



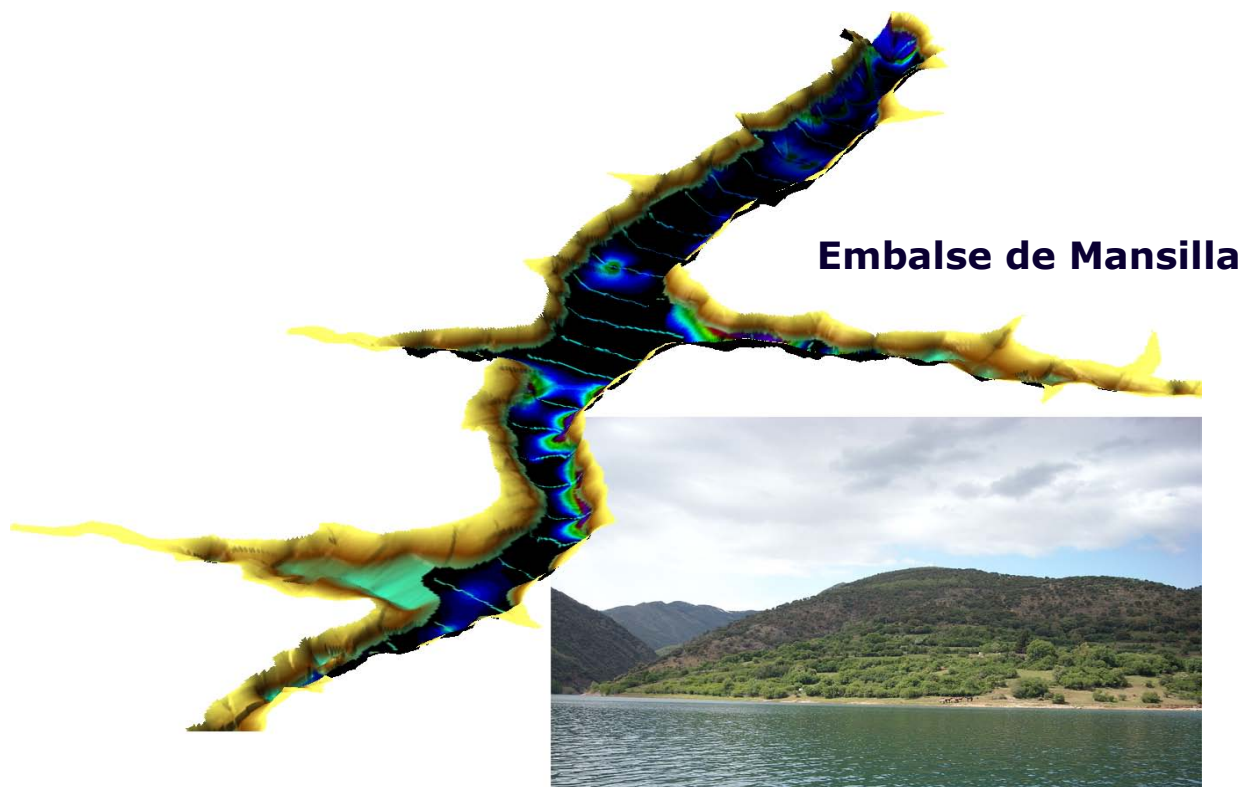
GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

## Estudio de evaluación de la población piscícola de los embalses de Mansilla, Alloz e Itoiz de la Cuenca del Ebro

(Expte. 093/10-SNS)



Tel./Fax: +34-934 360 810  
Cell: +34-617 591 300  
e-mail: [info@aquason.com](mailto:info@aquason.com)  
Skype callto://aquason-bcn

AQUASON  
Dipl.-Biol. Patrick Schneider  
C./San Antonio Maria Claret, 186-188, 4-2  
08025 Barcelona – España

**AQUASON**

[www.aquason.com](http://www.aquason.com)

Tecnología, Investigación y Consultoría Avanzada del Medio Acuático



## **Estudio de evaluación de la población piscícola de los embalses de Mansilla, Alloz e Itoiz de la Cuenca del Ebro**

(Expte. 093/10-SNS)

### **Informe Final (1): Mansilla**

1 de junio de 2011

#### **Dirección**

Concha Durán Lalaguna, Confederación Hidrográfica del Ebro

M<sup>a</sup>José Rodríguez Pérez, Confederación Hidrográfica del Ebro

#### **Autores**

Patrick Schneider, AQUASON

Lluís Benejam Vidal, CEBCAT

#### **Trabajo de Campo**

Patrick Schneider, AQUASON (Acústica)

Lluís Benejam Vidal, Sandra Saura Mas &  
Josep Benito Granell, CEBCAT (Pescas)

# Indice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Resumen.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2. Introducción.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>3. Material y métodos.....</b>                                       | <b>4</b>  |
| 3.1. Zona y fechas de estudio.....                                      | 4         |
| 3.2. Metodología: Hidroacústica.....                                    | 5         |
| 3.2.1. Procedimiento general.....                                       | 6         |
| 3.2.2. Posicionamiento DGPS e integración de los datos geográficos..... | 8         |
| 3.2.3. Plan de navegación para los ecosondeos.....                      | 8         |
| 3.2.4. Trabajo de gabinete.....   | 9         |
| 3.2.5. Calculo de las Densidades .....                                  | 10        |
| 3.2.6. Calculo de la Biomasa.....                                       | 11        |
| 3.2.7. Visualización de los datos acústicos.....                        | 12        |
| 3.3. Metodología: Muestreos directos (pescas científicas).....          | 13        |
| 3.4. Metodología: Integración de los resultados.....                    | 14        |
| 3.5. Desinfección de equipos.....                                       | 15        |
| 3.6. Devolución de los peces capturados.....                            | 15        |
| <b>4. Descripción de las especies.....</b>                              | <b>16</b> |
| 4.1. Especies autóctonas.....   | 16        |
| 4.1.1. Lobo de río ( <i>Barbatula quignardi</i> ).....                  | 16        |
| 4.1.2. Barbo colirrojo ( <i>Barbus haasi</i> ).....                     | 17        |
| 4.1.3. Gobio ( <i>Gobio lozanoi</i> ).....                              | 18        |
| 4.1.4. Madrilla ( <i>Parachondrostoma miegii</i> ).....                 | 18        |
| 4.1.5. Piscardo ( <i>Phoxinus phoxinus</i> ).....                       | 19        |
| 4.1.6. Trucha común ( <i>Salmo trutta</i> ).....                        | 20        |
| 4.2. Especies introducidas.....   | 21        |
| <b>5. Resultados.....</b>   | <b>22</b> |
| 5.1. Pescas .....   | 22        |
| 5.2. Acústica.....  | 25        |
| 5.3. Batimetrías biológicas.....  | 28        |
| <b>6. Conclusiones.....</b>   | <b>29</b> |
| 6.1. Densidades y abundancia de peces.....                              | 29        |
| 6.2. Distribución de los peces.....                                     | 31        |
| <b>7. Recomendaciones .....</b>   | <b>32</b> |
| <b>8. Referencias bibliográficas.....</b>                               | <b>35</b> |

## Relación de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Parámetros morfométricos y hidrológicos del embalse de Mansilla. ....  | 5  |
| Tabla 2: Volúmenes y superficies por capas en el embalse de Mansilla a fecha de 20/10/2010.....                         | 10 |
| Tabla 3: Especies capturadas en el embalse de Mansilla y porcentajes relativos de individuos en las pescas.....         | 22 |
| Tabla 4: Resultados por especie para densidad, abundancia y biomasa en el embalse de Mansilla.....                      | 27 |
| Tabla 5: Resultados por capa de profundidad y columna integral para densidad y biomasa para el embalse de Mansilla..... | 27 |

## Relación de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Aspecto del embalse de Mansilla.....  | 4  |
| Figura 2: Representación de la prospección acústica con haz horizontal y vertical.....                      | 6  |
| Figura 3: Aspecto de la instalación de la ecosonda y del GPS.....   | 7  |
| Figura 4: Embalse de Mansilla.....  | 14 |
| Figura 5: Devolución de un pez al medio natural.....  | 15 |
| Figura 6: Lobo de río ( <i>Barbatula quignardi</i> ).....   | 16 |
| Figura 7: Barbo colirrojo ( <i>Barbus haasi</i> ).....  | 17 |
| Figura 8: Gobio ( <i>Gobio lozanoi</i> ).....   | 18 |
| Figura 9: Madrilla ( <i>Parachondrostoma miegii</i> ).....  | 19 |
| Figura 10: Piscardo ( <i>Phoxinus phoxinus</i> ).....   | 20 |
| Figura 11: Trucha común ( <i>Salmo trutta</i> ).....  | 21 |
| Figura 12: Frecuencia de tallas, embalse de Mansilla.....   | 23 |
| Figura 13: CPUE redes Mansilla.....   | 23 |
| Figura 14: BPUE redes Mansilla.....   | 24 |
| Figura 15: CPUE nasas Mansilla.....   | 24 |
| Figura 16: BPUE nasas Mansilla.....   | 24 |
| Figura 17: Distribución de frecuencia de tallas acústicas (TS).....   | 25 |
| Figura 18: Distribución de frecuencia de tallas reales, convertidas a tallas acústicas (TS).....            | 26 |
| Figura 19: Asepecto de la zona de cola del embalse de Mansilla, con abundante arbolado dentro del agua..... | 30 |

## 1. Resumen

A finales del verano 2010 se muestreó el embalse de Mansilla, que se sitúa dentro del término municipal de Mansilla de la Sierra, en la provincia de La Rioja. Regula las aguas del río Najerilla y forma parte de la Cuenca Hidrográfica del Ebro.

En los muestreos se combinaron técnicas remotas acústicas con otras directas de pesca científica, para obtener información cualitativa y cuantitativa sobre la composición y abundancia de la comunidad de peces y así contribuir a la evaluación del potencial ecológico de este embalse.

Para los ecosondeos se empleó una ecosonda digital científica de última generación con un haz en vertical y otro en horizontal, empleados simultáneamente y siguiendo las recomendaciones elaboradas por los expertos del grupo de trabajo CEN/TC 230 (futura norma CEN para la estimación de la abundancia de peces con métodos de hidroacústica móvil), del que forma parte este consultor. Para las pescas se emplearon redes agalleras multipaño (multi-mesh gillnets), conforme a la norma CEN 14757:2005 y en las orillas nasas.

Para el embalse de Mansilla se ha podido constatar una abundancia de peces muy baja que corresponde bien con su estado trófico, que se ha propuesto como ultraoligotrófico en el último informe disponible en este momento (Confederación Hidrográfica del Ebro, Informe final embalses, Embalse de Mansilla, Año 2009).

Se ha constatado una distribución de los peces principalmente litoral, lo que se debe muy probablemente a la alta transparencia del agua en combinación con la necesidad de efectuar los muestreos durante el día, cuando los peces se refugian en la orilla donde están mejor protegidos de los predadores.

En Mansilla se capturaron ejemplares de madrilla (*Parachondrostoma miegii*), trucha común (*Salmo trutta*), gobio ibérico (*Gobio lozanoi*), piscardo (*Phoxinus phoxinus*), barbo colirrojo (*Barbus haasi*) y lobo de río (*Barbatula quignardi*). Todas son especies autóctonas. No se han observado o capturado especies alóctonas en el embalse.

En base a las capturas con redes, las especies más abundantes del embalse son la madrilla (58,4% CPUE), el gobio (33,2% CPUE) y en tercer lugar la trucha (8,5% CPUE), mientras a nivel de biomasa la dominancia de la trucha (64,9% BPUE) se hace muy evidente. La zona litoral a cambio esta claramente dominada por el piscardo (91,8% CPUE y 97,4 % BPUE), según datos obtenidos con las nasas.

Comparando las distribuciones de tallas obtenidas a través de las capturas con las tallas obtenidas por las mediciones acústicas en todo el embalse, los resultados concuerdan muy bien. Los valores de biomasa y abundancia para cada especie confirman a gran medida los resultados obtenidos con las capturas. Únicamente hacen probable que la relación entre madrilla y gobio sea menos marcada, incluso indicando una posible prevalencia del gobio sobre la madrilla en cuanto a abundancia, aunque en cuanto a biomasa la madrilla por su mayor tamaño esta en segundo lugar (28,8% de la biomasa total) después de la trucha (40,84%), confirmando así también las tendencias observadas en las capturas.

La integración de los datos de las capturas y la acústica ha permitido normalizar los datos obtenidos para las especies capturadas exclusivamente con nasas (Lobo de río y Piscardo), con una abundancia relativa global estimada del 9,3% y el 31,4% respectivamente, con los datos de las especies capturadas con redes. En cuanto a biomasa, el piscardo se sitúa en quinto lugar con un 6,7% de la biomasa total y el Lobo de río en último lugar con sólo un 0,6% de la biomasa total.

Con una abundancia absoluta estimada de unos 136.000 individuos, se ha calculado para el volumen total del embalse (que en la fecha del muestreo se determinó en unos 15,6hm<sup>3</sup>, el 23% de su capacidad máxima) una densidad media de 8,71 individuos/1000m<sup>3</sup>. Para un embalse caracterizado como ultraoligotrófico, es un valor alto, pero teniendo en cuenta el muy bajo nivel de agua, se relativiza este resultado. Corresponde a una densidad media de 2,23 individuos/1000m<sup>3</sup> cuando el embalse se encuentra en el 90% de su capacidad, valor máximo medio de los últimos 10 años, y por lo tanto es un valor muy acorde con un sistema de baja productividad como lo representa el embalse de Mansilla.

La biomasa total se ha estimado en 3.147 kg, unos 33kg/ha respecto a una superficie de 95ha en el momento del muestreo, un 39% de su superficie máxima.

En cuanto a la distribución vertical de los peces, se ha evidenciado que las mayores concentraciones se encontraron en la capa superficial, en particular en los primeros 5m de la columna de agua, mientras algunos peces de mayor tamaño, probablemente truchas, se encontraron también a mayores profundidades, aunque se trata de detecciones puntuales.

Respecto a la distribución horizontal, las mayores densidades se encontraron en la cola del embalse y generalmente en las orillas, esta última observación representando una situación típica para una masa de agua con alta transparencia (la lectura de disco de Secchi es de 6,50m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 16,25 metros, según mediciones efectuadas en Junio de 2009 - Confederación Hidrográfica del Ebro, Informe final embalses, Embalse de Mansilla, Año 2009) y un muestreo diurno. Las altas densidades sobre todo de piscardo y madrilla, y probablemente también de gobio, parecen ser responsables para las concentraciones de peces observadas en cola, debido a su preferencia para aguas oxigenadas y ambientes más bien de río que de aguas estancadas.

Resumiendo, se trata de un embalse con una comunidad piscícola que corresponde bien tanto con el estado trófico del embalse, propuesto como ultraoligotrófico, como con la cota alta a la que se encuentra (cota máxima normal embalse: 930 msnm), con aguas transparentes y oxigenadas. Las especies exclusivamente autóctonas presentan unas densidades y valores de biomasa bajas, que corresponden a la baja productividad de estos sistemas con presencia de ejemplares de peces grandes como es la trucha.

## 2. Introducción

Para alcanzar los objetivos de calidad de las aguas propuestos en la Directiva Marco del Agua (DMA), los organismos responsables de su implementación deben, en primer lugar, establecer las condiciones de referencia de las diferentes masas de agua y las metodologías adecuadas para valorar su estado actual y realizar un seguimiento de su evolución. Una de estas metodologías es el empleo de índices biológicos como indicadores del estado ecológico de las aguas, entre estos bioindicadores se encuentran los macrófitos, los macroinvertebrados, el fitoplancton, el fitobenton y la ictiofauna.

En la Confederación Hidrográfica del Ebro (en adelante, CH Ebro) se ha trabajado en la aplicación de los indicadores biológicos para las diferentes masas de agua, en concreto para los embalses se están realizando muestreos limnológicos, de fitoplancton y zooplancton. Para incluir también las comunidades de peces como bioindicador, la CH Ebro ha reconocido el papel importante que pueden representar las técnicas hidroacústicas como herramienta para evaluar de forma objetiva, detallada y eficiente este indicador.

La DMA resalta la importancia de estas comunidades para la detección y seguimiento de presiones hidromorfológicas que producen alteraciones del hábitat y de su continuidad. Además, también son sensibles a presiones fisicoquímicas producidas por contaminación del agua, eutrofia, aparición de toxicidad por algas y desoxigenación del agua.

Un obstáculo al que se enfrenta la CH Ebro al intentar usar los peces como bioindicador en los embalses es la carencia de experiencias previas en las que estos organismos hayan sido incluidos en redes de control de calidad de este tipo de masas de agua. Para comenzar a abordar estos trabajos se ha contratado el presente estudio y otros previos, con el objetivo de recolectar información sobre la composición y estructura de la comunidad de peces de los embalses seleccionados. Con esta información se puede llegar a plantear una integración ordenada de este elemento biológico a la gestión de los embalses.

### 3. Material y métodos

#### 3.1. Zona y fechas de estudio

El embalse de Mansilla se sitúa dentro del término municipal de Mansilla de la Sierra, en la provincia de La Rioja. Regula las aguas del río Najerilla y forma parte de la Cuenca Hidrográfica del Ebro.

El embalse de Mansilla recoge aguas del río Najerilla y otros arroyos de cierta importancia (Gatón, Portilla, Cambrones). Está ubicado en UTM X:505290 Y:4666936 (ED50, Huso 30T). Los usos principales son riego (suministro de agua para las acequias de la margen izquierda y derecha de la cuenca baja del río) y producción hidroeléctrica. También se deriva agua para el abastecimiento de los municipios de Baños del Río Tobía, Nájera, Uruñuela y Cenicero, entre otros.

El embalse de Mansilla forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la CH Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, en la categoría de zonas de extracción de agua para consumo humano y zonas de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: LIC y ZEPA ES0000067 "Sierras de La Demanda, Urbión, Cebollera y Cameros").



**Figura 1:** Aspecto del embalse de Mansilla.

En el embalse existe una zona habilitada para el baño en una de las colas. La actividad náutica es poco practicada, dado que la navegación a motor y a vela sólo están permitidas con restricciones. El embalse es frecuentado por muchos pescadores.

Los muestreos acústicos se realizaron durante el día 20 de septiembre de 2010, los muestreos con redes y nasas el día 7 de octubre de 2010.



Algunas características morfométricas e hidrológicas del embalse quedan reflejadas en la siguiente tabla:

| Parámetro                  | Valor según base de datos CHE | Valor durante muestreo acústico | Valor durante muestreo con redes |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| VOLUMEN (hm <sup>3</sup> ) | 67,7                          | 15,6                            | 13,0                             |
| SUPERFICIE (ha)            | 246,0                         | 91.1                            | 78,0                             |
| PROF. MAX. (m)             | 70,00                         | 38,00                           | n/d                              |
| PROF. MED (m)              | 27,50                         | 17,30                           | n/d                              |
| PROF. TERMOCLINA (m)       | 10 - 20                       | 10 - 12                         | n/d                              |
| COTA (m s.n.m.)            | 930,00                        |                                 |                                  |

**Tabla 1:** Parámetros morfométricos y hidrológicos del embalse de Mansilla.

Fuente: Base de datos CH Ebro: Embalses (1996-2002) – Morfometría y Hidrología; mediciones de campo dentro del propio estudio y comunicación personal CH Ebro.

Como se aprecia en la tabla 1, el embalse se encontraba a niveles muy bajos en el momento del estudio, reduciendo así la superficie a prospeccionar de forma importante.

### 3.2. Metodología: Hidroacústica

Algunos motivos que justifican el uso de la hidroacústica quedan reflejados en los siguientes puntos principales:

- La hidroacústica es el método disponible más eficiente (Acker et al., 1999), cubriendo grandes superficies en poco tiempo, dando al mismo tiempo un elevado número de mediciones repartidas regularmente en la totalidad de la superficie de la zona de estudio, aportando por lo tanto unos datos representativos para los tramos o zonas seleccionados (MacLennan & Simmonds, 2005).
- Es un método no intrusivo, que garantiza una perturbación mínima y una alteración nula del estado (composición, estructura y número) de las comunidades encontradas. Las pescas necesarias como método complementario sólo requieren pescas cualitativas (no cuantitativas), lo que reduce la perturbación y el número de individuos extraídos a un mínimo.
- Es un método objetivo y altamente reproducible, lo que aumenta la calidad y fiabilidad de los resultados, en particular en el caso de un seguimiento, y por lo tanto, un mejor control de los efectos de las medidas de gestión.
- Esta indicado como método de alta utilidad en la normativa europea "Guía para la aplicación y selección de métodos de muestreo de peces" (EN 14962) para la categoría "aguas abiertas" para prácticamente todos los tipos de aguas superficiales no vadeables, en particular lagos y embalses.

Las ecosondas científicas digitales de última generación son sonares que disponen de un sólo haz, que puede ser del tipo monohaz (*single beam*), de haz dual (*dual beam*) o de haz partido (*split beam*). Sólo las sondas científicas que disponen de un transductor de haz partido se recomiendan para censos de peces en aguas interiores. Debido a que

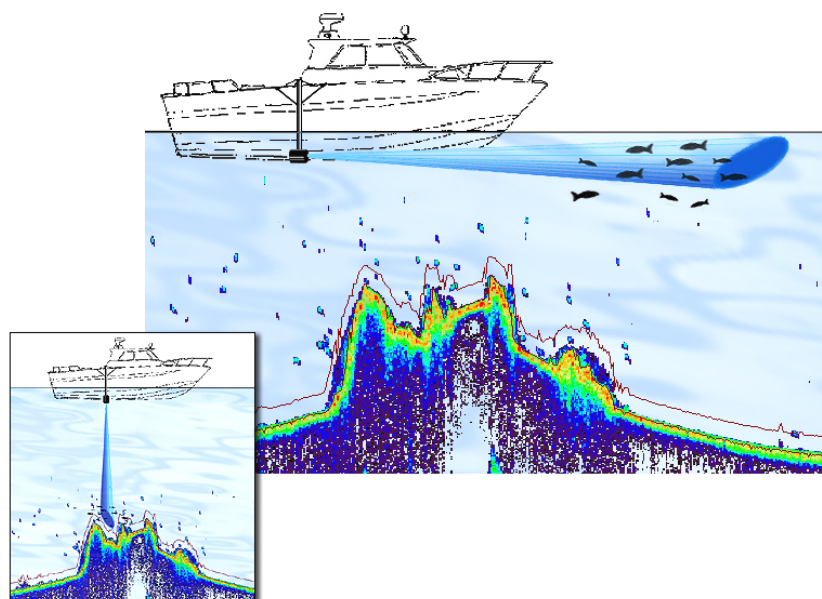
la densidad de peces en embalses generalmente es baja (en comparación con el mar), es imprescindible el uso de un método de evaluación de los datos llamado ecoconteo o conteo de trazas (*track* o *trace counting*) (Cronkite & Enzenhofer, 2002; MacLennan & Simmonds, 2005; Gauthier & Rose, 2001). Esto sólo es posible con sondas de haz partido, debido a la información adicional que se obtiene con ellas sobre la posición de los peces dentro del haz. Por lo tanto, el uso de transductores de haz partido es obligatorio para este tipo de trabajos.

La ecosonda empleada en este estudio es una ecosonda digital científica de última generación modelo *Biosonics DT-X*, equipada con dos transductores digitales (208 kHz circular y 430 kHz elíptico), ambos de haz partido, según los requerimientos arriba mencionados. Antes y después de los trabajos se ha llevado a cabo una calibración de la sonda, siguiendo las recomendaciones del fabricante para este procedimiento.

La ecosonda es controlada por un ordenador portátil que lleva el software de adquisición específico del fabricante (*Visual Acquisition 5, Biosonics Inc., EEUU*). Este software permite el control y la configuración de los diversos parámetros de la ecosonda, necesarios para adaptar su funcionamiento a las circunstancias de campo y objetivos del estudio concretos. Durante las prospecciones los datos crudos medidos se han grabado de forma continua y completa en el disco duro del ordenador portátil, para su posterior procesado en gabinete.

### 3.2.1. Procedimiento general

El uso tradicional de estas sondas es con el haz orientado en vertical. Emitiendo varios pulsos de sonido por segundo al agua, el equipo es capaz de detectar peces y otros objetos en la columna de agua, determinar su talla acústica (midiendo la intensidad del eco recibido), su distancia al transductor y su posición en el haz. De esta forma, es posible determinar con precisión la cantidad de peces detectados en el recorrido. A través de una interpolación de los datos se obtiene estimaciones de la abundancia. Para ello, se considera que los datos obtenidos en cada transecto son representativos para la zona.



**Figura 2:** Representación de la prospección acústica con haz horizontal y vertical.

Aplicando la relación entre tallas acústicas (TS – Target Strength) y tallas reales de las especies presentes, y por otro lado las relaciones talla-peso específicas, se obtienen

datos como densidad y biomasa, global y por especie. Dado que la información sobre la distribución vertical (es decir, la profundidad) de los peces detectados está contenido en los datos, se obtiene las densidades y la abundancia también por capas de profundidad (estratificadas), además de poder presentar los datos en mapas correspondientes a su distribución horizontal (global y por capas).

Para cubrir también la capa superficial, se ha empleado un sistema consistente en dos transductores de haz partido, uno circular orientado en vertical y otro elíptico, orientado en horizontal y perpendicular al barco. De esta forma, el sistema permite detectar también los peces que se encuentran muy cerca de la superficie. Al no proceder así, estos peces quedarían sin contabilizar, ya que debido a la forma cónica del haz existe una zona "ciega" en los primeros metros, en la que la probabilidad de detectar peces es muy baja (debido a que el haz aquí es aún muy estrecho). Con sólo utilizar un haz vertical, los peces en los primeros metros desde la superficie prácticamente no se detectarían. Es por ello que se ha empleado ambos, haz vertical y haz horizontal, para compensar esta deficiencia del método con haz vertical sólo (Knudsen & Sægrov, 2002; Kubecka & Wittingerova, 1998; Monteoliva & Schneider, 2005).

Finalmente, se ha obtenido también la profundidad del fondo en todas las mediciones verticales, lo que permite establecer mapas batimétricos del embalse, con suficiente resolución para usos biológicos.

De esta forma, los ecosondeos proporcionan en primera línea datos sobre la abundancia y distribución, tanto vertical como horizontal, de los peces, su distribución de tallas y las densidades y las proporciones de cada especie, en combinación con las pescas cualitativas. Todo ello permite obtener información sobre la biomasa de las diferentes especies y la composición de la fauna ictiológica.



**Figura 3:** Aspecto de la instalación de la ecosonda y del GPS.

### 3.2.2. Posicionamiento DGPS e integración de los datos geográficos

Para los trabajos de acústica se ha empleado un DGPS (Sistema de posicionamiento por satélite) de precisión submétrica, modelo *LEICA MX Marine MX421B-10*. Además de un segundo GPS de apoyo, modelo *Magellan 315*.

El DGPS estaba conectado directamente a la ecosonda, por lo cual los datos obtenidos están ya por defecto georeferenciados. Durante todo el procesamiento de los datos, se ha mantenido siempre la información geográfica, por lo cual los resultados son compatibles con los GIS y podrán ser incorporados sin problema en estos sistemas.

### 3.2.3. Plan de navegación para los ecosondeos

Para los ecosondeos se estableció un diseño de trayectos con el fin de cubrir la zona con un sistema de líneas (transectos) de muestreo, con la suficiente resolución para poder interpolar, posteriormente, las zonas intertrayectoriales.

Si el tamaño del embalse lo permite, es deseable llevar a cabo todas las prospecciones acústicas en un mismo recorrido, obteniendo así una alta eficiencia en el trabajo y una muy buena comparabilidad de los datos, por no introducir un sesgo por la variabilidad temporal de los aspectos estudiados. El presente embalse se ha prospeccionado en un sólo día.

Como estimador de la intensidad de muestreo se utiliza el grado de cobertura, que relaciona la longitud muestreada con la superficie de muestreo. Los valores por encima de 6 ya se consideran aceptables y se puede asumir que el error muestral de la estimación de la abundancia sigue una distribución normal (Aglen, 1983; 1989); esto permite calcular unos límites de confianza para los datos que se obtiene.

La distancia entre los transectos se determinó en función de la superficie del área a investigar (la totalidad del área navegable del embalse, en este caso), los objetivos del estudio y el grado de cobertura mínimo requerido para cumplir con estos objetivos.

Generalmente se distingue entre dos tipos de muestreo, cada uno con su intensidad de muestreo correspondiente: los muestreos de caracterización, con mayor intensidad de muestreo y un grado de cobertura mínimo de 25, y los muestreos de seguimiento (para embalses ya muestreados con anterioridad o con información previa disponible sobre la composición y abundancia de peces), con una intensidad de muestreo reducida y un grado de cobertura por encima de 6.

Los cálculos de recorrido mínimo se efectuaron a base de la fórmula:

$$D = \Lambda \cdot \sqrt{A}$$

donde

- $\Lambda$  es Grado de Cobertura;
- $D$  es longitud de recorrido;
- $A$  es el área prospeccionada.

Aparte de los transectos de prospección vertical y horizontal, reflejados en el mapa correspondiente (Anexo 1), se ha prospeccionado también secciones de la orilla con el haz orientado en horizontal, siempre que la estructura de la misma lo permitía, para poder evaluar también las densidades en estas zonas y así incluir estos ámbitos importantes en el análisis de los datos acústicos. Esto ha permitido también convalidar los resultados obtenidos específicamente con las nasas. Esto no se ha practicado en zonas donde las orillas presentan arboles, otra vegetación o una estructura pedregosa irregular que dificulta o imposibilita la detección de los peces.

### 3.2.4. Trabajo de gabinete

La prospección acústica efectuada con la estrategia arriba descrita permite una evaluación detallada de la fauna piscícola presente en el área en el momento de su investigación (estimación de densidades y biomasa), su distribución (horizontal y vertical) y posteriormente la determinación de su relación con determinadas características de la zona (tipos de fondo, profundidad, etc.).

Para el procesado de los datos acústicos se utilizó el software *Echoview (Myriax Pty Ltd., Australia)*, software líder en el mercado de aplicaciones informáticas de post-proceso de datos provenientes de sondas acústicas científicas. Este software permite un escrutinio, filtrado y procesado de los datos en cumplimiento con los más modernos métodos y procedimientos establecidos por la comunidad científica internacional y las normas y recomendaciones desarrolladas en este sentido.

En un primer paso (pre-procesado) se visualizan, en forma de ecograma, los datos acústicos obtenidos y se revisan para marcar posibles artefactos (detecciones de burbujas, árboles, etc.) en los ficheros, excluyéndolos de esta forma del propio análisis.

El procesado de los datos consiste luego en dos fases: En un primer análisis, se extraen todas las señales que provienen de blancos individuales (*single targets*, en este caso los peces) que corresponden a determinadas características, las cuales se establecen en la configuración del programa. Como resultado, se obtienen ficheros con la posición, la profundidad y el valor TS (Target Strength - fuerza del blanco) de cada pez detectado.

Para poder tener en cuenta y representar posteriormente las variaciones de la abundancia de los peces a lo largo del recorrido (correspondiente a la variabilidad de la abundancia en el embalse), se divide en un segundo paso cada transecto en secciones o intervalos de muestreo de longitud unitaria (*EDSU - Elementary Distance Sampling Unit*), a parte de dividirlos en estratos (capas de profundidad).

En el embalse de Mansilla, en un recorrido prospeccionado de 5,83km, se ha obtenido 19.120 muestras, los cuales en el post-proceso se han repartido en 260 secciones, correspondientes a los *EDSU* mencionados anteriormente, con un *EDSU* cada 25m. Además, se ha calculado los resultados por capas, de 5m grosor cada una (ver también tabla 5 para la definición de las capas y el número de secciones resultantes según profundidad).

Para poder ponderar las densidades obtenidas para el volumen insonificado (volumen de muestreo), calculado a través de la geometría conocida del haz, es necesario conocer el volumen del embalse respectivamente de las diferentes capas para las que

luego se indica las densidades correspondientes. Estos volúmenes se calcula a base de los datos batimétricos y el modelo digital del embalse generado de ellos. De la misma forma, es necesario determinar las superficies para cada una de las capas, con el fin de calcular la biomasa por superficie.

En la tabla 2 quedan recogidos los parámetros correspondientes para volúmenes y superficies:

| Capa         | Rango [m] |          | Superficie [ha] | Volumen [hm <sup>3</sup> ] |
|--------------|-----------|----------|-----------------|----------------------------|
|              | superior  | inferior |                 |                            |
| 1            | 0         | 5        | 94,65           | 4,32                       |
| 2            | 5         | 10       | 76,99           | 3,46                       |
| 3            | 10        | 15       | 62,35           | 2,83                       |
| 4            | 15        | 20       | 51,14           | 2,23                       |
| 5            | 20        | 25       | 37,08           | 1,54                       |
| 6            | 25        | 30       | 23,86           | 0,89                       |
| 7            | 30        | 35       | 11,81           | 0,32                       |
| 8            | 35        | fondo    | 1,77            | 0,02                       |
| <b>TOTAL</b> |           |          |                 | <b>15,60</b>               |

**Tabla 2:** Volúmenes y superficies por capas en el embalse de Mansilla a fecha de 20/09/2010.

### 3.2.5. Calculo de las Densidades

En función de la relación s/r (señal/ruido) se procede entonces al siguiente paso: Si la relación s/r lo permite (caso de relaciones s/r medias o altas), se aplica un algoritmo llamado "target tracking" (trazo de blancos) o también "fish tracking" (trazo de peces), que permite identificar y marcar en el ecograma varias detecciones de un solo pez. Esto permite luego contar las trazas (conteo de trazas) de peces y así obtener un número preciso de los peces detectados en una sección del recorrido determinada, que corresponde a un volumen de agua prospeccionado (determinado a través de la geometría del haz).

En el caso de que la relación s/r no permita una identificación fiable de señales múltiples de peces (relación s/r baja), una opción es utilizar el método del ecoconteo (*echo counting*). En este método el programa cuenta los ecos considerados como válidos, obtenidos en el primer paso (extracción de blancos individuales), y se divide el número de detecciones por el volumen insonificado para obtener números de peces por unidad de volumen.

Cómo mencionado anteriormente, se divide los datos en segmentos (división vertical) y capas de profundidad (división horizontal).

De esta forma, se obtiene en el resultado con ambos métodos valores de densidad por intervalo y capa de profundidad, según la siguiente fórmula:

$$D_i = n_i/V_i$$

donde

$n_i$  = Número de individuos detectados en el intervalo

$V_i$  = Volumen de las muestras del intervalo

### 3.2.6. Calculo de la Biomasa

Biomasa es una función de abundancia y peso individual y se expresa en unidades de peso (gramos o kilos) por unidad de volumen o área.

Para obtener la biomasa, a parte de las densidades (número de peces por volumen), se evalúa también la TS de los peces detectados, cómo mencionado arriba.

La TS es un valor que representa la intensidad del eco que produce un objeto, y está expresado de forma logarítmica en dB (decibelios). La TS se describe también cómo la "talla acústica" de un pez y, en efecto, existe una relación matemática entre la TS y la talla de un pez. Esta relación se ha determinado en varias ocasiones de forma empírica, y cada especie tiene su propia relación.

Dado que en la literatura disponible aún no se ha descrito relaciones específicas para las especies o rangos de tallas encontradas en este trabajo, se partió de una fórmula simplificada para la conversión de tallas (MacLennan & Simmonds 2005), adaptada individualmente para cada especie a los rangos de tallas reales y los TS observados, como mejor aproximación a las especies presentes en los embalses investigados:

$$TS = 20 \log L + b_{20}$$

donde

TS = Fuerza del blanco en dB

L = Talla del pez en cm

$b_{20}$  = TS reducida (varía según especie)

La aplicación indiscriminada de una sola fórmula generalizada para una mezcla de peces a todas las especies encontradas es considerada cómo una aproximación demasiado imprecisa para los fines de este tipo de estudios. Existen importantes diferencias tanto en el rango de tallas como en las características de los peces encontrados, por lo que se ha preferido adaptar las distribuciones de tallas acústicas (TS) observadas a las distribuciones de tallas reales, obtenidas a través de las pescas, a través de la fórmula arriba indicada.

Transformado, se obtiene la siguiente fórmula para convertir la TS en talla del pez utilizada en este estudio para los datos obtenidos en las prospecciones verticales:

$$L = 10^{(TS+b_{20})/20}$$

La relación entre la talla del pez y el peso se obtiene a través de los resultados de las pescas, según descrito en el apartado correspondiente.

### 3.2.7. Visualización de los datos acústicos

Cómo resultado, se obtiene, a parte de los propios datos en forma de tablas, unos mapas, representando la distribución de las densidades por volumen y biomasa, para la columna integral así que por capas de profundidad. Igualmente, se obtiene los valores para los siguientes parámetros: Biomasa total estimada, biomasa por especie, densidad por especie y total.

Para la obtención de los mapas, se utiliza el programa *SURFER 10* (Golden Software, EEUU).

Con este programa se procede, en un primer paso, a la interpolación espacial de los datos.

El resultado final de la interpolación de los diferentes parámetros es una malla regular de puntos con sus valores para el parámetro en cuestión, es decir profundidad, densidad o biomasa, que se representa mediante isolíneas que unen puntos del mismo valor en un plano. En el caso de la densidad y la biomasa, estos mapas se crean por un lado para la columna de agua integral, por otro lado se representa la distribución espacial en mapas separados por rangos de profundidad, para así visualizar también los patrones de distribución en el eje vertical. Finalmente se define unos intervalos convenientes para los valores de los parámetros representados y se asigna a cada uno de estos intervalos un color determinado, para así representar los diferentes niveles, de densidad y biomasa en este caso, en el mapa.



### 3.3. Metodología: Muestreos directos (pescas científicas)

Para poder determinar la composición de la comunidad piscícola, tanto de especies como de tallas de cada especie, se ha llevado a cabo muestreos cualitativos a través de métodos de pesca científica. Los objetivos del muestreo directo de peces eran:

- 1) conocer la composición y abundancia relativa entre las diferentes especies de la comunidad íctica
- 2) obtener la distribución de frecuencias de tallas por especie y
- 3) obtener datos de la relación peso/longitud de cada especie.

Para realizar el primer objetivo se muestreó la comunidad de peces con redes agalleras multipaño (*multi-mesh gillnets*). Estas redes siguen el estándar europeo CEN 14757:2005. Este tipo de redes aseguran una captura no sesgada y por lo tanto una representación acorde con la realidad de la estructura de tallas de la comunidad de peces. Se utilizaron dos tipos de redes diferentes: bentónicas (30 metros de largo por 1,5 metros de alto) y pelágicas (27,5 metros de largo por 6 metros de alto). Los dos tipos de redes constan de 12 paños agalleros de diferente luz de malla, que van desde 5 a 55 mm. Las redes se instalaron al atardecer y se revisan a primera hora de la mañana, con tiempos de captura de 12 horas.

En el embalse de Mansilla se instalaron 6 redes bentónicas y 2 de pelágicas. Además, se instalaron 2 trasmallos (uno bentónico y otro pelágico), para complementar los resultados obtenidos con las redes multipaño de este año y comparar con los trasmallos del año anterior.

La zona de la orilla del embalse ha sido muestreada utilizando nasas. Las nasas permiten la entrada de los peces pero no su salida. Suelen usarse en profundidades inferiores a 3 metros y se mantienen sujetas al fondo. Son especialmente útiles para capturar especies de peces que tengan un hábitat litoral (Clavero et al., 2006). Se instalaron 4 grupos de nasas de 3 nasas cada uno.

Posteriormente, se han calculado las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) para ponderar los resultados de las capturas. Para redes, la unidad estándar de la CPUE es una red nórdica bentónica (con una superficie de 45 m<sup>2</sup>) calada durante 12h. Por lo tanto, una red pelágica (que tiene una superficie de 165 m<sup>2</sup>) calada durante 12h representa 3,67 unidades de esfuerzo (CPUE). En el caso de las nasas la unidad estándar es 1 nasa con 12h de calado. Ya que se instalaron 12 nasas (4 grupos de 3 nasas cada uno) se realizó un esfuerzo con nasas de 12 CPUE. Las CPUE determinadas para las redes y las CPUE para las nasas no pueden ser normalizadas, por lo tanto no son directamente comparables entre redes y nasas.

Para realizar el segundo y tercer objetivo se midieron la longitud furcal (precisión de 1 mm) y el peso (precisión 0,1 g) de los individuos capturados. Se midieron todos los individuos hasta obtener una relación robusta de longitud/peso por cada especie (Benejam et al., 2008).



**Figura 4:** Embalse de Mansilla.

Recorrido acústica en color verde. Puntos de muestreo con red en color amarillo, puntos de muestreo con nasas en color magenta.

### 3.4. Metodología: Integración de los resultados

Tras obtener los resultados de cada método, se procede a integrar los resultados, permitiendo sobre todo complementar los datos acústicos con las mediciones obtenidos con las pescas y así convertir biomasa relativa en biomasa absoluta. La integración consiste principalmente en asignar una especie a cada distribución de tallas acústicas (TS) observada en los datos acústicos, determinando para ello cuales de las distribuciones de tallas observadas en las muestras de pesca corresponden a las obtenidas a través de la acústica, siempre que se pueda determinar la correspondencia con certeza.

De esta forma, se obtiene números de individuos por especie, que luego, a través de las distribuciones de tallas, se asigna a los diferentes rangos de tallas. Conociendo la relación talla-peso específica, gracias a los resultados obtenidos en las pescas, se procede a calcular la biomasa específica así que la biomasa por capas y total.

La integración de los datos obtenidos en las capturas por un lado y las mediciones acústicas por otro, también permiten normalizar las proporciones entre las especies que se capturó exclusivamente con las nasas y las especies que se capturó con redes, ya que las tallas observadas en las mediciones acústicas cubren los dos ámbitos.

### 3.5. Desinfección de equipos

Al principio de la campaña y entre cada embalse se limpió la embarcación y las artes de pesca siguiendo el protocolo de desinfección para Mejillón Cebra publicado por la CHE (<http://oph.chebro.es/DOCUMENTACION/Calidad/mejillon/inicio.htm>).

### 3.6. Devolución de los peces capturados

Todos los peces capturados han sido devueltos al medio natural tras la determinación de la talla y el peso de algunos de ellos, y la determinación del número de individuos de cada especie.



**Figura 5:** Devolución de un pez al medio natural.

## 4. Descripción de las especies

La descripción de las especies esta organizada por autóctonas e introducidas y dentro de cada grupo por nombre científico.

### 4.1. Especies autóctonas

#### 4.1.1. Lobo de río (*Barbatula quignardi*)

El lobo de río, es una especie de pequeño tamaño que no alcanza los 210 mm de longitud total y los 200 g de peso pudiendo vivir hasta los siete años y sobrepasar los 100 a 130 mm de longitud total. El cuerpo es alargado y cilíndrico, salvo en la región caudal donde se presenta más comprimido. La cabeza es alargada y su boca ínfera posee tres pares de barbillas. Presentan dimorfismo sexual, ya que los machos tienen las aletas pectorales más largas y con tubérculos nupciales en época de reproducción. Prefieren aguas corrientes, someras y claras, así como fondos de piedra, grava o arena. Se alimentan, preferentemente de larvas y ninfas de quironómidos, de efemerópteros, ostrácodos y detritos.

Su reproducción tiene lugar entre abril y junio y pueden llegar a poner un número considerable de huevos (de 700 a 5.000 huevos de 1 mm de diámetro) que depositan en el fondo o entre la vegetación sumergida.

En España, su distribución queda comprendida entre los ríos Bidasoa y Nervión en la vertiente cantábrica, y en la cuenca del Ebro. Citada como "No Amenazada" en el Libro Rojo de los Vertebrados Españoles. Su área de ocupación es menor de 200 km<sup>2</sup> pero las poblaciones no se encuentran severamente fragmentadas.



**Figura 6:** Lobo de río (*Barbatula quignardi*).

#### 4.1.2. Barbo colirrojo (*Barbus haasi*)

Este barbo es de pequeño tamaño y su longitud total no suele superar los 200 mm en el Ebro. La cabeza es grande, con un hocico largo y ancho. Los labios son gruesos. Las barbillas son relativamente largas y gruesas. La coloración, muy característica, presenta pequeñas manchas negras, mayores que las de *B. meridionalis*, aunque no afectan a todas las aletas ni son tan numerosas. A pesar de esto, se diferencia fácilmente porque la aleta anal, parte de la caudal y los radios de las pelvianas, se encuentran teñidos de rojo. Color que en la época de reproducción se vuelve más intenso y se acompaña de otros caracteres sexuales secundarios, como los tubérculos nupciales que exhibe el macho en la parte anterior de la cabeza.

Es una especie generalmente escasa muy sedentaria y que no realiza grandes desplazamientos reproductivos como otros barbos. Es una especie bentónica que prefiere los cursos altos de los ríos, con aguas frías y corriente, aunque también se le puede encontrar en los tramos medios de ríos de curso corto. Su alimentación está basada fundamentalmente en macroinvertebrados bentónicos, sobre todo larvas de quironómidos, efemerópteros y tricópteros.

Se reproducen entre abril y junio, y la hembra pone entre 2.000 y 7.000 huevos. Pueden llegar a vivir de 5 a 6 años.

Endémico de España. Se distribuye por toda la cuenca del río Ebro, ocupando los cursos altos de los ríos. También se puede hallar esta especie en las cuencas de los ríos Llobregat, Francolí, Mijares, Palancia y Turia. Citada como "Rara" en el Libro Rojo de los Vertebrados Españoles.



**Figura 7:** Barbo colirrojo (*Barbus haasi*).

#### 4.1.3. Gobio (*Gobio lozanoi*)

Ciprínido de pequeño tamaño, que raramente supera los 150 mm de longitud. La forma de su cuerpo refleja su condición de pez de fondo con una parte ventral más o menos plana, un dorso convexo y la boca ínfera, con una barbilla a cada lado. El color del dorso es oscuro y en los flancos aparece una línea de manchas redondeadas y azuladas sobre un fondo más claro. Los adultos pueden encontrarse en fondos más o menos blandos o cubiertos por sedimentos y también en ambientes más lénticos, siempre que haya lugares cercanos donde existan las condiciones necesarias para su reproducción. Parece ser un indicador relativamente bueno de la calidad del agua ya que para una buena reproducción necesita un sustrato limpio, arenoso o de grava (no recubierto por sedimentos), con una corriente moderada. Se alimenta básicamente de macroinvertebrados bentónicos (larvas de insectos, crustáceos y moluscos). Es una especie sedentaria que realiza algunos desplazamientos en la época de reproducción, moviéndose cortas distancias.

Cuando tienen aproximadamente 7 cm de longitud alcanzan la madurez sexual. La freza tiene lugar durante los meses de verano (entre finales de mayo y agosto) y, dependiendo de la edad, una hembra pone entre 3.000 y 7.000 huevos.

Su área de distribución es muy amplia ocupando la mayor parte de Europa. De forma natural parece distribuirse sólo por las cuencas del Ebro y Bidasoa. En el resto de España fue introducida en el siglo pasado, aclimatándose perfectamente y expandiéndose rápidamente por numerosos cursos fluviales. En la actualidad se distribuye por las cuencas del Ebro, Júcar, Turia, Guadalquivir, Guadiana, Segura, Tajo, Duero y Bidasoa.



Figura 8: Gobio (*Gobio lozanoi*).

#### 4.1.4. Madrilla (*Parachondrostoma miegii*)

Ciprínido de tamaño medio que no suele sobrepasar los 300 mm de longitud total. Cuerpo alargado con la cabeza relativamente pequeña y boca situada en su parte inferior. El labio inferior es grueso y presenta una lámina córnea de forma arqueada, a diferencia de la boga de río cuya lámina córnea es recta. Pedúnculo caudal largo y estrecho. Es una especie típicamente reófila que vive en aguas corrientes pero que

pueden sobrevivir en aguas remansadas e incluso en embalses siempre que puedan salir río arriba en la época reproductiva. Su alimentación es detritívora y complementariamente bentófaga.

Remontan los ríos hacia los tramos altos para realizar la freza. Esta tiene lugar entre los meses de abril y junio en aguas someras con fondos de piedra o grava. Suele ser en los ríos donde vive el primer ciprínido en reproducirse y por ello encuentra los lugares de freza libres de muchos de los posibles depredadores de huevos y alevines.

La madurez sexual se alcanza a los dos ó tres años de edad. Las hembras ponen entre 600 y 15.000 huevos. Los machos pueden vivir hasta cinco años y las hembras hasta siete.

Endémica de España. Se distribuye por los ríos de la vertiente cantábrica oriental: Urumea, Oria, Urola, Deba, Artibay, Oca, Butrón, Nervión, Agüera, Asón y Pas, y de la vertiente mediterránea: Llobregat, Ebro y Cenja. Citada como "No Amenazada" en el Libro Rojo de los Vertebrados Españoles.



**Figura 9:** Madrilla (*Parachondrostoma miegii*).

#### **4.1.5. Piscardo (*Phoxinus phoxinus*)**

El piscardo es un pez de pequeño tamaño que raramente alcanza los 140 mm de longitud total. Las aletas son cortas, teniendo la dorsal y anal entre 7-8 radios ramificados. La coloración es variable y suele presentar manchas oscuras que se disponen transversalmente. Durante la época de reproducción, los machos presentan tubérculos nupciales, y la base de las aletas, excepto la dorsal, se tiñen de rojo. La coloración general en esta época suele ser más oscura. Llegan a vivir hasta los 14 años. Suelen vivir en los tramos altos de los ríos en aguas oxigenadas, con fondos pedregosos. Llega a formar grandes cardúmenes, que en la época de reproducción pueden estar compuestos sólo por ejemplares machos, desencadenándose la reproducción cuando en este cardumen se introducen las hembras. Son omnívoros aunque su dieta principal consiste en macroinvertebrados acuáticos.

La época de reproducción es de abril a junio en la Europa meridional y de mayo a julio en el norte de Europa. Depositán entre 200 y 1.000 huevos. La reproducción es externa

y la puesta preferentemente se coloca sobre sustrato de grava, pero a veces puede estar pegada a la vegetación. Para reproducirse realizan migraciones hacia los cursos altos de los ríos. Los machos y hembras alcanzan la madurez sexual entre 1 y 2 años cuando alcanzan una longitud total de unos 50 mm.

Distribuido desde España hasta Rusia. También está presente en Turquía, Armenia y Azerbaiyán. Ha sido introducida artificialmente en Marruecos e Irlanda aunque en Marruecos no parece haberse establecido. Citada como "No Amenazada" en el Libro Rojo de los Vertebrados Españoles.



**Figura 10:** Piscardo (*Phoxinus phoxinus*).

#### 4.1.6. Trucha común (*Salmo trutta*)

Pez de talla media que no suele superar los 100 cm de longitud total y 20 Kg de peso, aunque en España raramente alcanza los 60 cm y 10 Kg de peso. Su morfología es muy variable, la cabeza es grande provista de dientes que se extienden por los maxilares, premaxilares, dentarios, palatinos y vómer. Las escamas son muy pequeñas y su número es de 110-125 en la línea lateral. La coloración es variable, normalmente con manchas negras y rojas oceladas, que no están presentes en la aleta caudal y que se extienden por el opérculo. Vive en aguas rápidas y frías. Su alimentación está basada fundamentalmente en invertebrados bentónicos, insectos y moluscos. Los adultos pueden consumir también peces y anfibios.

Presenta un único periodo de freza que se sitúa entre los meses de noviembre y enero cuando la temperatura del agua oscila entre 5 y 10° C. La puesta se deposita en la grava y el número de huevos es de 1.000 a 2.000 por kg de peso. La incubación dura más de 40 días a 10° C. Normalmente alcanzan la madurez sexual entre los dos y tres años de vida.

Especie de amplia distribución paleártica, ha sido introducida en América y Australia. Se distribuye por las cabeceras de casi todos los ríos de la Península Ibérica faltando en algunos del Levante, en el sur de España y en la cuenca del Guadiana. Citada como "Vulnerable" en el Libro Rojo de los Vertebrados Españoles.





**Figura 11:** Trucha común (*Salmo trutta*).

#### **4.2. Especies introducidas**

No se han capturado peces de especies introducidas en este embalse.

## 5. Resultados

### 5.1. Pescas

El esfuerzo de pesca aplicado al embalse de Mansilla, en una superficie total de 78 ha y con un volumen de 13 hm<sup>3</sup> ha sido de 13,34 unidades de captura con redes y de 12 unidades de captura con nasas.

Con las redes se han capturado un total de 562 ejemplares con un peso total de 42,6 kg, representando 4 especies. Con las nasas se han capturado un total de 146 ejemplares con un peso total de 0,776 kg y representando 2 especies. Para el total del embalse se obtiene un total de 568 ejemplares con un peso total de 43,4 kg, representando 6 especies.

Las especies capturadas fueron las siguientes: barbo colirrojo, gobio, madrilla, trucha, lobo de río y piscardo, todas ellas autóctonas a la cuenca del Ebro (Tabla 3).

Las cuatro primeras especies (barbo colirrojo, gobio, madrilla y trucha) fueron capturadas solamente con redes y las dos últimas (lobo de río y piscardo) solamente en la zona litoral con nasas.

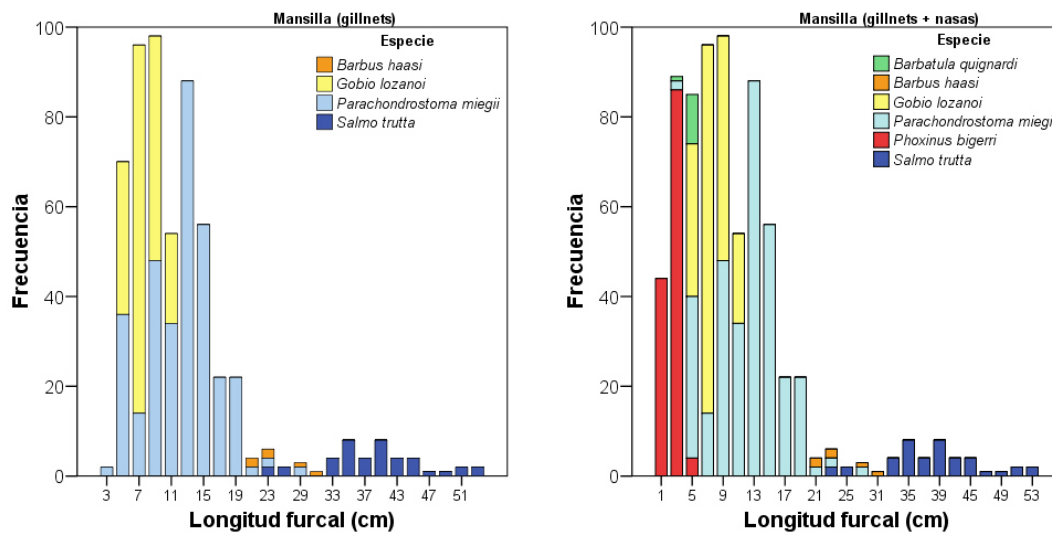
|              | Nombre castellano | Nombre científico              | código | porcentaje relativo (número individuos en capturas) |
|--------------|-------------------|--------------------------------|--------|---|
| <b>Redes</b> | Madrilla          | <i>Parachondrostoma miegii</i> | PMI    | 58,4%   |
|              | Trucha común      | <i>Salmo trutta</i>            | STR    | 7,5%  |
|              | Gobio ibérico     | <i>Gobio lozanoi</i>           | GLO    | 33,1%   |
|              | Barbo colirrojo   | <i>Barbus haasi</i>            | BHA    | 1,0%  |
| <b>Nasas</b> | Piscardo          | <i>Phoxinus phoxinus</i>       | PBI    | 91,8%   |
|              | Lobo de río       | <i>Barbatula quignardi</i>     | BQU    | 8,2%  |

**Tabla 3:** Especies capturadas en el embalse de Mansilla y porcentajes relativos de individuos en las pescas.

Las especies encontradas corresponden por lo general bien con las citas ya existentes, tanto de la literatura específica (Zaldívar, 2006), como los últimos informes IBI de la CH Ebro, donde se aporta información sobre las especies de los afluentes correspondientes. Se confirmaron las mismas especies encontradas en el estudio efectuado en el año 2009.

Los resultados del porcentaje entre especies de capturas (CPUE) y biomasa (BPUE) son similares, aunque en el porcentaje de biomasa radicaliza la dominancia de la trucha (Figura 11). Aunque la proporción de capturas indica que las especies más abundantes del embalse son la madrilla (58,4% CPUE), el gobio (33,1% CPUE) y en tercer lugar la trucha (7,5% CPUE) a nivel de biomasa la dominancia es claramente para la trucha (64,9% BPUE) frente a la madrilla (28,25% BPUE) y las otras especies. El barbo colirrojo tiene una presencia muy puntual en la comunidad del embalse con una abundancia de solo 1% de CPUE y el 3,3% de BPUE. La zona litoral esta claramente dominada por el piscardo (91,8% CPUE y 97,4 % BPUE) frente a una menor abundancia del lobo de río (8,2 % CPUE y 2,3% BPUE).

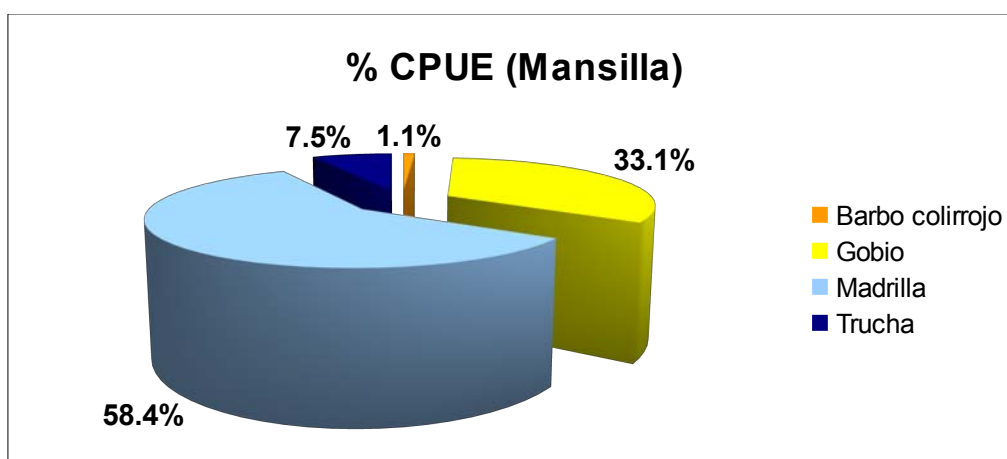
Las frecuencias de tallas encontradas en las capturas con redes respectivamente con nasas quedan reflejadas en las siguiente figuras:



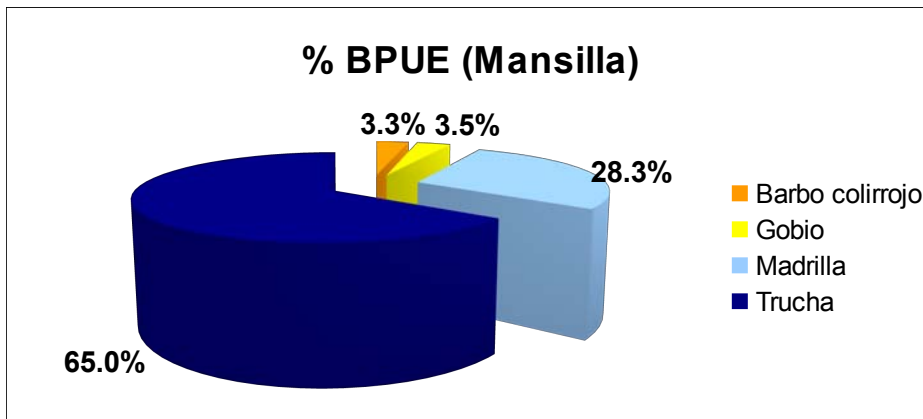
**Figura 12:** Frecuencia de tallas, embalse de Mansilla. Izquierda: Histograma para las capturas con red sólo. Derecha: Histograma para las capturas con red y nasas. La distribución combinada de ambos métodos se muestra meramente a nivel informativo, las frecuencias obtenidas con ambos métodos no son comparables entre ellas.

Estas distribuciones corresponden bien a las distribuciones obtenidas con la acústica, y la integración de los datos obtenidos con ambos métodos ha permitido además normalizar las frecuencias obtenidas con nasas con las frecuencias de las especies capturadas con red. Las distribuciones correspondientes se presentan en el siguiente capítulo.

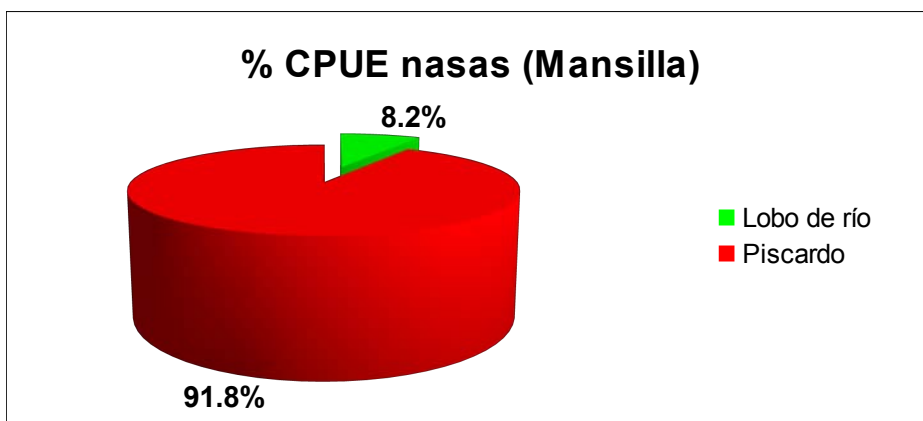
En las siguientes figuras se muestra los resultados obtenidos para CPUE y BPUE, tanto para redes como para las nasas, en el embalse de Mansilla:



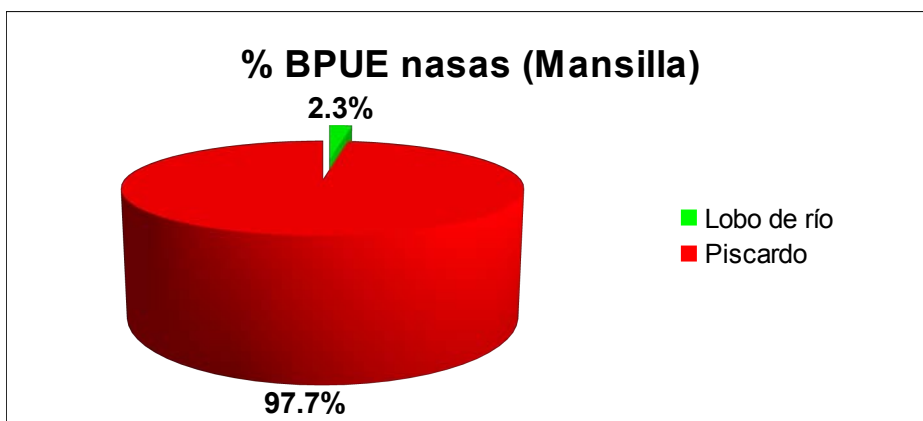
**Figura 13:** CPUE redes Mansilla. Prevalece la madrilla en cuanto a individuos capturados con redes.



**Figura 14:** BPUE redes Mansilla.  
Prevalece la trucha en cuanto a biomasa debido a sus grandes tallas.



**Figura 15:** CPUE nasas Mansilla.  
La dominancia del piscardo en las capturas con nasas es evidente.



**Figura 16:** BPUE nasas Mansilla.  
El piscardo domina también en términos de biomasa en las capturas con nasas.

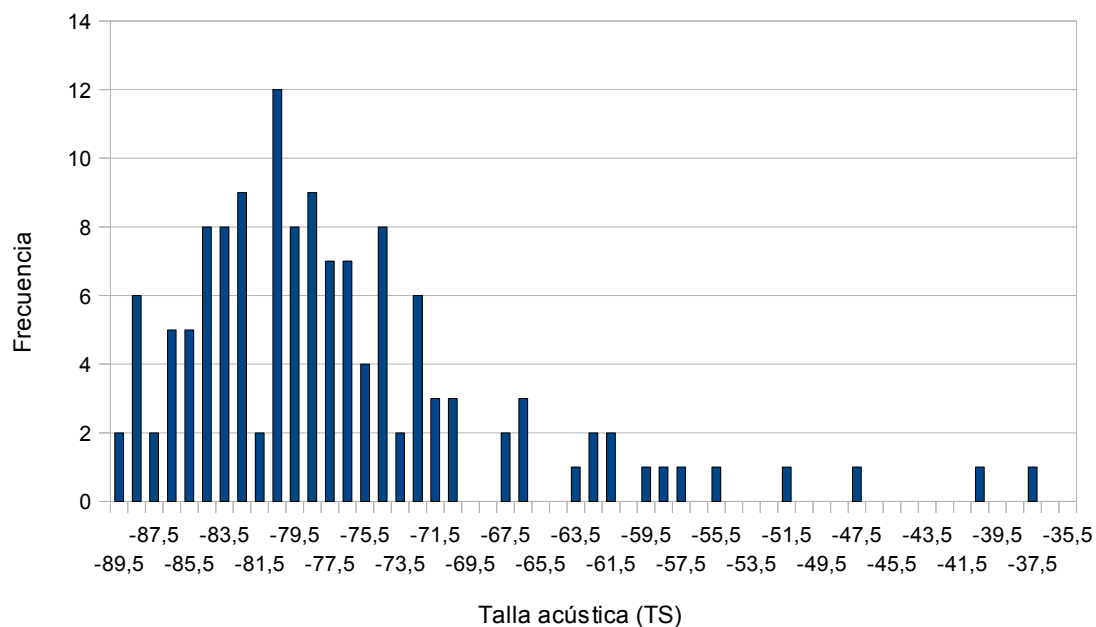
## 5.2. Acústica

Se ha prospeccionado el embalse en un recorrido efectivo de 5,83km de longitud, en el que se ha obtenido un total de 19.120 muestras tras el escrutinio de los datos. Con una superficie, que se ha determinado en 95ha para el día de la prospección acústica, estos valores corresponden a un grado de cobertura de 6,0 para el embalse de Mansilla.

La integración de los datos de las pescas y la acústica, según descrito anteriormente, ha permitido en el caso de Mansilla normalizar los datos obtenidos para las especies capturadas exclusivamente con nasas (lobo de río y piscardo), con una abundancia relativa global del 9,3% y el 31,4% respectivamente, con los datos de las especies capturadas con red.

La distribución de tallas acústicas (TS) obtenida queda reflejada en la figura 17:

Distribución de tallas: Acústica



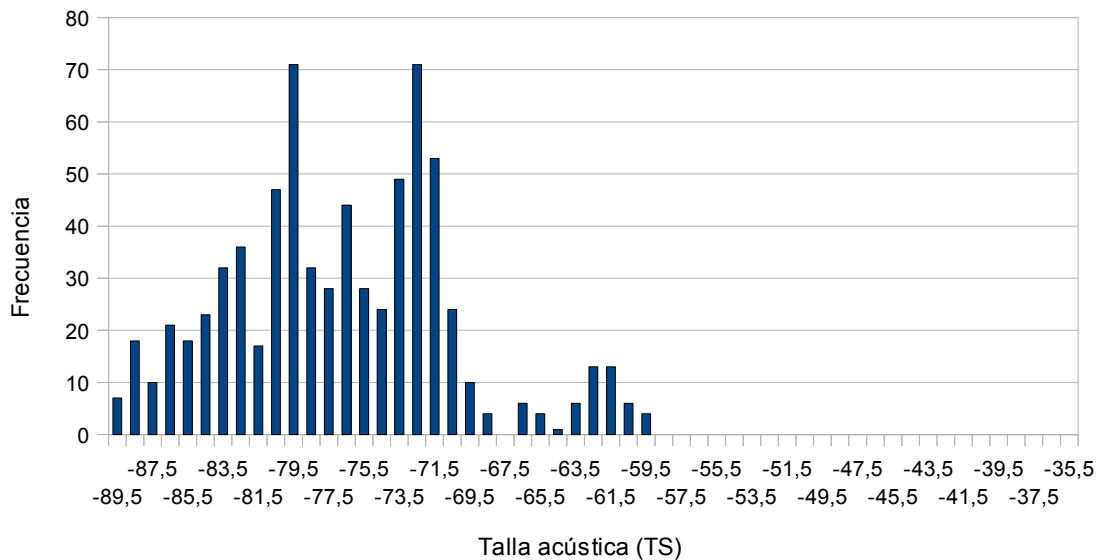
**Figura 17:** Distribución de frecuencia de tallas acústicas (TS).

Destaca la buena correspondencia entre esta y la distribución de tallas reales obtenida en las pescas.

En la figura 18 se muestra la distribución de las tallas acústicas (TS) calculadas tras la integración de los datos a base de las tallas reales obtenidas en las pescas, aplicando la fórmula de conversión talla real-TS obtenida empíricamente para cada especie. También aquí se observa una buena correspondencia entre la distribución obtenida con acústica (figura 17) y la distribución correspondiente calculada a base de las tallas reales.

Debido a la integración de ambos métodos quedan normalizadas en la figura 18 las frecuencias obtenidas con las nasas para lobo de río y piscardo respecto a las frecuencias para las demás especies, capturadas exclusivamente con redes.

Distribución de tallas: Pescas



**Figura 18:** Distribución de frecuencia de tallas reales, convertidas a tallas acústicas (TS).

La menor proporción de la trucha en comparación con los resultados obtenidos en las capturas (el 40,84% de la biomasa frente al 64,9% en las capturas) es debido a que se ha obtenido una abundancia ligeramente más elevada para el barbo colirrojo en los datos acústicos en comparación con los datos de la pesca, lo que debido a su elevado peso le sitúa en tercer lugar con un 13,1% de la biomasa, después de la trucha y la madrilla (28,9%). Por lo tanto, la trucha sigue siendo la especie dominante en cuanto a biomasa tras la integración de los datos, seguida por la madrilla y el barbo colirrojo. El piscardo se sitúa en quinto lugar con un 6,7% de la biomasa total y el Lobo de río en último lugar con sólo un 0,6% de la biomasa total.

La biomasa total se ha estimado en 3.147 kg, unos 33kg/ha respecto a una superficie de 95ha en el momento del muestreo, un 39% de su superficie máxima.

Con una abundancia absoluta estimada de unos 136.000 individuos, se ha calculado para el volumen total del embalse (que en la fecha del muestreo se determinó en unos 15,6hm<sup>3</sup>, el 23% de su capacidad máxima) una densidad media de 8,71 individuos/1000m<sup>3</sup>. Si para el cálculo de la densidad media se utiliza el volumen máximo medio de los últimos diez años, unos 61hm<sup>3</sup> (según datos disponibles en [embalses.net](http://embalses.net)), el 90% de su capacidad, este valor se reduce a 2,23 individuos/1000m<sup>3</sup>. En números absolutos de individuos prevalecen el gobio y el piscardo, con 45.420 y 42.680 individuos estimados respectivamente. En tercer lugar se encuentra la madrilla, con unos 31.000 individuos estimados. Para el lobo de río se ha estimado unos 12.700 individuos, así que 2.126 ejemplares de trucha y 1.895 ejemplares de barbo colirrojo como estimación para estas especies.

Los datos detallados para la densidad, abundancia y biomasa absoluta y relativa están reflejados en la tabla 4:

| Nombre común    | Nombre científico            | No. Ind.       | Densidad [Ind./1000m <sup>3</sup> ] | Abundancia relativa % | Biomasa [kg]   | Biomasa %      | Biomasa [kg/ha] |
|-----------------|------------------------------|----------------|-------------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Lobo de río     | <i>Barbatula quignardi</i>   | 12.689         | 0,81                                | 9,34%                 | 18,7           | 0,59%          | 0,2             |
| Piscardo        | <i>Phoxinus phoxinus</i>     | 42.680         | 2,74                                | 31,41%                | 211,1          | 6,71%          | 2,2             |
| Barbo colirrojo | <i>Barbus haasi</i>          | 1.895          | 0,12                                | 1,39%                 | 411,2          | 13,07%         | 4,3             |
| Gobio           | <i>Gobio lozanoi</i>         | 45.420         | 2,91                                | 33,42%                | 312,2          | 9,92%          | 3,3             |
| Madrilla        | <i>Parachondrostoma mieg</i> | 31.091         | 1,99                                | 22,88%                | 908,5          | 28,87%         | 9,6             |
| Trucha          | <i>Salmo trutta</i>          | 2.126          | 0,14                                | 1,56%                 | 1.285,0        | 40,84%         | 13,6            |
|                 | <b>TOTAL</b>                 | <b>135.900</b> | <b>8,71</b>                         | <b>100,00%</b>        | <b>3.146,8</b> | <b>100,00%</b> | <b>33,2</b>     |

**Tabla 4:** Resultados por especie para densidad, abundancia y biomasa en el embalse de Mansilla.

En cuanto a la distribución de los peces en la columna de agua, se observa claramente una preferencia para las capas superficiales, con las mayores densidades en la primera capa de 0-5m, con una media de 30 individuos por 1.000m<sup>3</sup> y un máximo (pero puntual) de más de 900 ind./1.000m<sup>3</sup>, mientras con mayor profundidad estos valores se reducen de forma importante.

En la siguiente capa, de 5-10m, ya se determinó tan sólo una media de 1,5 ind./1.000m<sup>3</sup> con un valor máximo de 65 ind./1.000m<sup>3</sup>. Por debajo de 15m estos valores no superan 0,06 ind./1.000m<sup>3</sup> para la media y 3 ind./1.000m<sup>3</sup> como máximo.

|   | Capa                     | 1       | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | Total emb. |
|---|--------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
|   | Rango profundidad [m]    | 0-5     | 5-10  | 10-15 | 15-20 | 20-25 | 25-30 | 30-35 | 0-fondo    |
|   | No. valores              | 260     | 231   | 177   | 143   | 91    | 60    | 34    | 260        |
| <b>Densidades [Ind./1.000m<sup>3</sup>]</b> | <b>Valor máximo</b>      | 917,66  | 64,97 | 12,97 | 1,08  | 3,11  | 0,43  | 1,22  | 917,66     |
|   | <b>Media</b>             | 30,10   | 1,54  | 0,19  | 0,01  | 0,06  | 0,01  | 0,05  | 18,85      |
|   | <b>Desviación típica</b> | 102,77  | 7,57  | 1,32  | 0,09  | 0,36  | 0,07  | 0,22  | 91,85      |
| <b>Abundancia</b>                           | <b>Número individuos</b> | 129.908 | 5.313 | 542   | 17    | 93    | 12    | 16    | 135.900    |
| <b>Biomasa [g/m<sup>2</sup>]</b>            | <b>Valor máximo</b>      | 152,31  | 21,41 | 11,54 | 0,16  | 0,12  | 0,06  | 0,01  | 152,31     |
|   | <b>Media</b>             | 1,36    | 0,21  | 0,10  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 1,62       |
|   | <b>Desviación típica</b> | 9,82    | 1,87  | 0,99  | 0,01  | 0,02  | 0,01  | 0,00  | 9,98       |
| <b>Biomasa [kg]</b>                         | <b>Total</b>             | 2.630,9 | 397,3 | 116,1 | 0,5   | 1,6   | 0,2   | 0,1   | 3.146,8    |

**Tabla 5:** Resultados por capa de profundidad y columna integral para densidad y biomasa para el embalse de Mansilla.

En cuanto a la distribución horizontal, que se aprecia en los mapas (Anexo 1), las mayores densidades se ha observado en las orillas y en la cola del embalse.

### **5.3. Batimetrías biológicas**

Un producto adicional obtenido durante las prospecciones acústicas es la información sobre la profundidad del fondo a lo largo del recorrido de muestreo. Estos datos batimétricos se han utilizado para generar unos mapas batimétricos, que son de alta utilidad para futuros trabajos en los embalses. Aunque la distancia entre líneas de prospección (transectos) no sería aceptable para un levantamiento batimétrico oficial, la información obtenida sobre la orografía de los embalses es lo suficiente detallada para fines biológicos u otras evaluaciones relacionadas, como perfiles CTD, etc. Por ello, se puede mejor caracterizar estas batimetrías como *batimetrías biológicas*.

El mapa correspondiente se encuentra en el Anexo 1.



## 6. Conclusiones

El embalse de Mansilla presenta unas características similares a otros embalses de la zona con una cota parecida, cómo por ejemplo el embalse de González-Lacasa (Ortigosa). Ambos embalses se encuentran a cotas altas, cerca de 1.000 m sobre el nivel del mar, ambos han sido caracterizados cómo oligotróficos (Ortigosa) respectivamente ultraoligotróficos (Mansilla) en los últimos informes físico-químicos disponibles. Se encuentran en zonas más bien remotas, con el resultado de estar expuestos a pocas presiones provenientes de la actividad humana.

Correspondiente a su estado trófico, el embalse de Mansilla presenta densidades de peces muy bajas, lo que se refleja en los resultados obtenidos.

Las especies encontradas en este estudio coinciden con la bibliografía previa (Zaldívar, 2006; IBI-Ebro para los afluentes correspondientes; informes de embalses de la CH Ebro). En los casos donde no se ha capturado especies citadas para la zona, se trata probablemente de citas puntuales (no referidas a una población bien establecida), de especies con una baja o muy baja proporción dentro de la comunidad existente (lo que requeriría de un esfuerzo de pesca más elevado para capturarlas), o no se ha capturado por su dificultad de ser capturada con redes (cómo en el caso de la anguila), o una combinación de varios de estos factores.

Desde hace unos años en este embalse no se introduce la especie *Oncorhynchus mykiss* sino que se repuebla con *Salmo trutta*. Este puede ser el motivo por el que no se detectase *Oncorhynchus* en el muestreo.

No se ha capturado la anguila citada por Zaldívar (2006) probablemente debido a su baja densidad (comentada por el mismo autor) y por su dificultad de ser capturada con redes.

La cita (en informes de la CHE sobre el embalse) de cacho en el embalse no coincide con Zaldívar, que comenta que quedan muy pocos individuos y únicamente en el tramo principal del Ebro.

### 6.1. Densidades y abundancia de peces

Al valorar los datos de densidad, es imprescindible tener en cuenta el estado actual del embalse, que en el momento de muestreo se encontraba a niveles muy bajos.

Generalmente, los valores extrapolados a niveles medios del embalse indican una muy baja densidad de peces, que corresponde perfectamente con el estado trófico del embalse, que ha sido propuesto como ultraoligotrófico en el último informe disponible en este momento (Confederación Hidrográfica del Ebro, Diciembre 2009, Informe final Mansilla V1DIC09).

La elevada abundancia del gobio también apunta hacía una buena calidad del agua, ya que para una buena reproducción esta especie requiere de un sustrato limpio, arenoso o de grava (no recubierto por sedimentos), con una corriente moderada.

Es probable que se esté subestimando ligeramente las abundancias reales, debido a varios factores: La zona de cola, en la que se ha observado las densidades más

elevadas, proporciona multitud de oportunidades para los peces para refugiarse, ya que en esta zona persisten los restos de muchos arboles en las orillas del antiguo lecho del río, lo que impide la entrada con la embarcación. Por lo tanto, no se obtiene datos en estas zonas.



**Figura 19:** Asepecto de la zona de cola del embalse de Mansilla, con abundante arbolado dentro del agua.

No obstante, tratándose de una zona limitada y relativamente pequeña en relación con el resto del embalse, la influencia de este factor probablemente es negligible.

Con las prospecciones acústicas efectuadas durante el día, existe otro problema: La mayoría de peces se encuentran muy cerca de la orilla. Esto tiene su explicación en que durante el día, los peces en aguas muy transparentes cómo es el caso en Mansilla, se esconden de los predadores (las truchas en el caso del embalse de Mansilla) y por lo tanto evitan las aguas abiertas o aparecen sólo en números muy reducidos. Efectuando las prospecciones durante el día y con los peces en orilla, son difícilmente detectables y las detecciones necesariamente sesgadas. Todos estos factores hacen que la probabilidad de detectar peces es generalmente reducida y por lo tanto, las estimaciones de las abundancias deben estar sesgadas hacía valores por debajo de los valores reales, quizás con excepción de los predadores. El efecto es probablemente limitado, pero sin un estudio específico de este aspecto no es posible valorarlo.

El único remedio para subsanar este sesgo, cómo ya comentado en el informe del estudio anterior (Estudios censales de peces de los embalses de Ortigosa, Mansilla y El Cortijo de la Cuenca del Ebro para la futura incorporación de este bioindicador a la evaluación del potencial ecológico, Informe Final (2): Mansilla, CH Ebro, 2009), es ejecutar estas prospecciones de noche, que es también la recomendación de los expertos y el método generalmente aplicado a nivel internacional, ya que los peces se distribuyen de forma más homogénea y se reparten también en aguas más abiertas. Esto evidentemente conlleva un esfuerzo más elevado, también por las implicaciones en cuanto a la seguridad del personal y equipos, por lo que se recomienda tener en cuenta este aspecto en la planificación de futuros estudios.

En aguas más turbias es menos extrema la situación, pero en principio, se debe determinar para cada embalse las diferencias en la distribución entre día y noche, para poder valorar cuando se debe ejecutar la prospección definitiva (Draštík et al., 2009).

## 6.2. Distribución de los peces

Muy probablemente a causa de la alta transparencia del agua, los peces se concentraron casi exclusivamente en las zonas litorales sobre el sustrato y en cola. Esta situación, en combinación con el hecho de que las prospecciones necesariamente se han tenido que efectuar durante el día, resultó en una reducida probabilidad de detección por medio de la acústica y, en cuanto a la distribución de peces, en un elevado número de especies en las redes instaladas en orilla y en las nasas.

Aunque el esfuerzo de pesca entre redes y nasas no es directamente comparable, las elevadas capturas en orilla apuntan claramente a una distribución de peces muy litoral. De la misma forma, en las prospecciones acústicas se ha observado también elevadas densidades en las orillas, cómo se ve reflejado en los mapas (Anexo 1). Estas observaciones tienen su explicación en los siguientes puntos:

- desde un punto de vista evolutivo, la gran mayoría de los peces europeos de agua dulce son de origen litoral-riberaño, y en todo caso los peces que se encuentran de forma "natural" en los embalses provienen de los ríos. Estas especies en su mayoría tienen una afinidad originalmente al fondo, y por ello permanecen cerca de él o de estructuras
- el estudio se ha llevado a cabo en la época de niveles muy bajas.
- generalmente se ha podido constatar densidades bajas y por lo tanto, falta de presión a ocupar zonas de aguas abiertas o profundas.

Con una termoclina establecida entre 10 y 12m, claramente la distribución de la mayoría de los peces se encuentra por encima de la termoclina.

No obstante, la distribución de los peces en la columna de agua no puede ser considerada de forma aislada. Hay que tener en cuenta también su distribución horizontal. Esta queda reflejada en los mapas de distribución que se encuentran en el Anexo 1 del informe.

Las mayores densidades se ha observado en las orillas y en la cola del embalse. Por lo tanto, la distribución en las capas superficiales es realmente una distribución de peces en aguas de poca profundidad.

Algunas detecciones de peces grandes, muy probablemente truchas, se han observado en aguas más profundas, pero debido a que se trata de observaciones puntuales, las densidades y los valores de biomasa resultantes son muy bajos y por lo tanto no aparecen en los mapas. Esto es porque se ha tenido que aplicar unas escalas de colores adaptadas a un amplio rango de valores, con la gran mayoría de valores y la media muy por encima de estos valores espurios, para poder visualizar adecuadamente las distribuciones relevantes.

Por este motivo, también se ha mantenido la misma escala de colores en todos los mapas por capas de un parámetro determinado (biomasa, densidad), para que sean comparables entre si.

## 7. Recomendaciones

Generalmente, se recomienda un estudio más detallado de las zonas (corrientes, batimetría, distribución preferente de peces, comportamiento diurno) para determinar la estrategia más adecuada, lo que requiere programar un estudio de al menos varios días consecutivos en el mismo lugar, o bien un estudio previo de las zonas en cuestión, que debe basarse en unas recomendaciones particulares enfocadas hacia el tipo de estudio (en este caso prospecciones acústicas con pescas científicas cualitativas), ya bien establecidas en la comunidad científica y documentada en las correspondientes publicaciones científicas sobre el tema.

Las recomendaciones de los expertos en cuanto a las prospecciones de acústica (y a su vez para las pescas, ya que se debe hacer en el mismo momento) son claras:

- generalmente evitar las épocas de reproducción
- evitar las épocas de migración de los peces
- efectuar las prospecciones en el momento de mayor dispersión de los peces y cuando están en aguas abiertas
- de modo generalizado, llevar a cabo los trabajos de noche (aunque existen excepciones)
- en caso de estudios nocturnos, evitar noches con luna llena
- evitar agregaciones de invierno
- evitar zonas o épocas con presencia de fuentes de ruido (larvas de *Chaoborus*, otros invertebrados, larvas de peces, burbujas como consecuencia de una presión hidrostática reducida, etc.)
- si la existencia de un patrón de migración diaria es desconocida, llevar a cabo dos prospecciones, una de día y otra de noche
- evitar el momento de transición entre día y noche, es decir, evitar el crepúsculo.

Para tener en cuenta la mayoría de estos puntos, es imprescindible un buen conocimiento de la zona, lo que para los casos estudiados (y una gran mayoría de embalses en España) requiere de un estudio previo de la zona, al ser posible en diferentes épocas del año.

Cómo norma general, la mejor época del año para estos trabajos es a finales de verano, cuando los embalses se encuentran en situación de estiaje y con una estratificación térmica bien establecida. No existen normalmente migraciones relevantes en la gran mayoría de especies, el volumen reducido aumenta la densidad de los peces y los induce a distribuirse de forma más homogénea en el embalse, aprovechando también las aguas abiertas.

Las prospecciones horizontales en los embalses son sobre todo un método imprescindible cuando existe estratificación térmica, en particular cuando además se establece una zona anóxica en profundidad.

En esta situación, sobre todo en embalses eutróficos pero también en embalses mesotróficos y oligotróficos, se produce además una presión para los peces que les

lleva a distribuirse en una capa limitada superficial, muchas veces de unos 8 -10 m de grosor, lo que los hace más fácilmente detectables con el haz horizontal, y ha sido en trabajos anteriores el motivo principal para utilizar este tipo de prospecciones.

Para poder llevar a cabo los estudios en estas condiciones – ejecución de un estudio previo y generalmente más amplio y en la época adecuada – es necesario en última consecuencia considerar al menos los siguientes puntos:

- a) asegurar una planificación mucho más temprana, lo que requiere un encargo y por lo tanto una planificación administrativa (proceso de contratación, etc.) bastante más adelantada que en la actualidad
- b) proveer estos trabajos de presupuestos más amplios para permitir los mencionados estudios previos o un estudio puntual más amplio y de más duración
- c) enmarcar estos trabajos en un esfuerzo común nacional o peninsular para establecer las mejores estrategias para diferentes casos y sobre todo los casos concretos específicos para la península ibérica, fomentando el intercambio de experiencias y trabajos puramente experimentales para establecer unos protocolos específicos, cómo ya está siendo practicado por la CH Ebro
- d) integrar la cooperación de grupos universitarios para ciertas tareas experimentales o, en su defecto, encargar estas tareas a empresas con los medios y conocimientos correspondientes, ya que la situación particular en España y la casi ausencia de trabajos puramente experimentales en este campo a nivel nacional requieren un esfuerzo en esta dirección para crear la base para el éxito de futuros trabajos.

En su función cómo vocal del comité correspondiente para la normalización de estos y otros métodos para el control de la calidad del agua, este consultor ya está haciendo esfuerzos para poner en marcha una cooperación entre los grupos activos en este campo en la Península Ibérica y así contribuir a la realización de los puntos arriba mencionados.

De hecho ya está en marcha un proyecto para unos ejercicios de inter-calibración entre grupos europeos, pero es necesaria una colaboración específica a nivel nacional o peninsular, para resolver las dificultades específicas e implementar unos trabajos experimentales de relevancia para futuros trabajos.

Aunque no todos los embalses serán objeto de estudio dentro de los requerimientos de la Directiva Marco Agua, las Confederaciones Hidrográficas en España todavía se enfrentan a un numero muy importante de embalses a estudiar con estos y otros métodos. Hay que tener en cuenta que el esfuerzo no consiste sólo en explorar una sola vez un elevado numero de embalses, algunos de ellos con superficies muy importantes, sino que existe también la obligación de efectuar un seguimiento durante muchos años.

Por ello sería recomendable, cómo también se hace ya en otros países, de llevar a cabo unos estudios cuyos resultados permitirían tipificar los embalses españoles, es decir, clasificarlos en determinados tipos de embalses. Este catálogo permitirá luego establecer unos embalses "prototipo" o embalses representativos que servirán para

representar un determinado tipo. Estos embalses serán luego la base para hacer unos estudios más detallados sobre su estado y funcionamiento e investigar los efectos de las diferentes medidas de gestión, con el objetivo de poder aplicar estos a un gran número de embalses del mismo tipo en la misma forma y con los mismos resultados, o en algunos casos con pequeñas adaptaciones, pero sin la necesidad de estudiar cada caso individualmente.

Es decir, se trataría de establecer una serie de embalses representativos para unos determinados tipos, que permitirá llevar a cabo estudios más detallados, en más profundidad y con una frecuencia más alta de visitas (en diferentes épocas del año y durante varios años), para poder conocer en detalle sus características, tanto bióticas como abióticas, que ayudarán a conocer y entender y, en última consecuencia, gestionar otros embalses de características semejantes con más facilidad, rapidez y de forma más eficiente.

## 8. Referencias bibliográficas

- Acker, W.C., Burczynski, J., Dawson J., Hedgepeth J. & Wiggins, D. 1999. Sea Technology. Digital Transducers: A New Sonar Technology, 31-35.
- Adams, S.M. and Greeley, M.S. 2000. Ecotoxicological indicators of water quality: Using multi-response indicators to assess the health of aquatic ecosystems. *Water Air and Soil Pollution* 123: 103-115.
- Aglen, A. 1983. Random errors of acoustic fish abundance estimates in relation to the survey grid density applied. *FAO Fish. Rep.* 300: 293-8.
- Aglen, A. 1989. Empirical results on precision-effort relationships for acoustics surveys. *ICES CM 1989/B:30*, 28 pp. (mimeo).
- Angermeier, P.L. and Davideanu, G. 2004. Using fish communities to assess streams in Romania: initial development of an index of biotic integrity. *Hydrobiologia* 511: 65-78.
- Appelberg, M. 2000. Swedish Standard methods for sampling freshwater fish with multi-mesh gillnets. Institute of Freshwater Research.
- Barton, B. A., Morgan, J. D., & Vijayan, M. M. 2002. Physiological condition-related indicators of environmental stress in fish. In S. M. Adams (Ed.) *Biological indicators of stress in fish* (pp. 111-148). Maryland: American Fisheries Society.
- Benejam, L., Benito, J., Ordóñez, J., Armengol, J. & García-Berthou, E. 2008. Short-term effects of a partial drawdown on fish condition in a eutrophic reservoir. *Water, Air, & Soil Pollution* 190: 3-11.
- Benejam, L., Carol, J., Alcaraz, C., and García-Berthou, E. 2005. First record of the common bream (*Abramis brama*) introduced to the Iberian Peninsula. *Limnetica* 24: 273-274.
- Carol, J. & García-Berthou, E. 2007. Gillnet selectivity and its relationship with body shape for eight freshwater fish species. *Journal of Applied Ichthyology* 23: 654-660.
- Carol, J., Zamora, L. & García-Berthou, E. 2007. Preliminary telemetry data on the movement patterns and habitat use of European catfish (*Silurus glanis*) in a reservoir of the River Ebro, Spain. *Ecology of Freshwater Fish* 16: 450-456.
- Carol, J., Benejam, L., Alcaraz, C., Vila-Gispert, A., Zamora, L., Navarro, E., Armengol, J., and García-Berthou, E. 2006. The effects of limnological features on fish assemblages of 14 Spanish reservoirs. *Ecology of Freshwater Fish* 15: 66-77.
- Clavero, M., Blanco-Garrido, F., & Prenda, J. 2006. Monitoring small fish populations in streams: A comparison of four passive methods. *Fisheries research* 78: 243-251.
- Clavero, M. and Garcia-Berthou, E. 2006. Homogenization dynamics and introduction routes of invasive freshwater fish in the Iberian Peninsula. *Ecological Applications* 16: 2313-2324.

Cronkite, G. M. W. & Enzenhofer, H. J. 2002. Observations of controlled moving targets with split-beam sonar and implications for detection of migrating adult salmon in rivers. *Aquat. Living Resour.* 15:1–11.

Draščík, V., Kubečka, J., Čech, M., Frouzová, J., Říha, M., Juza, T., Tušer, M., Jarolím, O., Prchalová, M., Peterka, J., Vašek, M., Kratochvíl, M., Matěna, J. and Mrkvička, T. 2009. Hydroacoustic estimates of fish stocks in temperate reservoirs: day or night surveys?. *Aquat. Living Resour.* 22: 69–77.

Embalses.net. Estado de los embalses y pantanos de España (2010).  
<http://www.embalses.net/>.

Fernando, C.H. & Holčík, J. 1991. Fish in Reservoirs. *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol. Hydrogr.* 76 (2): 149-167.

García García, J. M. 1993. Peces, ríos y embalses de La Rioja y su pesca deportiva. Fundación para el Estudio y Conservación de las Aves Riojanas, D. L.

Gauthier, S., & Rose, G.A. 2001. Diagnostic tools for unbiased in situ target strength estimation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 2149–2155.

Hughes, R. M. & Oberdorff, T. 1999. Applications of IBI concepts and metrics to waters outside the United States and Canada. In Simon, T. P. (ed.), *Assessing the Sustainability and Biological Integrity of Water Resources Using Fish Communities*. Boca Raton, Florida.

Jennings, M.J., Fore, L.S., and Karr, J.R. 1995. Biological monitoring of fish assemblages in Tennessee Valley reservoirs. *Regulated Rivers: Research and Management* 11: 263-274.

Karr, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6: 21-27.

Karr, J.R. and Dudley, D.R. 1981. Ecological Perspective on Water-Quality Goals. *Environmental Management* 5: 55-68.

Karr, J.R., Fausch, K.D., Angermeier, P.L., Yant, P.R., and Schlosser, I.J. 1986. *Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale*. Champaign, Illinois.

Kestemont, P., Didier, J., Depiereux, E., and Micha, J.C. 2000. Selecting ichthyological metrics to assess river basin ecological quality. *Archiv für Hydrobiologie Supplementband Monographic Studies* 121: 321-348.

Knudsen, F. R. & Sægvog, H. 2002. Benefits from horizontal beaming during acoustic survey: Application to three Norwegian lakes. *Fish. Res.*, 56: 205-211.

Kubečka, J. & Wittingerova, M. 1998. Horizontal beaming as a crucial component of acoustic fish stock assessment in freshwater reservoirs. *Fish. Res.*, 35: 99-106.



McDonough, T.A. and Hickman, G.D. 1999. Reservoir fish assemblage index development: a tool for assessing ecological health in Tennessee Valley authority impoundments. In *Assessing the Sustainability and Biological Integrity of Water Resources Using Fish communities*. Edited by T.P.Simon. CRC Press, Boca Raton, Florida pp. 523-540.

Monteoliva, A. & Schneider, P. 2005. Aplicación de un nuevo método para la evaluación censal de la ictiofauna de embalses: hidroacústica digital con haz vertical y horizontal. *Limnetica*, 24(1-2): 161-170.

Nyberg, P. & Degerman, E. 1988. Standardised test-fishing with survey nets. *Inform., Inst. Freshw. Re., Drottningholm* 1988 (7). 18 p.

Oberdorff, T., Pont, D., Hugueny, B. and Porcher, J. P. 2002. Development and validation of a fish-based index for the assessment of rivers 'health' in France. *Freshwater Biology* 47: 1720-1735.

Pont, D., Hugueny, B., Beier, U., Goffaux, D., Melcher, A., Noble, R., Rogers, C., Roset, N., and Schmutz, S. 2006. Assessing river biotic condition at a continental scale: a European approach using functional metrics and fish assemblages. *Journal of Applied Ecology* 43: 70-80.

Pont, D., Hugueny, B., and Rogers, C. 2007. Development of a fish-based index for the assessment of river health in Europe: the European Fish Index. *Fisheries Management and Ecology* 14: 427-439.

Simon, T.P. 1998. *Assessing the sustainability and biological integrity of water resources using fish communities*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Simmonds, J. & MacLennan, D. 2005. *Fisheries Acoustics: Theory and Practice*. Second edition, Blackwell Science. Fish and Aquatic Resources Series 10. 437 pp.

Zaldívar Ezquerro, C. 1994. Atlas de distribución de los peces de la Comunidad Autónoma de La Rioja. *Zubía Monográficos* 6: 71-102.

Zaldívar Ezquerro, C. 2006. *Guía de los peces de La Rioja*. Gobierno de La Rioja, Consejería de Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial.