



Estudio de eficacia de una barrera sónica para peces en un aprovechamiento hidroeléctrico de la cuenca del Urumea, Territorio Histórico de Gipuzkoa

MEMORIA: SEPTIEMBRE 2011



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ÁREA DE ESTUDIO Y FECHAS DE MUESTREO.....	2
2.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	2
2.2. FECHAS DE ESTUDIO Y MUESTREOS.....	2
3. METODOLOGÍA.....	3
3.1. BARRERA SÓNICA PARA PECES ALNUS-BSP	3
3.2. ESTUDIO DE EFICACIA.....	3
4. RESULTADOS Y DISCUSION	5
4.1. EFICACIA Y MIGRACION DE ESGUINES	7
4.2. CONTROL DE REPRODUCTORES DE TRUCHA.....	8
5. CONCLUSIONES	10
6. BIBLIOGRAFIA	12

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEXO II. PECES CAPTURADOS EN EL CANAL DE LA C.H. DE RENTERIA S.A.

EQUIPO DE TRABAJO

- **DIRECCIÓN**

- ✓ DARÍO YÉCORRA SANTOLAYA - URA (Uraren Euskal Agentzia/Agencia Vasca del Agua)

- **EQUIPO REDACTOR**

- ✓ IKER AZPIROZ COLMENERO - Ekolur SLL

- **PERSONAL AUXILIAR DE CAMPO**

- ✓ SERGIO GASPAS MARTIN - Ekolur SLL
- ✓ MIKEL LIZASO MÚGICA - Ekolur SLL

Se agradece la ayuda y apoyo prestado en la realización del proyecto a:

- ✓ IÑAKI BAÑARES (Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Innovación, Desarrollo Rural y Turismo)
- ✓ IÑIGO MENDIOLA (Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Innovación, Desarrollo Rural y Turismo)
- ✓ AYUNTAMIENTO DE ERRETERIA / ERRETERIAKO UDALA
- ✓ EVE (Ente Vasco de la Energía)
- ✓ UZESA S.A.
- ✓ CENTRAL HIDROELECTRICA DE RENTERIA S.A. y personal de mantenimiento

1. INTRODUCCIÓN

Las Administraciones Públicas que operan en la CAPV llevan numerosos años actuando para mejorar la situación en que se encuentran sus ecosistemas acuáticos, degradados por varios factores que los han afectado de manera extensa y acusada (vertidos, modificaciones de la morfología fluvial y estuarina, alteraciones en el régimen de caudal por distintos tipos de aprovechamientos, obstáculos a las migraciones y movimientos piscícolas, etc.).

Una de estas líneas de trabajo se centra en la mejora de la permeabilidad o continuidad de los ríos, con el objetivo de mejorar su capacidad para que las distintas especies acuáticas circulen libremente tanto en sentido ascendente como descendente. Hasta la fecha han sido numerosas las actuaciones realizadas en distintos obstáculos presentes tanto en el ámbito de la CAPV como en el Territorio Histórico de Gipuzkoa, sin embargo estas actuaciones se centran en permitir la circulación en sentido ascendente, mediante la instalación de dispositivos de paso, diseñados principalmente para salmónidos (escalas de artesas sucesivas y antediques), aunque en los últimos años, si los factores condicionantes del hábitat fluvial, espacio e infraestructuras afectadas lo permiten se tiende a diseñar pasos multiespecíficos (canales laterales, rampas y demoliciones parciales) que facilitan el paso a otras especies presentes en el medio y de menor capacidad natatoria y de salto (anguila, barbo, madrilla, chipa, etc.).

Las actuaciones destinadas a permeabilizar los cursos fluviales en sentido descendente han tenido un escaso desarrollo hasta la fecha. Se trata de una cuestión que abarca a todas las especies pero que afecta en mayor grado a las especies migradoras anfibalinas, tanto anádromas (salmón, reo, sábalo, lamprea) como catádromas (anguila) ya que realizan desplazamientos descendentes de gran magnitud en dirección al mar. Las migraciones descendentes de estas especies se ven alteradas por la presencia de aprovechamientos hidroeléctricos, que en la CAPV corresponden principalmente a minicentrales o centrales hidráulicas de pequeño tamaño, en cuyos canales de derivación se introducen parte de los ejemplares migradores, los cuales se ven afectados por importantes tasas de mortalidad a su paso por turbinas. Las tasas de mortalidad son variables y dependen principalmente del tipo de turbina (diámetro, velocidad de rotación, etc.), además de la especie y talla de los ejemplares.

Aunque la mortalidad en un determinado aprovechamiento es un factor a tener en cuenta, el mayor impacto para una población migradora tiene origen en la sucesión de aprovechamientos a lo largo de una ruta migratoria fluvial, que provoca una mortalidad acumulada que puede llegar a alcanzar tasas de mortalidad acumuladas muy elevadas. Ante esta situación, hasta la fecha y a nivel europeo e incluso mundial, se han diseñado y utilizado distintos modelos de dispositivos para evitar la entrada de esguines en turbinas, sin embargo este ámbito de trabajo se ha desarrollado en menor grado que en lo referente a migraciones ascendentes o de remonte.

En consecuencia y con el objetivo de abordar esta problemática, el URA (Agencia Vasca del Agua-Ur Agentzia) realizó un primer estudio de eficacia de las denominadas barreras sónicas para peces en una minicentral de la cuenca del Urumea en relación con la migración descendente de esguines de salmón atlántico (*Salmo salar*) en primavera de 2010. El principal objetivo de dicho estudio era el de analizar la eficacia de este tipo de dispositivo en relación con su capacidad para disuadir o repeler a los esguines y evitar que se introdujeran en el canal de derivación de este aprovechamiento. En primavera de 2011 se vuelve a realizar este estudio en el mismo aprovechamiento y aplicando la misma

metodología con el objetivo de ampliar los primeros resultados obtenidos en la anterior campaña de 2010.

2. ÁREA DE ESTUDIO Y FECHAS DE MUESTREO

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio de eficacia de este dispositivo se lleva a cabo en la Central Hidroeléctrica de Rentería SA., situada en el barrio de Ereñozu de Hernani. Esta minicentral se sitúa en el curso medio del río Urumea, a unos 19 km de la desembocadura al mar. La población de salmón atlántico se distribuye y reproduce tanto aguas arriba como aguas abajo de este punto.

El aprovechamiento consta de un azud de 4,4 m de altura equipado con un dispositivo de paso para peces (escala de artesas sucesivas) en margen izquierda. La toma de agua se sitúa en margen derecha y presenta un canal de derivación de unos 555 m de longitud hasta llegar al punto de aprovechamiento hidroeléctrico.

La toma o derivación consta de 2 compuertas regulables a la entrada y a unos 5-6 m hacia el interior del canal se localiza una rejilla de barrotes verticales con una luz de unos 2 cm que en un principio evitaría que los peces avancen canal adentro, formándose una especie de cámara o piscina donde habitualmente se acumulan los esguines de salmón durante el periodo de migración descendente, que abarca los meses de abril y mayo principalmente. En esta cámara, el muro izquierdo presenta una compuerta o aliviadero de fondo que permite regular el caudal de la misma.

Se incluye un anexo fotográfico correspondiente al área de estudio y a la zona de actuación y manejo.

2.2. FECHAS DE ESTUDIO Y MUESTREOS

El periodo de estudio es de 5 semanas, se pone en marcha el día 4 de abril y finaliza el día 9 de mayo. El muestreo o proceso de vaciado del canal y captura de los peces que acceden a él se realiza una vez por semana además del primer día de puesta en marcha del estudio, por lo que suponen un total de 6 jornadas de muestreo.

3. METODOLOGÍA

La barrera sónica o sistema objeto de estudio es una barrera sónica para peces ALNUS-BSP. A continuación se incluye un breve resumen de sus principales características y funcionamiento:

3.1. BARRERA SÓNICA PARA PECES ALNUS-BSP

De forma resumida, la barrera sónica para peces es un sistema acústico de guiado de peces basado en el comportamiento (“behavioural system”).

El sistema acústico se fundamenta en que la gran mayoría de los peces pueden detectar sonidos moviéndose por el agua en la que viven, al mismo tiempo que vibraciones o cambios de presión. Se ha estimado que la banda de sonido para la mayoría de los peces varía entre 50 y 10.000 Hz, mientras que en los humanos los valores se sitúan entre 50 y 20.000 Hz. Ciertos tipos de sonidos son repelentes para los peces, por lo que el pez tiende a huir del mismo, sin causarle daño. Este tipo de sonido se ha desarrollado de forma experimental y probado con eficacia en numerosas instalaciones para repeler y guiar a los peces fuera de la entrada de los canales y tuberías de derivación.

En consecuencia, el sonido emitido en la banda adecuada (normalmente una señal de multifrecuencia que varía entre 50 Hz y 10.000 Hz) y su repulsión en el pez es el principio del sistema de barrera sónica para peces desarrollado por ALNUS 2005, SL, en colaboración con la Universidad de Vigo y la Xunta de Galicia y que se utiliza en el presente estudio de eficacia.

El sistema ALNUS-BSP produce un “campo de sonido” en el agua. El nivel de sonido es elevado cerca de los altavoces y decrece a medida que nos alejamos de los mismos. El tamaño y campo de acción depende del número de altavoces y de su configuración, aunque por término medio y de forma general se puede establecer su radio de acción en 1-1,5 m. Es recomendable que en el radio de acción la velocidad del agua sea inferior a 0,5 m/s. Los equipos requieren un mínimo mantenimiento y cuentan con dispositivos de alarma que informan del estado de operación de los altavoces, generador de señal, comunicaciones o fallos del sistema.

Cabe destacar que el equipo utilizado en este estudio está diseñado para proteger específicamente a ejemplares de trucha común (*Salmo trutta*) no migradora. Para especies de salmónidos migradores no se disponen por el momento de valores de efectividad de referencia de los equipos ALNUS-BSP.

3.2. ESTUDIO DE EFICACIA

En base a las características que presenta la toma o entrada al canal de derivación de la C.H. de Rentería S.A., la barrera sónica se instala a la altura de las dos compuertas de entrada, esto permite determinar su funcionamiento y grado de eficacia mediante la captura y recuento de esguines y otras especies que se introduzcan en la cámara que se forma inmediatamente después, entre la compuerta y la rejilla situada 5-6 m hacia el interior del canal. Cabe destacar que los esguines pueden superar la rejilla y avanzar por el canal, en

algunas zonas la anchura entre barras es superior a 2 cm y durante el estudio se capturan esguines en el tramo de canal posterior a la rejilla. La captura de peces se lleva a cabo mediante pesca eléctrica una vez se regula el caudal hasta alcanzar un nivel suficiente para permitir su captura.

La determinación de la eficacia de la barrera sónica se basa en la captura de peces y la distribución de estas capturas a lo largo de los periodos en los que la barrera se encuentra en funcionamiento o apagada. La eficacia se determina para los esguines de salmón que migran durante el periodo de estudio, aunque se analiza también su funcionamiento en relación con la trucha común (*Salmo trutta*).

El planteamiento inicial contemplaba realizar el estudio en un periodo de 4-5 semanas, dependiendo de la abundancia de esguines, comenzando el día 4 de abril con la captura y extracción de los peces presentes en la toma del canal y alternando las semanas con la barrera en funcionamiento y apagada (Tabla 1). De esta forma se abarca el periodo de mayor probabilidad de migración y captura de esguines. Cada semana se procede al vaciado sistemático del canal y captura de los peces presentes en él. Este planteamiento permitiría obtener un valor relativo de eficacia, es decir, % de peces que se introduce al canal a igual o similar número de jornadas con la barrera en funcionamiento y apagada o por otra parte, un índice de abundancia o CPUE (nº esguines/día) con la barrera encendida y apagada.

Por tanto, los periodos y jornadas con la barrera en funcionamiento (encendido) y apagada presentarían la siguiente distribución a lo largo del periodo de estudio:

fecha	Modo Barrera	nº jornadas
4-11 abril	Apagado	7
11-18 abril	Encendido	7
18-26 abril	Apagado	8
26 abril-2 mayo	Encendido	6
Total encendido		15
Total apagado		13

Tabla 1.

Sin embargo, durante la 2ª semana de estudio en la cual la barrera se encuentra encendida, ésta se queda sin suministro eléctrico debido a un apagón o avería en la central hidroeléctrica. En consecuencia, cambia la sucesión de los periodos fijados inicialmente y no es posible alternar los periodos de apagado y encendido durante el periodo álgido de migración, con lo que el estudio se realiza del siguiente modo (Tabla 2):

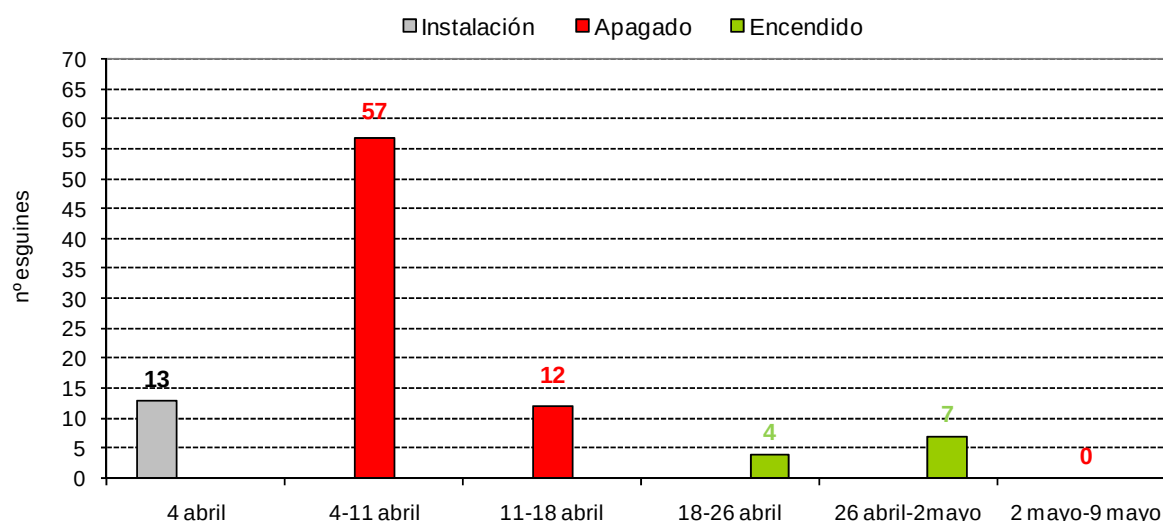
fecha	Modo Barrera	nº jornadas
4-11 abril	Apagado	7
11-18 abril	Apagado	7
18-26 abril	Encendido	8
26 abril-2 mayo	Encendido	6
2 mayo-9 mayo	Apagado	7
Total encendido		14
Total apagado		21

Tabla 2.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

El estudio de efectividad de la barrera sónica depende principalmente del periodo migratorio de los esguines de salmón y de su abundancia a lo largo de este periodo, así como de la relación entre la abundancia de esguines y los periodos de encendido y apagado de la barrera sónica.

Se observa una importante diferencia en el número de esguines capturado desde la primera semana de estudio con la barrera apagada (4-11 abril) hasta la última semana (2-9 mayo), también con la barrera apagada (Gráfica 1-Tabla 3). Durante las dos primeras semanas de estudio con la barrera apagada se capturan un total de 69 esguines (57 en la 1ª semana) frente a un total de 11 esguines en las siguientes dos semanas con la barrera encendida. Cabe destacar que en la última semana de estudio (2-9 mayo) no se captura ningún ejemplar con la barrera apagada, lo que indicaría que la reducción de esguines en la 3ª y 4ª semana de estudio con la barrera encendida pueda deberse a una causa natural en relación con una reducción progresiva de la migración o bajada de esguines en este punto fluvial y no a un efecto directo de repulsión o efectividad de la barrera sónica.



Gráfica 1. Esguines capturados en el canal de derivación de la C.H. de Rentería S.A. (río Urumea) durante los periodos con la barrera sónica encendida o apagada.

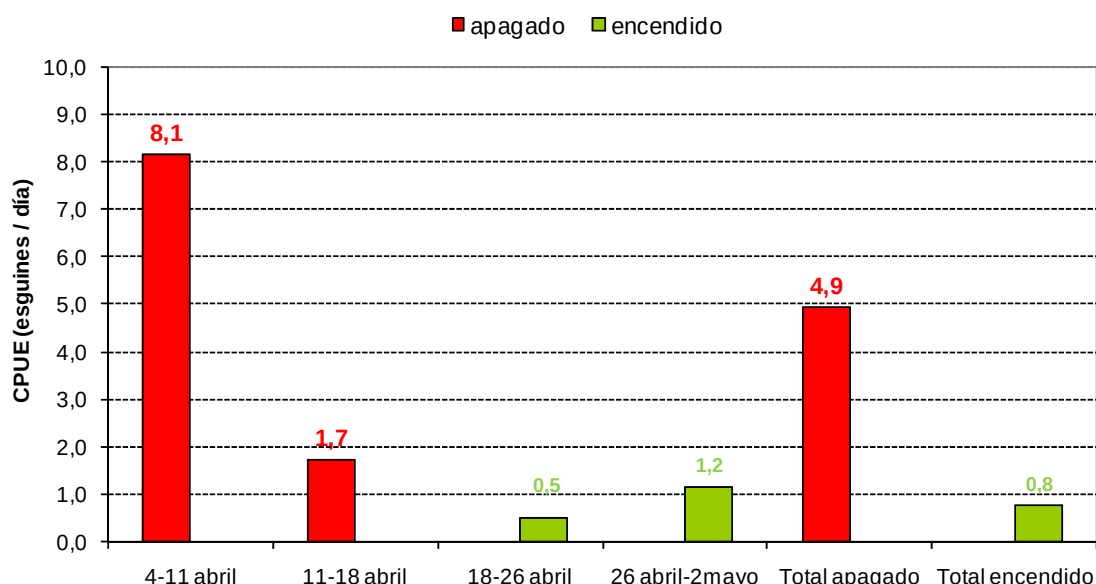
fecha	Modo Barrera	nº días	nº esguines
4-abril	Instalación		13
4-11 abril	Apagado	7	57
11-18 abril	Apagado	7	12
18-26 abril	Encendido	8	4
26 abril-2 mayo	Encendido	6	7
2 mayo-9 mayo	Apagado	7	0
Total encendido		14	11
Total apagado		21	69

Tabla 3.

Se calcula un índice de abundancia basado en capturas por unidad de esfuerzo (CPUE), es decir, número de esguines por jornada para cada uno de los periodos en modo encendido y apagado, así como la abundancia relativa (% de esguines) para cada periodo. Se tienen en cuenta únicamente las primeras 4 semanas de estudio, en las cuales se constata la presencia de esguines en el canal y se excluye la última semana, en la cual parece haber finalizado casi la migración de esguines o al menos no se captura ninguno en el canal con la barrera ya apagada. Se obtiene los siguientes valores:

CPUE (nº esguines/día)			% esguines	
periodo	barrera apagada	barrera encendida	barrera apagada	barrera encendida
4-11 abril	8,1		71,3	
11-18 abril	1,7		15,0	
18-26 abril		0,5		5,0
26 abril-2 mayo		1,2		8,8
TOTAL	4,9	0,8	86,2	13,8

Tabla 4.



Gráfica 2. Abundancia relativa de esguines (nº esguines/día) en el canal de derivación de la C.H. de Rentería S.A. (río Urumea) para cada uno de los periodos con la barrera sónica encendida y apagada y para el total del estudio.

Para el total del periodo de estudio la abundancia relativa de esguines (CPUE y %) es 6 veces superior durante las 2 semanas con la barrera apagada en comparación con las 2 semanas con la barrera encendida. La mayor diferencia entre semanas o periodos se observa en la primera semana de estudio (4-11 abril), cuando se captura el 71 % del total capturado durante el estudio. En la segunda semana (11-18 abril), con la barrera apagada, la presencia de esguines es baja, del mismo modo que en las siguientes semanas de estudio con la barrera encendida.

4.1. EFICACIA Y MIGRACION DE ESGUINES

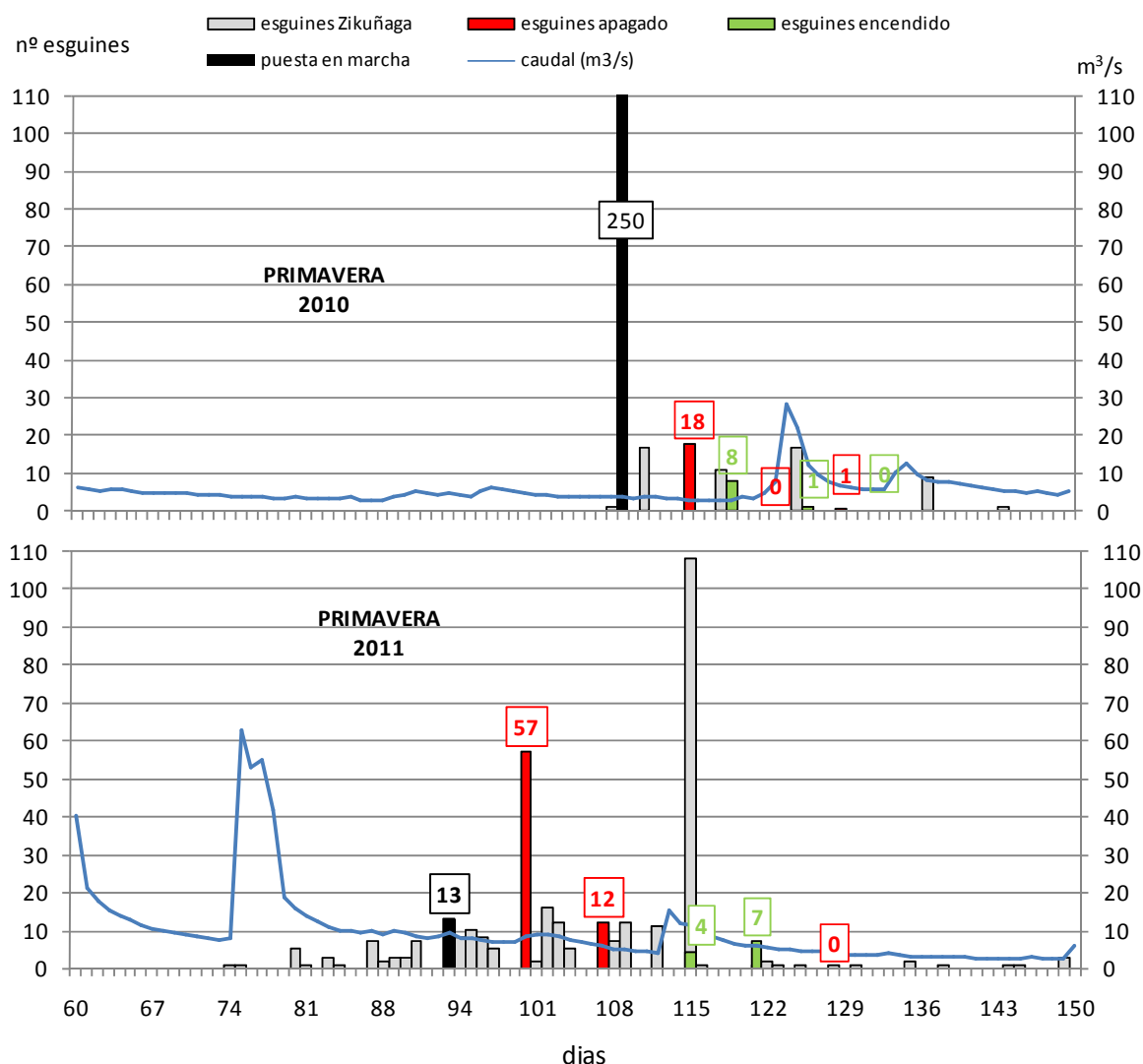
Los índices de abundancia calculados señalan por sí solos una buena eficacia del sistema de barrera sónica. Sin embargo la captura de esguines en el canal de derivación, independientemente del funcionamiento de la barrera sónica, depende de la fase de migración de los esguines en la cuenca, de la abundancia de la población de esguines aguas arriba de la CH de Rentería y de las condiciones hidrológicas y climáticas durante la fase de migración.

En 2010 se realizó por vez primera el estudio de eficacia de la barrera sónica en la CH de Rentería, asimismo en relación con el proyecto BIDUR (POCTEFA INTERREG IV A 2007-2013) cofinanciado por el Fondo FEDER y que cuenta con la participación de varias entidades (Diputación Foral de Gipuzkoa, IKT S.A., Gobierno de Navarra, Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra, S.A. y Consejo General de los Pirineos Atlánticos) y también en el año 2010, se puso en marcha por vez primera el estudio de la migración descendente de esguines de salmón en el río Urumea, basado en la instalación de un capturadero móvil de esguines (screwtrap) en la toma del canal de la Papelera Guipuzcoana de Zicuñaga S.A., último obstáculo del río Urumea en sentido descendente. A continuación se analizan los datos obtenidos en ambos estudios en 2010 y 2011 (Gráfica 3).

En el año 2010 se retrasó la puesta en marcha de ambos estudios mientras que en 2011 se abarca todo el periodo de migración. Debido al retraso en la puesta en marcha y primera captura de esguines en el canal de la CH Rentería en 2010 (20/04/2010), se capturan 250 ejemplares probablemente acumulados desde jornadas anteriores y con origen la mayoría en repoblaciones efectuadas en fase alevín en el curso alto del río Urumea en el año 2009. Posteriormente la captura de esguines disminuye progresivamente independientemente del funcionamiento de la barrera sónica y apenas se capturan unos pocos ejemplares tras el único pico de caudal de toda la campaña a primeros del mes de mayo (28,13 m³/s).

En 2011, durante la puesta en marcha y primer vaciado del canal (04/04/2011) se capturan 13 esguines, mientras que se capturan 57 ejemplares (71 % del total) al cabo de una semana, lo que indicaría un pico de migración en este punto fluvial. Sin embargo, el pico de migración en el capturadero de Zikuñaga en 2011 es más tardío, el día 26 de abril se captura el 39 % del total (n=108) en relación con el único aumento de caudal de todo el periodo (15,0 m³/s), exceptuando el pico del 16 de marzo (62,5 m³/s).

Estos primeros datos podrían indicar que el pico de migración a la altura de la CH de Rentería en 2010 y 2011 es anterior al pico observado aguas abajo en Zikuñaga en 2011 y que el descenso de las capturas en el canal es consecuencia de la finalización del periodo de migración. Si se obviara esta asunción, cabría destacar que en coincidencia con el pico de migración en Zikuñaga, la barrera sónica en la CH Rentería se encuentra encendida y la entrada de esguines al canal es muy baja (n=4), posible indicador de la eficacia o efecto de repulsión de la barrera. Sin embargo según las capturas de Zikuñaga, tras este pico la migración de esguines prácticamente finaliza, mientras que en la CH de Rentería durante la semana siguiente con la barrera encendida se captura un número similar (n=7) de esguines al capturado durante el pico anterior, por lo que el reducido número de esguines de la semana anterior no sea probablemente consecuencia de la eficacia de la barrera sino más bien consecuencia de la finalización progresiva del periodo de migración. De hecho, en la siguiente y última semana de estudio, con la barrera sónica apagada no se captura ningún ejemplar en el canal.



Gráfica 3. Distribución de las capturas de esguines en migración descendente en el capturadero móvil de Zikuñaga (screwtrap – columnas grises) y captura de esguines en la CH de Rentería con la barrera encendida (columnas verdes) y apagada (columnas rojas) en primavera de 2010 y 2011.

4.2. CONTROL DE REPRODUCTORES DE TRUCHA

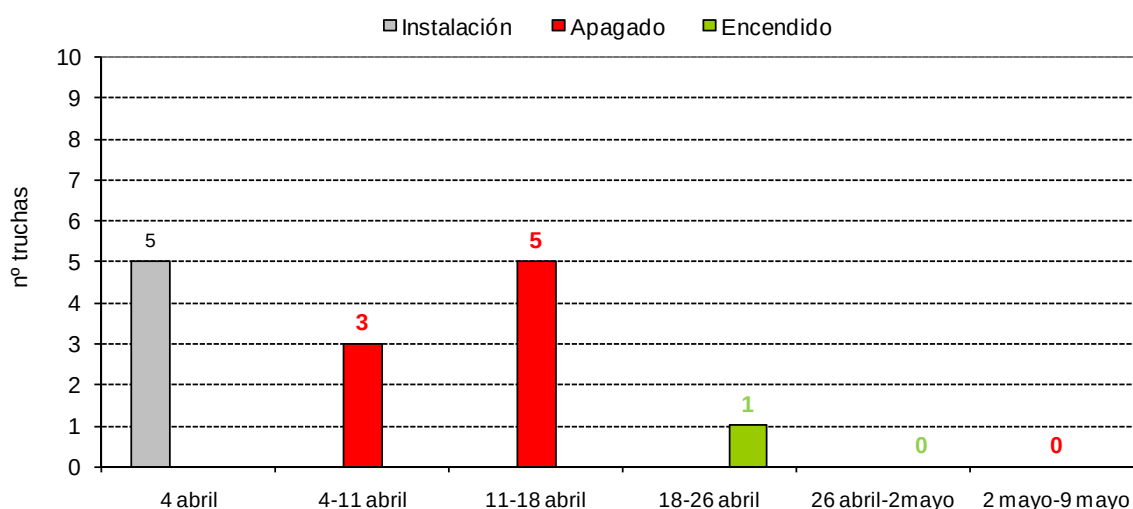
Aprovechando el manejo y control realizado con los esguines de salmón (*Salmo salar*) en fase de migración, se capturan otras especies como la trucha común (*Salmo trutta*), la anguila (*Anguilla anguilla*) o la chipa o ezkailu (*Phoxinus phoxinus*). A continuación se incluyen los resultados obtenidos en relación con la eficacia de la barrera sónica respecto a la trucha.

Para ello, se tienen en cuenta únicamente los ejemplares capturados con talla superior a 18 cm, los cuales a priori no podrían acceder desde el interior del canal, es decir, accederían desde el mismo río Urumea.

Durante el periodo de estudio la presencia de trucha es escasa y obtiene la siguiente distribución de capturas para cada uno de los periodos:

fecha	Modo Barrera	nº días	nº truchas (talla > 18 cm)	Rango tallas (cm)
4-abril	Instalación		5	19-27
4-11 abril	Apagado	7	3	19-27
11-18 abril	Apagado	7	5	19-30
18-26 abril	Encendido	8	1	22
26 abril-2 mayo	Encendido	6	0	
2 mayo-9 mayo	Apagado	7	0	
Total encendido		14	1	22
Total apagado		21	8	19-30

Tabla 5.



Gráfica 4. Truchas (> 20 cm) capturadas en el canal de derivación de la C.H. de Rentería S.A. (río Urumea) durante los periodos con la barrera sónica encendida o apagada.

Se capturan 8 truchas con talla superior a 20 cm durante las 2 primeras semanas con la barrera apagada, mientras que se captura un único ejemplar durante las dos semanas siguientes con la barrera encendida. Sin embargo, del mismo modo que con los esguines de salmón, en la última semana de estudio con la barrera apagada no se captura ningún ejemplar, por lo que la ausencia de truchas quizá no se deba exclusivamente a la eficacia de la barrera sónica.

Cabe destacar la recaptura de dos ejemplares de trucha durante varios periodos. Las truchas capturadas se marcan mediante elastómeros en el tejido adiposo postocular y liberan aguas abajo del azud de Arriurdineta, con lo que su recaptura en el canal supone que han superado la escala del azud. Una trucha capturada y marcada el primer día de estudio (4 abril), vuelve a ser capturada en el canal al cabo de una semana (11 abril), se libera aguas abajo del azud y es recapturada por segunda vez en el canal al cabo de una semana (18 abril), con lo que supera la escala del azud en dos ocasiones. Sucede lo mismo con otro ejemplar, que es recapturado en el canal el día 11 abril, superando la escala en una ocasión.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el estudio de eficacia del sistema de barrera sónica dependen del diseño del estudio, de la abundancia de la población de esguines aguas arriba de la C.H. de Rentería y del momento álgido o pico de migración de esguines en este punto fluvial.

Por una parte, el corte en el suministro eléctrico en la toma del canal impide mantener en funcionamiento la barrera durante la 2ª semana de estudio, por lo que su puesta en marcha se retrasa a la 3ª y 4ª semana. La presencia de esguines se centra en la 1ª y 2ª semana de estudio, siendo la 1ª semana la de mayor abundancia con un 71 % del total capturado. La escasez de esguines en la 3ª y 4ª semana no parece ser consecuencia de la eficacia de la barrera sónica sino de un descenso natural en la abundancia de esguines en relación con la finalización de la fase de migración en este punto fluvial, muestra de ello la última semana de estudio con la barrera sónica apagada y en la que no se captura ningún ejemplar.

Por otra parte, si se tienen en cuenta también los primeros datos obtenidos a partir del control realizado en el capturadero de esguines (screwtrap) instalado en la toma del canal de la Papelera Guipuzcoana de Zicuñaga S.A. en el ámbito del proyecto BIDUR, último obstáculo del río Urumea en sentido descendente, parece que el pico de migración a la altura de la C.H. de Rentería en 2011 podría ser anterior al pico registrado en Zicuñaga. La distancia entre ambos puntos es de 5,1 km y existen otros 2 obstáculos entre medio. Los esguines capturados en la C.H. de Rentería se marcan y liberan aguas abajo de estos dos obstáculos, unos 2 km aguas arriba de Zicuñaga. En 2011 se liberan 98 esguines en este punto, de los cuales se capturan un total de 11 ejemplares en el capturadero de Zicuñaga y el tiempo transcurrido para realizar este trayecto de tan solo 2 km es de entre 2 y 15 días, con un valor medio de 6 días. Si se tiene en cuenta la distancia existente entre la toma de la C.H. de Rentería y la toma de Zicuñaga y la existencia de otros dos obstáculos en medio, sería razonable pensar que el pico de migración a la altura de la C.H. de Rentería sea anterior. Estudios de supervivencia realizados con esguines de salmón en obstáculos espaciados entre sí a magnitud similar que en el río Urumea (Aarestrup, K. et al. 2003) muestran retrasos en la migración de hasta 9 días.

Además del momento álgido o pico de migración, la presencia de esguines en la toma de la C.H. de Rentería es consecuencia directa de la abundancia poblacional aguas arriba. La mayor parte de los esguines migran con 1 año de edad fluvial, por tanto la población de esguines de los años 2010 y 2011 tiene origen en la población adulta de 2008 y 2009 respectivamente. En estos dos años la población adulta es de las más bajas desde la puesta en marcha de su control en 1993, lo que unido a los problemas de accesibilidad en la cuenca, supone que la población de esguines en ambas campañas haya sido muy baja y el periodo de migración relativamente corto.

En relación con la presencia de trucha en el canal, el número de ejemplares con talla superior a 18 cm y que a priori acceden desde el río Urumea es muy reducido (n=14) y no permite obtener conclusiones en torno al grado de efectividad de la barrera. La presencia de trucha adulta en la toma del canal y la querencia a retornar al mismo punto de captura tras su suelta aguas abajo del azud podría estar en relación con la predación de esguines. Dos de las truchas que son marcadas y liberadas aguas abajo del azud tras su captura superan la escala, una de ellas en dos ocasiones y la otra en una ocasión para volver a la toma del canal mientras la barrera se encuentra apagada. Con la barrera encendida apenas se capturan truchas en la toma, lo cual podría indicar cierto grado de eficacia de la barrera sónica o por otra parte podría estar en relación con la ausencia de esguines o finalización

de la migración, ya que en la última semana de estudio con la barrera apagada no se capturan ni esguines ni truchas adultas en la toma del canal.

En definitiva, los resultados obtenidos no permiten evaluar el grado de eficacia de la barrera sónica en relación con la entrada de esguines al canal de derivación de la C.H. de Rentería S.A., su encendido o puesta en marcha no coincide en el tiempo con el pico de migración de esguines. La reducida población de esguines en 2010 y 2011, el corto periodo de migración en ambas campañas y los contratiempos existentes para la alternancia de los periodos de encendido y apagado no han permitido evaluar su eficacia. En primavera de 2012 se espera que la población de esguines sea relativamente abundante aguas arriba de la C.H.de Rentería, por lo que tras la experiencia acumulada en las anteriores dos campañas, un diseño del estudio más adaptado al periodo de migración podría aportar datos suficientes para evaluar el grado de eficacia de la barrera sónica, así como para avanzar en el conocimiento de la fase de migración, la incidencia de los obstáculos en la misma y mejorar la gestión que hasta la fecha se haya realizado en este ámbito. En este sentido se propone mantener la puesta en marcha del estudio durante la primera semana de abril y una vez se registre una presencia importante de esguines en migración intensificar los periodos de prueba de la barrera a 3-4 días para cada periodo (encendido y apagado) en vez de una semana completa o 7 días, con el objetivo de testar la barrera en sincronía con el pico de migración.

6. BIBLIOGRAFIA

- Aarestrup K., Koed A. 2003. Survival of migrating sea trout (*Salmo trutta*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts negotiating weirs in small Danish rivers. Ecology of Freshwater Fish 2003: 12: 169-176.
- Alnus 2005, SL. Sistemas de Protección Ambiental. Barrera sónica para peces. Dossier informativo.
- Bowen M., Hiebert S., Hueth C., Maisonneuve V. 2009. Effectiveness of a non-physical fish barrier at the divergence of the Old and San Joaquin Rivers (CA). Technical Memorandum 86-68290-11.
- Calles, E.O. & Greenberg, L.A. (2005). Survival and movement of wild brown trout smolts past two power plants. Manuscript.
- Diputacion Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Desarrollo del Medio Rural. Ekolur SLL. Izokina Birsartzerko Plana Gipuzkoan/Plan de Reintroducción del Salmón Atlántico en Gipuzkoa. Año 2009.
- Diputacion Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Desarrollo del Medio Rural. Ekolur SLL. Izokina Birsartzerko Plana Gipuzkoan/Plan de Reintroducción del Salmón Atlántico en Gipuzkoa. Año 2010.
- Larinier, M. (2001) Environmental issues, dams and fish migration. En: Dam, Fish and Fisheries: opportunities, challenges and conflict resolution. FAO Fisheries Technical Papers (419). FAO, pp.
- Ministère de L'Ecologie et du Developpement Durable. Direction des Etudes Economiques et de L'Evaluation Environnementale. Sous-Direction des Politiques Environnementales. Bureau des Ressources et Services Locaux. Petite Hydroelectricite et Environnement. Rapport de groupe de travail.
- Therrien, J, and G. Bourgeois. 2000. Fish Passage at Small Hydro Sites. Report by Genivar. Consulting Group for CANMET Energy Technology Centre, Ottawa, 114 p.

ANEXO I

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1. Azud y toma del canal en margen derecha.



Foto 2. Altavoces de la barrera sónica sumergidos en la toma del canal.



Foto 3. Área de acumulación y captura de esguines tras la toma y barrera sónica, al fondo la rejilla.



Foto 4. Rejilla y aliviadero de fondo.

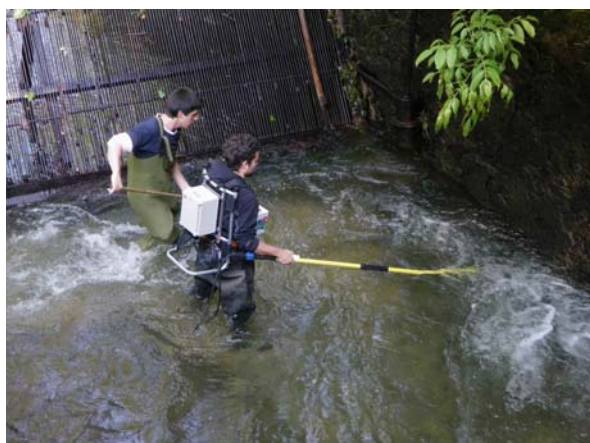


Foto 5. Captura de peces mediante pesca eléctrica



Foto 6. Esguín de salmón, río Urumea.



Foto 7. Esguín de salmón con elastómero rojo en la zona postocular.



Foto 12. Esguín de reo de 23 cm capturado en el canal.

ANEXO II

PECES CAPTURADOS EN LA TOMA DEL CANAL DE LA C.H. DE RENTERIA S.A.

Peces capturados en la toma del canal de derivación de la C.H. de Renteria S.A.					
Fecha	Especie	Talla (mm)	Peso (g)	Destino	Barrera sónica
04/04/2011	Salmón (esguín)	177	52,4	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Salmón (esguín)	145	35,1	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Salmón (esguín)	174	55	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Salmón (esguín)	168	46	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Salmón (esguín)	182	61	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Salmón (esguín)	155	39	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Salmón (esguín)	162	39	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Salmón (esguín)	190	69	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Salmón (esguín)	138	27	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Salmón (esguín)	190	60	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Salmón (esguín)	142	29	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Salmón (esguín)	148	33	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Salmón (esguín)	168	45	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Trucha	255	171	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Trucha	253	238	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Trucha	278	219	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Trucha (Reo)	233	122	Río Urumea	Apagada
04/04/2011	Trucha	197	91	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	129	22	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	141	33	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	129	22	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	130	25	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	150	36	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	136	34	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	183	59	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	147	36	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Trucha	197	93	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	177	53	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	145	32	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	145	32	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Trucha	277	210	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	150	33	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	136	26	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	169	44	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	144	31	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	133	22	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	168	40	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	146	32	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	151	34	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	154	37	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	184	55	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	143	32	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	149	34	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	141	27	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	132	24	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Trucha	140	27	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	161	37	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	136	26	Río Urumea	Apagada

Peces capturados en la toma del canal de derivación de la C.H. de Renteria S.A.					
Fecha	Especie	Talla (mm)	Peso (g)	Destino	Barrera sónica
11/04/2011	Salmón (esguín)	180	51	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	144	30	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	141	27	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	149	35	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	145	32	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	157	43	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Trucha	110	15	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Trucha	148	35	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Trucha	159	46	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	142	30	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	150	32	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	193	59	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	192	64	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	196	65	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	146	31	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	170	46	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	158	37	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	130	23	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Trucha	271	225	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	164	43	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	140	28	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	163	39	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	177	52	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	156	35	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	167	40	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	176	48	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	184	56	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	146	31	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	163	45	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	140	29	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	142	29	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	145	30	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	141	27	Río Urumea	Apagada
11/04/2011	Salmón (esguín)	140	27	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Salmón (esguín)	156	35	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Salmón (esguín)	183	58	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Salmón (esguín)	160	39	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Salmón (esguín)	149	37	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Salmón (esguín)	145	30	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Salmón (esguín)	151	35	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Salmón (esguín)	160	34	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Salmón (esguín)	142	33	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Salmón (esguín)	145	30	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Trucha	277	179	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Salmón (esguín)	148	39	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Trucha	170	50	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Trucha	207	109	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Trucha	200	87	Río Urumea	Apagada

Peces capturados en la toma del canal de derivación de la C.H. de Renteria S.A.					
Fecha	Especie	Talla (mm)	Peso (g)	Destino	Barrera sónica
18/04/2011	Salmón (esguín)	153	36	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Trucha	115	15	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Trucha	220	115	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Trucha	301	272	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Salmón (esguín)	142	25	Río Urumea	Apagada
18/04/2011	Anguila	425		Río Urumea	Apagada
26/04/2011	Salmón (esguín)	178	48	Río Urumea	Encendida
26/04/2011	Salmón (esguín)	142	31	Río Urumea	Encendida
26/04/2011	Salmón (esguín)	145	34	Río Urumea	Encendida
26/04/2011	Salmón (esguín)	149	37	Río Urumea	Encendida
26/04/2011	Trucha	145	37	Río Urumea	Encendida
26/04/2011	Trucha	114	15	Río Urumea	Encendida
26/04/2011	Trucha	95	10	Río Urumea	Encendida
26/04/2011	Trucha	227	144	Río Urumea	Encendida
26/04/2011	Trucha	130	25	Río Urumea	Encendida
26/04/2011	Ezkailu	69	4	Río Urumea	Encendida
26/04/2011	Ezkailu	79	7	Río Urumea	Encendida
02/05/2011	Salmón (esguín)	148	35	Río Urumea	Encendida
02/05/2011	Salmón (esguín)	138	28	Río Urumea	Encendida
02/05/2011	Trucha	142	34	Río Urumea	Encendida
02/05/2011	Trucha	143	32	Río Urumea	Encendida
02/05/2011	Trucha	125	23	Río Urumea	Encendida
02/05/2011	Trucha	118	19	Río Urumea	Encendida
02/05/2011	Trucha	112	16	Río Urumea	Encendida
09/05/2011	Ezkailu	65		Río Urumea	Encendida
09/05/2011	Ezkailu	60		Río Urumea	Encendida
09/05/2011	Ezkailu	63		Río Urumea	Encendida