



JORNADAS SOBRE BIOINGENIERÍA - 10 Y 11 de Mayo, 2011
I+D+I EUROPEA EN ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y RIBERAS
Salón de Actos Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal - Madrid

PROTOCOLO DE SEGUIMIENTO DE LAS ACTUACIONES DE BIOINGENIERÍA: RESULTADOS, COSTES Y CONCLUSIONES

Francisco Javier Sánchez Martínez
Dirección General del Agua-MARM



PROTOCOLO DE SEGUIMIENTO DE LAS ACTUACIONES DE BIOINGENIERÍA: RESULTADOS, COSTES, CONCLUSIONES.



Génesis de la Estrategia Española de Restauración de Ríos

En 2006, el Ministerio de Medio Ambiente lanza la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos

DIRECTIVE 2000/60/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
of 23 October 2000
establishing a framework for Community action in the field of water policy

THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION,

Having regard to the Treaty establishing the European Community, and in particular Article 175(1) thereof,

Directiva Marco del Agua

(8) The declaration of the Ministerial Seminar on groundwater held at The Hague in 1991 recognised the need for action to avoid long-term deterioration of freshwater quality and quantity and called for a programme of actions to be implemented by the year 2000 aiming at sustainable management and protection of freshwater resources. In its resolutions of 25 February 1992(*), and 20 February 1995(**), the Council requested an action programme for groundwater and a revision of Council Directive 80/68/EEC of 17 December 1979 on the protection of groundwater against pollution caused by certain dangerous substances(*), as part of an overall policy on freshwater protection.

DIRECTIVE 2007/60/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
of 23 October 2007
on the assessment and management of flood risks
(Text with EEA relevance)

THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION,

Having regard to the Treaty establishing the European Community, and in particular Article 175(1) thereof,

Having regard to the proposal from the Commission,

Directiva de Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación

El desarrollo de la ENRR formará parte de los programas de medidas adoptados en los planes hidrológicos de cuenca y de los planes de gestión de los riesgo de inundación

ESTRATEGIA NACIONAL DE RESTAURACIÓN DE RÍOS



LA BIOINGENIERÍA EN LA ESTRATEGIA NACIONAL DE RESTAURACIÓN DE RÍOS



Objetivo: Estabilización de márgenes y recuperación continuidad vegetación de ribera

Emplear Bioingeniería NO es restaurar un río



Técnicas consolidadas en unas Confederaciones Hidrográficas, pero no en todas

Necesidad de profundizar en el diseño y en el seguimiento de las actuaciones en todas las CCHH



Proyecto de I+D+i para optimización de técnicas de bioingeniería para mejora del estado ecológico y estabilización de márgenes de los ríos.

OBJETIVOS



- Profundizar en la definición criterios de diseño de actuaciones de bioingeniería para distintos objetivos y condiciones de tramo fluvial.
- Evaluar la eficacia de distintas técnicas.
- Divulgar estas técnicas como alternativa real a otras tradicionales y fomentar su uso.
- Lograr una buena definición a nivel de proyecto (materiales, costes,...etc.) para facilitar su consideración a la hora de diseñar actuaciones.

1ª ETAPA DEL PROYECTO

Selección de tramos donde ejecutar las actuaciones.

Diseño de las actuaciones

Ejecución de las obras

ACTUACIONES EJECUTADAS



FASE DE ESTUDIOS PREVIOS

Caracterización ecológica:

Parámetros evaluados:

- Físico- químico.
- Macroinvertebrados (Índice IBMWP).
- Calidad de ribera (Índices QBR y RQI).
- Presencia de macrófitos.
- Presencia de nutria.
- Valoración del hábitat fluvial (Índice IHF).

Caracterización hidráulica:

Estimación de las variables fundamentales: calados, velocidad y tensión de corte.



CARACTERIZACIONES ECOLÓGICAS

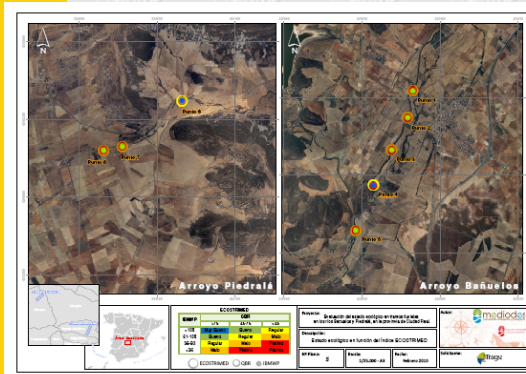
- Estado ecológico de las aguas (macroinvertebrados): IBMWP
- Caracterización físico-química
- Calidad de la ribera (QBR, RQI)
- Estudio de las macrofitas
- Presencia/ausencia de nutria
- Valoración del hábitat fluvial (IHF)



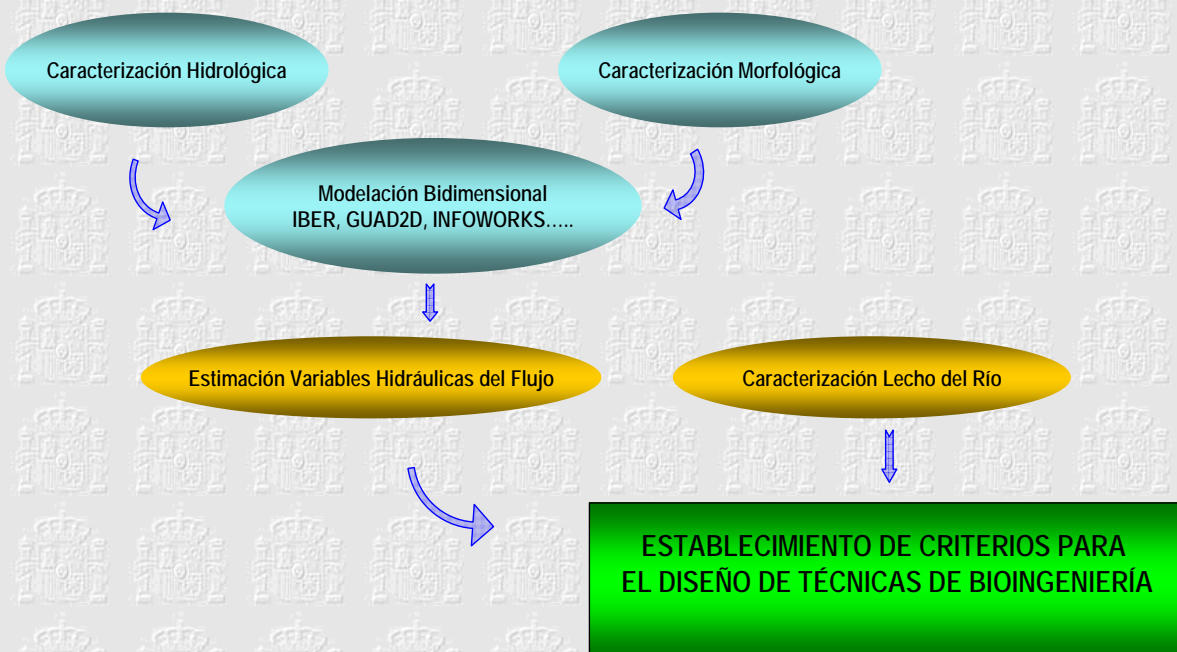
- pH
- Temperatura
- Oxígeno
- Conductividad
- Turbidez
- Cloruros
- Alcalinidad
- Dureza
- Amonio
- Nitritos
- Nitratos
- Fosfato

Bañuelos					
	1	2	3	4	5
pH	7,75	7,82	7,73	7,71	7,73
Temperatura	7,5	8,2	7,6	8,1	7,4
Oxígeno	7,49	6,91	6,94	7,08	7,53
Conductividad	510	534	526	534	601
Turbidez	4,7	14,69	19,64	9,15	6,46
Cloruros	80	80	80	80	
Alcalinidad	2	2,1	2	1,9	2
Dureza	2	1,7	1,9	1,7	2,4
Amonio	0,26	0,29	0,26	0,77	0,07
Nitritos	0,03	0,07	0,07	0,07	0,10
Nitratos	17,72	33,67	16,83	27,02	23,48
Fosfato	1,18	2,75	1,56	2,75	0,81

PARAMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Físico - químico		Normal
IHF	25-49 VM: 37,8	Bajo Moderado
RQI y QBR	QBR: 10-35 RQI: 16-53	PÉSIMO-MALO MUY POBRE-POBRE
IBMWP	64-102 VM: 78,4 (BUENO)	Eº DE CONSERVACIÓN BUENO O MUY BUENO
Macrofitas	CARRIZO (10,2 %) SCIRPOIDES HOLOSCHOENUS (7%) ESPADAÑA (3 %) JUNCO (0,2 %)	Heliofitos con baja cobertura.
Nutria	No detectada	NO SE DESCARTA SU PRESENCIA EN EPOCAS MÁS FAVORABLES



CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICO-HIDRÁULICA RÍO PIEDRA



CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA



VEGETACIÓN DE RIBERA



ECORREGIÓN



LITOLOGÍA



TIPOLOGÍA DEL VALLE

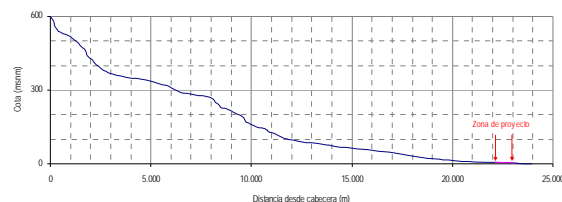
CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

Cuenca: superficie y pendiente (río Tamuxe)



TRAMO	LONGITUD (km)	PENDIENTE (%)
1	3,1	8,0
2	5,4	2,1
3	4,1	3,9
4	8,0	1,0
5	3,5	0,3

PERFIL LONGITUDINAL DEL CAUCE Río Tamuxe



Superficie cuenca vertiente

77,4 km²

Pendiente tramo de actuación

0,1 %

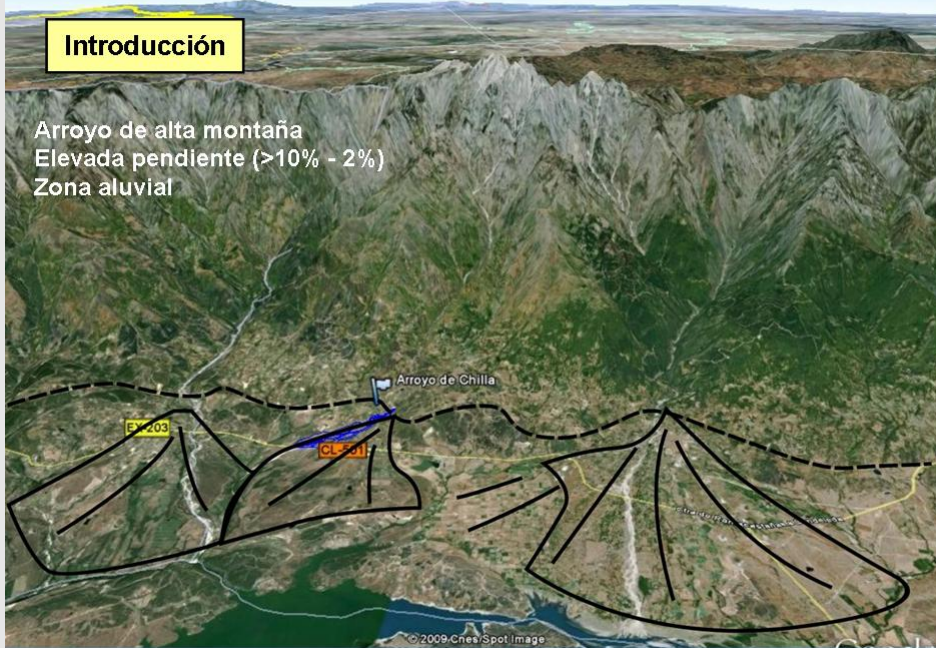
CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

Cuenca: superficie y pendiente (Garganta de Chilla)

Actuación de I+D+i Bioingeniería en la Garganta de Chilla, Candeleda (Ávila)

Introducción

Arroyo de alta montaña
Elevada pendiente (>10% - 2%)
Zona aluvial

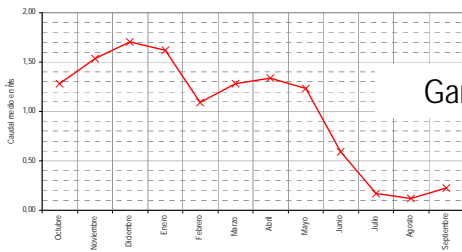


David Uribebarrea. UCM. Facultad de Geología. Dpto. Geodinámica

CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

Caudales medios

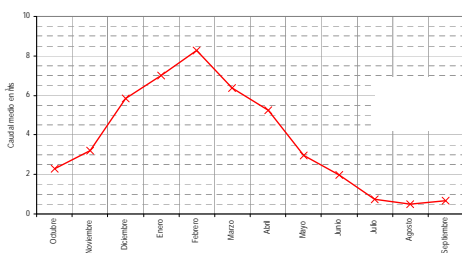
GR-3. CAUDALES MEDIOS MENSUALES



Garganta de Chilla



GR-3. CAUDALES MEDIOS MENSUALES



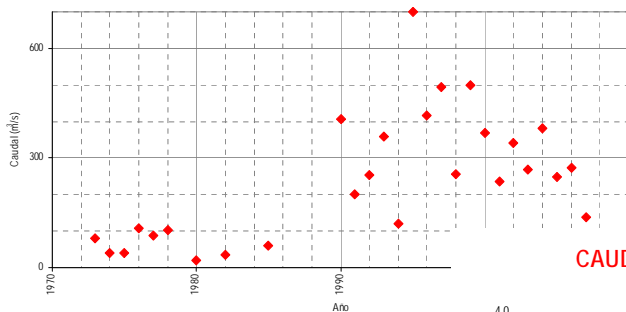
Río Tamuxe



CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

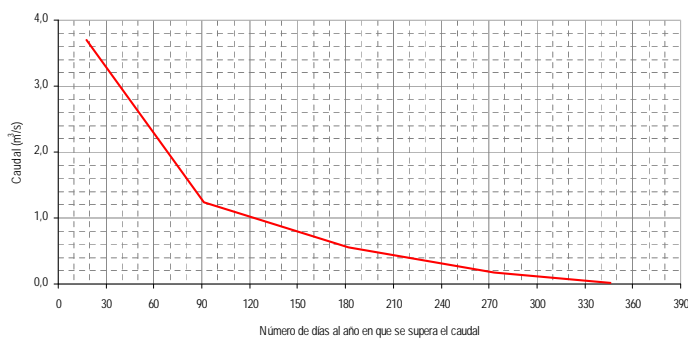
Caudales clasificados y máximos instantáneos

CAUDALES MÁXIMOS REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN DE CONTROL
Garganta de Chilla



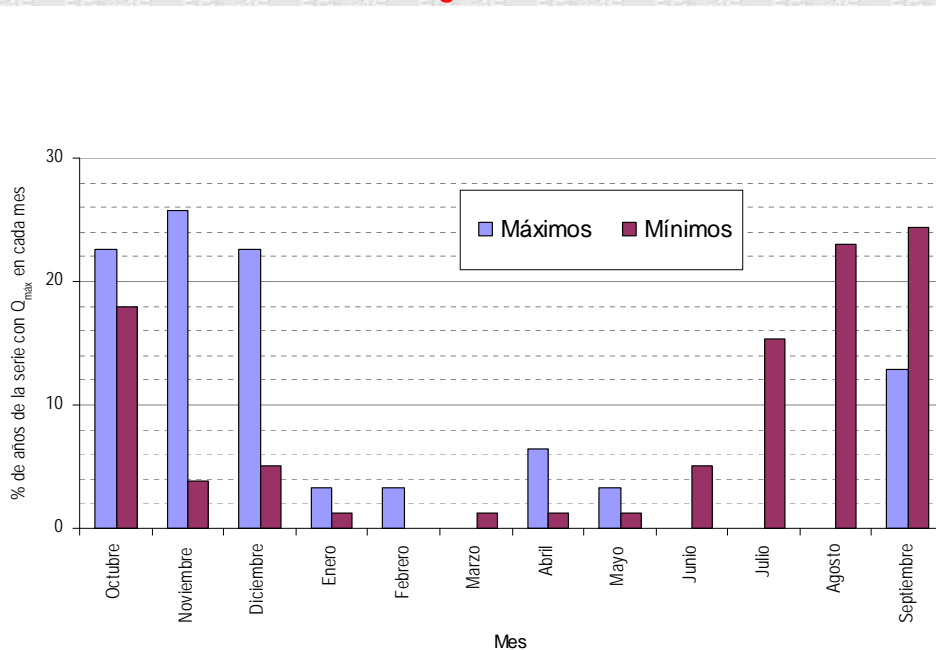
Garganta de Chilla

CAUDALES CLASIFICADOS (Garganta de Chilla)



CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

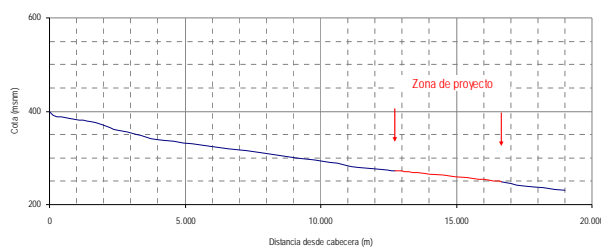
Frecuencia mensual de caudales diarios extremos Garganta de Chilla



Cuenca del arroyo Harnina



GR-1. PERFIL LONGITUDINAL DEL CAUCE



- Cauce con un régimen hidrológico natural hasta la ÉDAR de Almendralejo y antropizado el resto
- Cuenca pequeña (85 km²), pendiente baja (0,6 %)
- Calidades de agua muy distintas en los dos tramos, lo que ha conducido a una invasión extraordinaria de cañas
- Se persigue mejora de la capacidad hidráulica del cauce, así como permitir la accesibilidad al mismo y recuperar la vegetación autóctona

CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA

Metodología

- Modelación hidráulica bidimensional
- Comparación con resultados de modelos unidimensionales
- Variables fundamentales: calado, velocidad y tensión de corte



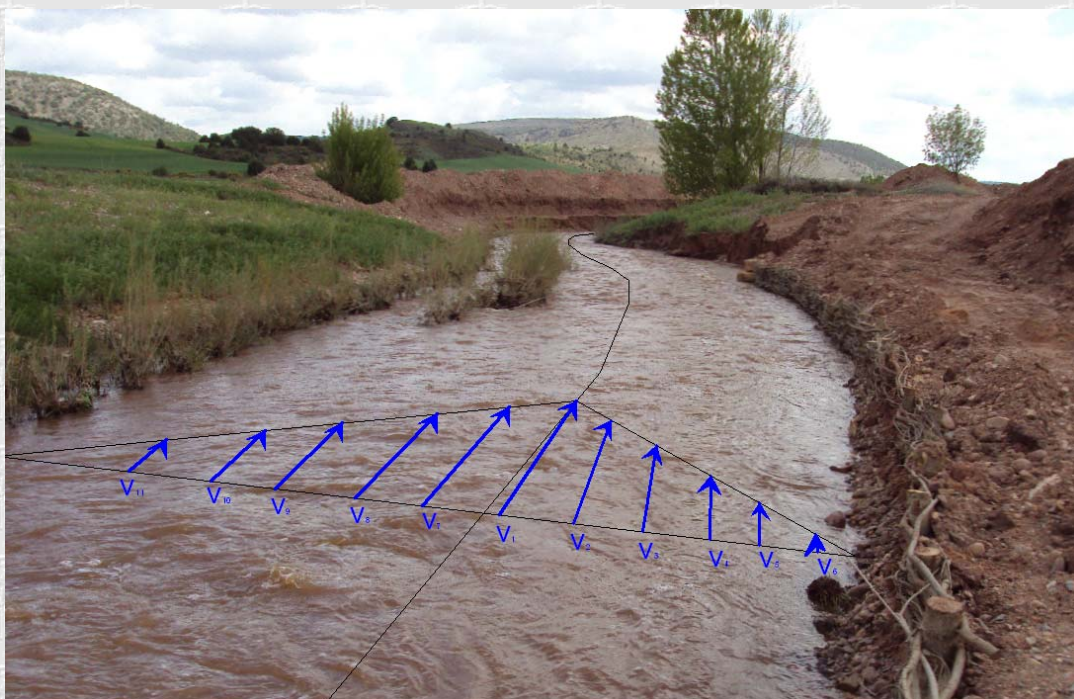
CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA

Distribución de calados en sección transversal



CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA

Distribución de velocidades en sección transversal



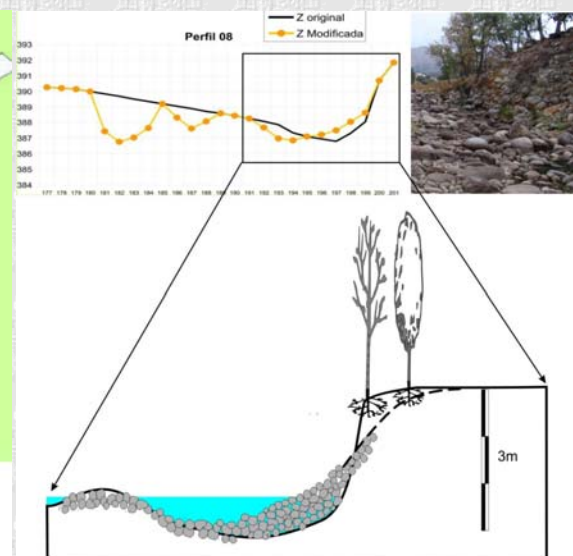
CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA

Distribución de tensión de corte en sección transversal



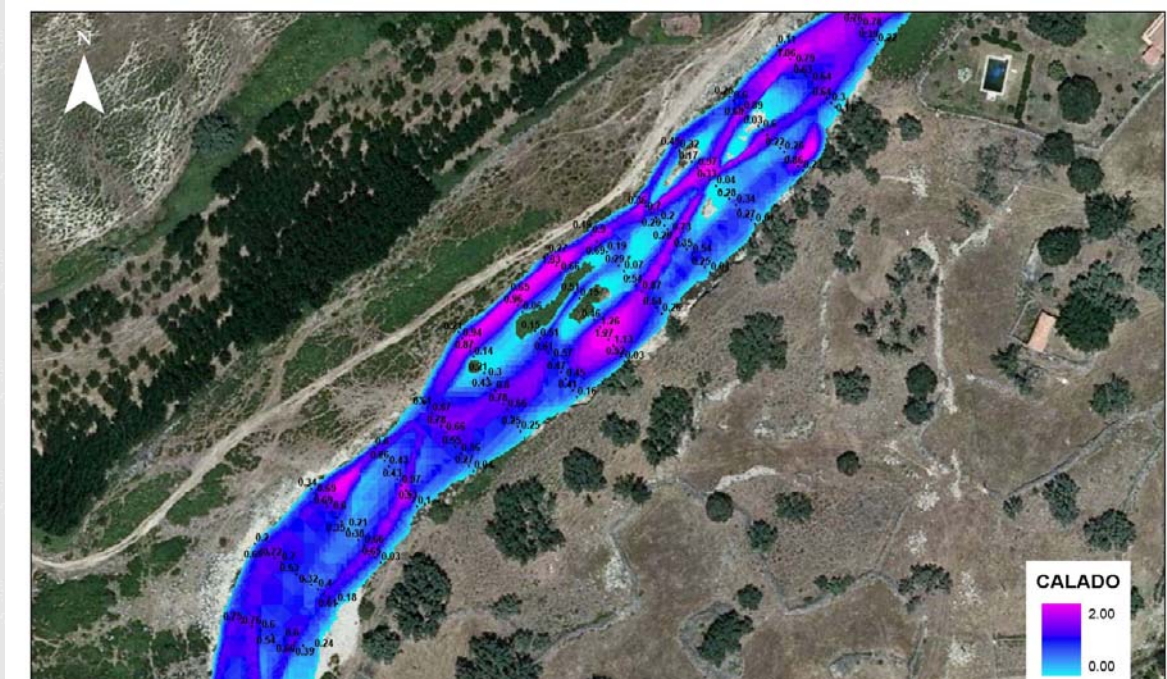
CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA

Cauce modelado con actuaciones realizadas: garganta de Chilla



CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA

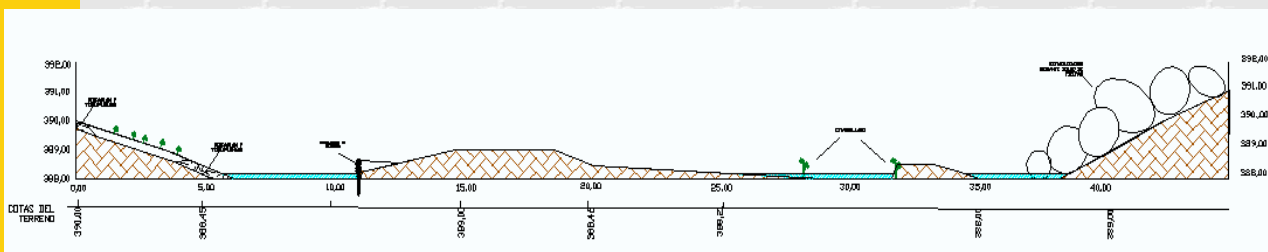
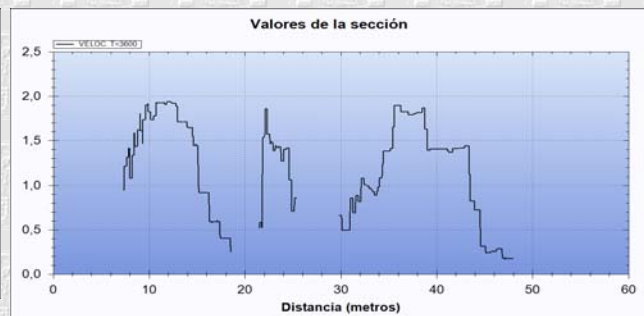
Garganta de Chilla: mapa de planta de calados



CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA

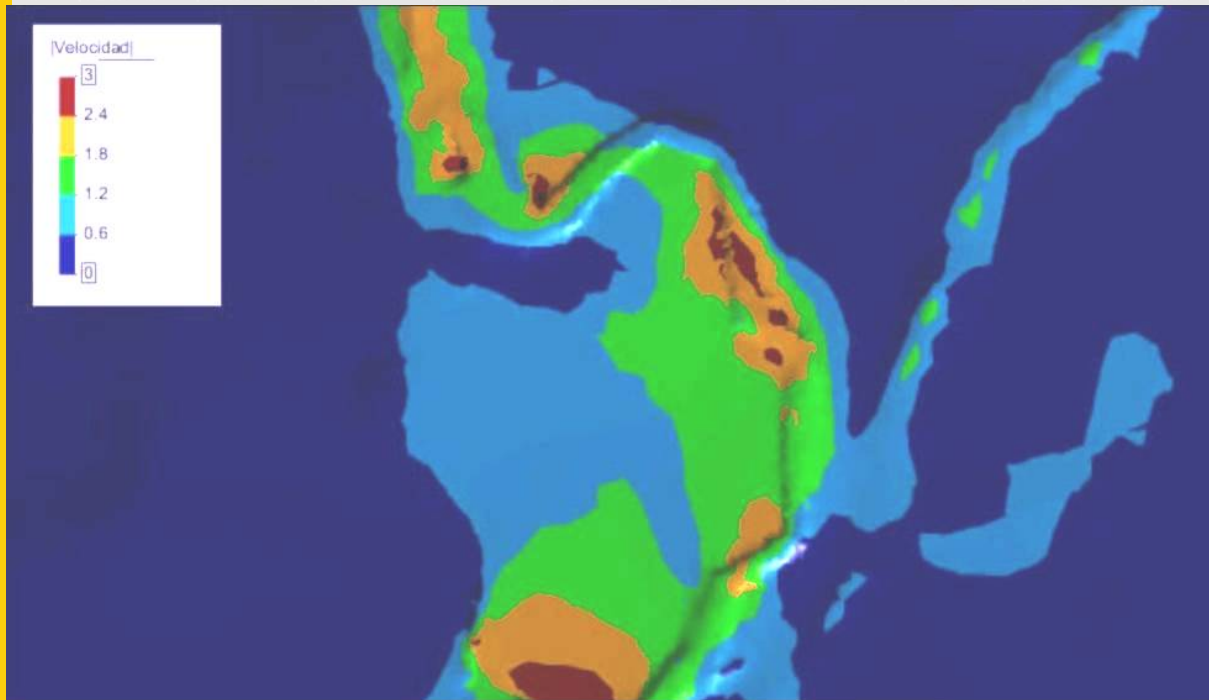
Sección transversal y gráfico de distribución de calados y velocidades

Garganta de Chilla



CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA

Planta de módulos de velocidad: arroyo de la Hija (Ávila)



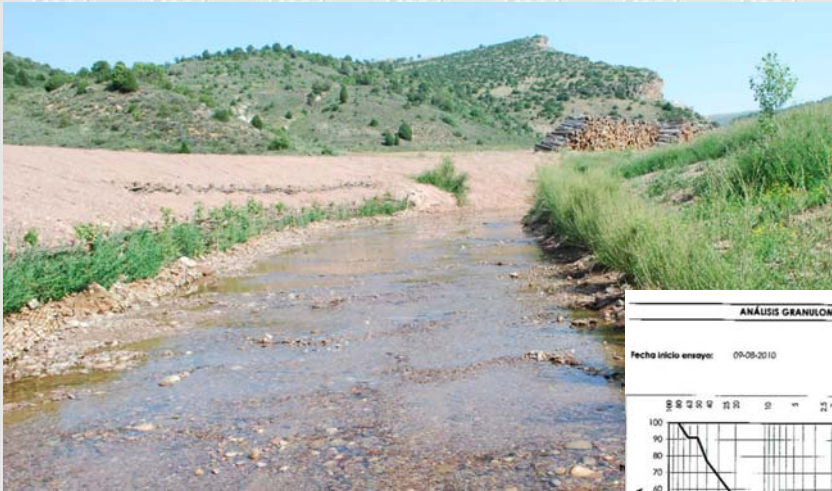
CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA

Planta de vectores de velocidad Arroyo de la Hija (Ávila)

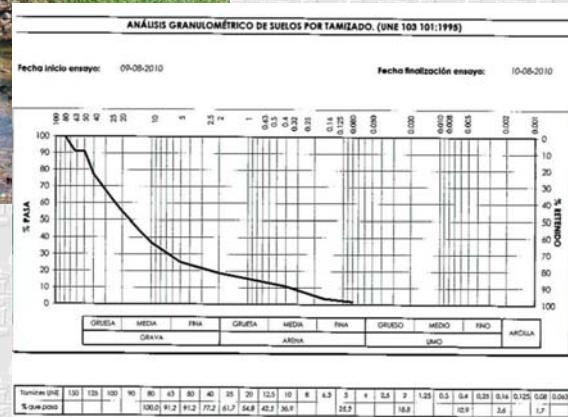


TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Granulometría y tipo del material de fondo



Río Linares en Riba de Saelices



TÉCNICAS DE BIOINGENIERÍA TESTADAS.

- Plantaciones y estaquillados.
- Empalizadas trenzadas.
- Entramado vivo.
- Fajinas.
- Empalizada de defensa reforzada o Muro Krainer.
- Geomallas y matrices orgánicas.
- Biorrollos.
- Gaviones.





Actuación en el río Tamuxe a su paso por O´Rosal (Pontevedra) Confederación Hidrográfica Miño-Sil.



Actuación en el río Piedra a su paso por Cimballa (Zaragoza), Confederación Hidrográfica del Ebro.

2º ETAPA DEL PROYECTO

SEGUIMIENTO

Profundizar en el diseño considerando las variables hidráulicas del flujo

Analizar la respuesta de las distintas técnicas en ámbitos geográficos diversos

SEGUIMIENTO DE LA EVOLUCIÓN DE LAS OBRAS (1)

ESTACIONES DE CONTROL
Aforos y pluviómetros

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Sección transversal
Perfil longitudinal
Formas erosivas

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS TÉCNICAS EMPLEADAS

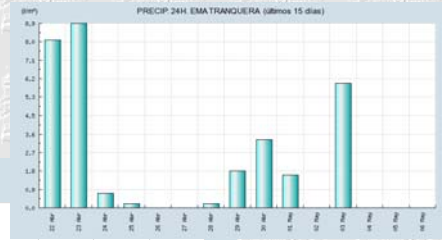
ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE TÉCNICAS DE BIOINGENIERÍA

ESTACIONES DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO

SAIH (reciente, tiempo real, previsión)

ROEA

AEMET

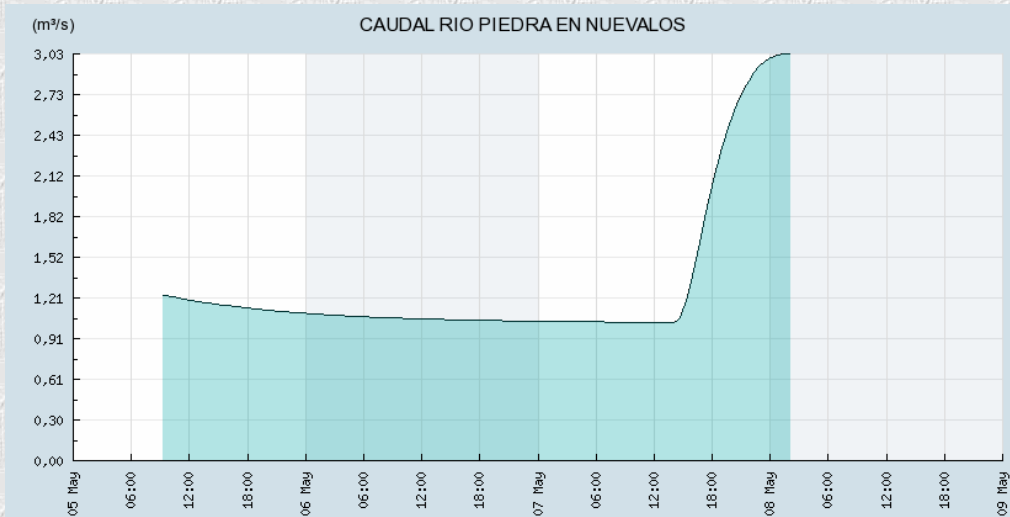


ESTACIONES DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO

SAIH (reciente, tiempo real, previsión)

ROEA

AEMET



SEGUIMIENTO DE LA EVOLUCIÓN DE LAS OBRAS (2)

A partir del conocimiento de los caudales circulantes, se realiza los seguimientos de la **evolución del arraigo de la vegetación** y de la **evolución morfológica** de los cauces tras actuar sobre ellos.

TIPOS DE SEGUIMIENTO.

Seguimiento ordinario:

Se realiza un seguimiento en cada periodo estacional.

Seguimiento extraordinario:

Inmediatamente después de una avenida se realizará una inspección de la actuación tras el mismo.

RÍO TAMUXE EN O ROSAL

1. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

Mapa 1:50.000 (MNTS) 265-281-288-290

ECOREGIÓN	Región biogeográfica	Provincia Atlántica Europea
	Región según vegetación	Subprovincia Cantábrico-Atlántica
		Casica
CUENCA VERTIENTE	Clasificación según tamaño de cuenca	Pequeña
	Litología dominante	Silíceo
SEGIMIENTO PLUVIAL	Régimen de caudales	Permanente pluvial
	Tipo geomorfológico del valle	Valle en relieve plano (4)
	Tipo geomorfológico del cauce	Tramo meandrónico

Arbolada
Roceduras
Comunidades arbóreas y arbustivas

CEDEX: Río de lamura silicea del Tago y Guadiana

CA

(mm)	77,44
o (mm)	810
	22,1
	Serra da Groba
del tramo (mm)	0
a el tramo (%)	0,8 (últimos 10 km)
(%)	8,1
	117,3
	2,085
	0,7
	3,7
	0,68
	31
(m/s)	84
	7,1

A

	2,73
	0,45
	2,94
	0,52

SEGUIMIENTO EVOLUCIÓN BIOLÓGICA.

EJEMPLO PRÁCTICO ACTUACIÓN DE LA HIJA DE DIOS.

Estado de la actuación un año después de su ejecución:



MUESTREO LINEAL:

Utilizado para el seguimiento de todas las técnicas testadas salvo (plantaciones y estaquillados). Se evalúa la totalidad de la técnica ejecutada.



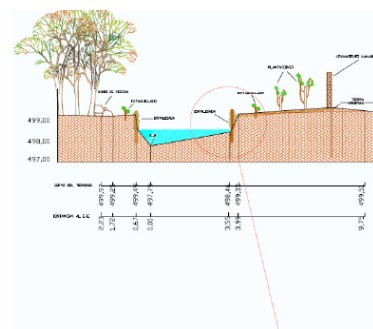
MUESTREO LINEAL:

OBRA:	Arroyo de Hija de Dios
FECHA:	04/05/2011
AUTOR:	Marta González y Charo Calleja
TRAMO:	3

FAJINA VIVA O TÉCNICA ASIMILABLE

Especie	Fecha realización	Datos previos					
		h _{media}	Lon _{media}	Haces de ramas vivas con rebrotes (%)	Haces de ramas con viabilidad (%)	Estaquillas de fijación brotadas (%)	Estaquillas rebrotadas viables (%)
Salix sp.	feb-10	1 m	79 m	33%	50%	5%	30%

Rango de respuesta	
Muy deficiente (0-25%)	60%
Deficiente (25-50%)	
Regular (50-75%)	
Buena (75-100%)	



MUESTREO LINEAL:

Actuación: Arroyo de Hija de Dios				Autor: María González y Charo Calleja												
Epoca Seguimiento/Fecha:		Primavera	Ubicación árbol (m) con respecto a la lámina de		Fecha Plantación											
Tipo de muestreo	Muestra	n	Especie	X al cauce	Y al cauce	Brotación (S/N)	Estado (V/M)	Agente	Importancia (0/10)	Elemento dañado	Erosivas	Regeneración (0/10)	Orientación	Protección	Humedad edáfica + (parámetros del higrómetro)	Observaciones
Lineal	1	1	Salix sp.	0	1,2	S	V	-	0	-	-	1	SO	Cerramiento	WVC = 16,2%, T ² = 10,9 °	
Lineal	2	2	Salix sp.	0	1	S	V	-	0	-	-	3	S	Cerramiento	WVC = 21,8%, T ² = 12,4 °	
Lineal	3	3	Salix sp.	0	1,1	S	V	-	0	-	-	6	O	Cerramiento	WVC = 10,1%, T ² = 11,5 °	
	4															
	5															
	6															
	7															
	8															
	9															
	10															
	11															
	12															
	13															
	14															
	15															
	16															
	17															
	18															
	19															
	20															
	21															
	22															
	23															
	24															
	25															
	26															
	27															
	28															
	29															
	30															

COSTES DE LAS TÉCNICAS DE BIOINGENIERÍA: EJEMPLO

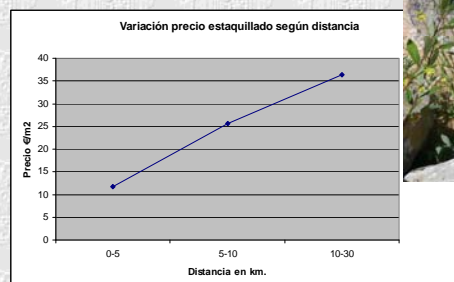
Estaquillado:

Aproximadamente 7-36 €/m²

82% Mano de obra:

0% Material

17% Maquinaria



Condicionantes:

El precio aumenta proporcionalmente a la distancia a recorrer para la recogida de estaquillas.

Es necesaria una gran cantidad de mano de obra que encarece el precio final. Importante la función social de las obras de bioingeniería al necesitar más mano de obra que una escollera.

Importancia de coordinar actuaciones para obtener material.

Identificación del material y preparación en periodo vegetativo....

CONCLUSIONES (1)

La ENRR constituye una herramienta para recuperar el buen estado de nuestros ríos, de forma compatible con aprovechamientos, y mitigar los efectos negativos de las inundaciones.

Restaurar ríos es una actividad de gran complejidad, porque complejo y dinámico es el medio donde se pretende actuar, que solo tendrá éxito si se trabaja con el río respetando sus tiempos y procesos.

Es necesario establecer en cada caso criterios para priorizar actuaciones (objetivos múltiples, relación coste/beneficio, vida útil, mantenimiento,...).

El proceso de participación pública es esencial en el proceso.

La bioingeniería es una herramienta más para conseguir estos fines, sin que se pueda establecer directamente que restaurar es utilizar bioingeniería.

CONCLUSIONES (2)

La Bioingeniería es una herramienta excelente, pero necesita un buen diseño y una buena ejecución, planificada y en la época adecuada.

La experiencia es esencial. Además, la utilización incorrecta de estas técnicas es uno de los principales enemigos para la implantación de estas técnicas.

Los esquemas de bioingeniería de zonas atlánticas no son extrapolables al área Mediterránea, donde solo las técnicas que tienen garantizado contacto directo con el agua tienen garantías de enraizar y mantenerse en el tiempo.

Los valores de los indicadores biológicos necesitan tiempo para mejorar.

Lo más importante divulgar todas las experiencias posibles para mejorar la formación y aprovechar las lecciones aprendidas en cada actuación.

Fallos en el diseño actual son un éxito si conseguimos aprender de ellos para no repetirlos en el futuro.



Están interviniendo:

Empresa ejecutora



A.T. Dirección Obra



Caracterización ecológica



Caracterización hidráulica



Consultores expertos:

Gabriel Heredero

David Uribebarrea



primer congreso ibérico



RESTAURA RIOS

18 / 19 / 20 OCTUBRE 2011. LEÓN. ESPAÑA



PRESENTACIÓN PROGRAMA CALENDARIO DOCUMENTACIÓN NOTICIAS PRENSA INICIO

INSCRIPCIONES

COMUNICACIONES
ÁREA DE TRABAJO
CONTACTO



¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!