



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

2013

ESTUDIO DE LA POBLACIÓN PISCÍCOLA EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO TOMO III: EMBALSE DE MONEVA



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



ESTUDIO DE LA POBLACIÓN PISCÍCOLA EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO TOMO III: EMBALSE DE MONEVA

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Concha Durán Lalaguna, María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

Ecohydros SL.



EQUIPO DE TRABAJO:

Agustín Monteoliva, Gonzalo Alonso de Santocildes, Alberto Criado, Rubén Torre, José Manuel Gómez, José Augusto Monteoliva, Tamara Santiago, Elena Ruiz.

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

71.801,40 euros (Tomo 3 de 4)

CONTENIDO:

MEMORIA, ANEJOS Y CD

AÑO DE EJECUCIÓN:

2013

FECHA ENTREGA:

JUNIO 2014

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Superior izquierda: Vista general del embalse de Moneva, Ecohydros SL.

Superior derecha: Vista general del embalse de Moneva, Ecohydros SL.

Inferior izquierda: Trabajos de pesca en el embalse de Moneva, Ecohydros SL.

Inferior derecha: Carpín (*Carassius gibelio*), capturado en el embalse de Moneva, Ecohydros SL.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2014). Estudio de la población piscícola en embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Tomo3. Moneva, 52 pp. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

ESTUDIO DE LA POBLACIÓN PISCÍCOLA EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO TOMO III: MONEVA

En septiembre de 2013 se llevó a cabo un muestreo cuantitativo de las poblaciones de peces del embalse de Moneva con el objetivo de evaluar el potencial ecológico tal y como prescribe la DMA. Para ello se empleó una combinación de técnicas de muestreo directo: redes agalleras científicas (CEN-EN 14.757/2006) y pesca eléctrica desde embarcación con técnicas hidroacústicas que permiten la evaluación cuantitativa de las poblaciones de peces en términos de densidad y biomasa.

*Se encontró una dominancia de las especies alóctonas: carpa común (*Cyprinus carpio*), carpa de espejos (*Cyprinus carpio specularis*) y carpín (*Carassius gibelio*). La asociación de peces está dominada en densidad por el carpín (88%) y en biomasa por la carpa (50%).*

La densidad estimada fue de 26,38 ind/dam³ y la biomasa de 13,57 g/m², ambos valores muy elevados, especialmente la densidad, propios de sistemas productivos, como es el caso del embalse de Moneva.

Aunque no existen métodos oficiales de evaluación del potencial ecológico basado en los peces, en una primera aproximación actualmente en proceso de revisión, el potencial obtenido para este embalse es “MALO”.

FISH STOCK EVALUATION OF EBRO BASIN DISTRICT RESERVOIRS VOLUME III: MONEVA

In September 2013, a quantitative fish stock assessment survey was conducted on Moneva reservoir, in order to evaluate the Ecological Potential as stated by the WFD. Through a combination of both, remote sensing techniques (hydroacoustics) and direct sampling gears (gillnetting and boat electrofishing), the fish assemblage composition, abundance and biomass of all species present were assessed.

*Exotic species dominated the fish assemblage: Common carp (*Cyprinus carpio*), which was the most important specie in biomass (50%), mirror carp (*Cyprinus carpio specularis*) and Prussian carp (*Carassius gibelio*), which dominated the fish assemblage in density (88%).*

Estimated density and biomass for the reservoir were 26, 38 ind/dam³ and 13, 57 g/m² respectively, typical of high productive systems as Moneva reservoir.

Although there are not official fish-based ecological potential assessment methods, as a first approach, these results show that the ecological potential of Moneva reservoir is “BAD”. This work is currently under revision to be published.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. ESTUDIO CUANTITATIVO DE LA FAUNA ÍCTICA	12
2. ÁMBITO DE ESTUDIO.....	15
2.1. SITUACIÓN.....	15
2.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	16
2.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO.....	17
2.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EMBALSE. PERFILES VERTICALES.....	18
2.5. POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO	19
3. METODOLOGÍA.....	21
3.1. DISEÑO DEL MUESTREO.....	22
3.2. MUESTREOS REMOTOS: HIDROACÚSTICA	22
3.2.1. Prospección hidroacústica.....	22
3.2.2. Procesado de datos acústicos.....	23
3.3. MUESTREOS DIRECTOS DE PESCA.....	24
3.3.1. Redes agalleras multipaño	24
3.3.2. Pesca eléctrica desde embarcación.....	26
3.4. INTERPOLADO ESPACIAL Y ESTIMACIONES GLOBALES	27
3.5. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO.....	27
4. RESULTADOS.....	29
4.1. SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES	29
4.1.1. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro.....	32
4.2. MUESTREOS DIRECTOS: COMPOSICIÓN Y BIOMASA ESPECÍFICA	33
4.2.1. Especies presentes en el embalse.....	34
4.2.2. Composición y distribución de especies.....	35
4.3. BIOMASA	41
4.3.1. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro	42
4.4. DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIES	43

5.	APROXIMACIÓN AL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE BASADO EN PECES	45
6.	CONCLUSIONES.....	47
7.	GLOSARIO.....	49
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	51

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Especies presentes
Anexo 2. Resultados de las pescas
Anexo 3. Celdas del muestreo hidroacústico
Anexo 4. Mapas interpolados de densidad y biomasa

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estratos considerados en el embalse de Moneva.....	17
Tabla 2. Descripción de las redes de muestreo empleadas	25
Tabla 3. Métricas y coeficientes para el cálculo del QFBI.....	28
Tabla 4. Valores de corte del QFBI empleados para la clasificación del potencial ecológico	28
Tabla 5. Densidad de peces (ind/dam ³) por estratos, estimada mediante acústica	31
Tabla 6. Especies presentes en el embalse.....	34
Tabla 7. Resultados de las pescas con red por especies	37
Tabla 8. Resultados de la pesca eléctrica por especies	40
Tabla 9. Biomasa de peces por estratos (g/m ²) estimada mediante acústica	41
Tabla 10. Densidades (ind/dam ³) y biomazas (g/m ²) por especie	44
Tabla 11. Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de Moneva	46

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Vista del embalse de Moneva durante la campaña de muestreo	13
Figura 2. Trabajos de pesca en el embalse de Moneva	13
Figura 3. Situación del embalse de Moneva	15
Figura 4. Batimetría del embalse de Moneva.....	16
Figura 5. Evolución del volumen embalsado en el embalse de Moneva durante el ciclo hidrológico 2012/13	17
Figura 6. Perfiles físico-químicos realizados en el embalse de Moneva (30-08-13)	18
Figura 7. Esquema del método de censado de poblaciones ícticas en un embalse	21
Figura 8. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico	23
Figura 9. Acción de calado de las redes (izq.) y peces capturados (dcha.).....	25

Figura 10. Pesca eléctrica desde embarcación	26
Figura 11. Recorridos del sondeo hidroacústico	29
Figura 12. Ejemplo de ecograma característico del embalse de Moneva, obtenido en orientación horizontal	30
Figura 13. Distribución de frecuencias de densidad (ind/dam ³), estimada mediante ecosondeo (celdas con densidad mayor a 0)	31
Figura 14. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces. Cada punto representa una celda de 50m de longitud	32
Figura 15. Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro	33
Figura 16. Carpa común (<i>Cyprinus carpio</i>) capturada en Moneva	35
Figura 17. Ubicación de las redes y recorridos de pesca eléctrica	36
Figura 18. Composición de la asociación obtenida mediante redes	38
Figura 19. Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm	39
Figura 20. Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica	41
Figura 21. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces	42
Figura 22. Comparación de la biomasa con otros embalse de la cuenca del Ebro	43



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el tercer tomo del informe final de la Asistencia Técnica para el Estudio de las poblaciones de peces en embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (en adelante el Estudio), adjudicado a Ecohydros, S. L. por la Confederación Hidrográfica del Ebro (en adelante, CHE).

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 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 desarrollados y con cierta tradición, si bien es cierto que su correcta aplicación depende de una formación técnica altamente especializada.

En lo referente a su aplicación en estudios censales y de dinámica poblacional de los peces, está relativamente extendida en ambientes marinos y en aguas continentales está siendo progresivamente aplicado, debido en gran medida, a su incremento en portabilidad.

La CHE 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.

Desde la CHE se pretende mediante esta asistencia técnica explorar y, en su caso, explotar los beneficios que ofrece este tipo de técnicas prospectivas en cuanto al control y gestión de los ecosistemas acuáticos, 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 ANEJOS, 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 de un CD en el que se facilitan los documentos y datos en formato electrónico.

1.1. ESTUDIO CUANTITATIVO DE LA FAUNA ÍCTICA

La ictiofauna 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 de peces.

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.

Mediante el presente estudio, se pretende evaluar las poblaciones de peces en los embalses de Pajares, El Val, Moneva y La Sotonera, 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.



Figura 1. Vista del embalse de Moneva durante la campaña de muestreo



Figura 2. Trabajos de pesca en el embalse de Moneva



2. ÁMBITO DE ESTUDIO

2.1. SITUACIÓN

El embalse de Moneva se localiza en el término municipal de Moneva, en la provincia de Zaragoza, se sitúa a una altitud de 615 m sobre el nivel del mar y recoge las aguas del río Aguasvivas.

La presa se construyó en 1929, su titular es el Estado y el uso principal es el riego. En lo referente a los usos lúdicos, los principales son la navegación (solo permitida a remo) y la pesca (tramo de aguas libres para el ejercicio de la pesca).

En la figura siguiente se presenta su situación:

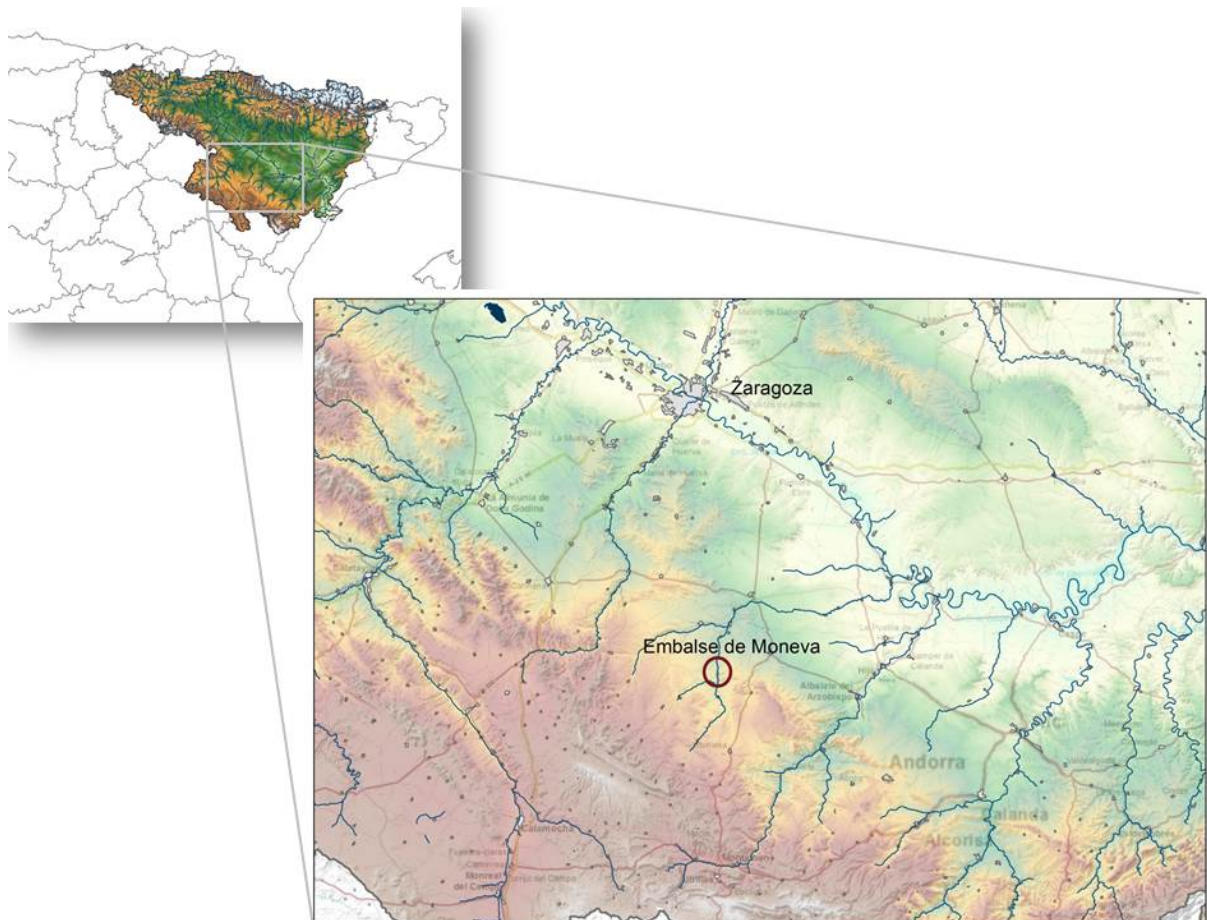


Figura 3. Situación del embalse de Moneva

2.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

El embalse tiene una capacidad máxima de 8 hm³ y ocupa una superficie de 75 ha, lo que supone una profundidad media de 11 m. La profundidad máxima es de 33 m.

El muestreo hidroacústico, como se explica más adelante en el apartado de metodología, permite obtener una batimetría que se emplea para cubicar los diferentes estratos y ponderar las densidades y biomásas obtenidas por capa.

En la figura siguiente se representa la batimetría obtenida en planta y en 3D (Z x10).

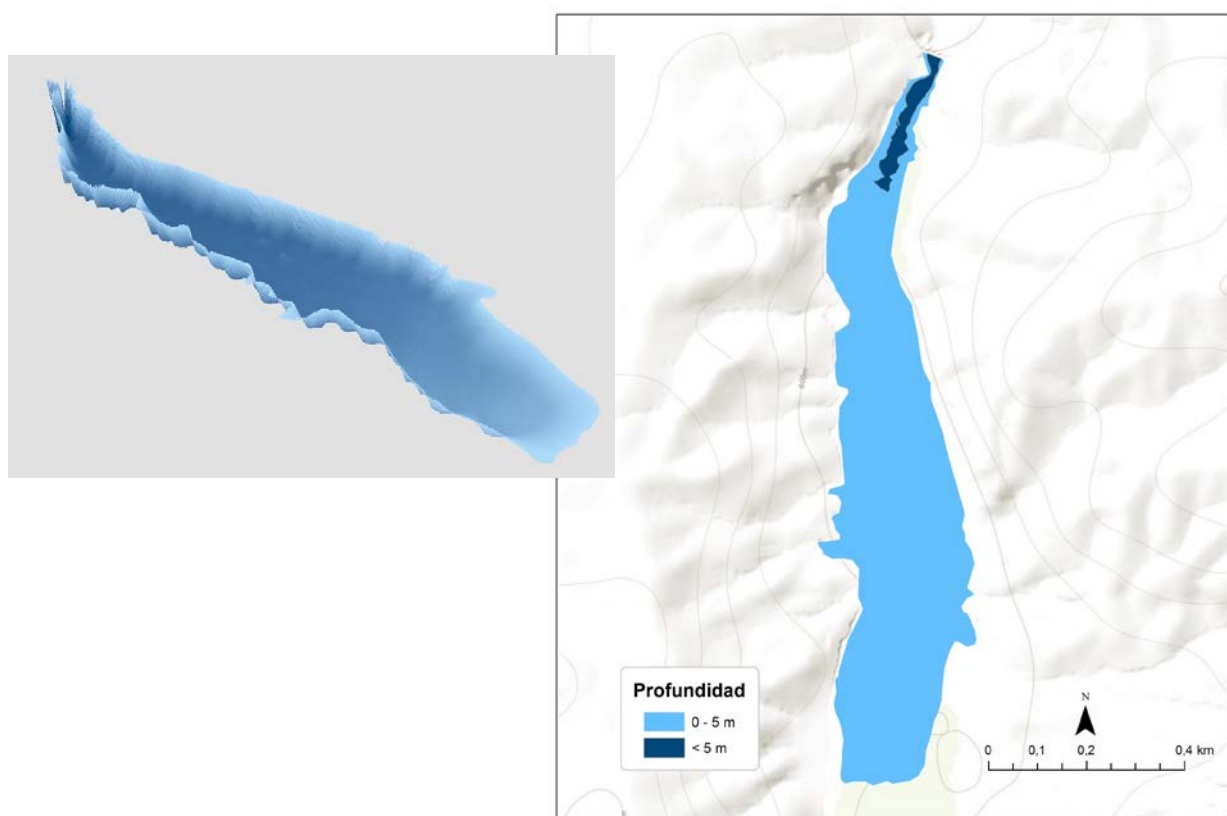


Figura 4. Batimetría del embalse de Moneva

En la tabla siguiente se presentan los volúmenes y superficies de cada uno de los estratos considerados, obtenidos a partir de la batimetría anterior. Obsérvese que la suma de los volúmenes no coincide exactamente con el volumen proporcionado por el SAIH (figura 5). Los motivos de esta desviación son múltiples (resolución de la batimetría, acumulación de

sedimentos...etc.). No obstante, más que los valores absolutos, lo importante es conocer la importancia relativa de cada estrato para la ponderación de las densidades.

Tabla 1. Estratos considerados en el embalse de Moneva

Embalse	Sector	Estrato	Volumen (hm ³)	Superficie (ha)
MON13	1	1	0,80	25,23
MON13		2	0,01	0,75

2.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO

El embalse de Moneva ha mantenido un nivel de embalse bajo durante este ciclo hidrológico, especialmente hasta la primavera, cuando comenzó a recuperar nivel. Alcanzó un máximo a principios del mes de julio en torno a un 40 % de su capacidad máxima, e inmediatamente comenzó a descender con el avance del estío. En la fecha de muestreo, marcada con una línea roja en la figura, el embalse se encontraba en torno al 22 % de capacidad.

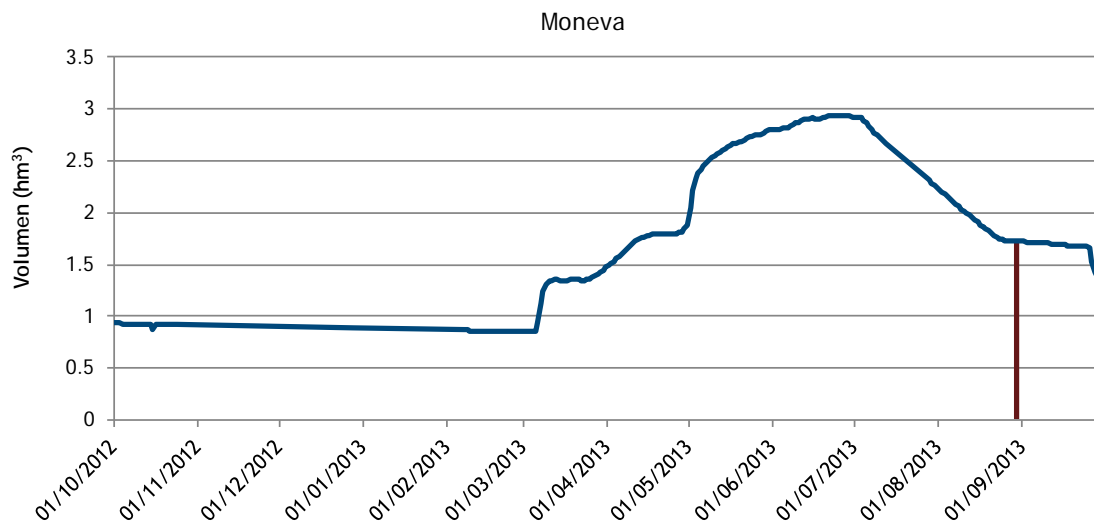


Figura 5. Evolución del volumen embalsado en el embalse de Moneva durante el ciclo hidrológico 2012/13

2.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EMBALSE. PERFILES VERTICALES

Para guiar la definición de macrohábitats y establecer la velocidad real del sonido en el agua (parámetro fundamental para el ecosondeo), se realizó en la zona de máxima profundidad un perfilado vertical de temperatura, conductividad eléctrica, pH y oxígeno disuelto. En los gráficos siguientes se presentan los perfiles obtenidos.

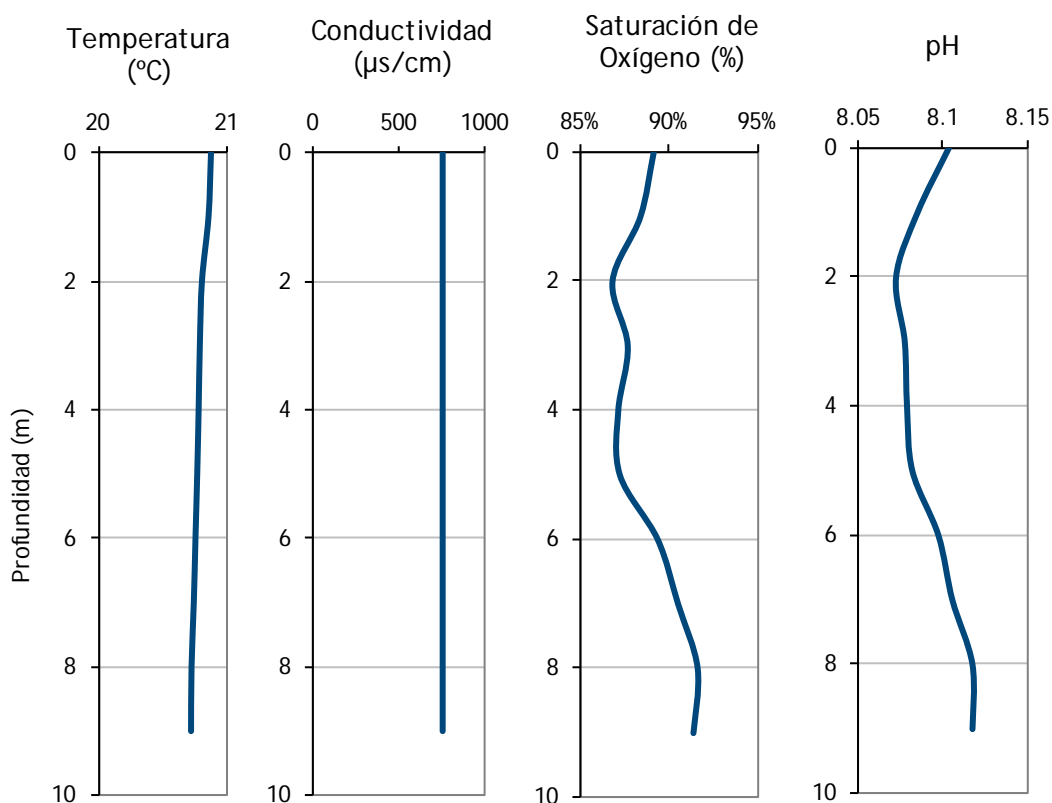


Figura 6. Perfiles físico-químicos realizados en el embalse de Moneva (30-08-13)

La columna de agua estaba ya mezclada en la época del muestreo y no se apreciaba depleción significativa de oxígeno disuelto ni condiciones limitantes para la vida piscícola en este aspecto.

2.5. POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO

Se trata de un embalse monomítico, calcáreo de zonas no húmedas ($IH < 0,74$), pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos (área de cuenca $< 1.000 \text{ km}^2$), que permite su catalogación en el tipo 10, según los criterios del CEDEX (2005).

El embalse ha sido catalogado como ultraoligotrófico y con potencial ecológico Bueno, según el Informe de Situación del año 2013 del CEMAS (CHE, 2014).



3. METODOLOGÍA

Se ha aplicado un procedimiento de muestreo sistemático mediante ecosondeo vertical y horizontal, combinado con muestreos directos por medio de la extensión de redes y pesca eléctrica desde embarcación.

El procedimiento general empleado, que se plasma en la Figura 7, 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.

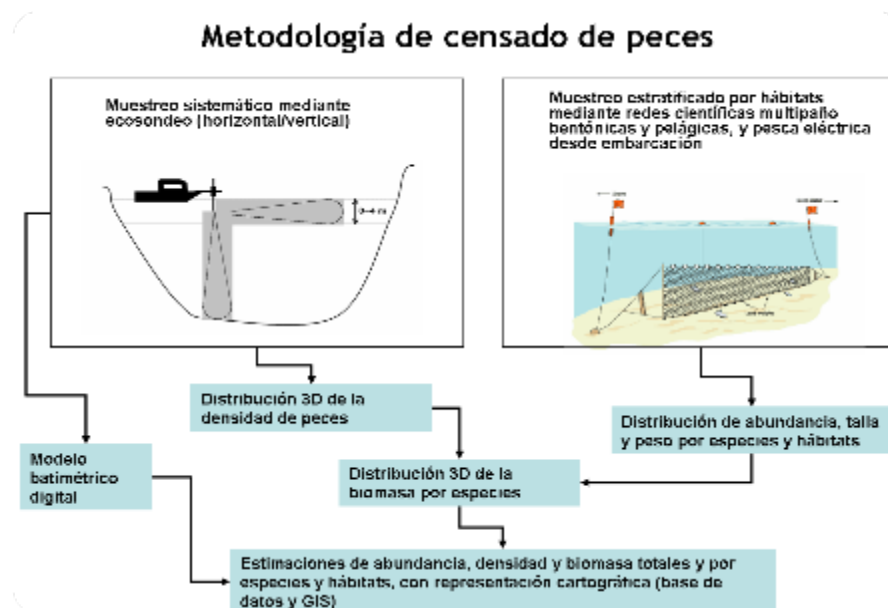


Figura 7. Esquema del método de censo de poblaciones ícticas en un embalse

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.

3.1. DISEÑO DEL MUESTREO

Se ha optado por una distribución sistemática de las unidades de muestreo acústico, 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.

Con el objetivo de conocer la composición específica del embalse, se dispusieron una serie de redes agalleras multipaño tratando de cubrir los gradientes presa-cola, zona litoral-zona pelágica y por último el gradiente en profundidad. En las zonas litorales, además se realizaron transectos de pesca eléctrica desde embarcación.

3.2. MUESTREOS REMOTOS: HIDROACÚSTICA

3.2.1. *Prospección hidroacústica*

El equipo utilizado es una ecosonda científica BioSonics DTX, con un transductor elíptico digital de haz partido de 430 kHz en posición horizontal y un transductor digital de haz partido de 200 kHz en posición vertical. Estos sistemas ofrecen un rango dinámico muy superior a los analógicos. El transductor utilizado en orientación vertical tiene un ángulo de apertura de 10º, lo que permite obtener un volumen muestral que casi duplica los de los transductores estándar.

Los transductores van sujetos lateralmente al barco mediante un soporte construido *ex profeso* que los mantiene sumergidos en su posición, horizontal o vertical, y orientados perpendicularmente al avance de la embarcación.

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.

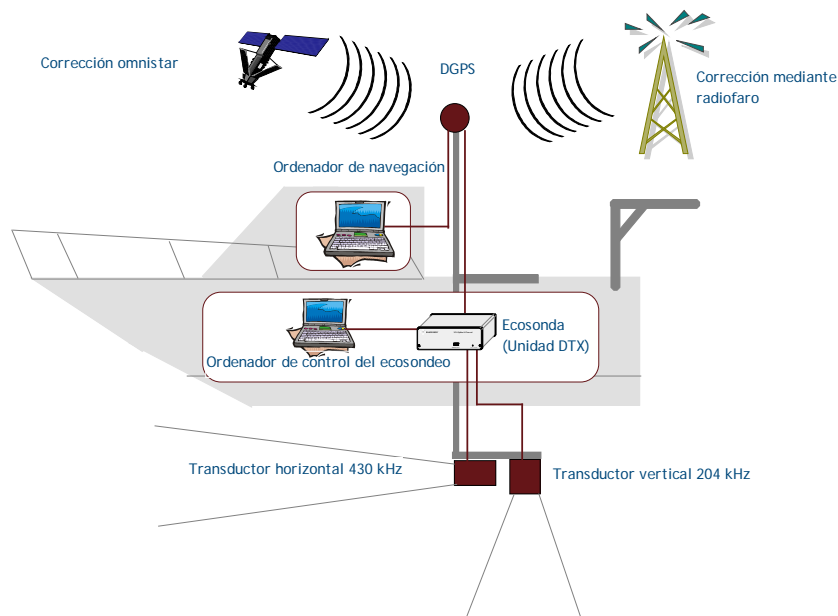


Figura 8. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico

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 y se revisan para descartar posibles artefactos (detecciones de burbujas, etc.) en los ficheros, excluyendo de esta forma falsos ecos.

3.2.2. *Procesado de datos acústicos*

Se ha empleado una combinación de las técnicas de ecoconteo y eointegración. La técnica del ecoconteo permite, para cada ping o muestra, catalogar cada señal como blanco (pez) y estimar su intensidad acústica, mientras que en el caso de la eointegración, se estima la intensidad acústica de una agrupación de peces y se asigna una intensidad media por individuo. Esta última técnica se aplica a las agrupaciones densas (bancos) de peces, que no permite a los sistemas acústicos resolver ecos individuales.

Los datos acústicos brutos han sido corregidos mediante la función TVG (ganancia cronovariante) específica para ecoconteo (40LogR) y para ecointegración (20LogR), según el caso. 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 ha aplicado un análisis para la evaluación de la densidad y biomasa de peces, basado en el recuento (ecoconteo) de blancos clasificados en intervalos de análisis definidos o ecointegración en el caso del estrato superior.

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 adaptado a la frecuencia acústica aplicada, a partir de la ecuación básica de Love (1977). En el caso de la ecointegración se ha utilizado la talla media de las capturas obtenidas en las pescas para obtener la intensidad de sección transversal (*backscattering cross section*) utilizando regresiones *ad hoc* (Kubecka et al., 2009).

3.3. MUESTREOS DIRECTOS DE PESCA

3.3.1. Redes agalleras multipaño

A efectos de obtener información sobre la distribución de especies y las relaciones talla/peso, se han calado redes de muestreo científico de tipo NORDIC (Fiskerivertket 2000:1), desarrolladas por el Nordic Freshwater Fish Group y que constituye un estándar internacional (CEN-EN 14.757/2006).

Constan estas redes de 11, 12 o 16 paños agalleros de luz creciente, que va desde 5 hasta 55 mm, en una longitud total de 27,5 m, 30 m o 40 m de largo y de 1,5 ó 6 m de alto. 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 otras redes formadas por cuatro paños de luces de mayor tamaño cuyo objetivo es la caracterización de las tallas grandes.

La nomenclatura de cada red depende de la ubicación y la altura a la que se cala, de tal manera que hay redes bentónicas, caladas al fondo, mesopelágicas y epipelágicas, ubicadas ambas en la zona pelágica y caladas, respectivamente, a una profundidad media y en superficie.

Tabla 2. Descripción de las redes de muestreo empleadas

Código	Número de paños x longitud (m)	Luz de malla (mm)	Long x altura (m)	Esfuerzo respecto a estándar
12 x 1,5	12 x 2,5 m	5 – 55	30 x 1,5	1
12 x 6	11 x 2,5 m	6,25 - 55	27,5 x 6	3,66
16 x 1,5	16 x 2,5 m	5 - 135	40 x 1,5	1,33
16 x 6	15 x 2,5 m	6,25 - 135	37,5 x 6	5
4 x 1,5	4 x 10 m	70 - 135	40 x 1,5	1,33
4 x 6	4 x 10 m	70 - 135	40 x 6	5,33

La unidad estándar de esfuerzo de pesca está constituida por una red de 12 paños y 1,5 m de altura (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.



Figura 9. Acción de calado de las redes (izq.) y peces capturados (dcha.)

3.3.2. Pesca eléctrica desde embarcación

Además de las pescas con redes, en las zonas litorales someras (hasta 2 metros), especialmente en presencia de macrófitos acuáticos o vegetación de ribera, se realizó un muestreo complementario mediante pesca eléctrica desde embarcación.

Para la pesca eléctrica se utilizó una embarcación de aluminio de 4 m eslora propulsada por un motor de cuatro tiempos de 13 CV, con una instalación fija consistente en dos plumas situadas en la proa de las que cuelgan los ánodos, y una barandilla donde se sitúa el operario que recolecta los peces. El equipo de pesca utilizado fue el Hans-Grassl GmbH EL 65 II GI (13 kW). La embarcación está provista, además, de tanques oxigenados para el mantenimiento de los peces vivos y en buenas condiciones.

La forma de proceder consiste en realizar transectos paralelos a la orilla, de los que se anotan las coordenadas y hora de inicio y fin, en los que se van recogiendo los peces que son atraídos a los ánodos. Una vez finalizado el transecto, se procesan los peces capturados. Para el cálculo de capturas por unidad de esfuerzo, la unidad estándar de esfuerzo es de 100 metros de orilla. Los muestreos de pesca eléctrica se realizan durante la noche.



Figura 10. Pesca eléctrica desde embarcación

3.4. INTERPOLADO ESPACIAL Y ESTIMACIONES GLOBALES

Para presentar los resultados obtenidos, todas las posiciones contenidas en los ficheros tienen que convertirse a UTM en datum ETRS89 Huso 30. Todos los mapas e ilustraciones que se incluyen en el presente Estudio se han representado 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. Esta estratificación se ha efectuado considerando los registros verticales de temperatura y oxígeno disuelto y de la penetración de la luz, obtenidos durante el muestreo, así como criterios relativos a la orientación del transductor y a la coherencia del haz acústico en horizontal.

El interpolado se realiza independientemente para cada estrato considerado (tabla 1) que se han nombrado utilizando la siguiente nomenclatura internacional:

- Upper Open Water (UOW): Estrato superior
- Middle Open Water (MOW): Estrato medio
- Lower Open Water (LOW): Estrato inferior

3.5. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

A pesar de no existir en la actualidad un método oficial de evaluación del potencial ecológico basado en peces, sí que se dispone de un índice provisional, desarrollado dentro del proyecto de I+D+i del MARM “Investigación de la respuesta hidroacústica específica y desarrollo de métodos para la evaluación cuantitativa de las comunidades de peces y del potencial ecológico en embalses” (Expdte.: 082/RN08/01.1), coordinado por Ecohydros.

Esta primera aproximación a un índice de calidad basado en los peces se denominó QFBI (*Quantitative Fish Biotic Index*) y actualmente está siendo revisado y contrastado para su futura publicación.

Para su desarrollo se siguió una metodología en la línea de la adoptada por el grupo europeo de intercalibración y que consiste en emplear como variable dependiente una medida del grado de presión al que está sometido el embalse (*Global Pressure Index*) y como variables

independientes las métricas calculadas a partir de los datos cuantitativos de peces. De esta manera mediante regresión logística (*stepwise*) se seleccionaron cinco métricas que combinadas ofrecen el valor del QFBI. En la tabla siguiente se presentan las métricas empleadas y los coeficientes de la ecuación.

Tabla 3. Métricas y coeficientes para el cálculo del QFBI

Métrica	Variable	Descripción	Coefficiente
		Término independiente	-2,31
M1	LOG_BIO	Logaritmo de la biomasa total del embalse expresada en g/ha	0,94
M2	LOG_BIO_native	Logaritmo de la biomasa de especies autóctonas del embalse expresada en g/ha	-1,49
M3	LOG_%_BIO_PISC_Exotic	Logaritmo del porcentaje en biomasa de especies exóticas piscívoras	6,50
M4	LOG_BIO_PISC_Exotic	Logaritmo de la biomasa de especies exóticas piscívoras expresada en g/ha	0,27
M5	LOG_BIO_ciprin_native	Logaritmo de la biomasa de ciprínidos autóctonos expresada en g/ha	0,79

O lo que es lo mismo, expresado en forma de ecuación:

$$QFBI = -2,31 + 0,94 \times M1 - 1,49 \times M2 + 6,5 \times M3 + 0,27 \times M4 + 0,79 \times M5$$

Una de las cuestiones más delicadas en la evaluación del potencial es la fijación de los valores de corte entre clases, y principalmente el valor que separa el potencial moderado del bueno. En esta primera versión se han empleado los siguientes valores de corte:

Tabla 4. Valores de corte del QFBI empleados para la clasificación del potencial ecológico

Clase	1	2	3	4	5
Potencial	Óptimo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
QFBI		-1	0,2	1,6	2,3

4. RESULTADOS

4.1. SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES

Los recorridos móviles de ecosondeo han cubierto una longitud total de 10 km (con dos transductores), lo que supone un valor del índice de cobertura (Da) de 20. Los recorridos completos sobre el mapa batimétrico se presentan en la siguiente figura.

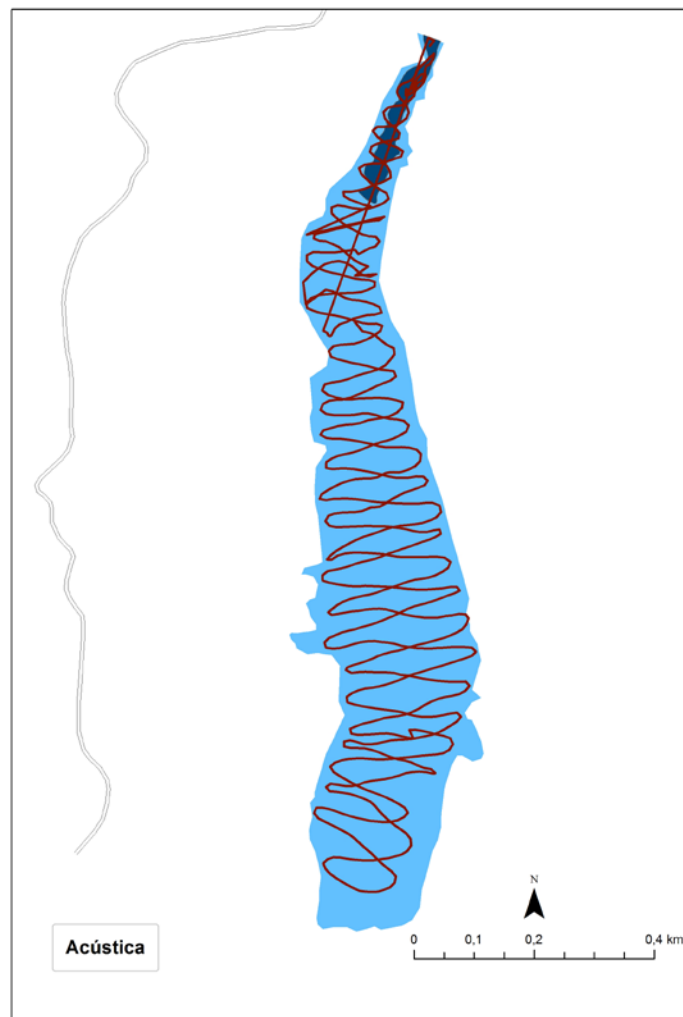


Figura 11. Recorridos del sondeo hidroacústico

Mediante el método descrito se ha obtenido una estimación de densidad de celdas de 50 m y también la talla acústica corregida de cada uno de los blancos y rastros de peces. En la

documentación del CD adjunto a la presente memoria, se entrega un listado completo de estas celdas de análisis, detallando sus coordenadas, estrato, densidad y biomasa.

En la figura siguiente se muestra un ejemplo de ecograma de haz horizontal del embalse de Moneva en el que se aprecian bancos de peces (flechas blancas) y señales individuales de peces pequeños en este caso (flechas rojas).

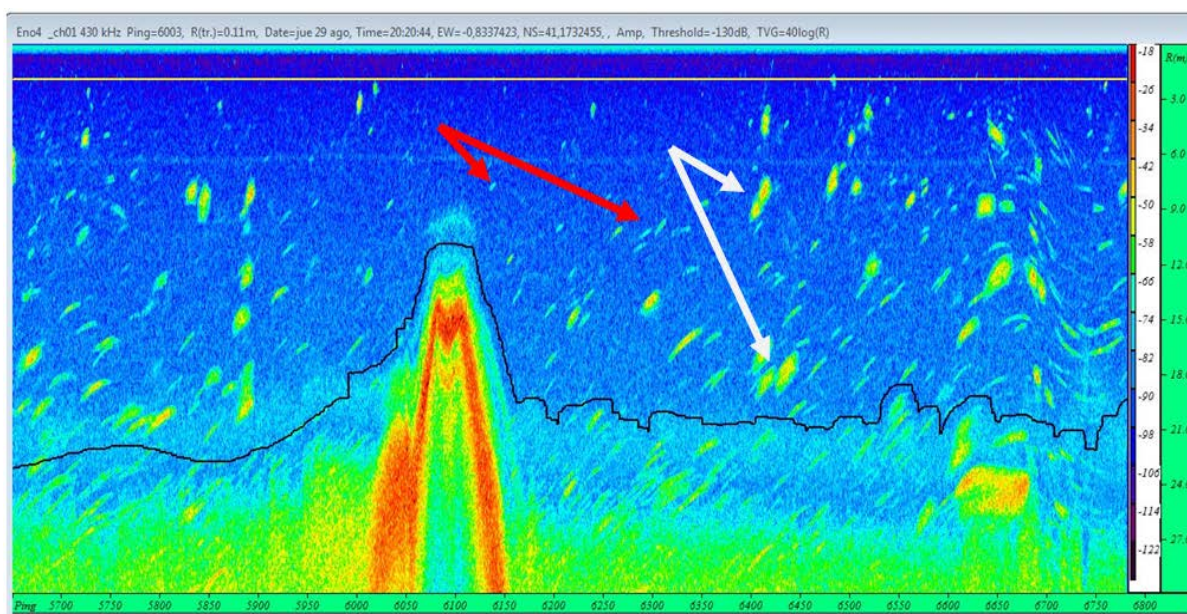


Figura 12. Ejemplo de ecograma característico del embalse de Moneva, obtenido en orientación horizontal

En el gráfico y tabla siguientes se representan la distribución de frecuencias de los valores de densidad, obtenidos a partir de los rastros acústicos de peces, y los estadísticos descriptivos correspondientes, tanto para el ecosondeo horizontal como para el vertical. La densidad se ha expresado en individuos por decámetro cúbico ($1 \text{ dam}^3 = 1.000 \text{ m}^3$).

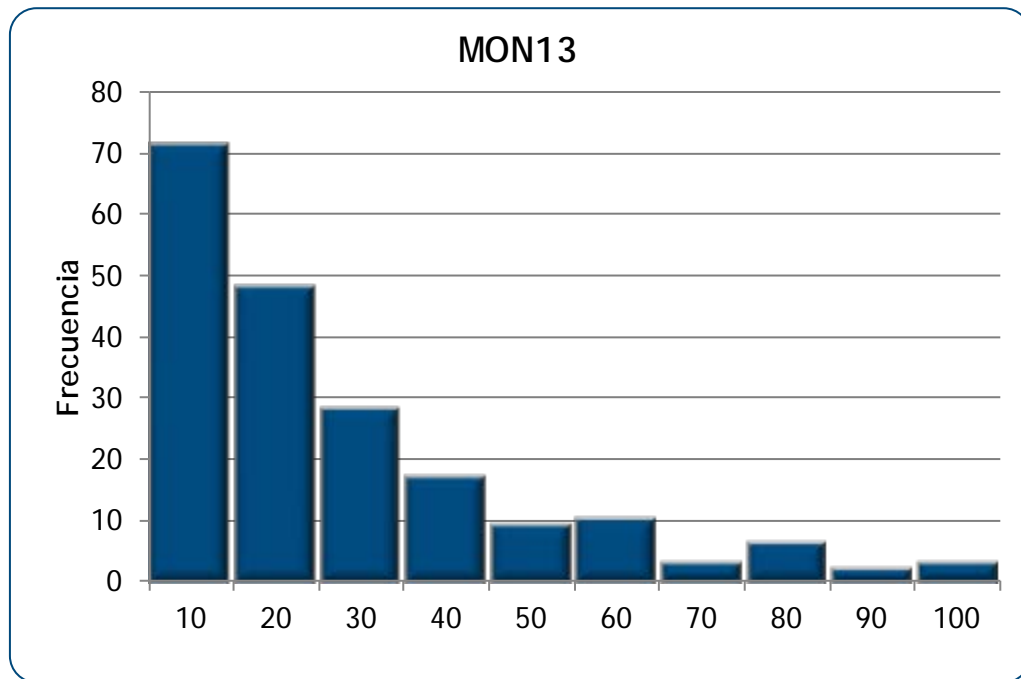


Figura 13. Distribución de frecuencias de densidad (ind/dam³), estimada mediante ecosondeo (celdas con densidad mayor a 0)

Tabla 5. Densidad de peces (ind/dam³) por estratos, estimada mediante acústica

Sector	Estrato	Densidad media (ind/1000m ³)	Densidad máxima (ind/1000m ³)	Número de casos	Numero de casos con valor 0	Desviación típica
1	1	26,42	162	203	1	30,23
	2	24,26	54	4	0	22,73

Estos valores medios se han ponderado con el volumen de cada estrato y sector (Tabla 1), para obtener una estimación de la densidad total de peces en el embalse de 26,38 ind/dam³. Se trata de un valor muy elevado, que está en el orden de 4 veces las densidades medias en embalses de la demarcación del Ebro.

La distribución espacial de la densidad de peces se presenta interpolada en las láminas 1 a 3 (ANEJO IV) para los tres estratos considerados.

En la figura siguiente se presenta la disposición geográfica de las celdas de análisis para cada uno de los estratos y se representa mediante símbolos graduados la densidad de cada

celda de análisis. Se han utilizado como valores de corte la mitad de la densidad media, la densidad media y el doble de la misma.

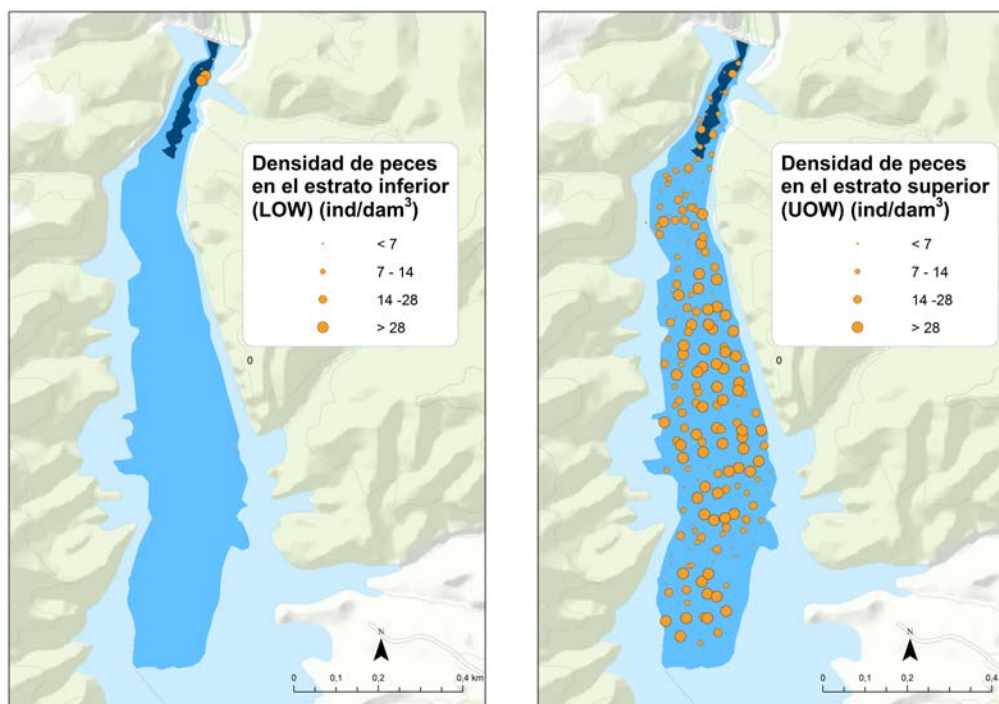


Figura 14. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces. Cada punto representa una celda de 50m de longitud

Se aprecia en estas figuras que la extensión del estrato inferior en este embalse es mínima, ya que es muy somero, por esa razón solamente aparecen detecciones de peces en una pequeña zona profunda cercana a la presa. En cambio, en el estrato superior (más superficial) la densidad de peces se reparte de forma bastante homogéneamente por todo el embalse, no apreciándose a esta escala zonas especialmente querenciosas.

4.1.1. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro

En el diagrama de barras siguiente se presentan los resultados de densidad obtenidos en Moneva, en comparación con otros embalses de la Cuenca del Ebro donde se ha trabajado con técnicas hidroacústicas y se dispone de datos cuantitativos. La línea roja representa el valor promedio de los embalses de los que se dispone de este tipo de información.

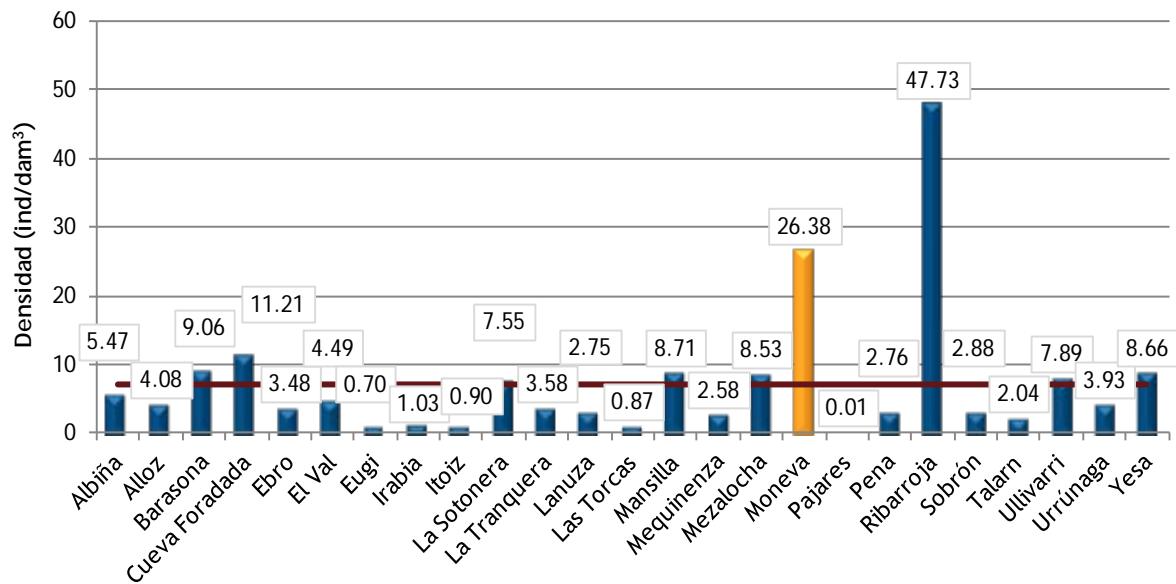


Figura 15. Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro

La densidad del embalse de Moneva está en el rango superior de densidad de peces de los embalses de la cuenca del Ebro para los que se dispone de cuantificaciones realizadas con técnicas comparables. De hecho, su densidad es la segunda más alta registrada después de la de Ribarroja y duplica holgadamente a la del embalse de Cueva Foradada que es la siguiente en el orden decreciente de densidad.

4.2. MUESTREOS DIRECTOS: COMPOSICIÓN Y BIOMASA ESPECÍFICA

Los muestreos directos se han realizado mediante pesca con redes agalleras multipaño según se describen en la norma CEN 14.757 y mediante pesca eléctrica desde embarcación en las zonas litorales someras.

Los detalles de cada una de las pescas se han recogido en fichas de campo. En estas fichas, facilitadas en el ANEJO II, 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) o bien, en caso de tratarse de pesca eléctrica, número de ejemplares capturado por 100 m de orilla recorridos.

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), o bien, en caso de tratarse de pesca eléctrica, peso total de los ejemplares capturados por 100 m de orilla recorridos.

4.2.1. Especies presentes en el embalse

En este apartado, se presentan las especies encontradas en los muestreos. En el ANEJO I, se presenta una ficha descriptiva por especie en la que se incluye una breve descripción, una fotografía, un histograma de frecuencias por clases de talla de 5 mm y un mapa en el que se representa el % de CPUE en las diferentes redes. (Descripciones de Doadrio, 2001; CHE, 2009; fishbase.org y wikipedia. Fotografías de Ecohydros SL).

En la siguiente tabla se enumeran todas las especies capturadas y se indica su carácter autóctono o alóctono:

Tabla 6. Especies presentes en el embalse

Nombre común	Nombre científico	Autóctono/alóctono
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Alóctono (anterior a 1900)
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	Alóctono (anterior a 1900)
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	Alóctono

Como se puede apreciar, no se detectó ninguna especie autóctona, siendo una asociación formada únicamente por integrantes de la familia Cyprinidae, tanto carpas comunes en sus dos variedades como el carpín.



Figura 16. Carpa común (*Cyprinus carpio*) capturada en Moneva

4.2.2. Composición y distribución de especies

Capturas con redes

El total de capturas con redes fue de 272 peces, con un peso total de 9 kg, lo que supone 141 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 3 kg de biomasa por unidad de esfuerzo. Se emplearon un total de 5 redes en 70 horas de pesca (11,4 unidades de esfuerzo). La ubicación de las redes de muestreo, junto a los recorridos de pesca eléctrica, se refleja en la figura siguiente:

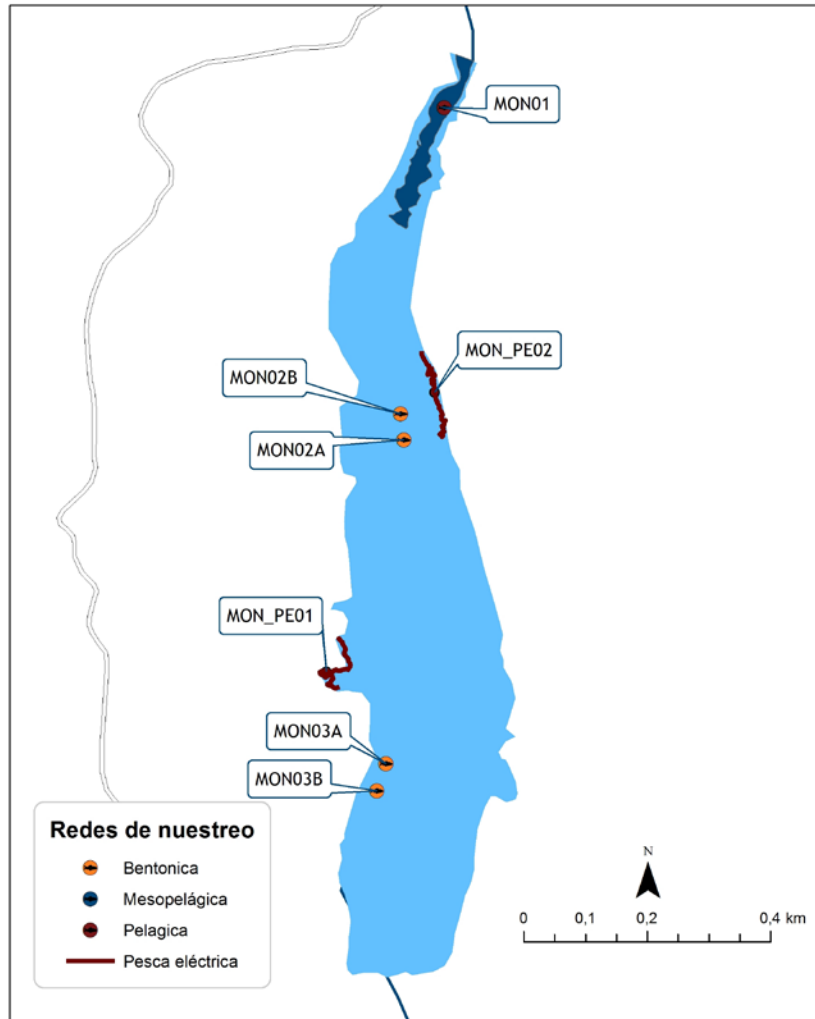


Figura 17. Ubicación de las redes y recorridos de pesca eléctrica

En la tabla y figura siguientes se facilitan los resultados obtenidos de las redes, agregados por especies, para cada uno de los estratos del embalse. Se han capturado un total de 2 especies diferentes, una de ellas con dos subespecies.

Tabla 7. Resultados de las pescas con red por especies

	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	<i>Carassius gibelio</i>	Total
Capturas	46	3	223	272
CPUE	15	1	124	141
% CPUE	11%	1%	88%	100%
MCPUE12	5,1	0,1	41,4	46,6
MCPUE4	0,0	0,3	0,0	0,3
PF total (g)	6.552	1.540	923	9.014
BPUE (g)	1.498	984	495	2.977
% BPUE	50%	33%	17%	100%
MBPUE12	499	1	165	665,0
MBPUE4	0	491	0	491,2
Long furcal media (mm)	135	188	66	79
Peso medio (g)	142	513	4	33

Los términos empleados para describir la asociación de peces del embalse 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

MCPUE12: Promedio de capturas por unidad de esfuerzo (ind/45m²/12h) en redes de 12 paños (luces de malla de 5 a 55 mm)

MCPUE4: Promedio de capturas por unidad de esfuerzo (ind/45m²/12h) en redes de 4 paños (luces de malla de 70 a 135 mm)

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

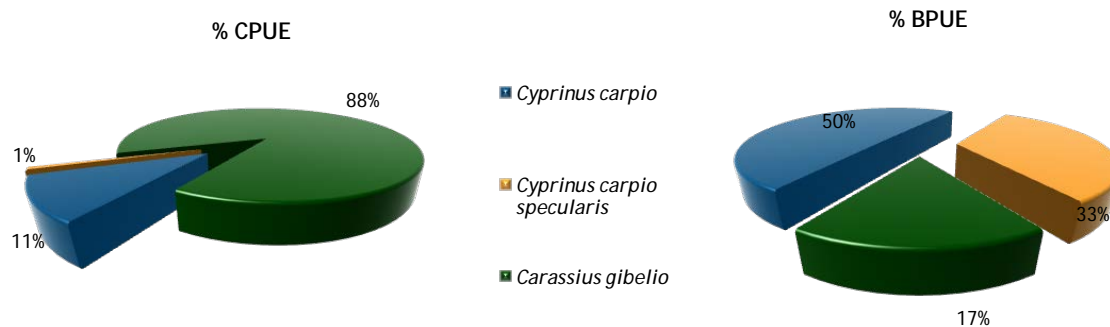


Figura 18. Composición de la asociación obtenida mediante redes

Se observa que, en términos de densidad, la asociación está claramente dominada por el carpín -*Carassius gibelio*- (88%), seguido por la carpa -*Cyprinus carpio*- (11%) y con un porcentaje muy inferior por la variedad *Cyprinus carpio specularis* (1%). En lo que respecta a la biomasa, la carpa común, como es habitual debido a su mayor talla, domina la asociación (50%) seguida de la carpa de espejos (33%). El carpín pierde importancia desde el punto de vista de la biomasa (17%).

En la figura siguiente se muestran los histogramas de frecuencias de las capturas por clases de talla de 5 mm. Se han incluido las capturas realizadas mediante pesca eléctrica, cuyos resultados se exponen en el apartado siguiente.

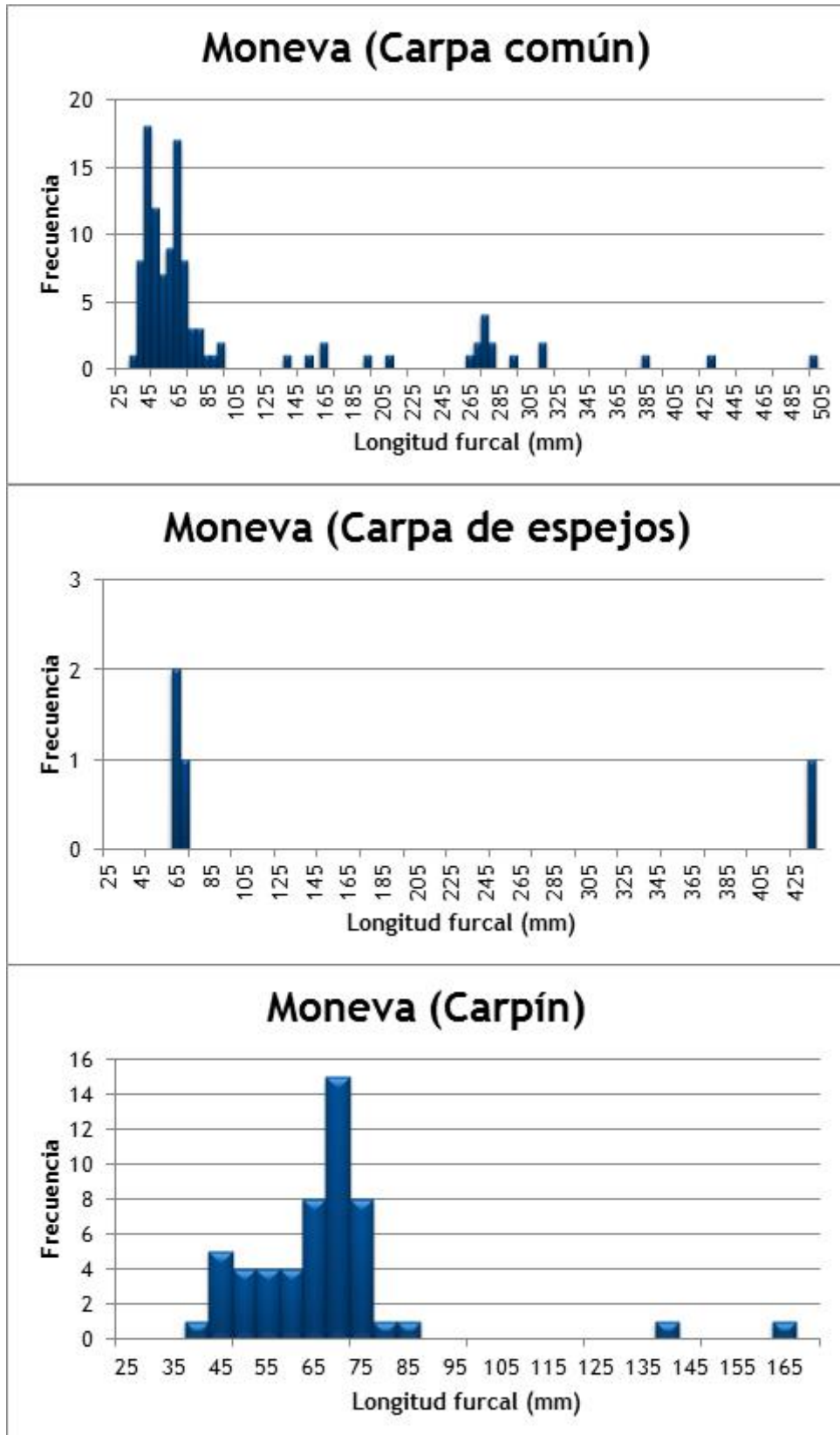


Figura 19. Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm

Las dos especies presentes en el embalse, carpa común y carpín, presenta poblaciones bastante estructuradas, con un buen reclutamiento, como se aprecia en la submodas más altas de las primeras clases de edad. Esto implica que se están reproduciendo bien y que se han asentado firmemente en el embalse.

Resultados de la pesca eléctrica

El total de capturas con pesca eléctrica fue de 146 peces con un peso total de 4,8 kg, lo que supone 797 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 4,5 kg de BPUE. Se realizaron un total de 2 transectos que cubrieron 453,5 m de orilla.

La ubicación de los transectos de muestreo se puede observar en el mapa de la Figura 17, donde se presentó, además, la ubicación de las redes.

En la tabla siguiente se facilitan los resultados obtenidos, agregados por especies. Se han capturado 3 especies diferentes.

Tabla 8. Resultados de la pesca eléctrica por especies

	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	<i>Carassius gibelio</i>	Total
Capturas	93	1	52	146
CPUE	490	5	303	797
% CPUE	61%	1%	38%	100%
MCPUE	244,8	2,4	151,5	398,7
PF total (g)	4.598	6	175	4.779
BPUE (g)	3.439	30	1.033	4.502
% BPUE	76%	1%	23%	100%
MBPUE	1.720	15	516	2.250,9
Long furcal media (mm)	68	67	62	66
Peso medio (g)	49	6	3	33

Se aprecia que en las zonas de orilla la carpa común pasa a dominar alcanzando el 61% de la densidad y el 76% de la biomasa. La carpa de espejos tiene una presencia testimonial, y el resto de las capturas pertenecen a carpines.

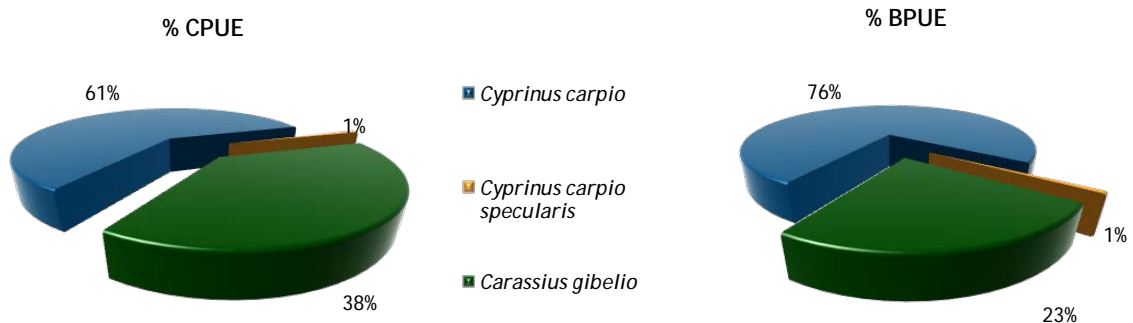


Figura 20. Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica

4.3. BIOMASA

Una vez presentados los datos obtenidos mediante las dos técnicas de prospección (hidroacústica y muestreo directo), se integran los resultados para obtener unas estimaciones de densidad y biomasa, por especies, para el conjunto del sistema.

En la tabla siguiente se presentan los resultados del análisis de biomasa por celdas, para cada uno de los dos estratos de profundidad diferenciados.

Tabla 9. Biomasa de peces por estratos (g/m^2) estimada mediante acústica

Sector	Estrato	Biomasa media (g/m^2)	Biomasa máxima (g/m^2)	Número de casos	Número de casos con valor 0	Desviación típica
1	1	13,54	83	203	1	15,49
	2	1,16	4	4	0	1,77

El estrato profundo carece de relevancia, dada su extensión, así que la mayor parte de la biomasa se distribuye entre 0 y 5 m de profundidad.

La biomasa media del embalse se calcula sumando las biomasa de cada uno de los estratos y refiriéndolo a la superficie del embalse. De esta manera se obtiene un valor de $13,57 \text{ g/m}^2$, o lo que es lo mismo, $135,7 \text{ kg/ha}$. Se trata de un valor alto de biomasa, que se explica por la gran abundancia de una especie, la carpa, que además alcanza tallas y pesos elevados.

En las láminas 4 a 6 (ANEJO IV) se representa la distribución espacial interpolada de la biomasa de peces para los dos estratos considerados.

En los mapas de la figura siguiente se sitúan geográficamente las celdas de análisis para cada uno de los estratos y se representa mediante símbolos graduados la biomasa de cada celda de análisis. Se han empleado como valores de corte la mitad de la biomasa media del embalse, la biomasa media y el doble de la misma. La mayor biomasa media se observa evidentemente en el estrato superior, donde se encontraban la práctica totalidad de los peces, con un patrón muy similar al de la densidad.

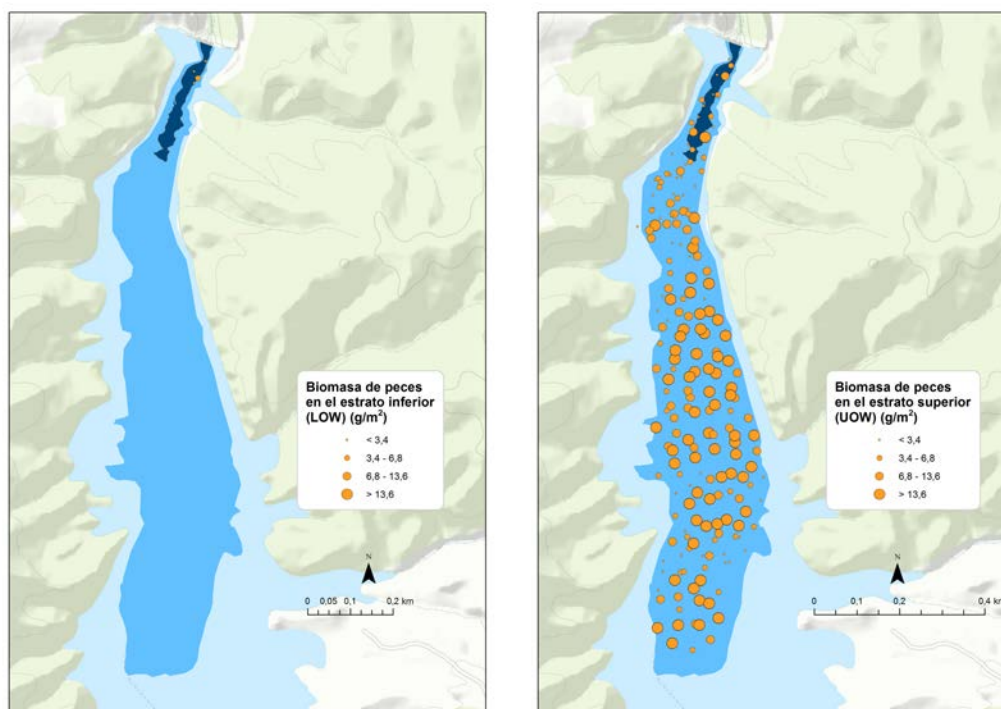


Figura 21. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces

4.3.1. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro

En el diagrama de barras siguiente se presentan los resultados de biomasa obtenidos en Moneva, en comparación con otros embalses de la cuenca hidrográfica del Ebro en los que se ha trabajado con técnicas hidroacústicas y se dispone de datos cuantitativos de densidad y biomasa. La línea roja representa el valor promedio de los embalses considerados.

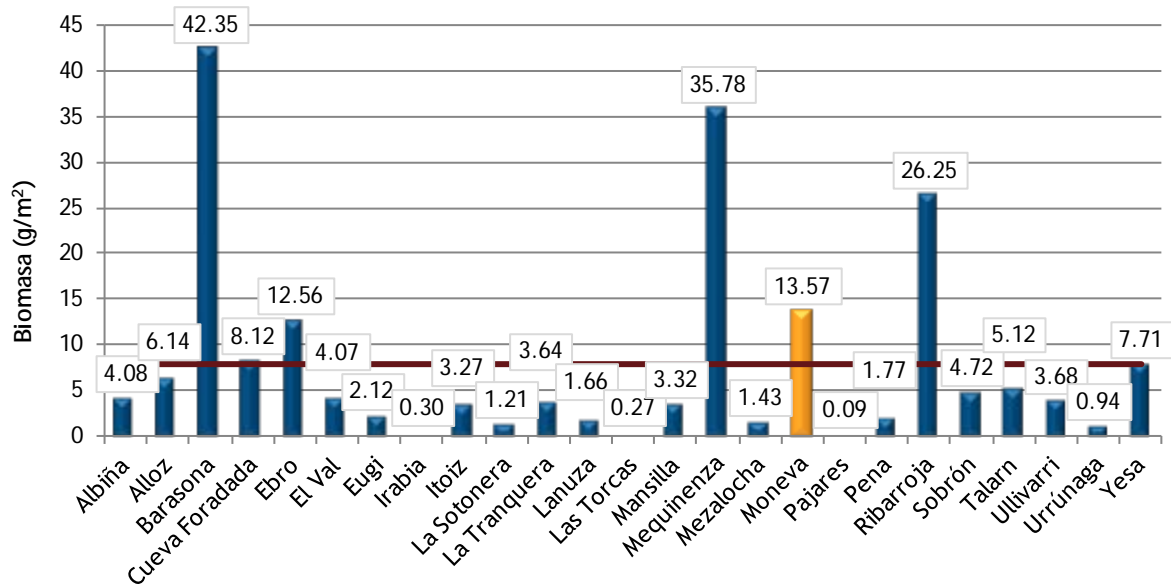


Figura 22. Comparación de la biomasa con otros embalse de la cuenca del Ebro

Como se puede apreciar, el valor estimado de biomasa es el cuarto más alto de los embalses estudiados hasta el momento. Es un valor propio de sistemas productivos, incongruente la catalogación del embalse como ultraoligotrófico, puesto que en un embalse con un estado trófico tan bajo no serían viables estas poblaciones y se habrían observado síntomas de estrés trófico y colapsos poblacionales en los peces, cosa que no ha ocurrido. Entendemos que la discrepancia está en que el muestreo del potencial ecológico y estado trófico del embalse no integra información temporal y se refiere a una situación particular, que ha podido coincidir con una “fase clara” del ecosistema, o porque la degradación no se refleje en crecimiento del fitoplancton debido a otros factores. De hecho, se comenta en el informe CEMAS, 2013 que la clasificación del potencial ecológico según el sistema de evaluación “experimental” pasa de buena a deficiente, lo que sería más congruente con la valoración según los peces.

4.4. DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIES

Para poder ofrecer una estimación 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 las tablas que se muestran a continuación se han calculado la densidad y biomasa relativas por especie, referidas a volumen (dam^3) y superficie (m^2) respectivamente, para el conjunto del embalse.

Tabla 10. Densidades (ind/dam^3) y biomásas (g/m^2) por especie

	<i>Carassius gibelio</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	Total
Densidad media (ind/dam^3)	23,33	2,87	0,18	26,38
% Abundancia	88%	11%	1%	100%
Biomasa media (g/m^2)	2,26	6,83	4,49	13,57
% Biomasa	17%	50%	33%	100%
Abundancia Total (ind)	19.007	2.341	150	21.498
Peso total (kg)	569	1.723	1.132	3.424

En este cuadro se resumen las observaciones ya realizadas en cuanto a la densidad y biomasa de las especies, así como su importancia relativa en la asociación de peces del embalse. En términos absolutos se estima una población de unos 21.500 peces con una biomasa de casi 3.500 kg. Estos valores absolutos deben usarse con cautela, siendo más apropiado trabajar con los valores de densidad y biomasa por unidad de volumen y superficie, respectivamente, que permiten comparar diferentes sistemas, además de ser las unidades de las métricas empleadas para la evaluación del potencial ecológico, que es el fin último de estos trabajos.

5. APROXIMACIÓN AL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE BASADO EN PECES

Este método de muestreo se ha aplicado en una reducida, aunque creciente, población de embalses de la Península Ibérica, pero los resultados ofrecen una buena idea del tipo de información que se obtiene, y de las posibilidades de evaluación del potencial ecológico que aporta.

Destaca en este sentido el carácter sistemático de los muestreos, que arroja información relacionada con la disponibilidad de los diferentes tipos de hábitat dentro de la masa de agua, como fácilmente se puede apreciar en los fuertes gradientes de distribución de la densidad y biomasa de peces que plasman en los respectivos mapas; esto permitirá normalizar los resultados según sus características hidromorfológicas, que en el caso de los embalses quedan claramente supeditadas al manejo hidráulico y a su interacción con otros factores de presión.

Solamente utilizando indicadores que explícitamente se vinculen a la disponibilidad de hábitats (aguas litorales y abiertas, estratos de profundidad, sustratos y vegetación acuática, gradientes tróficos longitudinales, ...) será posible dar una salida práctica a la información relativa a los peces en los embalses, puesto que se podrá evaluar separadamente la incidencia que una determinada estrategia de explotación hidráulica pueda tener sobre la ictiofauna, descontando así este efecto de otras presiones, lo cual resulta fundamental en el proceso de planificación hidrológica.

Además de la evaluación del potencial ecológico basado en las comunidades de peces que se ofrece más adelante de forma tentativa, se destacan las siguientes características, que podrían orientar una evaluación definitiva:

- Densidad y biomasa altas, propias de sistemas productivos, lo cual se contradice con la catalogación de este embalse como ultra-oligotrófico, en lo que resulta un ejemplo de que los peces constituyen un bioindicador complementario a otros elementos biológicos, razón por la que se prescribió su incorporación a las redes de monitoreo en el contexto de la DMA.
- Dominio en densidad de especies alóctonas, carpa (*Cyprinus carpio*) y carpín (*Carassius gibelio*), especies de ciprínidos originarios de Asia que no tienen capacidad de colonización de los ecosistemas fluviales aguas arriba.

- Dominio en biomasa de las carpas, principalmente ligadas a sistemas lénticos y con limitada capacidad de colonización del medio fluvial aguas arriba del embalse.
- Ausencia de especies autóctonas.

Como se ha apuntado en apartado de metodología, como aproximación a la evaluación del potencial ecológico, se ha empleado el QFBI (*Quantitative Fish Biotic Index*), aún en proceso de desarrollo, pero que de forma tentativa nos ofrece una primera idea del potencial ecológico basado en los peces.

El potencial ecológico del embalse es Malo según esta metodología. En la tabla siguiente se presentan los resultados de las diferentes métricas, así como del QFBI, obtenidos para el embalse de Moneva:

Tabla 11. Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de Moneva

Métrica	MON13
LOG_BIO	5,13
LOG_BIO_native	0,00
LOG_%_BIO_PISC_Exotic	0,00
LOG_BIO_PISC_Exotic	0,00
LOG_BIO_ciprin_native	0,00
QFBI	2,53
Potencial	Malo

Esta catalogación difiere de la obtenida en la red de control del potencial ecológico de embalses, en la que según el sistema normativo de evaluación se clasificó como “Bueno”, y refleja la complementariedad de la capacidad bioindicadora de este elemento biológico respecto al fitoplancton, que es universalmente utilizado.

6. CONCLUSIONES

Aparte de las consideraciones que se desprenden del resumen de resultados que se facilita a continuación, es notable la información diferencial que ofrecen los métodos empleados (hidroacústica, redes agalleras multipaño y pesca eléctrica desde embarcación) sobre otros aspectos diferentes a la mera composición poblacional, que por otro lado no siempre queda debidamente recogida con métodos cualitativos basados en el uso de trasmallos. Surgen así nuevos matices y posibilidades de evaluación, que permitirán en su momento alcanzar un diagnóstico más fiel a la situación real de la ictiofauna y que también evidencian rasgos directamente vinculados a la interpretación de las presiones y a las posibles medidas correctoras.

En el caso del embalse de Moneva, esto se ha traducido en un diagnóstico contradictorio con el que se obtiene con otros elementos indicadores, ejemplarizando claramente la utilidad de la aplicación de estos métodos.

Se resumen seguidamente los aspectos más destacados de los resultados obtenidos:

- Se han encontrado las siguientes especies: carpa común (*Cyprinus carpio*), carpa de espejos (*Cyprinus carpio specularis*) y carpín (*Carassius gibelio*), todas ellas exóticas invasoras.
- La asociación de peces está dominada en densidad por el carpín (88%) y en biomasa por la carpa (50%).
- La asociación de las zonas litorales está dominada con más rotundidad, tanto en densidad como en biomasa, por la carpa, aunque la variedad de espejos apenas apareció en estos hábitats.
- La densidad media de peces, a partir de la interpolación en celdas de 50 m, es de 26,38 ind/dam³ y la biomasa de 13,57 g/m², o lo que es lo mismo, 135,7 kg/ha. Ambos valores son muy elevados, especialmente la densidad, propios de sistemas productivos.

- Si bien no se dispone todavía de un sistema aprobado de evaluación del potencial ecológico basado en el indicador peces, se ha aplicado como primera aproximación el QFBI a partir del cual se ha obtenido un potencial ecológico “Malo”.

Estos resultados difieren radicalmente de la clasificación de ultraoligotrofia y de buen potencial ecológico obtenido en la red de seguimiento de embalses en aplicación de la DMA (C.H.E., 2013 y anteriores), reflejando el hecho de que los peces están integrando información de mayor extensión en el tiempo (plurianual), frente a la situación concreta en un periodo que se cifra en escasas semanas que refleja el plancton.

Podría incluso ocurrir que los peces tuvieran una implicación directa en los altos niveles de amonio que se han detectado en el embalse y que se haya establecido una red trófica simplificada de los peces sobre la fase bentónica, que contribuya al enturbiamiento del agua y dificulte el desarrollo del fitoplancton.

El embalse de Moneva es un sistema muy somero, que no se llega a estratificar, con una tasa de renovación hidráulica muy baja, y bastante productivo, como indica la biomasa de peces estimada. Una gestión activa de estas poblaciones podría contribuir a mejorar la calidad del agua y el potencial ecológico real del embalse, al tiempo que reduciría riesgos ambientales asociados a mortandades masivas de peces.

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.

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.

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

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, producen un eco 10.000 veces más fuerte que un blanco de -60dB, que podría corresponder por ejemplo a un alevín de boga de unos 4 cm de talla.

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.

Índice de cobertura: Medida del esfuerzo de muestreo acústico que relaciona la longitud navegada con la raíz cuadrada de la superficie del embalse según la fórmula:

$$D_{\alpha} = \frac{\textit{Long de muestreo acústico}}{\sqrt{\textit{Superficie embalse}}}$$

8. BIBLIOGRAFÍA

CEN EN 14.757:2006. Water quality - Sampling of fish with multi-mesh gillnets.

CEDEX, 2005. Directiva 200/60/CE. Análisis de las características de las Demarcaciones. Caracterización de los tipos de ríos, lagos y embalses (versión 5.0). Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 313 pp.

CHE, 1996. Diagnóstico y gestión ambiental de embalses en el ámbito de la Cuenca Hidrográfica del Ebro.

CHE, 2009. Guía de campo de Peces de la Cuenca del Ebro.

CHE, 2012. Control del Estado de las Masas de Agua C.E.A.S. Informe de situación año 2011.

CHE, 2013. Control del Estado de las Masas de Agua C.E.A.S. Informe de situación año 2012.

CHE, 2014. Control del Estado de las Masas de Agua C.E.A.S. Informe de situación año 2013.

Doadrio, I., 2001. Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Madrid, MMA. Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

Doadrio, I., Perea, S., Garzón-Heydt, P. y J.L. González. 2011. Ictiofauna continental española. Bases para su seguimiento. DG Medio Natural y Política Forestal. MARM. 616 pp. Madrid.

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

Fishbase (2009). <http://www.fishbase.org/search.php>. Marzo, 2013.

Love, R.H., 1977. Target strength of an individual fish at any aspect. The Journal of the Acoustical Society of America 62, 1397-1403.

SAIH Ebro. <http://195.55.247.237/saihebro/index.php?url=/historicos/peticion>. Noviembre 2013.



ANEXO 1. ESPECIES PRESENTES

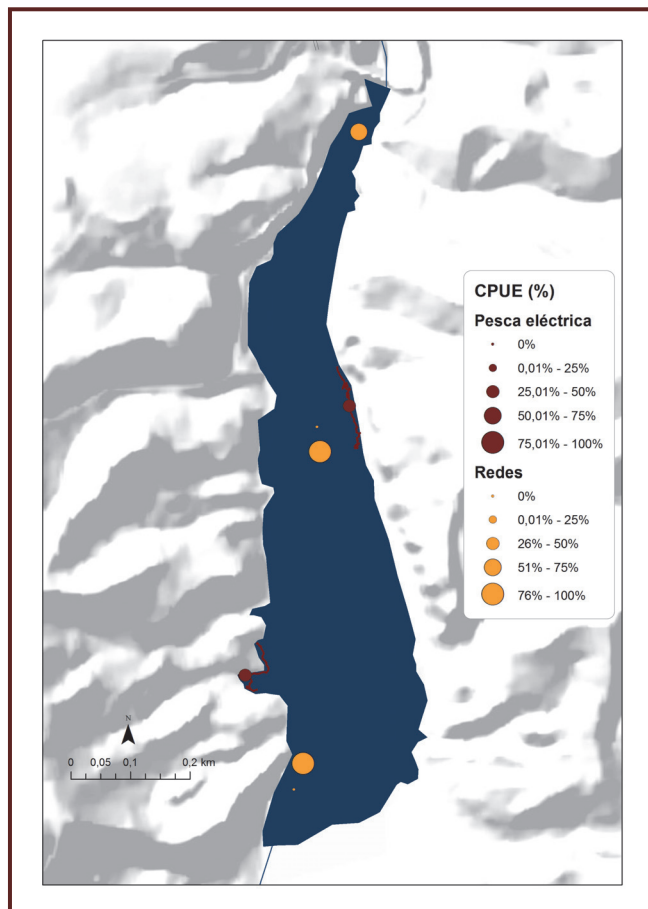


Embalse de Moneva

Carpín

Carassius gibelio

Ciprínido que raramente supera los 30 cm de longitud. La talla máxima conocida es de 45 cm de longitud total y 2 kg de peso y la edad máxima de 30 años. Prefiere aguas poco profundas de lagunas y ríos de corriente lenta, con abundante vegetación y fondos blandos, encontrándose generalmente en las orillas. Es un pez resistente que puede subsistir en condiciones muy desfavorables como contaminación de aguas, falta de oxígeno y fríos invernales, que no pueden soportar otras especies. Durante el invierno, al igual que otras variedades de carpas, permanecen casi completamente enterrados en el barro, limitando mucho su actividad hasta que llega la primavera. Su alimentación es diversa, abarcando desde algas a invertebrados bentónicos. La freza se produce en aguas con densa vegetación sumergida en mayo-junio. Se conocen poblaciones de solo hembras. En estas poblaciones la reproducción se realiza por pinnogénesis, es decir, que los huevos necesitan para su desarrollo sólo el estímulo del esperma de un macho de otra especie. Los individuos que nacen son por tanto clones de sus madres. En España se distribuye prácticamente por todas las cuencas.



Embalse de Moneva

Carpa común

Cyprinus carpio

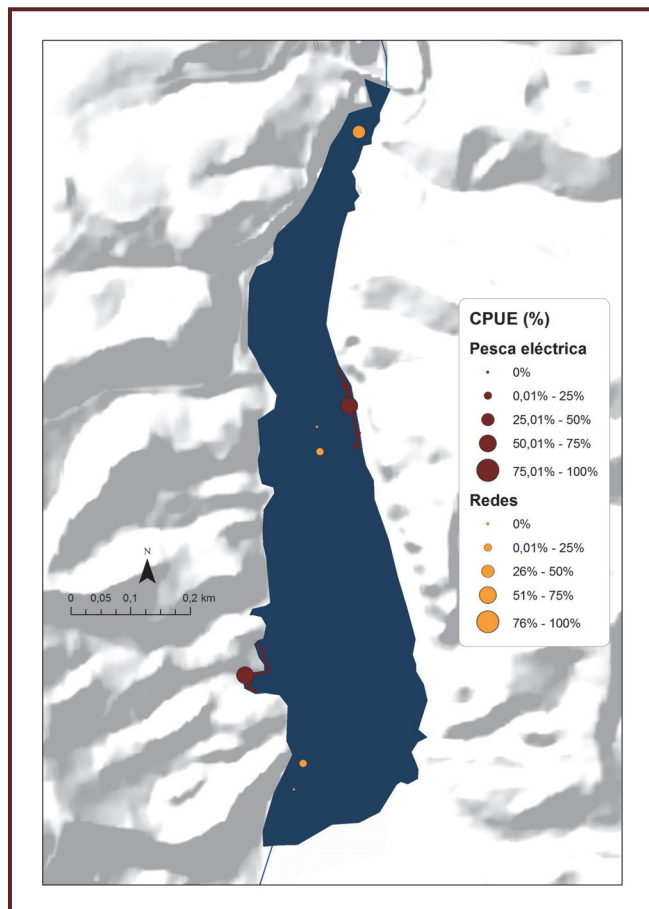
Es la especie íctica introducida de mayor difusión en la península Ibérica. Puede alcanzar considerables dimensiones de hasta 1 m de longitud y más de 20 kg de peso.

Los machos alcanzan la madurez sexual a la edad de 1 o 2 años mientras que las hembras lo hacen más tarde. Aquellos individuos que habitan los embalses no necesitan salir de ellos para desovar sino que buscan zonas de aguas someras con vegetación dentro del mismo embalse.

Muestra costumbres gregarias, especialmente durante el invierno, que forma bancos en los fondos de las zonas más profundas. Su régimen alimentario es omnívoro, a base de detritos, materia vegetal y, preferentemente, de invertebrados acuáticos del fondo. Sin embargo su capacidad de adaptación es grande y puede variar ampliamente sus hábitos en función de las condiciones del medio.

Es una especie generalista que prefiere los cursos lentos de agua y los tramos de agua estancada con temperaturas altas. Resiste muy bien las bajas concentraciones de oxígeno disuelto, la turbiedad alta, la salinidad y, en general, la contaminación de las aguas.

Se considera que tiene efectos negativos sobre la vegetación acuática sumergida, porque levantan sus raíces, y también contribuyen al enturbiamiento de las aguas por su costumbre de remover el sedimento.

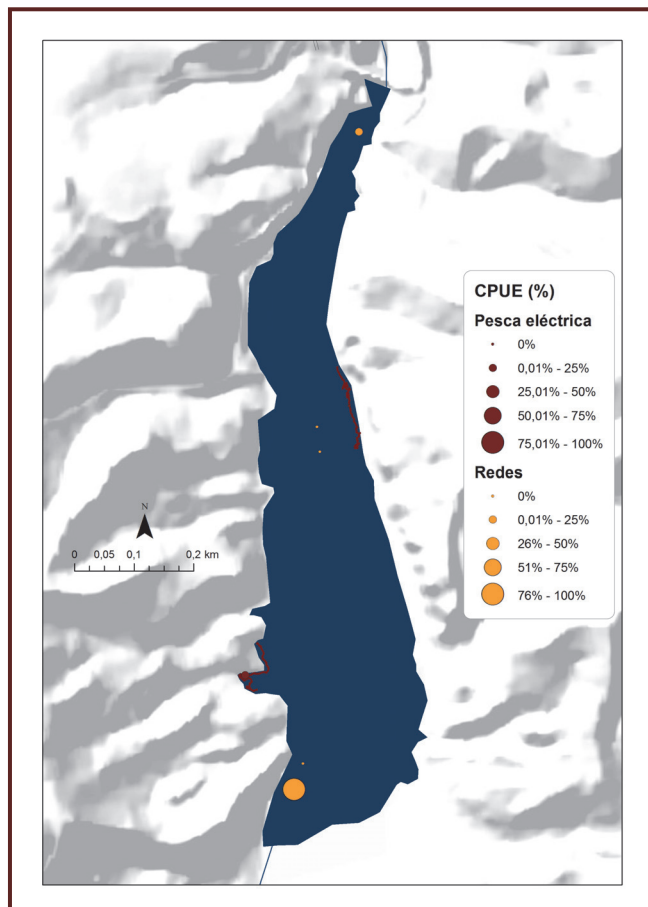


Embalse de Moneva

Carpa de espejos

Cyprinus carpio specularis

Especie muy variable en forma, proporciones, escamas, color y desarrollo de las aletas. Son omnívoros, se alimentan básicamente de insectos acuáticos, crustáceos, anélidos, moluscos, arroz salvaje, algas y otros vegetales. Es una especie generalista que prefiere los cursos lentos de agua y los tramos de agua estancada con temperaturas altas. Resiste muy bien las bajas tensiones de oxígeno disuelto, la turbiedad alta, la salinidad y, en general, la contaminación de las aguas. Se reproduce en primavera y verano, dejando huevos pegajosos en vegetación poco profunda. Una hembra de 47 centímetros de longitud produce alrededor de 300.000 huevos. Aquellos individuos que habitan los embalses no necesitan salir de ellos para desovar sino que buscan zonas de aguas someras con vegetación dentro del mismo embalse. Los adultos pueden desarraizar y destruir la vegetación acuática sumergida en detrimento de las especies piscícolas autóctonas.







ANEXO 2. RESULTADOS DE LAS PESCAS





FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Moneva	CÓDIGO	MON_PE01			
UMT-X	681.654	UTM-Y	4.559.885			
RIQUEZA ESPECIES	3	Distancia (m)	209,7			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	69	0,33	65%	1554	7,41	93%
Carpa de espejos	1	0,00	1%	6	0,03	0%
Carpín	36	0,17	34%	118	0,56	7%
Total	106	0,51	100%	1678	8,00	100%

CPUE

- Carpa común
- Carpa de espejos
- Carpín

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	67	6,2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	68	6,5	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	61	4,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	58	4,1	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	68	6,5	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	48	2,3	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	42	1,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	75	8,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	42	1,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	44	1,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	52	3,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	48	2,3	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	38	1,2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	53	3,1	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	68	6,5	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	57	3,9	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	36	1,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	39	1,3	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	43	1,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	65	5,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	65	5,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	63	5,2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	47	2,2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	42	1,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	69	6,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	62	5,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	51	2,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	48	2,3	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	53	3,1	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	40	1,4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	60	4,5	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	52	3,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	40	1,4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	50	2,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	58	4,1	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	38	1,2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	60	4,5	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	46	2,1	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	50	2,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	65	5,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	58	4,1	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	41	1,5	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	48	2,3	1

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	42	1,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	44	1,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	40	1,4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	45	1,9	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	62	5,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	45	1,9	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	50	2,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	61	4,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	48	2,3	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	58	4,1	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	42	1,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	42	1,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	43	1,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	42	1,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	44	1,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	44	1,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	48	2,3	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	42	1,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	63	5,2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	41	1,5	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	33	0,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	61	4,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	40	1,4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	312	575,2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	265	355,9	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	280	418,4	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	67	6,2	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	66	3,8	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	72	5,1	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	64	3,4	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	70	4,6	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	54	1,9	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	53	1,8	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	46	1,1	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	72	5,1	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	67	4,0	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	67	4,0	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	65	3,6	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	66	3,8	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	73	5,3	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	70	4,6	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	63	3,2	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	68	4,2	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	56	2,2	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	45	1,1	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	67	4,0	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	82	7,8	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	62	3,1	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	43	0,9	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	69	4,4	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	48	1,3	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	72	5,1	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	70	4,6	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	41	0,8	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	77	6,3	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	42	0,8	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	72	5,1	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	43	0,9	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	54	1,9	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	49	1,4	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	58	2,5	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	62	3,1	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	39	0,7	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Moneva	CÓDIGO	MON_PE02			
UMT-X	681.829	UTM-Y	4.560.338			
RIQUEZA ESPECIES	2	Distancia (m)	243,8			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	24	0,10	60%	3044	12,49	98%
Carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Carpín	16	0,07	40%	58	0,24	2%
Total	40	0,16	100%	3102	12,72	100%

CPUE

- Carpa común
- Carpa de espejos
- Carpín

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	165	88,4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	313	580,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	500	2301,4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	55	3,5	21
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	65	3,6	16

FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Moneva	CÓDIGO DE RED	MON01			
UTM-X	681.845	UTM-Y	4.560.799			
TIPO DE RED	Epipelágica (16x6)	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30			
INICIO	29-8-13 20:30	FIN	30-8-13 10:45			
PROFUNDIDAD	6	PROFUNDIDAD DE LA RED	0			
RIQUEZA ESPECIES	3	ESFUERZO APLICADO	5,9			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	35	5,89	26%	5979	1.006,91	93%
Carpa de espejos	2	0,34	1%	11	1,92	0%
Carpín	97	16,34	72%	429	72,29	7%
Total	134	22,57	100%	6419	1.081,11	100%

CPUE

- Carpa común
- Carpa de espejos
- Carpín

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	426	1437,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	270	376,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	275	396,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	275	396,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	275	396,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	295	487,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	274	392,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	268	367,9	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	382	1043,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	62	5,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	54	3,3	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	164	86,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	210	179,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	195	144,4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	151	68,1	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	136	50,1	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	94	16,9	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	92	15,9	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	84	12,1	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	72	7,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	62	5,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	68	6,5	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	65	5,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	68	6,5	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	78	9,8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	75	8,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	65	5,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	53	3,1	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	60	4,5	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	65	5,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	80	10,5	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	50	2,6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	65	5,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	77	9,4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	60	4,5	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	65	5,7	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	65	5,7	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	165	80,7	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	63	3,2	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	70	4,6	1



RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	68	4,2	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	72	5,1	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	70	4,6	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	72	5,1	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	57	2,3	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	65	3,6	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	60	2,8	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	75	5,8	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	65	3,6	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	68	4,2	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	68	4,2	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	55	2,1	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	50	1,5	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	65	3,6	81



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Moneva	CÓDIGO DE RED	MON02A			
UTM-X	681.780	UTM-Y	4.560.261			
TIPO DE RED	Bentónica (12x1,5)	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30			
INICIO	29-8-13 20:55	FIN	30-8-13 11:00			
PROFUNDIDAD	5	PROFUNDIDAD DE LA RED	4			
RIQUEZA ESPECIES	2	ESFUERZO APLICADO	1,2			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	3	2,56	23%	25	21,47	41%
Carpa de espejos	5	0,00	0%		0,00	0%
Carpín	10	8,52	77%	36	30,67	59%
Total	13	11,08	100%	61	52,15	100%

CPUE

■ Carpa común
■ Carpa de espejos
■ Carpín

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	65	5,7	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	86	13,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	68	6,5	1
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	65	3,6	10



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Moneva		CÓDIGO DE RED	mon02b		
UTM-X	681.775		UTM-Y	4.560.303		
TIPO DE RED	Bentónica (4x1,5)		SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30		
INICIO	29-8-13 20:55		FIN	30-8-13 11:00		
PROFUNDIDAD	5		PROFUNDIDAD DE LA RED	4		
RIQUEZA ESPECIES	0		ESFUERZO APLICADO	1,6		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	0	0,00		0	0,00	
Carpa de espejos	0	0,00		0	0,00	
Carpín	0	0,00		0	0,00	
Total	0	0,00		0	0,00	
RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA						
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO		L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind	
Sin peces						



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Moneva	CÓDIGO DE RED	MON03A			
UTM-X	681.752	UTM-Y	4.559.736			
TIPO DE RED	Bentónica (12x1,5)	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30			
INICIO	29-8-13 21:15	FIN	30-8-13 11:15			
PROFUNDIDAD	3	PROFUNDIDAD DE LA RED	2			
RIQUEZA ESPECIES	2	ESFUERZO APLICADO	1,2			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	8	6,86	6%	548	469,63	55%
Carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Carpín	116	99,43	94%	457	392,06	45%
Total	124	106,29	100%	1005	861,69	100%

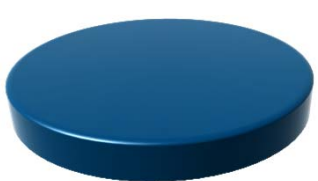
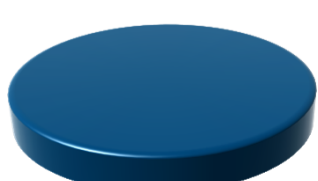
CPUE

- Carpa común
- Carpa de espejos
- Carpín

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	280	418,4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	97	18,5	7
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	65	3,6	115
Carpín	<i>Carassius gibelio</i>	137	43,4	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Moneva	CÓDIGO DE RED	MON03B			
UTM-X	681.736	UTM-Y	4.559.693			
TIPO DE RED	Bentónica (4x1,5)	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30			
INICIO	29-8-13 21:15	FIN	30-8-13 11:15			
PROFUNDIDAD	3	PROFUNDIDAD DE LA RED	2			
RIQUEZA ESPECIES	1	ESFUERZO APLICADO	1,6			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
Carpa de espejos	1	0,64	100%	1528	982,35	100%
Carpín		0,00	0%		0,00	0%
Total	1	0,64	100%	1528	982,35	100%
CPUE			BPUE			
■ Carpa común						
■ Carpa de espejos						
■ Carpín						
RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA						
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind		
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	435	1528,1	1		





ANEXO 3. CELDAS DEL MUESTREO HIDROACÚSTICO





Capa	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	DENSIDAD (ind/dam ³)	BIOMASA (g/m ²)
1	1	681751	4560408	5.69	2.92
1	2	681790	4560382	14.14	7.25
1	3	681813	4560346	25.08	12.85
1	4	681771	4560320	4.45	2.28
1	5	681723	4560305	18.59	9.53
1	6	681708	4560287	5.94	3.04
1	7	681757	4560281	7.96	4.08
1	8	681807	4560281	1.65	0.84
1	9	681818	4560252	46.91	24.04
1	10	681769	4560240	14.96	7.67
1	11	681721	4560230	1.22	0.62
1	12	681708	4560215	16.53	8.47
1	13	681758	4560209	161.61	82.82
1	14	681807	4560200	36.31	18.6
1	15	681857	4560194	40.15	20.58
1	16	681835	4560156	15.69	8.05
1	17	681787	4560145	7.96	4.08
1	18	681737	4560139	36.74	18.83
1	19	681694	4560116	17.57	9.01
1	20	681734	4560115	12.03	6.16
1	21	681784	4560109	37.59	19.26
1	22	681834	4560105	54.32	27.84
1	23	681884	4560106	14.52	7.44
1	24	681870	4560072	31.42	16.1
1	25	681821	4560064	16.03	8.22
1	26	681774	4560049	21.68	11.11
1	27	681729	4560029	16.38	8.39
1	28	681719	4560017	12.06	6.18
1	29	681768	4560024	23.96	12.28
1	30	681818	4560018	20.33	10.42
1	31	681868	4560017	6.91	3.54
1	32	681910	4560000	21.16	10.85
1	33	681866	4559977	15.99	8.19
1	34	681817	4559965	38.54	19.75
1	35	681769	4559949	53.9	27.63
1	36	681722	4559934	25.62	13.13
1	37	681732	4559924	59.96	30.73
1	38	681782	4559931	15.89	8.15
1	39	681832	4559922	8.69	4.45
1	40	681881	4559915	72.85	37.33
1	41	681930	4559923	15.33	7.85
1	42	681917	4559886	39.52	20.25
1	43	681869	4559870	61.85	31.7
1	44	681821	4559857	22.94	11.75
1	45	681773	4559842	3.55	1.82
1	46	681741	4559823	6.34	3.25
1	47	681790	4559825	105.94	54.29
1	48	681839	4559819	24.64	12.63

Capa	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	DENSIDAD (ind/dam ³)	BIOMASA (g/m ²)
1	49	681889	4559811	13.88	7.12
1	50	681939	4559808	6.12	3.13
1	51	681904	4559780	27.2	13.94
1	52	681859	4559761	104.99	53.8
1	53	681811	4559746	90.58	46.42
1	54	681762	4559735	2.74	1.4
1	55	681766	4559721	11.57	5.93
1	56	681841	4559729	16.55	8.48
1	57	681890	4559721	2.72	1.39
1	58	681903	4559688	4.92	2.52
1	59	681853	4559681	2.72	1.4
1	60	681803	4559676	3.08	1.58
1	61	681753	4559678	5.98	3.06
1	62	681711	4559664	4.85	2.48
1	63	681751	4559637	11.25	5.77
1	64	681798	4559618	28.84	14.78
1	65	681840	4559591	7.68	3.94
1	66	681795	4559571	69.5	35.62
1	67	681746	4559580	17.65	9.05
1	68	681698	4559595	0.87	0.44
1	69	681704	4559574	18.38	9.41
1	70	681748	4559550	8.31	4.26
1	71	681786	4559516	21.27	10.9
1	72	681821	4559479	15.91	8.15
1	73	681779	4559454	11.5	5.9
1	74	681731	4559471	53.74	27.54
1	75	681697	4559507	121.17	62.09
1	76	681745	4559513	30.04	15.39
1	77	681795	4559514	70.72	36.24
1	78	681840	4559530	143.69	73.64
1	79	681818	4559565	50.81	26.04
1	80	681782	4559600	49.88	25.56
1	81	681738	4559619	28.59	14.65
1	82	681710	4559639	5.4	2.77
1	83	681758	4559639	7.12	3.65
1	84	681808	4559648	6.98	3.58
1	85	681856	4559660	4.15	2.13
1	86	681866	4559661	1.89	0.97
1	87	681818	4559677	24.16	12.38
1	88	681771	4559694	7.29	3.74
1	89	681732	4559710	17.64	9.04
1	90	681781	4559705	26.79	13.73
1	91	681831	4559713	11.29	5.79
1	92	681880	4559721	10.06	5.15
1	93	681923	4559745	8.67	4.44
1	94	681887	4559747	27.89	14.29
1	95	681837	4559751	87.02	44.59
1	96	681788	4559760	45.26	23.2

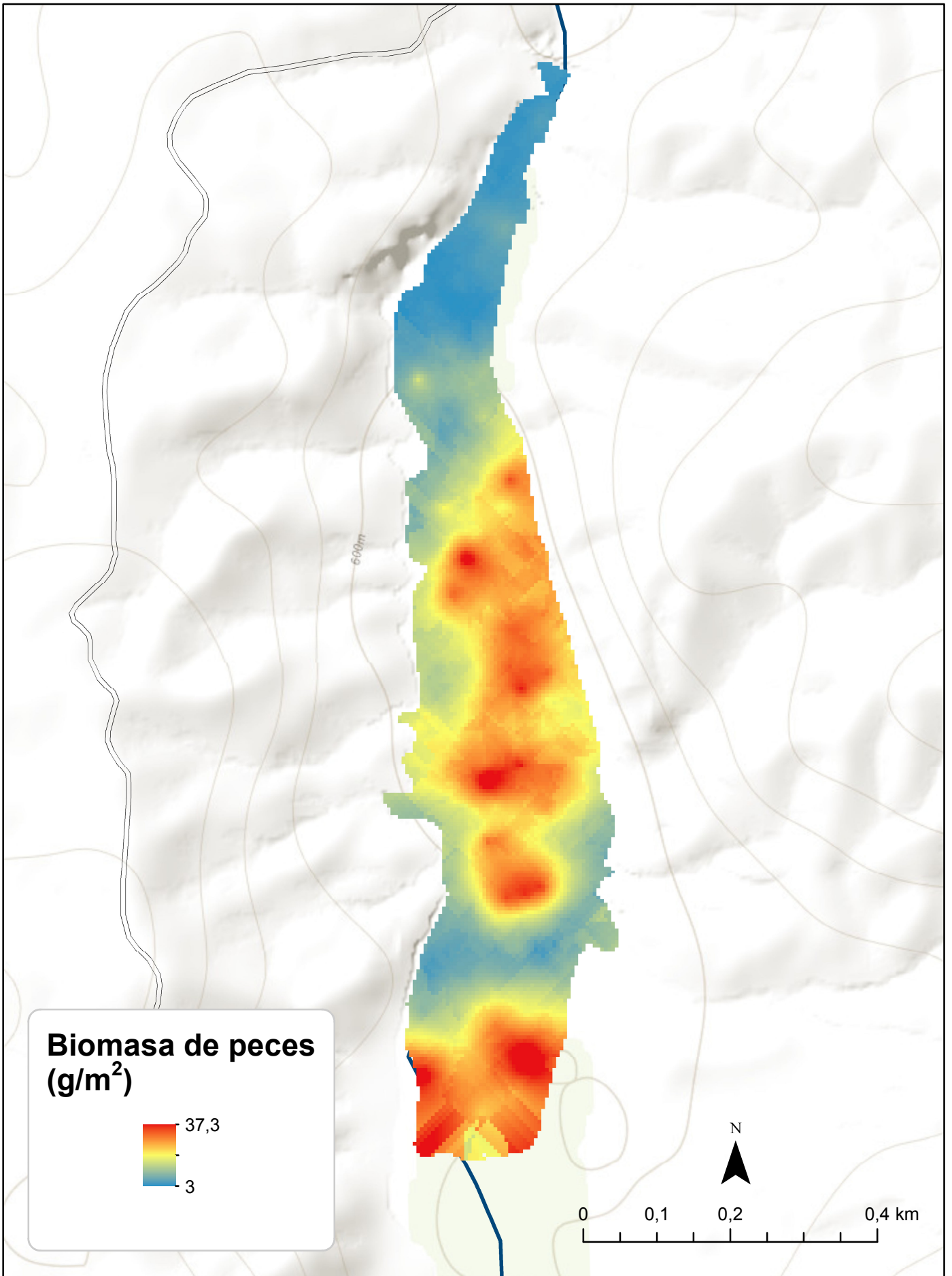
Capa	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	DENSIDAD (ind/dam ³)	BIOMASA (g/m ²)
1	97	681739	4559770	7.22	3.7
1	98	681772	4559799	39.08	20.03
1	99	681820	4559810	32.5	16.66
1	100	681867	4559827	10.66	5.46
1	101	681915	4559843	11.89	6.09
1	102	681947	4559862	4.27	2.19
1	103	681897	4559862	29.23	14.98
1	104	681847	4559862	29.9	15.33
1	105	681798	4559871	3.99	2.05
1	106	681749	4559868	12.2	6.26
1	107	681699	4559865	7.87	4.03
1	108	681737	4559894	32.69	16.75
1	109	681785	4559907	158.32	81.14
1	110	681831	4559927	127.62	65.4
1	111	681879	4559943	35.26	18.06
1	112	681924	4559959	41.87	21.46
1	113	681878	4559959	44.28	22.69
1	114	681828	4559961	16.39	8.4
1	115	681742	4559965	14.63	7.5
1	116	681693	4559978	46.4	23.78
1	117	681736	4560000	24.89	12.76
1	118	681784	4560014	70.63	36.2
1	119	681831	4560031	112	57.39
1	120	681878	4560048	21.57	11.06
1	121	681868	4560054	90.68	46.47
1	122	681818	4560062	89.73	45.99
1	123	681768	4560064	23.93	12.26
1	124	681718	4560063	12.22	6.27
1	125	681723	4560091	34.81	17.84
1	126	681772	4560097	31.39	16.09
1	127	681817	4560116	75.76	38.82
1	128	681863	4560135	55.5	28.45
1	129	681838	4560145	58.55	30.01
1	130	681788	4560152	45.6	23.37
1	131	681739	4560160	90.78	46.52
1	132	681703	4560176	7.4	3.79
1	133	681751	4560192	27.81	14.25
1	134	681798	4560210	40.71	20.86
1	135	681839	4560231	52.47	26.89
1	136	681796	4560246	33.23	17.04
1	137	681748	4560250	21.2	10.86
1	138	681697	4560254	1.61	0.83
1	139	681728	4560280	71.05	36.41
1	140	681774	4560295	62.39	31.97
1	141	681817	4560317	106.54	54.6
1	142	681776	4560330	34.45	17.66
1	143	681727	4560341	12.47	6.39
1	144	681724	4560370	7.54	3.87

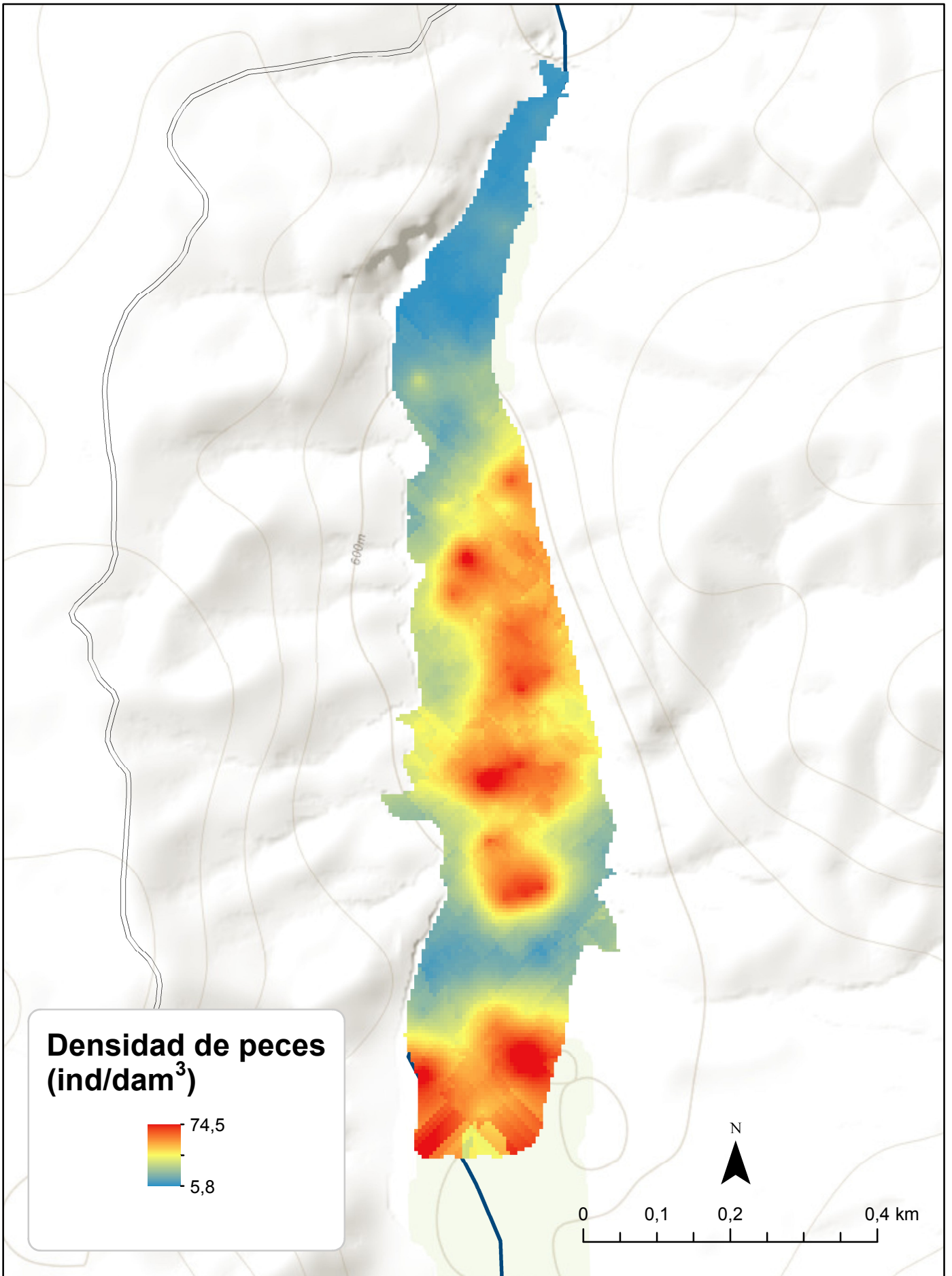




ANEXO 4. MAPAS INTERPOLADOS DE DENSIDAD Y BIOMASA







Capa	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	DENSIDAD (ind/dam ³)	BIOMASA (g/m ²)
1	145	681772	4560381	1.08	0.56
1	146	681780	4560401	51.17	26.22
1	147	681731	4560412	2.36	1.21
1	148	681682	4560423	16.35	8.37
1	149	681692	4560454	79.43	40.7
1	150	681742	4560457	20.6	10.55
1	151	681783	4560471	32.33	16.57
1	152	681736	4560480	23.99	12.29
1	153	681688	4560494	1.96	1
1	154	681686	4560525	5.5	2.82
1	155	681736	4560527	4.52	2.32
1	156	681757	4560524	1.45	0.74
1	157	681785	4560546	1.97	1.01
1	158	681743	4560565	2.14	1.1
1	159	681719	4560575	8.42	4.31
1	160	681728	4560571	1.25	0.64
1	161	681763	4560597	2.1	1.07
1	162	681805	4560613	8.04	4.12
1	163	681769	4560643	1.38	0.71
1	164	681781	4560673	14.7	7.54
1	165	681828	4560685	5.82	2.98
1	166	681793	4560708	1.47	0.75
1	167	681805	4560734	1.89	0.97
1	168	681838	4560760	12.68	6.5
1	169	681836	4560808	0.95	0.48
1	170	681865	4560844	1.19	0.6
1	171	681869	4560829	11.32	5.8
1	172	681855	4560804	17.88	9.17
1	173	681837	4560758	4.14	2.12
1	174	681827	4560761	5.5	2.82
1	175	681801	4560748	11.36	5.82
1	176	681822	4560709	8.35	4.28
1	177	681776	4560695	10.77	5.51
1	178	681809	4560661	26.54	13.61
1	179	681778	4560631	9.99	5.12
1	180	681731	4560622	6.35	3.26
1	181	681773	4560603	12.53	6.42
1	182	681750	4560581	15.47	7.93
1	183	681698	4560563	7.59	3.89
1	184	681691	4560561	2.87	1.47
1	185	681725	4560577	6.1	3.13
1	186	681800	4560581	12.13	6.22
1	187	681753	4560567	5.71	2.92
1	188	681705	4560555	13.05	6.69
1	189	681701	4560543	8.35	4.28
1	190	681744	4560517	10.89	5.58
1	191	681768	4560494	0.75	0.38
1	192	681734	4560476	0.86	0.44



Capa	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	DENSIDAD (ind/dam ³)	BIOMASA (g/m ²)
1	193	681680	4560458	0	0
1	194	681704	4560471	2.2	1.13
1	195	681758	4560487	20.48	10.5
1	196	681769	4560481	11.75	6.02
1	197	681727	4560505	22.06	11.3
1	198	681683	4560488	9.52	4.88
1	199	681650	4560451	4.45	2.28
1	200	681678	4560442	13.69	7.01
1	201	681719	4560457	14.9	7.63
1	202	681766	4560443	20.23	10.36
1	203	681785	4560417	18.8	9.63
2	1	681850	4560816	1.61	0.01
2	2	681878	4560840	2.62	0.01
2	3	681859	4560799	39.14	4.21
2	4	681850	4560788	53.66	0.39





ANEXO 4. MAPAS INTERPOLADOS DE DENSIDAD Y BIOMASA



