



SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: EMBALSE DE MONTEAGUDO







SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: EMBALSE DE MONTEAGUDO

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

ÁREA DE CALIDAD DE LAS AGUAS

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

María José Rodríguez Pérez

Vicente Sancho-Tello Valls

EMPRESA CONSULTORA:

Ecohydros SL



EQUIPO DE TRABAJO:

Agustín P. Monteoliva, Alberto Criado, Alberto Navas, Elena Campo, Laura Miralles, Omar Monteoliva, Iván González, Juan Fuente y María Fernández

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

114.425,25 Euros

CONTENIDO:

MEMORIA/ANEJOS/CARTOGRAFÍA/CD

AÑO DE EJECUCIÓN:

2020

FECHA ENTREGA:

MARZO 2021



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Superior izquierda: Embarcación de muestreo preparada en el embalse de Monteagudo

Superior derecha: Ejemplar de Carpa común del embalse de Monteagudo

Inferior izquierda: Ejemplar de Black bass del embalse de Monteagudo

Inferior derecha: Vista de la presa de Monteagudo

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2020) Sondeo hidroacústico en embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro: Embalse de Monteagudo. 68 pág. 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.



SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: EMBALSE DE MONTEAGUDO. AÑO 2020

El objeto de este informe es la evaluación de la abundancia y biomasa de la biocenosis de peces del embalse de Monteagudo. Para ello, en octubre 2020 se realizó un muestreo cuantitativo de los peces en dicho embalse empleándose una combinación de técnicas: muestreo directo mediante redes agalleras científicas (CEN-EN 14.757/2006) y pesca eléctrica desde embarcación; y sondeo indirecto mediante técnicas hidroacústicas.

*Adicionalmente, se realizó un muestreo y análisis de eDNA, para detectar la presencia de dos especies que podrían estar en números tan bajos que resultarían indetectables con las técnicas de pesca directa. Se trata de la trucha común (*Salmo trutta*) y la anguila (*Anguilla anguilla*), dos especies autóctonas en declive en los embalses de esta demarcación.*

*Los resultados determinaron que la asociación está claramente dominada en densidad por la carpa común (*Cyprinus carpio*), que representa el 66%. En lo que respecta a la biomasa, la carpa domina la asociación con un 94%, seguida por el black bass (*Micropterus salmoides*) (6%).*

La densidad estimada fue de $6,65 \pm 2,22$ ind/dam³ y la biomasa de $8,75 \pm 2,92$ g/m², es decir, unos 19,6 kg/ha, que pueden considerarse valores altos de biomasa.

A pesar de haber utilizado un método específico de alta resolución basado en la detección genética mediante ADN ambiental, no se ha podido detectar la presencia ni de anguila europea ni de trucha común en el embalse de Monteagudo, confirmando en este caso los resultados obtenidos en los muestreos directos. Esto implica que, con alta probabilidad, ni la anguila europea ni la trucha común habitan estas masas de agua.

Aunque no existen métodos oficiales de evaluación del potencial ecológico basado en los peces, en una primera aproximación actualmente en proceso de revisión y publicación, el potencial obtenido es "DEFICIENTE".



HYDROACOUSTIC SOUNDING IN RESERVOIRS OF THE EBRO RIVER BASIN DISTRICT: MONTEAGUDO RESERVOIR. YEAR 2020

This report refers to the assessment of the abundance and biomass of the fish biocenosis of the Monteagudo reservoir. For this purpose, in October 2020 a quantitative sampling of fish in the reservoir was carried out using a combination of techniques: direct sampling by means of scientific gillnets (CEN-EN 14.757/2006) and boat electrofishing; and indirect sounding using hydroacoustic techniques.

*In addition, eDNA sampling and analysis was carried out to detect the presence of two species that could be present in such low numbers that they would be undetectable with direct fishing techniques: Brown trout (*Salmo trutta*) and eel (*Anguilla anguilla*), two native species in decline in the reservoirs of this basin.*

*The results determined that the association is clearly dominated in density by the carp (*Cyprinus carpio*), which represents 66%. In terms of biomass, carp dominates the association with 94%, followed by black bass (*Micropterus salmoides*) (6%).*

The estimated density was 6.65 ± 2.22 ind/dam³ and the biomass was 8.75 ± 2.92 g/m², i.e. about 19.6 kg/ha, which can be considered high biomass values.

Despite the use of a specific high-resolution method based on genetic detection using environmental DNA, it was not possible to detect the presence of either European eel or brown trout in the Monteagudo reservoir, confirming in this case the results obtained in the direct sampling methods. This implies that, with high probability, neither European eel nor brown trout inhabit these water bodies.

Although there are no official methods for assessing ecological potential based on fish, in a first approximation currently in the process of revision and publication, the potential obtained is "POOR".



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	14
1.1. <i>PRESTACIONES DE LAS TÉCNICAS APLICADAS.....</i>	<i>15</i>
1.2. <i>INTERÉS DEL ESTUDIO CUANTITATIVO DE LA FAUNA ÍCTICA EN MASAS DE AGUA NO VADEABLES</i>	<i>16</i>
2. ÁMBITO DE ESTUDIO	17
2.1. <i>SITUACIÓN</i>	<i>17</i>
2.2. <i>CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA</i>	<i>19</i>
2.3. <i>RÉGIMEN HIDROLÓGICO.....</i>	<i>22</i>
2.4. <i>CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EMBALSE. PERFILES VERTICALES</i>	<i>23</i>
2.5. <i>POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO.....</i>	<i>26</i>
3. METODOLOGÍA.....	27
3.1. <i>DISEÑO DEL MUESTREO</i>	<i>28</i>
3.2. <i>MUESTREOS REMOTOS: HIDROACÚSTICA</i>	<i>28</i>
3.2.1. <i>Prospección hidroacústica</i>	<i>28</i>
3.2.2. <i>Procesado de datos acústicos</i>	<i>30</i>
3.3. <i>MUESTREOS DIRECTOS DE PESCA.....</i>	<i>31</i>
3.3.1. <i>Redes agalleras multipaño.....</i>	<i>31</i>
3.3.2. <i>Pesca eléctrica desde embarcación.....</i>	<i>32</i>
3.4. <i>INTERPOLACIÓN ESPACIAL Y ESTIMACIONES GLOBALES</i>	<i>34</i>
3.5. <i>EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</i>	<i>35</i>
3.6. <i>DETECCIÓN DE TRUCHA COMÚN Y ANGIULA EUROPEA MEDIANTE GENÉTICA AMBIENTAL</i>	<i>36</i>
3.6.1. <i>Muestreo de ADN ambiental (eDNA).....</i>	<i>36</i>
3.6.2. <i>Obtención de ADN ambiental de trucha común y de anguila en muestras de agua.....</i>	<i>37</i>
3.6.3. <i>Detección específica de trucha común.....</i>	<i>37</i>
3.6.4. <i>Detección específica de anguila europea</i>	<i>38</i>
3.6.5. <i>Estimaciones de biomasa</i>	<i>38</i>
3.7. <i>UBICACIÓN DE LOS DIFERENTES PUNTOS DE MUESTREO EN EL EMBALSE</i>	<i>39</i>
4. RESULTADOS	41



4.1. SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES.....	41
4.1.1. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro	47
4.2. MUESTREOS DIRECTOS: COMPOSICIÓN Y BIOMASA ESPECÍFICA	48
4.2.1. Especies presentes en el embalse.....	48
4.2.2. Composición y distribución de especies.....	48
4.3. BIOMASA	52
4.3.1. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro	55
4.4. DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIES	56
4.5. MUESTREOS INDIRECTOS: ADN AMBIENTAL.....	57
4.5.1. Muestras ambientales de agua	57
4.5.2. Detección de trucha común mediante qPCR y estimaciones de biomasa.	57
4.5.3. Detección de anguila europea mediante qPCR y estimaciones de biomasa.	59
5. APROXIMACIÓN AL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE BASADO EN PECES.....	61
6. CONCLUSIONES	63
7. GLOSARIO Y ACRÓNIMOS.....	65
8. BIBLIOGRAFÍA	67

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Especies presentes

Anexo 2. Resultados de las pescas

Anexo 3. Celdas del muestreo hidroacústico (en versión digital)

Anexo 4. Mapas interpolados de densidad y biomasa

Anexo 5. Boletines de ensayo eDNA



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estratos considerados en el embalse de Monteagudo	22
Tabla 2. Descripción de las redes de muestreo empleadas.....	31
Tabla 3. Métricas y coeficientes para el cálculo del QFBI.....	36
Tabla 4. Valores de corte del QFBI empleados para la clasificación del potencial ecológico.....	36
Tabla 5. Densidad de peces (ind/dam ³) por estratos, estimada mediante acústica	43
Tabla 6. Especies presentes en el embalse	48
Tabla 7. Resultados de las pescas con red por especies	49
Tabla 8. Resultados de la pesca eléctrica por especies	51
Tabla 9. Biomasa de peces por estratos (g/m ²) estimada mediante acústica.....	52
Tabla 10. Densidades (ind/dam ³) y biomاسas (g/m ²) por especie	56
Tabla 11. Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de trucha común.....	57
Tabla 12. Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de anguila europea	59
Tabla 13. Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de Monteagudo	62

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Vista de la embarcación de trabajo en el embalse de Monteagudo	17
Figura 2. Situación del embalse de Monteagudo	18
Figura 3. Índice NDWI aplicado a la imagen de satélite para identificar la lámina de agua	20
Figura 4. Batimetría del embalse de Monteagudo	21
Figura 5. Evolución del volumen embalsado en el embalse de Monteagudo durante el ciclo hidrológico 2019/20 (elaboración propia).....	23
Figura 6. Aspecto del embalse de Monteagudo en las fechas del muestreo.....	24



Figura 7. Perfiles físico-químicos realizados en el embalse de Monteagudo	25
Figura 8. Operario preparado para realización de perfil vertical mediante sonda multiparamétrica	26
Figura 9. Esquema del método de censado de poblaciones ícticas en un embalse	27
Figura 10. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico	29
Figura 11. Redes caladas en el embalse de Monteagudo	32
Figura 12. Pesca eléctrica desde embarcación en el embalse de Monteagudo	33
Figura 13. Ejemplo de ajuste de curva al semivariograma para el interpolado espacial	34
Figura 14. Ubicación de las estaciones de muestreo directo de diferente tipo en el embalse de Monteagudo	40
Figura 15. Recorridos del sondeo hidroacústico en el embalse de Monteagudo	42
Figura 16. Ejemplo de un ecograma obtenido con el haz horizontal en el embalse de Monteagudo	43
Figura 17. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud	45
Figura 18. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato inferior (LOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud	46
Figura 19. Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro	47
Figura 20. Composición de la asociación obtenida mediante redes	49
Figura 21. Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm	50
Figura 22. Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica	51
Figura 23. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud	53
Figura 24. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato inferior (LOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud	54
Figura 25. Comparación de la biomasa con otros embalses de la cuenca del Ebro	55
Figura 26. Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Cf) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas	58
Figura 27. Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Cf) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas	60





1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El presente documento constituye el informe final de los trabajos realizados en el embalse de Monteagudo (MAS1681) (Soria) durante el año 2020, incluidos en la Asistencia Técnica “Sondeo hidroacústico en embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro” adjudicado a Ecohydros, S.L. por la Confederación Hidrográfica del Ebro (en adelante, CHE).

La CHE viene realizando desde hace años estudios censales de peces en embalses mediante la combinación de técnicas hidroacústicas y de captura directa con métodos científicos. A lo largo de este tiempo, la metodología se ha depurado y es un momento óptimo para su aplicación a las masas de agua que no han sido aún prospectadas en este aspecto.

Además, se ha realizado un muestreo y análisis de eDNA en cada embalse, para detectar la presencia de dos especies que podrían estar en números tan bajos que resultarían indetectables con las técnicas de pesca directa (redes agalleras y electropesca). Se trata de la trucha común (*Salmo trutta*) y la anguila (*Anguilla anguilla*), dos especies autóctonas en declive debido a la presencia de presas u obstáculos en los ríos que suponen una barrera para su desplazamiento natural, ya sea por movimientos migratorios reproductivos o alimentarios.

En el presente informe se presentan los trabajos realizados en la evaluación de las poblaciones de peces del embalse de Monteagudo, al tiempo que se somete a contraste el rendimiento de las técnicas hidroacústicas combinadas con muestreos directos de verificación y con métodos de detección de alta sensibilidad (eDNA), como futura metodología de aplicación en las masas de aguas 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.

El informe recoge la descripción de los métodos aplicados, así como los resultados obtenidos. Consta de una Memoria con sus respectivos ANEXOS, en los que se facilitan *in extenso* los datos que dan lugar a 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. PRESTACIONES DE LAS TÉCNICAS APLICADAS

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 científico-técnica ya hace tiempo que ha aceptado los sensores acústicos como una familia de herramientas óptima 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, permitiendo individualizar elementos biológicos en un rango que transcurre desde escasos milímetros (zooplancton) a varios metros (peces y cetáceos). 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 se aplica de forma creciente, debido en gran medida a la elevada portabilidad de los equipamientos hidroacústicos actuales. De hecho, existe ya una norma Europea (CEN, 2014) que contempla este tipo de técnicas para la evaluación de la biomasa de peces.

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 biológica disponible en las masas de agua no vadeables, es decir, no accesibles a las técnicas directas de muestreo, razón por la que ha promovido el presente estudio.

Además, 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 y estado ecológico de las aguas.

1.2. INTERÉS DEL ESTUDIO CUANTITATIVO DE LA FAUNA ÍCTICA EN MASAS DE AGUA NO VADEABLES

La fauna de peces 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 (p.e. Poikane et al., 2015).

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 también muy relevante el papel que pueden desempeñar los peces en el ciclo biogeoquímico del embalse y en la calidad del agua en general, a través de mecanismos con repercusión en la red trófica y el control desde arriba del fitoplancton, pero también mediante el incremento del tiempo de residencia de las formas biodisponibles de los nutrientes en la columna de agua provocado por acciones de resuspensión y bombeo desde los sedimentos.

Este tipo de problemas se ponen especialmente de manifiesto en situaciones de sequía y bajas reservas de agua en los embalses.

Por otro lado, 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 no se está incluyendo este aspecto de forma sistemática 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 impresión muy extendida de que se requieren técnicas poco afianzadas para obtener esa información, nada más lejos de la realidad como se puede constatar en los tratados técnicos (Simmonds & MacLennan, 2005) y en las normas estándar existentes (ver más adelante).

Mediante el presente estudio, se pretende evaluar las poblaciones de peces en el embalse de Monteagudo, 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 de la embarcación de trabajo en el embalse de Monteagudo

2. ÁMBITO DE ESTUDIO

2.1. SITUACIÓN

El embalse de Monteagudo se localiza en el término municipal de Monteagudo de las Vicarías, en la provincia de Soria (Figura 2), cercano a la Sierra del Moncayo, regulando las aguas del Río Nájima.



Figura 2. Situación del embalse de Monteagudo



El agua del embalse está destinada principalmente al uso en regadíos. El embalse de Monteagudo forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en la categoría de zonas de protección de hábitat o especies (Punto Red Natura 2000: ZEPA ES0000363, “Monteagudo de las Vicarías”).

2.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

El embalse de Monteagudo tiene una capacidad máxima de 9,73 hm³ y ocupa en su máximo nivel una superficie de 123 ha, lo que supone una profundidad media de 5 m y máxima de 10,50 m.

El muestreo hidroacústico, como se explica más adelante en el apartado de metodología, permite obtener una batimetría aproximada que se emplea para cubicar los diferentes estratos y ponderar las densidades y biomásas obtenidas por capa. En la Figura 4 se representa en planta el modelo batimétrico digital obtenido.

El embalse presentó durante el muestreo (7- 8 de octubre de 2020) una profundidad máxima de 6,7 m y media de 3,6 m; la cota durante esas fechas estaba en el entorno de 820 msnm, que según la hipsometría oficial corresponde a un volumen de embalse de 4,25 hm³, es decir se encontraba aproximadamente al 44 % de su nivel máximo.

Se ha realizado un trabajo previo de tratamiento de imágenes de satélite para aproximar el contorno correspondiente al límite del agua en el momento del muestreo, o en fechas cercanas. Para ello, se ha recurrido al satélite *Sentinel-2*, equipado con los últimos sensores multiespectrales (MSI), que disponen de una resolución radiométrica de 13 bandas espectrales que se distribuyen en el espectro electromagnético, desde el VNIR (Visible) al SWIR (infrarrojo cercano). Mediante la combinación de estas bandas se pueden generar diferentes índices, muy frecuentemente referidos a la vegetación.

En este caso se ha aplicado el MNDWI, que es uno de los métodos útiles para identificar zonas encharcadas y cuerpos de agua. Supera algunas deficiencias del NDWI para esta finalidad, mediante el uso de la banda de infrarrojos de onda corta, que reemplaza a la banda de infrarrojo cercano del NDWI.

Como resultado, se obtiene una imagen en la que se diferencia el embalse de Monteagudo (Figura 3) y de la que se extrae el polígono del contorno del embalse durante el muestreo, que

posteriormente se aplica como frontera en las interpolaciones espaciales. Su superficie es de 93,89 ha, es decir el 76 % de la máxima superficie del embalse en las fechas del muestreo.

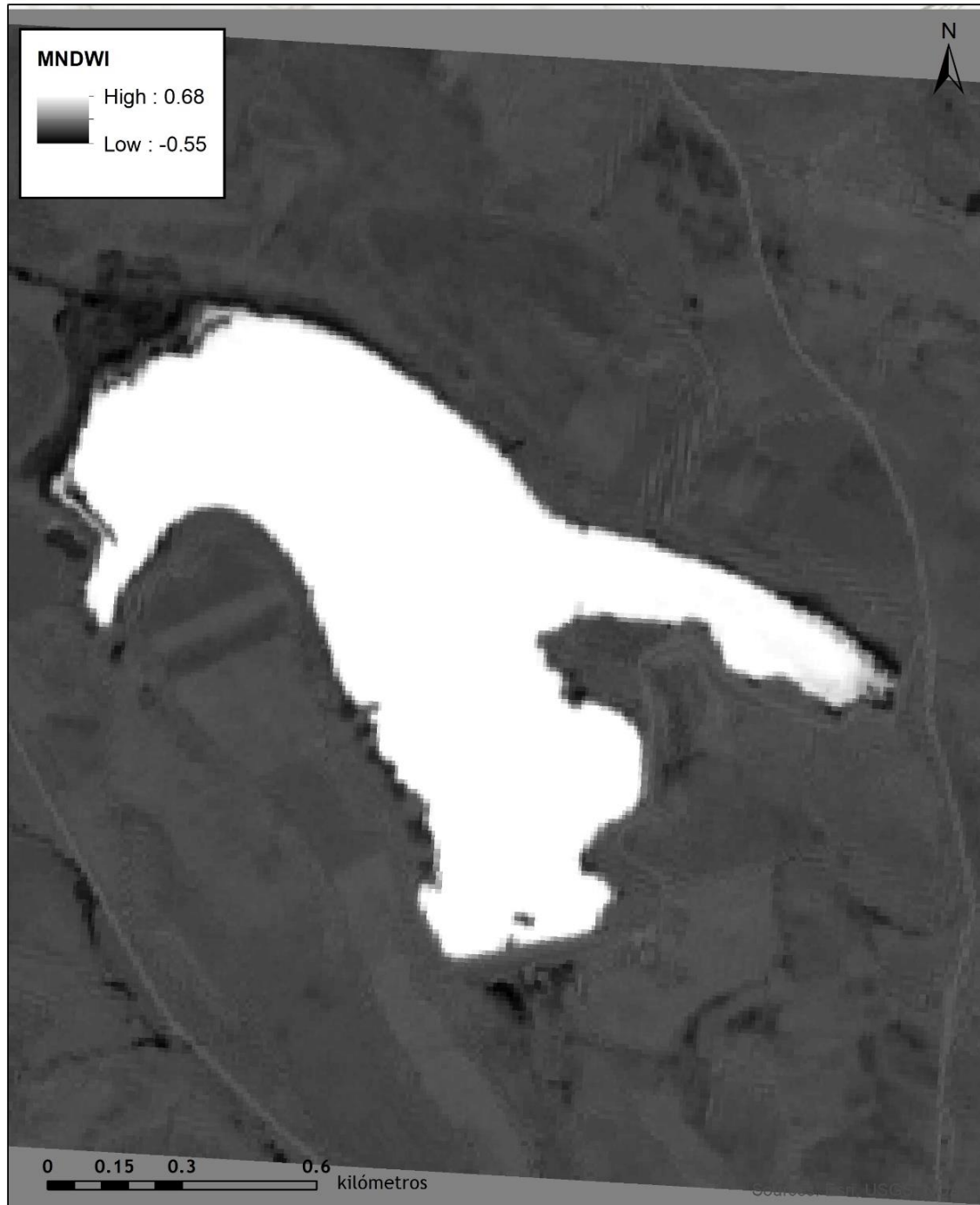


Figura 3. Índice NDWI aplicado a la imagen de satélite para identificar la lámina de agua

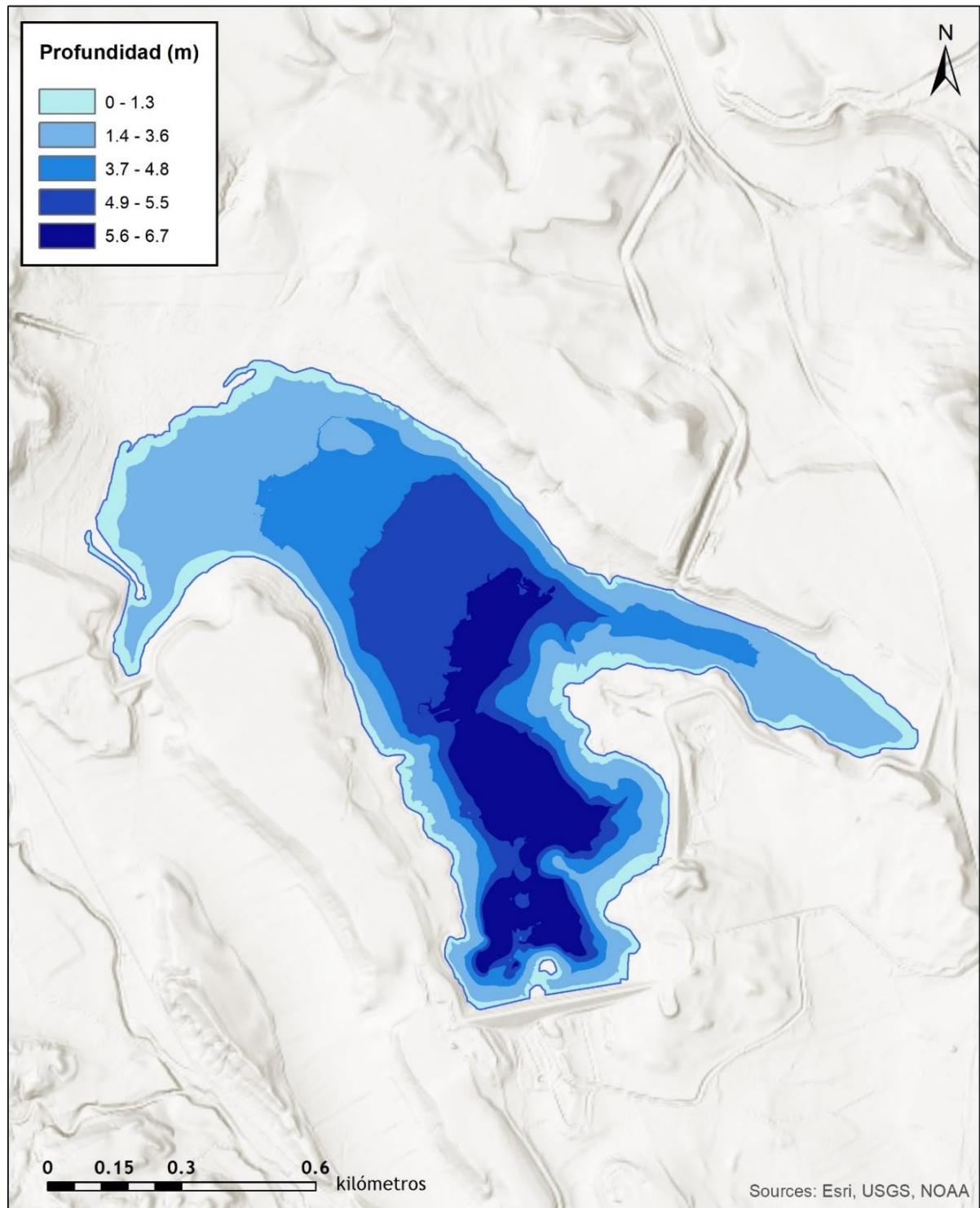


Figura 4. Batimetría del embalse de Monteagudo



En la Tabla 1 se presentan los volúmenes y superficies de cada uno de los 2 estratos de profundidad considerados en este caso, obtenidos a partir de la batimetría anterior. Los volúmenes de cada estrato se han corregido proporcionalmente para que su suma coincida con el volumen proporcionado por el SAIH (5). Los motivos de esta desviación son múltiples (efecto del procedimiento de interpolación espacial, resolución de la batimetría, acumulación de sedimentos, nivel del embalse, etc.). No obstante, más que los valores absolutos, lo importante es conocer la importancia relativa de cada estrato para la ponderación de las densidades y biomásas.

Tabla 1. Estratos considerados en el embalse de Monteagudo

Embalse	Sector	Estrato	Profundidad (m)	Volumen (hm ³)	Superficie (ha)
MOA20	1	1	0 a -5	3,96	93
MOA20		2	-5 a -6.5	0,29	28

2.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Como se aprecia en la figura siguiente, el embalse de Monteagudo inició el año hidrológico con una reserva hídrica intermedia, que comenzó a incrementarse a finales de marzo de 2020, hasta alcanzar en el mes de junio un volumen máximo de 4,94 hm³ (51 % de su capacidad). A partir de esa fecha, la reserva hídrica del embalse comenzó a disminuir, aunque de forma muy progresiva. El nivel del embalse permanece estable durante todo el año variando su volumen en aproximadamente 1 hm³. En la fecha de muestreo (07/10/2020), marcada con una línea roja, el embalse mantenía una reserva de 4,25 hm³ de agua, que corresponde aproximadamente a un 44 % de su capacidad.

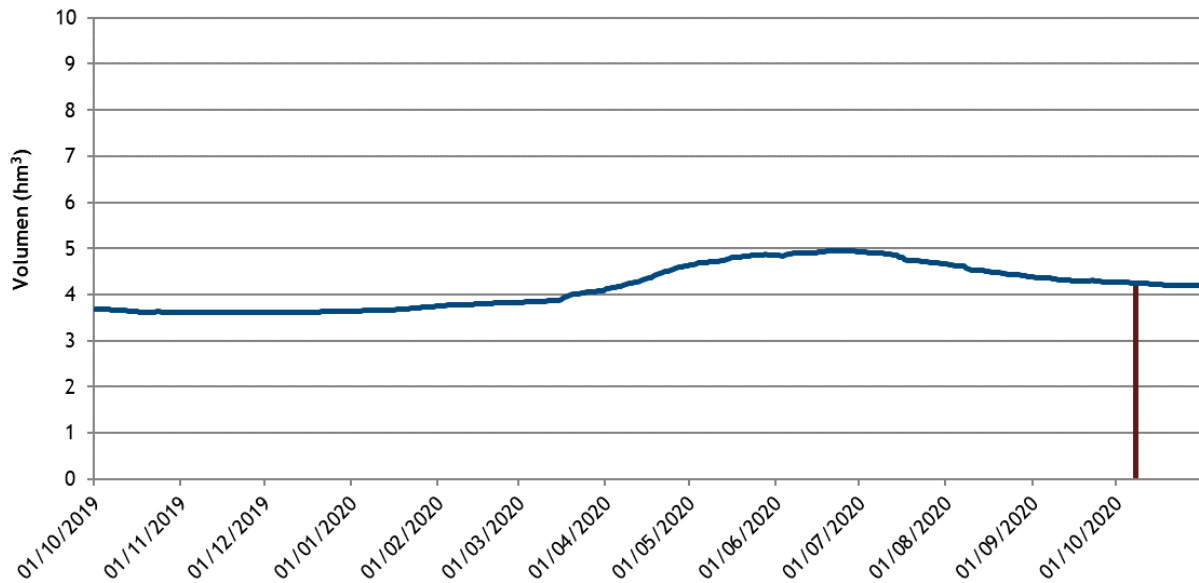


Figura 5. Evolución del volumen embalsado en el embalse de Monteagudo durante el ciclo hidrológico 2019/20 (elaboración propia)

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), así como detectar zonas potencialmente hostiles para los peces, se realizó en la zona de máxima profundidad un perfilado vertical de temperatura, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto, clorofila e irradiancia. En los gráficos siguientes se presentan los perfiles obtenidos.

En la ficha siguiente se recogen los parámetros resumen de cada perfil vertical y la representación gráfica del mismo en la estación de muestreo más cercana a la presa.

En el perfil de la zona de cabecera la profundidad es de 6 m y la columna de agua se encuentra completamente mezclada en el momento del muestreo. El oxígeno disuelto está en saturación en toda la columna y la transparencia es escasa (1 m), por lo que la zona fótica tiene solamente 2,5 m de espesor.

Tanto el pH como la conductividad eléctrica presentan valores moderadamente altos, que reflejan la naturaleza geológica de la zona y su homogeneidad vertical es completa. La

biomasa del fitoplancton es baja ($0,5 \mu\text{g/L}$ de fluorescencia *in vivo* de la clorofila *a*), en el promedio de la zona fótica y un máximo de clorofila de $2,5 \mu\text{g/L}$ a 5 m de profundidad.

El embalse presenta una abundante vegetación de macrófitos en su zona posterior, con rodales de juncos y zonas con higrófitos sumergidos, que proporcionan refugio y opciones de cría para la ictiofauna.



Figura 6. Aspecto del embalse de Monteagudo en las fechas del muestreo

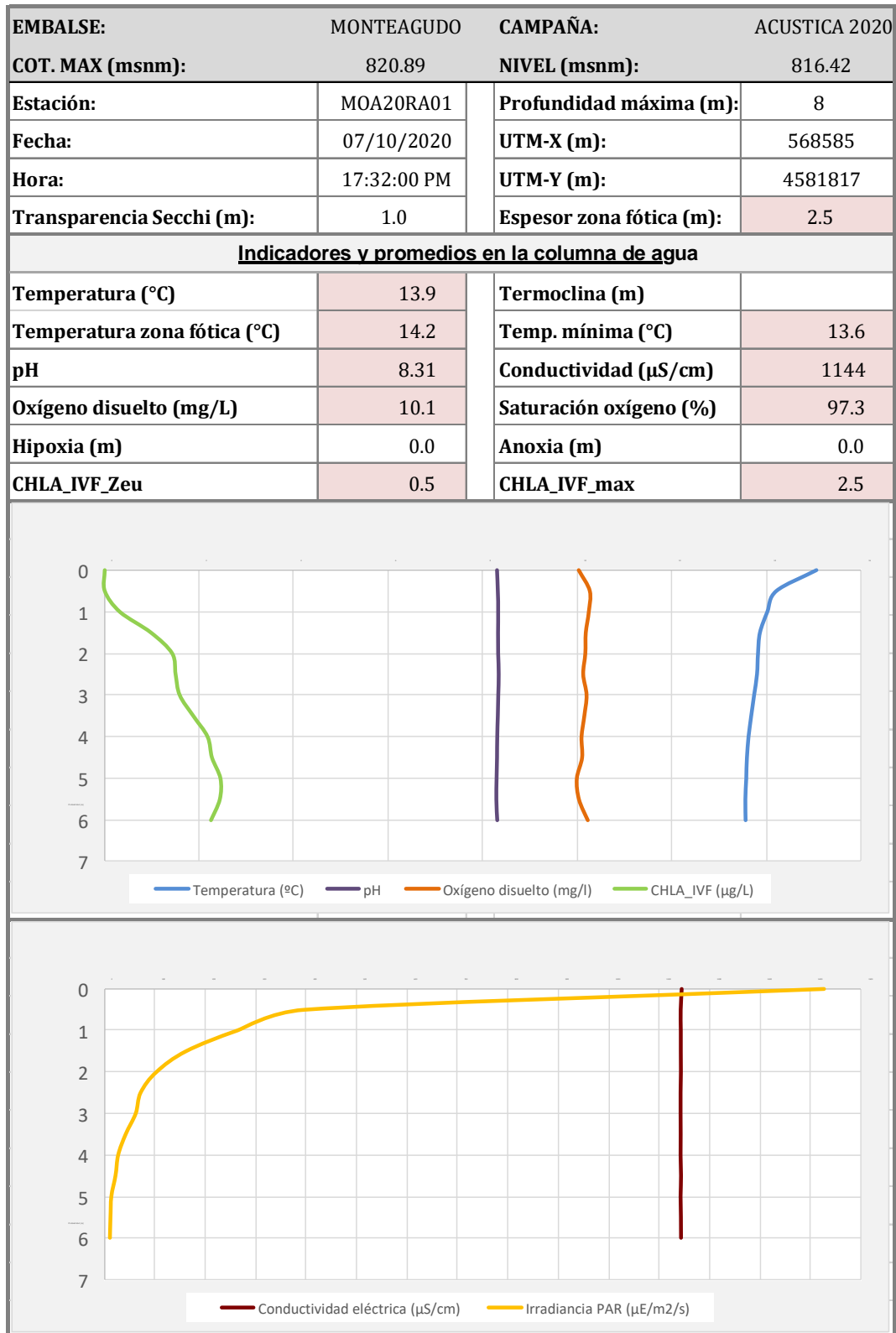


Figura 7. Perfiles físico-químicos realizados en el embalse de Monteagudo



Figura 8. Operario preparado para realización de perfil vertical mediante sonda multiparamétrica

2.5. POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO

Se trata de un embalse monomítico, calcáreo de zonas húmedas, perteneciente a ríos de la red principal, que permite su catalogación en el tipo E-T09, según el RD 817/2015, Anexo 2, Apartado C, del 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental (RDSE).

El embalse está incluido en la red de control de vigilancia y ha sido catalogado como oligotrófico y con potencial ecológico Moderado, según el Informe de Seguimiento de la Red de Control Biológico de Embalses del año 2018 (CHE, 2018).

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 9, 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.

Metodología de censo de peces

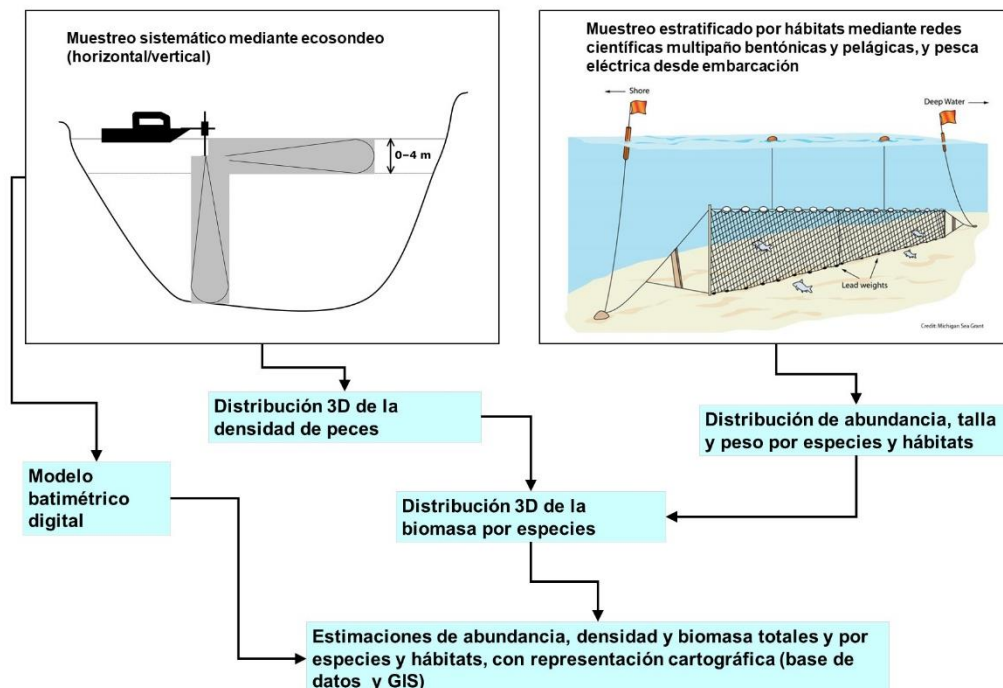


Figura 9. Esquema del método de censo de poblaciones ícticas en un embalse



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 planteado una distribución sistemática de las unidades de muestreo acústico, con una separación entre transectos de 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 en zonas someras, menos accesibles a un ecosondeo vertical.

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.

En 3 estaciones de muestreo, coincidentes con puntos de pesca directa, se han tomado muestras de agua para análisis de eDNA de trucha común y de anguila. En esos mismos puntos se han realizado perfiles verticales de parámetros físico-químicos y registros de transparencia del agua mediante disco de Secchi.

Los muestreos acústicos y de pesca directa se han realizado simultáneamente entre los días 7 y 8 de octubre de 2020.

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 dividido y frecuencia de 430 kHz, orientado horizontalmente, y un transductor digital de haz dividido y frecuencia de 200 kHz, orientado verticalmente. Estos sistemas ofrecen un rango dinámico muy superior a los analógicos. El transductor utilizado en orientación vertical

tiene un ángulo de apertura de 10° , 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.

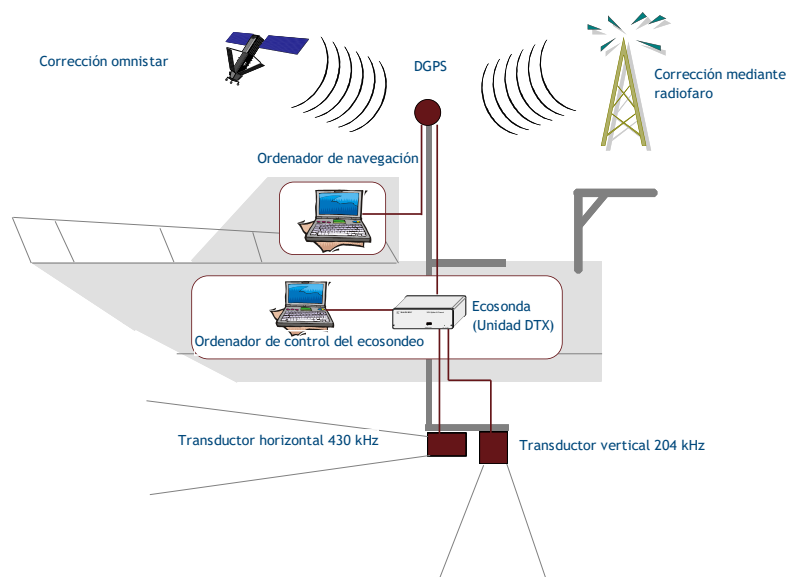


Figura 10. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico

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 detección de ecos (ecoconteo y recuento de rastros) y de eointegración. La técnica de detección de ecos permite, para cada ping (muestra) o rastro, catalogar cada señal como objetivo (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, y también a la insonificación horizontal, en la que variabilidad de la señal en función de la orientación del pez respecto al haz es alta y sigue patrones desconocidos en un sondeo móvil. Se aplica en todos los casos al estrato superficial, en el que el sondeo se realiza con orientación horizontal del haz, dado que la estimación de la talla acústica individual en este tipo de sondeo móvil presenta un alto grado de incertidumbre.

En este embalse se ha aplicado la técnica de ecoconteo para estimar la abundancia en los estratos profundos, sondeados con orientación vertical del haz acústico, dado que la densidad de peces y el ruido por otros factores (burbujas, etc) no son excesivos. Los ecos se compensan con la distancia al eje del haz.

Los datos acústicos brutos han sido corregidos mediante la función TVG (ganancia cronovariante) específica para ecoconteo ($40\text{Log}R$) y para eointegración ($20\text{Log}R$), 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 objetivo en el espacio tridimensional formado por el haz acústico.

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, en los ecogramas obtenidos mediante orientación vertical del haz 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 eointegración se ha utilizado la talla media de las capturas obtenidas en las pescas para obtener la intensidad de reverberación 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 12 paños agalleros de luz creciente, que va desde 5 hasta 55 mm, en una longitud total de 10 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 despliega, de tal manera que hay redes bentónicas (caladas al fondo), y mesopelágicas y epipelágicas, ubicadas ambas en la zona pelágica y caladas, respectivamente, a una profundidad intermedia y en superficie.

Tabla 2. Descripción de las redes de muestreo empleadas.

Código	Número de paños * Longitud (m)	Luz de malla (mm)	Longitud * Altura (m)	Esfuerzo respecto a estándar
12 * 1,5	12 * 2,5	5 - 55	30 * 1,5	1
12 * 6	11 * 2,5	6,25 - 55	27,5 * 6	3,66
16 * 1,5	16 * 2,5	5 - 135	40 * 1,5	1,33
16 * 6	15 * 2,5	6,25 - 135	37,5 * 6	5
4 * 1,5	4 * 10	70 - 135	40 * 1,5	1,33
4 * 6	4 * 10	70 - 135	40 * 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”. En este caso, el diseño muestral no responde a un carácter sistemático sino estratificado por sectores y hábitats.



Figura 11. Redes caladas en el embalse de Monteagudo

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 30 HP, 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 que se aplica es de 100 metros de orilla. Los muestreos de pesca eléctrica se realizan preferentemente en horas crepusculares.



Figura 12. Pesca eléctrica desde embarcación en el embalse de Monteagudo

3.4. INTERPOLACIÓN 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 cubcados 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.

Para cada estrato se ha realizado una interpolación espacial utilizando métodos geoestadísticos ajustados *ex profeso*, siguiendo las buenas prácticas en investigaciones de pesquerías.

Para ello en primer lugar se ha ajustado una curva al semivariograma (ver ejemplo en la Figura 13) y en base a ese modelo, se ha procedido al interpolado propiamente dicho mediante *kriging* ordinario. Con ello se obtiene una superficie continua de densidad o biomasa que permite, además de visualizar las zonas de mayor concentración de peces, realizar estimaciones poblacionales.

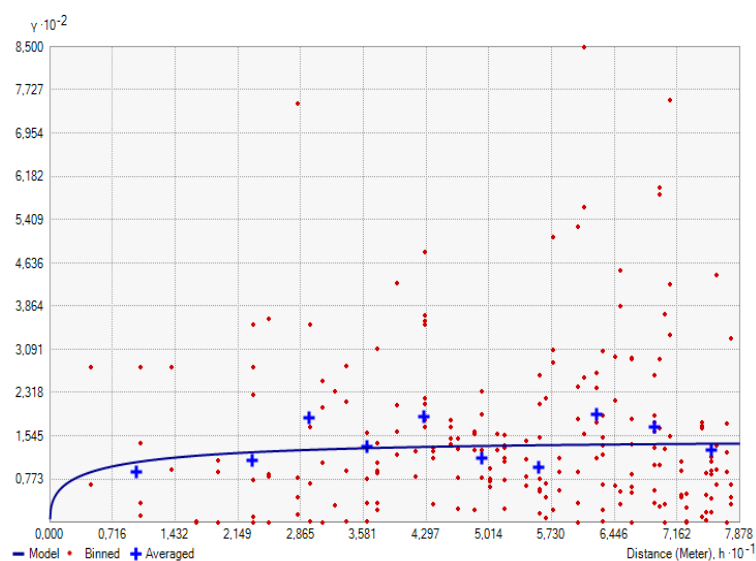


Figura 13. Ejemplo de ajuste de curva al semivariograma para el interpolado espacial



El interpolado se realiza independientemente para cada estrato considerado, que se han nombrado utilizando la siguiente nomenclatura internacional:

- Upper Open Water (UOW): Estrato superior
- Middle Open Water (MOW): Estrato intermedio
- 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” (Expte.: 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 con datos de ámbitos geográficos más amplios.

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.

Mediante regresión logística (*stepwise*) se seleccionaron cinco métricas que combinadas generan 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

3.6. DETECCIÓN DE TRUCHA COMÚN Y ANGUILA EUROPEA MEDIANTE GENÉTICA AMBIENTAL

3.6.1. Muestreo de ADN ambiental (eDNA)

Para la detección de trucha común (*Salmo trutta*) y de anguila (*Anguilla anguilla*) se tomaron muestras de 1L de agua en 3 puntos del embalse a 3 niveles de profundidad en cada punto: superficial, bentónico y pelágico (4-28 m de profundidad). La ubicación de los puntos de muestreo se facilita en el apartado 3.7.



Todas las muestras se tomaron justo antes de los muestreos directos realizados para este estudio. Inmediatamente fueron refrigeradas a bordo y congeladas al llegar a tierra para ser almacenadas hasta su procesado.

3.6.2. Obtención de ADN ambiental de trucha común y de anguila en muestras de agua

Para aislar el ADN presente en el agua del embalse se filtraron las muestras con bombas de presión negativa y filtros de 0,2 micras de poro, en condiciones de esterilidad y bajo estrictos controles para evitar posibles contaminaciones de las muestras. Así pues, las muestras se filtraron en un laboratorio aislado y todos los materiales que no fueran desechables se esterilizaron entre cada una de las muestras.

La extracción de ADN se realizó en cabina de flujo laminar con luz ultravioleta (UV), empleando el kit para muestras de agua “*DNeasy Power Water Kit*” de Qiagen. Una vez aislado el ADN de las muestras ambientales, las extracciones se conservaron congeladas (-20°C) hasta su posterior análisis.

Antes de proceder con los análisis específicos de detección de trucha común y de anguila, fue preciso confirmar la calidad e integridad de las muestras. Para ello, el ADN ambiental aislado se amplificó con un marcador genético universal del gen ribosomal 18s. Esto permite confirmar la presencia de ADN en las muestras, ya que este marcador amplifica multitud de organismos, y también descartar la presencia de inhibidores de la amplificación por PCR comunes en las muestras ambientales.

La detección del marcador universal del gen ribosomal se realizó en un termociclador de PCR convencional modelo Verity Blue (Life Technologies, Inc., Applied Biosystems, Carlsbad, CA, USA). Las detecciones tanto de trucha común como de anguila europea se realizaron en un termociclador 7,900 HT Fast Real- Time PCR System (Life Technologies, Inc., Applied Biosystems, Carlsbad, CA, USA). Todas las amplificaciones se replicaron en el laboratorio, repitiendo los análisis en ocasiones diferentes, correspondientes a días distintos, para asegurar la consistencia y fiabilidad de los datos.

3.6.3. Detección específica de trucha común

Para la detección de trucha común se utilizó un marcador específico y una sonda *TaqMan MGB* (Gustavson et al., 2015, siguiendo las recomendaciones de Fernández et al 2018). El marcador específico de *Salmo trutta* se une y amplifica únicamente al ADN de trucha común,



no de otros organismos ni de otras especies de trucha. Si en la muestra ambiental no hay ADN de *Salmo trutta*, no habrá amplificación, ni por tanto señal, ya que la sonda no emitirá fluorescencia. Cuando se produce amplificación, porque hay coincidencia del código de los cebadores (o *primers*) con el del ADN de la muestra, se libera un extremo de la sonda, que pasa a emitir fluorescencia. Con ello es posible detectar, mediante la lectura de fluorescencia, la presencia de la especie y adicionalmente, mediante cálculos, la cantidad de ADN de trucha presente en la muestra.

3.6.4. Detección específica de anguila europea

Para la detección de anguila europea se utilizó un marcador específico de desarrollo propio y validado por Ecohydros tanto *in vitro* como *in situ*. El marcador específico de *Anguilla anguilla* funciona igual que el previamente descrito para *Salmo trutta*; se une y amplifica únicamente el ADN de anguila, pero no al de otros organismos.

3.6.5. Estimaciones de biomasa

La metodología de PCR cuantitativa (qPCR) permite estimar la cantidad de ADN en la muestra analizada, a través de cálculos derivados del número de moléculas y de su composición molecular.

Se calculó una recta patrón de diluciones seriadas con amplicones del fragmento especie-específico del marcador utilizado para la detección de trucha y el mismo proceso se realizó para la anguila. Estos fragmentos se obtienen mediante PCR convencional de una muestra certificada de trucha común o anguila, dependiendo del caso. Para poder obtener dicha recta patrón, se cuantificó mediante fluorometría la concentración de amplicones utilizada, pudiendo así calcular posteriormente la concentración de las muestras que corten la recta patrón. La cantidad de ADN se transforma a moléculas por mL gracias a que conocemos la composición molecular de la secuencia del amplicón correspondiente.

Todos los ensayos realizados con los amplicones y con tejido de trucha y anguila se realizaron por separado, en un laboratorio diferente, aislados de las muestras ambientales, para evitar cualquier posible contaminación cruzada.



3.7. UBICACIÓN DE LOS DIFERENTES PUNTOS DE MUESTREO EN EL EMBALSE

En la siguiente figura se representa la ubicación de las redes agalleras de diferente tipo utilizadas en el muestreo directo de peces, así como los recorridos de pesca eléctrica y los puntos de registro físico-químico y de muestreo de eDNA.

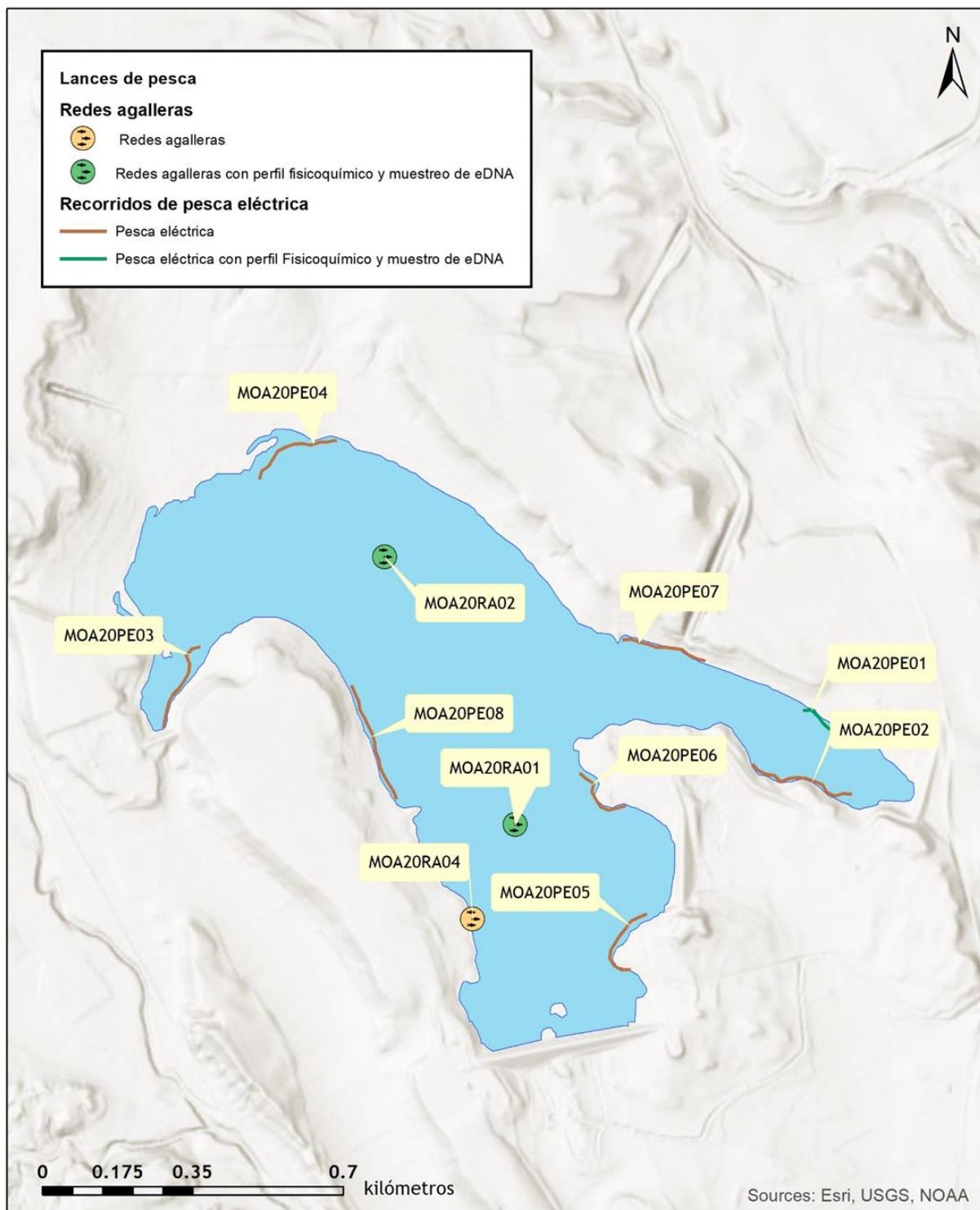


Figura 14. Ubicación de las estaciones de muestreo directo de diferente tipo en el embalse de Monteagudo



4. RESULTADOS

4.1. SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES

Los recorridos móviles de ecosondeo han cubierto una longitud total de 12 km (con dos transductores), lo que supone un valor del índice de cobertura (Da) de 17. Los recorridos completos sobre el mapa batimétrico se presentan en la Figura 15.

Obsérvese que los recorridos realizados se circunscriben al contorno del agua (azul) establecido a partir del análisis de imágenes de satélite en fechas cercanas al muestreo, como ya se ha expuesto anteriormente.

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 (“*tracks*”) de peces.

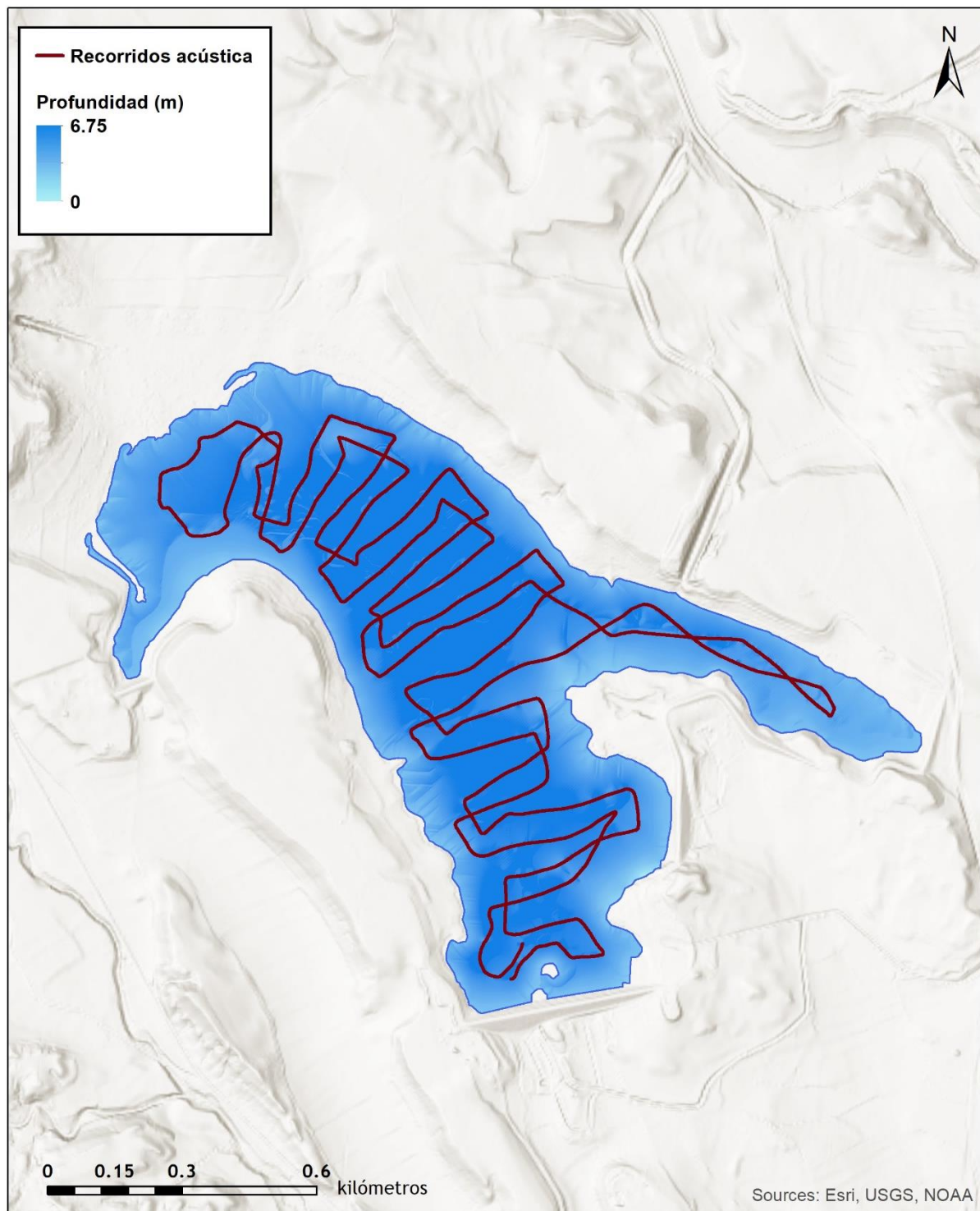


Figura 15. Recorridos del sondeo hidroacústico en el embalse de Monteagudo

En la Figura 16 se muestra un ejemplo de ecograma durante el muestreo acústico en el embalse de Monteagudo realizado con haz horizontal y asociado a una distancia de la embarcación de 30 metros. La orilla, en amarillo, está a una distancia de 22 metros. Es un ecograma con algo de ruido producido por materia orgánica en suspensión y/o fitoplancton, no se aprecia ruido de burbujas. Se observan señales muy nítidas correspondientes a una distancia de 7-10 metros, con intensidades altas debido al tamaño de los peces, en este caso carpas adultas y que nadan juntas.

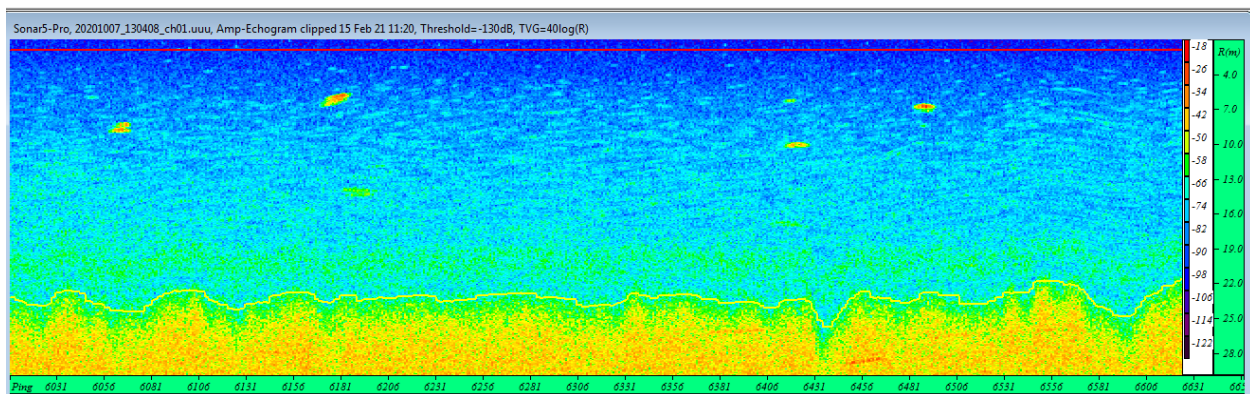


Figura 16. Ejemplo de un ecograma obtenido con el haz horizontal en el embalse de Monteagudo

En la Tabla 5 se ofrecen los estadísticos descriptivos por estratos, tanto para el ecosondeo horizontal como para el vertical. La densidad se ha expresado en individuos por decámetro cúbico ($1 \text{ dam}^3 = 1.000 \text{ m}^3$).

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

Embalse	Sector	Estrato	Densidad media (ind/1000m ³)	Densidad máxima (ind/1000m ³)	Número de casos	Número de casos con valor 0	Desviación típica
MOA20	1	1	7,13	189	234	13	23,94
MOA20		2	0,00	0	36	36	0,00

Estos valores medios se han ponderado con el volumen de cada estrato y sector (Tabla 1), para obtener una densidad total del embalse de $6,65 \pm 2,22 \text{ ind/dam}^3$. Se trata de un valor intermedio - alto, propio de sistemas productivos. La distribución espacial de la densidad de peces se presenta interpolada en la lámina 1 (ANEXO 4) para el estrato superior.



En las figuras siguientes 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 ha empleado el método de *Jenks "Natural breaks optimization"* para establecer los valores de corte de los datos de densidad. Es un método de agrupamiento de datos diseñado para determinar la mejor disposición de valores en diferentes clases. El método busca reducir la varianza dentro de las clases y maximizar la varianza entre las clases. Por ello, las clases de valores obtenidas pueden ser diferentes para cada grupo de casos (estratos).

Se aprecia que los peces se distribuyen en el estrato superior (UOW) donde se puede observar una distribución relativamente homogénea a lo largo del cuerpo principal del embalse. En el estrato inferior (de menor superficie) no se han detectado señales de peces. No obstante, los valores más altos de densidad se asocian a zonas cercanas a las orillas y en la cola del embalse (Figura 17).

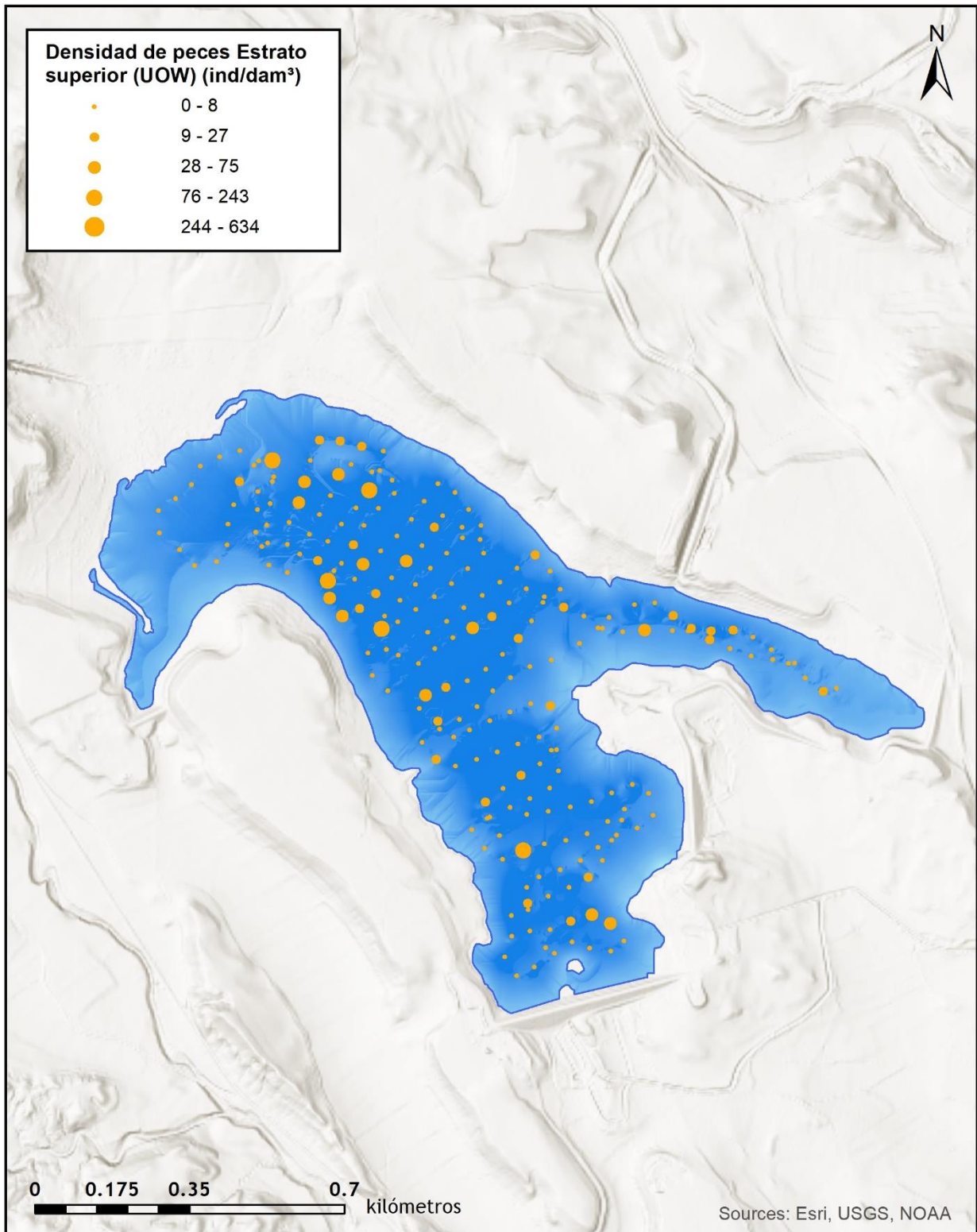


Figura 17. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

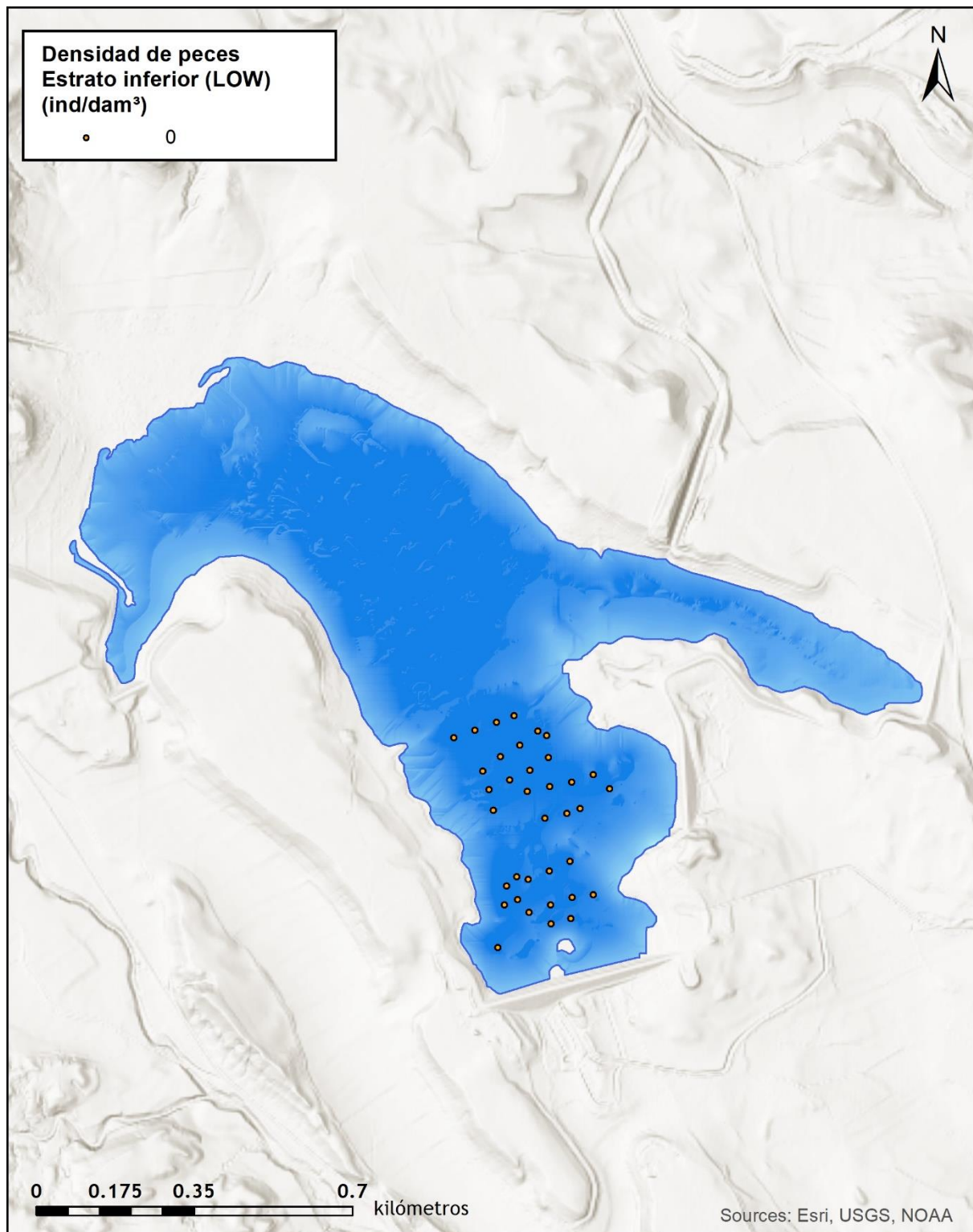


Figura 18. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato inferior (LOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

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 el embalse de Monteagudo, 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 considerados, en la que los embalses de Moneva y Ribarroja constituyen extremos, muy separados del resto por el lado superior de la distribución.

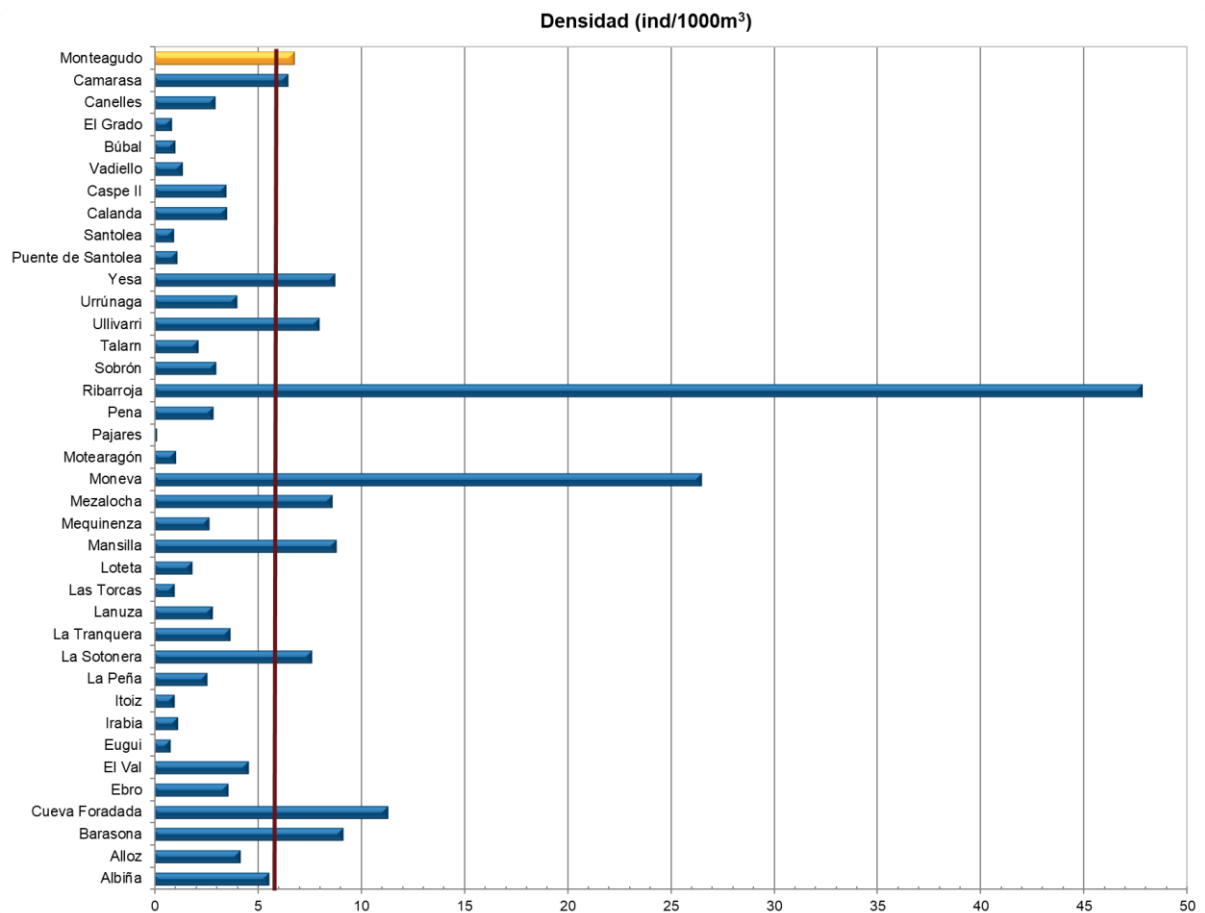


Figura 19. Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro

El valor de densidad obtenido para el embalse de Monteagudo supera los valores medios entre el conjunto de embalses estudiados en la cuenca del Ebro, y se puede considerar medio/alto en el contexto de la demarcación hidrográfica del Ebro.

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.

4.2.1. Especies presentes en el embalse

Solamente se han detectado dos especies en los muestreos de diferente tipo realizados en el embalse de Monteagudo: Carpa común (y su variedad “espejo”) y black-bass o perca americana. Ambas especies son exóticas e invasoras, aunque la carpa común se trata también como especie “naturalizada” en España.

Tabla 6. Especies presentes en el embalse

Nombre común	Nombre científico	Autóctono/alóctono
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Alóctono
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	Alóctono
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	Alóctono

Es destacable la completa ausencia de especies autóctonas en este embalse.

4.2.2. Composición y distribución de especies

Capturas con redes

El total de capturas con redes agalleras fue de 4 peces, con un peso total de 3,55 kg, lo que supone 2 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 0,65 kg de biomasa por unidad de esfuerzo. Se emplearon un total de 2 redes en 15 horas de pesca (4,17 unidades de esfuerzo). En la Figura 14 se representa la ubicación de las redes de muestreo y los recorridos de pesca eléctrica.

En la Tabla 7 y en la Figura 20 se facilitan los resultados obtenidos de las redes para cada uno de los estratos del embalse y agregados por especies. Se capturaron con este tipo de método únicamente 4 ejemplares de las dos especies diferentes detectadas en el embalse.

Los términos empleados para describir la asociación de peces del embalse se describen en el Glosario al final del documento.

Tabla 7. Resultados de las pescas con red por especies

	Capturas	CPUE (ind/ud. esf.)	CPUE (%)	Biomasa (g)	BPUE (g/ud. esf.)	BPUE (%)	Longitud furcal media (mm)	Peso medio (g)
<i>Cyprinus carpio</i>	2	0.8	38	3 525	630	97	442	1 763
<i>Cyprinus carpio specularis</i>	1	0.6	31	14	9	1	94	14
<i>Micropterus salmoides</i>	1	0.6	31	14	8	1	95	14
Total	4	2	100	3 553	647	100	268	888

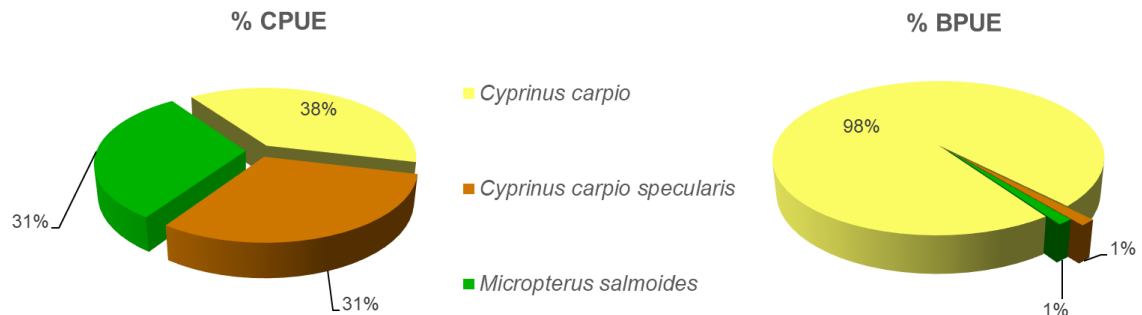


Figura 20. Composición de la asociación obtenida mediante redes

Se observa que la asociación está dominada por la carpa común, 66 % (69 % si sumamos la variedad *specularis*) en términos de abundancia, y el *black-bass* (*Micropterus salmoides*) representa el 31 %. En términos de biomasa la contribución de la carpa (*Cyprinus carpio* y *Cyprinus carpio specularis*) es muy superior y alcanza el 98 %.

En la Figura 21 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.

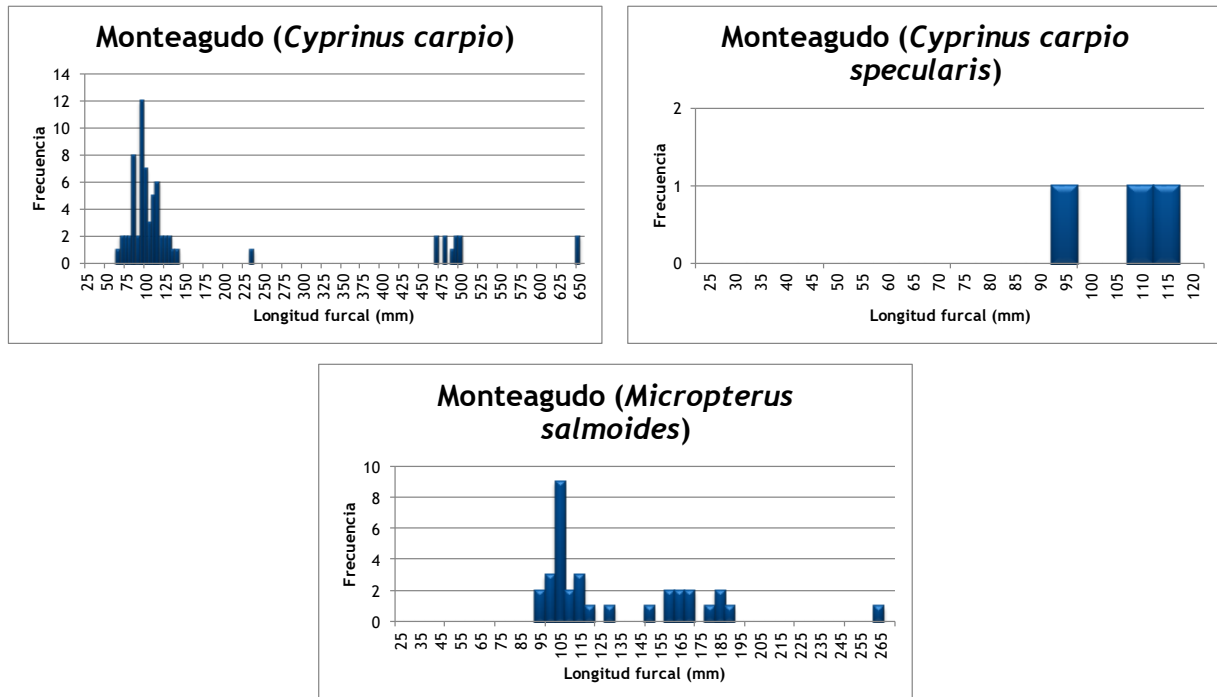


Figura 21. Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm

Se observa que las especies alóctonas han desplazado completamente a las autóctonas en el embalse de Monteagudo.

La carpa común, presenta ejemplares adultos de gran tamaño y abundancia de alevines que reflejan una cierta estabilidad poblacional. El *black bass* aparentemente muestra una población en fase de colonización, con ejemplares de hasta 3 años de edad estimada.

Resultados de la pesca eléctrica

El rendimiento de la pesca eléctrica fue de muy superior al de las redes, con una captura total de 102 peces que sumaron 22 kg de peso fresco total, lo que supone 0,5 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 102 kg de BPUE. Se realizaron un total de ocho transectos que cubrieron 1720 m de orilla, un esfuerzo comparativamente mayor de lo habitual como consecuencia de las características de este embalse (aguas someras y vegetación acuática), que lo hacen más efectivo que el muestreo con red agallera, como se ha podido comprobar.

La ubicación de los transectos de muestreo de electropesca se puede observar en el mapa de la Figura 14, donde se presenta además la ubicación de las redes.

En la tabla siguiente se facilitan los resultados obtenidos, agregados por especies. Con esta técnica no se obtuvo ningún ejemplar de la variedad espejo de carpa común.

Tabla 8. Resultados de la pesca eléctrica por especies

	Capturas	CPUE (ind/ud. esf.)	% CPUE	Biomasa (g)	BPUE (g/ud. esf.)	% BPUE	Longitud furcal media (mm)	Peso medio (g)
<i>Cyprinus carpio</i>	68	0,31	67	20.517	95,2	93	158	302
<i>Cyprinus carpio specularis</i>	2	0,01	0	52	0,2	0	110	26
<i>Micropterus salmoides</i>	32	0,15	32	1.467	7,3	7	132	46
Total	102	0,47	99	22.035	102	100	149	216

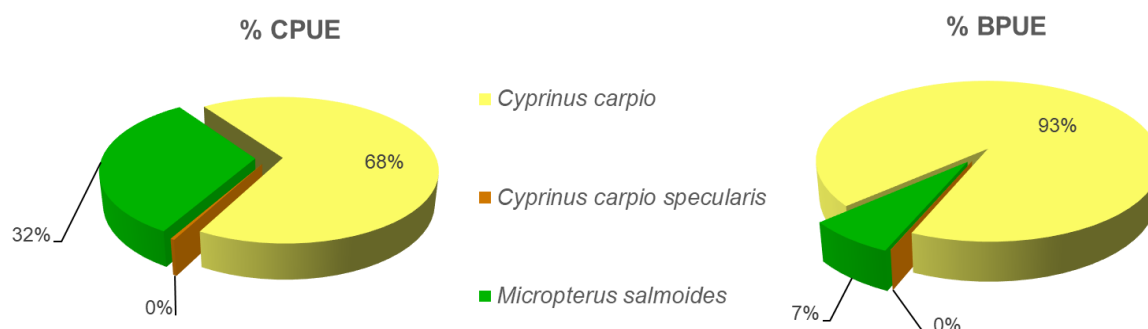


Figura 22. Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica

La proporción de carpas y black-bass es similar a la que se obtuvo en las pescas con redes, pero la biomasa relativa de esta segunda especie es superior, pasando del 1 al 7 %. Esto se debe tanto a que el tamaño del black-bass es superior como al hecho de que la talla media de las carpas es inferior. Otra diferencia es que la variedad espejo de carpa común es muy escasa en estas zonas más someras y tendidas en las que se aplica la electropesca.

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 9 se presentan los resultados del análisis de biomasa por celdas.

Tabla 9. Biomasa de peces por estratos (g/m²) estimada mediante acústica

Embalse	Sector	Estrato	Biomasa media (g/m ²)	Biomasa máxima (g/m ²)	Número de casos	Número de casos con valor 0	Desviación típica
MOA20	1	1	8,75	232	234	12	29,37
MOA20		2	0,00	0	36	36	0,00

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 una biomasa media de $8,75 \pm 2,92$ g/m², o lo que es lo mismo 87,81 kg/ha. Se trata de un valor alto de biomasa, que se explica por la dominancia de la carpa común.

La distribución espacial de la biomasa de peces en el estrato superior, obtenida por interpolación, se presenta en la lámina 2 (ANEXO 4).

En los mapas de las figuras que se muestran a continuación 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. Al igual que en el caso de la densidad, se ha empleado el método de Jenks “*Natural breaks optimization*” para establecer los valores de corte de los datos de biomasa.

En general, los valores de biomasa de peces en del embalse de Monteagudo son altos y se concentran en el estrato superior (UOW). En el estrato inferior la biomasa es nula.

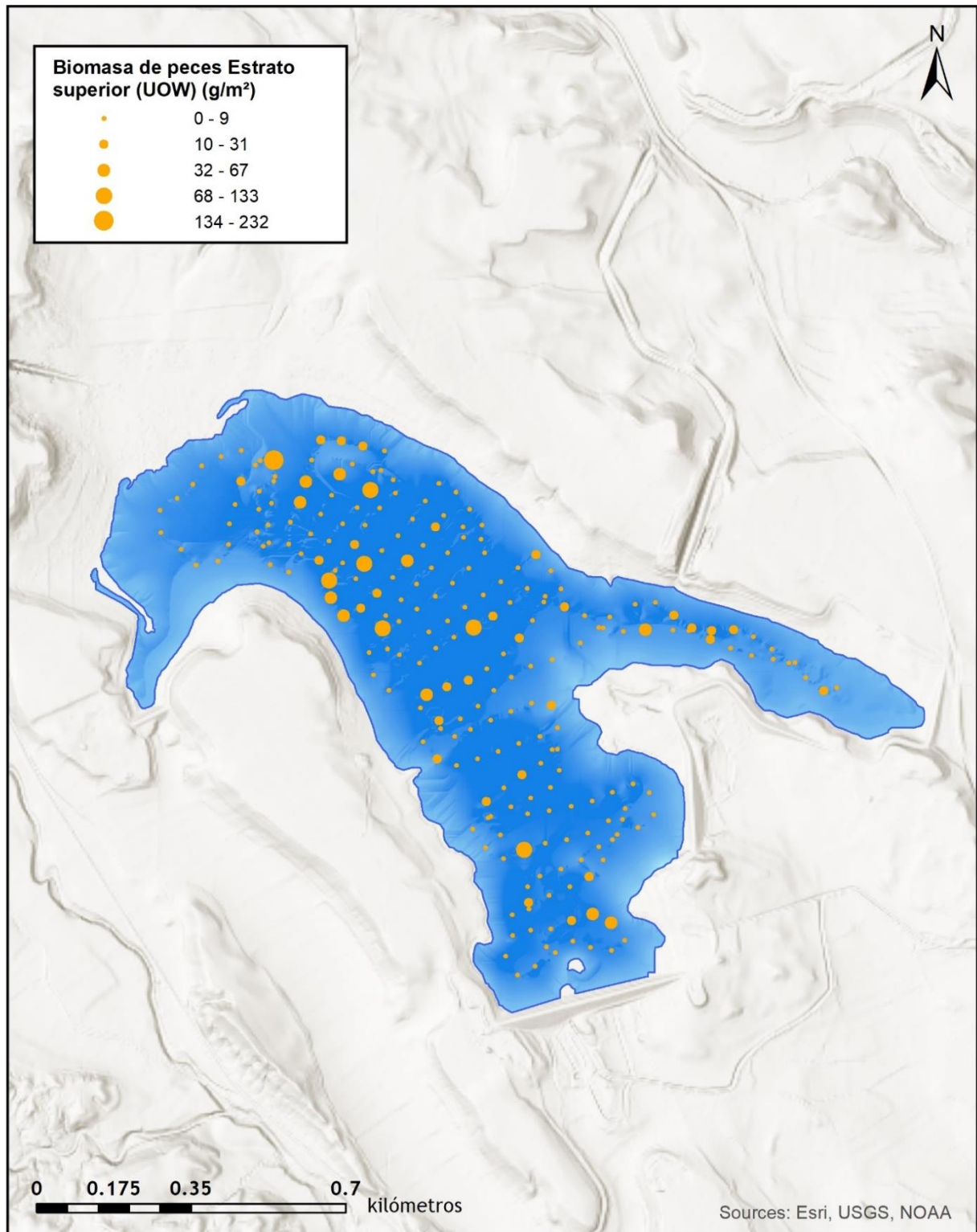


Figura 23. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

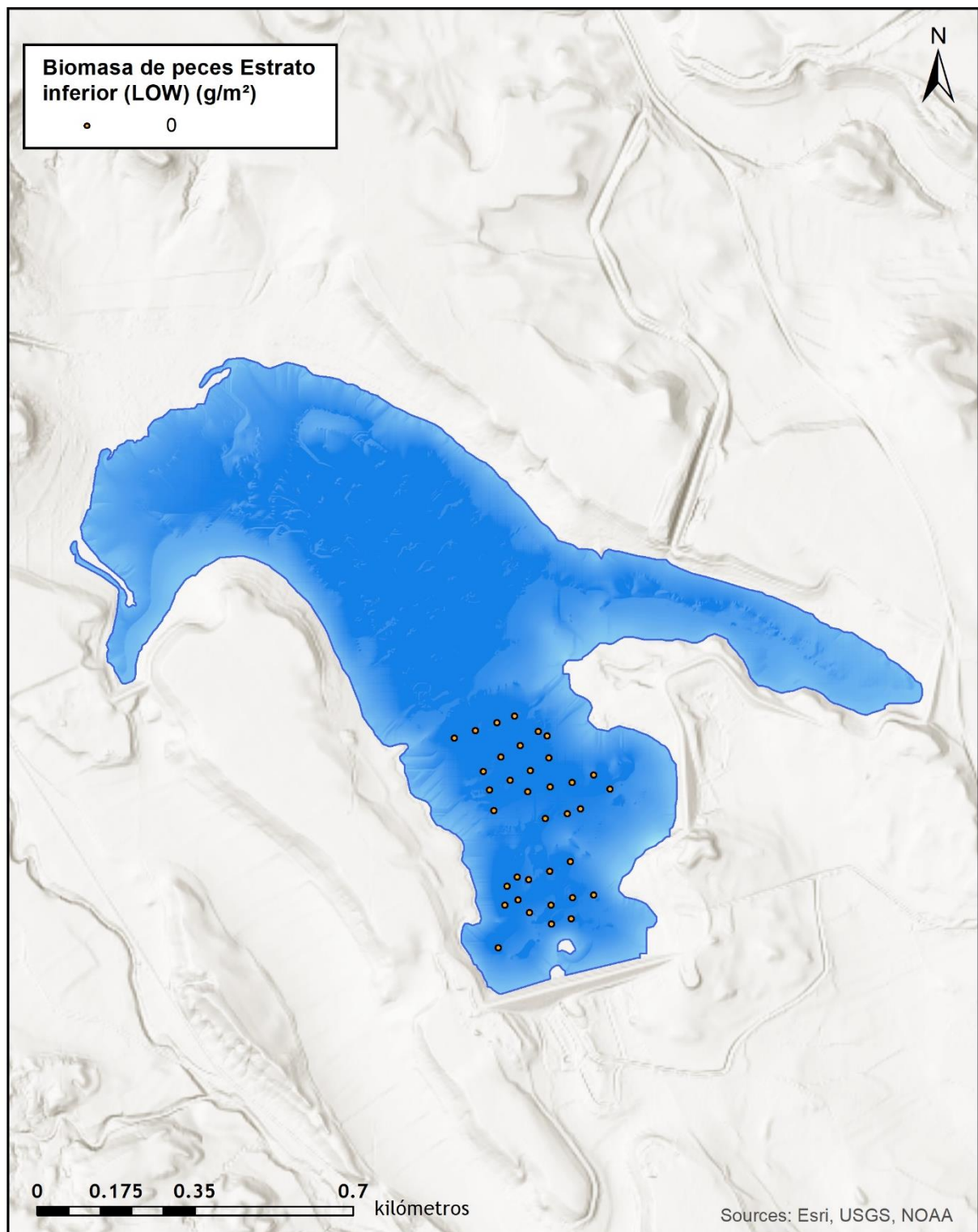


Figura 24. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato inferior (LOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

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 el embalse de Monteagudo, en comparación con otros embalses de la cuenca del Ebro cuyas poblaciones de peces se han evaluado con técnicas hidroacústicas y se dispone de datos cuantitativos de densidad y biomasa. La línea roja representa el valor promedio de los embalses considerados. Como puede apreciarse, la biomasa del embalse de Monteagudo es alta en el contexto de los embalses estudiados en la cuenca del Ebro.

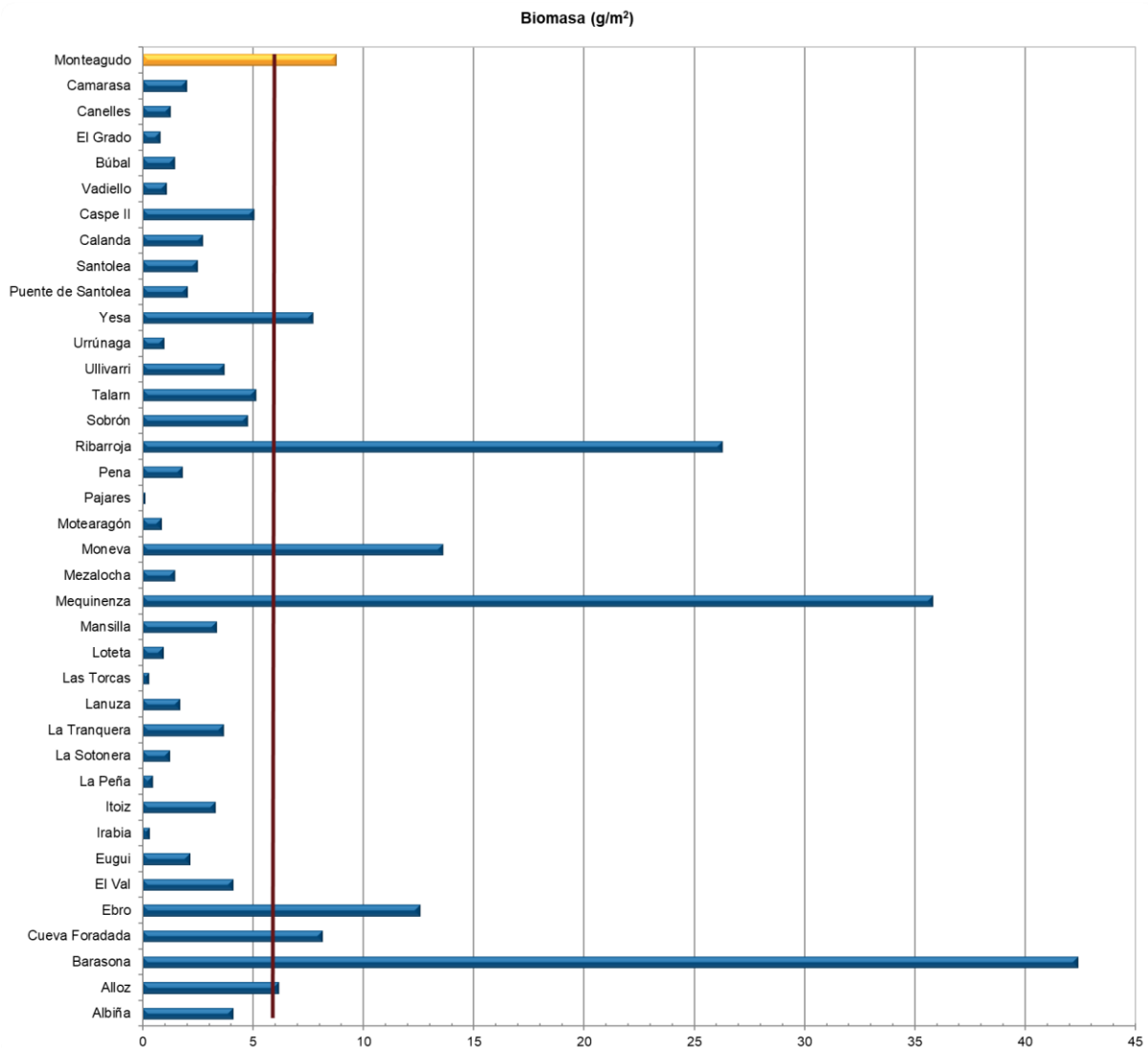


Figura 25. Comparación de la biomasa con otros embalses de la cuenca del Ebro

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 la Tabla 10 se ha 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 biomasa (g/m^2) por especie

	Densidad media (ind/dam^3)	% Abundancia	Biomasa media (g/m^2)	% Biomasa	Abundancia Total (ind)	Peso total (kg)
<i>Cyprinus carpio</i>	4,39	66 %	8,22	94 %	18.665	7 672
<i>Cyprinus carpio specularis</i>	0,19	3 %	0,02	0 %	800	21
<i>Micropterus salmoides</i>	2,07	31 %	0,51	6 %	8 799	472
Total	6,65	100 %	8,75	100 %	28.263	8 166
Intervalo de Confianza (I.C)	2,22	–	0,64	–	9 429	2 724

En este cuadro se resumen las observaciones ya expuestas 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 28.263 ± 9.429 peces con una biomasa de $8,17 \pm 2,72$ toneladas. Estos valores absolutos deben usarse con cautela. Es 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 una de las posibles aplicaciones de estos trabajos.

4.5. MUESTREOS INDIRECTOS: ADN AMBIENTAL

4.5.1. Muestras ambientales de agua

El proceso de filtración de las muestras de agua, así como el de la extracción del ADN ambiental se llevó a cabo sin incidencias.

Todas las muestras ambientales del agua del embalse de Monteagudo pasaron los controles de calidad, amplificando con éxito el marcador universal. Es decir, confirmando la existencia de ADN ambiental en las muestras y la ausencia de inhibidores de la PCR.

4.5.2. Detección de trucha común mediante qPCR y estimaciones de biomasa.

Tras los análisis, ninguna muestra de ADN ambiental del agua del embalse de Monteagudo resultó positiva en ADN de trucha común. Solamente la réplica bentónica del punto de muestreo RA3 (MON20_RA03M) resultó positiva pero exclusivamente en una de las réplicas de laboratorio, por lo que dado que ninguna otra réplica (ni de campo ni de laboratorio) resultó positiva, dicho resultado se debe descartar como un falso positivo y por tanto no se ha detectado ADN de trucha común en el embalse.

Se obtuvieron dos rectas patrón con un alto grado de ajuste ($R^2_A=0,991$ y $R^2_B=0,990$). Ambas rectas patrón corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas independientemente para confirmar los resultados obtenidos en los análisis realizados.

Tabla 11. Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de trucha común

	Recta patrón A	Recta patrón B
Pendiente	-3,525	-3,867
Intercepto	-1,339	-2,889
R ²	0,991	0,990

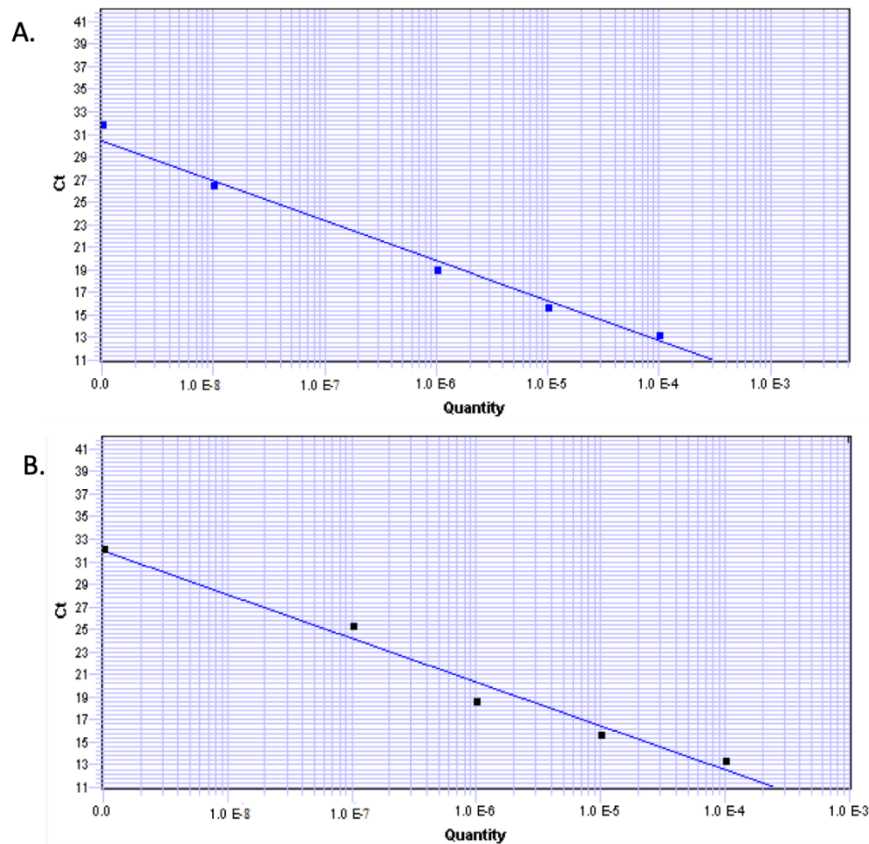


Figura 26. Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Ct) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas

La metodología empleada en estos análisis ha permitido optimizar la detección de trucha en muestras de agua con un límite de detección extremadamente sensible, correspondiente a una concentración mínima de ADN detectada de 0,05 fg/L o 99 moléculas de ADN de trucha común por litro analizado.

A pesar de haber utilizado un método específico de alta resolución basado en la detección genética mediante ADN ambiental, no se ha podido detectar la presencia de trucha común en el embalse de Monteagudo, confirmando en este caso los resultados obtenidos en los muestreos directos. Esto implica que, con muy alta probabilidad, la trucha común no habita esta masa de agua.



4.5.3. *Detección de anguila europea mediante qPCR y estimaciones de biomasa.*

Tras los análisis, ninguna muestra de ADN ambiental resultó positiva en ADN ambiental de anguila europea en el agua del embalse de Monteagudo.

Se obtuvieron dos rectas patrón con un alto grado de ajuste ($R^2=0,999$, en ambos casos), correspondientes a las réplicas de laboratorio independientes de los análisis realizados para confirmar los resultados obtenidos.

Tabla 12. Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de anguila europea

	Recta patrón A	Recta patrón B
Pendiente	-3,600	-3,582
Intercepto	-7,999	-7,532
R^2	0,999	0,999

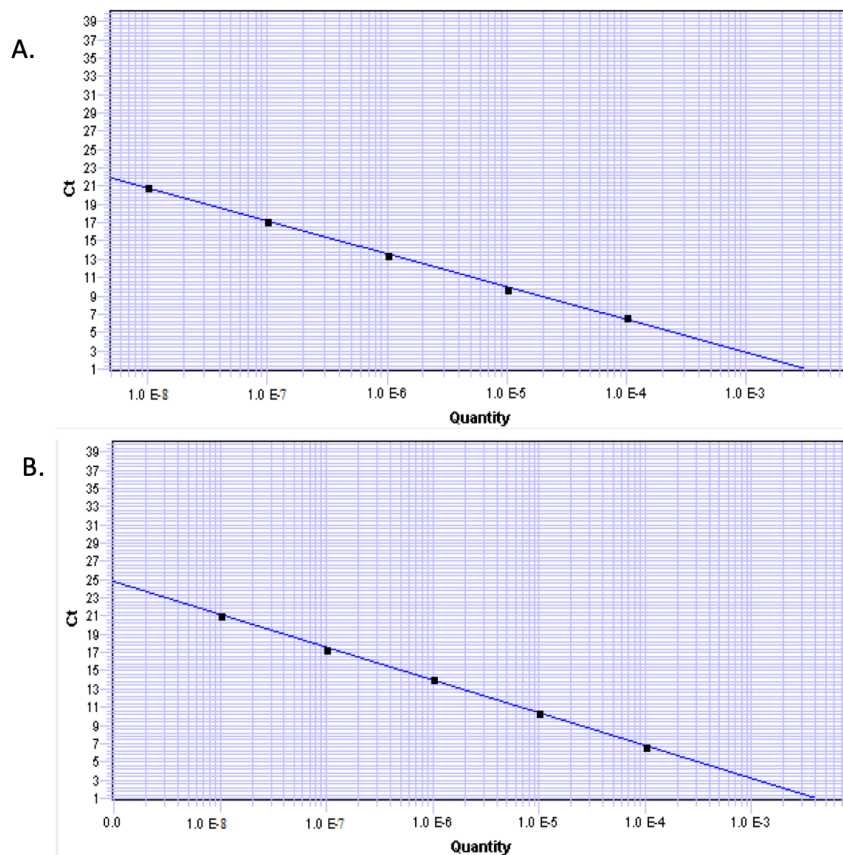


Figura 27. Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Cf) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas

La metodología empleada en estos análisis ha permitido optimizar la detección de anguila europea en muestras de agua con un límite de detección extremadamente sensible, correspondiente a una concentración mínima de ADN detectada de 10^{-2} fg/L o 50 moléculas de ADN de anguila europea por litro de muestra analizado.

A pesar de haber utilizado un método específico de alta resolución basado en la detección genética mediante ADN ambiental, no se ha podido detectar la presencia de anguila en el embalse de Monteagudo, confirmando en este caso los resultados obtenidos en los muestreos directos. Esto implica que, con alta probabilidad, la anguila no habita esta masa de agua.



5. APROXIMACIÓN AL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE BASADO EN PECES

Aunque este método de muestreo se ha aplicado en una reducida población de embalses de la Península Ibérica, los resultados ofrecen una buena idea del tipo de información que se obtiene, y de las mayores 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 biocenosis de peces que se ofrece más adelante de forma tentativa, se destacan las siguientes características, que podrían contribuir a una evaluación definitiva del potencial ecológico en el embalse de Monteagudo:

- Densidad y biomasa media-altas, propias de sistemas productivos.
- Dominio en densidad y biomasa de las especies alóctonas. En términos de densidad, la asociación está claramente dominada por la carpa que representa el 66 % (69 % si sumamos la variedad *specularis*). En términos de biomasa la carpa también es la especie con mayor importancia con un 94 %.
- No se han detectado en los muestreos especies autóctonas.



Como se ha apuntado en el apartado de metodología, se ha aplicado el QFBI (*Quantitative Fish Biotic Index*) en una versión todavía experimental, pero que de forma tentativa ofrece una primera idea del potencial ecológico basado en los peces.

El potencial ecológico del embalse es Deficiente según esta metodología. En la Tabla 13 se presentan los resultados de las diferentes métricas, así como del QFBI, obtenidos para el embalse de Monteagudo:

Tabla 13. Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de Monteagudo

Métrica	MOA20
LOG_BIO	4,94
LOG_BIO_native	0,00
LOG_%_BIO_PISC_Exotic	0,02
LOG_BIO_PISC_Exotic	3,70
LOG_BIO_ciprin_native	0,00
QFBI	3,52
Potencial	Deficiente

Se considera que existe una alteración profunda de la asociación de peces del embalse, debido a la dominancia (exclusiva) de especies exóticas invasoras en todos los niveles tróficos y a la consecuente regresión o extinción de las especies autóctonas (barbo, madrilla y trucha común).



6. CONCLUSIONES

La posibilidad de censar cuantitativamente las asociaciones de peces de los embalses ofrece evidentes ventajas sobre las técnicas más cualitativas, puesto que permiten responder a los requisitos de la DMA en este indicador, pero también completar el conocimiento limnológico, la incidencia potencial de los peces en el estado del ecosistema y orientar medidas de gestión de la pesca y de manejo de poblaciones.

Las dos especies detectadas en los muestreos realizados en el embalse de Monteagudo son alóctonas: *black bass* (*Micropterus salmoides*) y carpa común (*Cyprinus carpio*). En el caso de la trucha y anguila, la prospección mediante la técnica de mayor sensibilidad conocida, eDNA, ha ofrecido resultados negativos (ausencia).

La asociación de peces está dominada en densidad por la carpa común, que representa el 66% de la abundancia, y le sigue el *black bass* (31 %). En términos de biomasa, destaca por mucho la carpa común con un 94 %, seguido por el *black bass* (6 %).

La asociación de las zonas litorales está totalmente dominada por la carpa, en términos de densidad y de biomasa.

La densidad media de peces, a partir de la interpolación en celdas de 50 m, es de $6,65 \pm 2,22$ ind/dam³, que corresponde a un valor de densidad medio/alto característico de embalses productivos. La biomasa de peces obtenida en el embalse es de $8,75 \pm 2,92$ g/m², o lo que es lo mismo 19,6 kg/ha, que representa un valor medio/alto de biomasa.

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, que tiene un carácter experimental, con el que se obtendría en el embalse de Monteagudo un potencial ecológico “Deficiente” según el indicador peces.

Aunque en el aspecto de la calidad de las aguas el embalse mantiene buenas condiciones, la fauna de peces constituye una asociación completamente artificial, compuesta enteramente por especies exóticas invasoras, con el consiguiente déficit ambiental que esto implica en términos de biodiversidad.



El embalse de Monteagudo no presenta un alto grado de eutrofización, pero sus características morfológicas, con una alta relación superficie/volumen y estabilidad de la lámina de agua, hacen que sea un sistema de alta productividad para los peces. La colonización por la carpa común no hace sino retroalimentar positivamente esa productividad, lo que deviene en una mayor turbidez y estado trófico de sus aguas, que actúa a su vez en detrimento de la vegetación acuática sumergida.

Se desprende de estos resultados que la reducción de las poblaciones de carpa favorecería la mejora de la transparencia del agua y del potencial ecológico de la masa de agua. Esta reducción se puede conseguir mediante campañas de despesque masivo con técnicas de electropesca y celebración de torneos de pesca deportiva. No sería necesario además que estas acciones fueran selectivas, puesto que interesa también actuar contra la otra especie presente, *black-bass*, incluida en el catálogo de especies exóticas invasoras.

Por otro lado, se recomienda chequear la presencia del siluro con técnicas de alta sensibilidad (eDNA), porque el hecho de que no se haya capturado en los muestreos directos no garantiza su ausencia en la masa de agua, y una detección temprana de las invasiones siempre es muy recomendable, considerando además que su introducción aumentaría el riesgo de colonización por mejillón cebra, especie para la que también se recomienda su chequeo mediante análisis de eDNA. Esto se puede hacer sobre las muestras que se tomaron durante este trabajo.



7. GLOSARIO Y ACRÓNIMOS

% BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo expresada en porcentaje.

% CPUE: Capturas por unidad de esfuerzo expresado como porcentaje.

ADN ambiental (eDNA): es el material genético presente en el medio, en este caso, en el agua, procedente de los organismos que transmiten este material genético meramente por su interacción con el medio. Por ejemplo, procedente de excreciones, gametos, mucus, escamas, etc.

Amplicón: fragmento del genoma amplificado mediante reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Este fragmento puede variar en tamaño, dependiendo del marcador genético utilizado. Su composición en número de pares de bases y secuencia son conocidas.

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

Capturas: Número de individuos pescados.

CPUE: Capturas 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.

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:

$$D_a = \frac{\text{Long de muestreo acústico}}{\sqrt{\text{Superficie embalse}}}$$

L. furcal: Longitud furcal media en milímetros.

MBPUE12: Promedio de biomasa por unidad de esfuerzo (g/45m²/12h) en redes de 12 paños (luces de malla de 5 a 55 mm).



MBPUE4: Promedio de biomasa por unidad de esfuerzo ($\text{g}/45\text{m}^2/12\text{h}$) en redes de 4 paños (luces de malla de 70 a 135 mm).

MCPUE12: Promedio de capturas por unidad de esfuerzo ($\text{ind}/45\text{m}^2/12\text{h}$) en redes de 12 paños (luces de malla de 5 a 55 mm).

MCPUE4: Promedio de capturas por unidad de esfuerzo ($\text{ind}/45\text{m}^2/12\text{h}$) en redes de 4 paños (luces de malla de 70 a 135 mm).

Peso medio: expresado en g.

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

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

qPCR: (*quantitative Polymerase Chain Reaction*): Proceso de Reacción en Cadena de la Polimerasa que permite la cuantificación de la cantidad de ADN presente en las muestras a tiempo real mediante fluorescencia.

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 3 dB más que otro, es lo mismo que decir que refleja dos veces más energía. Un blanco de -20 dB, un atún o un siluro de gran talla quizás, produce un eco 10 000 veces más fuerte que un blanco de -60 dB, 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.



8. BIBLIOGRAFÍA

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

CEN EN 15910: 2014 *Water quality - Guidance on the estimation of fish abundance with mobile hydroacoustic methods.*

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. 2016. *Control del Estado de las Masas de Agua CEMAS. Informe de situación año 2016.*

CHE. 2018. Seguimiento de Embalses 2018.

Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.

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

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

Fernandez, S., Sandin, M. M., Beaulieu, P. G., Clusa, L., Martinez, J. L., Ardura, A., & García-Vázquez, E. (2018). Environmental DNA for freshwater fish monitoring: insights for conservation within a protected area. *PeerJ*, 6, e4486.

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

Gustavson MS, Collins PC, Finarelli JA, Egan D, Conchúir R, Wightman GD, King JJ, Gauthier DT, Whelan K, Carlsson JEL, Carlsson J. 2015. An eDNA assay for Irish *Petromyzon marinus* and *Salmo trutta* and field validation in running water. *Journal of Fish Biology* 87:1254-1262

Jenks, George F. 1967: "The Data Model Concept in Statistical Mapping", an International Yearbook of Cartography nº 7: pp. 186-190

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

Poikane, S., Birk, S., Böhmer, J., Carvalho, L., de Hoyos, C., Gassner, H., Van de Bund, W. (2015). A hitchhiker's guide to European lake ecological assessment and intercalibration. *Ecological Indicators*, 52, 533-544.



Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. BOE, 219, 12 de septiembre de 2015.

SAIH Ebro. <http://195.55.247.237/saihebro/index.php?url=/historicos/peticion>. Noviembre 2020.



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



ANEXOS



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

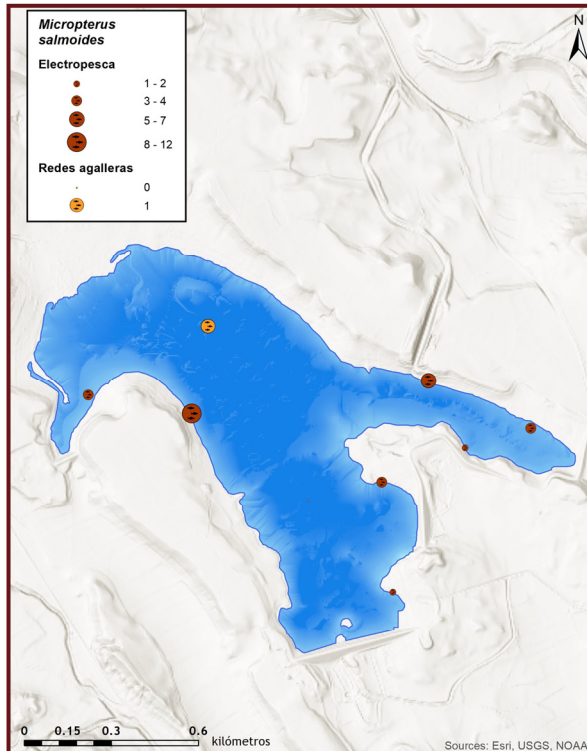


ANEXO 1. ESPECIES PRESENTES

Embalse de Monteagudo

Black bass

Micropterus salmoides



Especie introducida en 1955 para la pesca deportiva, procedente del este y sur de los Estados Unidos y norte de Méjico. Se ha aclimatado bien en los embalses españoles. Alcanza los 400 mm de longitud total. Es un activo depredador de hábitos sedentarios que se alimenta de invertebrados, anfibios y peces. Selecciona con preferencia las zonas de poca corriente y vegetación densa. La puesta es abundante (entre 10.000 y 11.000 huevos) y se realiza a finales de la primavera en fondos arenosos, en agujeros excavados por el macho y que vigila hasta después de la eclosión. Los individuos que viven en los embalses no realizan migraciones para reproducirse fuera del mismo sino que buscan zonas apropiadas dentro de sus límites y no se alimentan durante el periodo reproductivo.

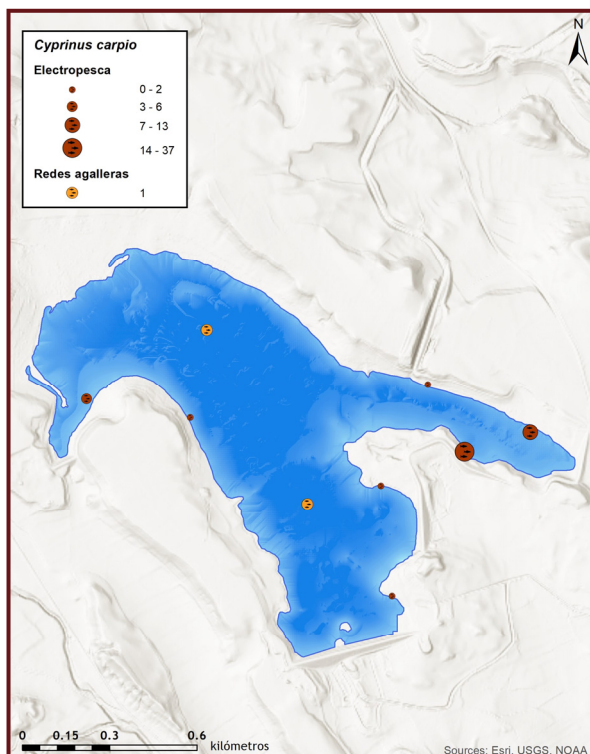
Su dieta es más ictiófaga a medida que alcanza tamaños mayores. Se le asigna un papel de presión sobre las poblaciones de ciprinidos autóctonos. Se ha observado que en algunos embalses, como en el de Orellana (Badajoz) (Ecohydros, 2003), tiene en el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) un recurso trófico alternativo. Esta relación depredador-presa ha sido encontrada además por otros autores en lagos donde ambas especies eran introducidas (P. Hickley 2007).



Embalse de Monteagudo

Carpa común

Cyprinus carpio



Es la especie ictica 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.

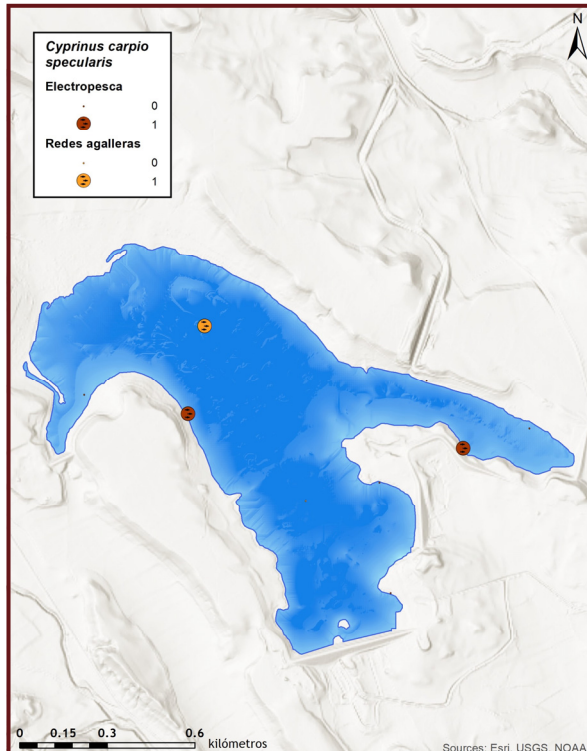
Se considera que tiene efectos negativos sobre la vegetación acuática sumergida, porque levantan sus raíces, y también contribuyen al enturbiamiento de las aguas por su costumbre de remover el sedimento.



Embalse de Monteagudo

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 desenraizar y destruir la vegetación acuática sumergida en detrimento de las especies piscícolas autóctonas.





MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



ANEXO 2. RESULTADOS DE LAS PESCAS



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Monteagudo	CÓDIGO DE RED	MOA20RA01			
UTM-X	568585	UTM-Y	4581817			
TIPO DE RED	Pelágica (16x6) 40m	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30			
INICIO	7-10-20 18:00	FIN	8-10-20 9:00			
PROFUNDIDAD	8	PROFUNDIDAD DE LA RED	7			
RIQUEZA ESPECIES	1	ESFUERZO APLICADO	6.7			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	1	0.15	100%	3300	495.00	100%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass		0.00	0%		0.00	0%
Total	1	0.15	100%	3300	495.00	100%

CPUE		BPUE	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Carpa común ■ Carpa de espejos ■ Black bass 			

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	650	3300.0	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Monteagudo		CÓDIGO DE RED	MOA20RA02		
UTM-X	568239		UTM-Y	4582416		
TIPO DE RED	Bentónica (16x1.5) 40m		SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30		
INICIO	7-10-20 18:30		FIN	8-10-20 9:30		
PROFUNDIDAD	4.5		PROFUNDIDAD DE LA RED	3		
RIQUEZA ESPECIES	3		ESFUERZO APLICADO	1.7		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	1	0.60	33%	225	135.12	94%
Carpa de espejos	1	0.60	33%	14	8.64	6%
Black bass	1	0.60	33%		0.00	0%
Total	3	1.80	100%	240	143.76	100%

CPUE		BPUE	
■ Carpa común		■ Carpa común	
■ Carpa de espejos		■ Carpa de espejos	
■ Black bass		■ Black bass	

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	233	225.2	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	94	14.4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	95	13.8	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Monteagudo		CÓDIGO	MOA20PE01		
UMT-X	569,351		UTM-Y	4,582,063		
RIQUEZA ESPECIES	2		Distancia (m)	142.5		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	13	0.09	81%	3675	25.80	97%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass	3	0.02	19%	117	0.82	3%
Total	16	0.11	100%	3792	26.62	100%

CPUE

■ Carpa común
■ Carpa de espejos
■ Black bass

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	480	1750.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	113	25.4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	93	14.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	100	18.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	110	26.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	85	13.6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	133	46.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	82	11.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	105	17.4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	110	26.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	85	13.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	92	14.2	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	113	20.4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	168	69.4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	127	26.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	480	1700.0	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Monteagudo	CÓDIGO	MOA20PE02			
UMT-X	569,124	UTM-Y	4,581,996			
RIQUEZA ESPECIES	3	Distancia (m)	265.0			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	37	0.14	93%	5828	21.99	97%
Carpa de espejos	1	0.00	3%	23	0.09	0%
Black bass	2	0.01	5%	182	0.69	3%
Total	40	0.15	100%	6033	22.76	100%

CPUE

- Carpa común
- Carpa de espejos
- Black bass

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	650	3350.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	490	1800.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	113	29.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	93	15.6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	89	11.6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	100	19.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	94	16.6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	122	33.6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	92	14.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	106	23.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	116	28.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	98	19.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	126	38.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	110	22.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	96	17.4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	90	14.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	97	18.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	95	17.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	98	18.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	91	14.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	160	65.4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	190	117.0	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	106	23.4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	119	31.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	112	24.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	93	12.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	93	14.6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	91	14.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	92	14.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	111	24.6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	113	26.6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	108	20.6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	84	10.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	103	21.4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	80	8.4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	70	6.6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	81	8.6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	121	33.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	102	21.4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	82	13.2	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Monteagudo	CÓDIGO	MOA20PE03			
UMT-X	567,826	UTM-Y	4,582,178			
RIQUEZA ESPECIES	2	Distancia (m)	226.7			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	6	0.03	67%	100	0.44	32%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass	3	0.01	33%	209	0.92	68%
Total	9	0.04	100%	309	1.36	100%

CPUE

■ Carpa común
■ Carpa de espejos
■ Black bass

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	136	49.6	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	95	18.4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	67	5.4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	82	9.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	77	9.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	72	6.8	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	182	104.8	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	147	45.2	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	158	59.4	1

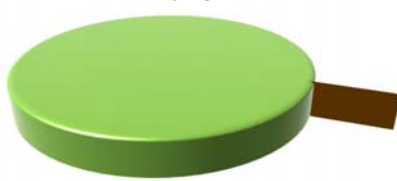



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Monteagudo	CÓDIGO	MOA20PE04			
UMT-X	568,109	UMT-Y	4,582,680			
RIQUEZA ESPECIES	1	Distancia (m)	224.2			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	9	0.04	100%	9092	40.55	100%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass		0.00	0%		0.00	0%
Total	9	0.04	100%	9092	40.55	100%

CPUE			BPUE		
■ Carpa común			■ Carpa común		
■ Carpa de espejos			■ Carpa de espejos		
■ Black bass			■ Black bass		

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA					
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind	
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	500	1850.0	1	
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	495	1800.0	1	
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	500	1850.0	1	
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	495	1800.0	1	
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	470	1750.0	1	
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	96	18.2	1	
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	85	11.2	1	
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	75	8.2	1	
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	62	4.4	1	



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Monteagudo	CÓDIGO	MOA20PE05			
UMT-X	568,875	UTM-Y	4,581,500			
RIQUEZA ESPECIES	1	Distancia (m)	204.0			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común		0.00	0%		0.00	0%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass	1	0.00	100%	12	0.06	100%
Total	1	0.00	100%	12	0.06	100%
CPUE			BPUE			
<input type="checkbox"/> Carpa común						
<input type="checkbox"/> Carpa de espejos						
<input type="checkbox"/> Black bass						
RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA						
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind		
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	101	12.2	1		



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Monteagudo	CÓDIGO	MOA20PE06			
UMT-X	568,837	UTM-Y	4,581,879			
RIQUEZA ESPECIES	1	Distancia (m)	163.2			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común		0.00	0%		0.00	0%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass	4	0.02	100%	496	3.04	100%
Total	4	0.02	100%	496	3.04	100%

CPUE		BPUE	
■ Carpa común		■ Carpa de espejos	
■ Carpa de espejos			
■ Black bass			

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	176	82.4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	264	304.8	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	182	94.4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	104	14.0	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Monteagudo	CÓDIGO	MOA20PE07			
UMT-X	568,999	UTM-Y	4,582,227			
RIQUEZA ESPECIES	2	Distancia (m)	204.0			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	2	0.01	22%	72	0.35	31%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass	7	0.03	78%	164	0.80	69%
Total	9	0.04	100%	235	1.15	100%

CPUE

■ Carpa común
■ Carpa de espejos
■ Black bass

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	161	65.2	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	102	14.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	104	14.6	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	108	16.6	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	101	13.4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	110	17.4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	118	22.4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	130	40.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	115	31.0	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Monteagudo		CÓDIGO	MOA20PE08		
UMT-X	568,182		UTM-Y	4,582,114		
RIQUEZA ESPECIES	3		Distancia (m)	287.9		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	1	0.00	7%	1750	6.08	85%
Carpa de espejos	1	0.00	7%	29	0.10	1%
Black bass	12	0.04	86%	287	1.00	14%
Total	14	0.05	100%	2066	7.17	100%

CPUE

- Carpa común
- Carpa de espejos
- Black bass

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	470	1750.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	115	22.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	95	13.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	103	14.2	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	97	14.6	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	104	13.6	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	169	68.8	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	163	63.2	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	99	14.8	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	101	14.4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	101	14.2	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	97	12.8	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	112	21.4	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	113	28.6	1



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



ANEXO 3. CELDAS DEL MUESTREO HIDROACÚSTICO



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	1	568648.60	4581436.73	0.02	0.03
1	2	568622.08	4581392.43	0.02	0.02
1	3	568582.14	4581373.00	0.01	0.01
1	4	568556.06	4581415.10	0.04	0.05
1	5	568571.77	4581462.27	0.02	0.02
1	6	568570.18	4581509.26	0.36	0.45
1	7	568607.72	4581536.30	13.34	16.37
1	8	568654.63	4581552.84	0.01	0.02
1	9	568700.75	4581572.33	1.43	1.76
1	10	568744.80	4581595.62	11.97	14.68
1	11	568776.25	4581633.19	0.01	0.02
1	12	568797.32	4581678.72	0.04	0.05
1	13	568820.46	4581724.26	0.02	0.03
1	14	568825.88	4581749.29	0.02	0.03
1	15	568788.26	4581721.41	0.00	0.00
1	16	568742.00	4581694.29	0.46	0.56
1	17	568693.87	4581679.00	0.03	0.04
1	18	568644.73	4581670.50	0.05	0.06
1	19	568597.03	4581656.49	76.45	93.80
1	20	568551.03	4581635.72	0.23	0.28
1	21	568509.86	4581661.17	0.18	0.22
1	22	568481.32	4581703.26	0.02	0.03
1	23	568521.75	4581732.01	0.01	0.02
1	24	568567.17	4581753.62	0.01	0.02
1	25	568612.89	4581773.53	0.22	0.26
1	26	568656.92	4581797.25	0.13	0.16
1	27	568677.19	4581836.40	0.02	0.02
1	28	568661.00	4581882.41	0.02	0.03
1	29	568633.44	4581912.65	0.02	0.02
1	30	568585.71	4581896.94	0.03	0.03
1	31	568538.75	4581879.14	0.01	0.01
1	32	568491.81	4581862.18	0.05	0.06
1	33	568443.98	4581846.47	3.30	4.05
1	34	568400.47	4581862.16	12.44	15.26
1	35	568368.42	4581900.40	1.03	1.27
1	36	568408.19	4581930.43	0.08	0.10
1	37	568453.01	4581952.45	2.75	3.37
1	38	568492.92	4581981.63	6.83	8.38
1	39	568528.63	4582017.11	0.06	0.07
1	40	568568.79	4582047.15	0.12	0.14
1	41	568612.80	4582071.28	0.97	1.19
1	42	568660.78	4582086.14	0.41	0.50
1	43	568724.65	4582124.44	0.03	0.04
1	44	568766.39	4582159.14	0.00	0.00
1	45	568791.74	4582183.10	0.00	0.00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	46	568848.70	4582212.02	0.00	0.00
1	47	568894.84	4582215.84	0.00	0.00
1	48	568936.17	4582187.43	18.99	23.30
1	49	568976.99	4582158.60	20.83	25.56
1	50	569019.36	4582132.32	21.36	26.21
1	51	569065.15	4582112.43	0.47	0.58
1	52	569112.21	4582095.94	2.24	2.74
1	53	569161.14	4582087.51	0.17	0.21
1	54	569210.87	4582079.51	0.64	0.78
1	55	569305.53	4582022.82	0.59	0.72
1	56	569275.10	4582015.74	8.68	10.64
1	57	569234.90	4582045.86	1.35	1.66
1	58	569197.34	4582078.96	3.65	4.47
1	59	569158.64	4582110.36	1.83	2.24
1	60	569116.97	4582137.91	1.85	2.27
1	61	569072.11	4582154.42	16.71	20.50
1	62	569022.00	4582152.68	16.93	20.77
1	63	568969.85	4582152.60	0.00	0.00
1	64	568934.62	4582153.53	0.00	0.00
1	65	568871.73	4582154.63	35.90	44.04
1	66	568822.65	4582150.36	2.80	3.44
1	67	568776.26	4582158.38	1.74	2.13
1	68	568735.04	4582185.95	0.01	0.01
1	69	568689.06	4582205.84	15.10	18.52
1	70	568644.77	4582229.57	0.03	0.03
1	71	568604.32	4582247.39	0.03	0.04
1	72	568566.06	4582216.11	0.05	0.06
1	73	568526.84	4582184.82	8.49	10.42
1	74	568483.50	4582159.43	64.64	79.31
1	75	568437.92	4582137.39	1.17	1.43
1	76	568397.73	4582112.03	0.02	0.02
1	77	568360.77	4582078.22	5.88	7.22
1	78	568291.57	4582017.42	1.22	1.49
1	79	568255.98	4582052.24	0.01	0.02
1	80	568246.73	4582102.13	2.52	3.09
1	81	568272.44	4582143.88	0.02	0.02
1	82	568313.63	4582172.64	0.02	0.03
1	83	568354.94	4582200.99	6.44	7.90
1	84	568396.17	4582229.33	0.07	0.08
1	85	568435.63	4582259.78	0.50	0.61
1	86	568472.15	4582293.57	1.61	1.97
1	87	568508.32	4582328.65	0.74	0.91
1	88	568500.33	4582359.49	0.04	0.05
1	89	568459.62	4582387.06	0.10	0.12
1	90	568415.31	4582412.48	0.06	0.07



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	91	568396.15	4582386.89	13.92	17.08
1	92	568368.48	4582345.12	0.04	0.04
1	93	568333.32	4582310.06	30.63	37.58
1	94	568300.09	4582272.48	1.27	1.56
1	95	568264.38	4582236.98	10.31	12.65
1	96	568227.92	4582203.18	8.50	10.43
1	97	568189.23	4582185.87	42.28	51.87
1	98	568159.62	4582226.67	53.47	65.60
1	99	568155.73	4582265.19	104.34	128.01
1	100	568186.59	4582305.28	0.67	0.82
1	101	568213.33	4582347.05	13.39	16.43
1	102	568237.49	4582391.32	7.61	9.33
1	103	568270.28	4582429.32	0.07	0.08
1	104	568306.64	4582463.55	0.03	0.03
1	105	568301.38	4582493.15	0.05	0.06
1	106	568255.32	4582512.62	1.14	1.40
1	107	568208.28	4582529.54	0.00	0.00
1	108	568180.05	4582505.98	31.75	38.96
1	109	568162.08	4582458.80	0.38	0.47
1	110	568136.87	4582415.36	4.35	5.34
1	111	568114.31	4582371.10	0.09	0.12
1	112	568092.44	4582326.42	2.42	2.97
1	113	568064.62	4582284.66	3.06	3.76
1	114	568022.35	4582301.19	3.41	4.19
1	115	568006.72	4582342.98	0.02	0.02
1	116	568017.51	4582391.79	0.55	0.68
1	117	568025.36	4582441.00	1.74	2.14
1	118	568031.01	4582490.60	2.25	2.76
1	119	568031.07	4582537.62	189.00	231.88
1	120	567988.96	4582527.48	6.78	8.31
1	121	567956.32	4582490.32	14.65	17.97
1	122	567943.20	4582437.68	0.76	0.93
1	123	567930.71	4582393.52	0.40	0.49
1	124	567928.70	4582346.91	0.32	0.40
1	125	567904.96	4582309.00	0.00	0.00
1	126	567855.15	4582300.48	0.00	0.00
1	127	567820.66	4582335.73	5.15	6.32
1	128	567775.33	4582373.86	0.22	0.26
1	129	567773.50	4582424.24	0.25	0.30
1	130	567811.78	4582451.70	0.00	0.01
1	131	567847.57	4582483.80	0.29	0.36
1	132	567867.91	4582525.08	0.10	0.13
1	133	567911.72	4582545.82	0.00	0.00
1	134	567956.86	4582560.22	0.20	0.25
1	135	567999.61	4582537.33	0.29	0.36



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	136	568033.61	4582500.80	0.39	0.48
1	137	567997.84	4582467.00	1.69	2.07
1	138	567997.13	4582426.33	6.57	8.05
1	139	567992.95	4582376.32	1.58	1.94
1	140	568019.46	4582351.15	0.16	0.20
1	141	568064.21	4582347.76	0.06	0.07
1	142	568068.61	4582397.36	1.38	1.69
1	143	568090.32	4582442.87	46.65	57.24
1	144	568103.48	4582489.59	42.09	51.64
1	145	568116.10	4582537.99	5.84	7.16
1	146	568137.23	4582583.51	15.37	18.86
1	147	568183.79	4582581.40	16.58	20.34
1	148	568232.16	4582570.00	24.98	30.65
1	149	568281.36	4582559.03	0.01	0.01
1	150	568272.98	4582515.33	0.01	0.02
1	151	568249.96	4582470.64	82.54	101.26
1	152	568219.76	4582430.97	0.30	0.37
1	153	568187.12	4582393.39	3.17	3.89
1	154	568155.86	4582354.56	0.08	0.09
1	155	568132.77	4582311.56	12.00	14.72
1	156	568170.40	4582288.62	0.00	0.00
1	157	568216.49	4582269.15	0.12	0.15
1	158	568235.93	4582303.20	63.11	77.43
1	159	568274.95	4582333.65	0.04	0.04
1	160	568312.44	4582366.61	0.05	0.07
1	161	568344.87	4582404.61	0.05	0.06
1	162	568373.89	4582445.54	0.03	0.04
1	163	568404.83	4582484.81	0.56	0.69
1	164	568443.38	4582465.26	0.02	0.02
1	165	568474.42	4582427.02	0.02	0.03
1	166	568501.67	4582390.85	0.01	0.02
1	167	568460.75	4582362.50	0.15	0.18
1	168	568424.84	4582327.86	7.17	8.80
1	169	568388.10	4582294.06	0.08	0.10
1	170	568353.89	4582257.31	0.54	0.66
1	171	568319.07	4582221.40	0.13	0.16
1	172	568283.96	4582185.92	0.11	0.14
1	173	568277.25	4582157.48	95.31	116.93
1	174	568288.22	4582110.56	0.01	0.01
1	175	568314.91	4582097.69	0.19	0.23
1	176	568381.47	4582149.15	0.04	0.05
1	177	568424.28	4582174.11	0.03	0.04
1	178	568462.93	4582205.40	0.06	0.07
1	179	568504.96	4582232.90	0.02	0.03
1	180	568545.22	4582262.50	0.05	0.06



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	181	568583.80	4582294.21	0.40	0.49
1	182	568623.88	4582324.24	16.31	20.01
1	183	568658.48	4582287.72	0.41	0.51
1	184	568681.35	4582246.85	0.02	0.02
1	185	568642.10	4582217.25	0.03	0.04
1	186	568616.51	4582174.66	3.21	3.94
1	187	568586.14	4582134.98	11.22	13.77
1	188	568550.32	4582099.49	4.31	5.29
1	189	568513.06	4582066.10	0.71	0.87
1	190	568470.84	4582039.44	8.11	9.95
1	191	568422.37	4582025.43	23.16	28.41
1	192	568376.75	4582006.79	27.26	33.44
1	193	568363.30	4581977.44	0.14	0.17
1	194	568404.65	4581948.60	24.07	29.54
1	195	568440.00	4581912.93	0.09	0.11
1	196	568476.01	4581928.95	0.12	0.15
1	197	568522.01	4581949.71	0.05	0.06
1	198	568567.94	4581969.21	1.47	1.80
1	199	568614.67	4581987.86	1.06	1.30
1	200	568659.57	4581983.20	9.10	11.17
1	201	568672.65	4581932.50	4.69	5.76
1	202	568673.28	4581884.23	1.75	2.14
1	203	568634.90	4581852.10	7.58	9.31
1	204	568592.06	4581825.86	16.53	20.29
1	205	568551.91	4581796.26	1.83	2.25
1	206	568512.27	4581765.38	15.90	19.50
1	207	568516.16	4581728.57	1.33	1.63
1	208	568544.25	4581689.45	0.12	0.14
1	209	568605.45	4581737.46	2.07	2.54
1	210	568654.08	4581744.27	2.00	2.46
1	211	568703.55	4581754.06	0.06	0.07
1	212	568751.54	4581766.38	4.90	6.01
1	213	568797.60	4581785.87	0.09	0.10
1	214	568844.00	4581804.95	0.02	0.03
1	215	568881.24	4581785.40	0.04	0.05
1	216	568890.36	4581735.92	0.04	0.05
1	217	568855.13	4581707.22	0.05	0.06
1	218	568808.09	4581691.10	0.05	0.06
1	219	568766.97	4581663.18	0.03	0.04
1	220	568726.96	4581633.15	0.16	0.19
1	221	568681.32	4581612.81	0.03	0.04
1	222	568633.30	4581596.69	4.87	5.98
1	223	568605.29	4581572.28	0.54	0.66
1	224	568608.85	4581522.33	0.02	0.03
1	225	568611.99	4581474.09	0.31	0.38

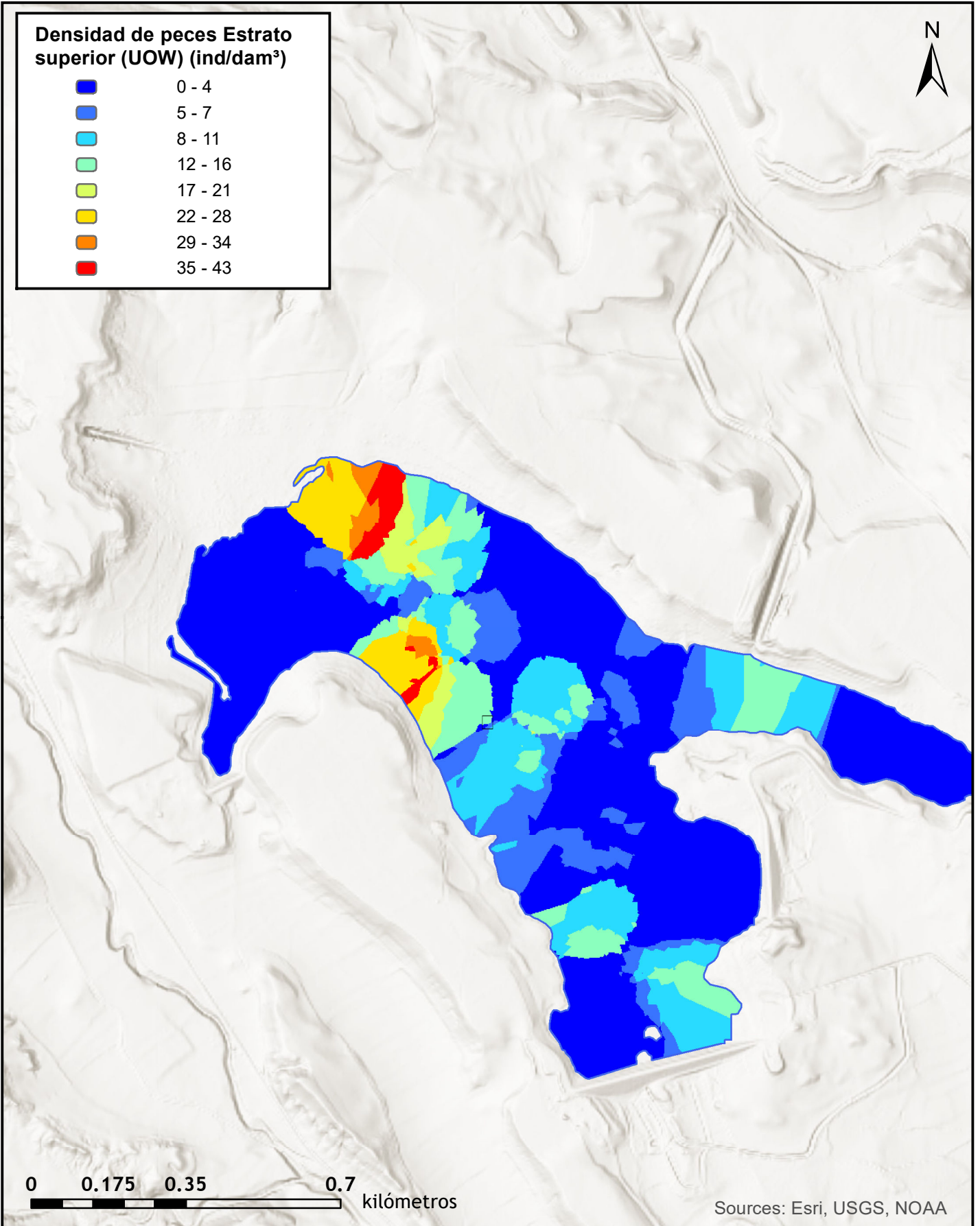
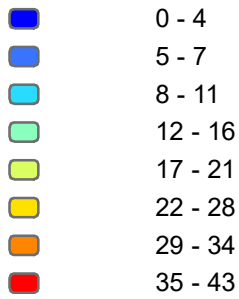


Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	226	568658.08	4581477.49	1.69	2.08
1	227	568704.50	4581496.14	11.06	13.57
1	228	568752.72	4581510.99	32.38	39.72
1	229	568794.60	4581490.64	34.06	41.78
1	230	568825.62	4581451.54	7.20	8.84
1	231	568795.56	4581427.96	0.62	0.76
1	232	568747.58	4581435.14	0.01	0.02
1	233	568707.53	4581449.16	1.03	1.26
1	234	568667.78	4581423.79	0.05	0.06
2	3	568564.78	4581391.27	0.00	0.00
2	5	568579.52	4581485.33	0.00	0.00
2	6	568584.16	4581527.13	0.00	0.00
2	7	568632.09	4581541.99	0.00	0.00
2	8	568678.42	4581560.23	0.00	0.00
2	9	568724.20	4581582.10	0.00	0.00
2	14	568812.51	4581742.50	0.00	0.00
2	15	568746.63	4581698.86	0.00	0.00
2	16	568717.74	4581687.59	0.00	0.00
2	17	568669.03	4581676.88	0.00	0.00
2	23	568545.01	4581740.76	0.00	0.00
2	24	568590.87	4581761.57	0.00	0.00
2	25	568636.19	4581783.47	0.00	0.00
2	26	568676.57	4581812.07	0.00	0.00
2	27	568672.56	4581860.24	0.00	0.00
2	29	568600.63	4581903.87	0.00	0.00
2	30	568561.70	4581889.98	0.00	0.00
2	31	568514.21	4581872.40	0.00	0.00
2	32	568467.64	4581855.57	0.00	0.00
2	202	568653.13	4581870.48	0.00	0.00
2	203	568613.51	4581839.40	0.00	0.00
2	204	568570.79	4581813.21	0.00	0.00
2	205	568531.98	4581781.79	0.00	0.00
2	208	568555.10	4581694.64	0.00	0.00
2	209	568630.29	4581736.56	0.00	0.00
2	210	568679.18	4581747.63	0.00	0.00
2	211	568728.42	4581757.22	0.00	0.00
2	212	568775.68	4581773.83	0.00	0.00
2	223	568606.58	4581547.23	0.00	0.00
2	224	568608.13	4581496.68	0.00	0.00
2	225	568634.14	4581468.77	0.00	0.00
2	226	568681.69	4581485.82	0.00	0.00
2	227	568728.96	4581502.11	0.00	0.00
2	228	568776.43	4581508.13	0.00	0.00
2	232	568726.89	4581455.61	0.00	0.00
2	233	568682.98	4581443.69	0.00	0.00



ANEXO 4. MAPAS INTERPOLADOS DE DENSIDAD Y BIOMASA

Densidad de peces Estrato superior (UOW) (ind/dam³)



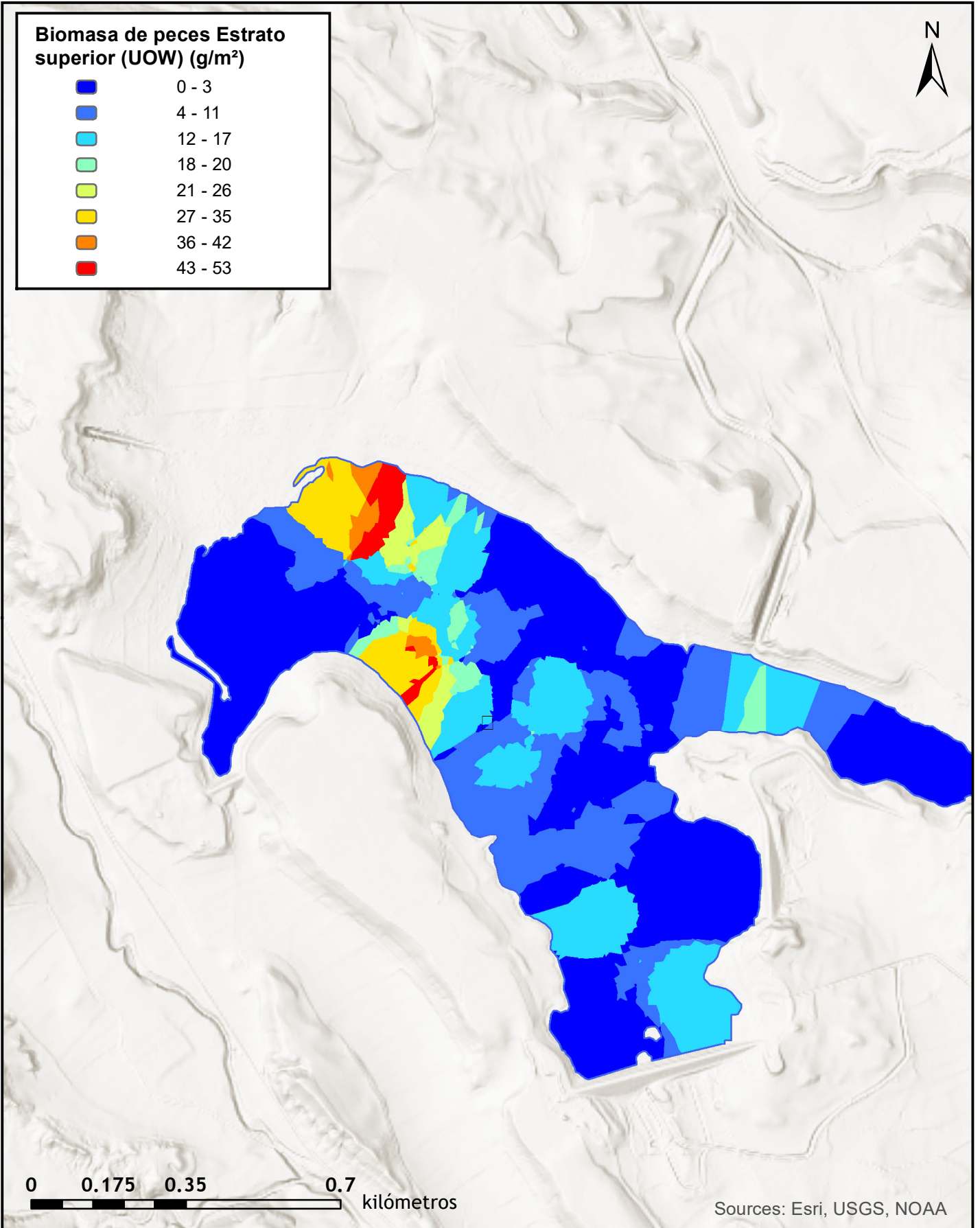
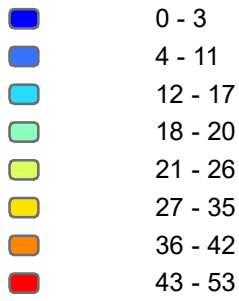
0 0.175 0.35 0.7 kilómetros

Sources: Esri, USGS, NOAA



SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES
DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO:
MONTEAGUDO

Biomasa de peces Estrato superior (UOW) (g/m²)



0 0.175 0.35 0.7
kilómetros

Sources: Esri, USGS, NOAA




**SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES
DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO:
MONTEAGUDO**



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



ANEXO 5. BOLETINES DE ENSAYO eDNA


TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE  CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA EBRO
ESPECIE/S:	<i>Anguilla anguilla/Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO N°:	EC20012_2	
Procedencia:	Embalse de Monteagudo	
Código de proyecto:	EC20012	

Recepción de muestras en el laboratorio

Fecha:	07/10/2020
Técnico:	Alberto Criado
Nº Muestras:	9
Estado de las muestras:	Frías
Almacenaje:	Congelación

Código de muestra	Chequeo
MON20_RA01F	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA01M	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA01S	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA02F	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA02M	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA02S	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA03F	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA03M	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA03S	<input checked="" type="checkbox"/>



TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE  CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA EBRO
ESPECIE/S:	<i>Anguilla anguilla/Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO Nº:	EC20012_2	
Procedencia:	Embalse de Monteagudo	
Código de proyecto:	EC20012	

Filtración de muestras de agua

Técnico: Alicia García Gallego

Almacenaje: Congelación


Incidencias: Ninguna

Muestras filtradas

Código	Volumen (L)	Nº filtros	Fecha
MON20_RA01F	1	2	28-oct
MON20_RA01M	1	2	28-oct
MON20_RA01S	1	2	28-oct
MON20_RA02F	1	2	28-oct
MON20_RA02M	1	2	28-oct
MON20_RA02S	1	2	28-oct
MON20_RA03F	1	2	28-oct
MON20_RA03M	1	2	28-oct
MON20_RA03S	1	2	28-oct
CONTROL_MON	1	1	28-oct

FIRMA DEL RESPONSABLE
DEL ENSAYO:




TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE  CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA EBRO
ESPECIE/S:	<i>Anguilla anguilla/Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO Nº:	EC20012_2	
Procedencia:	Embalse de Monteagudo	
Código de proyecto:	EC20012	

Extracción de ADN

Fecha:	26-nov
Técnico:	Dra. Laura Miralles y Alicia García Gallego
Método de extracción:	Kit Qiagen
Número de muestras:	10
Incidencias:	No

Muestras extraídas		
Código	Volumen (µL)	Quality Check
MON20_RA01F	100	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA01M	100	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA01S	100	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA02F	100	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA02M	100	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA02S	100	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA03F	100	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA03M	100	<input checked="" type="checkbox"/>
MON20_RA03S	100	<input checked="" type="checkbox"/>
CONTROL_MON	100	<input checked="" type="checkbox"/>



TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE  CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA EBRO
ESPECIE/S:	<i>Anguilla anguilla/Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO N°:	EC20012_2	
Procedencia:	Embalse de Monteagudo	
Código de proyecto:	EC20012	

Detección por qPCR

Especie:	<i>Salmo trutta</i>	Límite de cuantificación (Lq)	0,5 e -14 ng/μL
Técnico:	Dra. Laura Miralles		
Incidencias:	NO		


	1º Amplif.	2º Amplif.	
Termociclador:	7.900 HT Fast Real Time PCR System (Life Technologies)	7.900 HT Fast Real Time PCR System (Life Technologies)	
Fecha:	11/02/2021	12/02/2021	
R2:	0.9909	0.9895	
Imagen:	EC20012_qPCR3	EC20012_qPCR4	

Resultados

Código	Cuantificación (ng/μL)	Cuantificación (ng/μL)	
MON20_RA01F	<Lq	<Lq	
MON20_RA01M	<Lq	<Lq	
MON20_RA01S	<Lq	<Lq	
MON20_RA02F	<Lq	<Lq	
MON20_RA02M	<Lq	<Lq	
MON20_RA02S	<Lq	<Lq	
MON20_RA03F	<Lq	<Lq	
MON20_RA03M	<Lq	2,0257E-10	
MON20_RA03S	<Lq	<Lq	
CONTROL_Filtración_MON	<Lq	<Lq	
CONTROL_Extracción_MON	<Lq	<Lq	
CONTROL_PCR_MON	<Lq	<Lq	
CONTROL_POSITIVO_MON	0.1	0.1	

 FIRMA DEL RESPONSABLE
 DEL ENSAYO:




TIPO DE ENSAYO: eDNA	CLIENTE  CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA EBRO
ESPECIE/S: <i>Anguilla anguilla/Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO Nº: EC20012_2	
Procedencia: Embalse de Monteagudo	
Código de proyecto: EC20012	

Conclusión

No se detecta la presencia de trucha común (*Salmo trutta*) en el muestreo realizado en el embalse de Monteagudo.



TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE  CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA EBRO
ESPECIE/S:	<i>Anguilla anguilla</i> / <i>Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO N°:	EC20012_2	
Procedencia:	Embalse de Monteagudo	
Código de proyecto:	EC20012	

Especie:	<i>Anguilla anguilla</i>	Límite de cuantificación (Lq)	1,0 e -14 ng/μL
Técnico:	Dra. Laura Miralles		
Incidencias:	NO		

	1º Amplif.	2º Amplif.	
Termociclador:	7.900 HT Fast Real Time PCR System (Life Technologies)	7.900 HT Fast Real Time PCR System (Life Technologies)	
Fecha:	11/02/2021	12/02/2021	
R2:	0.9988	0.9996	
Imagen:	EC20012_qPCR1	EC20012_qPCR2	

Resultados

Código	Cuantificación (ng/μL)	Cuantificación (ng/μL)	
MON20_RA01F	<Lq	<Lq	
MON20_RA01M	<Lq	<Lq	
MON20_RA01S	<Lq	<Lq	
MON20_RA02F	<Lq	<Lq	
MON20_RA02M	<Lq	<Lq	
MON20_RA02S	<Lq	<Lq	
MON20_RA03F	<Lq	<Lq	
MON20_RA03M	<Lq	<Lq	
MON20_RA03S	<Lq	<Lq	
CONTROL_Filtración_MON	<Lq	<Lq	
CONTROL_Extracción_MON	<Lq	<Lq	
CONTROL_PCR_MON	<Lq	<Lq	
CONTROL_POSITIVO_MON	0.1	0.01	

Conclusión

No se detecta la presencia de anguila (*Anguilla anguilla*) en el muestreo realizado en el embalse de Monteagudo.

FIRMA DEL RESPONSABLE
DEL ENSAYO:

