

Seminario Técnico LIFE-Miera: Gestión de un corredor ecológico

Liérganes 18-20 de noviembre 2015

SISTEMAS DE ADAPTACIÓN DE PASOS DE AGUA A LA MIGRACIÓN DE LOS PECES. EJEMPLOS REALIZADOS EN ESPAÑA.



F.J. Sanz-Ronda; F.J. Bravo-Córdoba; J.F. Fuentes-Pérez; J. Ruiz-Legazpi; A. García-Vega; V. Salgado-González; J. Valbuena; N. González-Ramos & A. Martínez de Azagra

U.D. de Hidráulica e Hidrología, ETSIAA de Palencia, Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid 44, Campus La Yutera, 34004 Palencia, jsanz@iaf.uva.es

GEA: Grupo de Ecohidráulica Aplicada -[Applied Ecohydraulics Group] Itagra.ct



0. Presentación

<http://www.gea-ecohidraulica.org/>



Grupo de investigación aplicada en Ecohidráulica
Universidad de Valladolid / Itagra.ct
Hidrófilos+Ictiófilos



¿Quiénes somos? Profesores y doctorandos de la ETSIIAA y más...

Grupo de Ecohidráulica Aplicada

Inicio Servicios **Equipo** Noticias Descargas Contacto



Francisco Javier Sanz Ronda
Doctor Ingeniero de Montes



Andrés Martínez de Azagra Paredes
Doctor Ingeniero de Montes



Francisco Javier Bravo Córdoba
Doctorando



Jorge Ruiz Legazpi
Doctorando



Juan Francisco Fuentes Pérez
Doctorando



Ana García Vega
Ingeniero de Montes



Nuria Ramos González
Máster en Ingeniería de Montes



Víctor Salgado González
Ingeniero de Montes



Jorge Valbuena
Ingeniero de Montes



Juan Fco. Macho Tapia
Técnico en Electrónica

Colaboradores



- Sergio Makrakis
(Western Paraná State University-Brasil. Getech)



- Ted Castro-Santos
(USGS Conte Anadromous Fish Research Center-USA)



- Felipe Morcillo
(Laboratorio CEDEX-Madrid)

Nuestros trabajos de investigación aplicada:



HIDRÁULICA

Diseño y ejecución de pasos para peces

Simulación hidráulica de pasos para peces

ECOHIDRÁULICA

Evaluación de pasos para peces

Determinación de obstáculos: análisis y soluciones

ECOLÓGICA

Capacidad de nado de peces ibéricos

Épocas y momentos de migración

TECNOLÓGICA

Barreras sónicas

Conteo de peces

TRANSFERENCIA

Formación técnica

Divulgación

Publicaciones y software



Centro
**Buen
día**
UVa



Hacia un agua justa para hombres, ríos, ciudades y pueblos

Palencia noviembre-diciembre 2015

1. Objetivos
2. Introducción
3. Obstáculos
4. Soluciones
5. Evaluación



Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Agrarias Palencia



Centro
**Buen
día**
UVa



Hacia un agua justa para hombres, ríos, ciudades y pueblos

Palencia noviembre-diciembre 2015

1. Objetivos

- Analizar los problemas a la migración de los peces.
- Conocer las principales tipos de paso existentes. Soluciones.
- Comprender la necesidad de evaluación y las técnicas existentes para tal cometido.



Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Agrarias Palencia



Centro
**Buen
día**
Uva

Santander
UNIVERSIDADES

Diputación
DE PALENCIA

Hacia un agua justa para hombres, ríos, ciudades y pueblos

Palencia noviembre-diciembre 2015

1. Objetivos
2. **Introducción**
3. Obstáculos
4. Soluciones
5. Evaluación



 **GEA**
Grupo de Ecohidráulica Aplicada

 Uva

 iap

Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Agrarias Palencia

1. Introducción

CAUSAS DE LA MIGRACIÓN:

- Zonas de reproducción
- Alimento
- Refugio
- Territorios propios

ESTÍMULO:

- Fotoperiodo, tª agua, crecidas-caudal, fases lunares, ritmo mareal
- Factores hormonales

TIPOS DE MIGRADORES:

- ANADROMOS (salmón, esturión, lamprea, ...)
- CATADROMOS (anguila)
- POTAMODROMOS (trucha, barbos, bogas, ...)
- ANFIDROMOS (lubina, pejerrey, ...)



NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	TIPO DE MIGRACIÓN	
Lamprea de río	<i>Lampetra fluviatilis</i>		Anadroma
Lamprea marina	<i>Petromyzon marinus</i>		
Esturión	<i>Acipenser sturio</i>		
Sábalo	<i>Alosa alosa</i>		
Saboga	<i>Alosa fallax</i>		
Salmón	<i>Salmo salar</i>		
Anguila	<i>Anguilla anguilla</i>	Catadroma	
Trucha común	<i>Salmo trutta</i>		Potamodroma
Barbo	<i>Barbus spp.</i> <i>Luciobarbus spp.</i>		
Boga, madrilla, ...	<i>Pseudochondrostoma spp.</i> <i>Parachondrostoma spp.</i>		
Cachos, bordallos	<i>Squalius spp.</i>		
Pejerrey	<i>Atherina boyeri</i>		
Lubina	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Anfidroma	
Mujoles/lisas	<i>Mugil spp./Liza spp.</i>		
Platija	<i>Platichthys flesus</i>		

Nuestros peces:

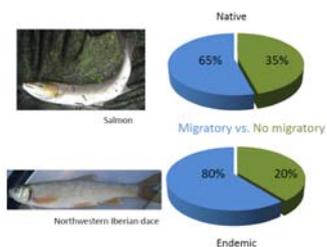
En la Península Ibérica (España y Portugal) tenemos \approx 100 especies de peces (Doadrio, 2012)

En la cuenca del río Paraná $>$ 600 (Langueani *et al.*, 2007)



Península Ibérica:

100 especies de peces
70 especies nativas
40 endémicas



ALGO DE LEGISLACIÓN...

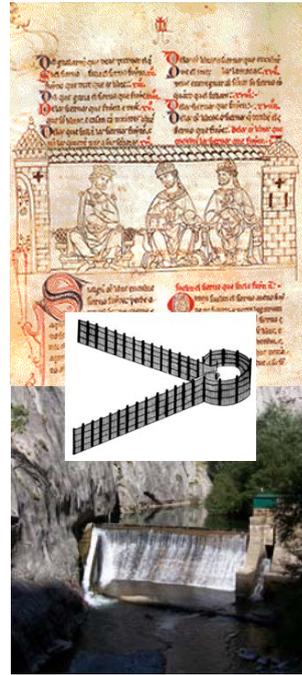
Liber Iudoricum (654): impedía poner obstáculos a los peces en ríos salmoneros. Sólo permitía "cerrar" la mitad del río en las pesquerías.

Ley de Aguas (1879) y Ley de Pesca Fluvial (1907, 1942): obligatoriedad de construir escalas en presas y azudes

Ley de Aguas (29/1985) y posteriores modificaciones: 46/1999, 1/2001, 10/2001, 11/2005, 2007, ... (respeto ambiental obras hidráulicas)

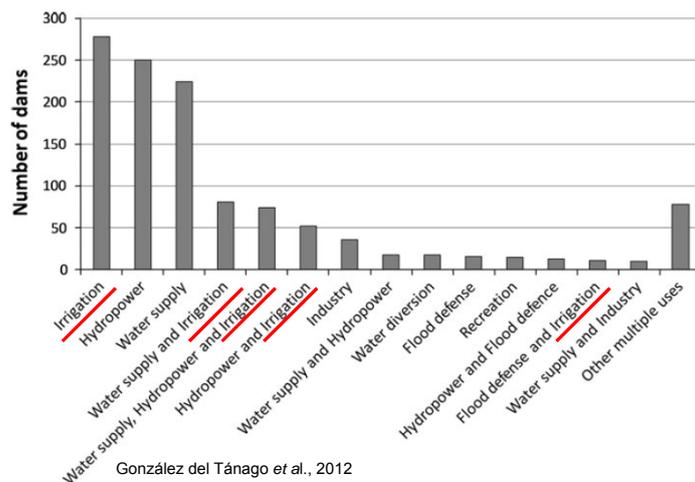
Ley de Protección de los Ecosistemas acuáticos y Regulación de la Pesca de Castilla y León de 1992: obligatoriedad de construir escalas

Directiva Marco del Agua 2000/60/CE relativa al estado ecológico de los ríos: Anexo V.1.1.1. "continuidad fluvial"



Situación en 2010, la realidad...

Nº de grandes presas (>15 m): ≈ 1.200 (5º país del mundo) [56.000 hm³]



Nº de pequeñas presas: ≈ 16.000
Otros obstáculos: ≈ 4.000

35-70% sin uso
5% tiene escala (<15% funcionan)

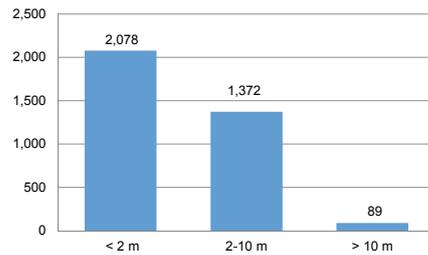
Inventario de obstáculos en la cuenca del río Duero



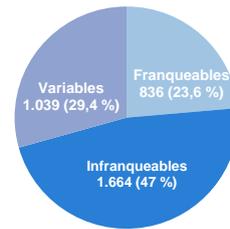
Cuenca Duero (en España): Fuente CHD 2011

Superficie:	78.952 km ²
Longitud (masas de agua significativa)	13.507 km
Número de obstáculos:	3.539 (1 cada 2,62 km)
Obstáculos sin uso/abandonados:	1.289 (36,5 %)

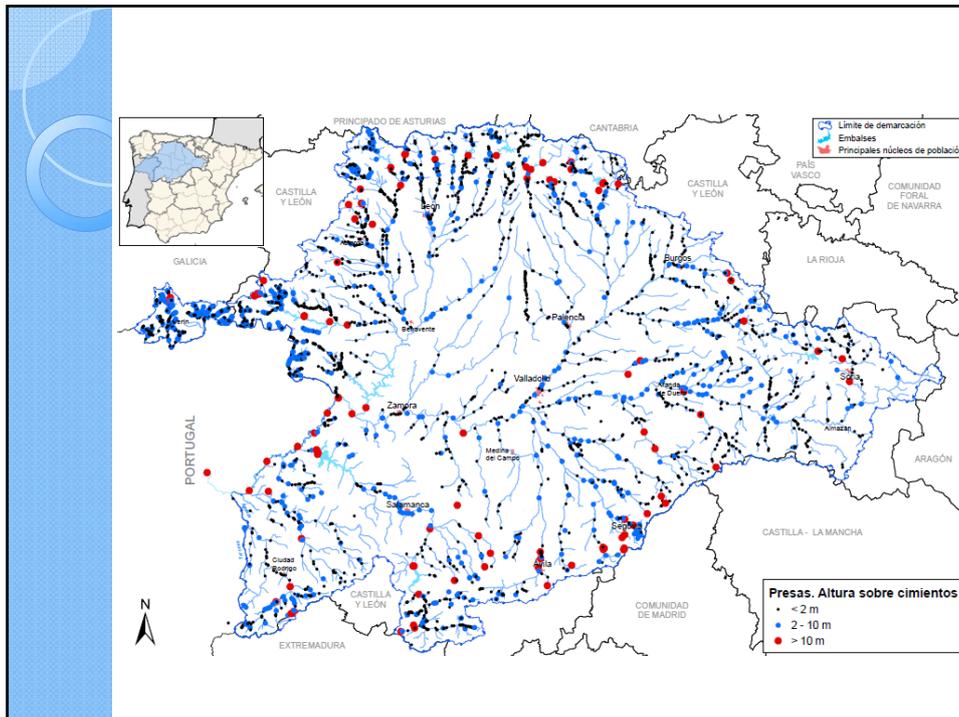
Nº de obstáculos según su altura



Grado de Franqueabilidad



Generalmente (<10 m), PCH (< 5MW) y presas/azudes de riego





Centro
**Buen
día**
Uva

Santander
UNIVERSIDADES

Diputación
DE PALENCIA

Hacia un agua justa para hombres, ríos, ciudades y pueblos

Palencia noviembre-diciembre 2015

1. Objetivos
2. Introducción
3. **Obstáculos**
4. Soluciones
5. Evaluación



 **GEA**
Grupo de Ecohidráulica Aplicada

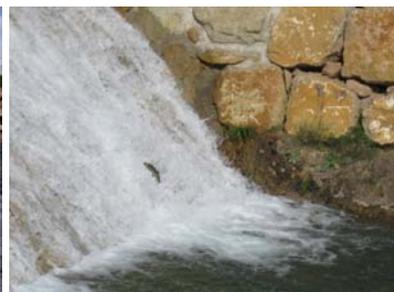
Uva

 **iap**

Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Agrarias Palencia

2. Obstáculos a la migración

Obstáculos estructurales

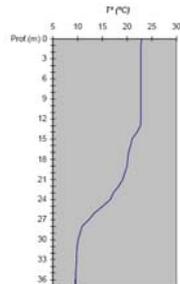


E. Martínez

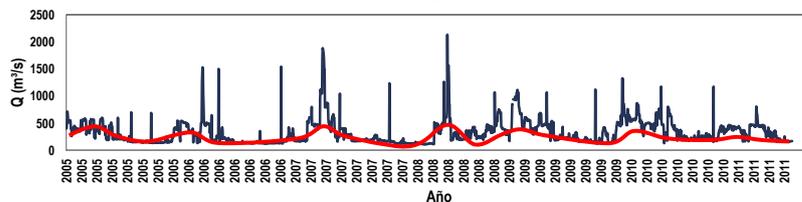
Obstáculos hidráulicos



Obstáculos etológicos



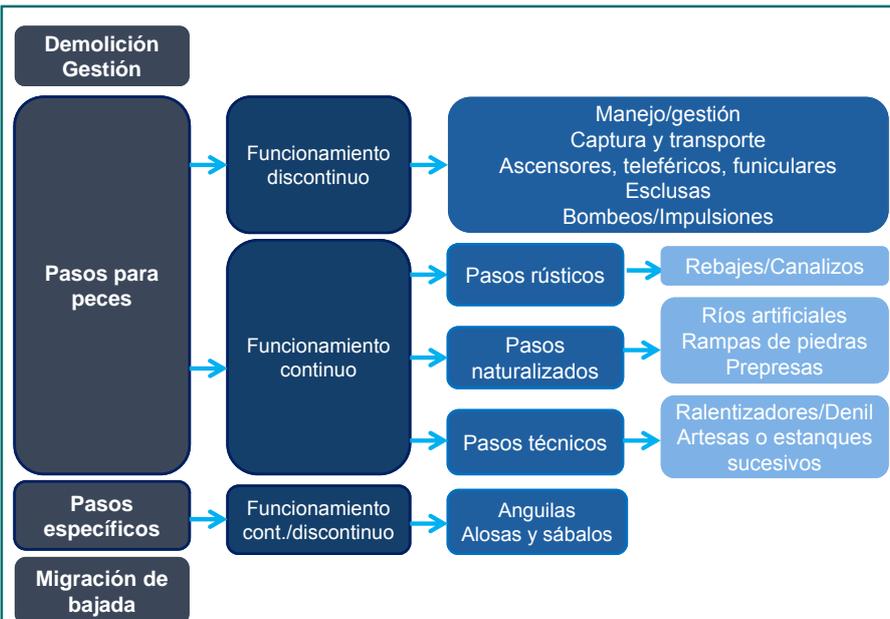
Mean daily discharge (2005-2011)



Totales / Parciales (f: especie y caudal)



4. Soluciones



DEMOLICIÓN DEL OBSTÁCULO (lo más efectivo y económico)

<http://vimeo.com/56089328>



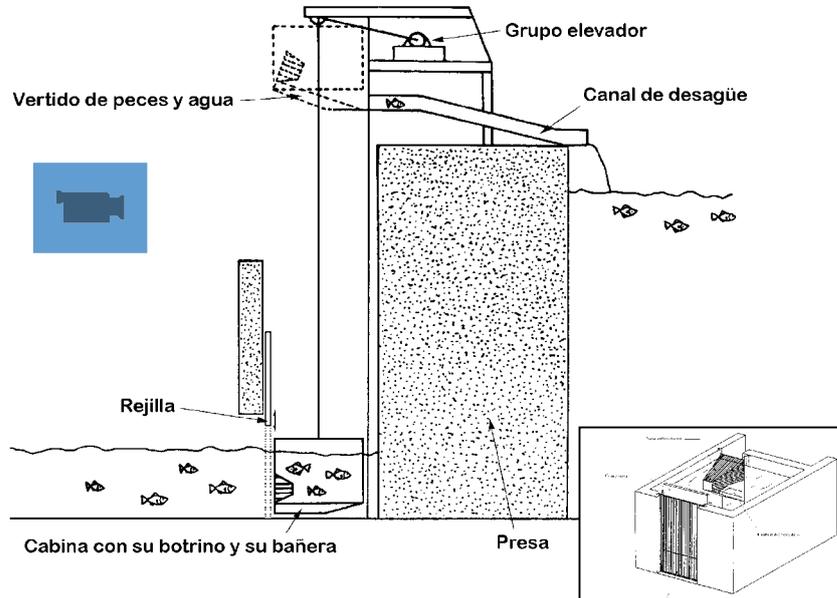
SOLUCIONES DE MANEJO/GESTIÓN



Adaptar el uso de los azudes a la época migratoria y gestionar su aprovechamiento (regadío, recreativo, ...)

12.16.2003

ASCENSORES/CAPTURA+TRANPORTE/TELEFÉRICOS (para grandes desniveles)



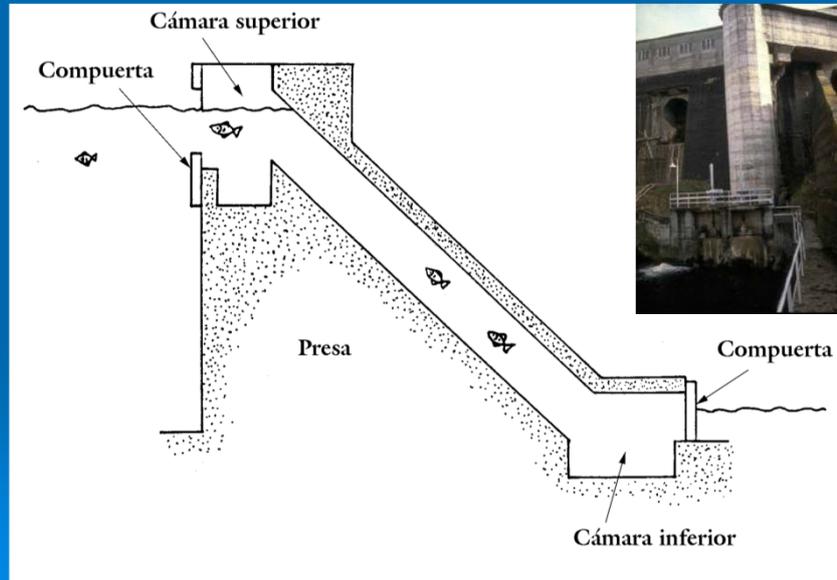
Río Teverga
(cuena Trubia, Asturias)

Azud 16 m (HC Energía)

www.rtve.es/mediateca/videos/20100604/ascensor-rio-teverga-para-peces/790738.shtml



ESCLUSAS (para cualquier desnivel y malos nadadores)



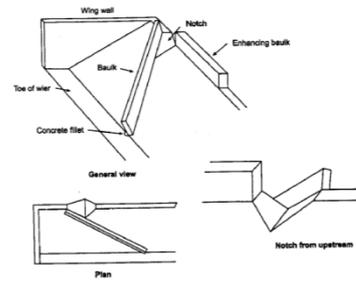
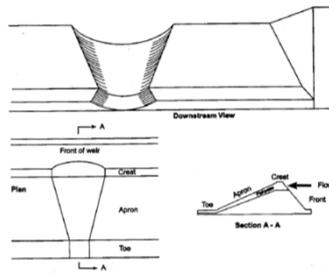
VENTAJAS

- Válidas para cualquier desnivel
- No precisa rejas, idóneo para peces pequeños y esturión
- Economiza agua

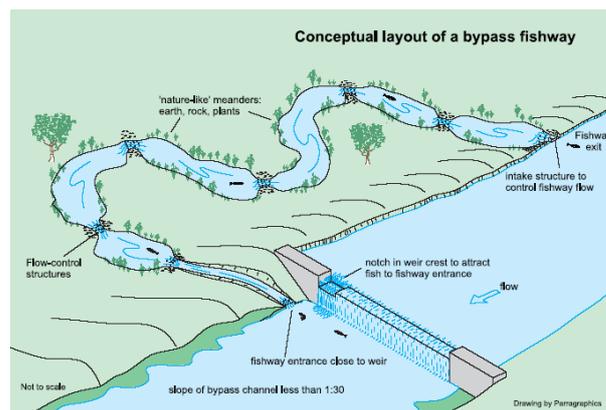
INCONVENIENTES:

- Funcionamiento discontinuo
- Mantenimiento y vigilancia constantes
- No sirven para el retorno

PASOS RÚSTICOS



RÍOS ARTIFICIALES



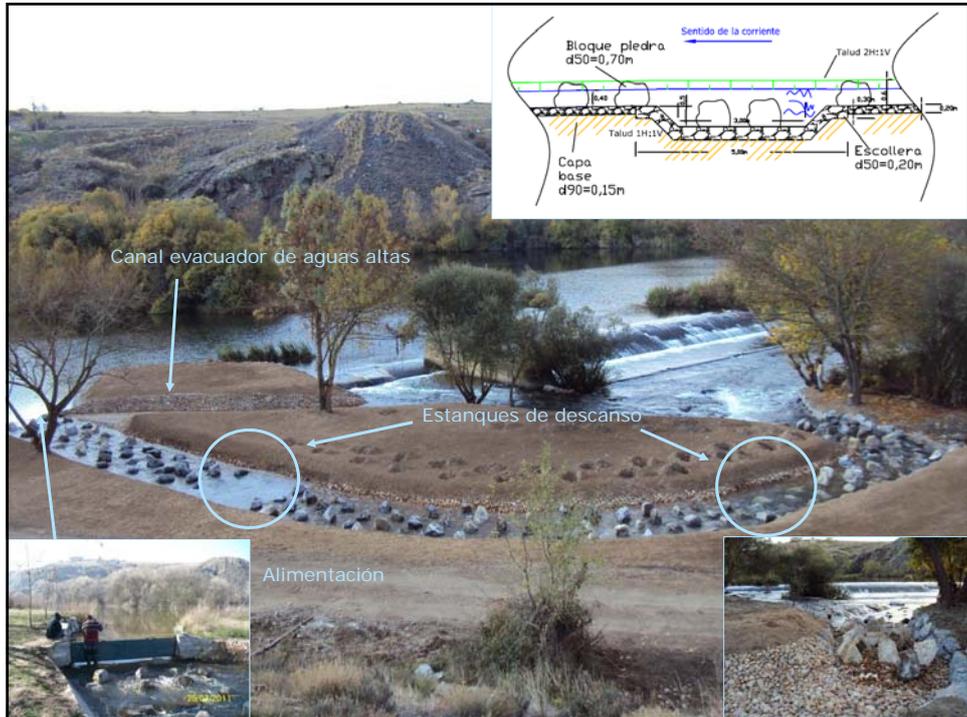
VENTAJAS

- Excelente integración natural
- Sirve para el retorno
- Permite otros usos (piragüismo, rafting, ...)

INCONVENIENTES:

- Limitado a alturas pequeñas (< 2,5 m)
- Muy sensible a cambios en la CLA

VARIABLE	DIMENSIÓN
Pendiente (I)	0,02 m/m (2 %)
Longitud total (L)*	110 m
Anchura inferior (b)	3 m
Anchura superior (B)	4,6 m
Profundidad media (h _m)	0,4 m
Sección mojada (A _m)	1,52 m ²
Perímetro mojado (P _m)	4,89 m
Radio hidráulico (Rh)	0,31 m
Diámetro bloques de piedra (d _{90%})	0,6 m
Diámetro gravas capa base (d _{90%})	0,15 m
Caudal de diseño (Q _d)	0,93 m ³ /s
Velocidad media (v _m)	0,61 m/s
Velocidad máxima (v _{max})	1,19 m/s
Nº Froude global (Fr)	0,19
Nº Froude crítico (Fr _{crit})	0,64







ROCKY RAMP

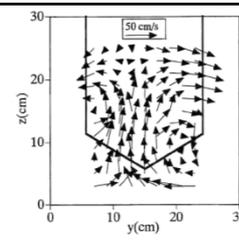
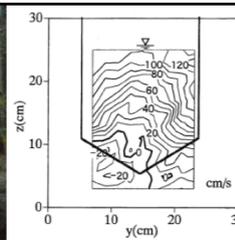
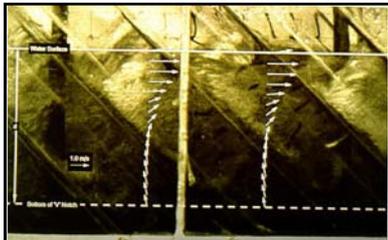
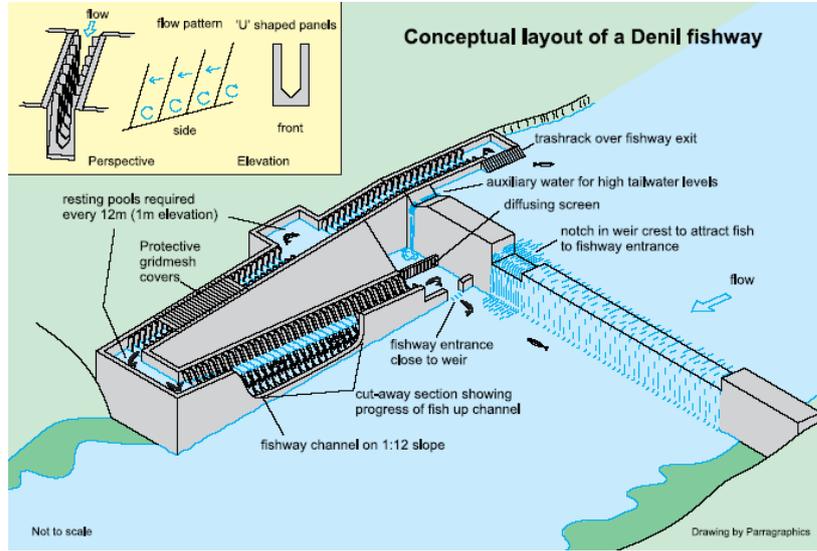
Torremontalbo
(río Najerilla, La Rioja)
H=1,90 m L=17 m
66.000 €

i (m/m)	0,05
h (m)	0,706
S _m (m ²)	9,186
P _m (m)	18,494
R _m (m)	0,497
N _{bloq total}	339
ΣA _{c total} (m ²)	103,604
A ₀ (m ²)	692,774
λ _s	0,897
λ ₀	0,102
ε ₀	0,138
ε _v	0,142
λ _{tot}	1,148
v _m (m/s)	1,303
Q (m ³ /s)	11,97

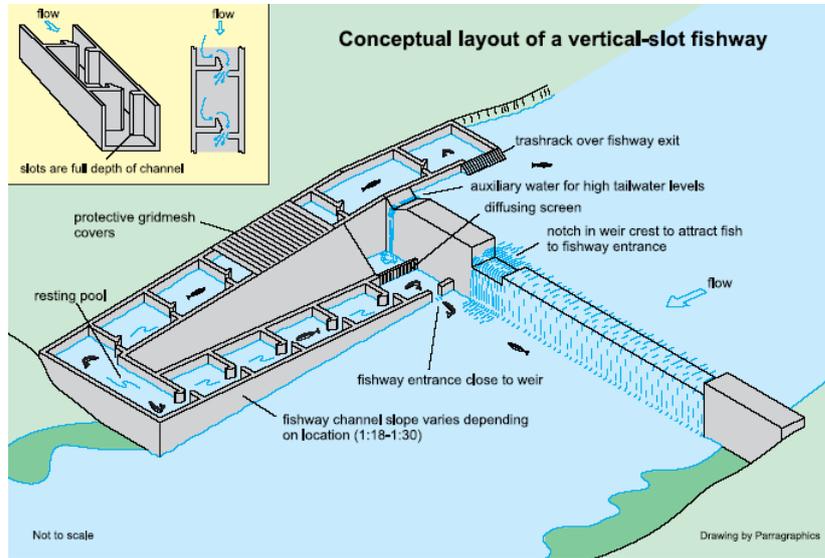
Slope i=5%



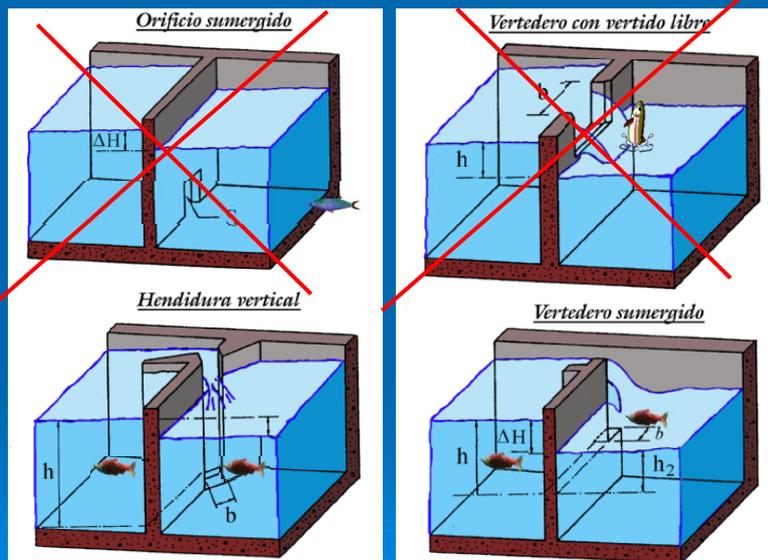
ESCALAS DE RALENTIZADORES



ESCALAS DE ARTESAS



Comunicación entre estanques:



Pe de Vinha (río Eo, Lugo)



Quintanar de la Sierra (río Arlanza, Burgos)





Hendiduras verticales



Vegas del Condado (río Porma, León)

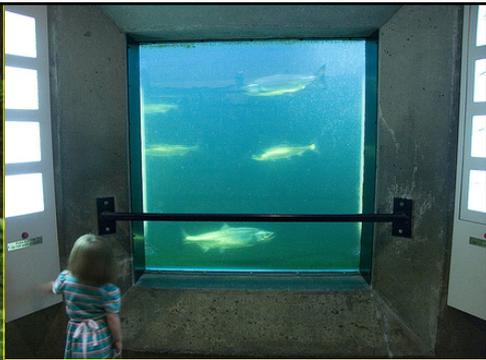


Mantenimiento necesario





Educación ambiental



MIGRACIÓN AGUAS ABAJO

Fish Damage Mechanisms

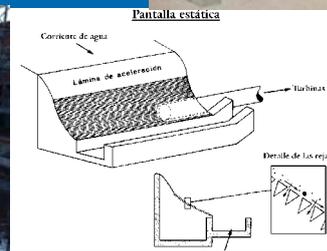
1. Increasing pressure
2. Rapidly decreasing pressure
3. Cavitation
4. Strike
5. Grinding
6. Shear
7. Turbulence



La mortandad de peces a su paso por las turbinas es elevada: $f(\text{tipo y } L_{\text{pez}})$: 5-100 %

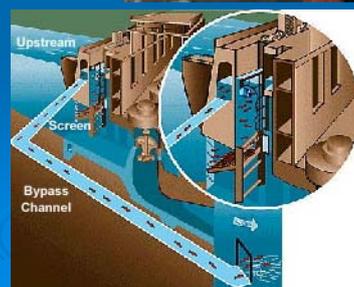
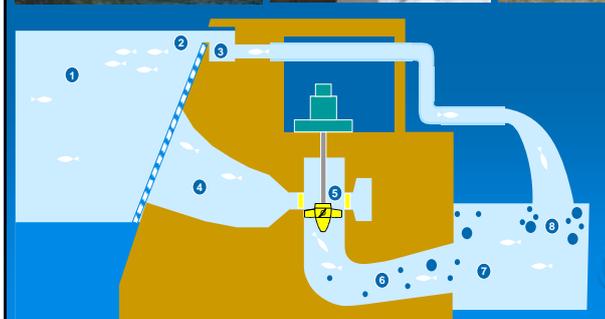
Hay que evitar que pasen a través de ellas:

- Barreras físicas: rejillas de paso < 10 mm y $v < 0,5 \text{ m/s}$
- Barreras eléctricas
- Barreras sonoras
- Barreras lumínicas: luces estroboscópicas intermitentes, toma en oscuridad
- Barreras de comportamiento: turbulencia, barreras de burbujas



Soluciones para el descenso:

- Caída libre: hasta 10-13 m, si hay un colchón de agua (para adultos, >30 m para alevines)
- Toboganes: hay que conseguir que el pez se adentre en ellos
- Captura y suelta aguas abajo





río Pisuerga en Torquemada (Palencia)



**Centro
Buen día**
Uva

Santander
UNIVERSIDADES

**Diputación
DE PALENCIA**

Hacia un agua justa para hombres, ríos, ciudades y pueblos
Palencia noviembre-diciembre 2015

1. Objetivos
2. Introducción
3. Obstáculos
4. Soluciones
5. **Evaluación**

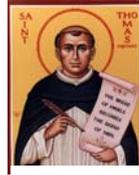
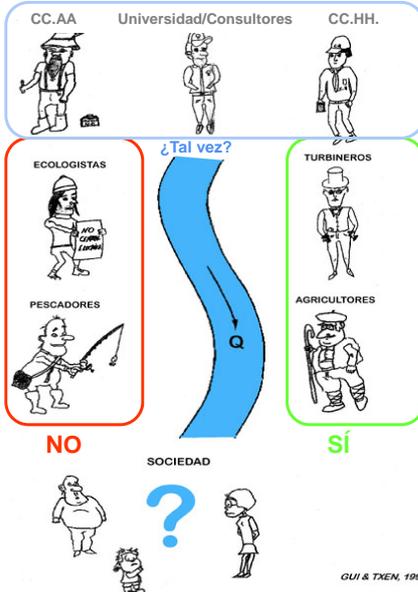


GEA
Grupo de Ecohidráulica Aplicada

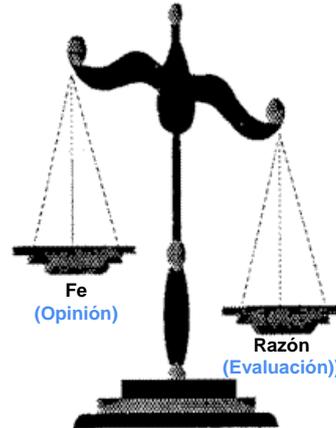
Uva **iap** Escuela Técnica Superior
de Ingenierías Agrarias Palencia

Evaluación: ¿realmente funcionan los pasos para peces?

¿Suben los peces?



Santo Tomás Apóstol



Necesidades: ¿qué debemos conocer?



Procedimientos

a) EVALUACIÓN HIDRÁULICA

- Analizar la situación del paso y su "llamada" (caudal, disposición)
- Comprobar si las dimensiones del paso L-A-P son acordes a los peces migradores
- Estudiar si la P_{uv} es coherente a las especies de peces
- Comprobar velocidades y saltos (ΔH)



b) EVALUACIÓN BIOLÓGICA

- Métodos directos: trampas, muestreo en el paso, contadores, PIT-Tags, radio-seguimiento...
- Métodos indirectos: muestreos aguas arriba y abajo (clases de edad, presencia/ausencia), marcaje+muestreo,

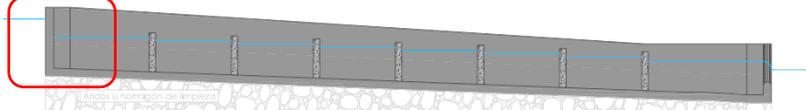


Metodología: contadores, trampeo, cámaras, PIT-tags

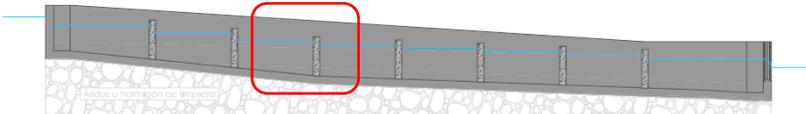


Problemas de ejecución (I): vertedero/s de "ajuste"

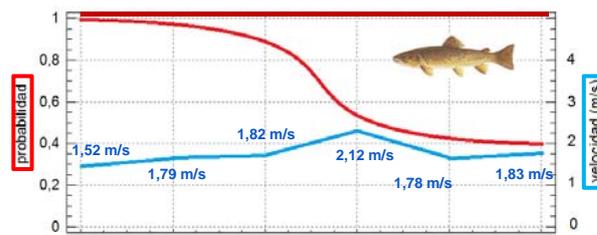
Diseño Incorrecto: menor pendiente que la de diseño



Diseño Incorrecto: dos tramos con pendiente diferentes, una menor a la de diseño y otro mayor



Éxito en el ascenso



Desnivel superado.



