

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes

Departamento de Ingeniería Forestal

Curso sobre Obras Hidráulicas en el medio Forestal
“OBRAS LONGITUDINALES EN CAUCES”

José M^a González Ortega



INTRODUCCIÓN

- **El concepto de obra fluvial está evolucionado y ampliándose**
 - *Tratamiento del problema de forma global*
 - *Combinación de actuaciones de diversos tipos sobre el sistema fluvial*
 - *Importancia de la variable medioambiental*
- **Incremento en número e importancia de las obras fluviales destinadas a la estabilización y protección de márgenes**
 - *Mayor sensibilidad social*
 - *Alteración del río por actuación humana: dragados, extracciones de áridos....*
 - *Presencia de fenómenos de erosión*
- **Objetivos de la protección de márgenes y cauce:**
 - *Estabilización de la orilla cuando presenta erosiones que pueden afectar a otros elementos de la ribera (zonas agrícolas, urbanas, singulares...)*
 - *Protección del fondo del cauce (evitar la erosión generalizada)*

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL TIPO Y MAGNITUD DE LA EROSIÓN EN MÁRGENES

La magnitud y tipo de erosión que se produce en un tramo de cauce natural viene marcada por las **características del cauce** y las **condiciones medioambientales** del lugar, únicas para cada tramo de río y situación.

➤ **Condiciones del flujo en el canal**

- Factor dominante en el proceso de erosión de las márgenes (caudal, duración)
- 90-99 % de procesos erosivos en márgenes de cauces están asociados a episodios de avenidas importantes (FHWA)

➤ **Características de los materiales que forman el margen**

- Cohesivos, no cohesivos y estratificados

➤ **Vegetación existente en el margen**

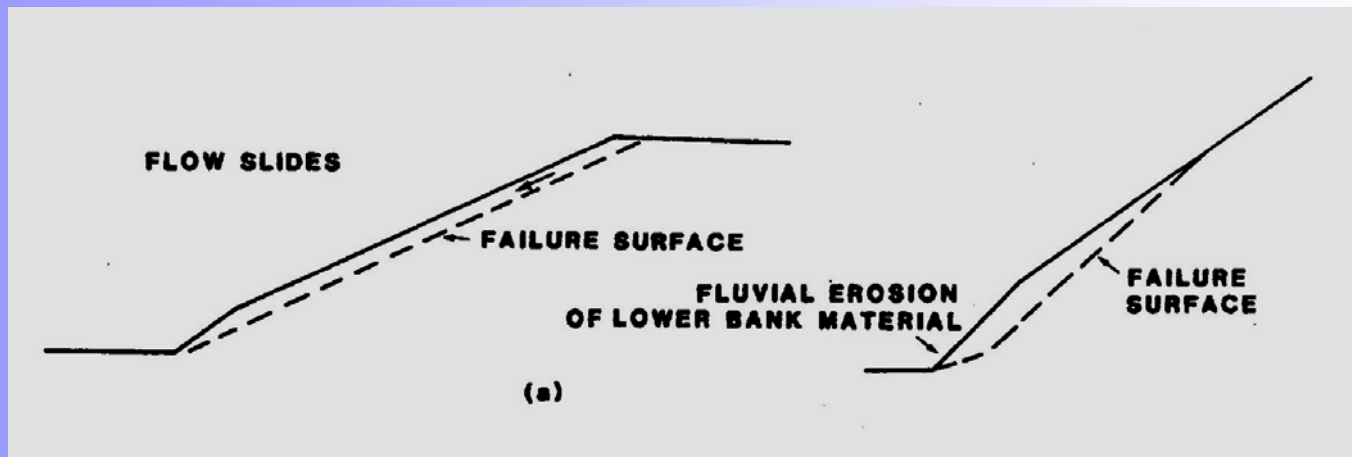
- Efecto de trabazón ejercido por el sistema radicular aumenta resistencia a erosión

➤ **Estabilidad del lecho**

- Socavación del lecho → pérdida de soporte
- Lecho resistente → concentración de energía erosiva en márgenes

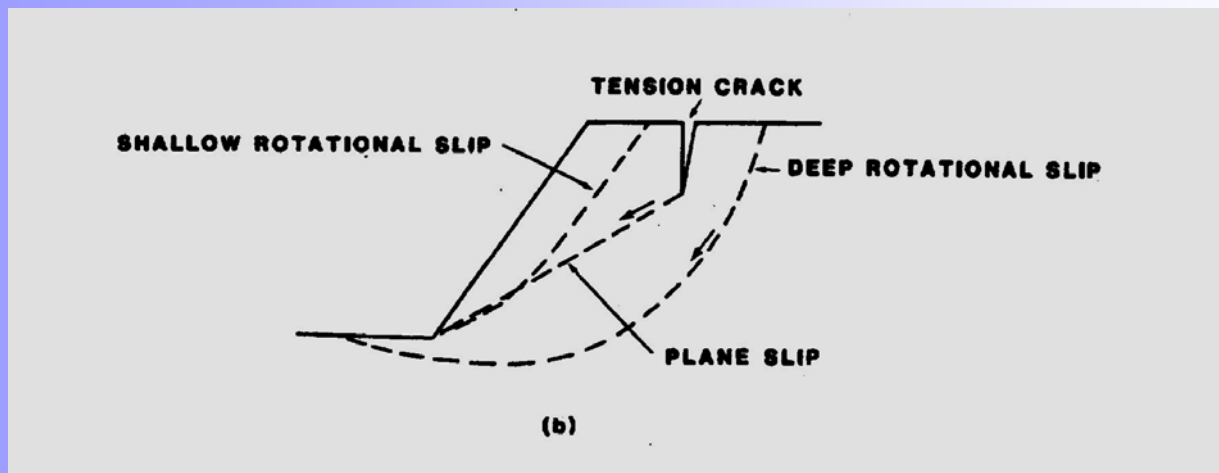
TIPIFICACIÓN DE LA EROSIÓN EN MÁRGENES DE CAUCES (I)

- **Márgenes compuestos por materiales no cohesivos**
 - **Movimiento del material granular que forma la base del talud**
 - Erosión en la parte baja del talud y un deslizamiento del material de la parte alta
 - **Deslizamiento superficial debido a la presión intersticial**



TIPIFICACIÓN DE LA EROSIÓN EN MÁRGENES DE CAUCES (II)

- **Márgenes compuestos por materiales cohesivos**
 - Baja permeabilidad y alta resistencia a la erosión superficial
 - Las principales causas de erosión son la saturación y el drenaje
 - Deslizamiento de masas de suelo a lo largo de la superficie de rotura

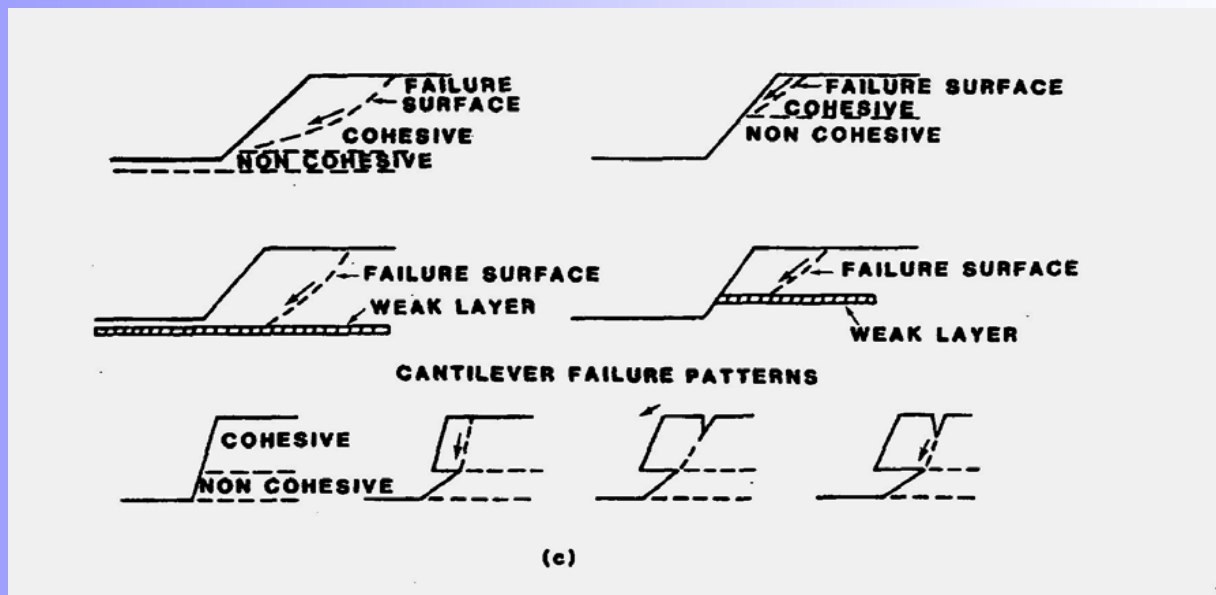


TIPIFICACIÓN DE LA EROSIÓN EN MÁRGENES DE CAUCES (III)

● Márgenes formados por materiales compuestos o estratificados

➤ Capas de materiales con diferentes características de tamaño, permeabilidad y cohesión

- Las capas de material no cohesivo pueden ser parcialmente protegidas por las adyacentes de material cohesivo
- Las capas de material no cohesivo pueden servir de ayuda al drenaje de las cohesivas
- Las capas de material no cohesivo pueden ser fuente de inestabilidad del margen debido a fenómenos de filtración interna



MÉTODOS DE PROTECCIÓN DE MÁRGENES

A) Interposición de un elemento entre la orilla y la corriente de agua que evite la erosión (*Estructuras de protección del margen*)

- *Revestimientos del margen*
- *Pantallas*

B) Disminución de la capacidad erosiva de la corriente de agua (*Elementos de control del movimiento*)

- *Espigones*
- *Estructuras de retardo*
- *Diques longitudinales*

❖ *Importancia de la vegetación en la protección de márgenes*

A) ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN DEL MARGEN (I)

● *Revestimientos del margen*

- Elementos de protección interpuestos entre el margen del cauce y la corriente de agua
- Se deben realizar con materiales resistentes a la fuerza erosiva de la corriente
- Deben ser soportados totalmente por el margen

Revestimientos rígidos

- ❖ Hormigón o asfalto
- ❖ Mantas rellenas de hormigón
- ❖ Sacos de arena o cemento
- ❖ Escollera cogida con mortero

Revestimientos flexibles

- ❖ **Escollera ó riprap**
- ❖ Gaviones
- ❖ Bloques de hormigón prefabricados
- ❖ Vegetación

A) ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN DEL MARGEN (II)

● *Pantallas*

- Elementos verticales o cuasi-verticales que son capaces de resistir el empuje de un terraplén o dique en su trasdós
- Elementos muy caros
- Uso reducido a casos puntuales (protección de bienes...)
 - *Muros de hormigón*
 - *Tablestacas metálicas*
 - *Tablestacas de madera*
 - *Neumáticos apilados*

Estadística de protecciones (USA) (% Longitud de orilla protegida):

60 % escollera

10 % gaviones

5 % hormigón

3 % suelo-cemento

22 % otros (vegetación, mantas flexibles, materiales sintéticos, etc)

REVESTIMIENTOS FLEXIBLES (I)

Protección de escollera ó riprap



- **Piedra suelta procedente de cantera con amplia graduación**
- **Usada en protección de lechos y taludes de cauces frente a fuerzas de carácter hidráulico**
- **Muy versátil, flexible, bajo mantenimiento, integración ambiental**
- **Es el tipo de protección más utilizado en el mundo**
- **Puesta en obra menos agresiva**

REVESTIMIENTOS FLEXIBLES (II)

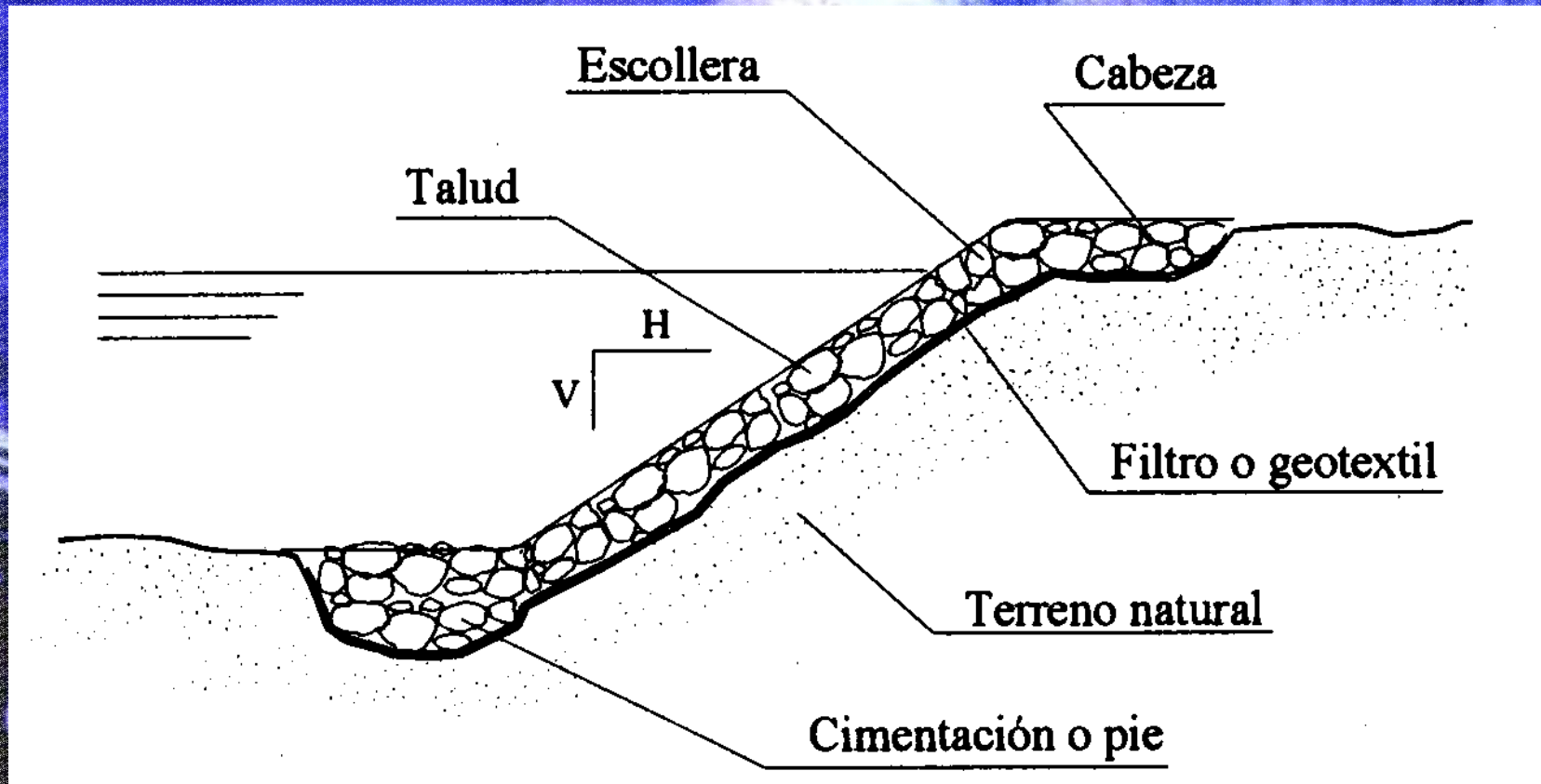
Protección de escollera ó riprap

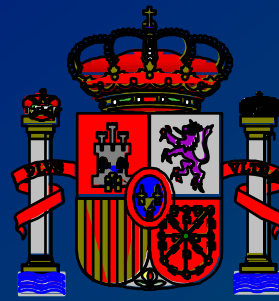
Graduación	$D_{85} / D_{15} = 1,50$ a $2,50$ Curva suave, bien graduada
Forma	Idealmente cúbica ($d_{\max} = 3d_{\min}$)
Angulo de rozamiento interno	Normalmente entre 40° y 45°
Densidad (peso específico)	Normalmente entre 2,50 y 2,75 Tn / m³
Tamaño nominal	Especificado en términos de D_x ó W_x
Espesor del revestimiento	No menor que $2 \times D_{50}$ ó bien 1 a 1,5 x dimensión máxima
Porosidad	Rangos entre 25% (bien graduada) y 40 %

Durable, resistente a la meteorización y no contaminar el entorno fluvial

REVESTIMIENTOS FLEXIBLES (III)

Protección de escollera ó riprap

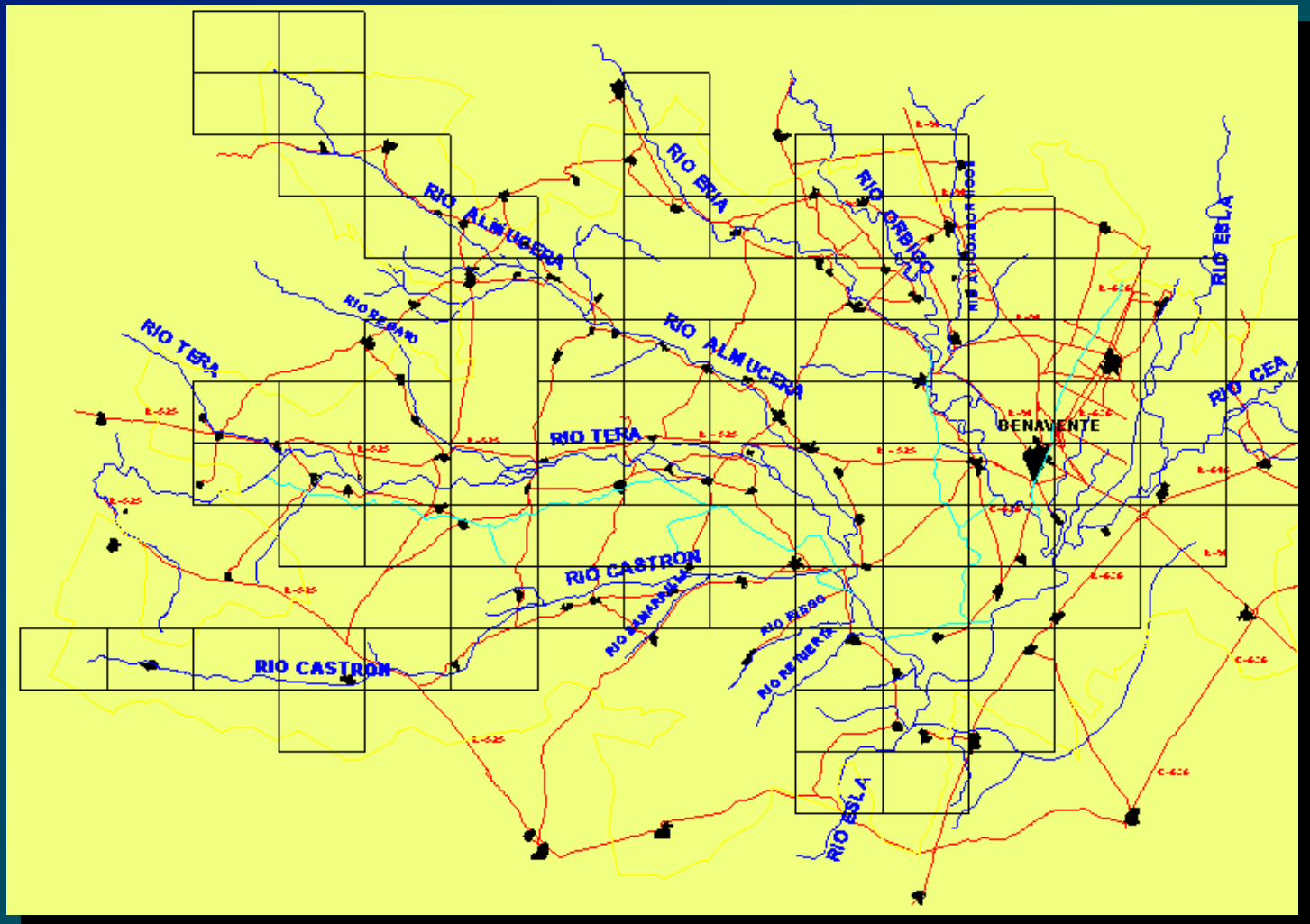




MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

Proyecto de dragado, encauzamiento y protección de márgenes del sistema hidráulico formado por los ríos Esla, Órbigo, Tera, Eria y Cea en la comarca de Benavante-Los Valles (Zamora)

Zona de estudio



Situación histórica

Situación previa al proyecto

Proyecto

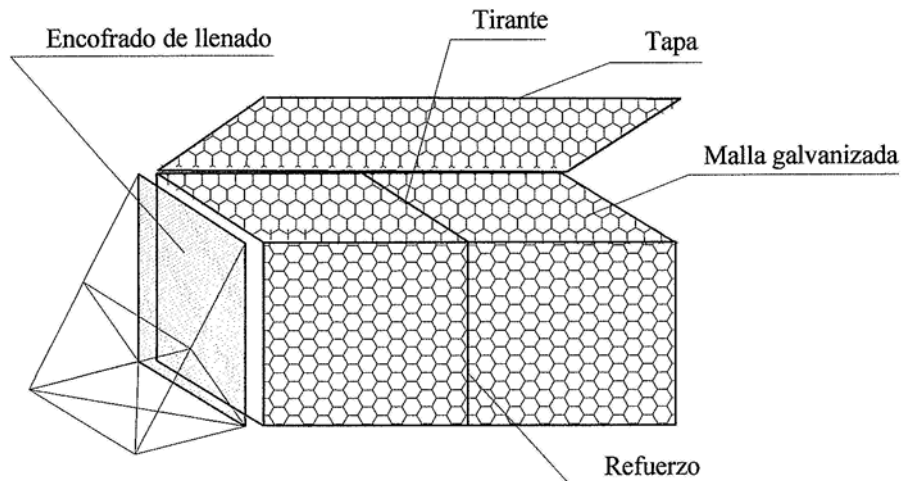
Obras

Actualización del Proyecto

REVESTIMIENTOS FLEXIBLES (IV)

Protección con gaviones

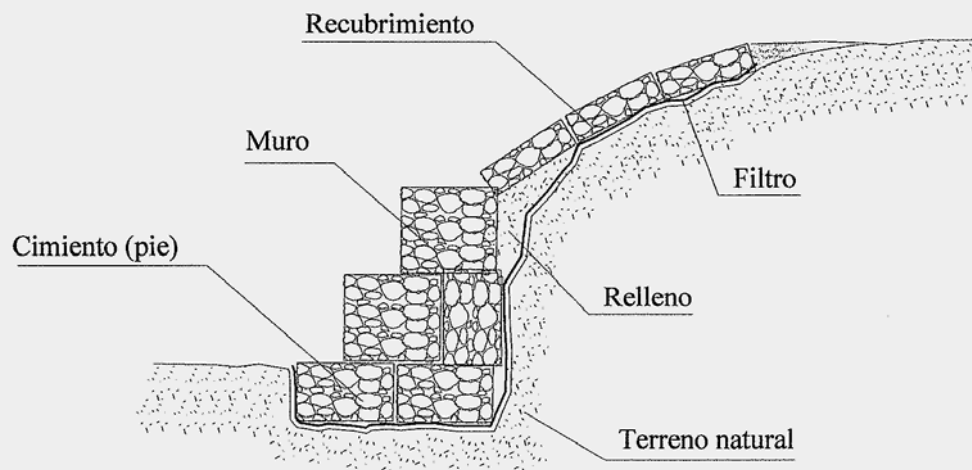
- Estructuras flexibles e inicialmente permeables
- Se consiguen elementos de gran peso y volumen con materiales de menor tamaño
- Dimensiones aprox.: 1 m² de sección y 2-6 m de longitud
- Malla de alambre galvanizado de 2 a 4mm
- El proceso constructivo se realiza habitualmente “in situ”
- Durabilidad alta si buena ejecución y malla resistente a la corrosión
- Admite taludes más verticales que la escollera



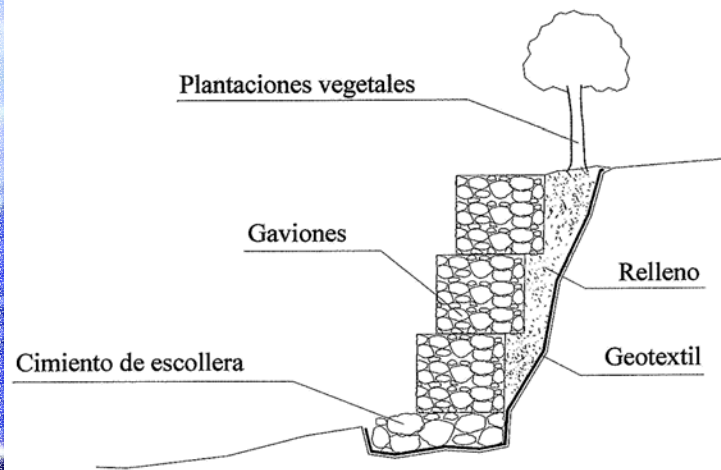
REVESTIMIENTOS FLEXIBLES (V)

Protección con gaviones

UTILIZACIÓN DE LOS GAVIONES EN PROTECCIÓN DE MÁRGENES.



UTILIZACIÓN CONJUNTA DE GAVIONES Y DE ESCOLLERA.



OTROS REVESTIMIENTOS FLEXIBLES (I)



RIVER AND CHANNEL REVETMENTS

PRODUCT DATA

Cellular block mats

Armorflex 140

L × B × H: 340 × 400 × 85 mm
 Block weight: 17.7 kg each
 Unit weight: 140 kg/m²
 Open area (min.): 20%

Armorflex 140S

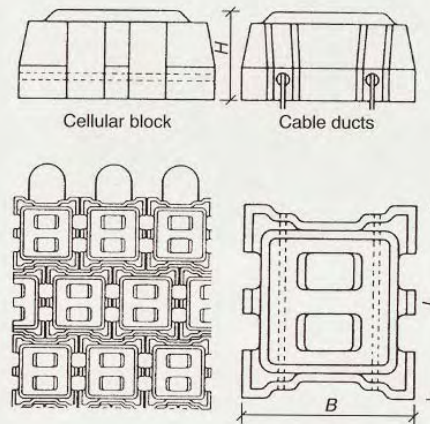
L × B × H: 340 × 400 × 90 mm
 Block weight: 19 kg each
 Unit weight: 150 kg/m²
 Open area (min.): 20%

Armorflex 180

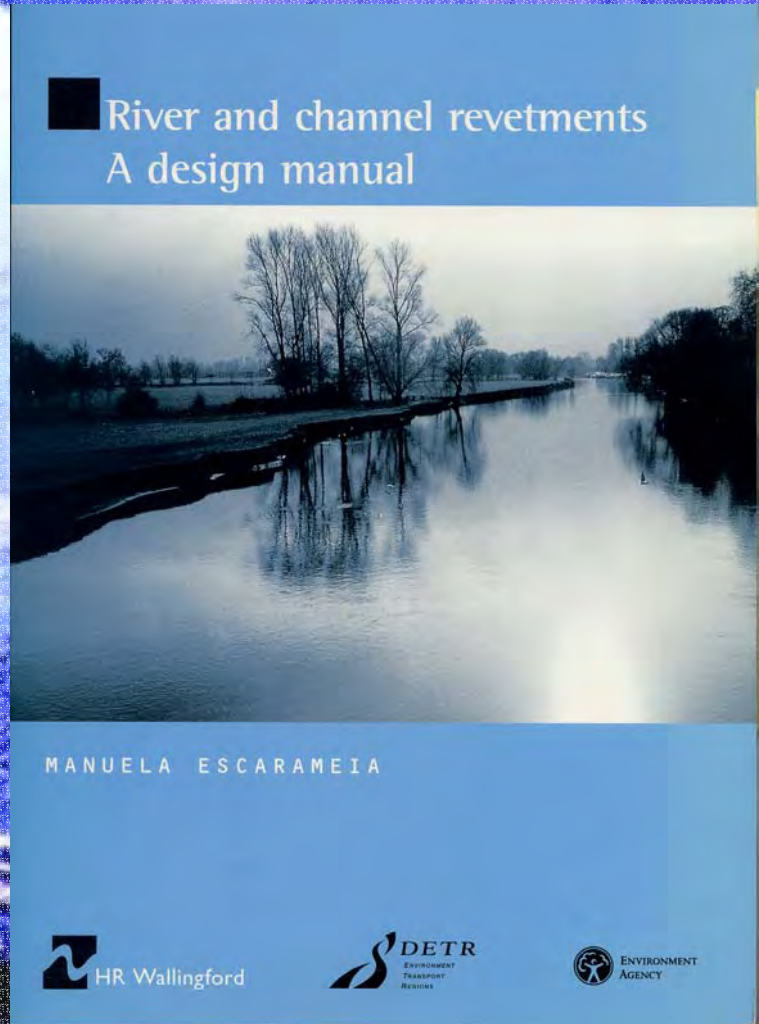
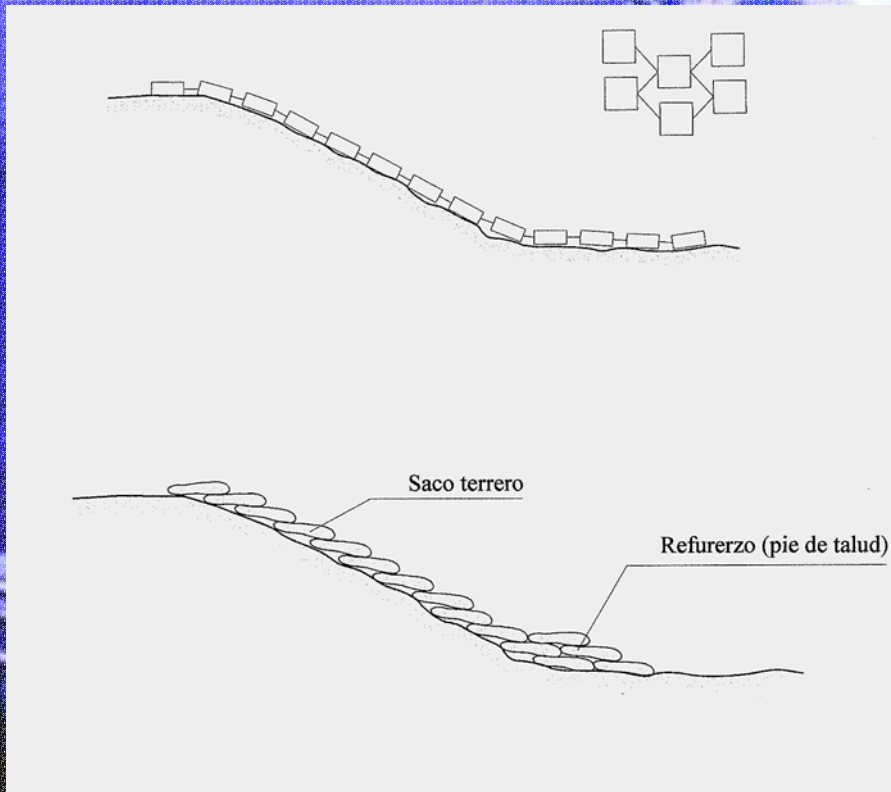
L × B × H: 340 × 300 × 120 mm
 Block weight: 17.3 kg each
 Unit weight: 180 kg/m²
 Open area (min.): 20%

Armorflex 220

L × B × H: 340 × 300 × 150 mm
 Block weight: 21.9 kg each
 Unit weight: 225 kg/m²
 Open area (min.): 20%



OTROS REVESTIMIENTOS FLEXIBLES (II)

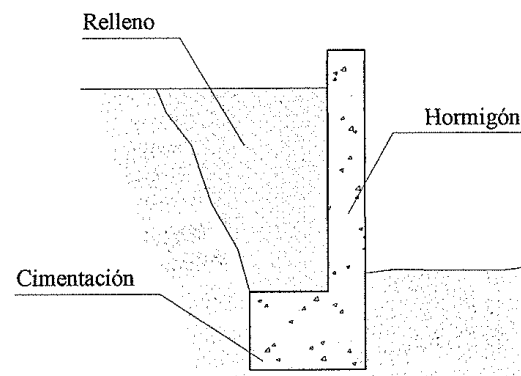
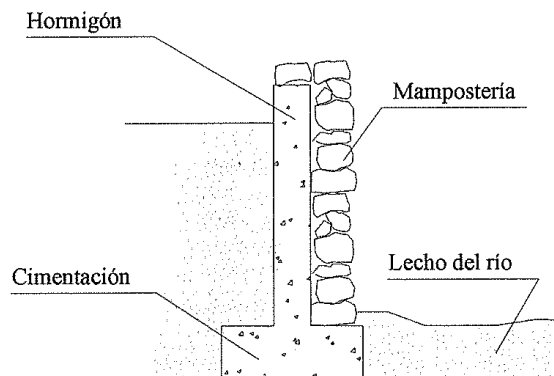
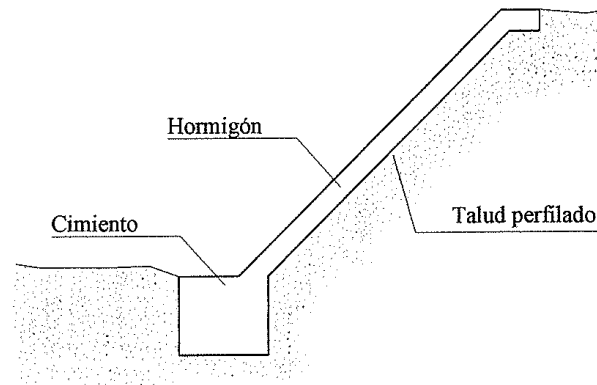
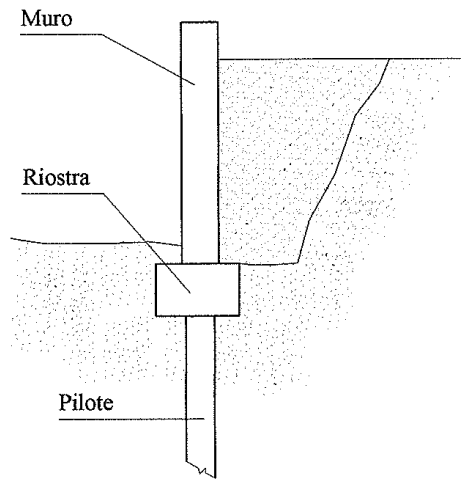








PANTALLAS









PROTECCIONES MIXTAS



B) ELEMENTOS DE CONTROL DEL MOVIMIENTO (I)

- *Diques transversales o espigones*
- *Diques longitudinales*
- *Estructuras de retardo*

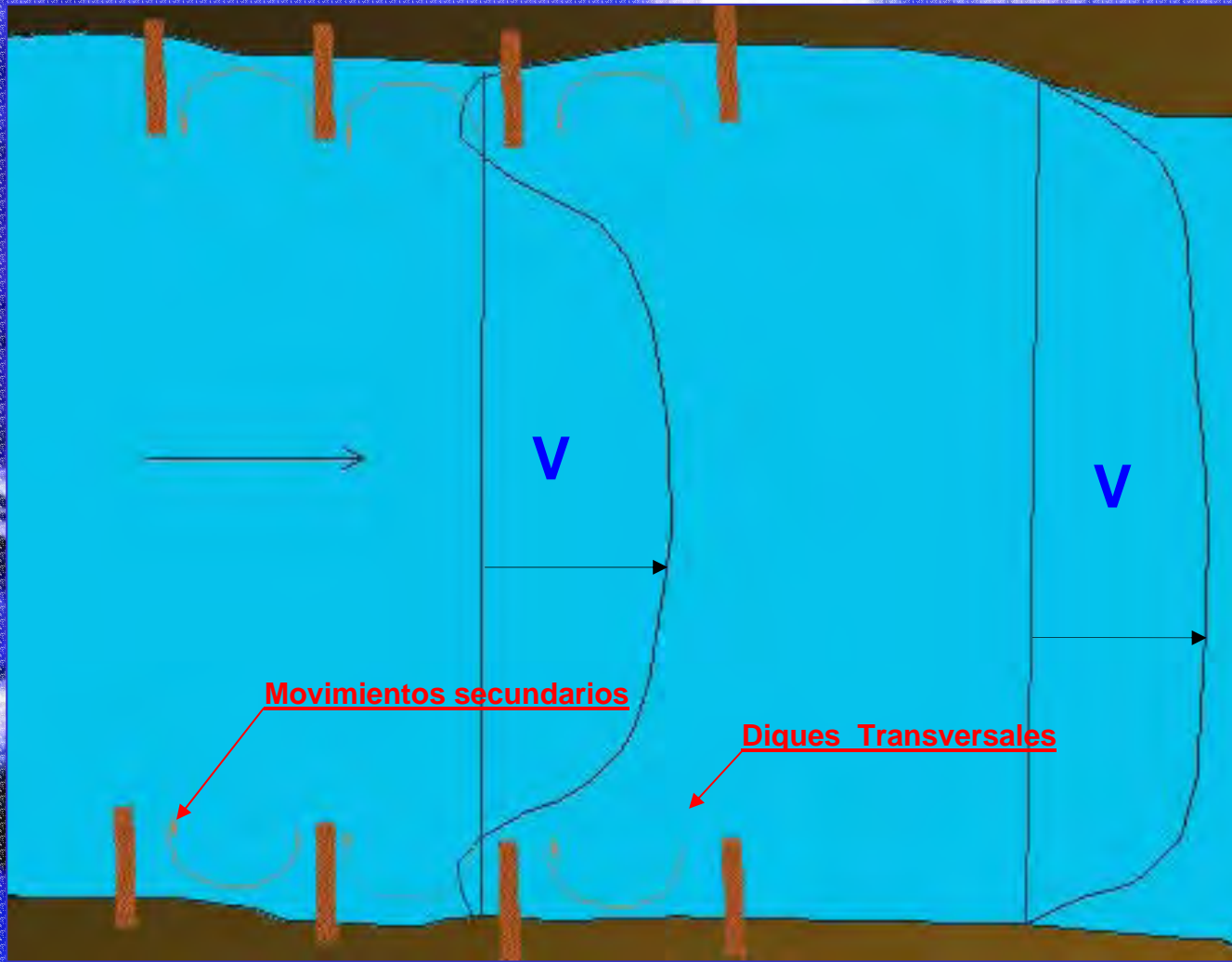
- *Diques transversales o espigones*

- Estructuras lineales, **permeables o impermeables**, colocadas en dirección sensiblemente transversal al cauce
- Controlan el movimiento del agua en las proximidades de la orilla, creando movimientos secundarios y puntos de parada

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| – Estructuras de retardo | Permeable |
| – Estructuras de desvío-retardo | Permeable |
| – Estructuras de desvío | Impermeable |

B) ELEMENTOS DE CONTROL DEL MOVIMIENTO (II)

Efecto de los diques transversales sobre la velocidad



B) ELEMENTOS DE CONTROL DEL MOVIMIENTO (III)

● *Diques longitudinales*

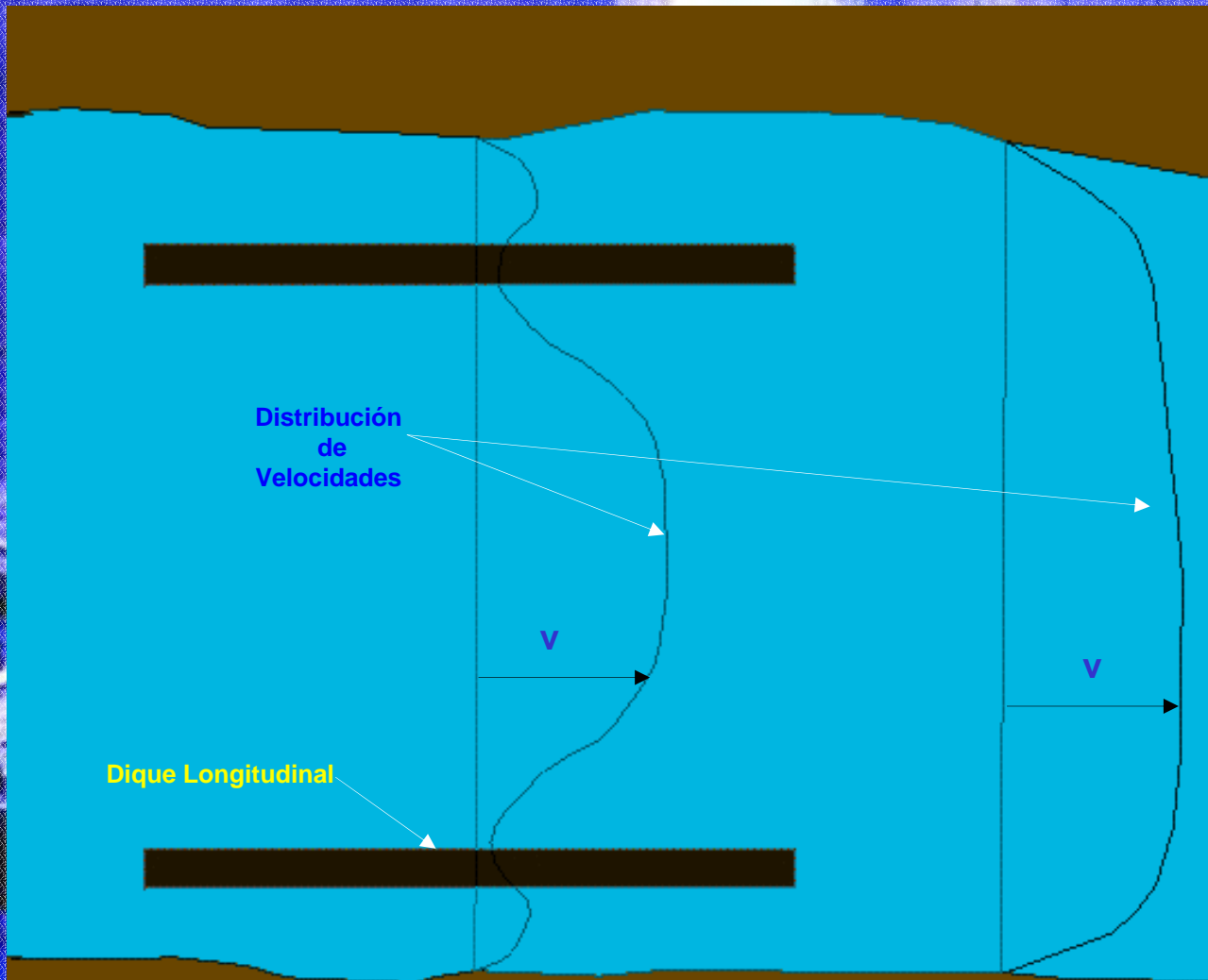
- Barreras construidas paralelamente a la línea de margen o a la línea de flujo que se desea conseguir
- Son impermeables
- Objetivos:
 - Protección del margen mediante la disminución de la velocidad
 - Recuperación de la alineación del flujo
 - Definición de una nueva alineación de flujo

● *Estructuras de retardo*

- Estructuras permeables que inducen procesos de sedimentación o acumulación de material en la orilla a proteger
 - 1.- Protegen el pie de talud mediante la disminución de la velocidad
 - 2.- La sedimentación de material invierte la tendencia erosiva y reemplaza el arrastrado
 - ❖ **Tetraedros metálicos**
 - ❖ **Cercas de madera y de alambre**
 - ❖ **Pilotes de madera**

MÉTODOS DE PROTECCIÓN DE MÁRGENES (II)

Efecto de los diques longitudinales sobre la velocidad



Estudio de Soluciones y Proyecto de la Solución más adecuada para la protección del M.D. del río Guadalquivir en el Parque Nacional de Doñana



Estudio de Soluciones y Proyecto de la Solución más adecuada para la protección del M.D. del río Guadalquivir en el Parque Nacional de Doñana

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

- El P.N. Doñana tiene una amplia franja de contacto con el río Guadalquivir
- Funcionamiento hidrológico-hidráulico muy complejo
 - Efectos mareales
 - Propia fisonomía del cauce
 - Canal de navegación
 - Reboses naturales y forzados de la marisma del Parque...
- Actuaciones destinadas a la protección ya no cumplen su función
- Desestabilización del margen derecho
- Parques Nacionales aborda la realización de un estudio

