Seguimiento de la población de salmón y estudio de permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran (cuenca del Oria)

LIFE IREKIBAI (N10/16-SE/N)

Memoria Año 2016

SUMARIO

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES 1

2. OBJETIVO 3

3. ÁREA DE ESTUDIO 4

4. METODOLOGÍA 7

4.1. SEGUIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE SALMÓN EN LA CUENCA DEL ORIA 7

4.2. ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD DEL CORREDOR ORIA-LEITZARAN 9

5. PERIODO DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN 14

6. RESULTADOS 15

6.1. SEGUIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE SALMÓN EN LA CUENCA DEL ORIA 15

6.1.1. Cultivo en piscifactoría y refuerzo de las poblaciones 15

6.1.2. Control de la población juvenil 17

6.1.3. Control de la población adulta 19

6.2. ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD DEL CORREDOR ORIA-LEITZARAN 29

6.2.1. Obstáculos a la migración - permeabilidad 31

6.2.2. Azudes de Abaloz, Bazkardo y Garaikoerrota 33

6.2.3. Migración, retraso y reproducción 43

7. DISCUSION Y CONCLUSIONES 53

8. BIBLIOGRAFIA 57

ANEXO I. Migración de salmones adultos mediante radioseguimiento en el corredor Oria-Leitzaran. Periodo: octubre 2016-enero 2017

ANEXO II. Principales obstáculos, antenas y equipos de detección pasiva instalados en 3 pasos del Oria y Leitzaran

EQUIPO DE TRABAJO

DIRECCIÓN

- IÑIGO MENDIOLA (*DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA, DEPARTAMENTO DE PROMOCION ECONOMICA, MEDIO RURAL Y EQUILIBRIO TERRITORIAL/ GIPUZKOAKO FORU ALDUNDIA, EKONOMIA SUSTAPENEKO, LANDA INGURUNEKO ETA LURRALDE OREKAKO DEPARTAMENTUA*)
- AITOR LEKUONA (*DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA, DEPARTAMENTO DE PROMOCION ECONOMICA, MEDIO RURAL Y EQUILIBRIO TERRITORIAL/ GIPUZKOAKO FORU ALDUNDIA, EKONOMIA SUSTAPENEKO, LANDA INGURUNEKO ETA LURRALDE OREKAKO DEPARTAMENTUA*)

REDACCIÓN

- IKER AZPIROZ (*EKOLUR ASESORÍA AMBIENTAL/INGURUMENA AHOLKULARITZA SLL*)

TRABAJO DE CAMPO

- IKER AZPIROZ (*EKOLUR ASESORÍA AMBIENTAL/INGURUMENA AHOLKULARITZA SLL*)
- MIKEL LIZASO (*EKOLUR ASESORÍA AMBIENTAL/INGURUMENA AHOLKULARITZA SLL*)
- JOSEBA TOBAR (*ARC CONSULTORÍA MEDIOAMBIENTAL*)
- ESTEBA IRIARTE (*GUARDERÍO DE LA DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA*)
- JUAN RAMON GALDEANO (*GUARDERÍO DE LA DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA)*

AGRADECIMIENTOS

A Electra Bravo S.A. y al ayuntamiento de Andoain, que proporcionaron sus instalaciones en los azudes de las centrales hidroeléctricas de Abaloz y Bazkardo los primeros y en el azud de Garaikoerrota los segundos para la instalación y funcionamiento de equipos de detección pasiva. A la Agencia Vasca del Agua-Ur Agentzia, que colaboró con parte de los equipos de detección pasiva instalados.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El salmón atlántico (*Salmo salar*), que fue una especie relativamente frecuente en todos los ríos de la vertiente cantábrica, ha sufrido un declive notable en las cuencas del País Vasco. En Gipuzkoa, en ríos como el Deba y el Leitzaran (cuenca del Oria) esta especie se considera extinguida a partir del siglo XIX, mientras que en otros ríos como el Oria y el Urumea se mantuvo hasta la década de 1940. La única cuenca donde se ha mantenido hasta la actualidad es la del Bidasoa. Las principales causas históricas de este retroceso han sido la sobrepesca, la acumulación de obstáculos que impiden el remonte del río para acceder a zonas claves (como las de reproducción, estabulación, etc.), la alteración del hábitat y una deficiente calidad del agua.

La Diputación Foral de Gipuzkoa realizó un estudio entre los años 1986-88 donde señalaba que la recuperación del salmón en la cuenca del Urumea sería factible si se cumplían las siguientes premisas:

- Mejora de la calidad del agua en el tramo bajo
- Garantía de caudal mínimo de 1.500 l/s en los aprovechamientos hidroeléctricos.
- Construcción de pasos para peces en los azudes existentes.

En 1993 ante la previsión del cumplimiento de dichas premisas la Diputación Foral de Gipuzkoa activó un programa de reintroducción del salmón atlántico en la cuenca del Urumea, el cual se ha mantenido hasta la fecha mediante un intenso e ininterrumpido trabajo de seguimiento y actualización de dicho programa. Los resultados obtenidos hasta la fecha se pueden considerar muy satisfactorios, con un número medio anual de 200 salmones adultos controlados en la estación de captura de Elorrabi (río Urumea) en los últimos 6 años, periodo 2010-2015 (Ekolur-DFG, 2015). Sin embargo, la falta de accesiblidad es en la actualidad el factor limitante en la cuenca, ya que la funcionalidad de la mayor parte de escalas de azudes presentes en el curso principal es deficiente tanto para el salmón como para otras especies de interés como la trucha, reo y anguila, tal y como se concluye en el seguimiento de reproductores de salmón y trucha realizado durante los años 2010 y 2011 en la cuenca del Urumea en el ámbito del proyecto “BIDUR” (Ekolur-DFG-IKT, 2012).

En el caso de la **cuenca del Oria**, la Diputación Foral de Gipuzkoa activó un programa de reintroducción del salmón atlántico en el año 1995. La situación de partida en este caso es diferente, la calidad del agua y del hábitat en el curso bajo del río Oria ha sido una asignatura pendiente hasta la fecha. De esta forma los salmones adultos que remontaban el río Oria y que eran controlados en la estación de captura de Orbeldi (Ursurbil) se trasladaban a la subcuenca del Leitzaran, donde se reproducían con éxito.

Los salmones adultos remontan el río Oria todos los años de forma ininterrumpida, con un total de 721 salmones adultos controlados en la estación de Orbeldi desde el año 1997. En los últimos años la entrada de salmones en la estación de captura ha aumentado, con un promedio de 71 salmones adultos controlados en Orbeldi durante el periodo 2010-2015, alcanzando el registro máximo histórico de 112 salmones controlados en el pasado año 2015 (Ekolur-DFG, 2015).

El aumento de la entrada de salmones en el Oria coincide con la mejora de la calidad del agua constatada en los últimos años en el bajo Oria tras la puesta en marcha de la planta de tratamiento de aguas residuales de Aduna en el año 2012 (Ekolur-DFG, 2015). Por otra parte, las acciones de permeabilización en marcha en la actualidad en la subcuenca del Leitzaran en el ámbito del proyecto LIFE IREKIBAI (demolición de los azudes de Truchas Erreka e Inturia entre otros) suponen un hito en el plan de reintroducción de la especie en la cuenca, ya que permitirán el libre acceso de salmones adultos a este río de forma natural. Se abre por tanto la posibilidad de que los salmones accedan de forma natural aguas arriba en el río Oria, bien al río Leitzaran, principal tributario de la cuenca, como incluso aguas arriba en el río Oria, pudiendo alcanzar tramos medios y otros tributarios a corto plazo. A este respecto, en el año 2008 la Diputación Foral de Gipuzkoa realizó un primer estudio de radioseguimiento de salmones adultos en el bajo Oria, constatando la migración de una hembra hasta el azud infranqueable de La Salvadora a la altura de la localidad de Aduna, límite accesible para el salmón en el eje del Oria (Ekolur-DFG, 2008). Este obstáculo ha sido permeabilizado mediante una demolición parcial del azud en octubre de 2016 por la Agencia Vasca del Agua-Ur Agentzia con el objetivo de favorecer el tránsito de salmónidos e incrementar la seguridad ante las crecidas del Oria.

En relación con las citadas acciones de permeabilización en marcha en la cuenca del Oria (ríos Oria y Leitzaran) en el ámbito del LIFE IREKIBAI, resulta necesario por una parte realizar el seguimiento de la población de salmón en esta cuenca y por otra, estudiar de forma específica la migración de salmones adultos a lo largo del corredor río Oria-Leitzaran, tramo de especial interés conector, definido en su día como Corredor Principal de Especies Migratorias (CPEM) Oria-Leitzaran (DFG-Ekolur-Ikaur, 2006), clave para la viabilidad presente y futura de esta especie en la cuenca. Este seguimiento se incluye en la acción "*D9-Seguimiento del salmón"* del proyecto LIFE IREKIBAI. En el presente informe se incluyen los resultados obtenidos en dicho seguimiento en el año 2016.

2. OBJETIVO

La acción "*D9-Seguimiento del salmón*" del LIFE IREKIBAI contempla los siguientes objetivos:

- **Seguimiento de la población de salmón en la cuenca del Oria (ríos Oria y Leitzaran):**
  - ✓ Tamaño y características de la población de adultos
  - ✓ Tamaño y características de la población juvenil
  - ✓ Cultivo artificial y repoblaciones

- **Estudio de la permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran:**
  - ✓ Seguimiento de la migración de salmones adultos mediante telemetría (radioseguimiento y detección pasiva)
  - ✓ Evaluación de la eficacia de dispositivos de paso para peces localizados en el tramo de estudio y efecto de las acciones de demolición
  - ✓ Conocer la supervivencia y los ritmos migratorios en periodo prereproductor.
  - ✓ Conocer el uso del hábitat (pozos de acogida y obstáculos) en periodo prereproductor y reproductor (áreas de freza).
  - ✓ Identificar los principales obstáculos o puntos negros a la migración de salmones adultos en el área de estudio y realizar propuestas de mejora.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El ámbito de estudio se corresponde con la cuenca del Oria, aunque se centra principalmente en el corredor Oria-Leitzaran, que uniría el tramo bajo del río Oria y el río Leitzaran, tributario de mayor entidad de la cuenca con una longitud de 44 km, de los cuales 31 km se sitúan en la provincia de Gipuzkoa y los restantes 13 km corresponden a la Comunidad Foral de Navarra. La cuenca del Oria tiene una superficie de 882 km^2, el curso principal o río Oria tiene una longitud total de 77 km y una longitud de 24 km desde la desembocadura al mar hasta la confluencia con el río Leitzaran, por lo que el corredor Oria-Leitzaran comprende unos 68 km de longitud.

En el corredor migratorio Oria-Leitzaran se localizan un total de 14 obstáculos (Figura 1; Tabla 1). Cinco de estos obstáculos se sitúan en el río Oria: el primero se corresponde con la estación de captura de Orbeldi, una estación de aforo y 3 azudes provistos de paso para peces (Brunet, CH Abaloz y CH Bazkardo). Los restantes 9 obstáculos se localizan en el río Leitzaran: 7 azudes provistos de paso para peces y dos estaciones de aforo. En el río Oria, aguas arriba de la confluencia con el Leitzaran, se localizan otros 2 principales obstáculos, el azud de La Salvadora, parcialmente demolido en octubre de 2016 y el azud de la CH Irura.

En el caso del río Leitzaran, 5 dispositivos de paso para peces correspondientes a 5 azudes, son objeto de seguimiento en el LIFE IREKIBAI (Acción D10), las dos estaciones de aforo no representan a priori un problema a la migración (DFG & EKOLUR, 2009) y el azud de Garaikoerrota, localizado a 500 m de la desembocadura, cuentan con un dispositivo de paso (canal lateral) de eficacia comprobada (DFG & EKOLUR, 2008).

En el caso del río Oria, se desconoce la funcionalidad de los pasos de los azudes de la CH Abaloz, CH Bazkardo y CH Irura, mientras que la estación de captura de Orbeldi, la estación de aforo de Lasarte, el azud de Brunet y el recientemente permeabilizado azud de La Salvadora son a priori permeables.

Tabla 1. Obstáculos incluidos en el área de estudio en sentido ascendente desde la desembocadura del río Oria en el mar.

Obstáculo	Río	Código Seguimiento	Altura	Distancia al mar	Dispositivo de franqueo	Franqueabilidad
Azud de Orbeldi	Oria	ORI-1	2,9 m	14,1 km	Artesas sucesivas (estación de captura)	Buena
Estación de aforo de Lasarte	Oria		0,6 m	19,4 km	NO/Adaptado	Buena
Azud de Brunet	Oria	ORI-2	2,3 m	19,7 km	Antediques	Buena
Azud de C.H. Abaloz	Oria	ORI-3	2,5 m	21,5 km	Artesas sucesivas	Desconocida
Azud de C.H. Bazkardo	Oria	ORI-4	2,5 m	22,6 km	Artesas sucesivas	Desconocida
Azud de C.H. La Salvadora[1]	Oria	ORI-5	3,5 m	27,5 km	----	Buena
Azud de C.H. Irura	Oria	ORI-6	1,8 m	32,4 km	Artesas sucesivas	Desconocida
Azud Garaikoerrota	Leitzaran	LEI-1	5,0 m	24,4 km	Canal lateral	Buena
Estación de aforo Leitzaran	Leitzaran		0,9 m	25,6 km	NO/Adaptado	Buena
C.H.Olaberri (Laborde)	Leitzaran	LEI-2	5,5 m	27,8 km	Artesas sucesivas	Desconocida
C.H. Bertxin	Leitzaran		5,8 m	31,5 km	Artesas sucesivas	Desconocida
C.H. Olloki[2]	Leitzaran		7,0 m	36,4 km	Artesas sucesivas	Desconocida
C.H. Leitzaran (Iberdrola)	Leitzaran		2,0 m	43,9 km	Artesas sucesivas	Desconocida
Estación Aforo C.H. Ameraun	Leitzaran		0,9 m	48,6 km	NO	Desconocida
C.H. Ameraun	Leitzaran		3,8 m	48,7 km	Artesas sucesivas	Desconocida
C.H. Plazaola Nº 1	Leitzaran		3,1 m	53,1 km	Artesas sucesivas	Desconocida

[1]Parcialmente demolido; [2]Demolición prevista

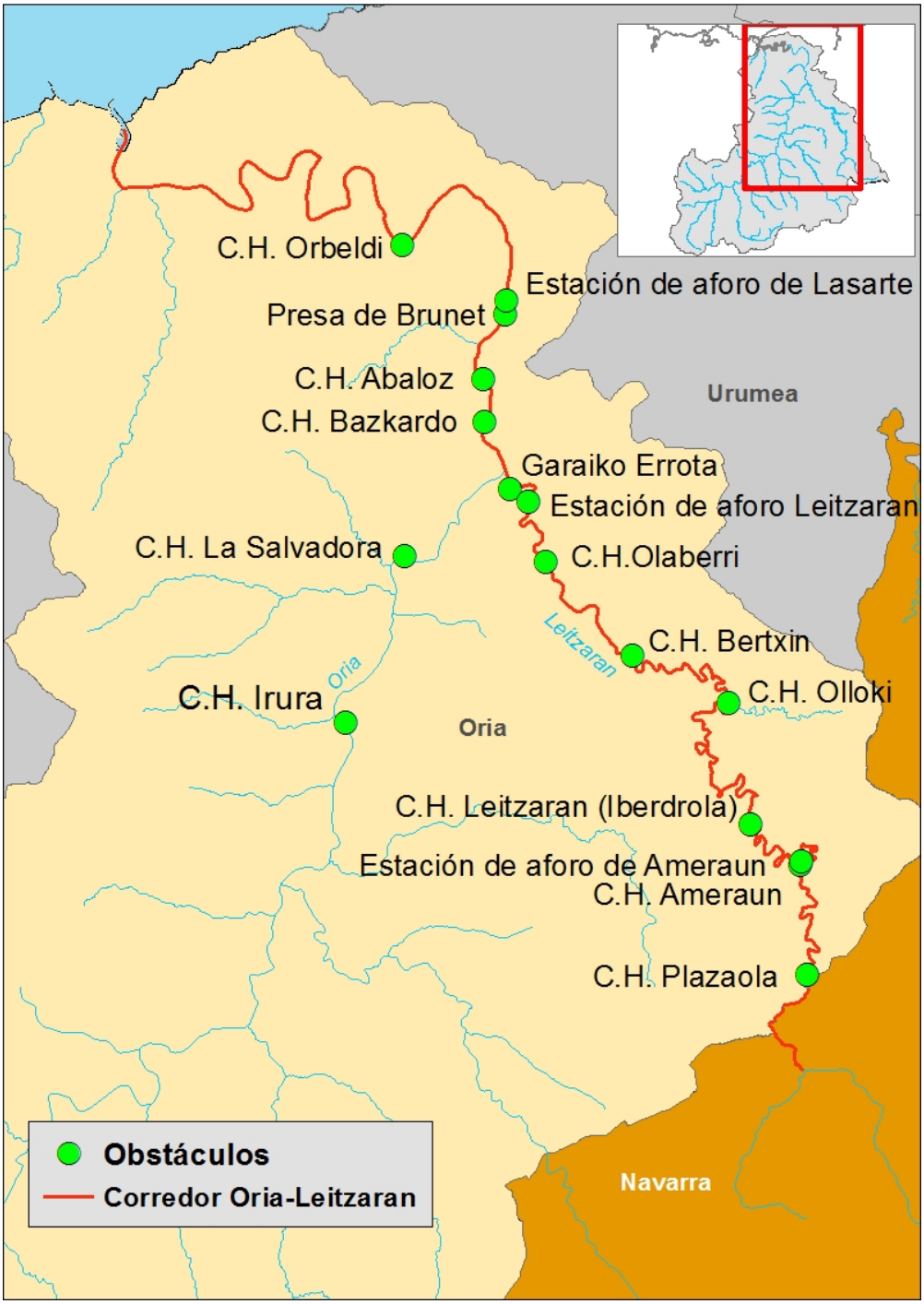


Figura 1. Obstáculos incluidos en el área de estudio, río Leitzaran y cuenca del Oria.

4. METODOLOGÍA

A continuación, se incluye la metodología empleada en el desarrollo de los dos principales trabajos realizados en 2016, el del *Seguimiento de la población de salmón en la cuenca del Oria* y el del *Estudio de la permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran*.

4.1. SEGUIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE SALMÓN EN LA CUENCA DEL ORIA

El seguimiento de la población de salmón en la cuenca del Oria incluye principales apartados:

4.1.1. Cultivo en piscifactoría y refuerzo de las poblaciones

En el año 2016 se cultivan sendas líneas nacidas de los diversos desoves efectuados entre finales del 2015 y principios del 2016 en la piscifactoría de Irun, propiedad de la Diptuación Foral de Gipuzkoa. Los reproductores utilizados (machos y hembras) tienen origen en los ríos Oria y Urumea. Los ejemplares obtenidos en esta generación se mantendrán en la piscifactoría hasta su suelta en fase alevín en el mes de mayo y en fase de pinto durante el mes de octubre del año 2016 en varios puntos de los ríos Oria y Leitzaran.

El protocolo de cultivo es básicamente el siguiente:

- El desove artificial se realiza cuando la hembra está madura mediante un procedimiento protocolizado.
- Los huevos embrionados se mantienen dentro de bastidores en el interior de piletas rectangulares de poliéster de dimensiones 6 x 0,6 m hasta su eclosión (entre los meses de enero y febrero).
- Tras la eclosión, los alevines vesiculados se mantienen en las piletas hasta la reabsorción total de la vesícula vitelina y el aprendizaje de la alimentación (mes de abril – mayo en función del lote).
- En este momento se transfieren a estanques semicirculares tipo “sueco”, de 4 m2, donde se mantienen hasta el final del cultivo. Se emplean los estanques “mejorados”, con el fondo pintado en mosaico, alimentación de agua tangencial por tubo perforado y distribución automática de comida con relojes de 24h.

Durante los meses de mayo y octubre se realizan las sueltas de salmón en fase alevín y pinto en varios puntos de los ríos Oria y Leitzaran. Estos ejemplares se marcan mediante ablación de aleta adiposa, lo cual permitirán su posterior identificación de grupo o cohorte en el caso de que retornen al río ya en fase adulta.

4.1.2. Control de la población juvenil

Con el objetivo de estimar el éxito reproductor y la abundancia y distribución de la población de salmón juvenil, se realizan muestreos o inventarios de pesca eléctrica en la subcuenca del Leitzaran, mediante el método de capturas sucesivas sin reposición (Seber & Le Cren, 1967). Se han realizado inventarios en un total de 5 estaciones de muestreo en la subcuenca del Leitzaran, 4 estaciones localizadas en el río Leitzaran (Ausinegi, Lizarraundi, Aparrain, Ameraun) y una en la regata Ubane, principal afluente del curso bajo del Leitzaran.

De forma paralela a la realización de la pesca eléctrica, se dispone un pequeño laboratorio de campo en el que se contabilizan los ejemplares capturados, se toman datos biométricos (longitud furcal en mm, peso en g), se identifica el origen (salvaje o repoblación) en base a la ablación de adiposa o no y se toman muestras de escamas para determinar la edad fluvial de los juveniles. Para cada una de las estaciones de muestreos se calculan los siguientes parámetros:

- Densidad más probable y límites de confianza (α= 0.05), referida a Hectárea
- Biomasa más probable y límites de confianza (α= 0.05), referida a Hectárea
- Longitud media en mm y peso individual medio en g
- Coeficiente de condición medio

4.1.3. Control de la población adulta

Para el control de la población adulta se cuenta con los datos de la población de salmones adultos obtenidos en la estación de captura de Orbeldi en el río Oria por parte del guarderío de la Diputación Foral de Gipuzkoa. A cada ejemplar se le toman los siguientes datos:

- Longitud furcal en cm
- Peso en Kg.
- Sexo de visu
- Marcas
- Estado sanitario

Como norma general se toman muestras de escamas a todos los individuos, con el fin de conocer la edad de mar y la edad fluvial. En el año 2016, a excepción de los ejemplares seleccionados para reproducción artificial y trasladados a la piscifactoría de Irun, los individuos controlados entre los meses de abril y julio son trasladados al río Leitzaran, mientras que los ejemplares controlados entre los meses de octubre y diciembre se marcan y liberan en el mismo río Oria para realizar el estudio de permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran mediante telemetría (radioseguimiento y detección pasiva).

4.2. ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD DEL CORREDOR ORIA-LEITZARAN

El estudio de la permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran se basa en el seguimiento de salmones adultos mediante técnicas de telemetría. Se utilizan dos técnicas de telemetría, por una parte, se realiza el radioseguimiento de salmones adultos, lo que permite un seguimiento constante e individual de cada uno de los ejemplares marcados y por otra parte se marcan, tanto los ejemplares seleccionados para radioseguimiento como otra fracción adicional, con marcas tipo pit (passive integrated transponder).

La instalación de equipos de detección pasiva de marcas pit en dispositivos de paso (escalas) de obstáculos clave del área de estudio permite detectar el momento de paso exacto de cada salmón marcado con este tipo de marca, es decir, funcionan como un contador de peces que se sitúa en un determinado paso de peces u obstáculo de especial interés. Asimismo, la utilización simultánea de ambas técnicas (radioseguimiento y detección pasiva de marcas pit) permite la validación de cada uno de los métodos: La localización mediante radioseguimiento de determinado ejemplar aguas arriba de un obstáculo equipado con contador de peces permite validar el funcionamiento de este contador, correcto funcionamiento si detecta la marca de dicho ejemplar a su paso por la escala y deficiente si no lo detecta y viceversa.

Se cuenta con un total de 3 equipos de detección pasiva con 2 antenas para seguimiento mediante telemetría. Con el objetivo de optimizar recursos y obtener el máximo de información posible, se emplea la siguiente metodología de trabajo y distribución de equipos de detección a lo largo del área de estudio, principales áreas de interés y obstáculos estratégicos:

4.2.1. Captura y Marcaje

Aprovechando el control que realiza el guarderío de la Diputación Foral de Gipuzkoa en la estación de captura de Orbeldi, se realiza el marcaje de salmones adultos.

Protocolo de Marcaje

Los salmones que se introducen en la escala del azud de Orbeldi (estación de captura) se capturan y son anestesiados en una solución con aceite de clavo 0,3 ml/10 l de agua (Bau et al., 2007). Se anotan los datos biométricos (talla, peso), origen (salvaje, repoblación), se toman muestras de escamas para determinación de edad fluvial y marina y se procede a la inserción de un radiotransmisor y/o de una marca pit. El radiotransmisor se introduce en la cavidad gástrica a través de la boca empujándolo suavemente mediante un tubo de plástico (Croze, O. 2005, Rivinoja P. 2005), mientras que la marca pit requiere de una breve intervención quirúrgica: se realiza una pequeña incisión (4-5 mm) en la zona

parte ventral, unos 3 cm anteriores a la aleta pelviana, por donde se introduce la marca pit de forma subcutánea en la musculatura ventral (Calles et al. 2005, Tetard et al. 2013) Los salmones marcados se recuperan en una cisterna y se liberan una vez recuperan el equilibrio y la movilidad.

4.2.2. Radioseguimiento y marcas para seguimiento

Los salmones marcados se liberan unos 900 m aguas arriba de Orbeldi, hacia el final del embalsamiento del azud o estación de captura de Orbeldi, a la altura del puente de Zubieta, tras lo cual se procede al radioseguimiento manual de estos ejemplares. La localización de los salmones radiomarcados se realiza con una periodicidad diaria salvo fines de semana y festivos y se realiza mediante un receptor (R2000 Receiverc ATS Inc.; 142.000-143.999 MHz) y antena (3 Element Yagi; 141.000-145.000 MHz) portátiles. El seguimiento manual de los ejemplares marcados se realiza mediante transectos longitudinales paralelos al río. Cada localización se anota en cartografía 1:5000, se anota la fecha, hora, lugar y el pk del punto de localización para posterior cálculo de distancias recorridas en periodo de migración. Cada radiotransmisor emite a una frecuencia distinta, por lo que el seguimiento, localización y detección es totalmente individual.

Los **radiotransmisore**s utilizados son intraesofágicos (Figura 2; modelo F1840 ATS Inc.; 142.000-143.999 MHz; longitud: 52 mm, diámetro: 17 mm, peso: 20 g). Este tipo de radiotransmisores intraesofágicos se utilizan de forma habitual en estudios similares, no requieren de intervención quirúrgica y se consideran adecuados para el seguimiento de la migración ascendente de salmones adultos (Croze O. 2005; Rivinoja P. 2005). Los transmisores tienen una opción de “mortalidad”, si el emisor permanece totalmente inmóvil durante un mínimo de 8 horas, cambia el ritmo de emisión de la señal al doble de pulsaciones, que inicialmente es de 40 pulsaciones por minuto (ppm). Esta opción permite recuperar el radiotransmisor en caso de regurgitación o el cadáver en caso de mortalidad.

Para la detección pasiva de peces marcados se utilizan **marcas pit** (passive integrated transponder) de **23 mm de longitud** (Figura 2; Texas Instrument, RI-TRP-RR3P). Cada marca pit contiene un código alfanumérico único de 16 dígitos que permite la identificación individual de los peces marcados. Los radiotransmisores y marcas pit utilizadas no superan el 2,5 % del peso de los salmones marcados, ratio por encima del cual puede verse afectada la capacidad natatoria o flotabilidad de ciertas especies (Baras & Lagardere, 1995).

4.2.3. Equipos de detección pasiva

Los equipos de detección pasiva cumplen la función de un contador o detector de peces. Una de las antenas se instala a la entrada y otra a la salida del paso o escala para peces (Figura 3), de forma que registra el paso de cualquier pez a través de cualquiera de las 2 antenas y en cualquier dirección. El equipo cuenta con una unidad central o CPU que guarda y almacena todas las detecciones registradas (Figura 4). La información que contiene cada registro incluye la antena que ha realizado la detección (numerada), el código de la marca pit (16 dígitos), fecha de detección (día/mes/año) y tiempo instantáneo de detección (hora:minuto:segundo). Se considera que un pez supera la escala cuando se registran 2 detecciones consecutivas, una primera a la entrada de la escala y otra segunda a la salida de la escala. Estas detecciones permiten conocer el tiempo exacto empleado en superar la escala, si ha necesitado de varios intentos para superarlo (si el número de detecciones a la entrada es elevado en un periodo reducido de tiempo) o si lo intenta y no logra superarlo en base a la abundancia y frecuencia de detecciones en la antena de entrada.

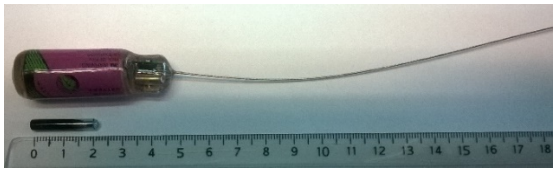


Figura 2. Radiotransmisores para salmón (arriba) y marca pit de 23 mm (abajo).

Figura 4. Equipo de detección pasiva de marcas pit (CIPAM).

Figura 3. Antena instalada en la escala de la CH Abaloz (río Oria).

4.2.4. Distribución de equipos y seguimiento

Además del radioseguimiento manual descrito anteriormente, se realiza la siguiente distribución de equipos de detección pasiva en el área de estudio (Figura 5):

- **2 equipos de detección pasiva con 2 antenas** en los pasos de los **azudes de CH Abaloz y CH Bazkardo en el río Oria.** Se consideran ambos puntos estratégicos y críticos para la migración de remonte y para la conexión del río Oria con el río Leitzaran.

- **1 equipo de detección pasiva con 1 antena** en el paso (canal lateral) del **azud de Garaikoerrota** en el río Leitzaran. Se sitúa a pocos metros de la desembocadura del Leitzaran, por lo que servirá para conocer si los salmones marcados acceden a él. En este caso no se considera necesario instalar dos antenas, ya que el objetivo principal es el de detectar el paso o acceso de salmones al río Leitzaran.

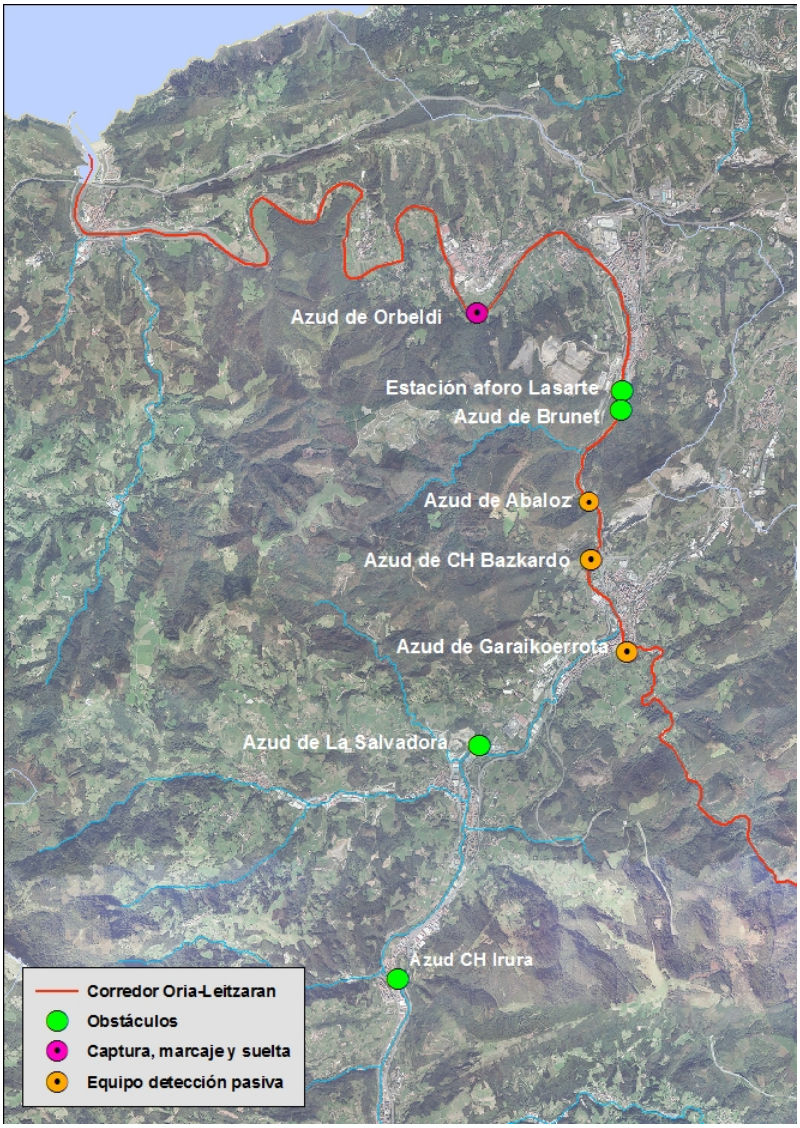


Figura 5. Distribución de equipos para seguimiento en el área de estudio

Con objeto de proteger las antenas instaladas y material asociado y evitar daños en crecidas, durante las cuales los pasos o escalas de los azudes de Abaloz y Bertxin pueden llegar incluso a quedar sumergidas, la antena de detección de entrada (antena 1) se instaló en la escotadura entre la sexta y la séptima artesa en el caso de la escala de Abaloz y entre la tercera y cuarta artesa en el caso de la escala de Bazkardo. Por tanto, el tiempo transcurrido para superar la escala (tiempo entre dos detecciones consecutivas entre las antenas 1 y 2) para cada ejemplar corresponde a la superación de un total de 5 artesas de las 11 con las que cuenta la escala en el caso de Abaloz, y a un total de 6 artesas de las 9 con las que cuenta la escala del azud de Bazkardo. Asimismo, el tiempo transcurrido para superar la escala corresponde a un desnivel algo inferior en cada paso, de 1,56 m en el paso de Abaloz y de 1,67 m en el paso de Bazkardo. En el caso de Abaloz, las primeras 3 artesas se encuentran en la misma cota inicial y no tienen desnivel alguno. En el Anexo II se incluye un reportaje fotográfico con imágenes de detalle de los pasos, instalación de antenas y equipos de detección, etc.

5. PERIODO DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

El apartado correspondiente al ***Seguimiento de la población de salmón en la cuenca del Oria*** cubre prácticamente todo el año, aunque los distintos trabajos que lo contemplan se realizan durante los siguientes periodos:

- ✓ Cultivo en piscifactoría y refuerzo de las poblaciones: de enero a octubre de 2016
- ✓ Control de la población de adultos: de marzo a diciembre de 2016
- ✓ Control de la población juvenil: septiembre de 2016

En lo que al ***Estudio de la permeabilidad del Corredor Oria-Leitzaran*** hace referencia, los trabajos realizados tienen la siguiente distribución temporal:

- ✓ Instalación y puesta en marcha de equipos de detección pasiva en los azudes de Abaloz, Bazkardo y Garaikoerrota: septiembre y octubre de 2016.
- ✓ Marcaje de salmones y truchas adultas en la estación de captura de Orbeldi (río Oria): octubre-diciembre 2016.
- ✓ Radioseguimiento: 28 octubre de 2016 a 23 de enero de 2017.

6. RESULTADOS

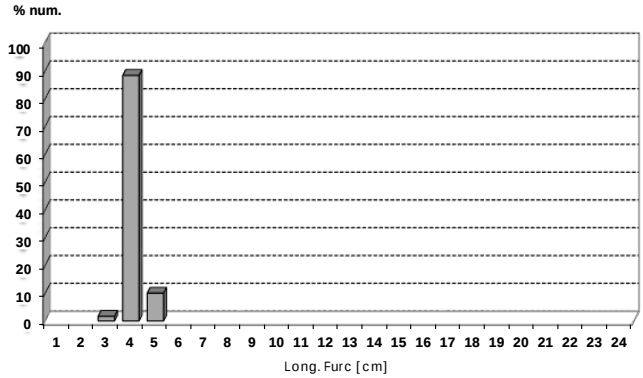
6.1. SEGUIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE SALMÓN EN LA CUENCA DEL ORIA

6.1.1. Cultivo en piscifactoría y refuerzo de las poblaciones

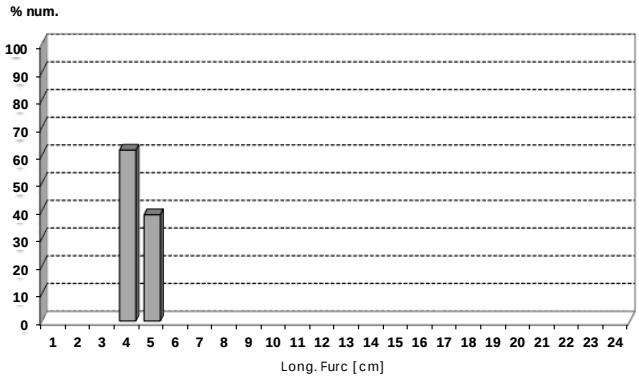
En la campaña de 2016 se cultivan únicamente alevines de salmón desovados en el invierno de 2015-2016, con origen en reproductores capturados en la estación de captura de Orbeldi (río Oria) Y Elorrabi (río Urumea) en los años 2014 y 2015. Las características biométricas de estos alevines se incluyen en la tabla siguiente, según los datos obtenidos a partir de los 5 controles biométricos realizados durante los meses de mayo, junio y septiembre de 2015 (Tabla 2; Figura 6).

Tabla 2. Características biométricas de alevines y pintos de salmón atlántico (Salmo salar) cultivados en la piscifactoría de Irun–Meaka; Lfmedia: longitud furcal media en mm; Pmedio: peso individual medio en g; D.T.: desviación típica; K: coeficiente de condición.

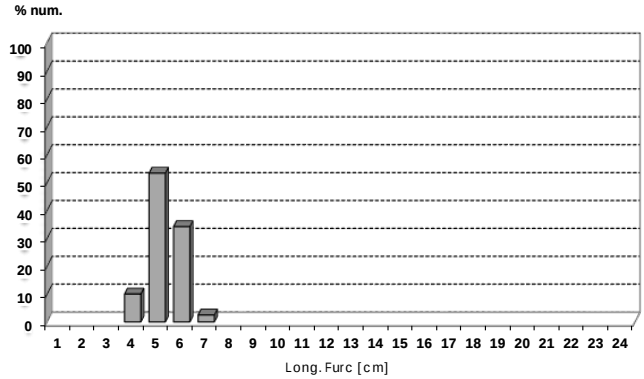
Línea de Cultivo	Fecha Control	Lfmedia [mm] ± D.T. (rango)	Pmedio [g] ± D.T. (rango)	K	Nº Total	Peso Total [kg]
2016	19-05-16	46,0 ± 3 (38 - 55)	1,1 ± 0,2 (0,6 - 1,9)	1,164	1.772	2,0
2016	26-05-16	48,4 ± 3,6 (40,0 - 56)	1,3 ± 0,3 (0,7 - 2)	1,179	6.781	9,1
2016	15-06-16	56,8 ± 6,4 (44,0 - 73)	2,1 ± 0,8 (1 - 4,7)	1,167	9.523	20,3
2016	28-06-16	56,5 ± 7,3 (43,0 – 73,0)	2,2 ± 0,9 (0,8 - 4,8)	1,191	9.820	21,1
2016	13-07-16	63,1 ± 8,8 (46,0 – 83,0)	3,2 ± 1,4 (1,1 - 7,7)	1,267	9.574	30,4
2016	02-09-16	86,6 ± 16,7 (47 - 122)	8,8 ± 4,7 (1,3 - 23,5)	1,354	6.525	57,3
2016	10-10-16	97,8 ± 19,9 (52 - 140)	13,5 ± 7,3 (2,1 - 35,2)	1,439	9.864	133,0



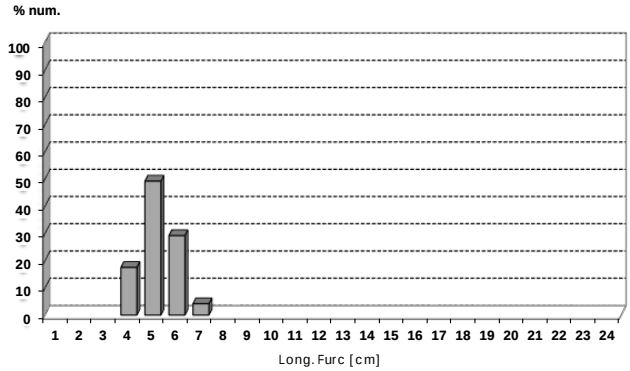
Fecha control: 19/05/2016



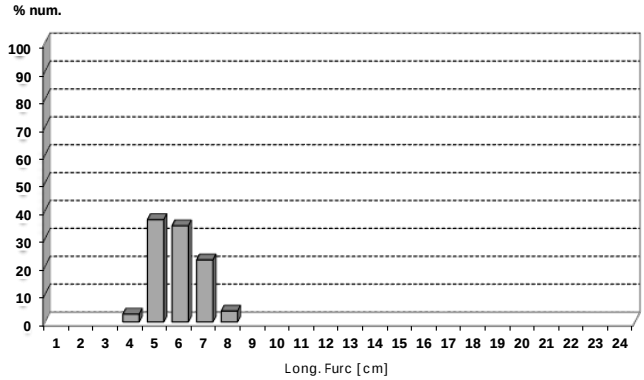
Fecha control: 20/05/2016



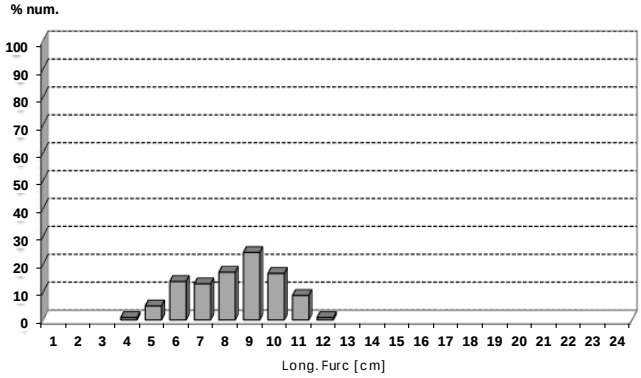
Fecha control: 15/06/2016



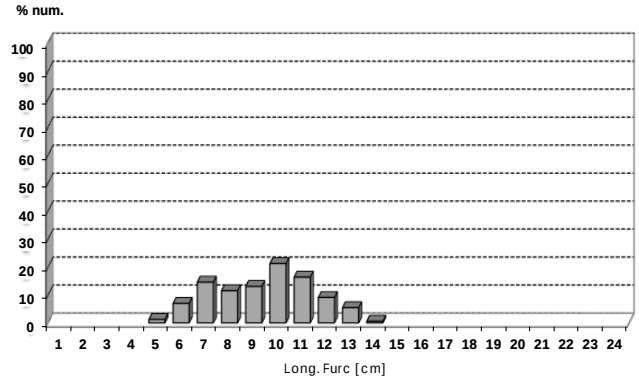
Fecha control: 28/06/2016



Fecha control: 13/07/2016



Fecha control: 02/09/2016



Fecha control: 10/10/2016

Figura 6. Distribución de frecuencias de clases de talla de alevines de salmón en los controles biométricos realizados durante los meses de mayo, junio, julio, septiembre y octubre de 2016. Cultivo Irún, origen Oria/Urumea 2016.

Se cultivan un total de 53.859 alevines y pintos de salmón en la piscifactoría de Irun en 2016, de los cuales se destinan un total de 11.636 ejemplares para ser repoblados en la cuenca del Oria, en los ríos Oria y Leitzaran, marcados todos ellos con ablación de aleta adiposa. En el año 2016 se realizan las siguientes repoblaciones en la cuenca del Oria:

Tabla 3. Repoblaciones en fase alevín en la cuenca del Oria, año 2016.

Fecha	Lugar	Río	Fase	Número	Marca	Cultivo Origen
21/05/2016	Tolosa	Oria	Alevín 0+	1.772	Abl. de adiposa	Urumea/Oria 2016
11/10/2016	Ubane	Ubane (Leitzaran)	Pinto 0+	4.010	Abl. de adiposa	Urumea/Oria 2016
11/10/2016	Inturia-Osinegi	Leitzaran	Pinto 0+	5.854	Abl. de adiposa	Urumea/Oria 2016

6.1.2. Control de la población juvenil

En los muestreos de pesca eléctrica realizados en septiembre de 2016 en la subcuenca del Leitzaran, la población juvenil de salmón atlántico aparece en un total de 5 estaciones. Cuatro de las estaciones se sitúan en el río Leitzaran y la población juvenil es en su totalidad de origen salvaje, tiene origen en reproductores de salmón liberados en este río en el año 2015. Una de las estaciones se corresponde con la regata Ubaran, principal afluente del río Leitzaran en el curso bajo y en este caso los ejemplares capturados tienen origen en repoblaciones realizadas en fase alevín en 2015.

Tabla 4. Localización, abundancia, biomasa y estructura de la población de salmón juvenil en el río Leitzaran (cuenca del Oria), año 2016.

Estación	Río	Cuenca	Densidad (N/ha)	Biomasa (kg/ha)	Rango long. (cm)	Densidad/edad (n/ha)		
						0+	1+	2+
Lizarraundi	Leitzaran	Oria	93	2,0	8-20	79,7	6,9	6,9
Ausinegi	Leitzaran	Oria	50	1,3	10-17	37,8	12,6	0,0
Ubaran	Leitzaran	Oria	255	8,3	8-15	28,3	226,4	0,0
Ameraun	Leitzaran	Oria	417	6,1	7-19	377,3	39,3	0,0
Aparrain	Leitzaran	Oria	605	2,9	7-18	569,5	35,0	0,0

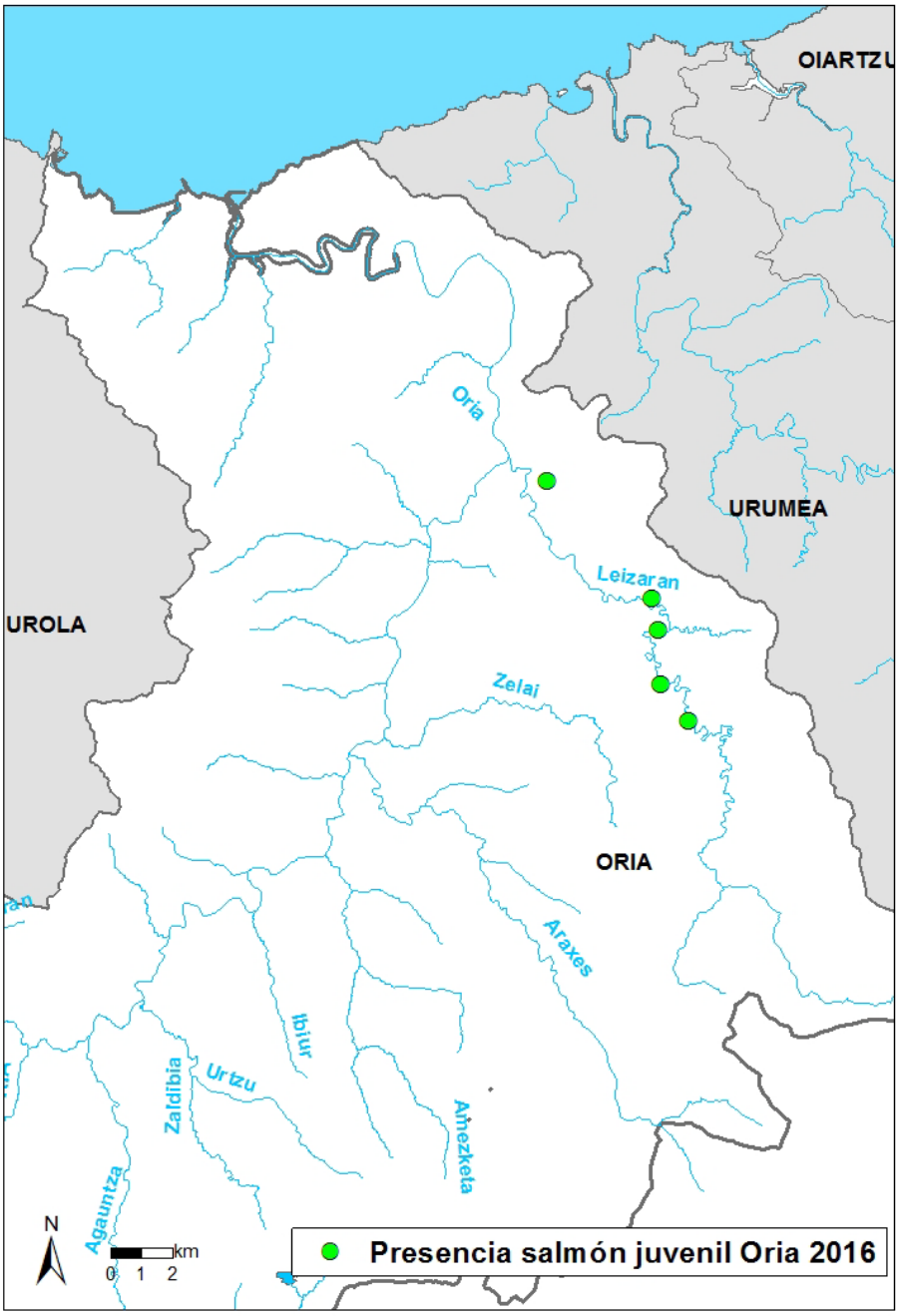


Figura 7. Distribución de la población de salmón juvenil en el río Leitzaran (cuenca del Oria) en 2016.

6.1.3. Control de la población adulta

6.1.3.1. Características generales

En la campaña de 2016 se capturan un total de 29 salmones adultos en la trampa de Orbeldi, de los cuales 16 ejemplares (55%) son salmones añales (1.I.M.) y la mayoría, el 45% (n=13) son ejemplares de dos inviernos de mar (2 I.M.).

La longitud furcal media de los salmones de 1 I.M. es de 58,4 cm, con un rango de entre 54 y 68 cm y el peso medio es de 1'7 Kg, con una variación entre 1'1 y 2'4 Kg. El coeficiente de condición medio es de 0,868.

La longitud furcal media de los salmones multiinvierno, todos ellos de 2 inviernos de mar, es de 79,3 cm, con un rango de entre 75 y 88 cm y el peso medio es de 4,6 Kg de peso, con un rango de entre 3,5 y 6,6 kg. El valor medio para el parámetro K es de 0,922.

Para el total de la población, la longitud furcal media es de 67,7 cm, el peso medio es de 3,0 Kg y el valor medio del coeficiente de condición es de 0,893 Se incluye la distribución de tallas de la población (Figura 8) así como la evolución del factor de condición (K) según avanza la temporada (Figura 9), que es progresivamente inferior. El valor de K se reduce en torno a un 26% para cuando llega el periodo reproductor (de abril a diciembre) debido a una notable pérdida de peso y la correlación entre la condición (K) y el día de control en Orbeldi cumple la siguiente ecuación K=-0,0012*DIA+1,1837; r2=-0,620; p<0,001.

La determinación del sexo se realiza de visu y es válida únicamente a partir del periodo prereproductor, cuando se hace patente el dimorfismo sexual que desarrollan los adultos reproductores. Se ha identificado el sexo de tan sólo 15 de los 29 salmones controlados, que corresponden a 9 machos y 6 hembras.

Tabla 5. Características Biométricas de la población de salmones adultos capturados en Orbeldi (río Oria) durante la campaña de 2016. Lf: longitud furcal; P: peso individual; K: coeficiente de condición; D.T.: desviación típica. I.M.: invierno de mar.

Edad de mar	Sexo	N	Lfmedia [cm] ± D.T. (rango)	Pmedio [kg] ± D.T. (rango)	K ± D.T. (rango)
1 I.M.	M	6	60,8 ± 6 (54,5 - 68)	1,7 ± 0,5 (1,1 - 2,4)	0,739 ± 0,078 (0,616 - 0,855)
	H	1	57 ± 0 (57 - 57)	1,6 ± 0 (1,6 - 1,6)	0,853 ± 0 (0,853 - 0,853)
	X	9	56,9 ± 2 (54 - 60)	1,8 ± 0,2 (1,6 - 2,1)	0,957 ± 0,057 (0,842 - 1,042)
	Total	**16**	**58,4 ± 4,2 (54 - 68)**	**1,7 ± 0,3 (1,1 - 2,4)**	**0,868 ± 0,123 (0,616 - 1,042)**
2 I.M.	M	3	79 ± 4 (76 - 83,5)	4,1 ± 0,5 (3,6 - 4,5)	0,825 ± 0,054 (0,78 - 0,885)
	H	5	77,6 ± 1,9 (75 - 79)	4 ± 0,4 (3,5 - 4,5)	0,856 ± 0,067 (0,779 - 0,913)
	X	5	81,1 ± 4,6 (76 - 88)	5,6 ± 0,9 (4,1 - 6,6)	1,046 ± 0,094 (0,934 - 1,146)
	Total	**13**	**79,3 ± 3,7 (75 - 88)**	**4,6 ± 1 (3,5 - 6,6)**	**0,922 ± 0,124 (0,779 - 1,146)**
Pobl. Total	M	9	66,8 ± 10,5 (54,5 - 83,5)	2,5 ± 1,3 (1,1 - 4,5)	0,768 ± 0,08 (0,616 - 0,885)
	H	6	74,2 ± 8,6 (57 - 79)	3,6 ± 1,1 (1,6 - 4,5)	0,856 ± 0,06 (0,779 - 0,913)
	X	14	65,6 ± 12,4 (54 - 88)	3,1 ± 2 (1,6 - 6,6)	0,989 ± 0,082 (0,842 - 1,146)
	Total	**29**	**67,7 ± 11,3 (54 - 88)**	**3,0 ± 1,6 (1,1 - 6,6)**	**0,893 ± 0,125 (0,616 - 1,146)**

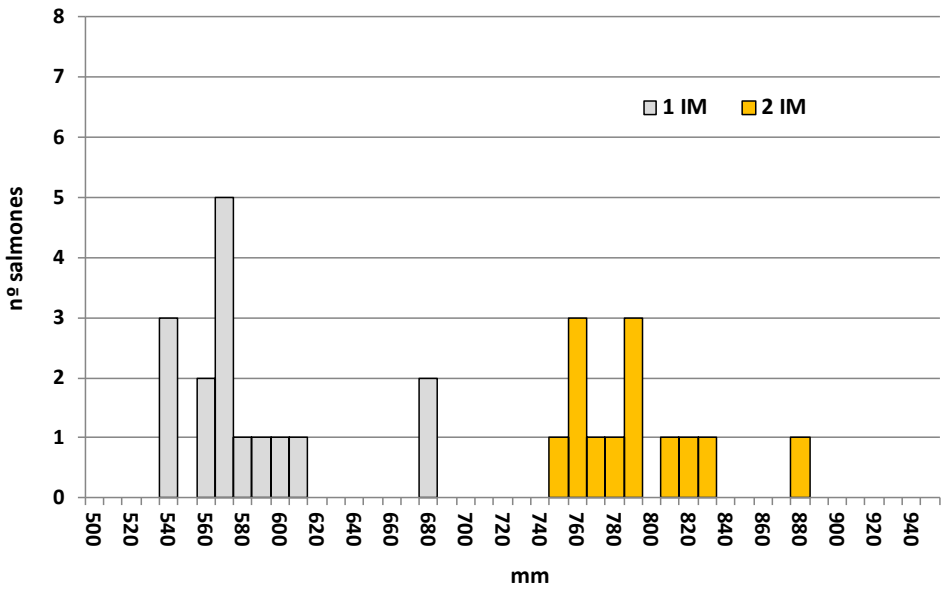


Figura 8. Distribución de tallas de los salmones controlados en Orbeldi (Oria) en 2016 por edades de mar. I.M.: invierno de mar.

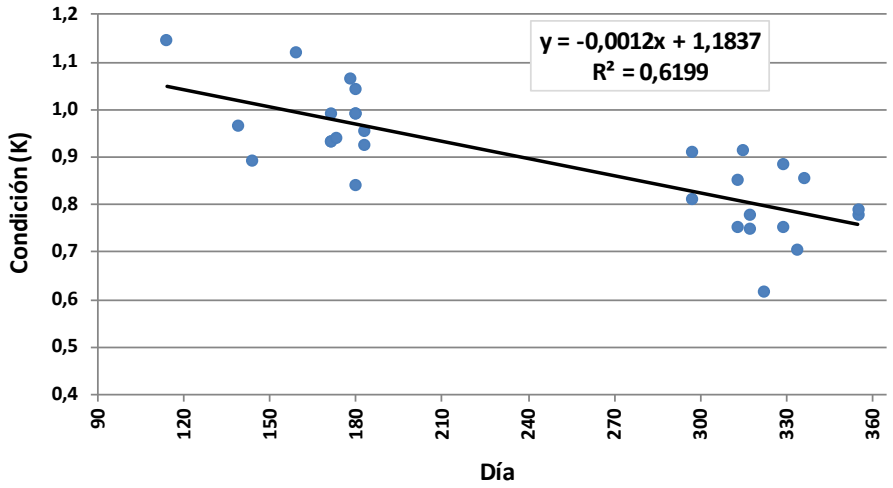


Figura 9. Factor de condición de Fulton (K) de los salmones controlados en Orbeldi (Oria) a lo largo del año 2016.

6.1.3.2. MARCAS Y ORIGEN

La población de adultos reproductores en 2016 tiene origen principalmente en ejemplares salvajes, los cuales suponen el 86 % del total (n=25). Se controlan tan sólo tres ejemplares con origen en repoblaciones (ablación de adiposa) y un único ejemplar con micromarca (CWT).

Tabla 6. Origen de los salmones controlados en Orbeldi, año 2016.

MARCA	N	%
No marcados-salvajes	25	86,2%
Ablación adiposa	3	10,3%
Micromarca (CWT)	1	3,4%
Total	**29**	

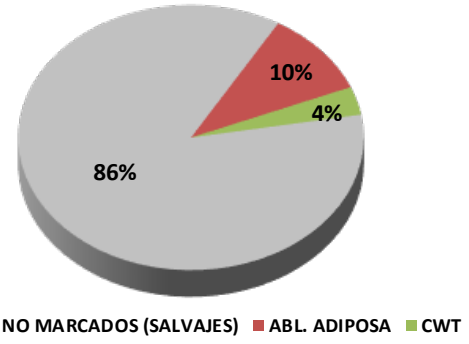


Figura 10. Origen de los salmones controlados en Orbeldi, año 2016.

Las repoblaciones en fase preesguín con ablación de adiposa y micromarca (CWT) se inician en el año 2004 y hasta la fecha se han recapturado un total de 34 salmones adultos con esta modalidad de marcado, de los cuales tan sólo 12 salmones (35%) tienen origen en repoblaciones efectuadas en la cuenca del Oria. De los restantes 22 ejemplares recapturados, 21 salmones tienen origen en repoblaciones efectuadas en Cantabria (18 salmones en la cuenca del Asón, uno en la cuenca del Miera, uno en la cuenca del Pas y falta uno por determinar), mientras que se recaptura un ejemplar con origen en repoblaciones efectuadas en la cuenca del Urumea en fase preesguínen 2011. Por otra parte, se tiene constancia de la recaptura de 5 salmones adultos repoblados en fase preesguín en el Oria en las cuencas del Bidasoa (4 ejemplares) y Urumea (1 ejemplar).

La población de salmones del Oria se compone principalmente de ejemplares de origen salvaje o natural. Para el total de salmones controlados desde el año 1998 la fracción con origen en repoblaciones supone el 14% de la población (Figura 12). En 2016 esta fracción abarca también el 14% del total.

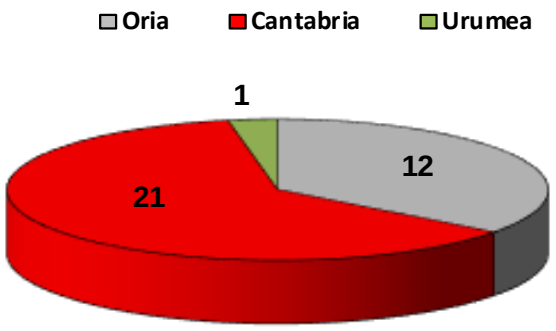


Figura 11. Origen de los salmones adultos micromarcados controlados en Orbeldi (Oria) en el periodo 2005-2016.

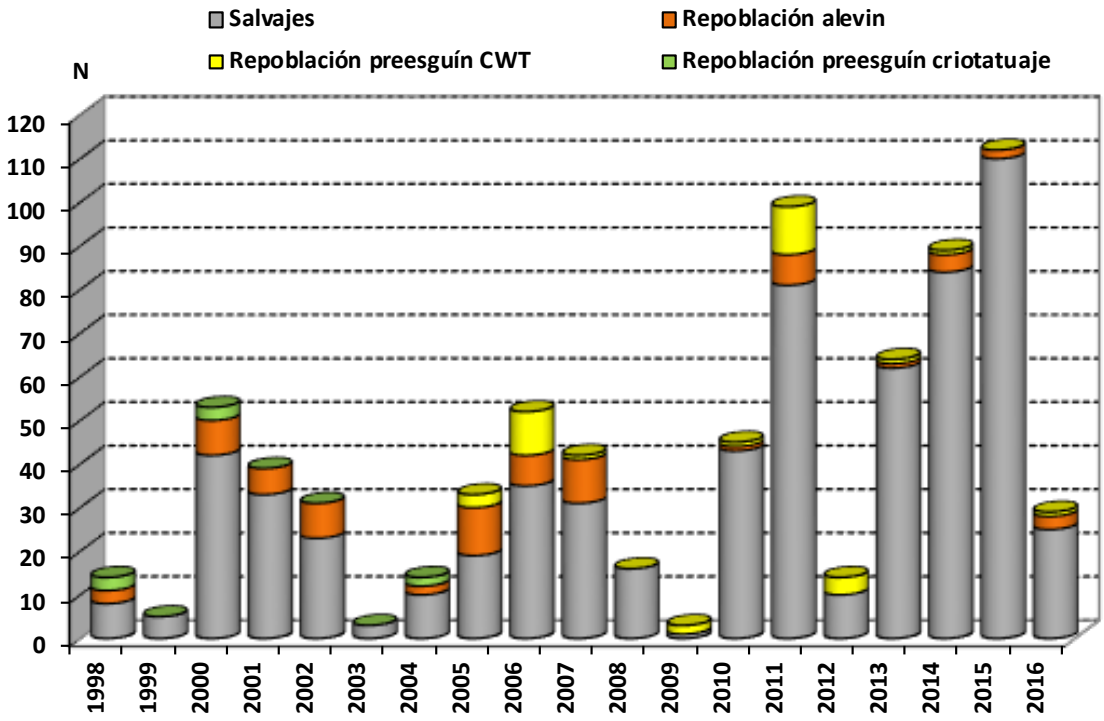


Figura 12. Evolución de la población de salmones respecto a su origen, cuenca del Oria, periodo 1998-2016.

6.1.3.3. EVOLUCION MENSUAL DE LAS CAPTURAS

En la campaña de 2016 la entrada de salmones en Orbeldi (Oria) se inicia en el mes de abril y finaliza en el mes de diciembre (Tabla 7, Figura 13). Se observan 2 principales periodos de entrada, el de primavera y el de otoño. El primero comienza en el mes de abril y finaliza en el mes de julio y el segundo comprende desde el mes de octubre al mes de diciembre. El número de salmones se reparte en similar proporción entre ambos periodos, con 15 ejemplares controlados el primer periodo de primavera-verano (52% del total) y 14 ejemplares controlados entre octubre y diciembre (48% del total). Cabe destacar la ausencia total de entradas durante los meses estivales de julio y agosto, periodo en el que habitualmente se registra la entrada de salmones añales, en mayor o menor grado entre años.

En el periodo primaveral, durante los meses de abril y junio únicamente remontan salmones multiinvierno, los cuales remontan también en junio, mes en el que comienza a remontar también los salmones añales, los cuales son la única clase de edad que remonta en el mes de julio.

En el segundo periodo de entrada o periodo otoñal, los salmones añales y multiinvierno remontan en igual proporción, con 7 ejemplares controlados para clase de edad.

En cuanto a los caudales registrados en el momento de entrada de los salmones en la trampa de Orbeldi en 2016 (Figura 14), se suceden varios picos de caudal tanto durante el periodo de entrada de primavera como en el segundo periodo de otoño. Sin embargo, en los meses estivales no se observa el remonte de salmones en la trampa a pesar de varios picos de caudal registrados en el río Oria, con un máximo de 22,3 m^3/s el día 18 de septiembre.

Tabla 7. Capturas mensuales en Orbeldi, 2016.

Mes	1 I.M.	2 I.M.	Total
Abril	0	1	1
Mayo	0	2	2
Junio	3	3	6
Julio	6	0	6
Agosto	0	0	0
Sept.	0	0	0
Oct.	0	2	2
Nov.	5	3	8
Dic.	2	2	4
TOTALES	**16**	**13**	**29**

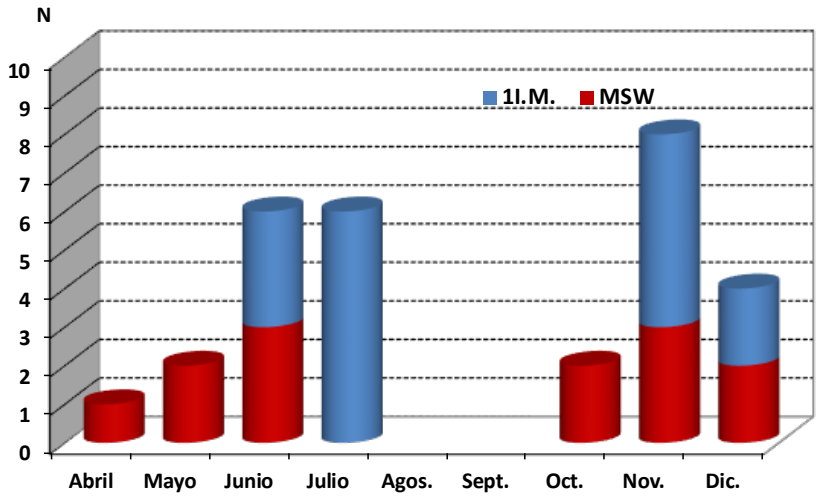


Figura 13. Evolución mensual de los salmones capturados en Orbeldi, año 2016. I.M.: invierno de mar.

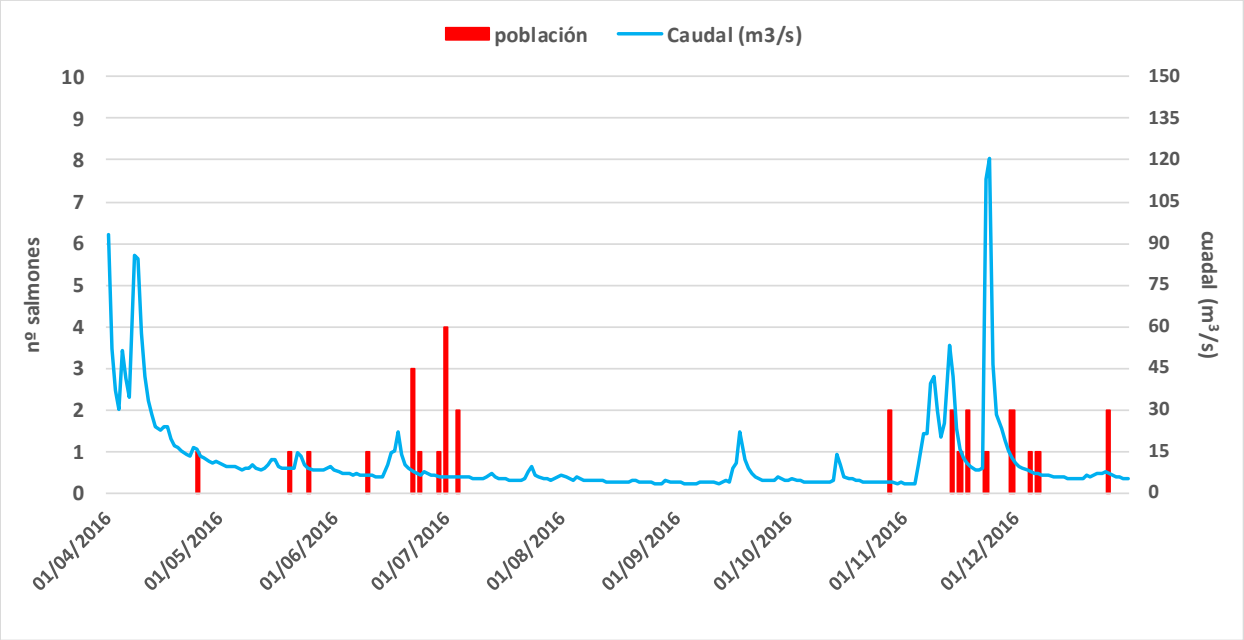


Figura 14. Salmones controlados en Orbeldi (Oria) y caudales circulantes (caudal medio diario) en 2016. Datos de caudal: estación de aforo de Lasarte, río Oria.

6.1.3.4. EVOLUCION INTERANUAL DE LA POBLACIÓN

En el año 1997 se pone en marcha en Orbeldi (Oria) la estación de captura para el control sistemático de la población de salmones adultos. Excluyendo el año 1997, el tamaño medio de la población de salmón en el Oria es de 39 ejemplares, de los cuales el 51% (n=20) corresponde a salmones de un invierno de mar y la otra mitad aproximadamente (n=19) a salmones multiinvierno (MSW). El número de salmones controlado en la última campaña de 2016 (n=29) se encuentra por debajo del promedio interanual, aunque se mantiene el reparto proporcional entre edades.

Tras un periodo de altibajos entre los años 1998-2010, con un máximo de 52 ejemplares controlados en el año 2006 y un mínimo de 3 ejemplares en los años 2003 y 2009, en el año 2011 se registra la entrada récord hasta la fecha de 99 salmones, siendo casi todos salmones multiinvierno. En el año 2012 el número de salmones vuelve a bajar a 14 ejemplares, mientras que en el periodo 2013-2015 aumenta la entrada de salmones, con un registro de entre 64 y 112 individuos. Los 112 salmones controlados en 2015 se corresponden con el mayor registro hasta la fecha. En 2016 el número de salmones controlado rompe la tendencia creciente de los últimos años, con 29 ejemplares controlados.

En cuanto a la composición por edades, la evolución interanual es muy variable, sobre todo en los últimos años, de esta forma en 2011 y en 2015 los salmones multiinvierno son mayoritarios y abundantes, mientras que en los años intermedios de 2013 y 2014 la situación es totalmente inversa, siendo los añales los que predominan. En 2016, la composición de edades es proporcional y equitativa. En consecuencia, la talla y peso medio de la población varían en el tiempo conforme a esta composición o estructura de edades (Figura 15).

*Tabla 8. Salmones adultos capturados en Orbeldi durante la serie 1997-2016. *Del promedio anual se ha excluido el año 1997. MSW: 2 o más inviernos de mar (multiinvierno).*

AÑO	1 I.M.	M.S.W.	total	Talla media (cm)	Peso medio (kg)
1997	1	0	1	68,0	2,6
1998	9	2	11	66,5	2,6
1999	5	0	5	65,0	2,2
2000	42	8	50	66,1	2,9
2001	20	19	39	75,2	3,8
2002	25	6	31	67,9	2,9
2003	1	2	3	76,0	4,3
2004	11	1	12	64,2	2,1
2005	16	17	33	71,3	3,5
2006	20	32	52	71,1	3,6
2007	19	23	42	69,5	3,4
2008	5	11	16	72,2	3,5
2009	2	1	3	65,7	2,9
2010	38	7	45	62,5	2,2
2011	5	94	99	77,2	4,8
2012	4	10	14	73,8	4,1
2013	60	4	64	60,1	1,9
2014	74	15	89	61,6	2,3
2015	12	100	112	73,5	4,0
2016	16	13	29	67,7	3,0
Total	**385**	**365**	**750**		
Promedio anual *	**20**	**19**	**39**	**68,9**	**3,2**

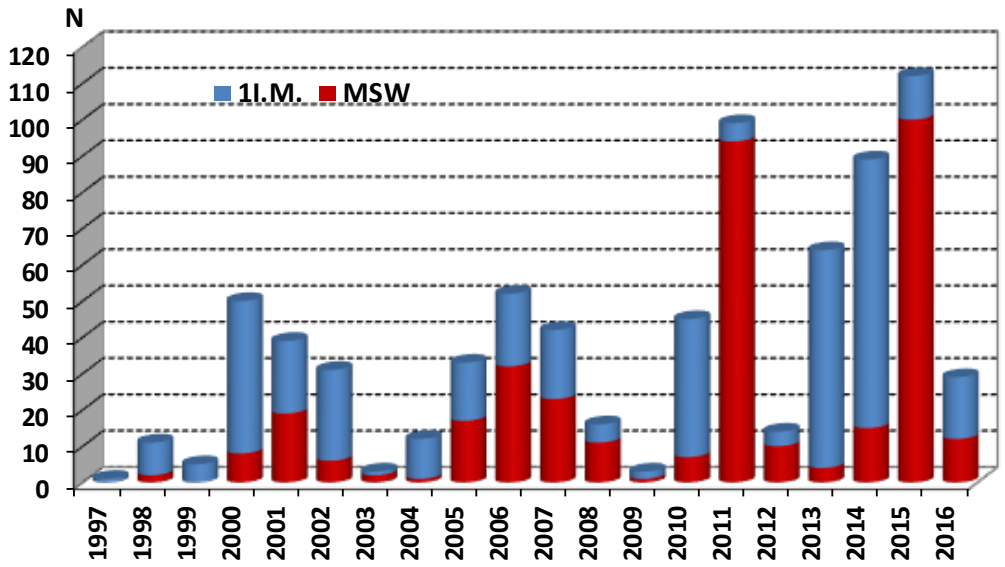


Figura 15. Evolución temporal de los salmones capturados en Orbeldi (Oria), periodo 1997-2016. I.M.: invierno de mar.

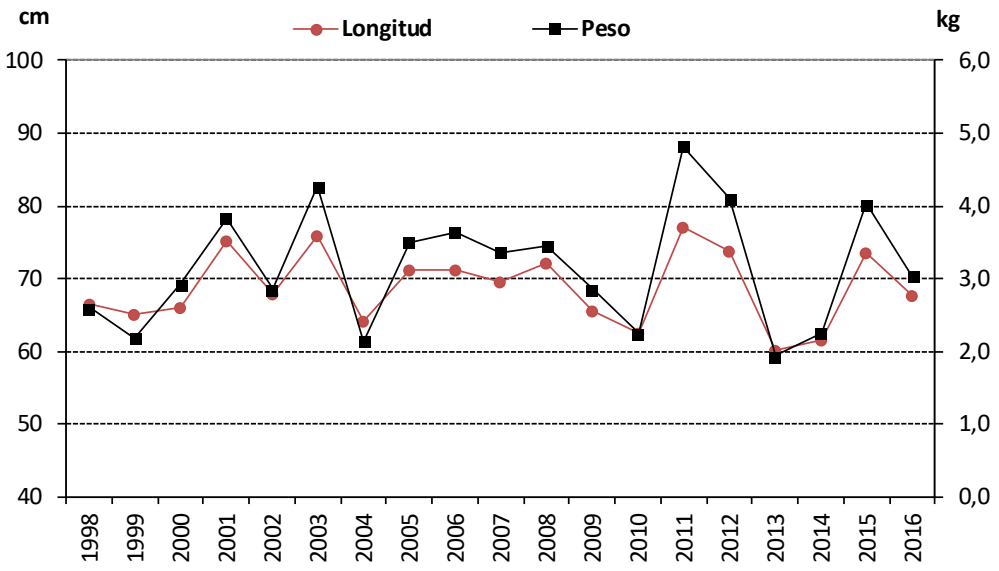


Figura 16. Evolución temporal la longitud furcal y peso medio de los salmones capturados en Orbeldi (Oria), periodo 1997-2016.

6.2. ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD DEL CORREDOR ORIA-LEITZARAN

En otoño de 2016, entre los días 28 de octubre y 7 de diciembre se marcan un total 17 ejemplares, 13 salmones y 4 truchas adultas. Todos los ejemplares se marcan con pit para detección pasiva en los pasos de peces localizados aguas arriba, mientras que 8 salmones se marcan también con radiotransmisores para seguimiento manual o radiotracking. A continuación, se incluye la relación de salmones y truchas marcadas, así como sus características biométricas, edad de mar, sexo, origen y el código y frecuencia de las marcas insertadas para seguimiento (Tabla 9, Figura 17).

No se tiene en cuenta para el seguimiento un salmón marcado con pit (código: A80FC6B) en fecha 20/05/2016, liberado en el río Oria a la altura de Orbeldi y que no ha sido detectado durante todo el periodo de seguimiento otoñal.

Tabla 9. Reproductores de salmón y trucha marcados en la estación de captura de Orbeldi (río Oria) para seguimiento en otoño de 2016.

Nº	Fecha	Especie	Código	Código marca pit	Frecuencia radiomarca (MHz)	Long (cm)	Peso (g)	Edad de mar	Sexo	Origen
1	28/10/2016	salmón	SAL-16	A80FC6C	142.114	75,0	3.840	2 I.M.	H	SALVAJE
2	28/10/2016	salmón	SAL-17	A80FC6D	142.172	76,0	3.560	2 I.M.	M	SALVAJE
3	14/11/2016	salmón	SAL-18	A80FC6E		57,0	1.580	1 I.M.	H	SALVAJE
4	14/11/2016	salmón	SAL-19	A80FC6F		54,5	1.220	1 I.M.	M	SALVAJE
5	16/11/2016	salmón	SAL-20	A80FC70	142.013	79,0	4.500	2 I.M.	H	SALVAJE
6	18/11/2016	salmón	SAL-21	A80FC71	142.150	79,0	3.840	2 I.M.	H	SALVAJE
7	18/11/2016	trucha		A80FC72		45,5	1.000		M	
8	18/11/2016	salmón	SAL-22	A80FC73	142.130	68,0	2.360	1 I.M.	M	SALVAJE
9	18/11/2016	trucha		A80FC74		43,0	760		M	
10	23/11/2016	trucha		8000F10005F86C4D		48,0	1.200		H	
11	23/11/2016	salmón	SAL-23	A81010F		57,0	1.140	1 I.M.	M	SALVAJE
12	30/11/2016	salmón	SAL-24	8000F10005F86C86		56,0	1.320	1 I.M.	M	SALVAJE
13	30/11/2016	salmón	SAL-25	8000F10005F86C85	142.052	77,5	4.120	2 I.M.	M	SALVAJE
14	05/12/2016	salmón	SAL-26	8000F10005F86C84	142.072	68,0	2.220	1 I.M.	M	SALVAJE
15	05/12/2016	trucha		8000F10005F86C83		47,0	960		M	
16	07/12/2016	salmón	SAL-27	8000F10005F86C82	142.092	61,0	1.940	1 I.M.	M	SALVAJE
17	07/12/2016	salmón	SAL-06	8000F10005F86C81		55,0	1.280	1 I.M.	M	SALVAJE

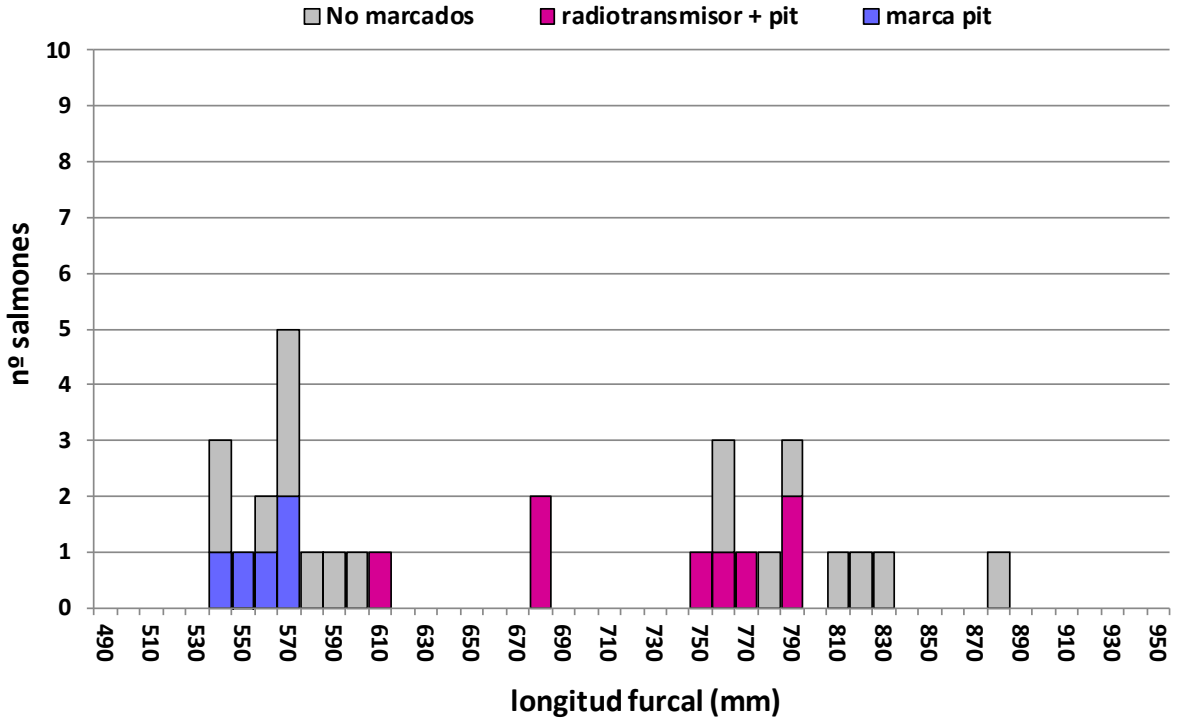


Figura 17. Distribución de clases de talla de la población de salmones controlada y fracción marcada con radiotransmisor y marca tipo pit y únicamente con marca pit en Orbeldi (río Oria) en 2016.

6.2.1. Obstáculos a la migración - permeabilidad

Las detecciones o registros obtenidos mediante los equipos de detección pasiva permiten conocer el número exacto de salmones que supera los pasos de la C.H. Abaloz y C.H. Bazkardo en el Oria y Garaikoerrota en el Leitzaran, mientras que el radioseguimiento permite conocer el paso de salmones a través de otros obstáculos como el de Brunet o La Salvadora, así como el número de salmones que se acerca a los pasos anteriores provistos de equipos de detección pero que no acceden a ellos, los cuales se considera que intentan superar sin éxito dichos obstáculos.

A partir de estos datos se estima la franqueabilidad o eficacia de paso de los obstáculos presentes en el corredor Oria-Leitzaran (Tabla 10). No se tienen en cuenta las 4 truchas adultas marcadas con pit ya que no se ha obtenido ningún registro en ninguno de los pasos provistos de equipos de detección pasiva.

Durante el seguimiento de la migración de remonte de salmones adultos realizado en otoño e invierno de 2016, se registra la interacción de 11 individuos marcados con un total de 5 obstáculos o azudes de los ríos Oria y Leitzaran, además de la estación de captura de Orbeldi, punto de partida del seguimiento. Los pasos de mayor eficacia o franqueabilidad son los de Brunet, La Salvadora y Garaikoerrota, todos los salmones que llegan al pie de estos obstáculos logran superarlo, aunque en el caso de los dos últimos obstáculos el valor estimado tiene origen tan sólo en el paso de 2 ejemplares. En el caso de Brunet, son 11 los ejemplares que superan el azud, los 7 salmones radiomarcados que remontan hasta este punto lo superan, mientras que se cuenta con el paso de otros 4 ejemplares marcados únicamente con pit aguas arriba en el azud de Abaloz, lo que indica que han superado anteriormente este azud.

Los pasos de los azudes de Abaloz y Bazkardo obtienen una eficacia del 82% y 75% respectivamente. En el caso del azud de Abaloz, se registra el paso de 9 salmones marcados. De los 7 salmones radiomarcados que alcanzan este punto, son 5 los ejemplares que superan el paso, mientras que otros 4 ejemplares marcados únicamente con pit también lo superan.

En el caso del azud de Bazkardo, se registra el paso de 6 salmones marcados. Son 5 los salmones radiomarcados que alcanzan este punto, de los cuales 3 ejemplares superan el paso, así como otros 3 salmones marcados únicamente con pit.

Los 2 salmones radiomarcados que superan el azud de La Salvadora remontan aguas arriba en el río Oria y se establecen ambos unas decenas de metros aguas abajo del azud de la C.H. Irura, aunque se desconoce si se han acercado hasta situarse al pie del mismo y si han intentado superarlo.

*Tabla 10. Salmones marcados, fracción que supera cada azud (**X**), fracción que intenta o se acerca al pie de cada azud sin superarlo (**X**) y eficacia estimada (%) durante el seguimiento realizado en los ríos Oria y Leitzaran en otoño e invierno de 2016.*

		AZUD/OBSTÁCULO					
Código salmón	**Tipo de marca**	**E.C. Orbeldi**	**Brunet**	**Abaloz**	**Bazkardo**	**La salvadora**	**Garaikoerrota**
SAL-16	Radio+pit	**X**	**X**	**X**	**X**		**X**
SAL-17	Radio+pit	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	
SAL-18	pit	**X**	**X**	**X**	**X**		
SAL-19	pit	**X**	**X**	**X**	**X**		
SAL-20	Radio+pit	**X**	**X**	**X**	**X**		
SAL-21	Radio+pit	**X**	**X**	**X**	**X**		
SAL-22	Radio+pit	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
SAL-23	pit	**X**					
SAL-24	pit	**X**	**X**	**X**			
SAL-25	Radio+pit	**X**					
SAL-26	Radio+pit	**X**	**X**	**X**			
SAL-27	Radio+pit	**X**	**X**	**X**			
SAL-06	pit	**X**	**X**	**X**	**X**		
	Intentan (nº):		11	11	8	2	2
	Superan (nº):	13	11	9	6	2	2
	EFICACIA:		**100,0 %**	**81,8 %**	**75,0 %**	**100,0 %**	**100,0 %**

6.2.2. Azudes de Abaloz, Bazkardo y Garaikoerrota

Los equipos de detección pasiva de dos antenas instalados en las escalas o pasos de los azudes de la C.H. Abaloz y C.H. Bazkardo, junto a la antena de detección instalada en el canal lateral de Garaikoerrota permiten analizar el momento exacto de paso de los salmones marcados con pit, el esfuerzo o tiempo que emplean en superar cada escala, el número de intentos que realizan, así como su posible relación con los caudales del río Oria en base a los datos recopilados en la estación de aforo de Lasarte aguas abajo, propiedad de la Diputación Foral de Gipuzkoa. Este análisis se incluye en los siguientes apartados:

6.2.2.1. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE PASOS

Durante el periodo de seguimiento, desde el 28/10/2016 hasta el 23/01/2017, de un total de 13 salmones marcados, se registra el desplazamiento de 9 de ellos por el interior de la escala de la C.H. Abaloz, de los cuales 6 ejemplares son detectados también a través de la escala de la C.H. Bazkardo aguas arriba en el Oria. Dos de los ejemplares que superan la escala de Bazkardo son detectados también en el canal lateral de Garaikoerrota en el río Leitzaran, aunque sólo se cuenta con el dato de paso de la única antena instalada al final del paso (Tabla 11, Figura 18).

Las detecciones tienen una clara y lógica distribución espaciotemporal (Figura 18), de esta forma, la migración de los salmones marcados se activa con la primera crecida del río Oria el día 5 de noviembre, y la primera detección corresponde a la escala de Abaloz en fecha 07/11/2016. Se suceden las detecciones en Abaloz según avanza la temporada de migración y comienzan posteriormente en el siguiente paso del río Oria, el de Bazkardo. Las últimas detecciones se corresponden con las registradas en el canal lateral de Garaikoerrota en el río Leitzaran. En base a la fecha de paso de cada uno de los salmones marcados por los citados 3 obstáculos, se estima un **día medio de migración** para cada punto fluvial, que se corresponde con el día **27 de noviembre para el azud de Abaloz**, el día **1 de diciembre para el azud de Bazkardo** y el día **3 de enero de 2017 para el azud de Garaikoerrota** (Tabla 11).

Respecto al número de detecciones que se registran en la primera antena de las escalas de Abaloz y Bazkardo, indicativo del número de intentos que realiza cada ejemplar para acceder a la parte inicial de las mismas, casi todos los salmones presentan una única detección, de igual modo que en la segunda antena (situada a la salida de la escala aguas arriba), lo cual parece indicar que superan estos puntos de la escala con relativa facilidad. Sin embargo, cabe destacar por una parte las 3 detecciones registradas por la primera antena de la escala de Bazkardo en fecha 13/11/2016, correspondientes al intento fallido de la hembra SAL-16 de acceder a la misma, ya que en la escotadura donde se sitúa la

antena quedó encajado un tronco que impedía el paso (Anexo II, Figura 8). Parece que la hembra chocó 3 veces consecutivas contra el tronco para posteriormente salir de la escala y retroceder o volver al cauce del Oria aguas abajo, donde es localizada mediante radioseguimiento. En un segundo intento 8 días más tarde, habiendo sido retirado el tronco que impedía el paso, en fecha 21/11/2016 esta hembra supera la escala y remonta hasta el río Leitzaran. Casualmente, se trata del único caso en el que la segunda antena no registra el paso de un ejemplar marcado a través de ella, debido quizá a un corte en el suministro eléctrico de los equipos.

Por otra parte, el macho SAL-22 supera la escala de Bazkardo con una única detección en cada antena y remonta aguas arriba en el Oria hasta la localidad de Irura, a 32 km de la desembocadura al mar. Posteriormente, en periodo reproductor retrocede y se sitúa a la salida de la escala de Bazkardo, cuya antena registra sus movimientos durante los días 10, 11 y 12 de diciembre. Posteriormente, vuelve a remontar el Oria y accede al río Leitzaran, superando el canal de Garaikoerrota, donde es detectado en fecha 10/01/2017.

Tabla 11. Distribución de lecturas en cada una de las antenas instaladas en las escalas de la C.H. Abaloz y C.H. Bazkardo y en la antena instalada en el canal lateral de Garaikoerrota.

Escala	Salmón	Nº detecciones			Fecha	Día medio migración
		Antena 1 (entrada)	Antena 2 (salida)	Total		
C.H. Abaloz	SAL-17	1	1	2	07/11/2016	27/11/2016
	SAL-16	1	1	2	10/11/2016	
	SAL-19	1	1	2	17/11/2016	
	SAL-18	1	1	2	18/11/2016	
	SAL-22	1	1	2	27/11/2016	
	SAL-20	1	1	2	28/11/2016	
	SAL-24	1	1	2	06/12/2016	
	SAL-06	3	1	4	20/12/2016	
	SAL-21	1	1	2	20/12/2016	
C.H. Bazkardo	SAL-16	3	0	3	13/11/2016	01/12/2016
		1	0	1	21/11/2016	
	SAL-18	1	1	2	19/11/2016	
	SAL-19	1	1	2	22/11/2016	
	SAL-17	1	1	2	25/11/2016	
	SAL-22	1	1	2	02/12/2016	
		0	1	1	10/12/2016	
		0	8	8	11/12/2016	
		0	5	5	12/12/2016	
	SAL-06	1	1	2	25/12/2016	
Azud Garaikoerrota	SAL-16	1		1	28/12/2016	03/01/2017
	SAL-22	1		1	10/01/2017	

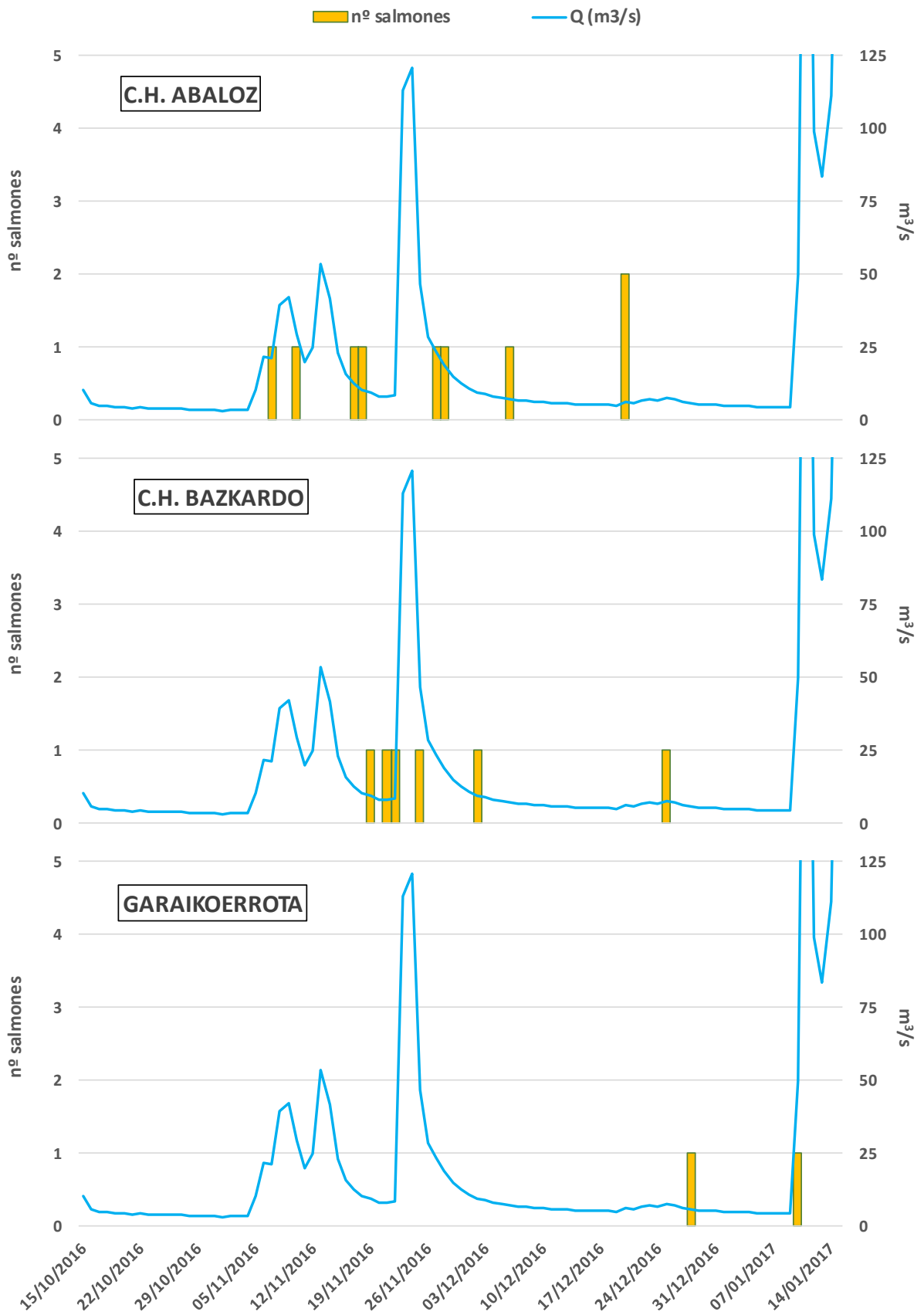


Figura 18. Distribución de los pasos de salmones marcados a través de las escalas de los azudes de la C.H. Abaloz y C.H. Bazkardo, canal lateral de Gariakoerrota y caudal medio diario del río Oria (estación de aforo de Lasarte).

6.2.2.2. ESFUERZO - TIEMPOS DE PASO

Escala de la C.H. Abaloz

En relación con el esfuerzo que realizan los salmones para superar tanto la escala de Abaloz como la de Bazkardo, las detecciones registradas en cada una de las antenas de la escala permiten calcular el tiempo exacto que necesita cada individuo para superar el dispositivo en su totalidad. En el caso de Abaloz, si se tiene en cuenta que la antena 1 se sitúa en la escotadura entre la 6ª y 7ª artesa, el tiempo de paso estimado corresponde al esfuerzo realizado para superar un total de 5 artesas de las 11 con las que cuenta la escala.

Para un total de 9 salmones, el tiempo medio que necesitan para superar la escala es de 16 minutos y 16 segundos, con un tiempo máximo de 29 minutos y 41 segundos para la hembra SAL-16 y un mínimo de 7 minutos y 9 segundos para el macho SAL-17 (Tabla 12, Figura 7).

El tiempo de paso individual corresponde al empleado en superar un total de 5 artesas, por lo que se puede estimar el tiempo medio empleado en superar cada artesa, valor que sirve como indicador del esfuerzo realizado. De esta forma, el tiempo medio/artesa para el total de ejemplares es de 3 minutos y 15 segundos, con un máximo de 5 minutos y 56 segundos y un mínimo de 1 minuto y 26 sg para los citados ejemplares.

Atendiendo al desnivel que salvan los salmones para superar la escala, que en este caso es de 1,56 m de altura si partimos desde la 6ª artesa (localización antena), **el tiempo medio que necesitan los salmones para superar 1 m de desnivel es de 10 minutos y 24 sg**, con un rango de entre 4 minutos/m altura y 19 minutos/m altura

No se observa relación entre el tiempo empleado en superar la escala y la longitud de los salmones, ni tampoco con la condición (K). Sin embargo, el tiempo medio empleado en superar la escala por las hembras es significativamente superior (T-Student, p=0,03) al empleado por los machos, aproximadamente el doble, con un tiempo medio de 22 minutos y 44 segundos para las primeras y de 11 minutos y 5 segundos para los segundos.

Tabla 12. Tiempo empleado en superar la escala de la C.H. Abaloz por 9 salmones en base a la última detección registrada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) y tiempo medio estimado para superar cada artesa y cada metro de desnivel o altura.

Salmón	Última detección antena 1 (h:m:sg)	Primera detección antena 2 (h:m:sg)	Tiempo de paso (h:m:sg)	Tiempo medio/artesa (h:m:sg)	Tiempo medio/m altura (h:m:sg)
SAL-17	14:40:34	14:47:43	0:07:09	0:01:26	0:04:35
SAL-19	9:18:26	9:25:46	0:07:20	0:01:28	0:04:42
SAL-18	15:04:13	15:20:34	0:16:21	0:03:16	0:10:28
SAL-16	22:36:43	23:06:24	0:29:41	0:05:56	0:19:00
SAL-22	16:01:10	16:10:31	0:09:21	0:01:52	0:05:59
SAL-20	14:56:11	15:11:32	0:15:21	0:03:04	0:09:49
SAL-24	6:48:26	6:57:18	0:08:52	0:01:46	0:05:40
SAL-06	17:06:42	17:29:26	0:22:44	0:04:33	0:14:33
SAL-21	19:17:44	19:47:17	0:29:33	0:05:55	0:18:55
		Promedio	**0:16:16**	**0:03:15**	**0:10:24**
		Máximo	**0:29:41**	**0:05:56**	**0:19:00**
		Mínimo	**0:07:09**	**0:01:26**	**0:04:35**

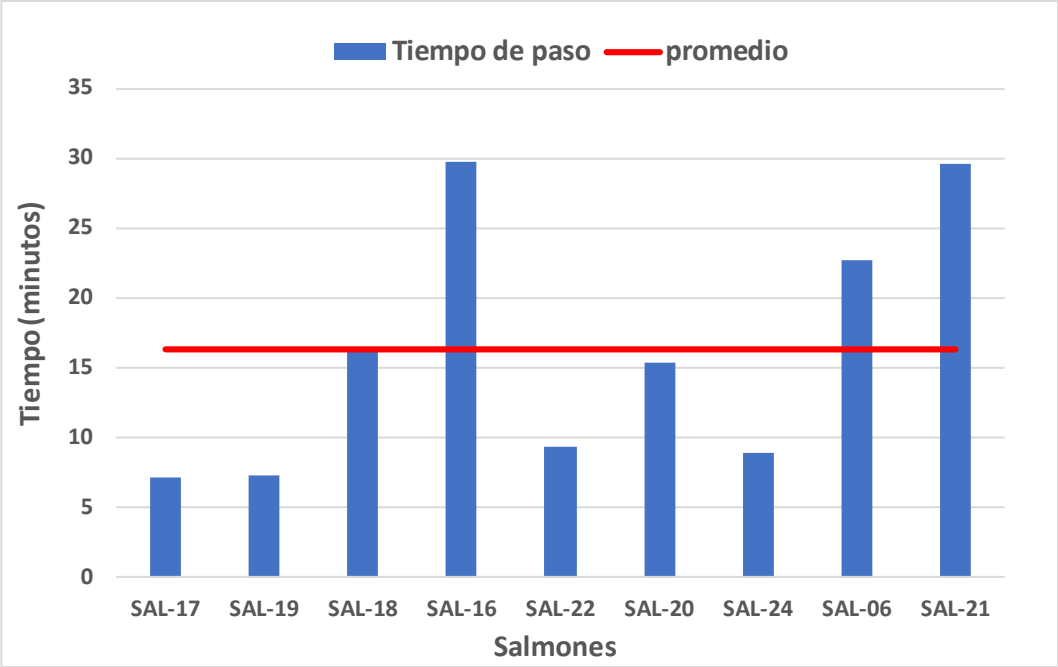


Figura 19. Tiempo empleado en superar la escala por 9 salmones y tiempo medio en base a la última detección registrada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) en la escala de la C.H. Abaloz.

Escala de la C.H. Bazkardo

En el caso de la escala de Bazkardo, la antena 1 se sitúa entre la 3ª y 4ª artesa y el tiempo de paso estimado corresponde al esfuerzo realizado para superar un total de 6 artesas de las 9 con las que cuenta la escala.

De los 6 salmones que superan la escala, uno de ellos no es detectado en la segunda antena o antena de salida aguas arriba, por lo que, para un total de 5 salmones el tiempo medio que necesitan para superar la escala es de 11 minutos y 44 segundos, con un tiempo máximo de 17 minutos y 32 segundos para la hembra SAL-18 y un mínimo de 6 minutos y 7 segundos para el macho SAL-06 (Tabla 12, Figura 7).

El tiempo de paso individual corresponde al empleado en superar un total de 6 artesas, por lo que se puede estimar el tiempo medio empleado en superar cada artesa, valor que sirve como indicador del esfuerzo realizado. De esta forma, el tiempo medio/artesa para el total de ejemplares es de 2 minutos y 55 segundos, con un máximo de 1 minutos y 57 segundos y un mínimo de 1 minuto y 1 sg para los citados ejemplares.

Atendiendo al desnivel que salvan los salmones para superar la escala, que en este caso es de 1,66 m de altura si partimos desde la 3ª artesa (localización antena), **el tiempo medio que necesitan los salmones para superar 1 m de desnivel es de 7 minutos y 3 sg**, con un rango de entre 3 minutos/m altura y 10 minutos/m altura.

No se observa relación entre el tiempo empleado en superar la escala, la longitud de los salmones, la condición (K), ni el sexo.

Tabla 13. Tiempo empleado en superar la escala de la C.H. Bazkardo por 5 salmones en base a la última detección registrada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) y tiempo medio estimado para superar cada artesa y cada metro de desnivel o altura.

Salmón	Última detección antena 1 (h:m:sg)	Primera detección antena 2 (h:m:sg)	Tiempo de paso (h:m:sg)	Tiempo medio/artesa (h:m:sg)	Tiempo medio/m altura (h:m:sg)
SAL-17	15:18:06	15:26:36	0:08:30	0:01:25	0:05:06
SAL-19	10:06:07	10:20:57	0:14:50	0:02:28	0:08:54
SAL-18	8:47:22	9:04:54	0:17:32	0:02:55	0:10:31
SAL-22	13:41:28	13:53:11	0:11:43	0:01:57	0:07:02
SAL-06	15:35:00	15:41:07	0:06:07	0:01:01	0:03:40
		Promedio	**0:11:44**	**0:01:57**	**0:07:03**
		Máximo	**0:17:32**	**0:02:55**	**0:10:31**
		Mínimo	**0:06:07**	**0:01:01**	**0:03:40**

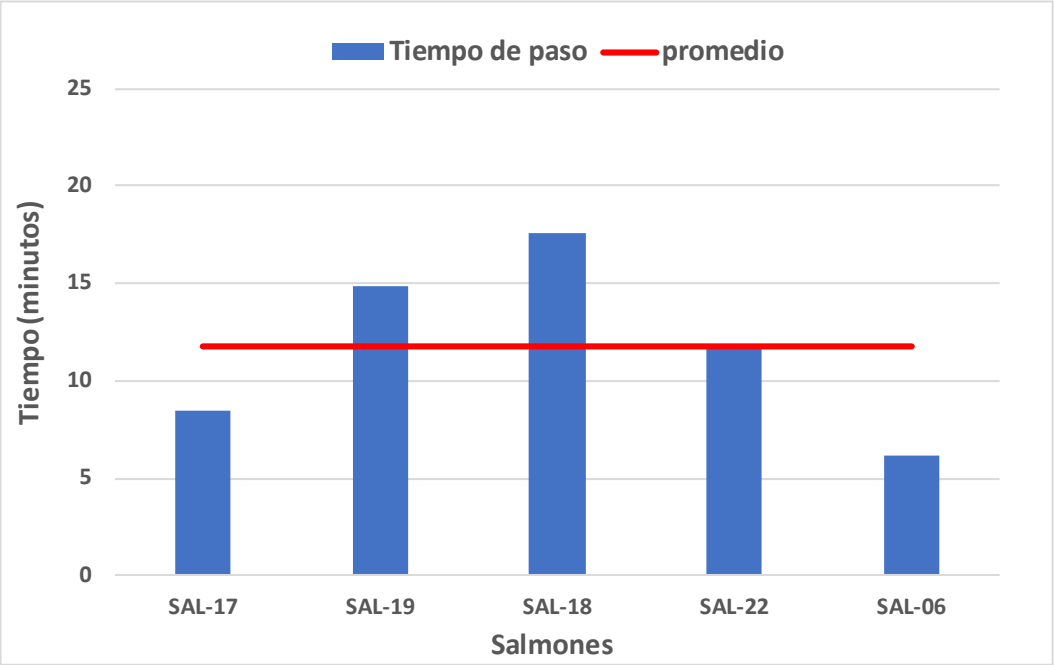


Figura 20. Tiempo empleado en superar la escala por 5 salmones y tiempo medio en base a la última detección registrada en la antena 1 (entrada) y la primera detección registrada en la antena 2 (salida) en la escala de la C.H. Bazkardo.

Escalas del Oria y Leitzaran

Los ratios de tiempo y desnivel estimados para los pasos de los azudes de Abaloz y Bazkardo en el Oria se encuentran en rangos similares a otros observados con trucha (*Salmo trutta*), barbo (*Luciobarbus bocagei*) y boga del Duero (*Pseudochondrostoma duriense*) en pasos similares, los cuales no presentan diferencias significativas entre especies y rondan los 12 minutos/m como promedio, con un valor de mediana de 30 minutos/m (Sanz-Ronda et al., 2016; F.J. Sanz-Ronda pers. comm.)

Si se tiene en cuenta también el estudio de eficacia realizado en otoño de 2016 en la escala del azud de Bertxin en el río Leitzaran, en el ámbito también del LIFE IREKIBAI, a efectos comparativos parecen existir diferencias significativas en el tiempo medio que necesitan los salmones y truchas para superar 1 m de desnivel en los pasos de Abaloz, Bazkardo y Bertxin (Anova, d.f.:2, $p<0,01$), en concreto entre los pasos de Bazkardo y Bertxin, con un tiempo medio de 7 min. y 3 sg para el primero y 18 min. y 45 sg para el segundo. El tiempo correspondiente al paso de Abaloz es de 10 min. y 4 sg.

Cabe destacar que en el caso de los pasos de Abaloz y Bazkardo el resultado corresponde a salmones mientras que en el caso de Bertxin corresponde a truchas. Asimismo, el tamaño de muestra es aún reducido, pero se espera que en futuras campañas de seguimiento se recopilen más datos que confirmen o no lo observado hasta la fecha.

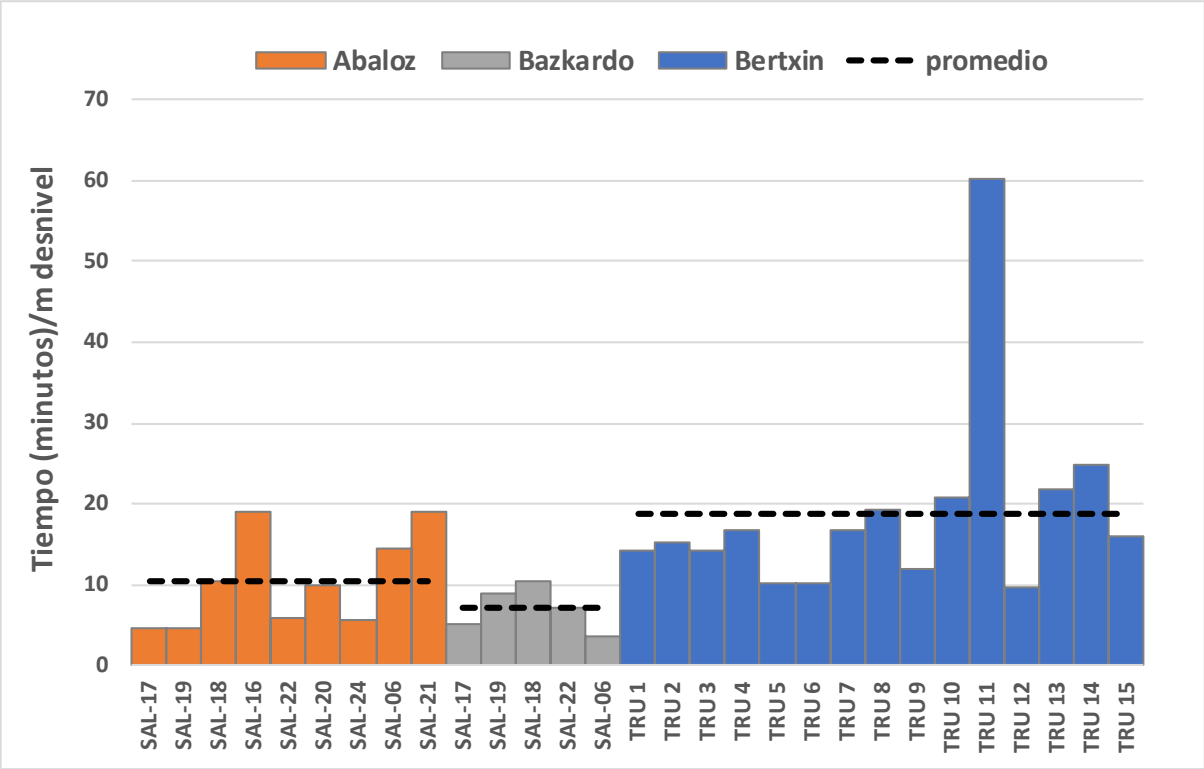


Figura 21. Tiempo (minutos) empleado en superar 1 m de desnivel para salmones en las escalas de los azudes de Abaloz y Bazkardo (río Oria) y para truchas en la escala del azud de Bertxin (río Leitzaran).

6.2.2.3. CAUDALES DE PASO Y RETRASO EN LA MIGRACIÓN

En relación con los caudales circulantes durante la migración de remonte de los salmones y su paso a través de las escalas o dispositivos objeto de estudio, no se cuenta con mediciones de caudal diarias en el interior de las escalas, aunque el dato correspondiente al caudal medio diario del río Oria (estación de aforo de Lasarte), ofrece una valoración indirecta al respecto. Se cuenta asimismo con los caudales registrados por la estación de aforo del Leitzaran, aunque de momento son únicamente dos ejemplares los que acceden o son localizados en este río durante el periodo de seguimiento.

Las detecciones de los equipos instalados en los pasos de los azudes del Oria y Leitzaran, así como el radioseguimiento realizado permiten por una parte conocer el momento de paso de los salmones marcados a través de estos azudes, mientras que por otra parte, el radioseguimiento permite conocer el número de jornadas durante las cuales los azudes frenan el remonte de los salmones y éstos quedan retenidos bajo ellos, para posteriormente en algunos casos, reanudar la migración de remonte. Por tanto, se cuenta con el caudal medio diario del río Oria correspondiente a las jornadas de paso de los salmones marcados, así como el correspondiente a las jornadas en la que quedan retenidos o "jornadas de retraso", ya que los azudes provocan un retraso en la migración de remonte, el cual aumenta con el número de azudes u obstáculos presentes en el corredor fluvial. Se consideran o contabilizan como jornadas de retraso las posteriores a aquella en el que un salmón marcado detiene su avance bajo un azud y permanece detenido aguas abajo.

Para los 3 principales azudes del río Oria comenzando desde aguas abajo, azudes de Brunet, Abaloz y Bazkardo, los salmones remontan a través de los pasos con caudales medios del río Oria inferiores a los caudales correspondientes a las jornadas de retraso (Tabla 14, Figura 22), aunque las diferencias de momento no son significativas. Respecto al retraso que provocan estos azudes en la migración, este análisis se desarrolla en el siguiente apartado *6.2.3. Migración, retraso y reproducción*.

Si se observan los caudales medios diarios del Oria al paso de los salmones por los 3 azudes, el correspondiente al azud de Brunet (33,3 m^3/s) es superior al de los azudes de Abaloz (15,2 m^3/s) y Bazkardo (15,0 m^3/s), aunque las diferencias de momento no son significativas (Anova, df:2, p=0,192).

Por otra parte, no se observa relación entre los caudales medios de paso y el tiempo empleado en superar las escalas o dispositivos de paso de los azudes de Abaloz y Bazkardo, provistos de equipos de detección.

El objetivo para cualquier dispositivo de paso debería ser (Larinier et al. 2002; Hefti D. 2012), que éste funcionara correctamente durante el periodo en el que los caudales circulantes en el río Oria se encuentran entre caudales bajos (Q90) y aproximadamente 2-2,5 veces el caudal medio diario anual

(Q11 y Q8 respectivamente), lo cual equivale a un rango de entre 3,6-57,6 m^3/s. En el caso de Brunet se supera el límite superior de este rango, ya que se constata el paso de salmones con un caudal de 84,9 m^3/s o Q5, es decir, caudal que se supera durante el 5% de las jornadas anuales. En el caso de Abaloz y Bazkardo se constatan pasos con valores superiores de 29,5 m^3/s (Q20) y 46,7 m^3/s (Q11). El caudal mínimo de paso para los 3 azudes es de 6,5 m^3/s (Q37).

Tabla 14. Caudal medio diario (m^3/s) en el río Oria durante las jornadas en las cuales los salmones superan y no logran superar (jornada de retraso) los azudes de Brunet, Abaloz y Bazkardo en el río Oria y correspondiente caudal clasificado en base a la serie 1999-2017 de la estación de aforo de Lasarte (río Oria)

			Caudal medio diario (m^3/s)			Caudal clasificado		
AZUD		Nº jornadas	Media	Min.	Max.	Media	Min.	Max.
Brunet	pasan	7	**33,3**	6,6	84,9	**Q17**	**Q64**	**Q5**
	no pasan/retraso	3	**93,5**	46,7	120,8			
Abaloz	pasan	9	**15,2**	6,5	29,5	**Q37**	**Q65**	**Q20**
	no pasan/retraso	36	**54,6**	5,1	482,6			
Bazkardo	pasan	6	**15,0**	7,5	46,7	**Q37**	**Q60**	**Q11**
	no pasan/retraso	16	**18,4**	8,0	53,4			

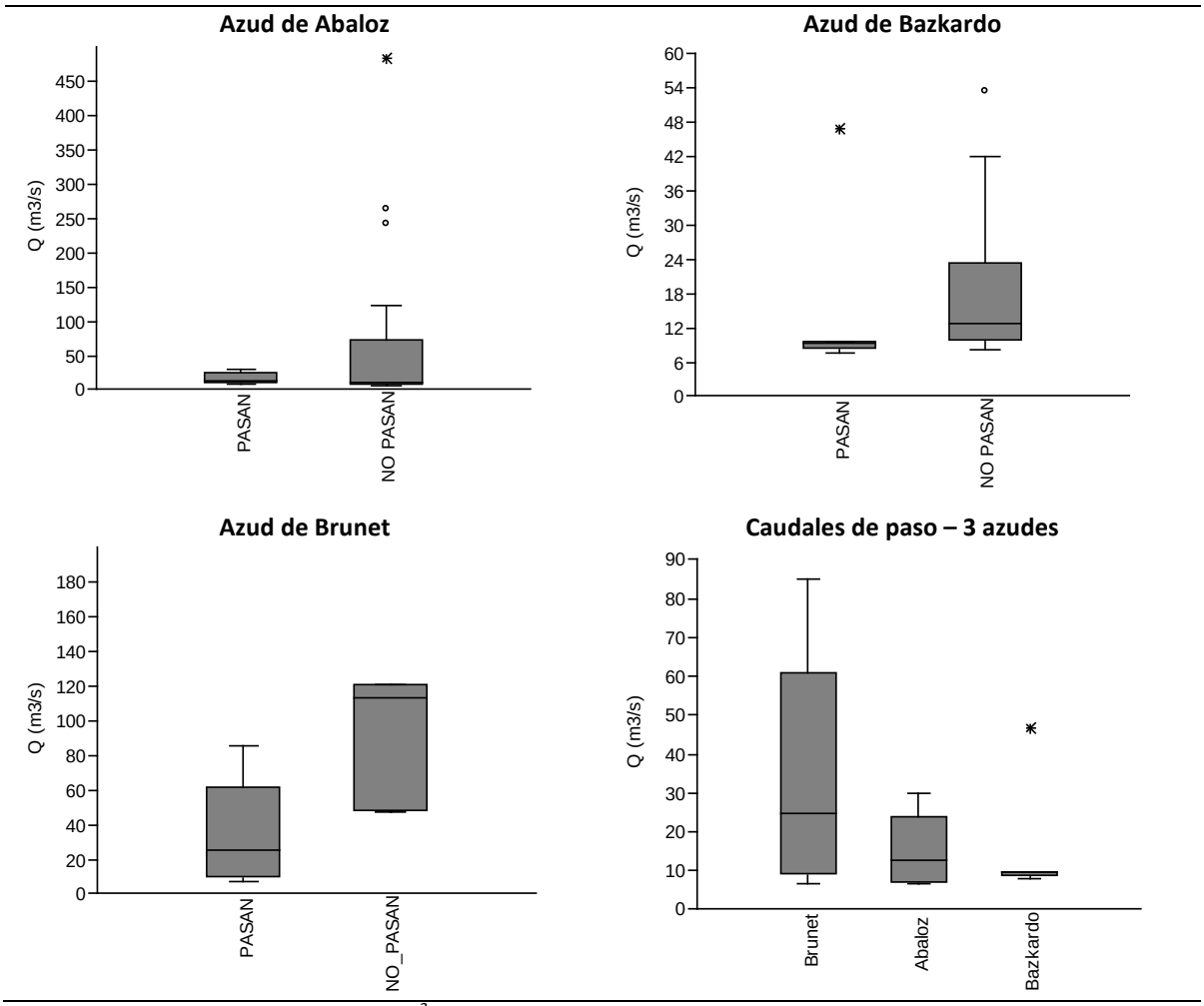


Figura 22. Caudal medio diario (m^3/s) en el río Oria durante las jornadas en las cuales los salmones superan y no logran superar (jornada de retraso) los azudes de Brunet, Abaloz y Bazkardo en el río Oria.

6.2.3. Migración, retraso y reproducción

En este apartado se incluyen los resultados del seguimiento de los salmones marcados durante todo el periodo estudio, tanto en la migración ascendente como en la fase de reproducción y descenso o vuelta al mar en algunos casos de salmones radiomarcados.

De un total de 8 salmones radiomarcados, no se constata ningún caso de regurgitación de la marca durante todo el periodo de seguimiento. Las tasas de regurgitación en otros estudios de radioseguimiento de salmones adultos se encuentran en valores máximos de entre el 10-15 % (Smith et al., 1998), medias del 9 % (Rivinoja et al. 2006) y tasas menores del 4-7 % (Laughton, 1991 ; Chanseau & Larinier, 1999). En el radioseguimiento efectuado en el río Urumea en el ámbito del proyecto BIDUR durante los años 2010-2011 se constató una tasa media del 6% para un total de 33 salmones radiomarcados (Ekolur-DFG-HAZI, 2012).

Ninguno de los salmones marcados muere durante el periodo de migración prerepoductora y tampoco durante el periodo de reproducción. En cambio, dos hembras (SAL-16 y SAL-20) mueren en fase descendente de migración o fase postreproductora. Aunque el seguimiento se haya realizado únicamente en periodo de otoño e invierno, este resultado es relevante y se encuentra en relación con la mejora de la calidad del agua en el tramo bajo del río Oria. En el estudio de radioseguimiento realizado en el año 2008 en el río Oria (Ekolur & DFG, 2008), de los 6 salmones que se marcaron en otoño (mes de octubre) para seguimiento, 3 murieron en un breve periodo de tiempo (entre 5 y 6 días) y 3 sobrevivieron hasta el periodo reproductor.

Distancia de migración

A partir de la localización de los salmones radiomarcados es posible conocer la distancia recorrida por cada individuo y el punto más alejado de migración en la cuenca. En el Anexo I se incluye un mapa de localización con la distancia de migración máxima de cada uno de los 8 salmones marcados con radio en 2016. En él se incluyen también los desplazamientos secundarios realizados, en concreto el efectuado por el macho SAL-22, que tras remontar el río Oria hasta la localidad de Irura (a 32 km de la desembocadura al mar), retrocede y se interna posteriormente en el río Leitzaran.

De los 8 salmones radiomarcados y liberados aguas arriba del azud o estación de captura de Orbeldi (ORI-1), uno de ellos (SAL-25) no remonta río arriba y permanece en la zona embalsada de este azud durante 10 días, cuando es localizado por última vez en fecha 09/12/2016, tras lo cual desaparece y no vuelve a ser localizado. Los restantes 7 salmones remontan río arriba durante el periodo de seguimiento con mayor o menor éxito. En las figuras 25, 26 y 27 se incluyen los desplazamientos

realizados por cada individuo durante el periodo de seguimiento y su interacción con los azudes y caudales circulantes en el río Oria.

La distancia media de migración para los 8 salmones radiomarcados es de 24,3 km desde la desembocadura al mar, punto fluvial situado aguas arriba de los 4 principales azudes del río Oria hasta la confluencia con el Leitzaran (azudes de Orbeldi, Brunet, Abaloz y Bazkardo). No se observan diferencias significativas en la distancia media de migración de machos y hembras, con un valor de 24,6 km y 23,9 km respectivamente, aunque el número de salmones es reducido. Los ejemplares que mayor distancia recorren son los machos SAL-17 y SAL-22, los cuales recorren 32 km aguas arriba en el Oria hasta la localidad de Irura, superando un total de 6 principales obstáculos (Figura 23).

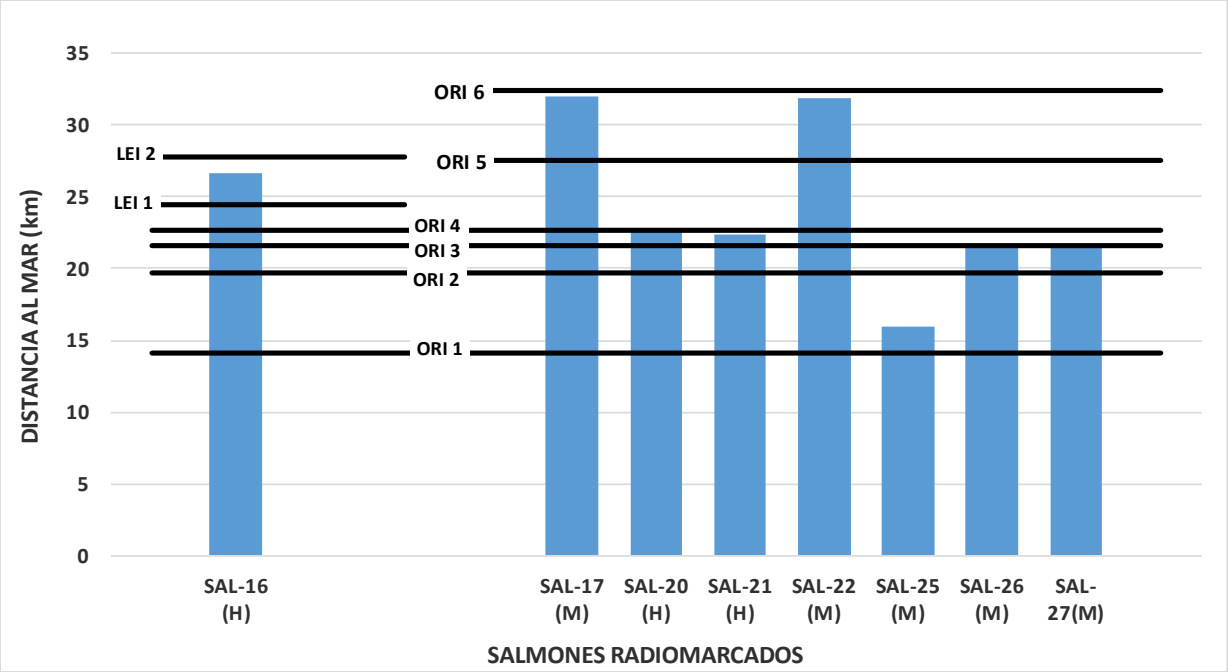


Figura 23. Distancia máxima de migración de salmones radiomarcados desde la estación de captura de Orbeldi (ORI-1) en el año 2016 en los ríos Oria y Leitzaran. ORI-2: Brunet, ORI-3: Abaloz, ORI-4: Bazkardo , ORI-5: La Salvadora, ORI-6: Irura, LEI-1: Garaikoerrota, LEI-2: Laborde.

Retraso

Los salmones marcados una vez liberados aguas arriba del azud de Orbeldi, permanecen un tiempo variable en este tramo de suelta, entre 1 y 17 días, con una permanencia media de 7 jornadas, hasta que reanudan su migración en relación en la mayor parte de los casos con picos de caudal en el río Oria.

En las Figuras 25, 26 y 27 se incluye la evolución de todos los salmones marcados de forma gráfica, donde se observa la activación de la migración en relación con los caudales circulantes y la interacción con los obstáculos o azudes presentes en el corredor del Oria-Leitzaran, los cuales detienen el avance de los salmones durante un periodo variable de tiempo, tras lo cual en algunos casos se reanuda la migración ascendente y en otras no. A este periodo de tiempo se le denomina retraso.

En el *apartado de 6.2.2.3.* se analiza el paso de los salmones marcados a través de los principales obstáculos del corredor Oria-Leitzaran y su relación con los caudales circulantes en el río Oria, los cuales son más elevados en las jornadas denominadas como de retraso, es decir, en las cuales, los salmones detienen su avance al encontrarse con un obstáculo.

De los 3 principales obstáculos presentes en río Oria hasta su confluencia con el Leitzaran, el **azud de Bazkardo** es el que mayor retraso provoca de momento, con un **retraso medio de 7,5 jornadas**, estimado para un total de 6 salmones. En este caso, cabe destacar el retraso de la hembra SAL-16 y el macho SAL-17, con 11 y 19 jornadas respectivamente, hasta que reanudan su migración de remonte. En el caso de la hembra SAL-16, el retraso se debe a la presencia de un tronco que tapona el paso por la escala. Una vez comienza a remontar el río Oria en fecha 09/11/2016, parece superar los azudes de Brunet y Abaloz con relativa facilidad y el día 11 de noviembre se encuentra justo debajo del azud de Bazkardo (Figura 25). El día 13 de noviembre accede a la escala, se registran 3 detecciones espaciadas en el tiempo en la primera antena, en cuya escotadura quedó encajado un tronco que impedía el paso (Anexo I-Figura 8). Parece que la hembra chocó 3 veces consecutivas contra el tronco para posteriormente salir de la escala y retroceder o volver al cauce del Oria aguas abajo, donde es localizada mediante radioseguimiento. En un segundo intento 8 días más tarde, habiendo sido retirado el tronco que impedía el paso, en fecha 21/11/2016 esta hembra supera la escala y remonta hasta el río Leitzaran.

El **azud de Abaloz**, presenta un **retraso medio de 6 jornadas** para un total de 6 salmones, aunque este valor se debe a las 28 jornadas en las que la hembra SAL-21 permanece aguas abajo de este azud. Los restantes 5 ejemplares presentan un retraso de entre 0-5 días.

El **azud de Brunet** es el que menor retraso provoca, con un valor medio inferior a 1 jornada para un total de 7 salmones. Los salmones lo superan con facilidad.

En el caso del **azud de Garaikoerrota**, se cuenta únicamente con el dato de la hembra SAL-16, que permanece durante 35 días bajo el azud. El macho SAL-22 supera este azud, pero no se conoce el dato preciso de retraso, que como máximo sería de 6 jornadas, periodo que transcurre entre su localización en el embalsamiento de Bazkardo en fecha 03/01/2017 y su detección al paso por el canal de Garaikoerrota en fecha 10/01/2017.

El momento de paso por puntos estratégicos para la migración como pueden ser los azudes del corredor Oria- Leitzaran, es un buen **indicador del grado de permeabilidad**, así como de su variabilidad dependiendo de las condiciones ambientales imperantes. De esta forma, tal y como se incluye en el apartado *6.2.2.1. Abundancia y distribución de pasos,* se determina el día o **jornada media de migración** para cada obstáculo o punto fluvial., que se corresponde con el día **27 de noviembre para el azud de Abaloz**, el día **1 de diciembre para el azud de Bazkardo** y el día **3 de enero de 2017 para el azud de Garaikoerrota** (Tabla 11). Con el paso de dos salmones que remontan el río Oria aguas arriba de la confluencia con el Leitzaran, se estima el día medio de migración para el **azud de La Salvadora**, que corresponde al **día 8 de diciembre**.

El retraso en la migración de remonte está en relación con la dificultad de localizar los pasos o escalas de los azudes, lo que sería el efecto de llamada, pero también influye el régimen hidrológico imperante durante el periodo de migración pre-reproductora, ya que los caudales parecen activar o facilitar la migración. De esta forma, con los picos de caudal del mes de noviembre se activa la migración de los salmones, pero durante todo el mes de diciembre y hasta el día 9 de enero, que incluye el periodo de reproducción, los caudales son muy bajos y los salmones que han detenido su avance presentan menor movilidad, incluso los que no han alcanzado lugares adecuados para la reproducción, como puede ser el río Leitzaran.

Tabla 15. Estimación del retraso provocado por los azudes del corredor Oria-Leitzaran en la migración de remonte de salmones marcados en 2016.

	RETRASO (días)			
Salmón	**Brunet**	**Abaloz**	**Bazkardo**	**Garaikoerrota**
SAL-16 (H)	0	0	11	35
SAL-17 (M)	0	0	19	
SAL-20 (H)	3	0		
SAL-21 (H)	0	28		
SAL-22 (M)	0	3	5	
SAL-26 (M)	0	5		
SAL-27 (M)	0			
SAL-19 (M)			5	
SAL-18 (M)			0	
SAL-06 (M)			5	
Promedio	**0,4**	**6,0**	**7,5**	**35,0**
Máximo	3,0	28,0	19,0	35,0
Mínimo	0,0	0,0	0,0	35,0

Comportamiento y Reproducción

En relación con la reproducción de los 7 salmones objeto de radioseguimiento y que remontan el río Oria, dos de ellos, la hembra SAL-16 y el macho SAL-22 logran llegar al río Leitzaran, principal tributario y área de reproducción para la especie en la cuenca del Oria (Figuras 25 y 26). La hembra SAL-16 accede al río Leitzaran en fecha 23/11/2016 sin embargo, pasa de largo la llamada del canal lateral de Garaikoerrota y tras superar el pequeño azud que se encuentra en este punto, se establece en un tramo de unos 100 m de longitud entre dicho azud y el de Garaikoerrota (Anexo II-Figuras 9 y 10). En este tramo se localizan numerosas frezas de trucha y en fecha 27/12/2016 se observa una cama de freza que podría ser de salmón (Anexo II-Figuras 11), sin embargo, no se observa a la hembra sobre ella. En la siguiente jornada, el día 28 de diciembre, tras 35 jornadas en las que ha permanecido en este tramo bajo el azud de Garaikoerrota, la hembra retrocede y supera el canal lateral.

En el mes de enero, remonta aguas arriba en relación con fuertes crecidas del Leitzaran, periodo en el cual accede también a este río el macho SAL-22, el cual se une a la hembra y coinciden justo bajo la rampa de la estación de aforo en fecha 12/01/2017 (Anexo II-Figuras 11). La hembra supera la rampa y remonta aproximadamente 1 km, aunque finalmente parece desistir y en fecha 18/01/2017 retorna al río Oria y muere a la altura del azud de Bazkardo.

El macho es localizado por última vez el día 13 de enero en el Leitzaran, tras lo cual desaparece y no vuelve a ser localizado. En estas fechas, aprovechando las crecidas los salmones emprenden la

migración descendente al mar. De esta forma se localiza por última vez también al macho SAL-17 en fecha 11/01/207, en el tramo entre los azudes de Abaloz y Bazkardo en el Oria (pk=22,3), en su descenso al mar desde la localidad de Irura (pk=32).

Los caudales en este periodo son muy elevados, con un máximo de 93,8 m^3/s registrado en la estación de aforo de Leitzaran y 482 m^3/s en la estación de aforo de Lasarte en el río Oria en fecha 16/01/2017.

Por otro lado, las hembras SAL-20 y SAL-21 permanecen en el tramo entre Abaloz y Bazkardo en el río Oria durante el periodo reproductor. No se detectan camas de freza, la accesibilidad y visibilidad es reducida en este. La hembra SAL-21 es localizada por última vez en fecha 03/01/2017, mientras que la SAL-20 en su desplazamiento descendente accede al canal de derivación de la C.H. Abaloz en fecha 27/12/2017, donde finalmente muere.

Los machos SAL-26 y SAL-27 remontan el río Oria hasta el azud de Abaloz. Su última localización corresponde a las fechas 17/01/2017 para el primero y 22/12/2016 para el segundo.

El macho SAL-25 es el único ejemplar que no remonta río arriba y permanece en la zona embalsada del azud de Orbeldi durante 10 días, cuando es localizado por última vez en fecha 09/12/2016, tras lo cual desaparece y no vuelve a ser localizado.

En relación con la migración descendente de los salmones en fase postreproductora, éstos descienden saltando por encima de los obstáculos, al menos en el caso de Garaikoerrota, Abaloz y Bazkardo, ya que no se detecta el paso de ninguno de ellos a través de las escalas.

Actividad migratoria diaria

A partir de las detecciones registradas en las antenas instaladas en los pasos de Abaloz, Bazkardo y Garaikoerrota, se conoce el momento exacto y la franja horaria en la que se desplazan o migran los salmones (Tabla 16, Figura 24). Para ello se cuenta con un total de 36 detecciones.

La migración de remonte acontece principalmente en la franja diurna, el 81% de las detecciones (n= 29) se registran entre las 8 de la mañana y las 7 de la tarde, aunque la mayor parte de ellas (n=19) se registran desde el mediodía hasta el atardecer, entre las 14:00 y 19:00 horas. Estos resultados coinciden con los obtenidos en estudios anteriores de permeabilidad realizados en el río Urumea con reproductores de trucha y salmón en el ámbito del proyecto BIDUR (Ekolur-DFG-HAZI, 2012), así como en el reciente estudio de eficacia realizado en el dispositivo de paso del azud de la C.H. Bertxin en el río Leitzaran en el ámbito del proyecto LIFR IREKIBAI.

Tabla 16. Distribución diaria de las detecciones de salmones marcados en los pasos de los azudes de Abaloz, Bazkardo y Garaikoerrota

Actividad-detecciones	Nº	%
Franja diurna (8:00-19:00)	29	81
Franja nocturna (19:00-07:00):	7	19
Total	**36**	

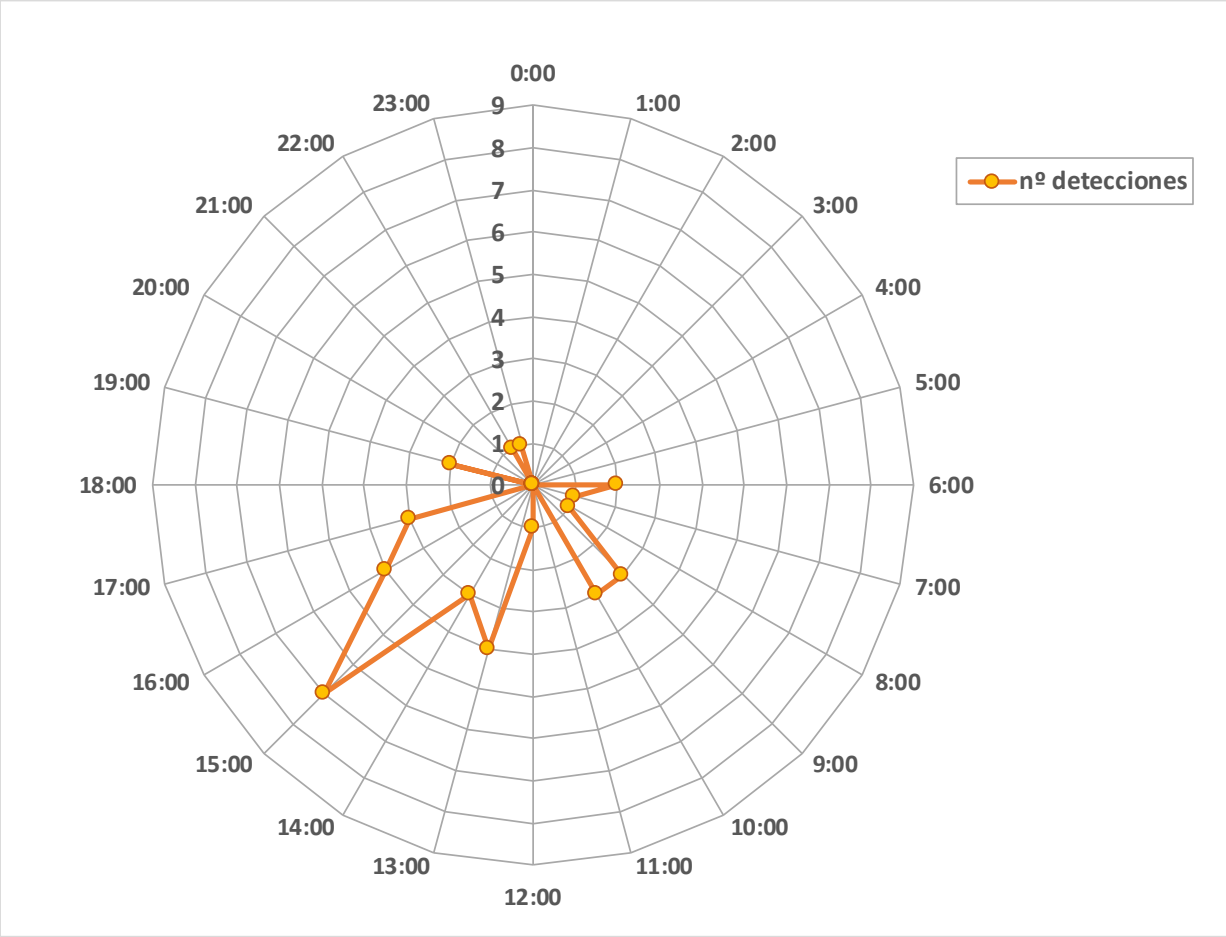
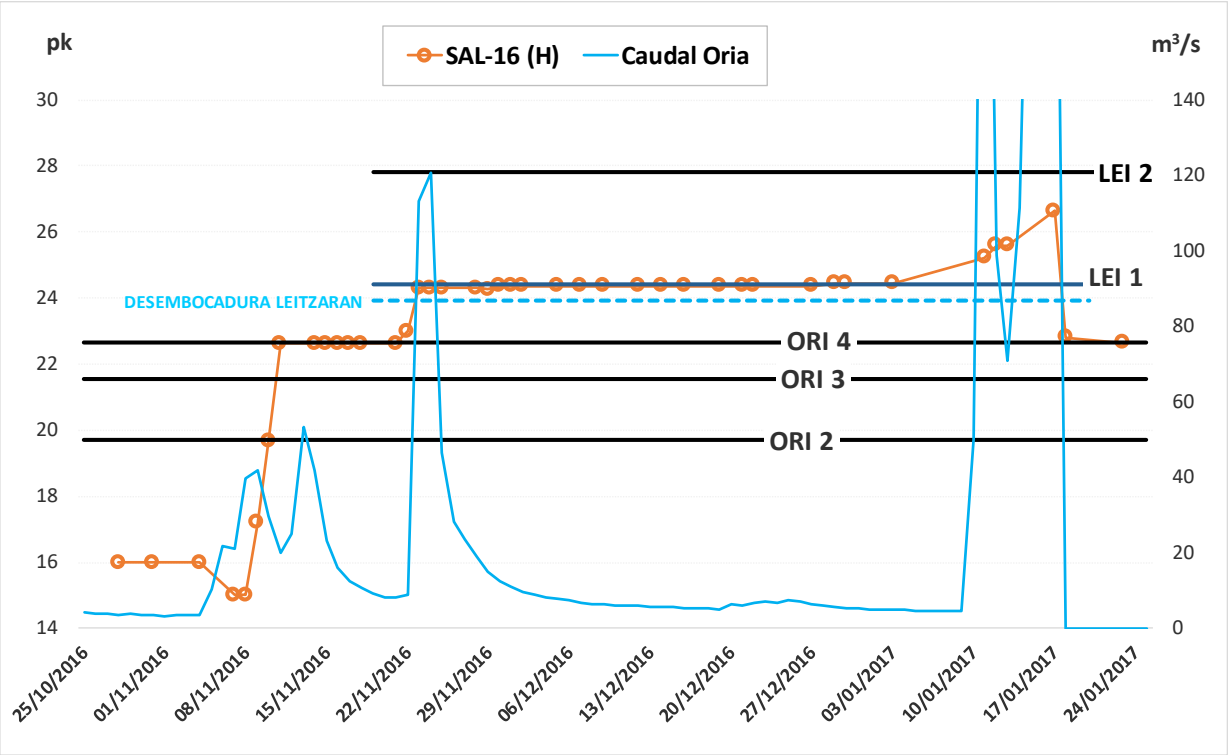


Figura 24. Distribución diaria de las detecciones de salmones marcados en los pasos de los azudes de Abaloz, Bazkardo y Garaikoerrota en periodo de migración prereproductora en 2016.



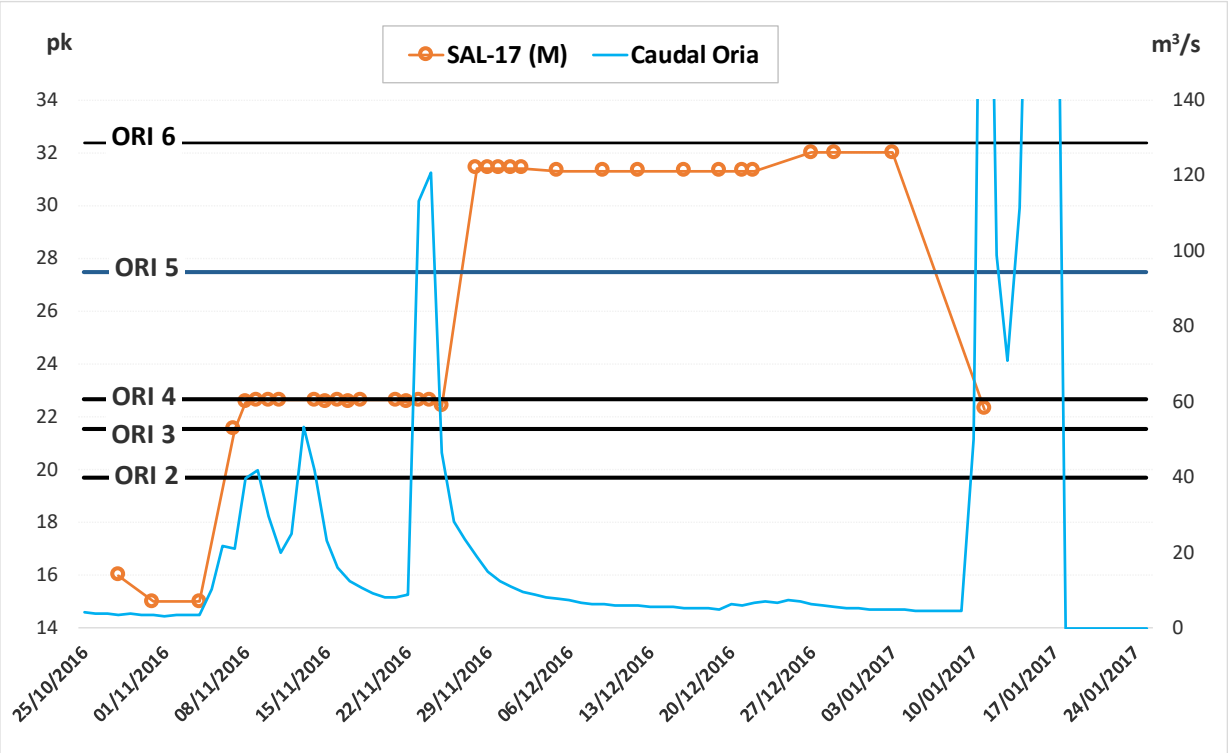
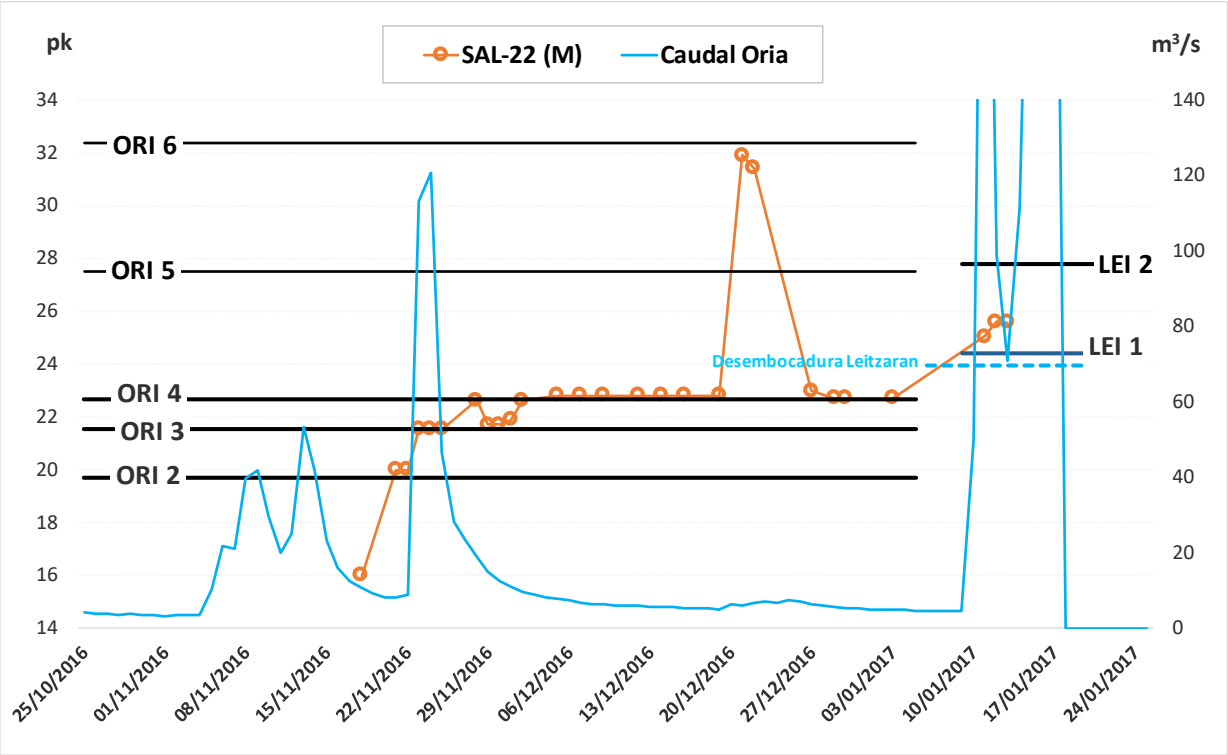


Figura 25. Evolución de los salmones SAL-16 y SAL-17 mediante radioseguimiento en los ríos Oria y Leitzaran, desde octubre 2016 a enero de 2017. Cada punto o icono corresponde a una localización y la línea entre 2 puntos consecutivos sería el desplazamiento o distancia recorrida entre ambas localizaciones.



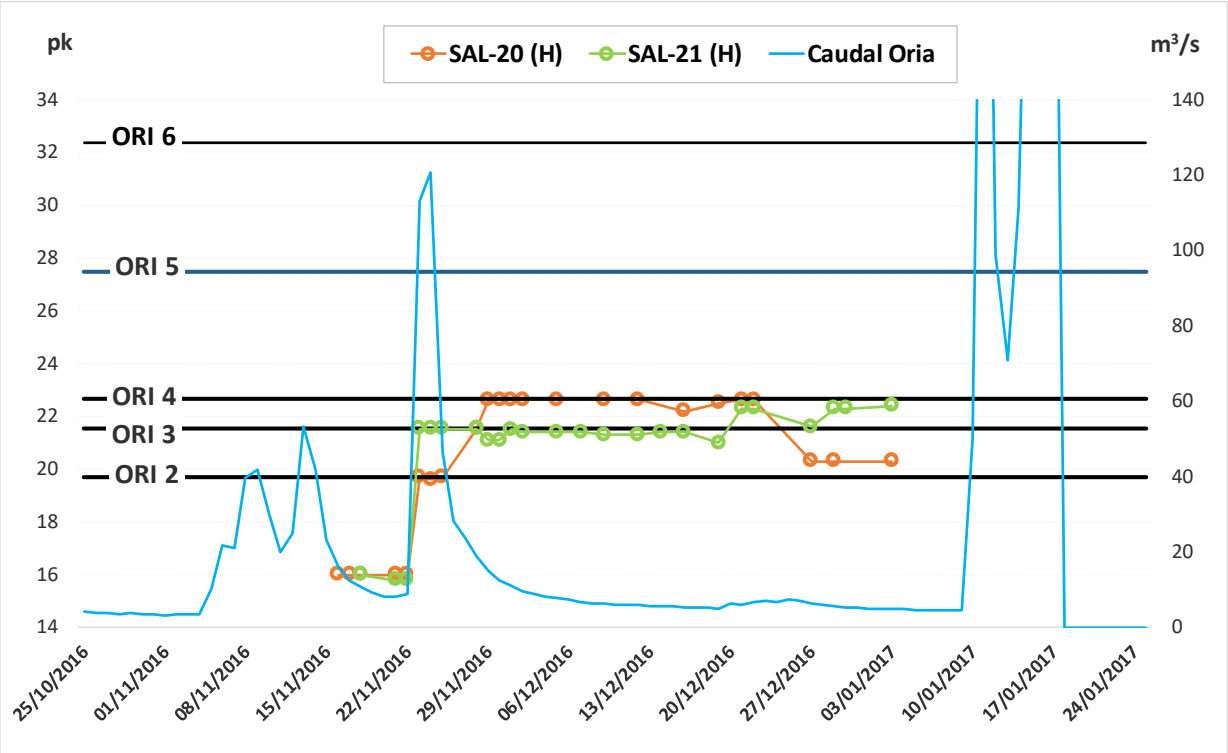


Figura 26. Evolución de los salmones SAL-22 y SAL-20 mediante radioseguimiento en los ríos Oria y Leitzaran, desde octubre 2016 a enero de 2017. Cada punto o icono corresponde a una localización y la línea entre 2 puntos consecutivos sería el desplazamiento o distancia recorrida entre ambas localizaciones.

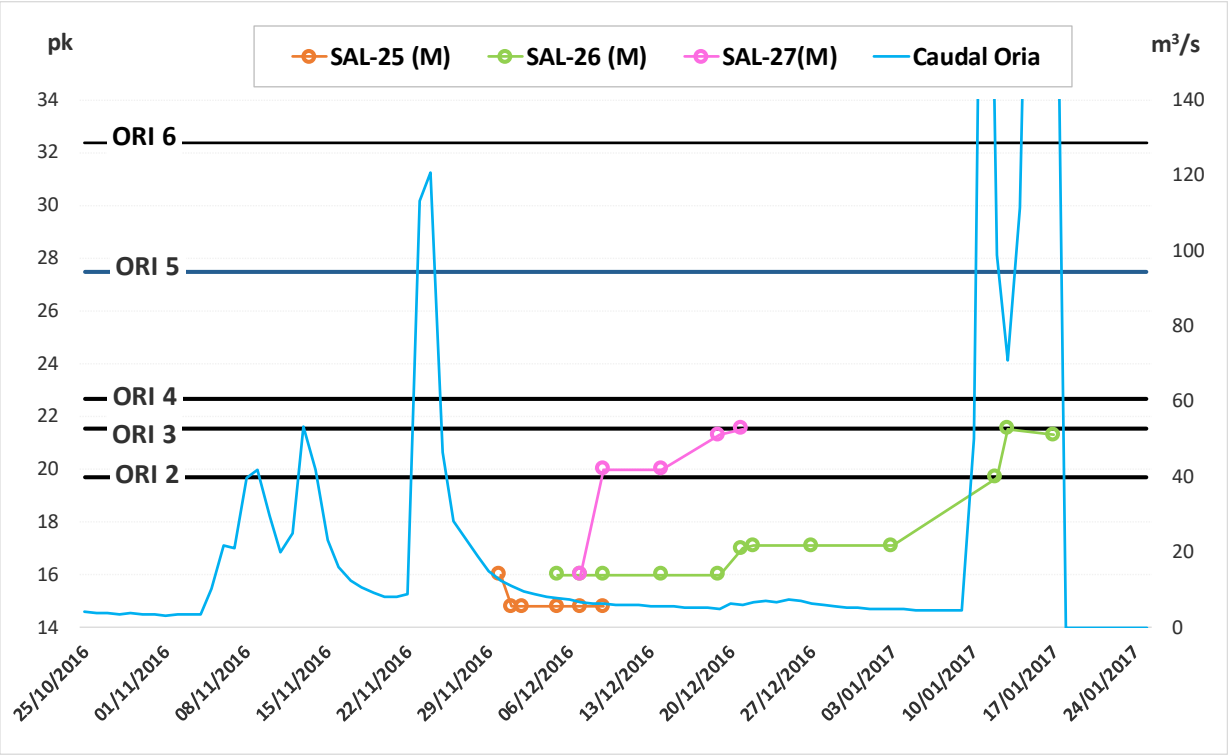


Figura 27. Evolución de los salmones SAL-25, SAL-26 y SAL-27 mediante radioseguimiento en el río Oria, desde octubre 2016 a enero de 2017. Cada punto o icono corresponde a una localización y la línea entre 2 puntos consecutivos sería el desplazamiento o distancia recorrida entre ambas localizaciones.

7. DISCUSION Y CONCLUSIONES

En 2016 se realiza otra campaña de ***Seguimiento de la población de salmón en la cuenca del Oria***, la cual cuenta ya con una serie que se inicia en el año 1997, un total de 20 años, con el control de la población adulta en la estación de captura de Orbeldi, localizada a 14 km de la desembocadura.

La población adulta controlada en 2016 es inferior al promedio interanual, se controlan 29 salmones adultos, con dos periodos de entrada de salmones muy marcados, uno en primavera y otro en otoño, mientras que en verano o estiaje apenas entran salmones en la estación de captura. Los salmones controlados en primavera se trasladan al río Leitzaran, tal y como se ha hecho hasta la fecha, con el objetivo de que se reproduzcan en él. En otoño en cambio, la entrada de salmones vuelve a activarse a partir del día 28 de octubre, y se pone en marcha el estudio de permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran, con el marcaje y suelta de los salmones que acceden a la estación directamente al río Oria aguas arriba de la estación.

Por otra parte, se han realizado distintos trabajos relacionados con la especie en la cuenca del Oria, como es el desove de reproductores y cultivo de juveniles en la piscifactoría, repoblaciones o sueltas de juveniles en el Oria y Leitzaran, así como muestreos de pesca eléctrica en el río Leitzaran con objeto de determinar el éxito reproductor de los salmones trasladados a este río en la campaña de 2015, que fueron un total de 110 ejemplares. Estos salmones se reproducen y en verano de 2016 se constata la presencia de salmón juvenil salvaje en 4 estaciones del río Leitzaran y de salmón con origen en repoblaciones o sueltas en una estación de la regata Ubane, principal afluente del curso bajo del Leitzaran.

En lo que respecta al ***Estudio de permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran***, la puesta en marcha del mismo mediante el seguimiento de salmones marcados a partir de otoño de 2016 ofrece unos primeros resultados muy interesantes y valida la metodología y estrategia de seguimiento diseñada.

Los resultados obtenidos se basan en un número todavía reducido de salmones, un total de 13 ejemplares, por lo que las conclusiones o valoraciones que se extraen a partir de este primer seguimiento han de considerarse con cautela. Asimismo, el seguimiento se ha realizado únicamente durante el periodo de migración prereproductora, así como en periodo reproductor, por lo que no se cuenta todavía con información relativa a la entrada de salmones en primavera y estiaje y su comportamiento, uso del hábitat y permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran durante dicho periodo.

En lo que respecta a la permeabilidad del corredor Oria-Leitzaran, las primeras estimaciones del grado de franqueabilidad o **eficacia de los dispositivos de paso** presentes en los azudes de tramo, muestran

que **el azud de Brunet en el Oria es el de mayor eficacia**, así como el que menor retraso en la migración provoca. Asimismo, los azudes de La Salvadora en el Oria y de Garaikoerrota han sido superados por los dos únicos salmones marcados que lo han intentado.

Para los pasos de los azudes de la **C.H. Abaloz y C.H. Bazkardo la eficacia estimada de momento es inferior y el retraso que provocan en la migración de remonte de los salmones es superior**. El funcionamiento de las escalas parece adecuado, los tiempos de paso estimados, tanto totales como relativos a desnivel, concuerdan con valores reportados en bibliografía. De momento estos valores son mejores incluso que los estimados para la escala del azud de la C.H. Bertxin en el río Leitzaran en el estudio de eficacia realizado en otoño de 2016 con reproductores de trucha. Se constatan pasos a través de las escalas con caudales del Oria de 29,5 m^3/s (Q20) y 46,7 m^3/s (Q11) para Abaloz y Bazkardo respectivamente, cerca del límite superior del rango de caudales en el que se considera debería ser funcional cualquier paso para peces, que es de entre Q90 y Q8 (Larinier et al. 2002; Hefti D. 2012). Asimismo, el número de intentos que realizan los salmones para superar las escalas es también bajo, todos los salmones que acceden a estas escalas hasta el punto en el que se sitúan las primeras antenas superan el paso en un único intento y casi todos presentan una única detección en cada antena, excepto la hembra SAL-16 que no lo logra debido a un tronco que impedía el paso a través de la escala.

Por tanto, parece que la menor eficacia de paso estimada en ambos pasos o azudes respecto a Brunet se debe a una **menor eficacia de la llamada de los pasos**. A la hora de evaluar el funcionamiento de un paso el parámetro determinante es la eficacia total. Un dispositivo de paso con baja eficacia de llamada y alta eficacia de paso para determinada especie puede ser tan funcional como un dispositivo con elevada eficacia de llamada y baja eficacia de paso.

Por otra parte, aunque de momento la diferencia no es significativa, el caudal del Oria durante las jornadas en las que los salmones superan los pasos es inferior al de las jornadas denominadas cono de **retraso**, es decir, aquellas jornadas o periodos en los que los salmones detienen su avance al encontrarse con un obstáculo, lo cual indica que éstos detienen su avance y permanecen durante periodos de duración variable bajo los obstáculos al resultar más difícil localizar la entrada a los dispositivos de paso con caudales superiores. El retraso es inferior en Brunet mientras que los salmones marcados superan este azud con caudales superiores a los registrados al superar los azudes de Abaloz y Bazkardo.

El retraso en la migración que provocan los azudes está en parte en relación con la funcionalidad de los pasos, la eficacia de la llamada, pero también con el mantenimiento de los pasos. Sirva como ejemplo

el caso de la hembra SAL-16, que no puede superar la escala de Bazkardo por la presencia de un tronco que tapona el paso.

Si se tiene en cuenta el elevado número de obstáculos presentes en el corredor Oria-Leitzaran, el **efecto acumulativo** de éstos, es decir, el retraso que provocan en la migración se multiplica y puede suponer que el acceso a afluentes como el Leitzaran, así como a tramos medios y altos del mismo sea muy difícil y que, aunque se logre, el retraso sea notable y no coincidan con la ventana temporal óptima en relación con el ciclo vital de las especies implicadas (principalmente reproducción). A este respecto, se considera que para restaurar la conexión de tramos en ríos fragmentados para las especies diádromas (en nuestro caso principalmente, trucha salmón y anguila, aunque sin descartar el sábalo y la lamprea), se requiere una eficacia de paso del 90% o superior para cada obstáculo, con el objetivo de evitar la pérdida acumulativa de reproductores en sucesivos obstáculos (Lucas & Baras, 2001).

Se han estimado dos indicadores del efecto acumulativo o retraso que provocan los azudes objeto de estudio en el tramo. Uno es el del **día medio de migración**, que corresponde a la fecha de paso de los salmones marcados por los principales obstáculos, que se corresponde con el día 27 de noviembre para el azud de Abaloz, el día 1 de diciembre para el azud de Bazkardo y el día 3 de enero de 2017 para el azud de Garaikoerrota, una fecha muy tardía, aunque el número de salmones marcados es bajo, y son sólo dos ejemplares los que logran remontar hasta el Leitzaran.

Otro indicador es el de la **distancia media de migración**, que es 24,3 km desde la desembocadura al mar, punto fluvial situado aguas arriba de los 4 principales azudes del río Oria hasta la confluencia con el Leitzaran (azudes de Orbeldi, Brunet, Abaloz y Bazkardo). El seguimiento en futura campañas permitirá estimar de nuevo estos indicadores, así como los relativos a la eficacia de paso y ver en qué medida varían en base a las condiciones ambientales, así como a las características de la población de salmones que remonta el Oria.

Otro resultado de relevancia es el de la **supervivencia de los salmones marcados**. Ninguno de los salmones marcados muere durante el periodo de migración prerepoductora y tampoco durante el periodo de reproducción. Aunque el seguimiento se haya realizado únicamente en periodo de otoño e invierno, este resultado es relevante y se encuentra en relación con la mejora de la calidad del agua en el tramo bajo del río Oria en los últimos años. En el estudio de radioseguimiento realizado en el año 2008 en el río Oria (Ekolur & DFG, 2008), de los 6 salmones que se marcaron en otoño (mes de octubre) para seguimiento, 3 murieron en un breve periodo de tiempo (entre 5 y 6 días) y 3 sobrevivieron hasta el periodo reproductor.

Finalmente, sería recomendable realizar muestreos de pesca eléctrica en estiaje de 2017 en los tramos donde se han establecido los salmones en periodo reproductor con el objetivo de comprobar la presencia de juveniles y el éxito reproductor.

El seguimiento realizado aporta información novedosa y relevante para la gestión de esta y restantes especies diádromas en la cuenca del Oria. Se espera que las próximas campañas de seguimiento a realizar en el ámbito del LIFE IREKIBAI aporten más información y ayuden a alcanzar el objetivo de restaurar la conectividad del corredor Oria-Leitzaran para todas las especies ícticas y en especial para las diádromas.

8. BIBLIOGRAFIA

- Baras E. & Lagardère J.P. (1995) *Fish telemetry in aquaculture: review and perspectives*. Aquaculture International 3, 77-102

- Bau F., Croze O., Delmouly L., Moreau N., Alesina R., 2007. *Suivi par radiopistage de la migration anadrome du saumon atlantique sur la Garonne en aval et en amont de Golfech – quatrième campagne (suivi 2005)*. Rapport GHAAPPE RA07.03, 108 p

- Calles E.O., Greenberg, L.A., 2005. *Evaluation of nature-like fishways for re-establishing connectivity in fragmented salmonid populations in the River Emån*. River Research and Applications 21:951 – 960.

- Chanseau, M. & Larinier, M. 1999. *The behaviour of returning adult Atlantic salmon (Salmo salar L.) in the vicinity of a hydroelectric plant on the Gave de Pau river (France) as determined by radio elemetry.* In A. Moore & I. Russell, eds Advances in Fish Telemetry, 257-264 pp. Lowestoft UK, CEFAS, 264 pp.

- Croze, O. 2005. *Radio-tracking: a useful tool for the Aulne Atlantic Salmon rehabilitation program*. pp. 13-24. In: Lemho, G. (ed.);Marmulla, G. (ed.). Aquatic telemetry. Advances and applications. Proceedings of the fifth Conference on Fish Telemetry held in Europe, Ustica, Italy, 9-13 June 2003.

- Ekolur SLL, Ikaur, DFG, 2006. *Bases para la Elaboración de las Directrices sobre el Uso Sostenible del Agua en Gipuzkoa*; Diputación Foral de Gipuzkoa Dpto. de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

- Ekolur SLL, Diputación Foral de Gipuzkoa, 2008. *Seguimiento de poblaciones de salmón atlántico en la cuenca del Oria*. Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Desarrollo del Medio Rural.

- Ekolur SLL, Diputación Foral de Gipuzkoa, 2008. *Seguimiento de la eficacia de dispositivos de paso para fauna piscícola en obras realizadas por la Diputación Foral de Gipuzkoa*. Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Desarrollo Sostenible.

- Ekolur SLL, Diputación Foral de Gipuzkoa, 2009. *Estudio de permeabilidad a la migración de la ictiofauna de estaciones de aforo tipo V-flat en ríos del Territorio Histórico de Gipuzkoa*. Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Desarrollo Sostenible.

- Ekolur SLL, Diputación Foral de Gipuzkoa, IKT S.A., 2012. *Estudio de movimientos ascendente y descendente de las poblaciones de peces en el río Urumea.* Proyecto "BIDUR": Gestión transfronteriza compartida de las cuencas de los ríos Bidasoa y Urumea (POCTEFA INTERREG IV A 2007-2013). Diputación Foral de Gipuzkoa (IKT SA.), Gobierno de Navarra (GAVRN S.A.) (2010-2011 Consejo General de los Pirineos Atlánticos).

- Ekolur SLL, Diputación Foral de Gipuzkoa, 2015. *Plan de Reintroducción del Salmón Atlántico en Gipuzkoa*. Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Promoción Económica, Medio Rural y Equilibrio Territorial.

- Ekolur SLL, Diputación Foral de Gipuzkoa, 2015. *Estudio de la Calidad del Agua de los Ríos de Gipuzkoa*. Diputación Foral de Gipuzkoa, Dpto. de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

- Hefti D. 2012: *Migration du poisson vers l'amont et vers l'aval à la hauteur des ouvrages hydroélectriques. Check-list Best practice*. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement no 1210: 79 S.

- Larinier, M., Travade, F., Porcher., 2002: *Fishways: biological basis, design criteria and monitoring.* Bull. Fr. Peche Piscic., 364 suppl., 208p.

- Laughton R. (1991). *The movements of adult Atlantic salmon (Salmo salar L.) in the River Spey as determined by radiotelemetry during 1988 and 1989*. Scottish Fisheries Research Report 50, 34 p.

- Rivinoja, P. 2005*. Migration problems of Atlantic Salmon (Salmo Salar L.) in Flow Regulated Rivers*. PhD thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Aquaculture, Umeå, Sweden.

- Rivinoja, P., Leonardsson, K. and Lundqvist, H. (2006), *Migration success and migration time of gastrically radio-tagged v. PIT-tagged adult Atlantic salmon*. Journal of Fish Biology, 69: 304–311

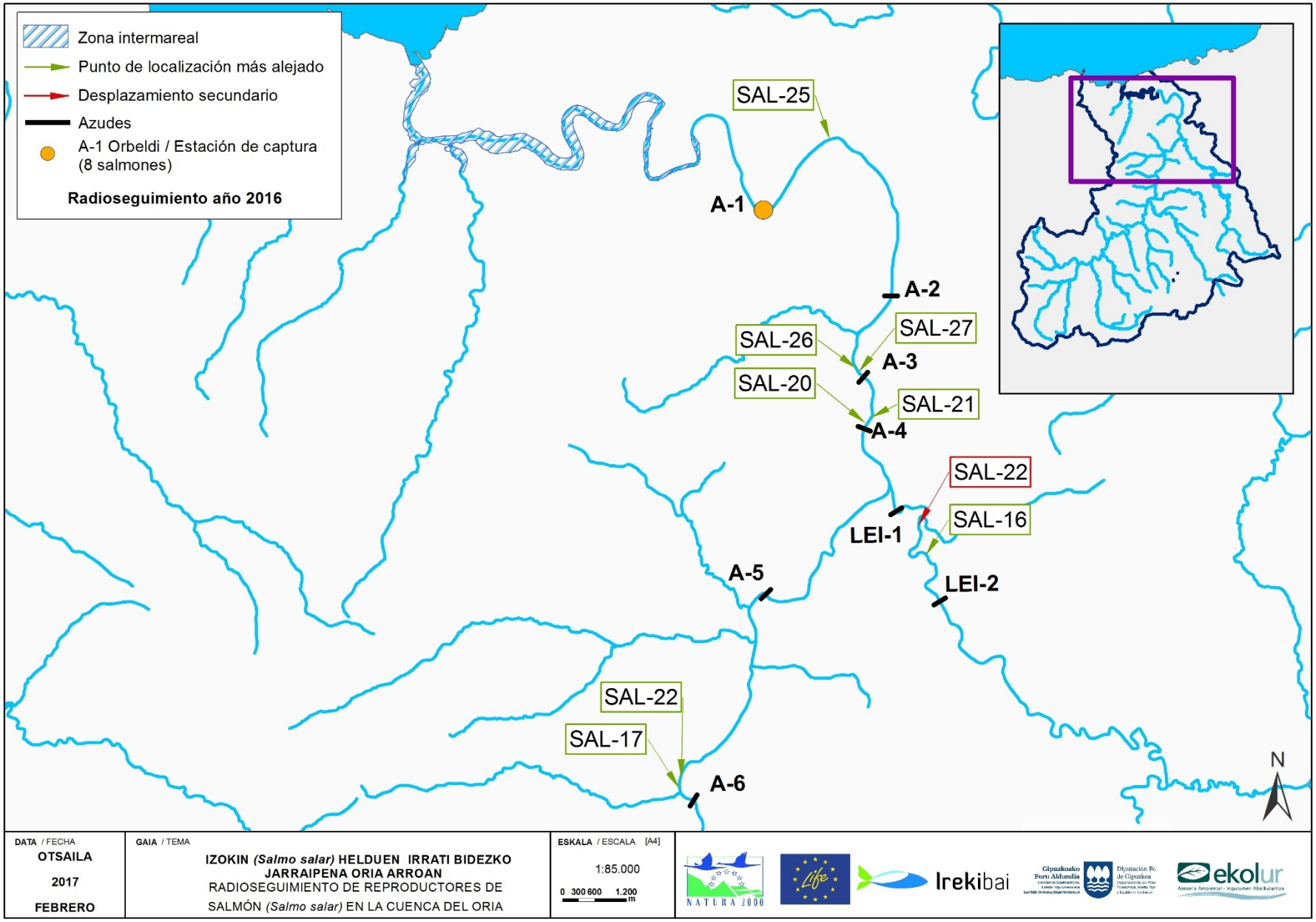
- Sanz-Ronda F.J., Bravo-Córdoba F.J., Fuentes-Pérez J.F. and Castro-Santos T., 2016. *Ascent ability of brown trout, Salmo trutta, and two Iberian cyprinids − Iberian barbel, Luciobarbus bocagei, and northern straight-mouth nase, Pseudochondrostoma duriense − in a vertical slot fishway*. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 417, 10.

- Seber G.A.F., Le Cren, E.D., (1967). *Estimating population parameters from catches large relative to the population*. The Journal of Animal Ecology, 36: 631-643

- Smith, G. W., R. N. B. Campbell, and J. S. MacLaine, 1998. *Regurgitation rates of intragastric transmitters by adult Atlantic salmon (Salmo salar L.) during riverine migration*. Hydrobiologia 371/372:117–121.

- Tetard, S. Lasne, E. Gadais, R. Butel, E. Feunteun, E., 2013. *Évaluation du stock de Saumons entrant en estuaire de la Loire et étude du comportement migratoire jusqu'aux secteurs amont - phase 1*. Rapport d'étude Plan Loire Grandeur Nature.

ANEXO I. Migración de salmones adultos mediante radioseguimiento en el corredor Oria-Leitzaran. Periodo: octubre 2016-enero 2017


Zona intermareal
Punto de localización más alejado
Desplazamiento secundario
Azudes
A-1 Orbeldi / Estación de captura (8 salmones)
Radioseguimiento año 2016
SAL-25
A-1
A-2
SAL-27
SAL-26
A-3
SAL-20
SAL-21
A-4
SAL-22
SAL-16
LEI-1
LEI-2
A-5
SAL-22
SAL-17
A-6
N
DATA / FECHA
OTSAILA
2017
FEBRERO
GAIA / TEMA
IZOKIN (Salmo salar) HELDUEN IRRATI BIDEZKO JARRAIPENA ORIA ARROAN
RADIOSEGUIMIENTO DE REPRODUCTORES DE SALMÓN (Salmo salar) EN LA CUENCA DEL ORIA
ESKALA / ESCALA [A4]
1:85.000
0 300 600 1.200 m
NATURA 2000
Life
Irekibai
Gipuzkoako Foru Aldundia
Diputación Foral de Gipuzkoa
ekolur
Asesoría Ambiental · Ingurumen Aholkularitza

ANEXO II. Principales obstáculos, antenas y equipos de detección pasiva instalados en 3 pasos del Oria y Leitzaran

Figura 1. **Azud de Orbeldi y capturadero** en margen derecha**,** (río Oria). Macho adulto controlado y marcado para seguimiento en otoño de 2016.

Figura 2. **Azud de la C.H. Abaloz** (río Oria). Paso para peces (escala de artesas sucesivas) en margen derecha (arriba), toma del canal de derivación en margen izquierda (centro) y crecida (abajo).

Figura 3. Escala del a**zud de la C.H. Abaloz** (río Oria).) Llamada de la escala en caudales bajos (arriba) y caudales superiores (centro), antena 1 (círculo rojo abajo izda.) y antena 2 (círculo rojo abajo dcha).

Figura 4. Vaciado del paso para peces (escala de artesas sucesivas) e instalación de antenas de detecc pasiva en el azud de la **C.H. Abaloz** (río Oria). Antena 1, entre la 6ª y 7ª artesa (abajo).

Figura 5. Equipo de detección pasiva en marcha en la escala del azud de la **C.H. Abaloz.** Antena 1 (imágenes superiores) y antena 2 (imágenes centrales). CPU del sistema de detección (imagen inferior).

Figura 6. **Azud de la C.H. Bazkardo** (río Oria). Paso para peces (escala de artesas sucesivas) en margen izquierda (imagen arriba), y llamada de la escala con caudales elevados.

Figura 7. Vaciado del paso para peces (escala de artesas sucesivas) e instalación de antenas de detección pasiva en el azud de la **C.H. Bazkardo** (río Oria).

Figura 8. **Azud de la C.H. Bazkardo**. Antenas de detección en la escala (imágenes superiores), CPU del sistema de detección y equipo para radioseguimiento manual (imagen inferior) y tocón encajado en la escotadura de paso de la artesa en la que se sitúa la antena de detección, el cual impide el paso aguas arriba en la escala.

Figura 9. **Azud de Garaikoerrota** (río Leitzaran) y canal lateral en margen derecha. Panorámica del año 2006 (imagen superior), antena de detección y CPU del sistema en 2016 (imágenes inferiores).

Figura 10. **Azud de Garaikoerrota** (río Leitzaran) y azud anterior junto a la llamada en margen derecha (imagen superior). Llamada del canal lateral con caudal bajo y medio (imagen centro e inferior).

Figura 11. **Cama de freza** en el tramo bajo el azud de Garaikoerrota (río Leitzaran), donde se establece la hembra SAL-16 (arriba) y rampa de la estación de aforo del Leitzaran en fecha 12/01/2017.

Figura 12. **Azud de Brune**t (río Oria) y paso para peces en margen derecha (antediques).

Figura 13. **Azud de La Salvadora** (río Oria**).** Límite de accesibilidad para el salmón en 2008 (arriba). Demolición parcial en 2016 que permeabiliza el azud (imagen centro e inferior).

Figura 14. **Azud de la CH Irura** (río Oria). Paso para peces (escala de artesas sucesivas) en margen derecha.

ANEXO II. Detecciones registradas en los pasos de peces de los azudes de la CH Abaloz, CH Bazkardo y Garaikoerrota

AZUD	ANTENA	CODIGO	FECHA	HORA
ABALOZ	1	A80FC6D	07/11/2016	14:40:34
ABALOZ	2	A80FC6D	07/11/2016	14:47:43
ABALOZ	1	A80FC6F	17/11/2016	9:18:26
ABALOZ	2	A80FC6F	17/11/2016	9:25:46
ABALOZ	1	A80FC6E	18/11/2016	15:04:13
ABALOZ	2	A80FC6E	18/11/2016	15:20:34
ABALOZ	1	A80FC6C	10/11/2016	22:36:43
ABALOZ	2	A80FC6C	10/11/2016	23:06:24
ABALOZ	1	A80FC73	27/11/2016	16:01:10
ABALOZ	2	A80FC73	27/11/2016	16:10:31
ABALOZ	1	A80FC70	28/11/2016	14:56:11
ABALOZ	2	A80FC70	28/11/2016	15:11:32
ABALOZ	1	8000F10005F86C86	06/12/2016	6:48:26
ABALOZ	2	8000F10005F86C86	06/12/2016	6:57:18
ABALOZ	1	8000F10005F86C81	20/12/2016	16:59:07
ABALOZ	1	8000F10005F86C81	20/12/2016	17:02:48
ABALOZ	1	8000F10005F86C81	20/12/2016	17:06:42
ABALOZ	2	8000F10005F86C81	20/12/2016	17:29:26
ABALOZ	1	A80FC71	20/12/2016	19:17:44
ABALOZ	2	A80FC71	20/12/2016	19:47:17
BAZKARDO	1	A80FC6C	13/11/2016	12:36:53
BAZKARDO	1	A80FC6C	13/11/2016	13:38:42
BAZKARDO	1	A80FC6C	13/11/2016	13:48:52
BAZKARDO	1	A80FC6E	19/11/2016	8:47:22
BAZKARDO	2	A80FC6E	19/11/2016	9:04:54
BAZKARDO	1	A80FC6C	21/11/2016	10:23:50
BAZKARDO	1	A80FC6F	22/11/2016	10:06:07
BAZKARDO	2	A80FC6F	22/11/2016	10:20:57
BAZKARDO	1	A80FC6D	25/11/2016	15:18:06
BAZKARDO	2	A80FC6D	25/11/2016	15:26:36
BAZKARDO	1	A80FC73	02/12/2016	13:41:28
BAZKARDO	2	A80FC73	02/12/2016	13:53:11
BAZKARDO	2	A80FC73	10/12/2016	21:30:43
BAZKARDO	2	A80FC73	11/12/2016	19:13:14
BAZKARDO	2	A80FC73	11/12/2016	19:17:35
BAZKARDO	2	A80FC73	11/12/2016	19:17:45
BAZKARDO	2	A80FC73	11/12/2016	21:06:56
BAZKARDO	2	A80FC73	11/12/2016	21:23:56
BAZKARDO	2	A80FC73	11/12/2016	21:24:01
BAZKARDO	2	A80FC73	11/12/2016	21:25:37
BAZKARDO	2	A80FC73	11/12/2016	21:26:04
BAZKARDO	2	A80FC73	12/12/2016	0:44:27
BAZKARDO	2	A80FC73	12/12/2016	9:44:04

AZUD	ANTENA	CODIGO	FECHA	HORA
BAZKARDO	2	A80FC73	12/12/2016	9:44:37
BAZKARDO	2	A80FC73	12/12/2016	10:20:00
BAZKARDO	1	8000F10005F86C81	25/12/2016	15:35:00
BAZKARDO	2	8000F10005F86C81	25/12/2016	15:41:07
GARAIKOERROTA	1	A80FC6C	28/12/2016	7:19:39
GARAIKOERROTA	1	A80FC73	10/01/2017	16:56:25