.

DIMENSIONES DEL CAUCE PILOTO

- Condiciones que deben cumplirse:
 - La velocidad del agua en el cauce piloto debe ser capaz de incrementar la sección transversal
 - El diseño del cauce piloto se hará para el caudal formativo
 - El tirante en el cauce piloto debe ser igual a la profundidad en el meandro

DISEÑO DEL CAUCE PILOTO

- 1) Calcular:
 - $\lambda = (1/L)^{1/2}$
- 2) Estimar la velocidad mínima que debe llevar el cauce piloto como:
 - $V_{min} = 3V_{maxima \text{ no erosiable}}$
- 3) Hallar V_1 :
 - $V_1 = V_c/V_r$
- 4) Definir el ancho del cauce piloto, b , como el mayor de los siguientes valores:
 - $b = 0,10B$ ó $b = 1,25H$
- 5) Calcular
 - $\Phi = (2r_r)/b$
 - $C = \lambda(1+\Phi)^{2/3}$

DISEÑO DEL CAUCE PILOTO

- 6) Recalcular V_1 como:
 - $V_1 = 1/C$
- 7) Comparar con V_1 del paso 3, si V_1 del paso 6 es mayor, seguir con el paso 8. Si en cambio, V_1 del paso 6 es menor, aumentar el ancho b y repetir el procedimiento, desde el paso 4.
- 8) Calcular A_1 , A_2 , V_2 y Q_2 :
 - $A_1 = (b \cdot r_r) / Ar$
 - $A_2 = (1 - A_1 / C)^{3/5}$
 - $V_2 = V_m / V_r$
 - $Q_2 = A_2 \cdot V_2$
- 9) Definir las características del meandro luego del corte:
 - $A_m = A_2 \cdot Ar$
 - $V_m = V_2 \cdot V_r$
 - $Q_m = Q_2 \cdot Q_r$

REFERENCIAS CITADAS

- Aceves, H. y Audefroy, J. 2007. **Sistemas constructivos contra desastres**. Trillas, S.A. México, D.F.
- Arocha, A. 1998. **Introducción a la Hidráulica fluvial**. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.
- Flórez, I., y Aguirre J. 2006. **Hidráulica Fluvial**. Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. Mérida - Venezuela.
- González de Vallejo, Ferrer, M.; Ortuño, L y Oteo, C. 2002. **Ingeniería geológica**. Prentice Hall. Madrid - España.
- Hattinger, H. 1979. **Corrección de torrentes II**. Universidad de Los Andes. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida – Venezuela.
- Jáuregui, E. y Mora, E. 2000. Estudio hidrológico - hidráulico río Chama, sector Las González Mérida Edo. Mérida.
- Martín, J. 2003. **Ingeniería de ríos**. Alfaomega – Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona - España.
- Mejía, R. y Lara, B. 1998. **Manual de diseño de obras fluviales**. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.