



ESTUDIO CENSAL DE LAS COMUNIDADES DE PECES EN EL EMBALSE DE LANUZA

EXP. 193/08-SNS

REF. EC08018-IF V. DISTRIBUIBLE



Santander, 9 de julio de 2009



ESTUDIO CENSAL DE LAS COMUNIDADES DE PECES EN EL EMBALSE DE LANUZA (EXP. 193/08-SNS)

Dirección (Confederación Hidrográfica del Ebro)

Concha Durán Lalaguna

Cristina Pintor Ruano

Autores (Ecohydros SL)

Agustín Monteoliva Herreras

Gonzalo Alonso de Santocildes Maraón

José Augusto Monteoliva García

Manuel Pérez Gómez-Miranda





ESTUDIO CENSAL DE LAS COMUNIDADES DE PECES EN EL EMBALSE DE LANUZA

ÍNDICE

1	RESUMEN	1
2	INTRODUCCIÓN	3
2.1	Estudio cuantitativo de la fauna íctica	4
3	ÁMBITO DEL ESTUDIO	6
4	METODOLOGÍA	7
4.1	Diseño del muestreo	8
4.2	Muestreos remotos: Hidroacústica	8
4.2.1	<i>Prospección hidroacústica</i>	8
4.2.1	<i>Procesado de datos acústicos</i>	9
4.3	Muestreos directos de pesca	10
4.3.1	<i>Redes agalleras multipaño</i>	10
4.3.2	<i>Pesca eléctrica desde embarcación</i>	11
4.4	Interpolado espacial y estimaciones globales	12
5	RESULTADOS	14
5.1	Sondeo hidroacústico: Densidades	14
5.1.1	<i>Comparativa con el embalse de Barasona</i>	16
5.2	Muestreos directos: Composición y biomasa específica	17
5.2.1	<i>Descripción de las especies presentes en los dos embalses</i>	18
5.2.2	<i>Composición y distribución de especies en el embalse de Lanuz</i>	24
5.3	Biomasa piscícola	27
5.3.1	<i>Comparativa con el embalse de Barasona</i>	28
5.4	Densidad y biomasa por especies	29
6	CONCLUSIONES	31
7	GLOSARIO	33
8	BIBLIOGRAFÍA	35





Relación de Figuras

Figura 1. Variación del nivel del agua en el embalse de Lanuz.....	6
Figura 2. Esquema del método de censado de poblaciones ícticas en un embalse	8
Figura 3. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico	9
Figura 4: Distribución de frecuencias de densidad, estimada mediante ecosondeo.	14
Figura 5. Densidades medias por estratos obtenidas mediante acústica	17
Figura 6. Capturas por unidad de esfuerzo del embalse de Lanuz	26
Figura 7. Biomasa por unidad de esfuerzo del embalse de Lanuz	26
Figura 8. Histograma de capturas en Lanuz	27
Figura 9. Biomasa medias por estratos obtenidas mediante acústica.....	29

Relación de ilustraciones

Ilustración 1. Vista general del embalse de Lanuz	5
Ilustración 2: Calado de redes nórdicas por personal especializado	11
Ilustración 5: Pesca eléctrica desde embarcación.....	12
Ilustración 3. Ecograma que muestra la concentración de peces en las capas intermedias.....	16
Ilustración 4. Trucha común (<i>Salmo trutta fario</i> , L. 1.758).	19
Ilustración 5. Madrilla (<i>Chondrostoma miengii</i> , Steindachner, 1.866).....	20
Ilustración 6. Gobio (<i>Gobio gobio</i> , L. 1.758).	21
Ilustración 7. Piscardo (<i>Phoxinus phoxinus</i> , L. 1.758).	22
Ilustración 8. Barbo colirrojo (<i>Barbus haasi</i> , Mertens, 1.925).....	23

Relación de Tablas

Tabla 1: Descripción de las redes de muestreo empleadas	11
Tabla 2: Caracterización de los estratos de profundidad definidos	13
Tabla 3. Estadística descriptiva de la densidad de peces estimada ($\text{ind}/1.000\text{m}^3$) mediante acústica.....	15





Tabla 4. Especies presentes en el embalse 18

Tabla 5: Resultados pescas con redes (>3m de la orilla) por especies..... 24

Tabla 6: Resultados pescas con redes (<3m de la orilla) por especies..... 25

Tabla 7. Biomasa de peces por estratos (g/m²) estimada mediante acústica (Lanuz) 28

Tabla 8. Densidades y biomásas por especie en el embalse de Lanuz..... 30

Relación de ANEJOS

ANEJO I. RESULTADO DE LAS PESCAS CON REDES A

ANEJO II. RESULTADOS DE HIDROACÚSTICA POR CELDAS..... B

ANEJO III. MAPAS C





1 RESUMEN

En el presente trabajo se han caracterizado las poblaciones de peces del embalse de Lanuzá, situado en el río Gállego, en el término municipal de Sallent de Gállego, en la provincia de Huesca.

Para ello se ha empleado una combinación de técnicas hidroacústicas y de muestreo directo mediante redes científicas según define la norma CEN 14757:2.005. Mediante las primeras se ha estimado la densidad de peces, así como su distribución dentro del embalse y mediante el muestreo directo se ha caracterizado la composición de especies y estructura de tallas de cada una de ellas. La combinación de ambos resultados ha permitido obtener también la estimación y distribución de biomásas por especie en el embalse.

Se encontraron las siguientes especies: trucha común (*Salmo trutta*), madrilla (*Chondrostoma miengii*), gobio (*Gobio lozanoi*), Piscardo (*Phoxinus phoxinus*) y barbo colirojo (*Barbus haasi*). Todas ellas son especies autóctonas.

Las mayores densidades de peces, se observan en la parte central del embalse y en el estrato intermedio (6-11 m).

La densidad media de peces obtenida es de 2,75 individuos/1.000m³, valor bajo, propio de sistemas oligotróficos, lo que supone en términos de abundancia absoluta, aproximadamente, 14.500 individuos.

La biomasa de peces obtenida en el embalse es de 8,4 kg/ha, valor que concuerda con las bajas densidades obtenidas y el pequeño tamaño medio de las especies presentes. La biomasa total estimada es de 738 kg.

Para la caracterización de la comunidad de peces se han distinguido dos zonas dentro del embalse, la zona litoral (<3m de la orilla) y la zona central (>3m de la orilla).

La comunidad de peces de la zona litoral está claramente dominada por el piscardo, (99% de CPUE), acompañado por la trucha. En el resto del embalse, la comunidad se diversifica, dominando la madrilla (38% de CPUE), seguida por el piscardo (30% de CPUE) y el gobio (21% de CPUE). La trucha común, representada principalmente por individuos adultos, aporta la mayor parte de la biomasa del embalse con un 71% de la BPUE; sus poblaciones son naturales ya que no existe un programa de repoblaciones.





En definitiva, se concluye que el embalse de Lanuz presenta una comunidad de peces estructurada en cuanto a proporción de especies y relación de tallas. Es de destacar la ausencia de especies introducidas.





2 INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el informe final de la Asistencia Técnica para el Estudio censal de las comunidades de peces en el embalse de Lanuzá (en adelante el estudio) adjudicado a Ecohydros, S.L. por la Confederación Hidrográfica del Ebro (en adelante, CHEbro).

Las técnicas hidroacústicas constituyen actualmente la técnica remota por excelencia para cartografiar hábitats y elementos biológicos, tanto los relacionados con los fondos (bentónicos), como con la columna de agua. Los gestores de los ecosistemas acuáticos necesitan identificar y cartografiar los elementos naturales a través de múltiples escalas espaciales, y en este sentido los sistemas acústicos resultan óptimos por su enorme rango dinámico, que permite medir propiedades de los objetos desde escalas de centímetros a kilómetros.

La comunidad científica ya contempla los sensores acústicos como un medio efectivo para estudiar cuantitativamente una diversidad de aspectos relacionados con la morfología y características de los sustratos, sedimentos, rasgos de pequeña escala de los hábitats bentónicos e incluso de la estructura de las comunidades de organismos (animales y plantas) que forman parte de ellos. Esto también es aplicable a organismos pelágicos, desde el zooplancton a los peces. De hecho, existe ya un cuerpo de conocimiento y tecnología muy desarrollado y con cierta tradición, si bien su correcta aplicación depende de una formación técnica especializada.

En lo referente a la aplicación en estudios técnicos, está relativamente extendida en ambientes marinos pero no tanto en aguas continentales, debido en gran medida a que su incremento en portabilidad no ha migrado a este tipo de aplicaciones con la misma celeridad que la evolución tecnológica que lo ha permitido.

La CHEbro es consciente de la oportunidad que representa la adaptación y aplicación de estas técnicas a las masas de aguas continentales, para mejorar la cantidad y calidad de la información disponible en la optimización de la gestión de los ecosistemas acuáticos no vadeables, es decir, no accesibles a las técnicas directas de muestreo, razón por la que ha promovido el presente estudio.

Mediante esta asistencia, realizada durante el año 2.008, se ha perseguido aplicar métodos hidroacústicos en el embalse de Lanuzá para realizar una evaluación cuantitativa de las comunidades de peces que lo habitan.





Desde la CHEbro se pretende mediante esta asistencia técnica explorar y, en su caso, explotar los beneficios que ofrecen, en cuanto a rendimiento para la gestión, este tipo de técnicas prospectivas, en lo que es una expresión más de la vocación de aspirar a las mejores técnicas disponibles, como estrategia para optimizar el rendimiento en sus obligaciones competenciales relativas a la gestión de la calidad de las aguas.

Este informe recoge la descripción de los métodos aplicados, así como los resultados obtenidos. El informe consta de una Memoria con sus respectivos ANEXOS, en los que se facilitan *in extenso* los datos que dan lugar las estimaciones sintéticas, tanto en forma de fichas y tablas alfanuméricas como en forma de mapas, según proceda. Se acompaña además con un CD en el que se facilitan los documentos y datos en formato electrónico.

2.1 Estudio cuantitativo de la fauna íctica

La fauna piscícola representa un nivel elevado en la red trófica de los ecosistemas acuáticos e integra información espacio-temporal a mayor escala que los invertebrados. De ahí que resulte de interés su estudio desde diferentes puntos de vista, que transcurren desde la perspectiva de la conservación de la biodiversidad (especies amenazadas, especies invasoras, etc.), a su gestión como recurso pesquero, pasando por su interacción con la calidad de las aguas y su valor indicador del estado (potencial) ecológico.

A diferencia de los otros elementos biológicos utilizados como indicadores, los peces integran información plurianual y su papel en la clasificación de estas masas de agua no debe ser desdeñado *a priori*, máxime cuando una de las consecuencias más conspicuas de la degradación de las aguas son las mortandades piscícolas.

Es bien sabido además, que la Directiva Marco del Agua prescribe el uso de indicadores de composición y abundancia en diferentes elementos biológicos, incluyendo los peces, para los que además se requiere una estimación de la estructura de tallas.

Sin embargo, en nuestro país se está obviando ese requerimiento, sobre todo en el caso de las masas de agua profundas, como lagos, embalses y ríos de orden alto (tramos bajos). Esto se ha debido, al menos en parte, a la aceptación de una impresión generalizada de que se requieren técnicas muy sofisticadas y costosas para obtener esa información.

Mediante el presente estudio, realizado en Lanuzá, se pretende evaluar las poblaciones del embalse, al tiempo que se somete a contraste el rendimiento de las técnicas hidroacústicas



combinadas con muestreos directos de verificación, como futura metodología de aplicación en las masas de agua no vadeables para evaluar su estado (potencial) ecológico en función del elemento bioindicador que representa la fauna íctica en el contexto de la Directiva Marco del Agua.



Ilustración 1. Vista general del embalse de Lanuzá





3 ÁMBITO DEL ESTUDIO

El embalse de Lanuz se localiza en el río Gállego, en el término municipal de Sallent de Gállego de la provincia de Huesca. Se sitúa en el conocido valle de Tena a una altitud de 1.265m por encima del nivel del mar y presenta una capacidad máxima de 17 hm³. Los pueblos más cercanos al embalse son Lanuz y Sallent de Gállego. En el ANEJO III, se presenta un mapa con la ubicación del embalse.

Durante el muestreo del embalse (noviembre de 2.008), éste se encontraba aproximadamente al 45% de su capacidad máxima. De esta manera, se llegó a muestrear una superficie aproximada de 88ha de las 114 ha posibles (superficie al 100% de capacidad).

Lanuz es un embalse considerado de aguas salmonícolas y al mismo tiempo tramo de pesca intensiva, de manera que la pesca está autorizada durante todo el año. Por otra parte, presenta un aprovechamiento mixto regadío/ hidroeléctrico/ regulación que provoca en algunas épocas del año importantes variaciones semanales en el nivel del agua, tal y como se puede apreciar en la serie de cotas de la lámina de agua de 2.008 (SAIH Ebro), representada en la siguiente figura.

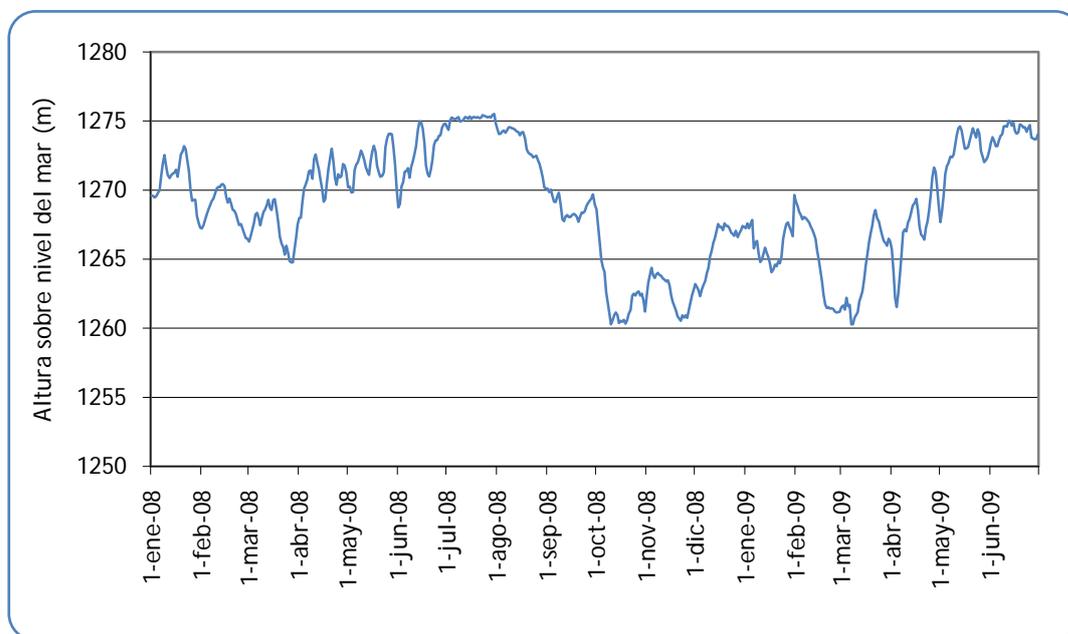


Figura 1. Variación del nivel del agua en el embalse de Lanuz.



4 METODOLOGÍA

Se ha aplicado un procedimiento de muestreo sistemático mediante ecosondeo vertical y horizontal, como estaba previsto, combinándolo con muestreos directos por medio de la extensión de redes.

El procedimiento general empleado, que se plasma en la figura 2, establece diferentes técnicas de muestreo en función de los macrohábitats diferenciados.

Como se puede observar en la citada figura, el procedimiento de trabajo se basa en la combinación optimizada de diferentes técnicas prospectivas y de análisis. Mediante los sondeos acústicos en posición vertical y horizontal se obtiene una alta densidad muestral relativa a la densidad y talla acústica de los peces, y cada elemento de análisis se posiciona en tres dimensiones (latitud, longitud y profundidad). Además, se obtiene un levantamiento del fondo que permite elaborar un modelo batimétrico digital, que sirve para ubicar adecuadamente las estimaciones poblacionales en cada macrohábitat.

Mediante el muestreo con métodos directos de pesca científica en lugares representativos de los diferentes sectores definidos (macrohábitats), se alcanza un conocimiento de la distribución de especies y relaciones entre la talla y el peso, que permiten finalmente estimar biomásas por especies y sectores.

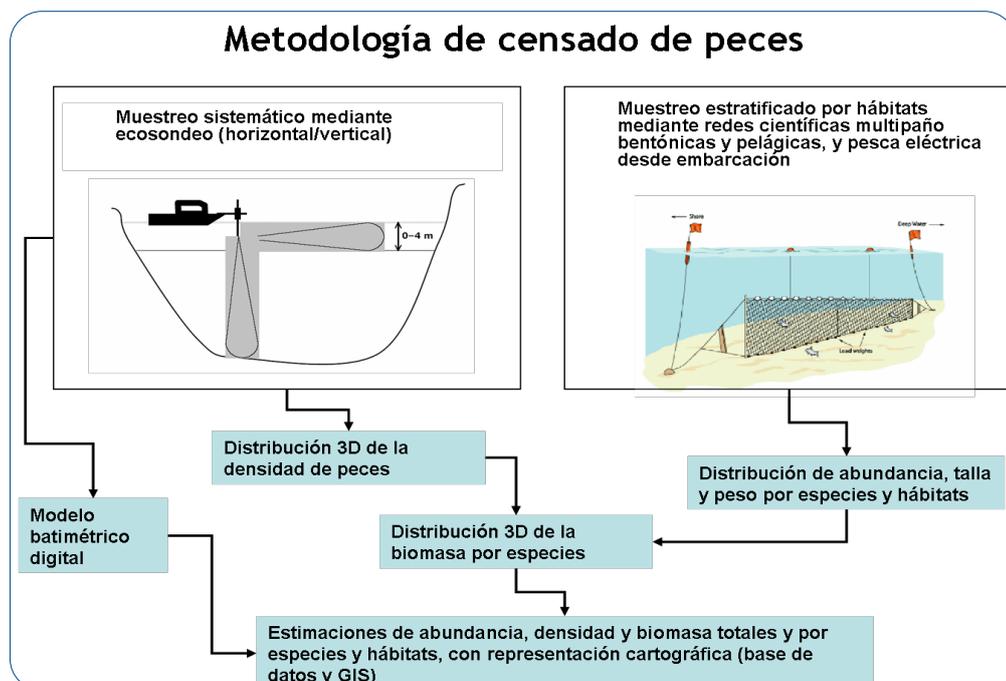




Figura 2. Esquema del método de censo de poblaciones ícticas en un embalse

4.1 Diseño del muestreo

Considerando la homogeneidad en la configuración del hábitat dentro de la zona a estudiar, se ha optado por una distribución sistemática de las unidades de muestreo, con una separación entre transectos entre 50 y 100 m.

No obstante se han realizado además recorridos periféricos adicionales proyectando el haz horizontal hacia las riberas, es decir, perpendicularmente a la línea de costa, en aquellos lugares en que la diferenciación del hábitat lo aconsejaba. Con ello se ha maximizado el alcance del sondeo.

4.2 Muestreos remotos: Hidroacústica

4.2.1 Prospección hidroacústica

El equipo utilizado es una ecosonda científica BioSonics DTX, con transductor elíptico digital de haz partido de 430 kHz, que ofrece un rango dinámico muy superior a los sistemas analógicos.

El transductor va sujetado lateralmente al barco mediante un soporte construido *ex profeso* que lo mantiene sumergido en orientación variable desde la vertical hasta la horizontal y perpendicular al avance de la embarcación.

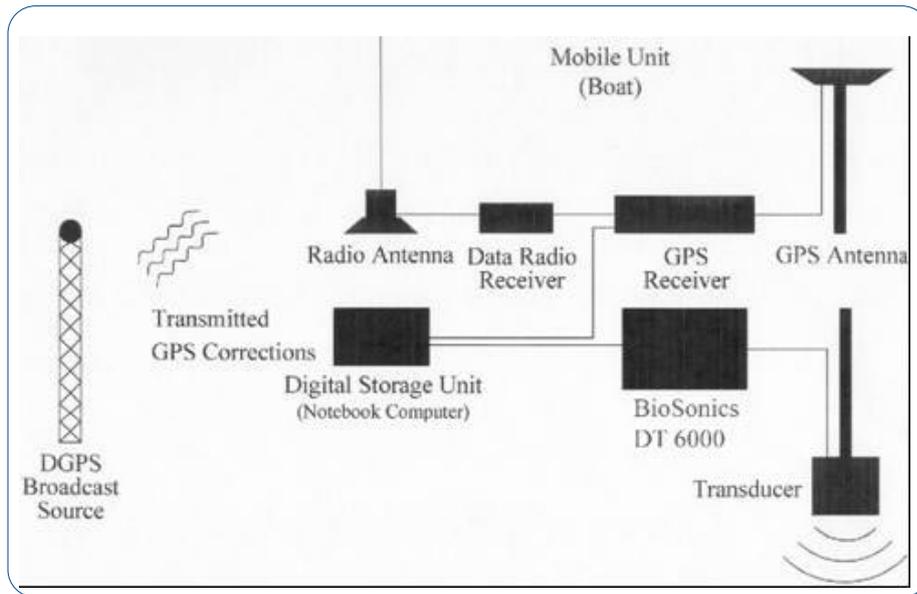


Figura 3. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico

Durante la adquisición de datos, las posiciones proporcionadas por el sistema GPS se incorporan de forma automática y directa a los ficheros de datos, de modo que los datos de cada medición efectuada por la ecosonda van vinculados de forma inequívoca a sus respectivas posiciones.

Con cada pulso o muestra, el sistema adquiere información sobre todos los objetos que se encuentran en ese momento en la columna de agua y dentro del haz acústico que emite la sonda.

Los datos adquiridos se someten a un postproceso, mediante el cual se extraen de los ficheros de datos crudos, adquiridos en el campo y las posiciones originales suministradas por el GPS. Para ello, se empieza por identificar el fondo en cada ecograma.

Posteriormente, se visualizan en forma de ecograma todos los datos acústicos obtenidos (véase ejemplos de ecogramas en figuras adjuntas), y se revisan para descartar posibles artefactos (detecciones de burbujas, etc) en los ficheros, excluyendo de esta forma falsos ecos.

4.2.1 Procesado de datos acústicos

Se ha utilizado el ecoconteo, es decir, la técnica que permite, para cada ping o muestra, catalogar cada señal como blanco (pez) y estimar su intensidad acústica.

Previamente, los datos acústicos brutos han sido corregidos mediante la función TVG (ganancia cronovariante) específica para ecoconteo (40LogR). Una vez clasificadas todas las señales de





peces en los ecogramas, se almacenan junto a su posición y características estadísticas, incluyendo la intensidad acústica media, compensada en función de la posición del blanco en el espacio tridimensional formado por el haz acústico.

A partir de estos blancos verificados y corregidos, se aplica un análisis para la evaluación de la biomasa (densidad en este caso), basado en el recuento (ecoconteo) de blancos clasificados en intervalos de análisis definidos.

Además de la densidad de peces en cada celda georreferenciada, se obtiene la intensidad media del blanco o talla acústica (TS, expresada en dB).

Para convertir la TS en talla física del pez, se ha aplicado un algoritmo ajustado *ex profeso*, a partir de la ecuación básica de Love (1.977), para una comunidad de peces de embalses europeos.

4.3 Muestreos directos de pesca

4.3.1 Redes agalleras multipaño

A efectos de obtener información sobre la distribución de especies y las relaciones talla/peso, se han calado 12 redes de muestreo científico de tipo NORDIC (*Fiskerivertket* 2000:1), desarrolladas por el *Nordic Freshwater Fish Group* y que constituye un estándar internacional (EN 14757:2005).

Constan estas redes de 12 paños agalleros de luz creciente, que va desde 5 hasta 55 mm, en una longitud total de 30 m y 1,5 m de alto, las bentónicas, y 6 m de altura las pelágicas. El ratio entre la luz de paños consecutivos es de 1,25 y sigue una progresión geométrica. Este tipo de red constituye un arte de pesca no sesgado, puesto que captura con igual probabilidad todas las tallas.

Para completar la información aportada por las redes estándar, se han empleado otros 3 tipos de redes, las dos de mayor luz se emplearon para caracterizar las tallas grandes. Estas redes se describen en la Tabla 1. En estos embalses, la información aportada por las mencionadas redes no es muy elevada ya que no se encontraron peces de tallas especialmente grandes, y estos se capturaron correctamente con las redes estándar.



Ilustración 2: Calado de redes nórdicas por personal especializado

Tabla 1: Descripción de las redes de muestreo empleadas

	Número de paños	Luz de malla (mm)	Long x altura (m)	Esfuerzo respecto a bentónica
Bentónica	12 x 2,5m	5 - 55	30 x 1,5	1
Pelágica	11 x 2,5 m	6,25 - 55	27,5 x 6	3,66
Trasmallo	1	50/300	10 x 1,5	0,33
Monofilamento_2	1	20	12 x 2 / 20 x 2	0,53 / 0,88
Monofilamento_4	1	45	15 x 6 / 20 x 6	2 / 2,66

La unidad estándar de esfuerzo de pesca está constituida por una red nórdica bentónica (45 m²), calada durante 12 h. El esfuerzo de muestreo se ha repartido geográficamente siguiendo una previsión de hábitats o, como se suelen denominar en este tipo de trabajos, “polos de atracción”. Esto responde a un planteamiento estratificado más que sistemático.

4.3.2 Pesca eléctrica desde embarcación

Para complementar la información aportada por las redes, se empleó la técnica de pesca eléctrica desde embarcación amparada por los permisos concedidos por la Comunidad Autónoma. Para ello se empleó un bote de aluminio de cuatro metros de eslora, propulsado por



un motor de cuatro tiempos, con una instalación fija consistente en dos plumas situadas en la proa, de las que cuelgan los ánodos, y una barandilla donde se sitúan el o los operarios que recolectarán los peces. La embarcación está provista, además, de tanques oxigenados para el mantenimiento en vivo de los peces.



Ilustración 3: Pesca eléctrica desde embarcación

En el embalse de Lanuzá se encontró, a partir del muestreo con redes, que la comunidad de la orilla, dominada por piscardos (*Phoxinus phoxinus*), difería de la comunidad del resto del embalse (ver capítulo 5.2.2), por ello se decidió emplear esta técnica, que se muestra efectiva únicamente en la zona litoral, para ratificar la información aportada por las redes estándar ubicadas cerca de la orilla.

4.4 Interpolado espacial y estimaciones globales

Para presentar los resultados obtenidos, todas las posiciones contenidas en los ficheros tienen que convertirse a UTM en datum ED50 Huso 30. Todos los mapas e ilustraciones que se incluyen en el presente Estudio se han orientado en este sistema de referencia.

El embalse se ha dividido en estratos coherentes de profundidad, que han sido debidamente cubiertos mediante el modelo batimétrico digital. Para cada estrato se ha realizado una interpolación espacial utilizando métodos geoestadísticos ajustados *ex profeso* siguiendo las



buenas prácticas en investigaciones de pesquerías (los mapas con este tipo de información espacialmente distribuida se presentan en el Anejo III).

Para cada celda, se obtiene la densidad en ind/1.000 m³ y la biomasa en g/m² (aplicando la relación longitud/peso de las capturas) así como la distribución de tallas de los peces detectados.

Tabla 2: Caracterización de los estratos de profundidad definidos

Estrato	Superficie (ha)	Profundidad (m)	Volumen (hm ³)
Superficial	88	0	2,4
Intermedio superior	29,3	-6	1,3
Intermedio inferior	19,9	-11	0,8
Inferior	13,1	-16	0,8





5 RESULTADOS

5.1 Sondeo hidroacústico: Densidades

Los recorridos móviles de ecosondeo han cubierto una longitud total de 11.550 m, lo que supone una densidad de 131 m/ha. Los recorridos completos se presentan en el ANEJO III, mapa 2.

Mediante el método descrito, se ha obtenido una estimación de densidad en celdas de 50 m y también la talla acústica corregida de cada uno de los blancos y rastros de peces. En el ANEJO II, se presenta un listado completo de estas celdas de análisis, detallando sus coordenadas, estrato, densidad y biomasa.

En el gráfico y tabla siguientes se representan la distribución de frecuencias de los valores de densidad, obtenidos a partir de los rastros, y los estadísticos descriptivos correspondientes, tanto para el ecosondeo horizontal como para el vertical. Se ha escalado el eje Y para la correcta visualización de los datos, indicando el valor que toman las barras fuera del gráfico, así como el número de celdas de análisis en las que la densidad es mayor que 0.

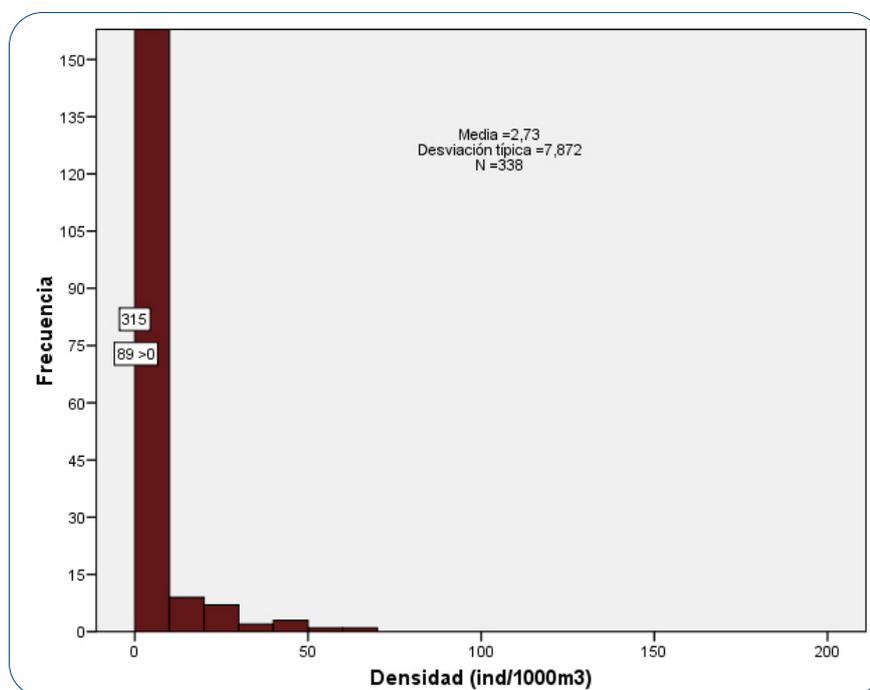


Figura 4: Distribución de frecuencias de densidad, estimada mediante ecosondeo.

Tabla 3. Estadística descriptiva de la densidad de peces estimada (ind/1.000m³) mediante acústica

	0-6	6-11	11-16	16-29,9
Núm. Casos	151	80	62	45
Máximo	20,04	64,95	23,5	1,79
Media	1,119	7,944	1,855	0,067
Desv. típ.	2,655	14,037	4,654	0,284

Observando las densidades medias por estrato, se aprecia que se trata, en general, de densidades bajas, especialmente la del estrato inferior. El único estrato que presenta unas densidades moderadas es el intermedio superior (6-11m). Estos valores medios se han ponderado con el volumen de cada estrato (Tabla 2), para obtener una densidad total del embalse de **2,7 ind/1.000m³**.

La distribución espacial de la densidad piscícola se presenta en los mapas 3 a 6 (ANEJO III) para los cuatro estratos considerados.

Queda patente de nuevo el gradiente vertical de distribución de densidades al comparar las láminas entre ellas (se ha empleado la misma escala). La mayor concentración de peces se produce a la altura del pueblo de Lanuzá en la parte central y más estrecha del embalse.

En la ilustración siguiente se presenta un ecograma de un transecto en la zona medio-posterior del embalse, en la que pueden apreciar el oleaje provocado por el viento arriba, abetos inundados abajo y peces concentrados por debajo de 8 metros.



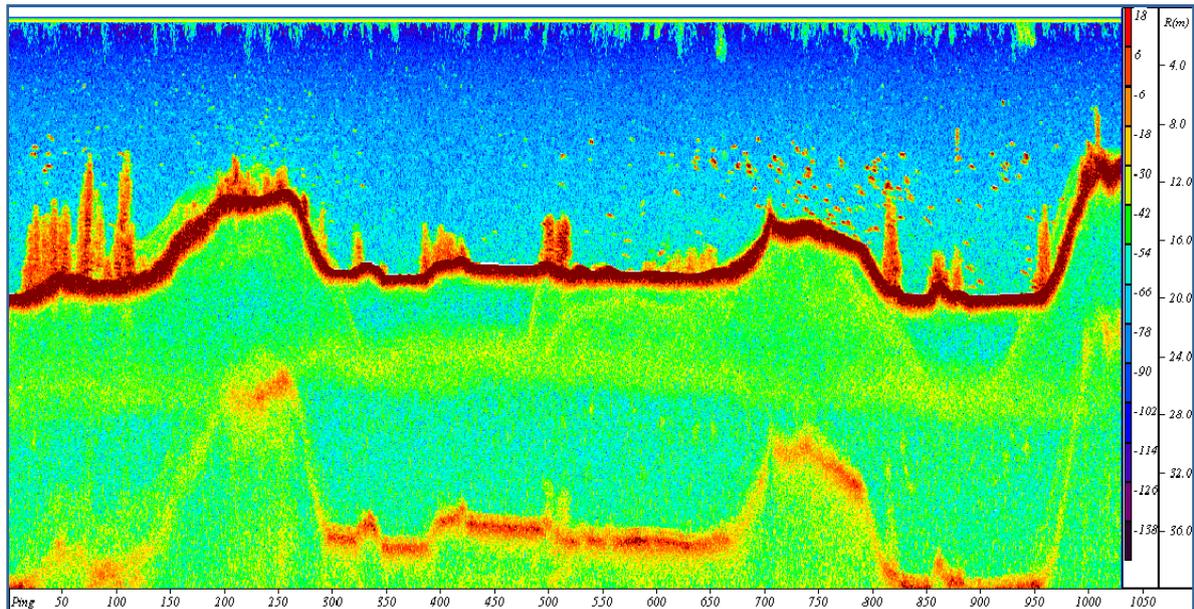


Ilustración 4. Ecograma que muestra la concentración de peces en las capas intermedias

5.1.1 Comparativa con el embalse de Barasona

Debido a que la organización del proyecto se realizó de forma conjunta para los embalses de Lanuz y Barasona, se planteó el hecho de hacer una comparativa entre ambos embalses lo cual supone información extra de interés.

En la figura siguiente, se presentan las densidades medias por estratos para los dos embalses estudiados. Los estratos empleados son los definidos en la tabla 2.

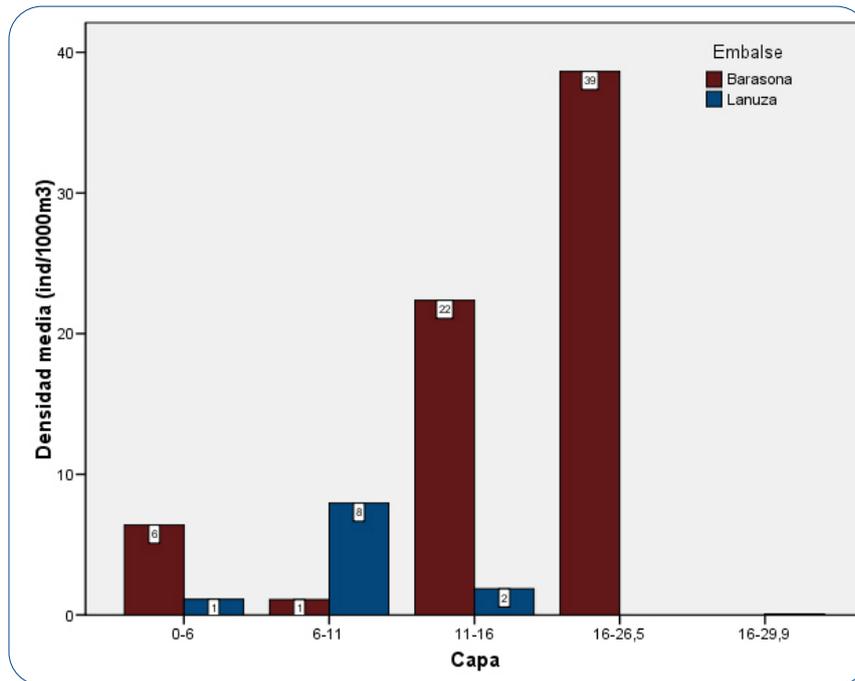


Figura 5. Densidades medias por estratos obtenidas mediante acústica

Se puede observar una gran diferencia de densidad entre ambos embalses, la cual se hace especialmente patente en el estrato inferior, donde el embalse de Barasona alcanza sus valores máximos y Lanuzá presenta sus valores mínimos. Es muy importante tener en cuenta a la hora de hacer una comparativa en las densidades medias de estos dos embalses, que mientras Barasona es considerado un embalse mesotrófico (CHEbro 2.008), presentando un nivel intermedio de productividad, Lanuzá se presenta como un embalse oligotrófico (CHEbro 2.008), con baja productividad primaria. Esto daría una explicación a las diferencias de densidad media presentadas.

5.2 Muestreos directos: Composición y biomasa específica

Los muestreos directos se han realizado mediante dos técnicas diferentes, que proporcionan información complementaria. Por un lado se han empleado redes agalleras multipaño según se describen en la norma CEN 14757 y por otro la pesca eléctrica desde embarcación.

Los detalles de cada una de las pescas con red se han recogido en fichas de campo. En estas fichas, facilitadas en el ANEJO I, se detallan los datos relativos a cada muestreo, así como un resumen de las capturas en las que se incluyen los siguientes valores por especie y totales:





- **Capturas por unidad de esfuerzo** (CPUE), es decir, el número de ejemplares acumulado estandarizado a 12 h de pesca y 45 m² de red multipaño (red bentónica).
- **Biomasa por unidad de esfuerzo** (BPUE), es decir, el peso acumulado estandarizado a 12 h de pesca y 45 m² de red multipaño (red bentónica).
- **Índice de condición somática** (ICF) calculado a partir de la longitud furcal.

5.2.1 Descripción de las especies presentes en los dos embalses

En este apartado, se presentan las especies encontradas en los muestreos, con una somera descripción de las mismas. (Descripciones de Doadrio, 2.001; CHEbro, 2.009 y fishbase.org; fotografías de Ecohydros sl.

En la siguiente tabla se presentan todas las especies indicando su carácter autóctono o alóctono:

Tabla 4. Especies presentes en el embalse

	Lanuzá
Trucha común	Aut.
Madrilla/ Loina	Aut.
Gobio	Aut.
Piscardo	Aut.
Barbo colirrojo	Aut.

5.2.1.1 Trucha común (*Salmo trutta fario*, L. 1.758)

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. Dos aletas dorsales, la primera con 9 a 11 radios ramificados y la segunda adiposa. 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 normalmente en aguas rápidas y frías, aunque frecuentemente se encuentra adaptada a los embalses, donde no completa su ciclo, ya que sigue necesitando de los ríos para la



reproducción. 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.

La especie está amenazada por introgresión genética procedente de los ejemplares de repoblación, así mismo la pesca deportiva y la introducción de especies exóticas son otros factores que pueden amenazar la supervivencia de esta especie. Por otra parte la contaminación de los cauces por vertidos urbanos e industriales y la alteración de los cauces fluviales por obras hidráulicas son importantes impactos que afectan a las poblaciones de trucha.



Ilustración 5. Trucha común (*Salmo trutta fario*, L. 1.758).

5.2.1.2 Madrilla (*Chondrostoma miengii*, Steindachner, 1.866)

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. Las aletas son largas, la dorsal tiene 8 radios ramificados y la anal de 8 a 10.

Recientemente las poblaciones españolas de *Ch. toxostoma*, que eran tratadas como subespecies por la comunidad científica, han sido elevadas a rango de especie (Elvira, 1.997).





Nosotros seguimos la nomenclatura de Elvira (1.997) pero hay que tener en cuenta que en la legislación nacional e internacional, anterior a 1.997, las poblaciones españolas se mencionan como *Ch. toxostoma*.

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.

Especie endémica de España, que 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 (incluido el Gállego) y Cenia.



Ilustración 6. Madrilla (*Chondrostoma miengii*, Steindachner, 1.866).

5.2.1.3 Gobio (*Gobio gobio*, Linnaeus, 1.758).

Ciprínido de pequeño tamaño, que raramente supera los 15 cm de longitud. La forma de su cuerpo refleja su condición de fondo con una parte ventral más o menos plana, un dorso convexo y la boca ínfera, con una barbilla a cada lado.



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. Su alimentación se basa prácticamente en macroinvertebrados bentónicos (larvas de insectos, crustáceos y moluscos).

Es una especie sedentaria que realiza algunos desplazamientos en la época de reproducción, moviéndose cortas distancias. Parece ser un indicador bastante 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. 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.

En España parece distribuirse de forma natural 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.

Existen diversos factores que amenazan la supervivencia de esta especie, entre los más importantes podríamos destacar la introducción de especies exóticas piscívoras y la realización de infraestructuras hidráulicas como canalizaciones, construcciones de presas, etc. La contaminación de las aguas también es considerada una amenaza muy a tener en cuenta.



Ilustración 7. Gobio (*Gobio gobio*, L. 1.758).



5.2.1.4 Piscardo (*Phoxinus phoxinus*, Linnaeus, 1.758; *Phoxinus bigerri*, Kottelat, 2.007).

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. Las escamas son pequeñas variando su número entre 80 y 90 en la línea longitudinal media. 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. Son omnívoros aunque su dieta principal consiste en macroinvertebrados acuáticos.

Suelen vivir en los tramos altos de los ríos en aguas oxigenadas, con fondos pedregosos aunque también se han encontrado en aguas relativamente tranquilas (embalse de Grandas de Salime).

La época de reproducción es de abril a junio en la Europa meridional. 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.

La introducción de especies exóticas y las reintroducciones de truchas así como el aumento de vertidos y la destrucción de los cauces por obras hidráulicas son sus principales amenazas.



Ilustración 8. Piscardo (*Phoxinus phoxinus*, L. 1.758).



5.2.1.5 Barbo colirrojo (*Barbus haasi*, Mertens, 1.925).

Barbo de pequeño tamaño con una longitud que no suele pasar de los 30 cm.

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. Se encuentran bajo las piedras, entre la vegetación o en el interior de pequeñas cuevas. Son de hábitos más solitarios que el resto de los barbos, aunque se les puede ver bajo las piedras acompañados de otros individuos de la misma especie. Resultan más fácilmente observables en época de estío o de reproducción. 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. El macho madura prematuramente, cuando tiene 1 año de edad.

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.

Destaca como amenaza principal la introducción de especies exóticas piscívoras aunque las infraestructuras hidráulicas como presas o canalizaciones también le afectan negativamente.



Ilustración 9. Barbo colirrojo (*Barbus haasi*, Mertens, 1.925).



5.2.2 Composición y distribución de especies en el embalse de Lanuzá

5.2.2.1 Capturas con red

El total de capturas con redes fue de 729 peces con un peso total de 28 kg, lo que supone 416 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 10 kg de Biomasa por unidad de esfuerzo. Se emplearon un total de 13 redes en 240 horas de pesca (79 unidades de esfuerzo). La ubicación de las redes se presenta en el mapa 7 del ANEJO III.

Debido a la clara distribución litoral del piscardo en el embalse de Lanuzá, se ha considerado hacer una diferenciación entre las capturas realizadas de 0 a 3m de distancia de la orilla (<3m de la orilla) y las capturas que abarcan en el resto del embalse (>3m de la orilla). De esta manera se pretende no sobreestimar la presencia de piscardo en la totalidad del embalse, sino focalizar su abundancia en la zona más litoral.

En las tablas siguientes se presentan los parámetros característicos de la comunidad, obtenidos para cada uno de los hábitats señalados.

Tabla 5: Resultados pescas con redes (>3m de la orilla) por especies

	Gobio	Madrilla/ Loina	Piscardo	Trucha común	Barbo colirojo	Total general
Capturas*	38	114	35	21	1	209
CPUE	15	27	22	7	0	72
% CPUE	21%	38%	30%	10%	0%	100%
PF total(g)	444	6125	113	14.205	185	21.072
BPUE (g)	175	1.514	68	4.483	58	6.299
% BPUE	3%	24%	1%	71%	1%	100%
L. furcal media(mm)	92	144	61	341	205	141
Peso medio(g)	12	54	3	676	185	101
ICF medio	1,437	1,420	1,368	1,154	2,147	1,388

*Los términos empleados para describir la comunidad son los siguientes:

Capturas: Número de individuos pescados

CPUE: Capturas por unidad de esfuerzo. Número de peces pescados ponderado por el esfuerzo de la red en la que han sido capturados

% CPUE: Capturas por unidad de esfuerzo expresado como porcentaje





PF total: Peso fresco total de los peces capturados expresado en gramos

BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo. Peso total de los peces ponderado por el esfuerzo de la red en la que han sido capturados, expresado en gramos.

% BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo expresada en porcentaje

L. furcal: Longitud furcal media en mm

Peso medio: expresado en mm

ICF medio: Índice de condición furcal medio obtenido como se explica en el apartado 3.3.3.

La especie más abundante en el embalse de Lanuzá a más de 3m de la orilla es la madrilla presentando el 38% de las capturas por unidad de esfuerzo. A pesar de no encontrarse en su hábitat más común, el piscardo presenta un 30% del total de la CPUE seguido por el gobio (21%) y la trucha común (10%). De barbo colirrojo solo se capturó un ejemplar, de un total de 209 peces.

Tabla 6: Resultados pescas con redes (<3m de la orilla) por especies

	Piscardo	Trucha común	Total general
Capturas*	512	8	520
CPUE	341	3	344
% CPUE	99%	1%	100%
PF total(g)	3.251	4.654	7.906
BPUE (g)	2.167	1.139	3.306
% BPUE	66%	34%	100%
L. furcal media(mm)	76	345	80
Peso medio(g)	6	582	15
ICF medio	1,398	1,165	1,373

La especie claramente más abundante a nivel cuantitativo en la zona litoral que abarca desde la orilla hasta los 3m ha sido el piscardo, presentándose en el 99% de las capturas por unidad de esfuerzo. El 1% restante de las CPUE está destinado a la trucha común, especie que presenta en 8 capturas de un total de 520.



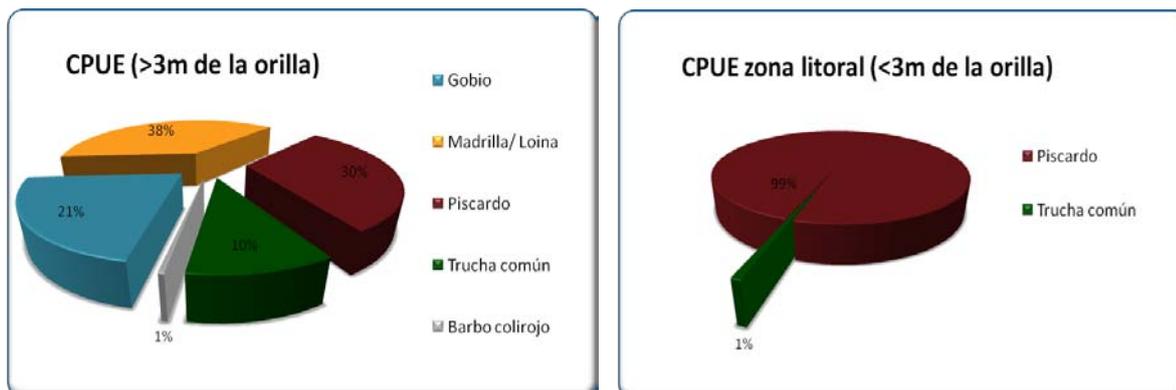


Figura 6. Capturas por unidad de esfuerzo del embalse de Lanuz

En la zona del embalse que dista en más de 3m de la orilla, se puede apreciar claramente el pequeño tamaño del piscardo que a pese a presentarse en un 30% de las CPUE únicamente supone el 1% de la biomasa por unidad de esfuerzo. De forma contraria, la trucha aparece como la especie con mayor porcentaje en lo que BPUE se refiere y sin embargo únicamente abarca el 10% de las capturas en la zona más alejada de la orilla, lo que nos indica un considerable tamaño medio por individuo capturado. La madrilla y el gobio reflejan tener tamaños reducidos con respecto a la media por individuo, debido a que su representación en porcentaje en BPUE disminuye en relación a las capturas obtenidas. El barbo colirrojo podría considerarse como una especie meramente presencial ya que únicamente se ha capturado un individuo.

En la zona más litoral, el análisis de la biomasa no hace más que corroborar lo anteriormente descrito. Se aprecia claramente la diferencia de tamaños entre el piscardo y la trucha común, la cual se presenta en el 34% de la BPUE a pesar de suponer el 1% de las CPUE.

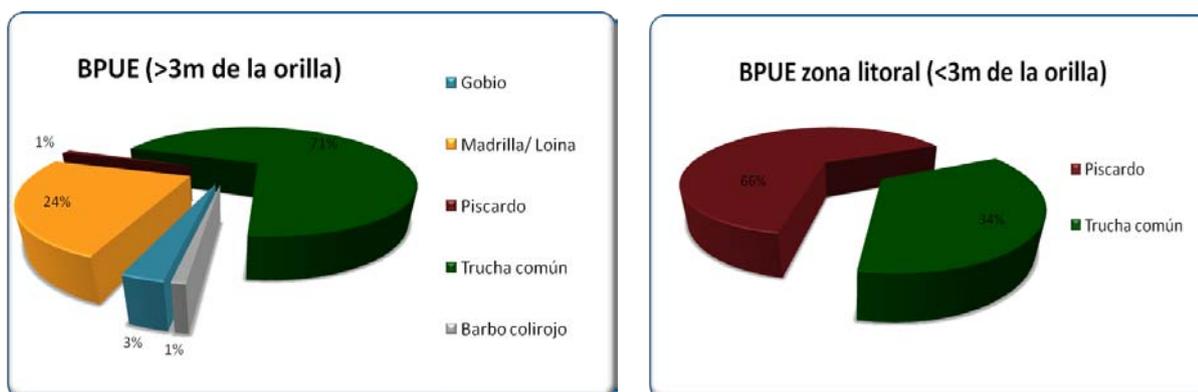


Figura 7. Biomasa por unidad de esfuerzo del embalse de Lanuz





En la figura 8, se ha representado el histograma de frecuencias de las capturas en clases de longitud de 5 mm, representando mediante colores las diferentes especies. Podemos observar, como queda patente el dominio en abundancia del piscardo y la madrilla. Así como los piscardos capturados parecen presentar tamaños similares y una única moda, la madrilla presenta varias modas correspondientes a las diferentes clases de edad (105, 180 y 220 mm). Los individuos de trucha son adultos (propio de la ecología de esta especie) El gobio parece presentar una sola moda en los 90 mm.

Las principales especies presentes, parecen gozar de una buena salud, salvo el barbo colirrojo, menos adaptado a ambientes lénticos.

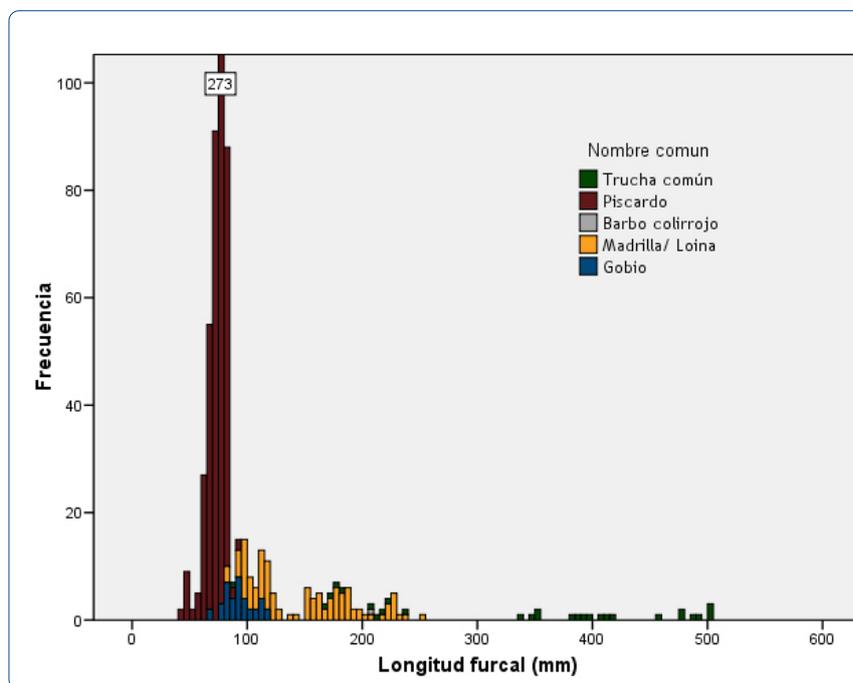


Figura 8. Histograma de capturas en Lanuzá

5.3 Biomasa piscícola

Una vez presentados los datos obtenidos mediante las dos técnicas de prospección (hidroacústica y muestreo directo), se integran para dar una visión global del sistema.





En el embalse de Lanuzá, las biomásas medias por estratos (tabla 7), son muy bajas, especialmente en los estratos inferiores. El patrón seguido por las densidades (tabla 3) parece cambiar ligeramente, al encontrarse las mayores biomásas en el estrato superficial.

Tabla 7. Biomasa de peces por estratos (g/m^2) estimada mediante acústica (Lanuzá)

	0-6	6-11	11-16	16-29,9
Núm. Casos	151	80	62	45
Máximo	28,08	11,48	10	8,13
Media	1,378	0,622	0,229	0,181
Desv. típ.	3,76	1,642	1,272	1,212

Con las medias anteriores, la biomasa media ponderada que se obtiene para el conjunto del embalse es de **0,84 g/m^2** . Se trata de una biomasa muy baja que no sorprende a la vista de las bajas densidades y el pequeño tamaño medio de la mayor parte de las especies que forman la comunidad (piscardos, gobios y madrillas).

En los mapas 8 a 11 (ANEJO III) se ha representado la distribución espacial de la biomasa. Para cada uno de los estratos considerados.

Las biomásas de los estratos inferiores, se concentran en los mismos lugares que se comentó para el caso de la densidad, el estrato superior, sin embargo, no presenta un claro patrón de reparto de la biomasa (elevada para las bajas densidades de la capa).

5.3.1 Comparativa con el embalse de Barasona

Al igual que con las densidades se plantea una comparativa entre los embalses de Lanuzá y Barasona de manera que se pueda obtener información extra que ayude a explicar la situación en la que se encuentran ambas masas de agua.

Las biomásas medias de ambos embalses, para los distintos estratos, se muestran en el siguiente gráfico.

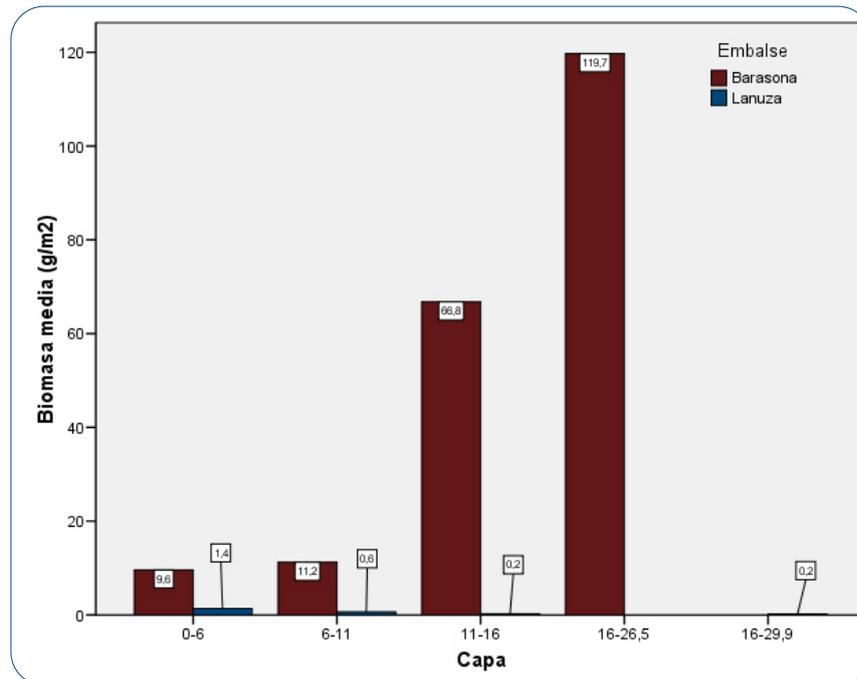


Figura 9. Biomasa medias por estratos obtenidas mediante acústica

Al comparar este gráfico con el de la Figura 5, en el que se muestran las densidades en ambos embalses, se aprecia que existe una relación más o menos directa entre la densidad y la biomasa media en los dos embalses, haciéndose aún más patente la diferencia entre ellos en el caso de la biomasa.

Esta gran diferencia, se pone en manifiesto especialmente en el estrato inferior, donde Barasona alcanza su densidad máxima mientras que Lanuzá alcanza sus valores mínimos. Muy probablemente estos contrastes de densidad y biomasa media se estén dando debido a las diferencias en el grado de eutrofización entre los dos embalses.

5.4 Densidad y biomasa por especies

Para poder dar una estima de las densidades y biomasa por especies, es necesario aplicar la distribución de especies obtenidas mediante muestreo directo a las densidades y biomasa obtenidas mediante acústica.





En la tabla que se muestra a continuación se han calculado la densidad y biomasa relativas por especie, referidas a volumen (hm^3) y superficie (ha) respectivamente, así como las abundancias y biomasa totales, para el embalse, calculadas a partir de volumen y la superficie en el momento del muestreo.

Tabla 8. Densidades y biomasa por especie en el embalse de Lanuzá

	Gobio	Madrilla	Piscardo	Trucha común	Barbo colirojo	Totales
Densidad (ind/hm ³)	565	1.012	881	275	12	2.745
Biomasa (kg/ha)	0,2	2,0	0,2	5,9	0,1	8,4
N individuos	2.996	5.365	4667	1.459	62	14.549
Biomasa total (kg)	20	173	20	518	7	738



6 CONCLUSIONES

Se han aplicado en el embalse de Lanuzá un conjunto de técnicas de muestreo, para obtener una figura lo más fidedigna posible de las comunidades de peces, para ello, se han combinado técnicas de prospección hidroacústica con muestreos directos mediante redes agalleras multipaño y pesca eléctrica.

Se encontraron las siguientes especies: trucha común (*Salmo trutta*), madrilla (*Chondrostoma miengii*), gobio (*Gobio lozanoi*), Piscardo (*Phoxinus phoxinus*) y barbo colirojo (*Barbus haasi*). Todas ellas son especies autóctonas.

El embalse de Lanuzá, tras el intenso muestreo realizado, ha revelado valores bajos de densidad de peces si se compara con otros embalses. Estos valores bajos de densidad son propios de embalses oligotróficos como es el caso de Lanuzá (CHEbro 2.008). Esto se ha reflejado en rendimientos bajos en las pescas científicas, con valores no muy altos en las capturas por unidad de esfuerzo.

A la vista de los parámetros poblacionales estimados, se pueden destacar los siguientes aspectos:

La **densidad media de peces**, a partir de la interpolación en celdas de 50 m, es de **2,75 individuos/1.000m³**, con valores máximos de **65 ind/1.000m³**. Estos valores máximos de densidad corresponden a la capa de profundidad intermedia del embalse, el estrato que va desde los 6 a los 11m de profundidad. Esta distribución de los peces en el embalse es provocada por el carácter gregario de las especies que en él se encuentran. La abundancia absoluta estimada es de **14.500 individuos**.

La **distribución espacial de la densidad** de peces presenta un acusado patrón en el plano horizontal; así, se observan los valores más altos en la parte central del embalse, a la altura del pueblo de Lanuzá, disminuyendo a medida que nos acercamos hacia la cola o la cabecera.

La **biomasa** de peces obtenida en el embalse es de **8,4 kg/ha**, valor que concuerda con las bajas densidades obtenidas y el pequeño tamaño medio de las especies presentes. La biomasa total estimada es de **738 kg**.

Para caracterizar la **comunidad de peces** del embalse de Lanuzá ha sido necesaria la diferenciación de 2 hábitats dentro del embalse. La zona litoral, que engloba el área desde la orilla hasta los 3m aguas adentro y el resto del embalse (>3m de la orilla).





La comunidad de peces de la zona litoral está claramente dominada por el piscardo, especie que aparece con un **99%** de las capturas por unidad de esfuerzo pero que, sin embargo y debido a su pequeño tamaño, supone únicamente el **66%** de la BPUE (peso medio de 6 g). La trucha con sus **582g** de peso medio supone el **1%** de las CPUE, pero llega a alcanzar el **34%** de la BPUE.

La comunidad de peces de la zona más alejada de la orilla se presenta con una mayor diversidad de especies. La madrilla/ loina es la especie más capturada llegando al **38%** de CPUE, seguida por el piscardo que alcanza el **30%** de capturas por unidad de esfuerzo.

La trucha queda en un segundo plano en cuanto al CPUE se refiere llegando únicamente al **10%**, sin embargo consigue alcanzar el **71%** de la biomasa por unidad de esfuerzo debido a un peso medio que ronda los **670g** por individuo. El gran tamaño de estos individuos está relacionado directamente con la ecología de esta especie que se presenta normalmente en los embalses en forma adulta y en los ríos asociados en sus formas juveniles. Cabe señalar que el embalse está sometido a un aprovechamiento pesquero, focalizado principalmente en la trucha, por lo que sus poblaciones están sometidas a extracción. Se ha constatado con el Servicio Provincial de Caza y Pesca de Huesca, que en Lanuzá no se llevan a cabo repoblaciones de ningún tipo, por lo que las poblaciones de truchas son naturales.

Se capturaron 38 gobios de un total de 209 peces, lo que supone el **21%** de CPUE, aún así, debido a su pequeño tamaño esta especie no supera el **3%** de la BPUE. Cabe destacar la presencia del barbo colirrojo, del que se capturó un único ejemplar.

En definitiva, se concluye que el embalse de Lanuzá presenta una comunidad de peces estructurada en cuanto a proporción de especies y relación de tallas. Muy probablemente esta buena estructuración del ecosistema sea debida a la ausencia de especies alóctonas dentro de la comunidad, especialmente de predadores estrictos. Parece ser que la proporción del barbo colirrojo con respecto al resto de especies es demasiado baja. Esto, probablemente es debido a que es una especie bentónica propia de los tramos altos de los ríos con aguas frías y rápidas, de manera que probablemente presente una mala adaptación a aguas lénticas.





7 GLOSARIO

BPUE: Biomasa por Unidad de Esfuerzo. El peso de las capturas obtenidas durante las pescas científicas se normaliza a un esfuerzo de referencia, que corresponde a una red bentónica (45 m²) expuesta durante 12 horas.

CPUE: Captura por Unidad de Esfuerzo. El número de capturas obtenidas durante las pescas científicas se normaliza a un esfuerzo de referencia, que corresponde a una red bentónica (45 m²) expuesta durante 12 horas.

Detector de filtro cruzado (Cross Filter Detector): Los sistemas tradicionales de detección de ecos se basan en la evaluación de la longitud, forma, intensidad y desviación de fase de cada pulso o ping. Este tipo de evaluadores tienden a errar en situaciones en las que el ratio señal/ruido es bajo (como peces pequeños o en muestreos con el haz en posición horizontal). Por este motivo, se utiliza para el análisis de este tipo de datos un método de detección desarrollado con patente y publicado por primera vez en Montpellier en el año 2.002: *A new method for single target detection. (Balk and Lindem 2.002)*. Este método se basa en aplicar un filtro de paso bajo en el dominio de pulsos (pings) y otro de paso alto en el dominio del rango (distancia al transductor). El primero de ellos elimina las fluctuaciones entre pings no debidas a peces y el segundo suprime la reverberación de fondo que varía lentamente y eliminan los ecos tanto debidos a blancos (peces) como al ruido. Tras su aplicación, se obtienen dos nuevos ecogramas; posteriormente se aplica muestra a muestra (una muestra es un píxel del ecograma que corresponde a una distancia determinada en ping concreto) el segundo ecograma como umbral del primero, de modo que se obtiene un nuevo ecograma de umbral adaptativo en el que se pueden visualizar directamente los rastros de peces.

Eco: es un pico de intensidad en la onda de sonido que retorna al transductor y que puede corresponder a un pez u otras fuentes de ruido.

Ecograma: Es una forma de representación del sonido que retorna a la ecosonda, en la que cada ping se dispone en el eje horizontal y la distancia en el vertical.

Ganancia Cronovisible: Es una función que permite incrementar la intensidad del eco en virtud de la distancia a la fuente. Dado que el sonido se dispersa en el agua, se produce una pérdida que está en relación al cuadrado de la distancia, de modo que para hacer comparables los ecos procedentes de diferentes distancias se requiere aplicar una corrección de este tipo.





Ping rate: es la tasa de pulsos, o frecuencia con la que se envían impulsos de sonido (normalmente se trabaja con tasas entre 5 y 20 pulsos por segundo, o pps). A mayor tasa, mejor resolución, pero hay un límite marcado por el tiempo que tarda en retornar cada pulso, porque no se deben solapar entre sí. De este modo, cuanto mayor es la distancia (normalmente profundidad), mayor es el tiempo que tarda un pulso en completar el ciclo de ida y vuelta y más pequeña es entonces la máxima tasa de pulsos que se puede aplicar.

Ping: un ping es un impulso acústico generado por la ecosonda; a efectos prácticos se puede considerar como una muestra de la columna de agua.

SED (single echo detector): es el método tradicional para detectar peces, que en la evaluación de la longitud, forma, intensidad y desviación de fase de cada pulso o ping. Asume que el eco de un pez presenta intervalos característicos de esos parámetros.

Talla acústica (Target strength, TS): Es la intensidad del sonido procedente de un blanco (pez en este caso) y se mide en decibelios (dB). Es una medida logarítmica de la proporción de la energía incidente que es devuelta por el blanco. Se utiliza una escala logarítmica porque el tamaño de los organismos acuáticos cubre varios órdenes de magnitud, desde el plancton hasta las ballenas. Para casi todos los peces, la TS está en el rango de -70 a -20 dB. Por ejemplo, si decimos que un blanco tiene 3dB más que otro, es lo mismo que decir que refleja dos veces más energía. Un blanco de -20dB, un atún o un siluro de gran talla quizás, produce un eco 10000 veces más fuerte que un blanco de -60dB, que podría corresponder por ejemplo a un alevín de boga de unos 4 cm de talla.

Track o rastro: Es un conjunto de ecos consecutivos que guardan relación entre sí tal que permite identificarlos como un pez en su conjunto.

Transductor: Elemento primordial del sistema acústico, que convierte el impulso eléctrico en mecánico (sonido) y viceversa. Son piezas que van sumergidas y de cuyo diseño depende la arquitectura del haz acústico. Mediante la actuación de numerosos elementos piezo-eléctricos se consigue generar un haz tipo pistón, con un lóbulo central prominente y lóbulos laterales pequeños, de lo que depende el ratio señal/ruido de una ecosonda. Este es uno de los aspectos en los que se diferencian las ecosondas científicas de las que ecosondas estándar pesqueras, y conlleva una considerable diferencia en sofisticación, que no se percibe en su justa medida en una apreciación puramente visual de un ecograma.



8 BIBLIOGRAFÍA

Balk, H., T. Lindem and J. Kubecka. New single echo detection methods for shallow water fisheries acoustics. AFS meeting. Anchorage. September 2.005.

CEN 14757:2.005. Water quality - Sampling of fish with multi-mesh gillnets.

CHEbro (2.008). Informe final de seguimiento biológico de embalses.

CHEbro (2.009). Guía de campo de Peces de la Cuenca del Ebro.

Doadrio, I. (2.001). Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Madrid, MMA. Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

Elvira, B. (1.990). Iberian endemic freshwater fishes and their conservation status in Spain. Journal of Fish Biology 37(Supplement A): 231-232.

Embalses.net. Estado de los embalses y pantanos de España (2009). <http://www.embalses.net/> Julio,2.009.

Fishbase (2009). [.http://www.fishbase.org/search.php](http://www.fishbase.org/search.php)

Frouzova, J., J. Kubecka, et al. (2.005). Target strength of some European fish species and its dependence on fish body parameters. Fisheries Research 75(1-3): 86-96.

SAIH Ebro. <http://195.55.247.237/saihebro/index.php?url=/historicos/peticion>

