



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





MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO





SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSE DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: EMBALSE DE LA ESTANCA DE ALCAÑIZ

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

María José Rodríguez Pérez

Vicente Sancho-Tello Valls

EMPRESA CONSULTORA:

ECOYDROS S.L.



EQUIPO DE TRABAJO:

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

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

114.425,25 Euros

CONTENIDO:

MEMORIA/ANEJOS/CARTOGRAFÍA/CD

AÑO DE EJECUCIÓN:

2021

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2021



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Superior izquierda: Embarcación y equipo de hidroacústica en el embalse de La Estanca de Alcañiz

Superior derecha: Panorámica aérea de La Estanca de Alcañiz

Inferior izquierda: Ejemplar de carpa común (*Cyprinus carpio*)

Inferior derecha: Ejemplar de perca americana (*Micropterus salmoides*)

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2021) Sondeo hidroacústico en embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro: Embalse de La Estanca de Alcañiz 59 págs. 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 LA ESTANCA DE ALCAÑIZ. AÑO 2021

El objeto de este informe es la evaluación de la abundancia y biomasa de la biocenosis de peces del embalse de la Estanca de Alcañiz. Para ello, en octubre 2021 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 el rutilo (*Rutilus rutilus*), que representa el 84%. En lo que respecta a la biomasa, el rutilo (*Rutilus rutilus*) domina la asociación con un 47%, seguida por la carpa común (*Cyprinus carpio*) (26%) y la lucioperca (*Sander lucioperca*) (21%).*

La densidad estimada fue de $9,98 \pm 0,90$ ind/dam³ y la biomasa de $4,64 \pm 0,42$ g/m², es decir, unos 46,4 kg/ha, que pueden considerarse valores intermedios de biomasa.

*En el caso de la trucha común (*Salmo trutta*) y anguila (*Anguilla anguilla*), la prospección mediante la técnica de mayor sensibilidad conocida (eDNA), ha ofrecido resultados negativos (ausencia) para ambos casos.*



HYDROACOUSTIC SURVEY IN RESERVOIRS OF THE EBRO RIVER BASIN DISTRICT: ESTANCA OF ALCAÑIZ RESERVOIR. YEAR 2021

This report refers to the assessment of the abundance and biomass of the fish biocenosis of the Estanca of Alcañiz reservoir. For this purpose, in October 2021 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 roach (*Rutilus rutilus*), which represents 84%. In terms of biomass, roach (*Rutilus rutilus*) dominates the association with 47%, followed by common carp fish (*Cyprinus carpio*) (26%) and pike perch fish (*Sander lucioperca*) (21%).*

The estimated density was $9,98 \pm 0,90$ ind/dam³ and the biomass was $4,64 \pm 0,42$ g/m², i.e. about 46,4 kg/ha, which can be considered intermediate biomass values.

Regarding brown trout and eel detection by using the specific high-resolution method based on genetic detection using environmental DNA, negative results (absence) were achieved for both species.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	11
1.1. PRESTACIONES DE LAS TÉCNICAS APLICADAS.....	12
1.2. INTERÉS DEL ESTUDIO CUANTITATIVO DE LA FAUNA ÍCTICA EN MASAS DE AGUA NO VADEABLES.....	13
2. ÁMBITO DE ESTUDIO	14
2.1. SITUACIÓN.....	14
2.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA.....	15
2.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO	18
2.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EMBALSE. PERFILES VERTICALES.....	18
2.5. POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO	20
3. METODOLOGÍA.....	20
3.1. DISEÑO DEL MUESTREO.....	21
3.2. MUESTREOS REMOTOS: HIDROACÚSTICA	22
3.2.1. Prospección hidroacústica.....	22
3.2.2. Procesado de datos acústicos.....	23
3.3. MUESTREOS DIRECTOS DE PESCA.....	24
3.3.1. Redes agalleras multipaño	24
3.3.2. Pesca eléctrica desde embarcación.....	26
3.4. INTERPOLACIÓN ESPACIAL Y ESTIMACIONES GLOBALES	27
3.5. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.6. DETECCIÓN DE TRUCHA COMÚN Y ANGUILA EUROPEA MEDIANTE ADN AMBIENTAL.....	29
3.6.1. Muestreo de ADN ambiental (eDNA)	29
3.6.2. Obtención de ADN ambiental de trucha común y de anguila en muestras de agua	30
3.6.3. Detección específica de trucha común.....	31
3.6.4. Detección específica de anguila europea	31
3.6.5. Estimaciones de biomasa.....	32
4. RESULTADOS	32
4.1. SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES.....	32
4.1.1. Distribución y estimación de la densidad de peces.....	34
4.1.2. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro	35



4.2.	<i>MUESTREOS DIRECTOS: COMPOSICIÓN Y BIOMASA ESPECÍFICA</i>	36
4.2.1.	<i>Especies presentes en el embalse</i>	38
4.2.2.	<i>Composición y distribución de especies</i>	39
4.3.	<i>BIOMASA</i>	45
4.3.1.	<i>Distribución y estimación de la biomasa de peces</i>	45
4.3.2.	<i>Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro</i>	46
4.4.	<i>DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIES</i>	47
4.5.	<i>MUESTREOS INDIRECTOS: ADN AMBIENTAL</i>	49
4.5.1.	<i>Muestras ambientales de agua</i>	49
4.5.2.	<i>Detección de trucha común mediante qPCR y estimaciones de biomasa</i>	49
4.5.3.	<i>Detección de anguila europea mediante qPCR y estimaciones de biomasa</i>	51
5.	VALORACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE QFBI	53
6.	CONCLUSIONES	55
7.	GLOSARIO Y ACRÓNIMOS	57
8.	BIBLIOGRAFÍA	59

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Especies presentes

Anexo 2. Resultados de las pescas

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

Anexo 4. Boletines de ensayo eDNA



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estratos considerados en el embalse de La Estanca	17
Tabla 2. Descripción de las redes de muestreo empleadas.	25
Tabla 3. Métricas y coeficientes para el cálculo del QFBI	28
Tabla 4. Valores de corte del QFBI empleados para la clasificación del potencial ecológico	29
Tabla 5. Densidad de peces (ind/dam ³) por estratos, estimada mediante acústica	34
Tabla 6. Especies presentes en el embalse.....	38
Tabla 7. Ejemplos de las redes utilizadas durante los muestreos directos en La Estanca	39
Tabla 8. Resultados de las pescas con red por especies.....	40
Tabla 9. Tracks de pesca eléctrica realizados durante los muestreos directos de La Estanca	42
Tabla 10. Resultados de la pesca eléctrica por especies	42
Tabla 11. Biomasa de peces por estratos (g/m ²) estimada mediante acústica	45
Tabla 12. Densidades (ind/dam ³) y biomاسas (g/m ²) por especie	48
Tabla 13. Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de trucha común	49
Tabla 14. Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de anguila europea.....	51
Tabla 15. Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de Estanca de Alcañiz	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Técnicos realizando perfil físico químico en el embalse de La Estanca.....	13
Figura 2. Situación del embalse de La Estanca	14
Figura 3. Índice NDWI aplicado a la imagen de satélite para identificar la lámina de agua	16
Figura 4. Batimetría de La Estanca.....	17
Figura 5. Evolución del volumen embalsado en el embalse de La Estanca durante el ciclo hidrológico 2020/21 (elaboración propia).....	18
Figura 6. Perfiles físico-químicos de La Estanca de Alcañiz (LEA21_E1PRO1).....	19
Figura 7. Esquema del método de censado de poblaciones ícticas en un embalse	21

Figura 8. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico	23
Figura 9. Ubicación de redes bentónicas en embalse de La Estanca	25
Figura 10. Equipo de electropesca desde embarcación en el embalse de La Estanca	26
Figura 11. Ejemplo de ajuste de curva al semivariograma para el interpolado espacial	27
Figura 12. Ubicación de las estaciones de muestreo directo de diferente tipo en el embalse de La Estanca de Alcañiz	30
Figura 13. Recorridos del sondeo hidroacústico en el embalse de La Estanca	33
Figura 14. Ejemplo de un ecograma obtenido con el haz horizontal en el embalse de La Estanca de Alcañiz	33
Figura 15. 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	35
Figura 16. Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro	36
Figura 17. Fotografías de las labores de muestreo en el embalse de La Estanca de Alcañiz	37
Figura 18. Gráfico de longitud-peso para los individuos infectados y sanos de la especie <i>Rutilus rutilus</i> ..	39
Figura 19. Composición de la asociación obtenida mediante redes	40
Figura 20. Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm.....	41
Figura 21. Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica	43
Figura 22 . Ejemplares de las especies capturadas en La Estanca	44
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	46
Figura 24. Comparación de la biomasa con otros embalses de la cuenca del Ebro	47
Figura 25. 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	50
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	52



1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El presente documento constituye el informe final de los trabajos realizados en el embalse de La Estanca de Alcañiz (Teruel) durante el año 2021, 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 La Estanca de Alcañiz, 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 la biomasa de peces en estos ecosistemas.

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 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. Existe una norma europea (CEN EN 15910: 2014 *Water quality - Guidance on the estimation of fish abundance with mobile hydroacoustic methods*) que contempla este tipo de técnicas para la evaluación de la biomasa de peces.

Se 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 de muestreo que requieren el acceso a pie del operario, razón por la que ha promovido el presente estudio.

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, y las técnicas hidroacústicas permiten obtener la información básica necesaria mediante procedimientos ya muy afianzados, como se puede constatar en los tratados técnicos (Simmonds & MacLennan, 2005) y en las normas estándar existentes (ver más adelante).

Figura 1. Técnicos realizando perfil físico químico en el embalse de La Estanca

2. ÁMBITO DE ESTUDIO

2.1. SITUACIÓN

El embalse de La Estanca de Alcañiz (MAS 1022) se localiza en el término municipal de Alcañiz en la provincia de Teruel, se trata de una antigua laguna de agua salada recrecida a embalse que recibe su aporte hídrico artificialmente del río Guadalope, a través de canales de más de 23km.

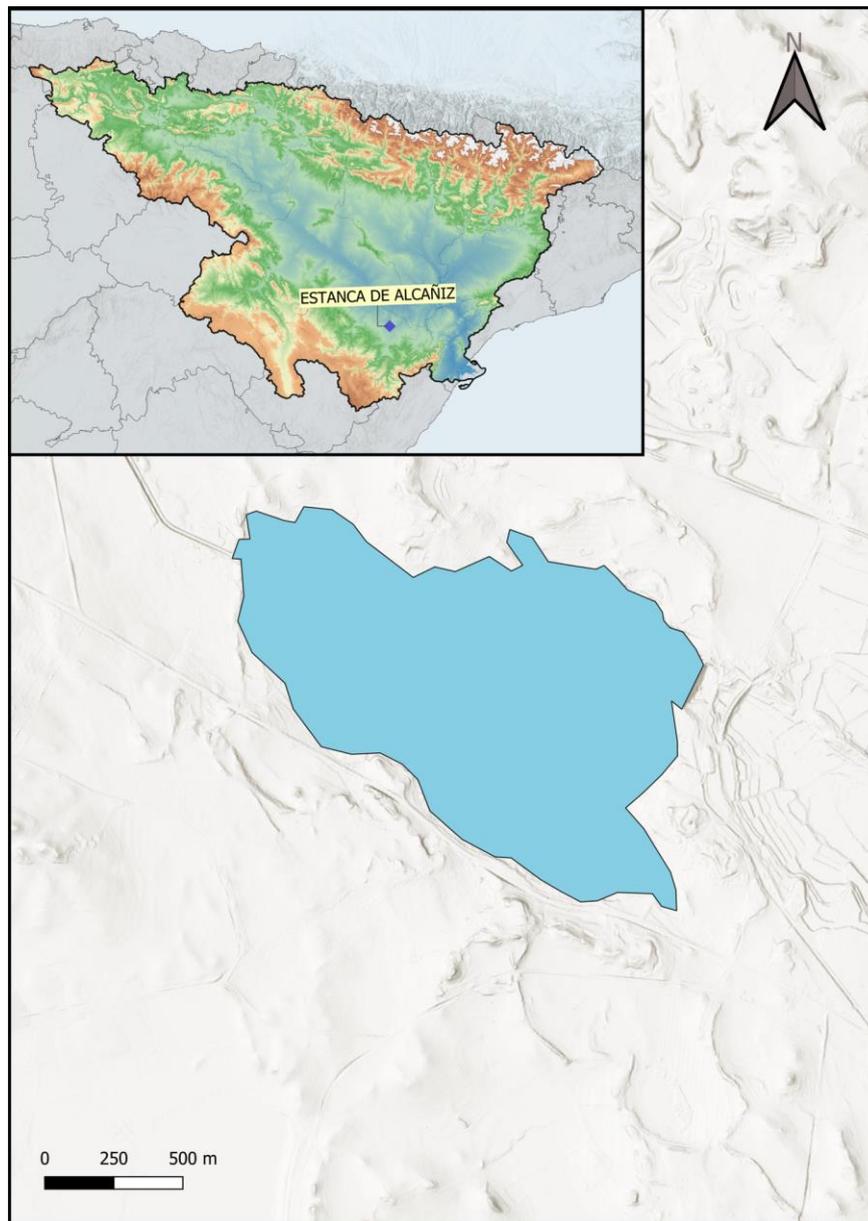


Figura 2. Situación del embalse de La Estanca



Inicialmente el uso principal del agua embalsada era agrícola pero actualmente se destina, previo tratamiento, al abastecimiento de los núcleos urbanos de Valmuel y Puigmoreno, si bien se dedica además a usos de regadío, recreativos y deportivos. El embalse de La Estanca de Alcañiz forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, en las categorías de: zonas de extracción de agua para consumo humano y zonas sensibles a nutrientes (zonas sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE).

También está catalogado de interés natural por aves acuáticas, por estar incluido en la lista de Zonas Húmedas de Importancia Regional elaborada por la SEO (1987).

2.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Según el inventario nacional de presas y embalses, el embalse de La Estanca de Alcañiz tiene una capacidad máxima de 7,3 hm³ y ocupa en su nivel máximo normal (NMN) una superficie de 135 ha, lo que supone una profundidad media de 5,4 m y máxima de 7,1 m.

El muestreo hidroacústico, como se explica más adelante en el apartado 3.2, 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.

A partir de los datos batimétricos del sondeo y de los datos del vuelo LiDAR del IGN, se ha generado un modelo digital de elevaciones. El embalse presentó durante el muestreo (17 - 18 de octubre de 2021) una profundidad media de 2,9 m y máxima de 5,7 m; la cota durante esas fechas estaba en el entorno de 344,5 msnm, que según la hipsometría generada corresponde a un volumen de 6,3 hm³, es decir se encontraba próxima al NMN.

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 se aprecia en la Figura 3, se obtiene una imagen en la que se diferencia el embalse de La Estanca de Alcañiz 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, en las fechas del muestreo, es de 136 ha.

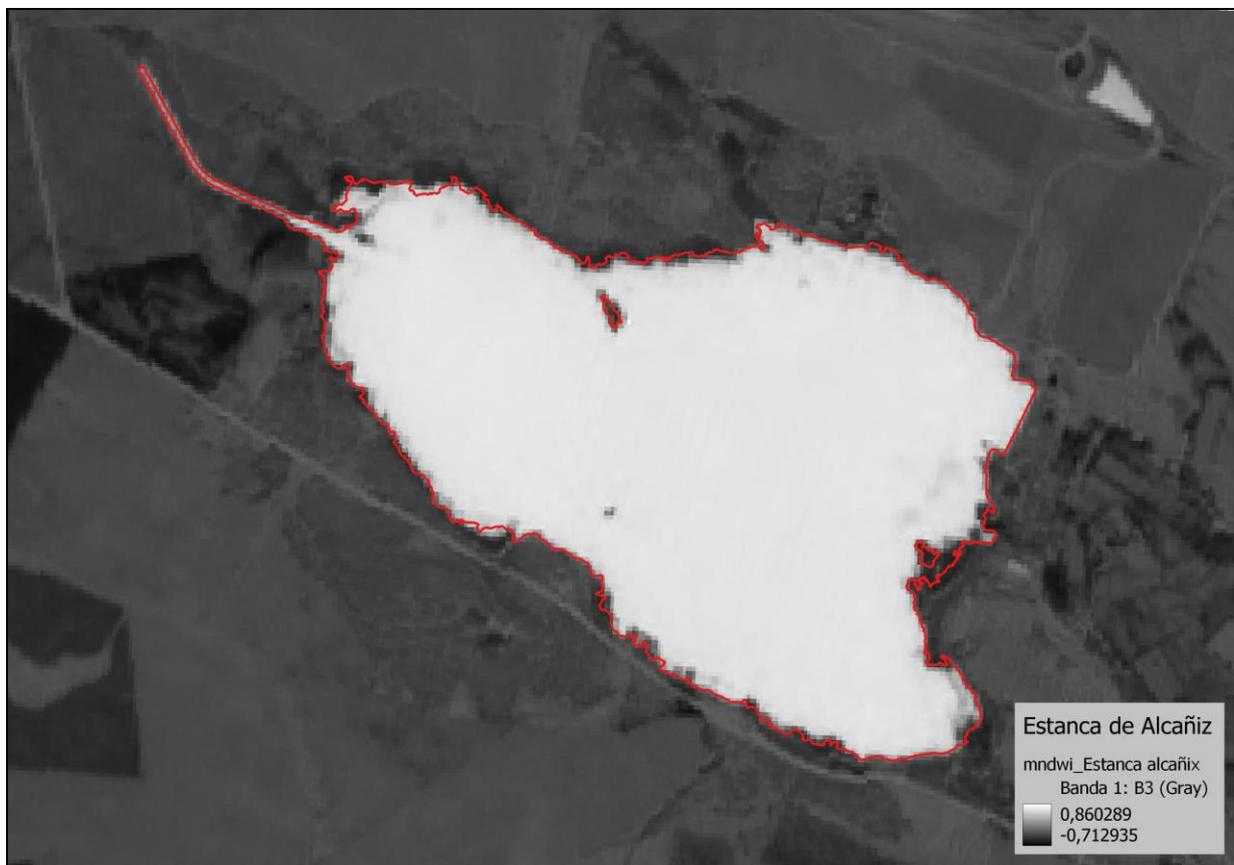


Figura 3. Índice NDWI aplicado a la imagen de satélite para identificar la lámina de agua

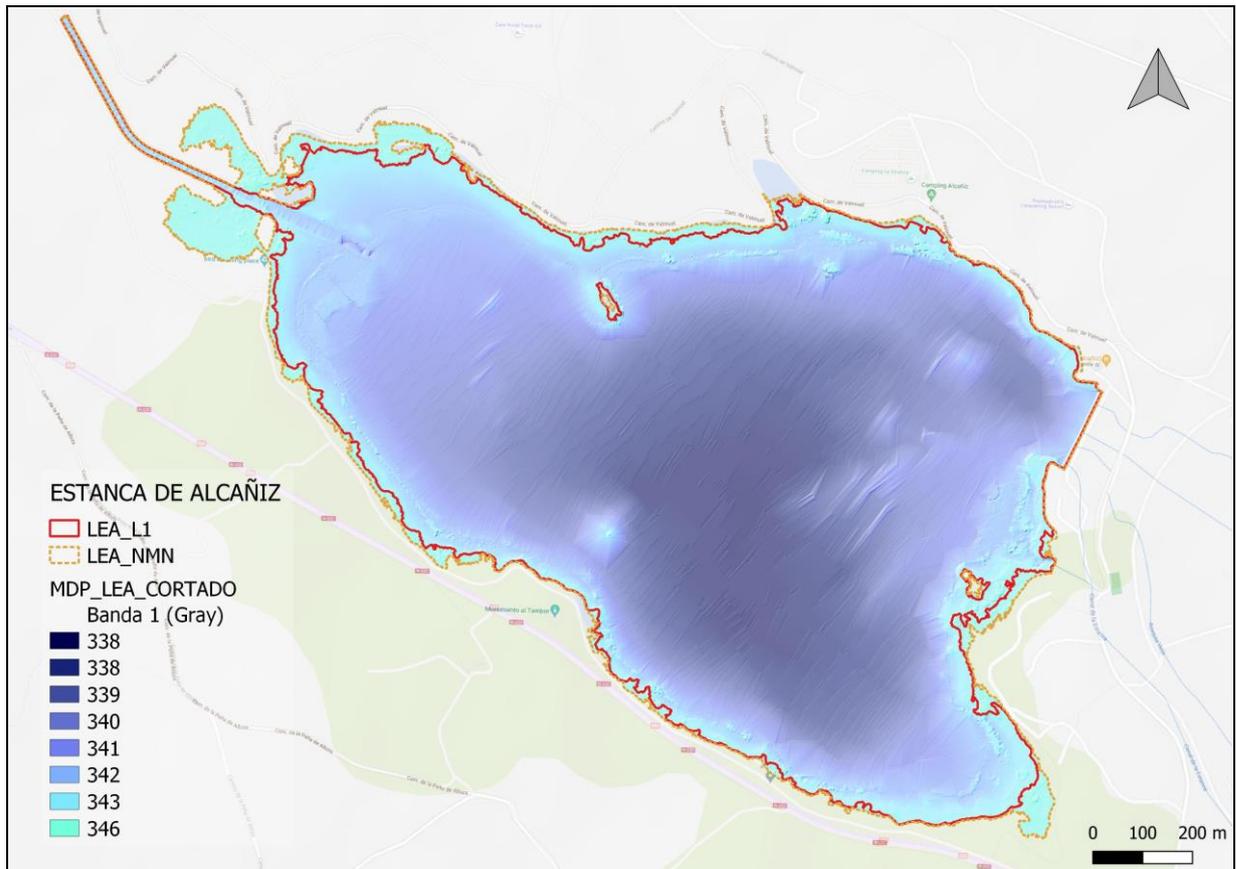


Figura 4. Batimetría de La Estanca

En la Tabla 1 se presentan el volumen y la superficie del estrato considerado en este caso, obtenido a partir de la batimetría anterior. Los volúmenes de los estratos pueden presentar ciertas desviaciones con respecto a los volúmenes reales, 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 La Estanca

Embalse	Sector	Estrato	Profundidad (m)	Volumen (hm ³)	Superficie (ha)
LEA21	1	1	0 a 5,7	6,274	136,9

2.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Como se aprecia en la figura siguiente, el embalse de La Estanca de Alcañiz mantiene un promedio de reserva hídrica de 6,27 hm³ durante todo el año hidrológico. Se aprecian leves disminuciones durante los meses de abril y agosto, siendo este último el mes en el que se alcanza el volumen mínimo del período objeto de estudio, 4,84 hm³ (70% de su capacidad). Después de esta leve disminución, la reserva hídrica del embalse volvió a los niveles del comienzo del año hidrológico.

El nivel del embalse permanece estable durante todo el año variando su volumen en aproximadamente 2 hm³. En la fecha de muestreo (17/10/2021), marcada con una línea roja, el embalse mantenía una reserva de 6,3 hm³ de agua, que corresponde aproximadamente a un 91 % de su capacidad.

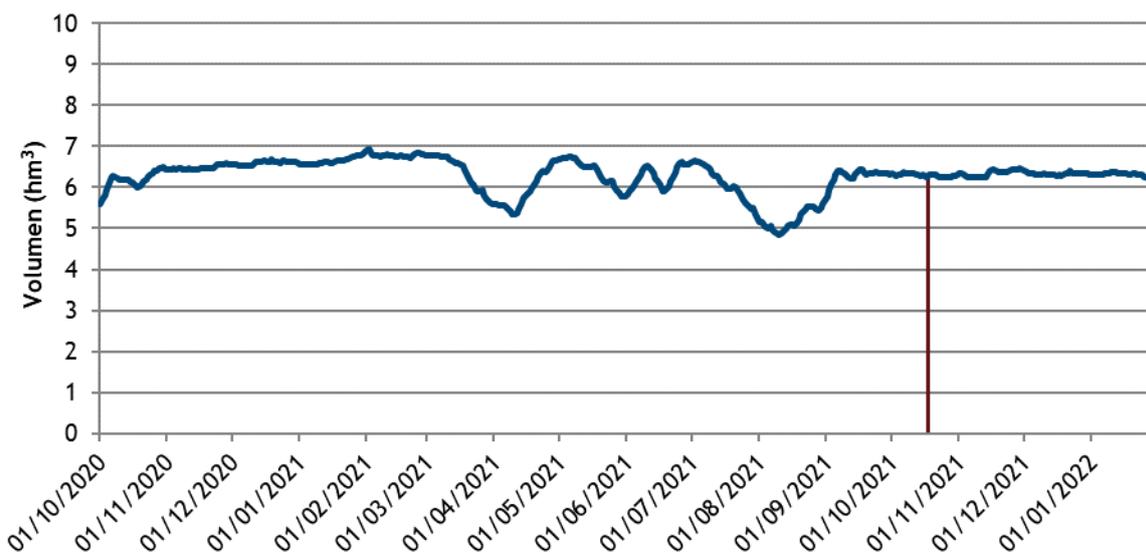


Figura 5. Evolución del volumen embalsado en el embalse de La Estanca durante el ciclo hidrológico 2020/21 (elaboración propia)

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 Figura 6 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 (LEA21_E1PRO1).

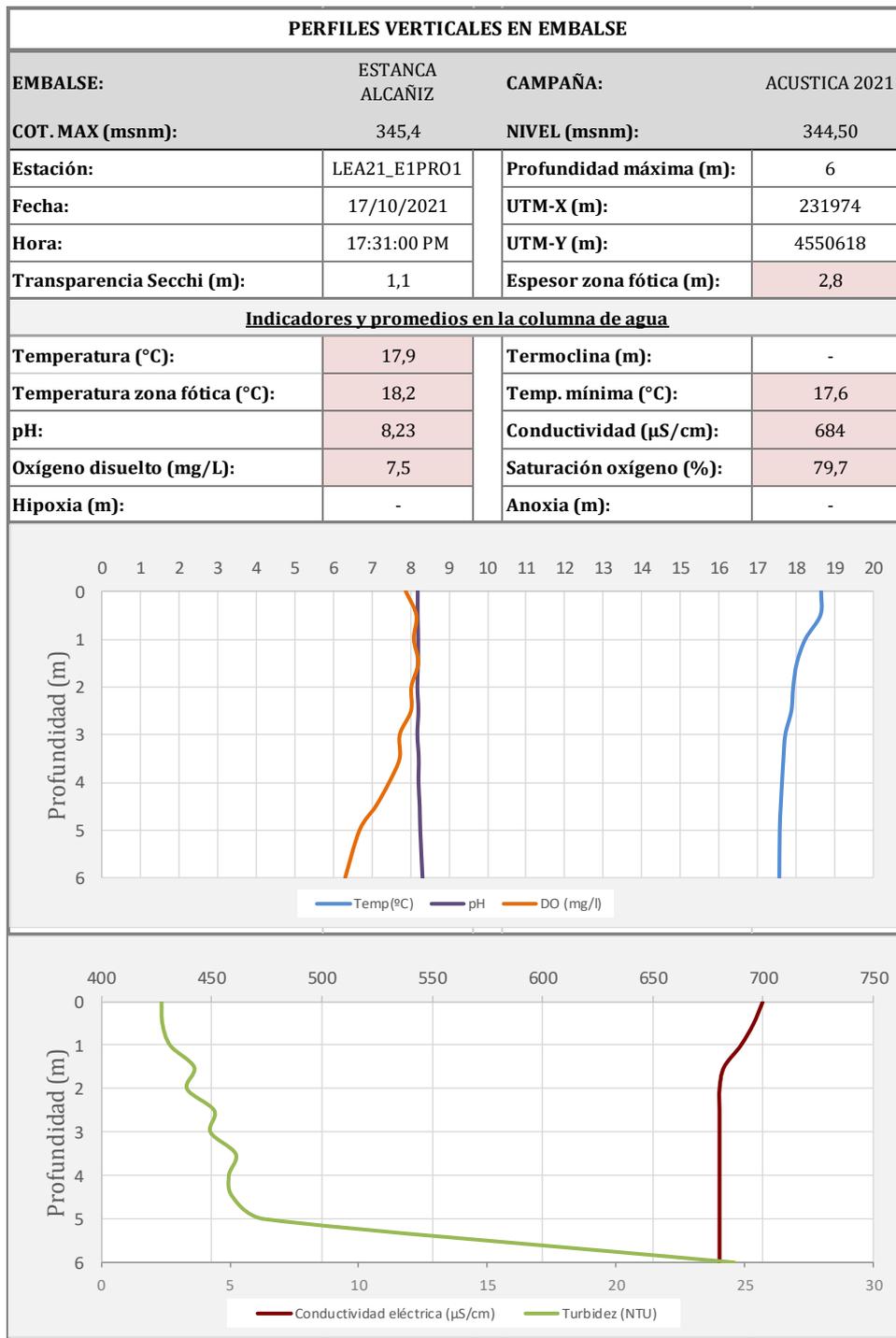


Figura 6. Perfiles físico-químicos de La Estanca de Alcañiz (LEA21_E1PRO1)



Como se observa 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. Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son aceptables, manteniendo una concentración promedio de 7,5 mg/L a lo largo de la columna de agua.

El pH es básico y constante con el incremento de profundidad siendo su valor promedio de 8,23 ud de pH. La transparencia del agua registrada en la lectura del disco Secchi es de 1,1 m lo que supone una profundidad de la capa fótica que no abarca toda la columna de agua, limitando su extensión hasta los 2,8 metros. Este espesor de la capa fótica es congruente con los valores observados de turbidez que comienzan a incrementarse a partir de los 2,5 metros de profundidad, pasando de los 2,4 NTUs registrados en superficie a los 6,3 NTUs registrados a los 5 metros de profundidad

2.5. POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO

El embalse de La Estanca se cataloga en el ecotipo 10 (Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos). Este embalse está incluido en la red de control de vigilancia y en la red de control operativo, y ha sido catalogado como “oligotrófico” y potencial ecológico “bueno o superior”, según el informe final de Seguimiento de Embalses 2020 de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE, 2020).

3. METODOLOGÍA

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

El procedimiento general empleado, que se plasma en la Figura 7, establece diferentes técnicas de muestreo en función de los macrohábitats diferenciados. Como se puede observar en la citada figura, el procedimiento de trabajo se basa en la combinación optimizada de diferentes técnicas prospectivas y de análisis.

Mediante los sondeos acústicos en posición vertical y horizontal se obtiene una alta densidad muestral relativa a la densidad y talla acústica de los peces, y cada elemento de análisis se posiciona en tres dimensiones (latitud, longitud y profundidad). Además, se obtiene

un levantamiento del fondo que permite elaborar un modelo batimétrico digital, que sirve para ubicar adecuadamente las estimaciones poblacionales en cada macrohábitat.

Metodología de censo de peces

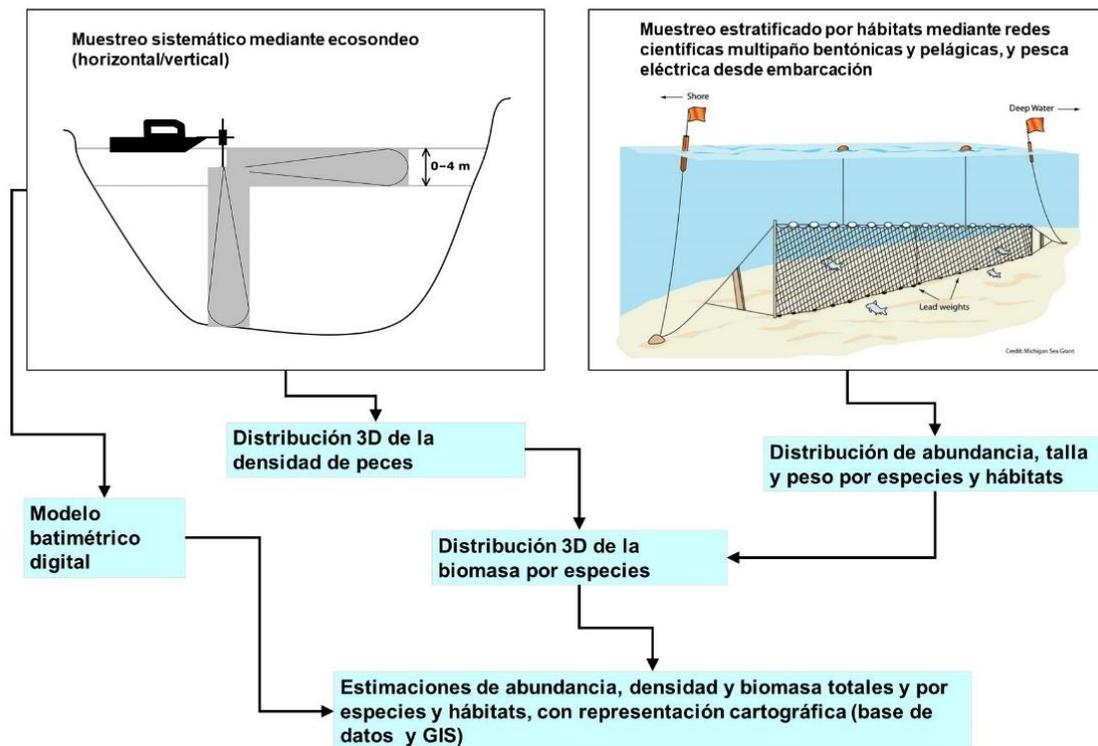


Figura 7. Esquema del método de censo de poblaciones ícticas en un embalse

Mediante el muestreo con métodos directos de pesca científica en lugares representativos de los diferentes sectores definidos (macrohábitats), se alcanza un conocimiento de la distribución de especies y relaciones entre la talla y el peso, que permiten finalmente estimar biomasa 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 17 y 18 de octubre de 2021.

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.

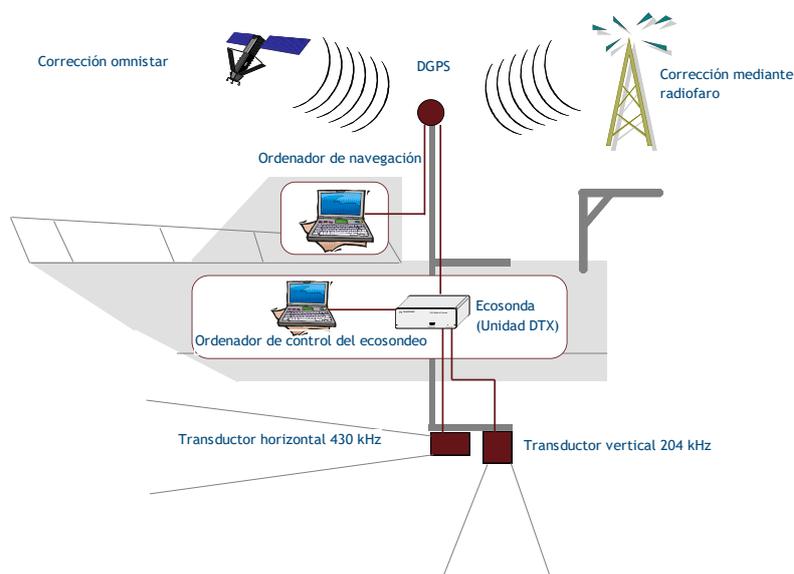


Figura 8. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico

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

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

3.2.2. *Procesado de datos acústicos*

Se ha empleado una combinación de las técnicas de detección de ecos (ecoconteo y recuento de rastros) y de ecointegración. 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 ecointegración, 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.

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 ecointegración 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 10m, 30 m o 40 m de largo y de 1,5 ó 6 m de alto. La 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 similar 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), 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
BEN	16 * 2,5	5 - 135	40 * 1,5	1,33
EPL	15 * 2,5	6,25 - 135	37,5 * 6	5
MPL	15 * 2,5	6,25 - 135	37,5 * 6	5

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.

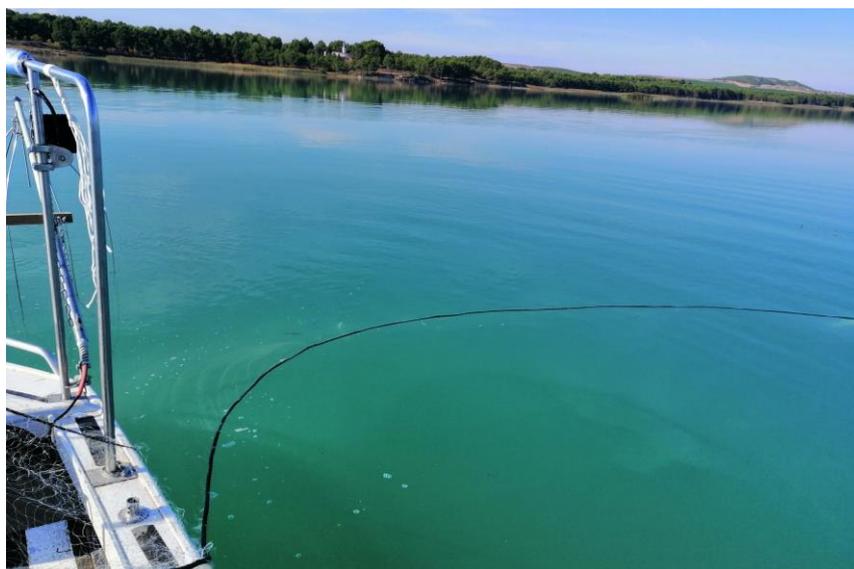


Figura 9. Ubicación de redes bentónicas en embalse de La Estanca

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 impulsada 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 10. Equipo de electropesca desde embarcación en el embalse de La Estanca

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 31. 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 11) 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.

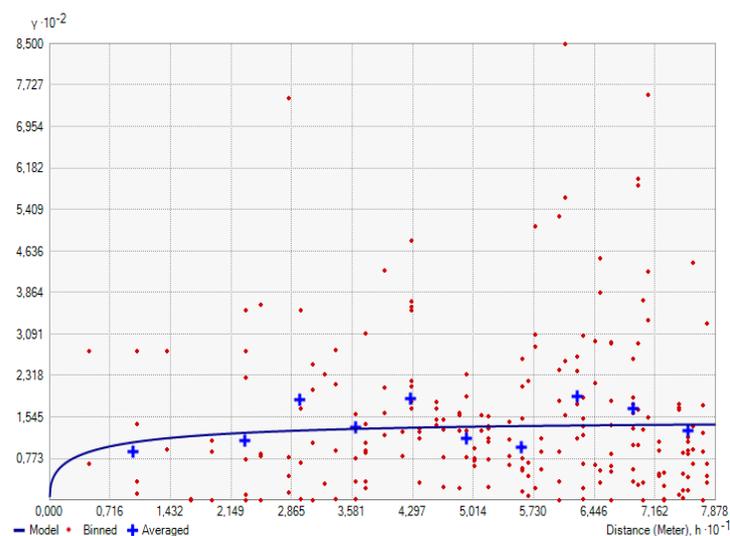


Figura 11. Ejemplo de ajuste de curva al semivariograma para el interpolado espacial

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 SEGÚN EL ÍNDICE BIÓTICO QFBI

No existe en la actualidad un método oficial de evaluación del potencial ecológico de los embalses basado en el bioindicador peces. No obstante, se dispone de un índice biótico de calidad desarrollado previamente 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. Su cálculo puede tener interés a efectos de comparar sintéticamente la calidad entre los diferentes embalses según la composición y biomasa de las biocenosis de peces.

Esta aproximación a un índice de calidad basado en los peces se denominó QFBI (*Quantitative Fish Biotic Index*). 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 de la calidad 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 ADN 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 niveles superficiales de profundidad en cada punto (2 - 4 m). 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.

En la Figura 12, 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.

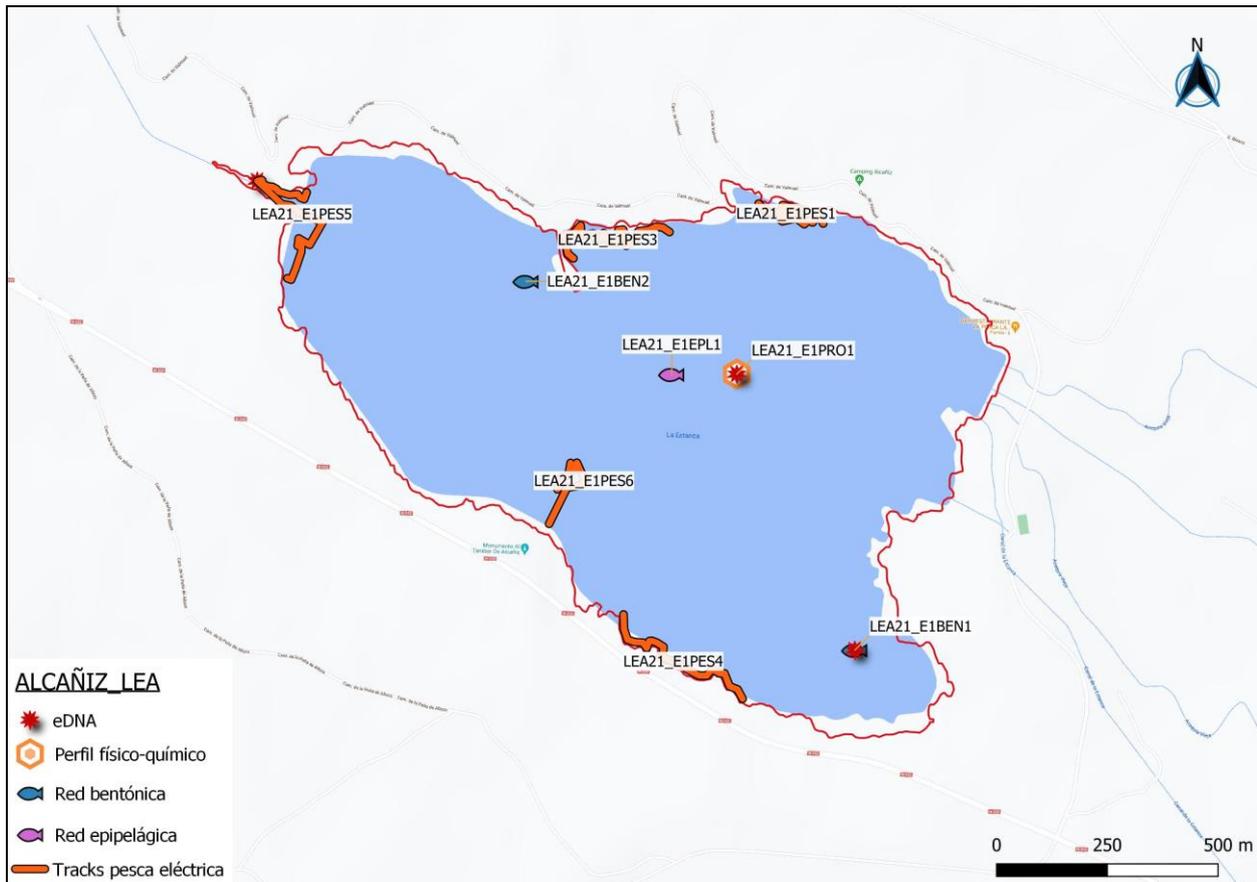


Figura 12. Ubicación de las estaciones de muestreo directo de diferente tipo en el embalse de La Estanca de Alcañiz

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 fue preciso filtrar 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 esterizaron 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 por un lado confirmar la presencia de ADN en las muestras, ya que este marcador amplifica multitud de organismos, y por otro lado 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 el 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 de Ecohydros. 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 el de otros organismos.



3.6.5. *Estimaciones de biomasa*

La metodología de PCR cuantitativa (qPCR) permite estimar la cantidad de ADN de la muestra a través de cálculos derivados del número de moléculas presentes en la muestra ambiental analizada, 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 por otro lado de anguila, obtenido mediante PCR convencional de una muestra certificada de trucha común o anguila, dependiendo del caso. Para poder obtener dicha recta patrón, se cuantificó mediante fluorimetría 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 las secuencias del amplicón correspondiente.

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

4. RESULTADOS

4.1. SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES

Los recorridos móviles de ecosondeo han cubierto una longitud total de 22,9 km (con dos transductores), lo que supone un valor del índice de cobertura (Da) de 19,7. Los recorridos completos sobre el mapa batimétrico se presentan en la Figura 13.

Obsérvese que los recorridos realizados se circunscriben al contorno del agua (rojo) correspondiente con el día de muestreo.

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.

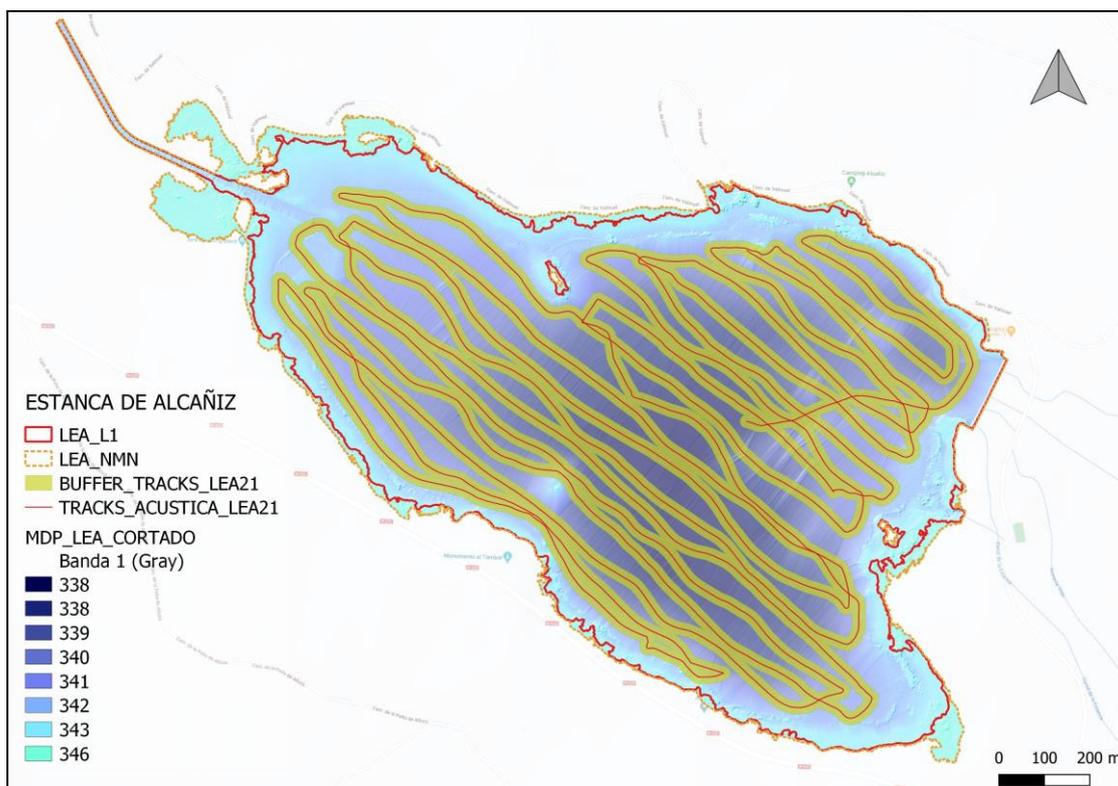


Figura 13. Recorridos del sondeo hidroacústico en el embalse de La Estanca

En la Figura 14 se muestra un ejemplo de ecograma durante el muestreo acústico en el embalse de La Estanca, realizado con haz horizontal y asociado a una distancia de la embarcación de 30 metros. Se ve representada la orilla/fondo o zona de choque del haz (línea amarilla), a una distancia promedio de unos 22 metros. Se pueden observar señales de diferentes tamaños en color amarillo cercanas a la orilla, que corresponden con señales de peces distribuidos por el embalse.

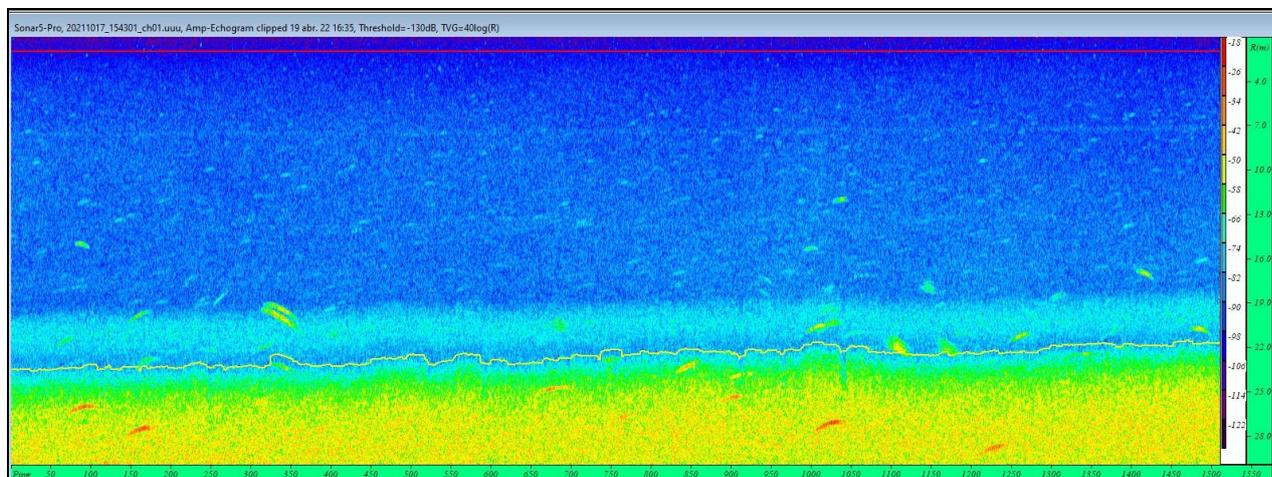


Figura 14. Ejemplo de un ecograma obtenido con el haz horizontal en el embalse de La Estanca de Alcañiz

4.1.1. Distribución y estimación de la densidad de peces

En la Tabla 5 se ofrecen los estadísticos descriptivos del estrato, en el que solo se ha tenido en cuenta el ecosondeo horizontal, debido a la escasa profundidad del embalse. 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
LEA21	1	1	9,98	353	460	28	29,7

Se ha obtenido una densidad total del embalse de $9,98 \pm 0,9 \text{ ind/dam}^3$. Se trata de un valor medio, propio de sistemas productivos y de embalses con carácter mesotrófico.

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 centrada en las orillas del embalse, debido a la cantidad de macrófitas emergidas y sumergidas, como carrizos y juncos, un hábitat idóneo de cobijo y alimentación para las poblaciones piscícolas.

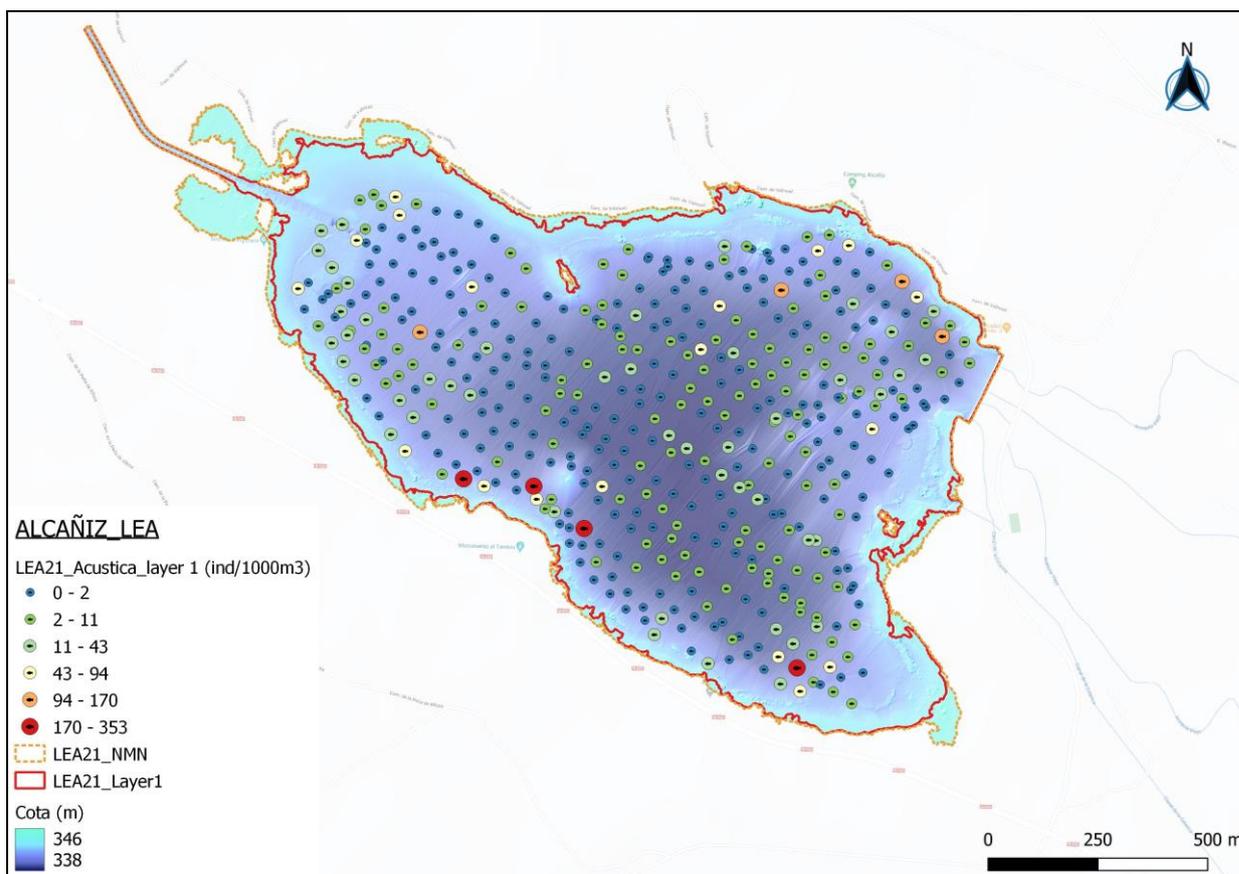


Figura 15. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

4.1.2. 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 La Estanca de Alcañiz, 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.

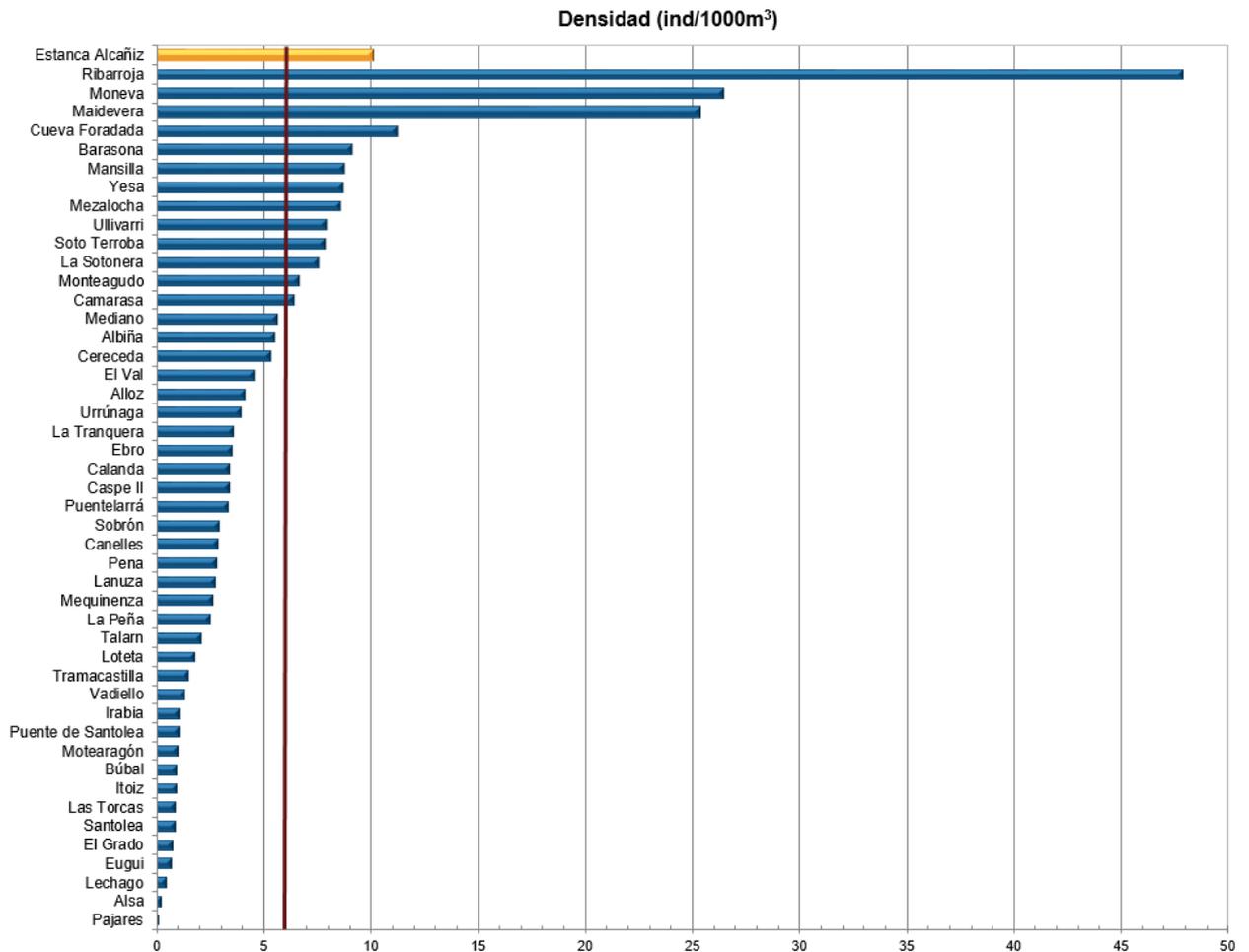


Figura 16. Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro

El valor de densidad obtenido para el embalse de La Estanca queda por encima de los valores medios entre el conjunto de embalses estudiados en la cuenca del Ebro, y se puede considerar 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.



Vista aérea de las Embarcaciones en la Estanca de Alcañiz



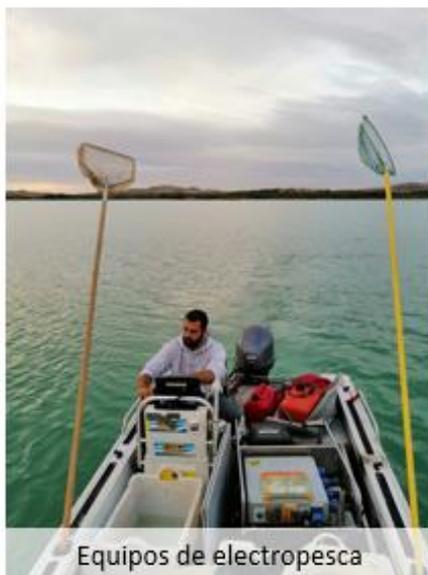
Equipos sonar de navegación en embarcación



Presa de la Estanca de Alcañiz



Sonda multiparamétrica para realizar el perfil físico-químico



Equipos de electropesca



Electropesca nocturna

Figura 17. Fotografías de las labores de muestreo en el embalse de La Estanca de Alcañiz

4.2.1. Especies presentes en el embalse

De las seis (6) especies detectadas en los muestreos de diferente tipo realizados en el embalse de La Estanca de Alcañiz, todas resultaron ser especies alóctonas.

Tabla 6. Especies presentes en el embalse

Nombre común	Nombre científico	Autóctono/alóctono
<i>Alburnus alburnus</i>	Alburno	Alóctono
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	Alóctono
<i>Micropterus salmoides</i>	Perca americana / Black bass	Alóctono
<i>Rutilus rutilus</i>	Rutilo	Alóctono
<i>Sander lucioperca</i>	Lucioperca	Alóctono
<i>Carassius gibelio</i>	Carpín	Alóctono

Se trata de una biocenosis completamente alterada, ya que está compuesta en su totalidad por especies exóticas invasoras como el black bass, lucioperca y carpa (incluyendo la variedad de carpa de espejos (*Cyprinus carpio specularis*)).

En las comunidades de peces encontradas en el embalse de La Estanca de Alcañiz, se puede apreciar que algunos individuos de alburnos (*Alburnus alburnus*) y de rutilo (*Rutilus rutilus*) pertenecientes a la familia de ciprínidos, presentaban afecciones internas por el plerocercario del cestodo *Ligula intestinalis*. Dicho parásito, es ingerido por el pez en forma de procercoide en el interior de un copépodo, donde se desarrolla y genera atrofias en el hígado y las gónadas, inhibiendo la actividad reproductiva de la especie (castración parasitaria). Estas alteraciones provocan modificaciones en la natación y la flotabilidad del individuo, convirtiéndolo en objetivo fácil para las aves acuáticas (hospedadoras finales de la *Ligula intestinalis*).

Aproximadamente la mitad de las capturas de rutilo, en redes agalleras y pesca eléctrica, presentaban deformaciones abdominales por la presencia del parásito cestodo, estando presente en todas las clases de edades de la especie. Como se puede apreciar en el Figura 18, el peso de los ejemplares infectados es sistemáticamente superior al de los ejemplares sanos.

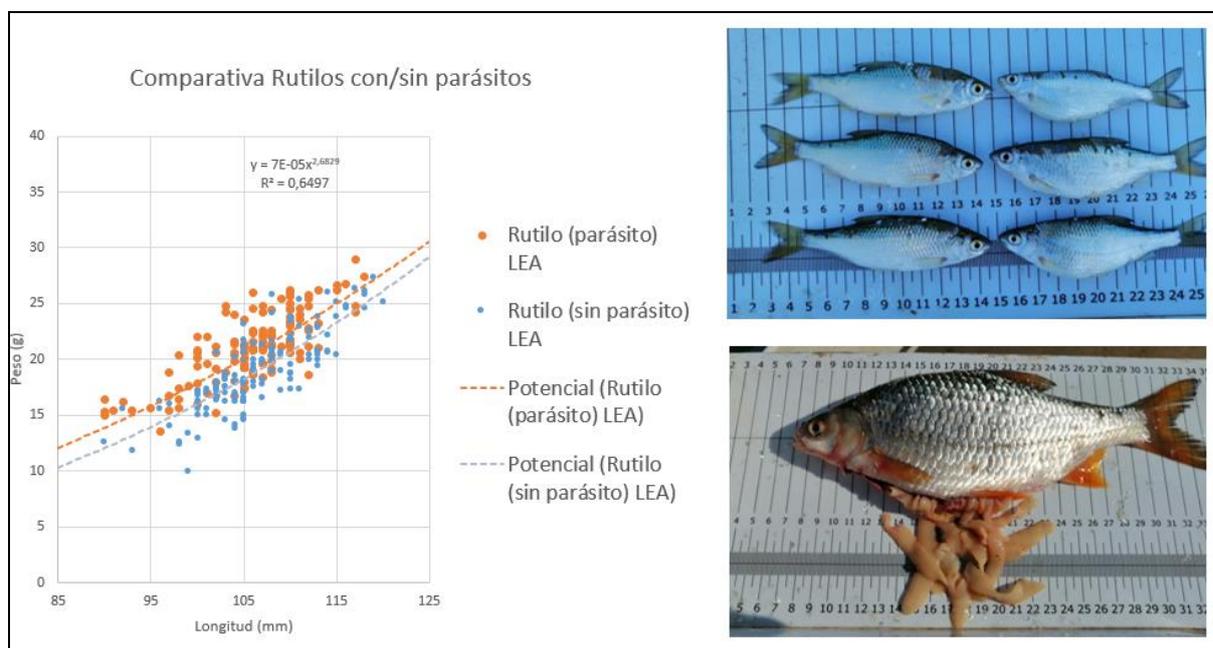


Figura 18. Gráfico de longitud-peso para los individuos infectados y sanos de la especie *Rutilus rutilus*

4.2.2. Composición y distribución de especies

Capturas con redes

El total de capturas con redes agalleras fue de 357 ejemplares, con un peso total de 27,4 kg, lo que supone 118 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 9,2 kg de biomasa por unidad de esfuerzo. Se emplearon un total de 3 redes en 17 horas de pesca (11,4 unidades de esfuerzo). En la Figura 11, se representa la ubicación de las redes de muestreo y los recorridos de pesca eléctrica.

Tabla 7. Ejemplos de las redes utilizadas durante los muestreos directos en La Estanca de Alcañiz

Tipo de lance	Código	Número de paños	Longitud (m)	Altura (m)	Esfuerzo
Red bentónica	LEA21_E1BEN1	16	40	1,5	1,85 45m ² /12h
Red bentónica	LEA21_E1BEN2	16	40	1,5	1,89 45m ² /12h
Red epipelágica	LEA21_E1EPL1	16	40	6	7,56 45m ² /12h

En la Tabla 8 y en la Figura 19 se facilitan los resultados obtenidos de las redes, agregados por especies y para cada uno de los estratos del embalse.

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

Tabla 8. 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>Rutilus rutilus</i>	314	95,91	81,00	19.907	5.215	57	137	63
<i>Cyprinus carpio</i>	3	2	1,3	3.608	1.910	20,8	370	1.203
<i>Sander lucioperca</i>	37	19,70	16,64	3.785	2.040	22	153	102
<i>Alburnus alburnus</i>	3	1	1,0	51	16	0,2	112	17
Total	357	118	100,0	27.351	9.181	100,0	141	77



Figura 19. Composición de la asociación obtenida mediante redes

Se observa que la asociación está dominada (81%) en términos de abundancia por el rutilo (*Rutilus rutilus*), seguida con un porcentaje inferior (17%) por la lucioperca (*Sander lucioperca*). Siendo además el rutilo (*Rutilus rutilus*) la asociación dominante en términos de biomasa (57%), seguido de la lucioperca (*Sander lucioperca*) y la carpa común (*Cyprinus carpio*), de la que solamente se han obtenido tres ejemplares, pero que suponen un 21% en términos de biomasa.

En la Figura 20 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.

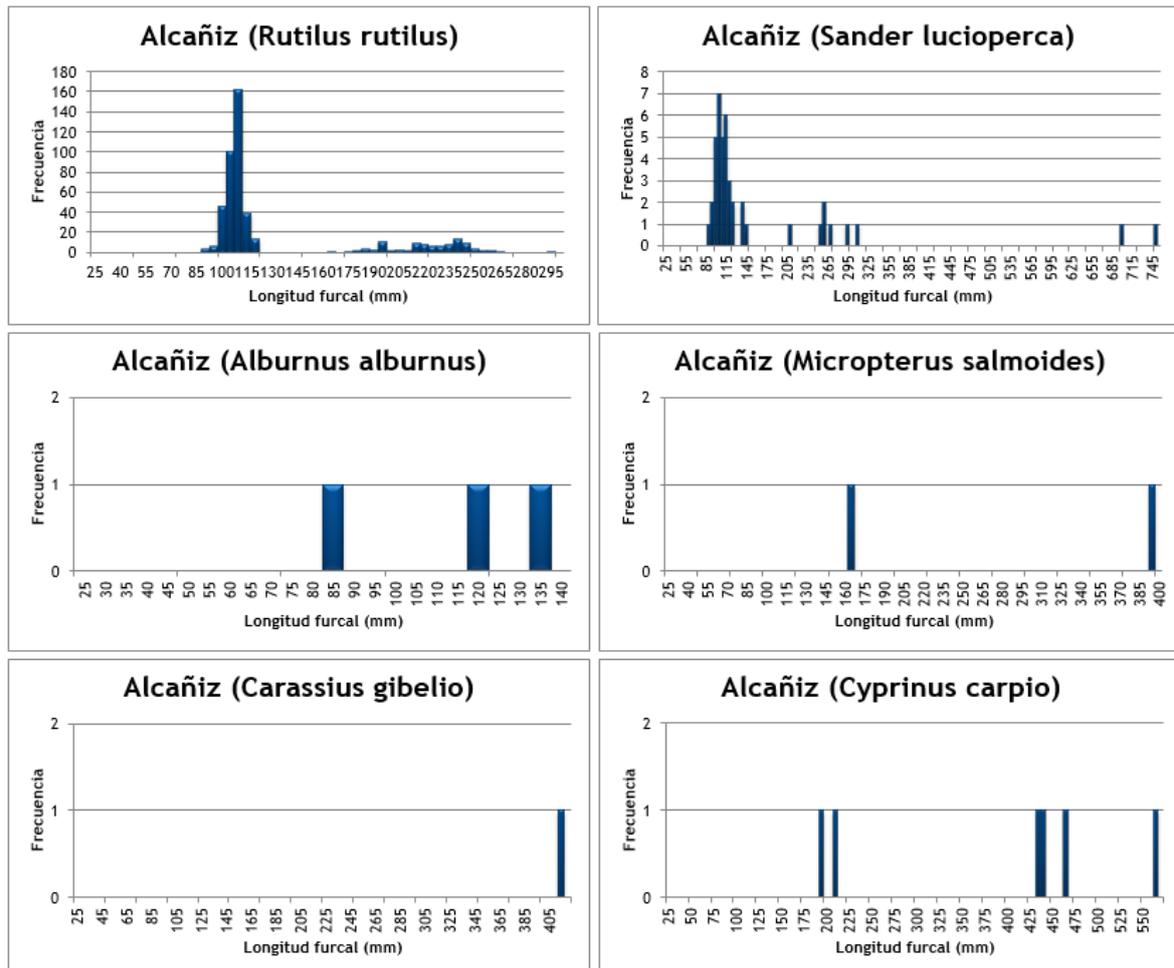


Figura 20. Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm

En La Estanca de Alcañiz, de las 6 especies capturadas, solo el rutilo (*Rutilus rutilus*) y la lucioperca (*Sander lucioperca*) presentan poblaciones estructuradas, con ejemplares de todas las clases de edad. En cambio, las especies de carpín (*Carassius gibelio*), carpa (*Cyprinus carpio*) y black bass (*Micropterus salmoides*) muestran poblaciones envejecidas, sin presencia de alevines en las capturas, evidenciando la ausencia de reclutamiento.

Resultados de la pesca eléctrica

El rendimiento de la pesca eléctrica fue inferior al de las redes, con una captura total de 167 peces con un peso total de 18,4 kilos, lo que supone 41,9 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 5,1 kg de BPUE. Se realizaron un total de cinco transectos que cubrieron 1,9 km de orilla.

Tabla 9. Tracks de pesca eléctrica realizados durante los muestreos directos de La Estanca

Tipo de lance	Código	Esfuerzo
Pesca eléctrica	LEA21_E1PES1	311 m
Pesca eléctrica	LEA21_E1PES3	442 m
Pesca eléctrica	LEA21_E1PES4	421 m
Pesca eléctrica	LEA21_E1PES5	521 m

La ubicación de los transectos de muestreo de electropesca se puede observar en el mapa de la Figura 11 y en el boletín de campo del Anexo I, donde se presenta además la ubicación de las redes.

En la tabla siguiente se facilitan los resultados obtenidos, agregados por especies. Se capturaron un total de 5 especies diferentes de las seis detectadas en el embalse, incluyendo el carpín (*Carassius gibelio*) que no se detectó con las redes agalleras.

Tabla 10. 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>Rutilus rutilus</i>	155	38,85	92,70	5.277	1.484,14	29,12	117	34
<i>Cyprinus carpio</i>	3	0,9	2,2	5.621	1.763,3	34,6	397	1.874
<i>Micropterus salmoides</i>	2	0,6	1,4	1.329	448,6	8,8	278	665
<i>Sander luciperca</i>	6	1,35	3,22	4.330	978,56	19,20	227	722
<i>Carassius gibelio</i>	1	0,23	0,54	1.863	421,49	8,27	412	1.863
Total	167	41,9	100,0	18.420	5.096,1	100,0	129	110

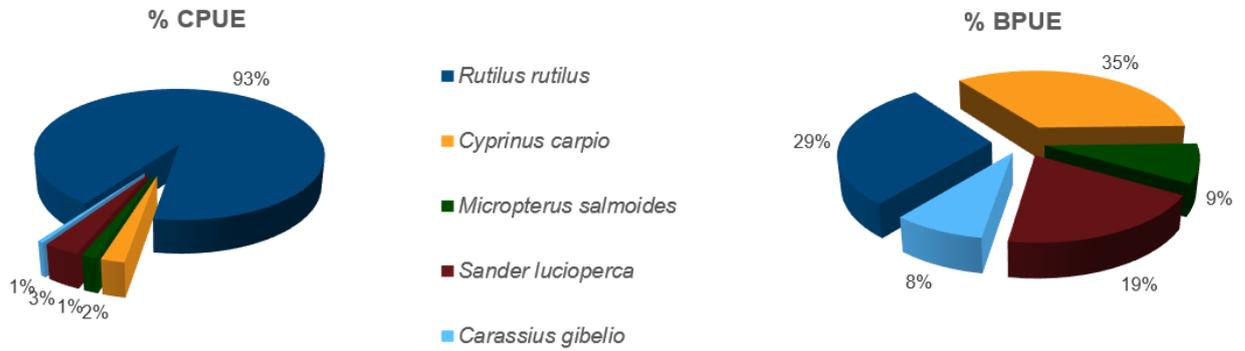


Figura 21. Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica

Al igual que ocurre en los muestreos realizados con redes agalleras, la asociación detectada con la técnica de electropesca desde embarcación, está dominada en términos de abundancia por el rutilo (*Rutilus rutilus*) (93%), sin embargo, en términos de biomasa, está dominada por la asociación de carpa común (*Cyprinus carpio*) (35%), seguida por el rutilo (*Rutilus rutilus*) (29%).



Carpín (*Carassius gibelio*)



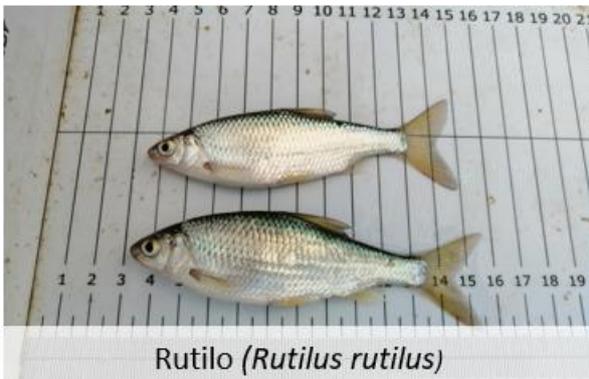
Carpa común (*Cyprinus carpio*)



Carpa de espejos (*Cyprinus carpio specularis*)



Blackbass (*Micropterus salmoides*)



Rutilo (*Rutilus rutilus*)



Alburno (*Alburnus alburnus*)



Lucioperca (*Sander lucioperca*)

Figura 22 . Ejemplares de las especies capturadas en La Estanca

4.3. BIOMASA

4.3.1. Distribución y estimación de la biomasa de peces

A partir de los datos obtenidos mediante las dos técnicas de prospección (hidroacústica y muestreo directo), se integran los resultados para obtener las estimaciones de densidad y biomasa por especies para el conjunto del sistema (Tabla 11).

Tabla 11. Biomasa de peces por estratos (g/m^2) 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
LEA21	1	1	4,64	164	460	40	13,82

La biomasa media del embalse se calcula sumando las biomاسas de cada uno de los estratos y refiriéndolo a la superficie del embalse. De esta manera se obtiene una biomasa media de $4,64 \pm 0,42 \text{ g/m}^2$, o lo que es lo mismo $46,4 \text{ kg/ha}$. Se trata de un valor intermedio de biomasa, compatible con el carácter mesotrófico del embalse.

En la Figura 23 se representa la distribución espacial de los valores de biomasa en las celdas de análisis para el único estrato considerado en este embalse. 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.

Se aprecia que los valores de biomasa más altos se distribuyen periféricamente, en zonas cercanas a las riberas, especialmente en la margen derecha. En este caso, estas celdas representan concentraciones de especies de mayor tamaño (lucio-perca y carpa común).

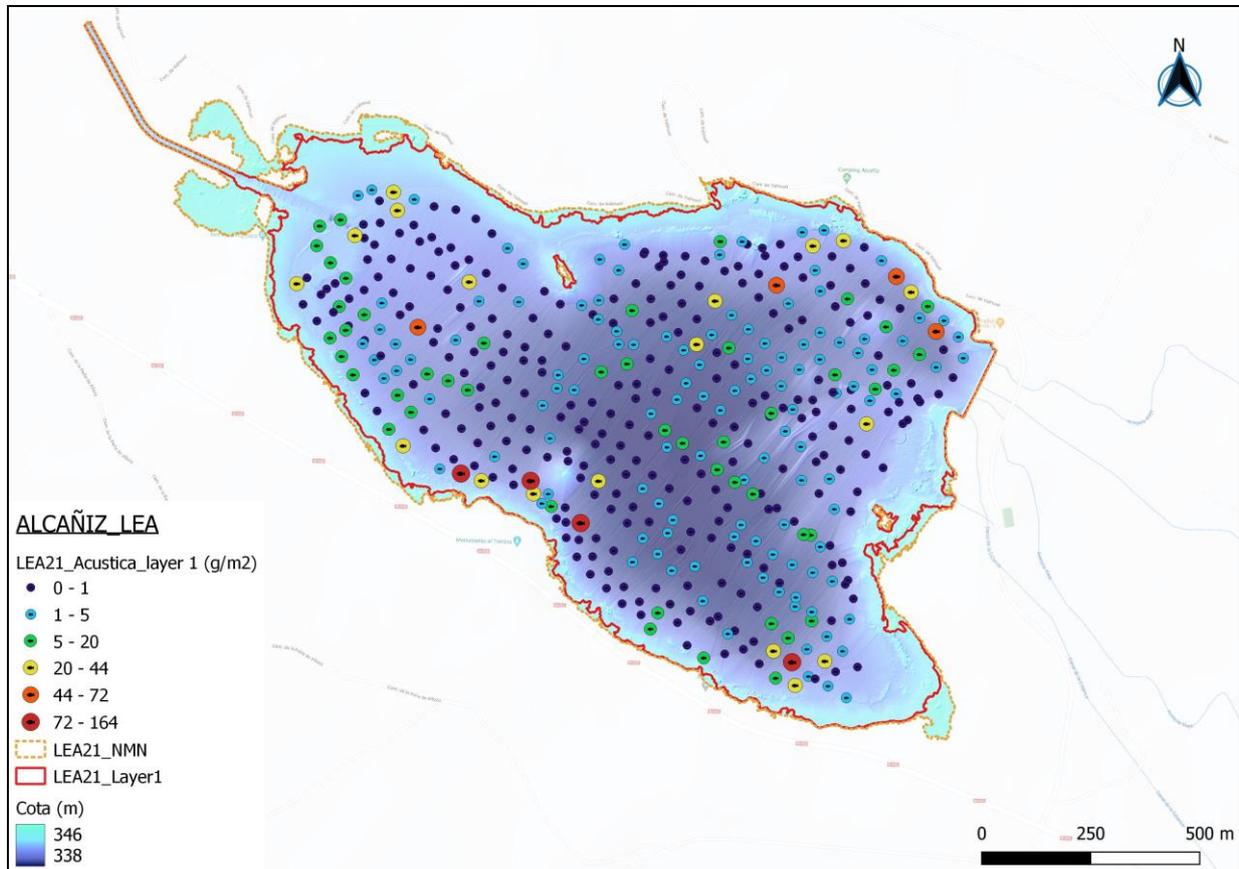


Figura 23. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

4.3.2. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro

En el diagrama de barras siguiente se presentan los resultados de biomasa obtenidos en La Estanca de Alcañiz, 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 en este embalse presenta un valor medio en el contexto de los embalses estudiados en la cuenca del Ebro.

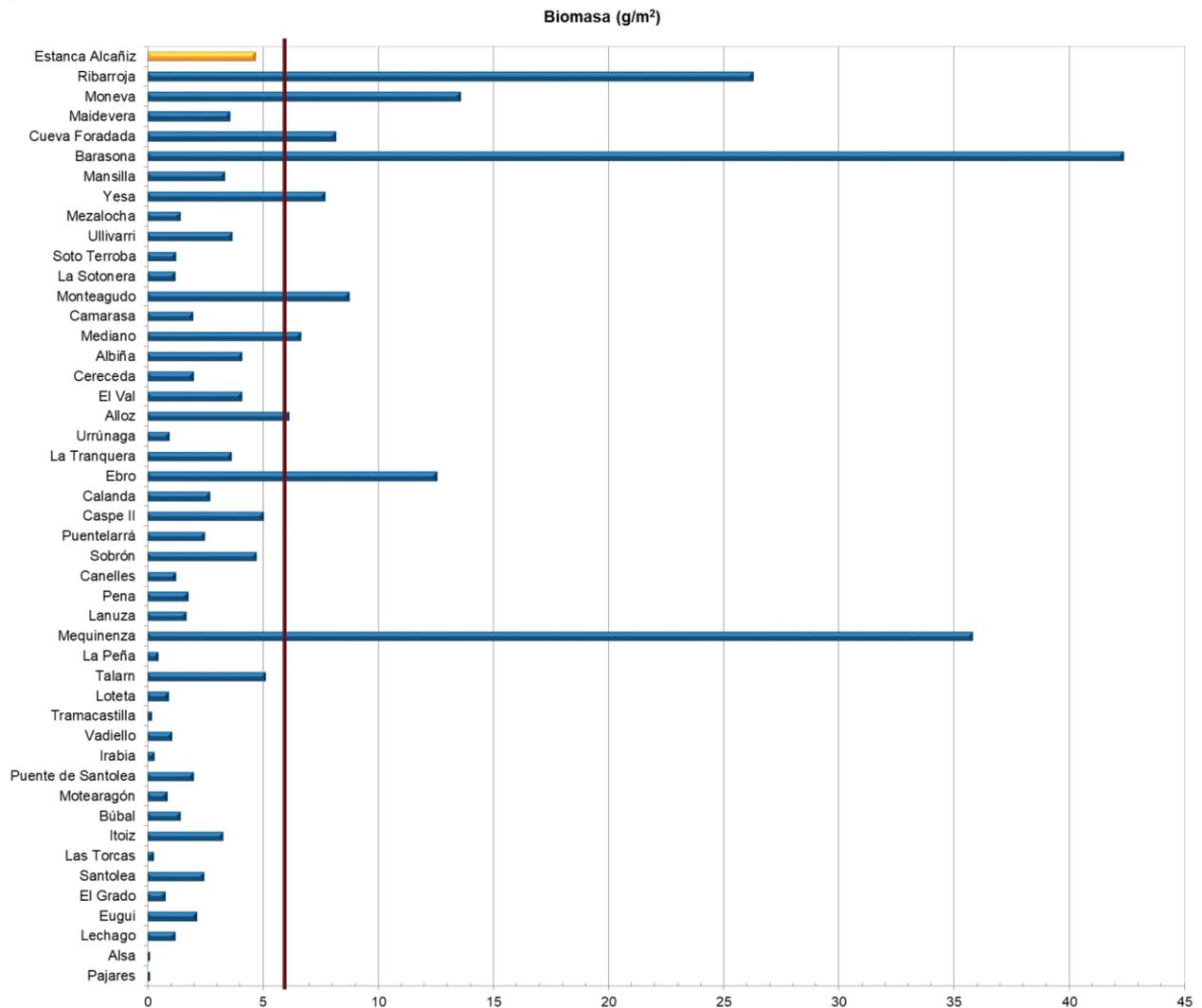


Figura 24. Comparación de la biomasa con otros embalses de la cuenca del Ebro

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 12 se ha calculado la densidad y biomasa relativas por especie, referidas a volumen (dam³) y superficie (m²) respectivamente, para el conjunto del embalse.



Tabla 12. Densidades (ind/dam³) y biomasa (g/m²) por especie

	Densidad media (ind/dam ³)	Abundancia (%)	Biomasa media (g/m ²)	Biomasa (%)	Abundancia Total (ind)	Peso total (kg)
<i>Alburnus alburnus</i>	0,099	1,0%	0,00	4,0%	540	0
<i>Carassius gibelio</i>	0,0001	0,0%	0,14	3,0%	0	191
<i>Cyprinus carpio</i>	0,198	2,0%	1,21	26,0%	1.080	1.651
<i>Micropterus salmoides</i>	0,0003	0,0%	0,14	3,0%	0	191
<i>Sander lucioperca</i>	1,292	13,0%	0,97	21,0%	7.017	1.334
<i>Rutilus rutilus</i>	8,349	84,0%	2,18	47,0%	45.342	2.985
Total	9,98	100 %	4,64	100 %	53.979	6.351
Intervalo de Confianza (I.C)	0,90	–	0,42	–	5.675	577

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 53.979 ± 5.675 peces con una biomasa de 6.351 ± 577 kilogramos.

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.



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 extracción del ADN ambiental se completó sin incidencias.

Todas las muestras ambientales del agua del embalse de La Estanca de Alcañiz 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.

No se ha detectado ADN de trucha común en las muestras ambientales del embalse de La Estanca.

Se obtuvieron dos rectas patrón con un alto grado de ajuste ($R^2_A=0,997$ y $R^2_B=0,991$). Ambas rectas patrón corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas independientemente para confirmar los resultados obtenidos en los análisis realizados.

Tabla 13. Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de trucha común

	Recta patrón A	Recta patrón B
<i>Pendiente</i>	-4,111	-3,925
<i>Intercepto</i>	-2,673	-1,267
R^2	0,997	0,991

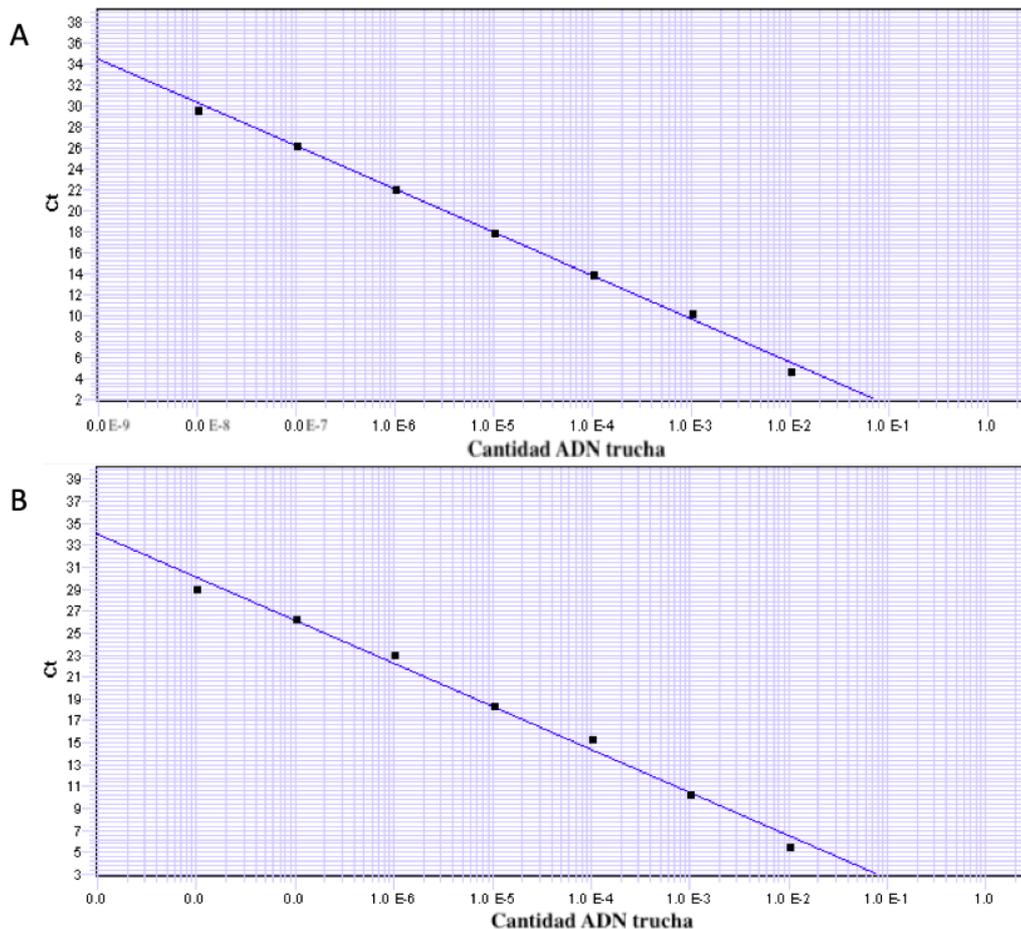


Figura 25. Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Ct) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas

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 una concentración mínima de ADN detectada de 0,05 fg/L o 99 moléculas de ADN de trucha común por litro analizado.

Se ha utilizado un método específico de alta resolución basado en la detección genética mediante ADN ambiental de moléculas de ADN de trucha en agua, con el cual no se ha podido confirmar la presencia de trucha común en el embalse de La Estanca de Alcañiz.

Los resultados obtenidos mediante ADN ambiental se encuentran en concordancia con los resultados obtenidos en los muestreos directos, ya que en éstos no se pudo capturar ningún ejemplar de esta especie.



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 La Estanca.

Se obtuvieron dos rectas patrón con un alto grado de ajuste ($R^2_A=0,995$ y $R^2_B=0,990$), correspondientes a las réplicas de laboratorio independientes de los análisis realizados para confirmar los resultados obtenidos.

Tabla 14. Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de anguila europea

	Recta patrón A	Recta patrón B
<i>Pendiente</i>	-3,686	-3,575
<i>Intercepto</i>	-0,888	-0,352
R^2	0,995	0,990

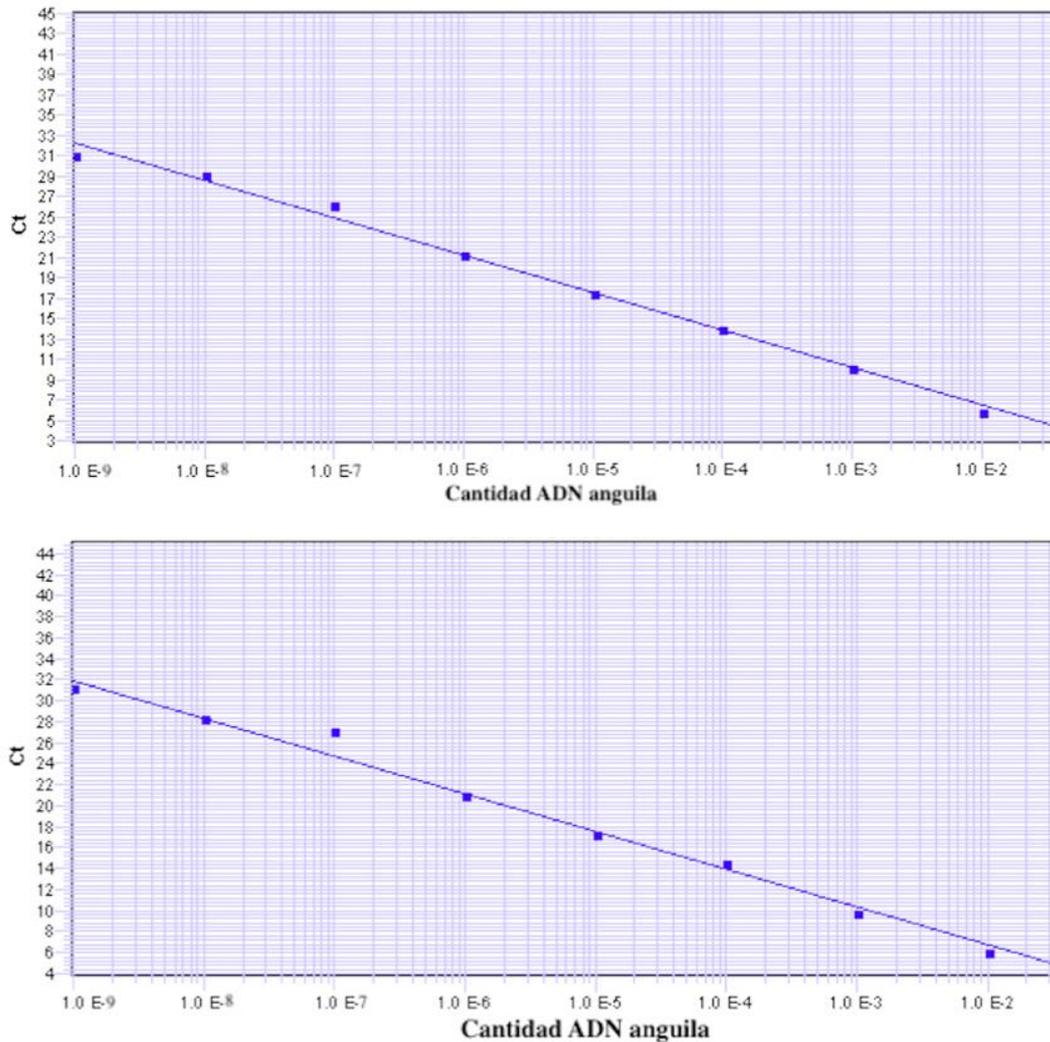


Figura 26. Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Ct) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas

La metodología empleada en estos análisis ha permitido optimizar la detección de 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 La Estanca de Alcañiz, confirmando en este caso los resultados obtenidos en los



muestreos directos. Esto implica que, con alta probabilidad, la anguila no está presente en esta masa de agua.

Los resultados obtenidos mediante el análisis de ADN ambiental se encuentran en concordancia con los resultados obtenidos en los muestreos directos, ya que en éstos no se capturó ningún ejemplar de esta especie.

5. VALORACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE QFBI

Aunque este método de muestreo se ha aplicado en una reducida población de embalses de la Península Ibérica, los resultados permiten una comparación objetiva y normalizada según el índice biótico sintético QFBI.

Este ejercicio es posible gracias al carácter sistemático de los muestreos, que proporciona información estandarizada sobre la densidad y biomasa de cada una de las especies. El mencionado índice permite a su vez comparar mediante una sola variable, la relación de la ictiocenosis con las características ambientales de cada masa de agua, tanto naturales como derivadas de presiones concretas, y también con la influencia del manejo hidráulico y 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.

Concretamente en el embalse de La Estanca de Alcañiz se destacan las siguientes características:

- Densidad y biomasa de peces propias de sistemas mesotróficos, con valores intermedios en una escala compuesta por unos 50 casos estudiados en la DHE.
- Biocenosis compuesta exclusivamente por especies alóctonas. En términos de densidad, la asociación está claramente dominada por el rutilo que representa el



84 %. En términos de biomasa el rutilo también es la especie con mayor importancia (47 %).

- La trucha común y la anguila europea no se han detectado con las técnicas directas de muestro y tampoco se confirma su presencia en la masa de agua mediante la técnica de eDNA, de muy alta sensibilidad.

Como se ha apuntado en el apartado de metodología, se ha aplicado el QFBI (*Quantitative Fish Biotic Index*) en una versión todavía experimental. Según esta metodología, la calidad del embalse según los peces sería “Mala”. En la Tabla 15 se presentan los resultados de las diferentes métricas, así como del QFBI, obtenidos para el embalse de La Estanca de Alcañiz:

Tabla 15. Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de la Estanca de Alcañiz

Métrica	Embalse
	LEA21
LOG_BIO	4,67
LOG_BIO_native	0,00
LOG_%_BIO_PISC_Exotic	0,09
LOG_BIO_PISC_Exotic	4,05
LOG_BIO_ciprin_native	0,00
QFBI	3,80
Calidad	Mala

Este resultado se explica por la combinación de valores moderadamente altos de biomasa de especies alóctonas y la ausencia de especies autóctonas.



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 especies detectadas en los muestreos realizados en el embalse de La Estanca de Alcañiz mediante electropesca son alóctonas: rutilo (*Rutilus rutilus*), alburno (*Alburnus alburnus*), lucioperca (*Sander lucioperca*), black bass (*Micropterus salmoides*), carpín (*Carassius gibelio*), carpa común y su variedad de espejos (*Cyprinus carpio* y *Cyprinus carpio specularis*).

En el caso de la trucha común (*Salmo trutta*) y anguila (*Anguilla anguilla*), la prospección mediante la técnica de mayor sensibilidad conocida (eDNA) ha ofrecido resultados negativos. Se concluye en consecuencia que en este embalse se presentan seis (6) especies de peces, todas ellas alóctonas.

La asociación de peces está dominada en términos de densidad por el rutilo, que representa el 84 %, seguido de la lucioperca (13 %) y la carpa común (2 %). En términos de biomasa, el rutilo es también la especie dominante (47 %) mientras que la carpa común y la lucioperca representan respectivamente un 26 % y un 21 %.

La densidad media de peces, a partir de la interpolación en celdas de 50 m, es de $9,98 \pm 0,90$ ind/dam³, que corresponde a un valor intermedio. La biomasa de peces obtenida en el embalse es de $4,64 \pm 0,42$ g/m², o lo que es lo mismo 46,4 kg/ha, que representa también un valor intermedio de biomasa, propio de un sistema mesotrófico.

El índice de calidad QFBI adquiere en el embalse de La Estanca de Alcañiz un valor "Malo".

Las poblaciones de rutilo del embalse presentan una incidencia muy alta de un endoparásito, el cestodo *Ligula intestinalis*, que compromete la viabilidad de los individuos infectados y facilita la presión depredadora de las aves ictívoras.



Este parásito tiene además un efecto de disrupción hormonal que altera el normal desarrollo gonadal de los individuos y suele acarrear una reducción de las poblaciones. Este efecto es directo, se produce a nivel del hipotálamo, y no debe confundirse con la acción de determinados contaminantes que producen también alteración endocrina.



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.

Amplición: 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 (g/45m²/12h) en redes de 4 paños (luces de malla de 70 a 135 mm).

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

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



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.

Pleroceroide: Último estadio larvario de diversos cestodos con ciclos de vida acuáticos.

Procercoide: Forma embrionaria alargada con un apéndice evaginable en un extremo y una dilatación esférica con 6 ganchos en el otro.

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 la ratio señal/ruido de una ecosonda. Este es uno de los aspectos en los que se diferencian las ecosondas científicas de las 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. 2015. Red de Seguimiento de Lagos 2015.

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

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

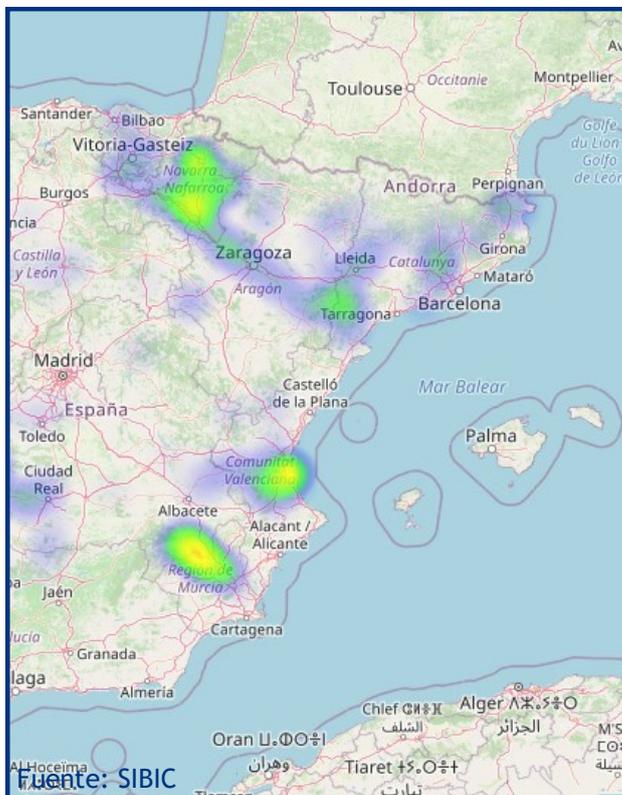


ANEXO 1. ESPECIES PRESENTES

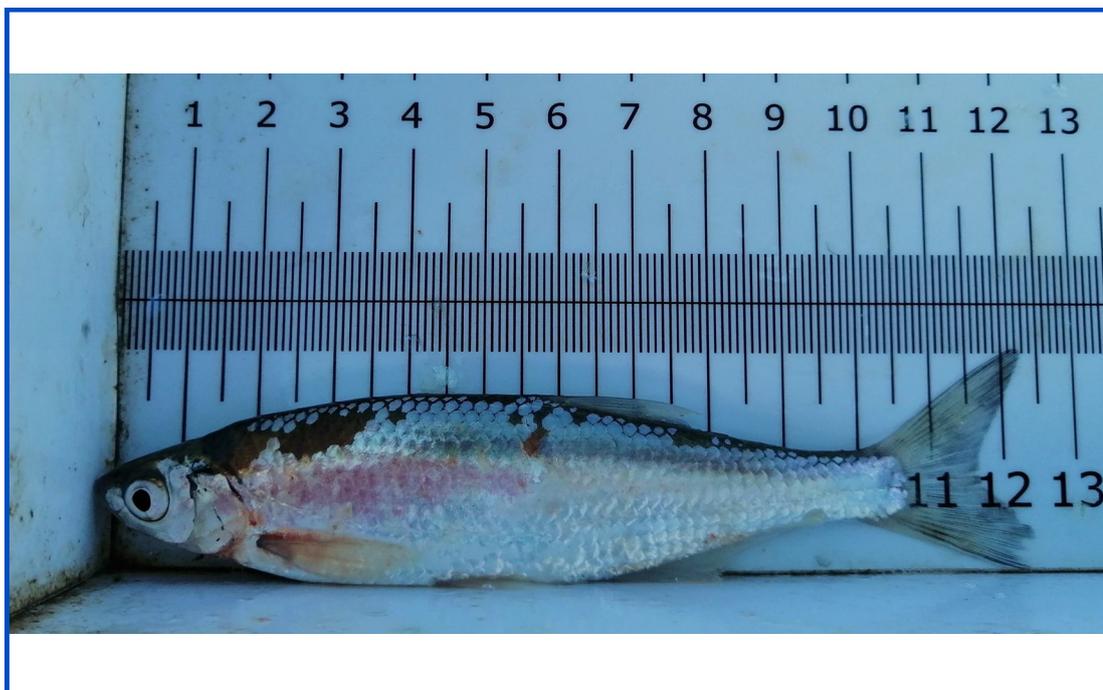
Embalse De La Estanca de Alcañiz

Alburno

Alburnus alburnus



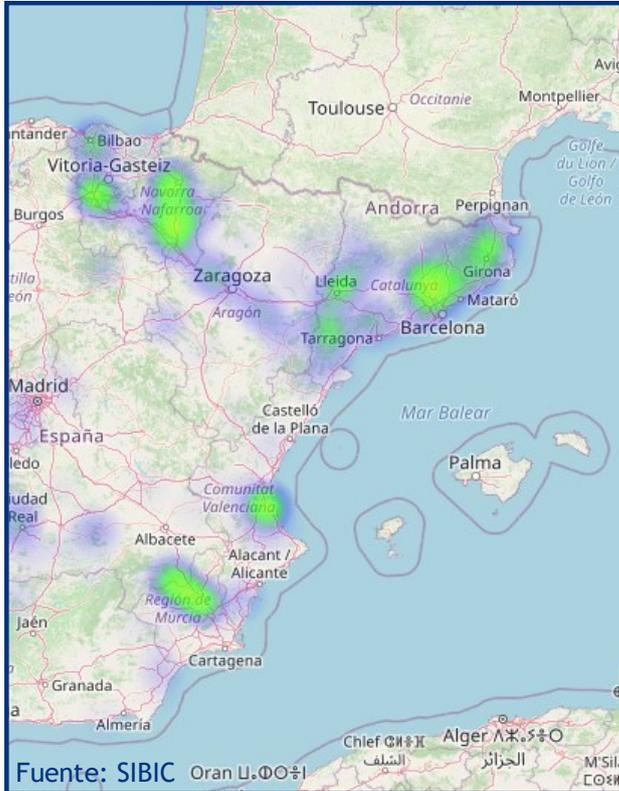
Pez de talla media que no suele superar los 100 cm de longitud total y 20 kg de peso, aunque en España raramente alcanza los 60 cm y 10 kg de peso. Su morfología y coloración son variables, la cabeza es grande, las escamas son muy pequeñas (110-125 en la línea lateral) y presenta normalmente, manchas negras y rojas oceladas, que no están presentes en la aleta caudal y que se extienden por el opérculo. En los embalses es habitual encontrar ejemplares totalmente plateados (forma lacustris). Vive normalmente en aguas rápidas y frías, aunque frecuentemente se encuentra adaptada a los embalses, donde no completa su ciclo, ya que sigue necesitando de los ríos para la reproducción. Su alimentación está basada fundamentalmente en invertebrados bentónicos, insectos y moluscos. Los adultos pueden consumir también peces y anfibios. Presenta un único periodo de freza que se sitúa entre los meses de noviembre y enero cuando la temperatura del agua oscila entre 5 y 10°C. La especie está amenazada por introgresión genética procedente de los ejemplares de repoblación, así mismo la pesca deportiva y la introducción de especies exóticas son otros factores que pueden amenazar la supervivencia de esta especie. Por otra parte la contaminación de los cauces por vertidos urbanos e industriales y la alteración de los cauces fluviales por obras hidráulicas son importantes impactos que afectan a las poblaciones de trucha.



Embalse De La Estanca de Alcañiz

Carpa común

Cyprinus carpio



Es la especie íctica introducida de mayor difusión en la península Ibérica. Puede alcanzar considerables dimensiones de hasta 1 m de longitud y más de 20 kg de peso. Los machos alcanzan la madurez sexual a la edad de 1 o 2 años mientras que las hembras lo hacen más tarde. Aquellos individuos que habitan los embalses no necesitan salir de ellos para desovar sino que buscan zonas de aguas someras con vegetación dentro del mismo embalse. Muestra costumbres gregarias, especialmente durante el invierno, que forma bancos en los fondos de las zonas más profundas. Su régimen alimentario es omnívoro, a base de detritos, materia vegetal y, preferentemente, de invertebrados acuáticos del fondo. Sin embargo su capacidad de adaptación es grande y puede variar ampliamente sus hábitos en función de las condiciones del medio. Es una especie generalista que prefiere los cursos lentos de agua y los tramos de agua estancada con temperaturas altas. Resiste muy bien las bajas concentraciones de oxígeno disuelto, la turbiedad alta, la salinidad y, en general, la contaminación de las aguas.

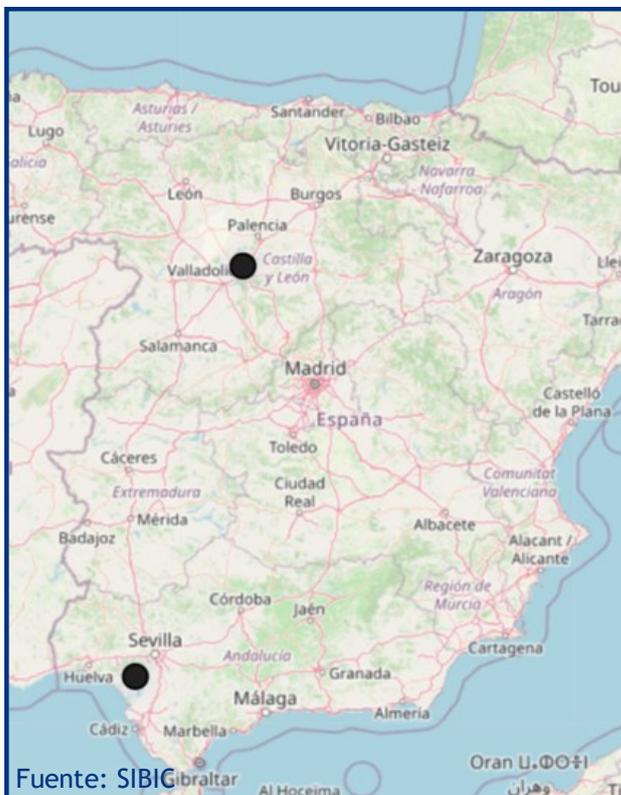
Se considera que tiene efectos negativos sobre la vegetación acuática sumergida, porque levantan sus raíces, y también contribuyen al enturbiamiento de las aguas por su costumbre de remover el sedimento.



Embalse De La Estanca de Alcañiz

Carpín

Carassius gibelio



Fuente: SIBIG

Ciprínido que raramente supera los 30 cm de longitud. La talla máxima conocida es de 45 cm de longitud total y 2 kg de peso y la edad máxima de 30 años. Prefiere aguas poco profundas de lagunas y ríos de corriente lenta, con abundante vegetación y fondos blandos, encontrándose generalmente en las orillas.

Es un pez resistente que puede subsistir en condiciones muy desfavorables como contaminación de aguas, falta de oxígeno y fríos invernales, que no pueden soportar otras especies. Durante el invierno, al igual que otras variedades de carpas, permanecen casi completamente enterrados en el barro, limitando mucho su actividad hasta que llega la primavera. Su alimentación es diversa, abarcando desde algas a invertebrados bentónicos. La freza se produce en aguas con densa vegetación sumergida en mayo-junio. Se conocen poblaciones de solo hembras. En estas poblaciones la reproducción se realiza por pinnogénesis, es decir, que los huevos necesitan para su desarrollo sólo el estímulo del esperma de un macho de otra especie. Los individuos que nacen son por tanto clones de sus madres. En España se distribuye prácticamente por todas las cuencas.

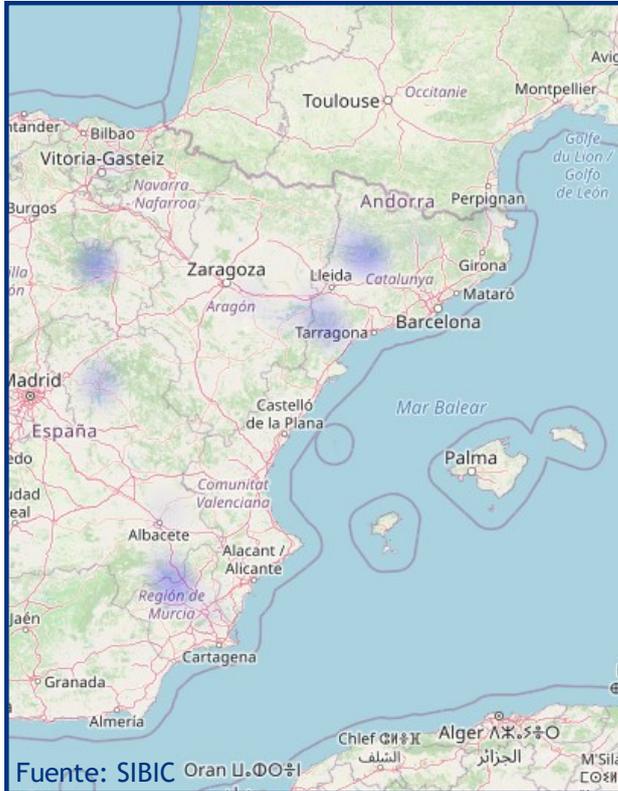




Embalse De La Estanca de Alcañiz

Lucioperca

Sander Lucioperca



Es un pez de tamaño grande cuyos ejemplares adultos suelen medir entre 40 y 70 cm con un peso de 1-2 Kg, conociéndose ejemplares de hasta 1,3 m de longitud total y 12-15 Kg de peso. Cuerpo alargado con cabeza grande armada de fuertes dientes y maxilar largo. Presenta dos aletas dorsales la primera con 13-15 radios espinosos y la segunda con 19-23 radios blandos. La aleta anal es larga con 11-13 radios blandos. Introducida recientemente es una de las especies de moda entre los pescadores encontrándose en plena expansión. Vive en aguas profundas y tranquilas, con fondos rocosos y aguas turbias. Se distribuye desde el centro y este de Europa hasta el oeste de Asia, estando presente también en Suecia y Finlandia. Ha sido introducida en al menos 14 países de África, Asia y Norte América. En España lo fue en los años 90 de forma ilegal para pesca deportiva.



Embalse De La Estanca de Alcañiz

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.

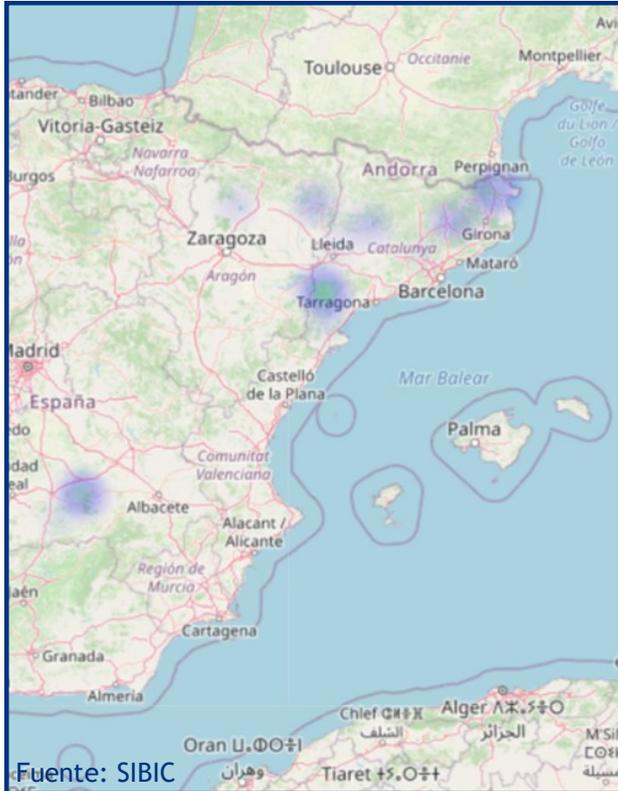
Su dieta es más ictiófaga a medida que alcanza tamaños mayores. Se le asigna un papel de presión sobre las poblaciones de ciprinidos autóctonos. Se ha observado que en algunos embalses, como en el de Orellana (Badajoz) (Ecohydros, 2003), tiene en el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) un 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 La Estanca de Alcañiz

Rutilo

Rutilus rutilus



Es una especie de talla media que no suele sobrepasar los 40 cm de longitud total aunque se conocen individuos que han alcanzado los 50 cm de longitud y cerca de los 2 kg de peso. Las poblaciones son pequeñas y se desconoce su evolución actual. Vive en ríos, lagos y embalses prefiriendo aguas tranquilas. Pueden vivir tanto en aguas contaminadas como en aguas salobres. Existen algunas poblaciones anádromas.

Es una especie omnívora que se alimenta tanto de insectos como de crustáceos y plantas. Aunque los adultos tienen preferencia por las plantas. La reproducción se da entre los meses de abril y junio cuando la temperatura del agua ronda los 10-14°C. En la actualidad se distribuye por toda Europa excepto por las penínsulas meridionales e Irlanda. En España se localiza en el río Llobregat y en la cuenca del Ebro. Parece tener un impacto considerable sobre la vegetación acuática y por tanto sobre el hábitat.





MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



ANEXO 2. RESULTADOS DE LAS PESCAS



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Estanca de Alcañiz		CÓDIGO	LEA21_E1PES1		
UMT-X	232.024		UTM-Y	4.551.007		
RIQUEZA ESPECIES	3		Distancia (m)	311,0		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Rutilo	50	0,16	96%	3188	10,25	95%
Lucioperca	1	0,00	2%	10	0,03	0%
Alburno		0,00	0%		0,00	0%
Carpín prusiano		0,00	0%		0,00	0%
Carpa común	1	0,00	2%	162	0,52	5%
Carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Black bass		0,00	0%		0,00	0%
Total	52	0,17	100%	3360	10,80	100%

CPUE		BPUE	

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	194	162,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	90	15,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	90	15,3	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	90	16,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	91	15,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	92	16,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	22,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	20,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	20,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	18,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	21,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	16,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	20,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	17,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	24,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	18,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	20,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	21,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	21,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	23,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	24,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	26,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	19,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	19,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	20,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	21,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	109	20,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	109	17,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	22,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	23,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	115	26,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	118	27,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	112	22,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	113	23,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	115	23,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	118	25,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	172	78,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	192	102,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	195	117,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	203	138,1	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	214	150,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	215	169,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	215	161,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	220	171,0	1



RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	222	175,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	223	192,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	223	168,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	233	208,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	238	125,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	241	239,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	246	262,2	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	101	9,8	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Estanca de Alcañiz		CÓDIGO	LEA21_E1PES3		
UMT-X	231.654		UTM-Y	4.550.926		
RIQUEZA ESPECIES	3		Distancia (m)	442,0		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Rutilo	16	0,04	84%	310	0,70	5%
Lucioperca	2	0,00	11%	4263	9,64	66%
Alburno		0,00	0%		0,00	0%
Carpín prusiano	1	0,00	5%	1863	4,21	29%
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
Carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Black bass		0,00	0%		0,00	0%
Total	19	0,04	100%	6436	14,56	100%

CPUE		BPUE	

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpín prusiano	<i>Carassius gibelio</i>	412	1863,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	95	15,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	96	13,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	98	20,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	17,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	101	17,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	20,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	20,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	20,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	17,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	18,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	18,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	24,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	19,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	24,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	21,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	21,4	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	110	12,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	750	4250,0	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Estanca de Alcañiz		CÓDIGO	LEA21_E1PES4		
UMT-X	231.812		UMT-Y	4.549.985		
RIQUEZA ESPECIES	3		Distancia (m)	421,0		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Rutilo	19	0,05	90%	344	0,82	18%
Lucioperca		0,00	0%		0,00	0%
Alburno		0,00	0%		0,00	0%
Carpín prusiano		0,00	0%		0,00	0%
Carpa común	1	0,00	5%	1509	3,58	79%
Carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Black bass	1	0,00	5%	63	0,15	3%
Total	21	0,05	100%	1916	4,55	100%

CPUE		BPUE	

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	434	1509,0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	163	63,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	93	11,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	99	13,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	101	15,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	17,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	16,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	18,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	17,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	16,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	15,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	18,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	19,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	109	20,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	19,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	18,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	111	17,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	113	20,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	113	20,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	114	22,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	117	26,4	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Estanca de Alcañiz		CÓDIGO	LEA21_E1PES5		
UMT-X	230.973		UTM-Y	4.551.018		
RIQUEZA ESPECIES	2		Distancia (m)	521,0		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Rutilo	62	0,12	95%	1252	2,40	96%
Lucioperca	3	0,01	5%	57	0,11	4%
Alburno		0,00	0%		0,00	0%
Carpín prusiano		0,00	0%		0,00	0%
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
Carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Black bass		0,00	0%		0,00	0%
Total	65	0,12	100%	1309	2,51	100%

CPUE		BPUE	

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	93	15,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	97	15,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	97	16,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	98	15,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	98	17,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	98	16,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	101	22,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	90	12,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	92	15,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	96	15,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	96	16,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	97	16,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	97	14,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	98	12,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	99	10,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	16,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	18,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	101	15,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	101	17,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	17,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	18,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	17,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	16,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	20,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	16,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	18,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	14,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	18,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	21,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	13,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	18,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	17,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	18,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	14,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	16,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	16,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	18,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	16,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	20,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	17,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	16,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	24,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	23,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	19,0	1



RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	19,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	17,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	21,3	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	20,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	20,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	20,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	19,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	112	24,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	18,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110		1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	112	20,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	113	23,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	113	19,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	114	20,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	114	20,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	115	25,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	120	25,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	230	169,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	121	17,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	140	16,8	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	142	23,6	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Estanca de Alcañiz		CÓDIGO	LEA21_E1PES6		
UMT-X	231.622		UTM-Y	4.550.420		
RIQUEZA ESPECIES	3		Distancia (m)	292,0		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Rutilo	8	0,03	80%	183	0,63	3%
Lucioperca		0,00	0%		0,00	0%
Alburno		0,00	0%		0,00	0%
Carpín prusiano		0,00	0%		0,00	0%
Carpa común	1	0,00	10%	3950	13,53	73%
Carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Black bass	1	0,00	10%	1266	4,34	23%
Total	10	0,03	100%	5399	18,49	100%

CPUE		BPUE	

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	563	3950,0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	393	1266,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	17,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	24,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	22,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	111	23,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	112	22,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	112	20,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	118	26,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	119	27,4	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Estanca de Alcañiz		CÓDIGO DE RED	LEA21_E1BEN1		
UTM-X	232282		UTM-Y	4549927		
TIPO DE RED	Bentónica (16x1.5) 40m		SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H31		
INICIO	17-10-21 18:20		FIN	18-10-21 11:00		
PROFUNDIDAD	4		PROFUNDIDAD DE LA RED	3		
RIQUEZA ESPECIES	3		ESFUERZO APLICADO	1,9		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Rutilo	71	38,38	85%	1988	1.074,43	64%
Lucioperca	11	5,95	13%	1136	613,84	36%
Alburno	2	1,08	2%	0	0,00	0%
Carpín prusiano		0,00	0%		0,00	0%
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
Carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Black bass		0,00	0%		0,00	0%
Total	84	45,41	100%	3123	1.688,27	100%

CPUE		BPUE	

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	85	6,6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	116	15,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	99	17,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	16,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	19,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	18,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	21,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	19,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	98	12,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	13,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	16,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	15,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	20,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	16,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	15,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	18,1	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	19,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	21,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	21,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	20,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	22,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	21,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	22,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	22,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	21,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	21,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	16,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	14,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104		1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	22,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	21,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	22,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	109	21,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	18,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	109	25,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	20,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	17,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	18,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	25,6	1



RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110		1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	23,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	23,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	23,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	20,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	16,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	111	20,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	111	20,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	111	24,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	111	23,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	21,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	19,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	112	18,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	112	22,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	109	19,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	113	23,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	113	26,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	17,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	18,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	115	26,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	117	29,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	113	22,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	113	20,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	116	24,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	118	24,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	185	105,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	195	124,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	205	134,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	227	187,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	229	190,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	240	267,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	240	225,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	245	259,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	245	239,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	90	7,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	99	8,4	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	100	9,8	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	107	12,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	108	11,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	117	82,4	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	125	14,4	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	210	69,4	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	254	132,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	256	134,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	700	2300,0	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Estanca de Alcañiz		CÓDIGO DE RED		LEA21_E1BEN2	
UTM-X	231509		UTM-Y		4550834	
TIPO DE RED	Bentónica (16x1.5) 40m		SISTEMA DE REFERENCIA		UTM ETRS89 H31	
INICIO	18-10-21 19:00		FIN		19-10-21 12:00	
PROFUNDIDAD	4		PROFUNDIDAD DE LA RED		3	
RIQUEZA ESPECIES	4		ESFUERZO APLICADO		1,9	
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Rutilo	64	33,86	69%	6036	3.193,81	83%
Lucioperca	26	13,76	28%	1195	632,43	17%
Alburno		0,00	0%		0,00	0%
Carpín prusiano		0,00	0%		0,00	0%
Carpa común	2	1,06	2%	0	0,00	0%
Carpa de espejos	1	0,53	1%	0	0,00	0%
Black bass		0,00	0%		0,00	0%
Total	93	49,21	100%	7232	3.826,24	100%

CPUE		BPUE	

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	440	1715,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	462	1698,0	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio</i>	208	195,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	97	18,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	20,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	100	20,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	101	19,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	16,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	20,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	24,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	103	24,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	21,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	24,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	101	17,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	21,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	17,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	19,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	23,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	102	16,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	19,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	22,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	21,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	26,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	19,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	18,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	19,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	24,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	104	18,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	22,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	20,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	19,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	21,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	16,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	105	14,7	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	20,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	25,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	26,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	23,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	22,4	1



RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	106	19,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	107	18,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	111	24,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	112	21,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	112	25,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	112	22,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	112	25,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	20,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	108	25,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	113	21,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	23,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	116	26,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	117	24,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	117	24,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	111	25,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	113	20,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	115	20,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	185	105,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	195	116,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	232	202,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	235	215,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	235	203,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	236	226,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	238	219,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	238	225,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	241	240,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	243	256,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	248	256,4	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	95	5,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	95		1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	98	7,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	100	9,8	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	100	7,7	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	101	9,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	104	7,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	104	8,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	105	10,8	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	105	13,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	105	10,4	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	108	10,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	110	10,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	112	8,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	112	10,4	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	113	12,2	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	113	10,8	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	114	11,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	114	7,8	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	116	13,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	118	13,8	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	136	17,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	257	142,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	270	173,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	294	227,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	308	244,6	1



RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	21,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	21,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	110	21,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	114	26,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	116	24,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	164	97,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	179	87,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	180	93,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	181	95,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	185	95,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	190	114,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	190	101,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	190	106,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	191	120,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	192	119,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	192	109,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	193	112,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	193	102,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	193	120,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	195	117,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	197	90,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	200	129,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	218	152,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	205	145,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	208	149,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	209	152,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	212	158,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	212	162,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	214	133,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	215	162,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	215	169,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	215	157,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	217	167,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	218	174,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	218	175,7	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	219	187,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	220	165,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	220	164,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	223	197,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	224	195,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	225	172,5	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	227	209,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	228	210,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	229	214,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	232	215,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	233	246,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	234	222,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	235	230,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	236	212,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	237	117,8	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	237	230,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	238	222,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	239	213,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	240	235,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	240	220,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	241	155,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	241	245,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	242	217,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	243	252,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	246	155,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	246	260,2	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	251	283,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	253	286,4	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	256	261,0	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	256	272,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	264	305,6	1
Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	294	492,0	1



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



ANEXO 3. CELDAS DEL MUESTREO HIDROACÚSTICO



Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	1	232022,74	4550907,78	0,59	0,27
1	2	232063,86	4550881,24	0,00	0,00
1	3	232107,70	4550856,73	1,82	0,84
1	4	232150,76	4550830,99	0,92	0,43
1	5	232190,48	4550799,84	3,58	1,66
1	6	232224,91	4550764,23	1,37	0,64
1	7	232259,31	4550727,34	1,94	0,90
1	8	232291,98	4550689,24	3,69	1,71
1	9	232323,82	4550650,76	0,72	0,34
1	10	232359,06	4550617,24	42,65	19,82
1	11	232399,26	4550586,50	0,05	0,02
1	12	232419,27	4550543,79	0,40	0,19
1	13	232390,81	4550501,99	0,01	0,01
1	14	232346,95	4550520,56	0,12	0,06
1	15	232304,21	4550546,72	5,08	2,36
1	16	232260,95	4550571,63	0,01	0,00
1	17	232224,21	4550606,48	27,49	12,78
1	18	232189,30	4550642,11	6,96	3,23
1	19	232152,47	4550676,54	6,63	3,08
1	20	232118,32	4550712,99	0,86	0,40
1	21	232082,71	4550748,22	0,42	0,20
1	22	232049,09	4550785,09	0,66	0,31
1	23	232011,88	4550818,26	0,16	0,08
1	24	231970,84	4550846,06	0,10	0,05
1	25	231926,00	4550869,75	0,02	0,01
1	26	231880,54	4550880,32	1,65	0,77
1	27	231830,06	4550882,60	0,01	0,00
1	28	231785,38	4550885,50	0,05	0,02
1	29	231820,37	4550856,22	0,01	0,01
1	30	231847,42	4550813,25	0,37	0,17
1	31	231872,69	4550771,18	0,18	0,08
1	32	231907,24	4550735,13	1,77	0,82
1	33	231941,13	4550698,69	5,81	2,70
1	34	231980,59	4550668,41	19,99	9,29
1	35	232023,97	4550643,49	6,90	3,21
1	36	232067,08	4550616,89	4,84	2,25
1	37	232100,56	4550580,46	6,84	3,18
1	38	232139,12	4550548,94	1,41	0,66
1	39	232180,90	4550520,70	0,00	0,00
1	40	232219,40	4550488,75	0,00	0,00
1	41	232256,18	4550454,75	0,01	0,00
1	42	232295,00	4550422,79	1,15	0,53
1	43	232334,63	4550391,65	0,00	0,00
1	45	232211,27	4550366,04	3,50	1,63



Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	46	232181,02	4550405,33	0,89	0,42
1	47	232145,30	4550440,13	5,37	2,49
1	48	232110,29	4550476,19	5,50	2,56
1	49	232074,07	4550510,18	2,04	0,95
1	50	232035,33	4550541,29	1,09	0,51
1	51	231994,23	4550569,93	4,45	2,07
1	52	231952,65	4550598,18	0,28	0,13
1	53	231913,38	4550629,73	3,18	1,48
1	54	231876,75	4550663,30	2,25	1,05
1	55	231837,57	4550694,86	3,58	1,67
1	56	231800,38	4550727,17	1,55	0,72
1	57	231758,38	4550755,01	13,49	6,27
1	58	231716,54	4550781,99	0,01	0,00
1	59	231681,93	4550778,60	2,17	1,01
1	60	231668,44	4550745,58	0,62	0,29
1	61	231715,09	4550725,64	1,89	0,88
1	62	231727,73	4550676,82	3,95	1,84
1	63	231746,91	4550631,59	15,63	7,27
1	64	231769,00	4550584,97	1,37	0,64
1	65	231814,68	4550566,76	1,92	0,89
1	66	231861,32	4550549,35	3,11	1,45
1	67	231907,51	4550529,84	0,57	0,26
1	68	231944,02	4550495,01	1,20	0,56
1	69	231968,75	4550451,26	11,80	5,48
1	70	231989,72	4550405,53	1,37	0,64
1	71	232015,32	4550363,88	2,99	1,39
1	72	232053,89	4550331,94	1,13	0,52
1	73	232090,92	4550298,34	0,81	0,37
1	74	232130,55	4550267,63	0,01	0,00
1	75	232168,38	4550236,14	16,23	7,54
1	76	232212,74	4550212,03	0,01	0,01
1	77	232241,05	4550172,41	0,45	0,21
1	78	232247,71	4550122,11	0,86	0,40
1	79	232218,16	4550129,56	3,18	1,48
1	80	232173,01	4550149,44	11,12	5,17
1	81	232125,97	4550167,71	6,17	2,87
1	82	232081,51	4550191,38	2,21	1,03
1	83	232042,84	4550222,50	3,41	1,58
1	84	232008,47	4550259,80	10,04	4,67
1	85	231977,58	4550299,52	0,31	0,14
1	86	231950,38	4550341,23	0,38	0,18
1	87	231916,99	4550377,67	0,69	0,32
1	88	231879,64	4550410,42	0,58	0,27
1	89	231838,53	4550439,07	2,44	1,14



Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	90	231796,01	4550466,07	1,31	0,61
1	91	231752,43	4550491,00	0,08	0,04
1	92	231709,36	4550516,75	0,40	0,18
1	93	231666,73	4550542,49	0,32	0,15
1	94	231625,45	4550571,57	10,06	4,68
1	95	231588,74	4550606,00	2,99	1,39
1	96	231551,70	4550639,59	1,42	0,66
1	97	231512,34	4550670,30	0,12	0,06
1	98	231472,21	4550700,19	0,02	0,01
1	99	231437,39	4550736,24	0,10	0,05
1	100	231406,96	4550776,37	10,96	5,10
1	101	231384,45	4550820,89	84,35	39,21
1	102	231352,27	4550858,97	0,79	0,37
1	103	231314,51	4550890,89	0,52	0,24
1	104	231270,96	4550914,12	0,14	0,06
1	105	231224,66	4550933,64	0,00	0,00
1	106	231180,05	4550957,33	0,35	0,16
1	107	231141,73	4550953,64	2,03	0,94
1	108	231143,61	4550922,20	0,01	0,00
1	109	231151,12	4550872,72	0,06	0,03
1	110	231175,52	4550832,38	0,00	0,00
1	111	231210,14	4550795,90	0,00	0,00
1	112	231247,67	4550763,98	0,01	0,00
1	113	231312,06	4550713,27	0,08	0,03
1	114	231353,63	4550686,73	2,44	1,13
1	115	231395,86	4550659,30	0,66	0,31
1	116	231434,60	4550627,76	0,06	0,03
1	117	231471,98	4550594,16	0,70	0,33
1	118	231511,65	4550563,86	0,54	0,25
1	119	231553,14	4550535,62	3,73	1,73
1	120	231594,82	4550508,65	0,17	0,08
1	121	231636,55	4550480,40	1,16	0,54
1	122	231674,07	4550446,36	0,34	0,16
1	123	231709,26	4550410,72	0,51	0,24
1	124	231744,51	4550376,35	0,17	0,08
1	125	231782,83	4550343,55	7,70	3,58
1	126	231819,58	4550309,13	2,37	1,10
1	127	231852,09	4550271,04	4,59	2,13
1	128	231892,96	4550243,67	1,06	0,49
1	129	231940,80	4550229,62	1,39	0,65
1	130	231985,87	4550207,18	0,26	0,12
1	131	232022,96	4550173,17	5,17	2,40
1	132	232059,03	4550137,91	2,30	1,07
1	133	232095,82	4550104,76	2,33	1,08



Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	134	232132,64	4550071,18	3,00	1,39
1	135	232170,79	4550037,98	16,82	7,82
1	136	232205,44	4550001,93	7,76	3,60
1	137	232241,61	4549967,95	6,00	2,79
1	138	232275,93	4549931,50	0,00	0,00
1	140	232250,39	4549860,33	2,38	1,11
1	141	232208,15	4549887,31	2,57	1,19
1	142	232163,18	4549909,75	2,80	1,30
1	143	232125,66	4549942,51	352,63	163,91
1	144	232082,97	4549968,24	59,08	27,46
1	145	232037,64	4549990,26	0,33	0,15
1	146	231994,17	4550015,17	0,35	0,16
1	147	231955,69	4550047,97	0,35	0,16
1	148	231920,72	4550084,03	3,42	1,59
1	149	231885,80	4550119,24	0,45	0,21
1	150	231849,29	4550154,08	6,95	3,23
1	151	231817,28	4550192,57	3,51	1,63
1	152	231782,87	4550228,61	5,55	2,58
1	153	231747,34	4550263,85	1,32	0,62
1	154	231710,31	4550296,17	0,36	0,17
1	155	231672,35	4550329,37	0,07	0,03
1	156	231640,35	4550368,29	0,76	0,35
1	157	231611,37	4550407,10	0,14	0,07
1	158	231563,98	4550416,05	1,74	0,81
1	159	231516,16	4550433,07	0,35	0,16
1	160	231469,97	4550453,42	1,07	0,50
1	161	231434,11	4550488,24	0,28	0,13
1	162	231407,95	4550531,19	0,37	0,17
1	163	231380,97	4550571,20	12,28	5,71
1	164	231336,04	4550592,79	29,56	13,74
1	165	231288,13	4550608,54	42,16	19,60
1	166	231250,01	4550641,75	7,75	3,60
1	167	231215,37	4550677,38	2,57	1,19
1	168	231179,38	4550711,36	6,67	3,10
1	169	231143,49	4550745,33	16,03	7,45
1	170	231108,74	4550782,24	0,00	0,00
1	171	231076,74	4550817,34	2,02	0,94
1	172	231057,41	4550804,90	0,02	0,01
1	173	231086,00	4550763,98	21,41	9,95
1	174	231107,41	4550719,51	2,03	0,94
1	175	231144,34	4550685,93	0,01	0,00
1	176	231166,68	4550640,99	3,64	1,69
1	177	231188,68	4550598,20	2,18	1,01
1	178	231220,01	4550559,30	24,57	11,42



Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	179	231250,87	4550520,00	12,31	5,72
1	180	231280,09	4550479,05	0,74	0,34
1	181	231307,53	4550437,33	0,00	0,00
1	182	231348,88	4550411,21	0,01	0,00
1	183	231396,56	4550396,32	0,10	0,05
1	184	231438,82	4550369,74	0,11	0,05
1	185	231486,39	4550352,29	0,00	0,00
1	186	231532,07	4550331,54	71,63	33,29
1	187	231572,72	4550302,48	11,67	5,42
1	188	231606,61	4550265,61	1,62	0,75
1	189	231636,23	4550225,08	0,61	0,28
1	190	231667,81	4550186,60	2,03	0,94
1	191	231704,57	4550152,59	0,78	0,36
1	192	231739,57	4550116,53	0,48	0,22
1	193	231775,36	4550082,13	1,57	0,73
1	194	231817,48	4550056,42	30,61	14,23
1	195	231862,57	4550033,99	0,00	0,00
1	196	231971,14	4549961,73	0,00	0,00
1	197	231922,82	4549952,47	30,46	14,16
1	198	231884,72	4549981,43	1,64	0,76
1	199	231800,40	4550019,30	35,91	16,69
1	200	231778,93	4550051,90	0,26	0,12
1	201	231735,65	4550077,65	0,00	0,00
1	202	231699,64	4550113,33	0,00	0,00
1	203	231662,53	4550145,65	0,01	0,01
1	204	231631,60	4550185,81	0,00	0,00
1	205	231607,24	4550229,96	0,50	0,23
1	206	231584,86	4550274,47	0,00	0,00
1	207	231551,46	4550309,19	9,46	4,39
1	210	231412,37	4550361,80	46,90	21,80
1	211	231365,65	4550378,36	182,99	85,05
1	212	231316,95	4550389,05	2,64	1,23
1	214	231232,61	4550442,19	68,96	32,05
1	215	231200,08	4550480,71	12,18	5,66
1	216	231173,12	4550522,85	0,02	0,01
1	217	231145,23	4550564,17	0,15	0,07
1	218	231117,74	4550606,31	14,06	6,53
1	219	231091,65	4550648,83	26,43	12,28
1	220	231065,12	4550691,38	16,00	7,44
1	221	231034,79	4550730,66	2,05	0,95
1	222	231002,99	4550769,16	1,27	0,59
1	223	230988,63	4550816,76	68,87	32,01
1	224	231012,06	4550830,32	0,23	0,11
1	225	231044,39	4550791,81	0,76	0,35



Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	226	231072,83	4550750,89	0,40	0,19
1	227	231100,96	4550709,57	34,55	16,06
1	228	231139,98	4550678,45	3,51	1,63
1	229	231181,29	4550650,21	1,42	0,66
1	230	231217,78	4550615,78	2,56	1,19
1	231	231256,29	4550584,26	0,14	0,07
1	232	231293,85	4550550,65	4,19	1,95
1	233	231330,43	4550516,64	1,43	0,67
1	234	231366,74	4550482,23	0,03	0,01
1	235	231404,20	4550449,05	1,00	0,46
1	236	231442,79	4550417,51	3,38	1,57
1	237	231484,07	4550389,28	1,65	0,77
1	238	231525,67	4550361,46	214,84	99,86
1	239	231565,95	4550331,14	3,08	1,43
1	240	231604,87	4550299,61	0,08	0,04
1	241	231640,34	4550263,95	233,95	108,74
1	242	231675,78	4550228,72	0,58	0,27
1	243	231716,22	4550200,10	0,45	0,21
1	244	231759,52	4550173,91	5,99	2,78
1	245	231813,20	4550113,41	1,20	0,56
1	246	231845,83	4550076,59	1,68	0,78
1	247	231892,15	4550060,47	0,68	0,31
1	248	231937,53	4550037,61	0,13	0,06
1	249	231978,14	4550008,12	3,29	1,53
1	250	232013,93	4549972,47	0,18	0,08
1	251	232050,35	4549938,89	0,01	0,00
1	252	232087,83	4549905,71	20,59	9,57
1	253	232132,67	4549888,81	85,38	39,69
1	254	232178,65	4549904,09	0,00	0,00
1	255	232225,62	4549920,61	0,02	0,01
1	256	232200,81	4549944,84	86,42	40,17
1	257	232159,61	4549972,64	8,71	4,05
1	258	232116,46	4549998,40	18,28	8,50
1	259	232078,29	4550031,61	24,74	11,50
1	260	232045,95	4550070,12	0,15	0,07
1	261	232008,47	4550101,17	1,44	0,67
1	262	231964,62	4550125,26	2,03	0,94
1	263	231902,53	4550164,00	3,71	1,72
1	264	231870,49	4550202,50	2,07	0,96
1	265	231840,04	4550240,94	5,14	2,39
1	266	231797,50	4550266,68	1,17	0,54
1	267	231760,65	4550301,10	0,45	0,21
1	268	231722,43	4550331,77	2,07	0,96
1	269	231681,24	4550360,85	61,77	28,71



Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	270	231647,45	4550396,45	0,06	0,03
1	271	231609,00	4550429,66	0,01	0,00
1	272	231569,91	4550459,52	10,48	4,87
1	273	231524,55	4550480,68	0,21	0,10
1	274	231482,02	4550506,85	1,18	0,55
1	275	231445,49	4550541,70	0,82	0,38
1	276	231410,80	4550577,75	0,17	0,08
1	277	231373,27	4550610,50	0,04	0,02
1	278	231338,31	4550646,99	0,65	0,30
1	279	231302,57	4550681,38	0,07	0,03
1	280	231266,61	4550716,21	122,69	57,03
1	281	231225,92	4550744,85	0,03	0,02
1	282	231183,98	4550772,26	4,47	2,08
1	283	231143,22	4550802,18	0,10	0,05
1	284	231101,57	4550829,58	19,20	8,92
1	285	231066,02	4550865,24	23,50	10,92
1	286	231034,50	4550904,57	30,54	14,20
1	287	231041,41	4550950,12	12,36	5,75
1	288	231089,14	4550964,49	36,48	16,95
1	289	231122,23	4550928,06	59,32	27,57
1	290	231167,20	4550906,91	1,20	0,56
1	291	231205,43	4550874,12	0,02	0,01
1	292	231249,54	4550852,14	0,00	0,00
1	293	231296,52	4550835,14	0,08	0,04
1	294	231335,06	4550802,77	0,00	0,00
1	295	231364,30	4550761,83	0,18	0,08
1	296	231387,76	4550717,28	0,22	0,10
1	297	231418,20	4550679,69	12,47	5,79
1	298	231462,83	4550658,96	0,03	0,01
1	299	231509,49	4550639,44	0,39	0,18
1	300	231551,97	4550612,01	0,17	0,08
1	301	231585,79	4550575,14	4,30	2,00
1	302	231617,73	4550536,23	0,13	0,06
1	303	231648,25	4550497,36	0,22	0,10
1	304	231689,69	4550470,39	0,10	0,05
1	305	231731,89	4550442,97	0,09	0,04
1	306	231768,32	4550408,56	2,05	0,95
1	307	231805,16	4550374,55	0,04	0,02
1	308	231843,74	4550343,87	0,35	0,16
1	309	231885,34	4550315,21	0,73	0,34
1	310	231957,8871	4550268,432	0,23	0,11
1	311	231992,9229	4550232,372	2,33	1,08
1	312	232022,987	4550192,679	0,1	0,05
1	313	232060,7178	4550160,334	2,14	0,99



Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	314	232096,985	4550125,931	1,03	0,48
1	315	232134,2752	4550092,335	7,23	3,36
1	316	232170,8507	4550058,753	3,31	1,54
1	317	232216,2015	4550038,438	0,26	0,12
1	318	232257,7551	4550042,012	7,31	3,4
1	319	232266,4315	4550089,191	1,38	0,64
1	320	232253,9784	4550132,063	0,2	0,09
1	321	232217,6672	4550166,891	1,96	0,91
1	322	232190,3847	4550209,036	6,19	2,88
1	323	232152,2031	4550237,573	22,96	10,67
1	324	232107,6023	4550260,407	3,28	1,52
1	325	232071,87	4550296,071	0,3	0,14
1	326	232036,0399	4550330,892	13,17	6,12
1	327	231994,485	4550358,286	15,97	7,43
1	328	231953,6733	4550387,352	27,55	12,8
1	329	231915,6245	4550419,699	7,2	3,35
1	330	231874,3946	4550448,359	14,26	6,63
1	331	231833,9253	4550478,249	18,47	8,58
1	332	231801,8086	4550516,75	2,73	1,27
1	333	231766,6448	4550551,549	0,11	0,05
1	334	231727,1828	4550582,258	0,39	0,18
1	335	231687,4437	4550612,978	11,62	5,4
1	336	231647,6727	4550643,276	8,33	3,87
1	337	231606,7056	4550671,929	0,62	0,29
1	338	231565,8549	4550700,989	1,27	0,59
1	339	231530,8558	4550737,474	0,1	0,05
1	340	231498,0566	4550774,733	4,25	1,97
1	341	231460,34	4550807,081	0,13	0,06
1	342	231423,6184	4550841,082	0	0
1	343	231383,8051	4550872,23	0,3	0,14
1	344	231342,4728	4550900,042	0	0
1	345	231298,6395	4550924,132	0,01	0
1	346	231257,3065	4550952,366	0,14	0,06
1	347	231219,748	4550985,989	61,65	28,65
1	348	231178,6096	4551008,28	2,11	0,98
1	349	231129,4007	4551020,693	8,18	3,8
1	350	231160,9649	4551033,522	10,66	4,95
1	351	231210,6988	4551028,304	94	43,69
1	352	231258,307	4551011,713	4,03	1,87
1	353	231303,9659	4550995,194	0,68	0,32
1	354	231353,9751	4550987,844	0	0
1	355	231399,7741	4550966,651	0	0
1	356	231436,7302	4550932,64	1,03	0,48
1	357	231472,7622	4550898,663	10,32	4,8



Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	358	231508,3122	4550863,004	4,02	1,87
1	359	231557,2819	4550799,278	0	0
1	360	231593,6467	4550769,526	0,41	0,19
1	361	231642,8203	4550766,88	9,47	4,4
1	362	231680,7564	4550734,524	4,88	2,27
1	363	231723,0391	4550707,102	2,97	1,38
1	364	231761,8714	4550675,993	2,87	1,33
1	365	231800,1279	4550643,627	0,62	0,29
1	366	231843,1448	4550618,303	0,89	0,41
1	367	231882,5412	4550587,173	2,4	1,12
1	368	231922,1789	4550556,881	5,55	2,58
1	369	231961,1762	4550524,489	4,01	1,86
1	370	231993,1341	4550485,995	0,03	0,02
1	371	232024,3849	4550447,95	0,05	0,03
1	372	232061,4544	4550414,361	10,91	5,07
1	373	232104,6822	4550389,453	0,07	0,03
1	374	232147,4784	4550362,86	7,28	3,38
1	375	232187,2879	4550332,141	0,02	0,01
1	376	232222,6605	4550296,069	5,85	2,72
1	377	232260,2581	4550290,458	1,54	0,72
1	378	232275,6368	4550336,125	0,09	0,04
1	379	232236,8969	4550387,586	0,06	0,03
1	380	232198,8026	4550420,788	0,08	0,04
1	381	232172,8801	4550463,73	0,07	0,03
1	382	232147,9338	4550506,203	1,1	0,51
1	383	232105,0637	4550529,83	1,54	0,72
1	384	232063,7494	4550558,482	0,43	0,2
1	385	232031,094	4550597,001	7,71	3,58
1	386	231994,1881	4550629,739	1,45	0,67
1	387	231952,9446	4550657,543	0,03	0,01
1	388	231906,5268	4550676,632	50,22	23,34
1	389	231864,3177	4550704,472	0,38	0,18
1	390	231829,6884	4550740,519	1,9	0,88
1	391	231801,4801	4550781,846	1,14	0,53
1	392	231767,0727	4550817,039	0,31	0,14
1	393	231727,7202	4550848,168	4,47	2,08
1	394	231684,0425	4550873,094	9,37	4,36
1	396	231741,0856	4550907,483	3,69	1,72
1	397	231787,673	4550890,088	0,17	0,08
1	398	231831,487	4550867,27	0,51	0,24
1	399	231870,9365	4550837,406	1,24	0,58
1	400	231912,6945	4550811,283	0,99	0,46
1	401	231948,9487	4550776,867	84,35	39,21
1	402	231986,8289	4550744,104	3,82	1,77



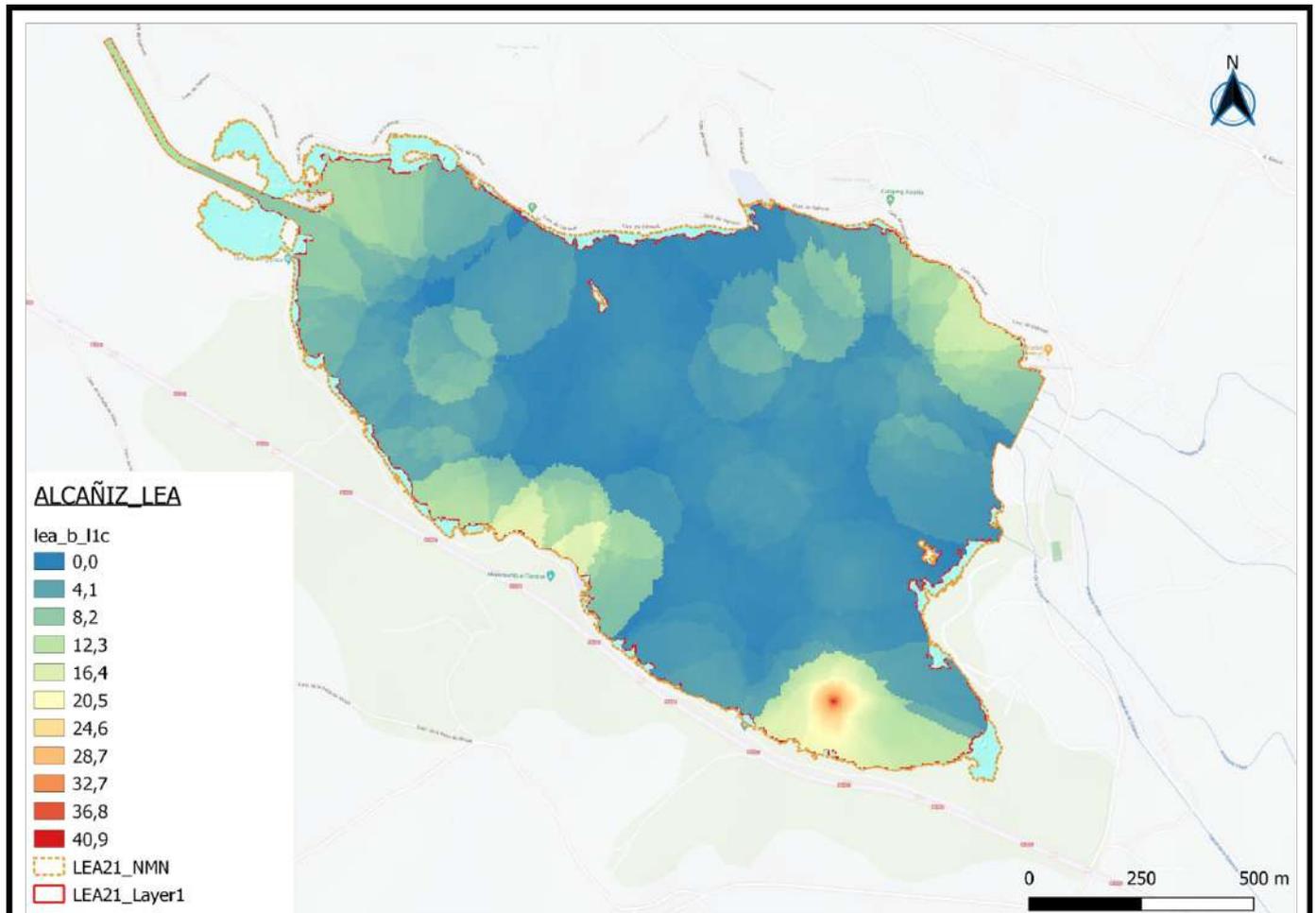
Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	403	232025,1867	4550711,736	10,64	4,95
1	404	232063,2353	4550678,957	6,79	3,16
1	405	232101,5181	4550646,591	4,15	1,93
1	406	232142,276	4550618,383	2,19	1,02
1	407	232186,6163	4550594,701	1,25	0,58
1	408	232226,4749	4550563,98	9,91	4,61
1	409	232261,3773	4550527,504	0,02	0,01
1	410	232296,6852	4550493,135	81,04	37,67
1	413	232379,7239	4550493,491	0	0
1	414	232371,4854	4550542,991	0	0
1	415	232344,3555	4550582,152	0,15	0,07
1	416	232309,2275	4550618,213	6,38	2,97
1	417	232277,2016	4550656,709	4,16	1,94
1	418	232234,5479	4550681,172	9,39	4,36
1	419	232189,891	4550704,008	5,31	2,47
1	420	232148,8972	4550732,658	0,99	0,46
1	421	232116,9986	4550771,15	2,71	1,26
1	422	232089,8618	4550813,28	146,19	67,95
1	423	232049,1369	4550839,364	1,02	0,47
1	424	232001,9091	4550857,216	0,15	0,07
1	425	231959,4022	4550883,799	3,08	1,43
1	426	231960,821	4550914,277	17,21	8
1	427	232011,0194	4550914,141	8,08	3,76
1	428	232057,5066	4550899,287	0,04	0,02
1	429	232098,6114	4550907,966	0,26	0,12
1	430	232139,2355	4550878,907	0,62	0,29
1	431	232178,6315	4550847,78	9,8	4,56
1	432	232214,1316	4550812,971	0,7	0,32
1	433	232253,0492	4550781,861	12,66	5,89
1	434	232299,2083	4550743,271	0,13	0,06
1	435	232341,2623	4550717,14	27,57	12,82
1	436	232379,6638	4550684,773	7,22	3,36
1	437	232418,2647	4550653,253	15,43	7,17
1	438	232456,2456	4550623,869	8,84	4,11
1	439	232473,3193	4550664,383	1,95	0,9
1	440	232456,4991	4550706,568	154,29	71,71
1	441	232418,1349	4550737,657	2,44	1,13
1	442	232373,7496	4550759,637	1,23	0,57
1	443	232327,4283	4550779,986	0,18	0,09
1	444	232293,7852	4550817,273	1,72	0,8
1	445	232259,1574	4550852,472	1,38	0,64
1	446	232217,4033	4550879,872	1,24	0,58
1	447	232173,3487	4550903,953	55,89	25,98
1	448	232149,1431	4550935,803	7,1	3,3



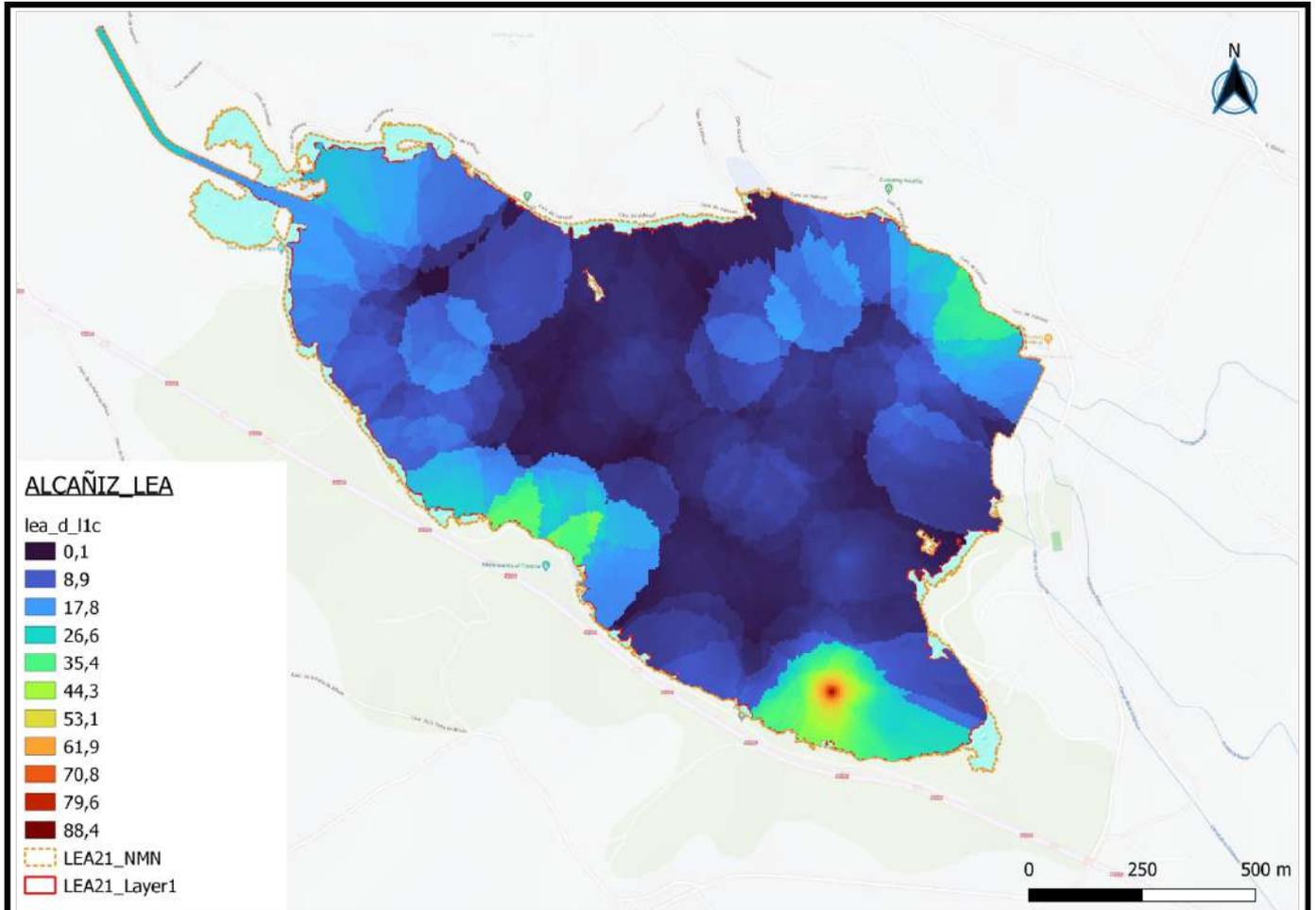
Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	449	232199,2004	4550940,332	6,82	3,17
1	450	232243,6242	4550916,225	52,23	24,28
1	451	232291,475	4550900,912	0,01	0,01
1	452	232331,0885	4550870,199	9,12	4,24
1	453	232365,2343	4550833,317	122,09	56,75
1	454	232398,8402	4550797,311	73,7	34,26
1	455	232437,0579	4550764,527	27,58	12,82
1	456	232474,3276	4550731,356	7,27	3,38
1	457	232507,4527	4550693,678	10,77	5,01
1	458	232518,8069	4550644,909	11,07	5,14
1	459	232495,1256	4550599,968	0,67	0,31
1	460	232462,1712	4550561,724	0,46	0,21
1	461	232413,9441	4550551,612	0,48	0,22
1	462	232364,592	4550562,755	4,6	2,14
1	463	232316,5604	4550573,416	16,63	7,73
1	464	232267,13	4550579,883	7,53	3,5
1	465	232219,5198	4550565,935	1,2	0,56
1	466	232173,2067	4550548,117	0	0
1	467	232127,2751	4550526,472	3,01	1,4
1	468	232078,0597	4550517,665	20,35	9,46



ANEXO 4. MAPAS INTERPOLADOS DE DENSIDAD Y BIOMASA



SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: ESTANCA DE ALCAÑIZ



SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: ESTANCA DE ALCAÑIZ

ANEXO 4. BOLETINES DE ENSAYO eDNA

TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla y Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO N°:	21014	
Procedencia:	Embalse de Estanca de Alcañiz	
Código de proyecto:	EC20012	

Recepción de muestras en el laboratorio

Fecha:	13/12/21
Técnico:	Laura Miralles
Nº Muestras:	9
Estado de las muestras:	Congelación
Almacenaje:	Congelación

Código de muestra	Chequeo
LEA21_E1PRO1_1	<input checked="" type="checkbox"/>
LEA21_E1PRO1_2	<input checked="" type="checkbox"/>
LEA21_E1PRO1_3	<input checked="" type="checkbox"/>
LEA21_E1BEN1_1	<input checked="" type="checkbox"/>
LEA21_E1BEN1_2	<input checked="" type="checkbox"/>
LEA21_E1BEN1_3	<input checked="" type="checkbox"/>
LEA21_E1PES5_1	<input checked="" type="checkbox"/>
LEA21_E1PES5_2	<input checked="" type="checkbox"/>
LEA21_E1PES5_3	<input checked="" type="checkbox"/>

TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla y Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO N°:	21014	
Procedencia:	Embalse de Estanca de Alcañiz	
Código de proyecto:	EC20012	

Filtración de muestras de agua

Técnico:	Alexis Dorta
Almacenaje:	Congelación
Incidencias:	No

Muestras filtradas			
Código	Volumen (L)	Nº filtros	Fecha
LEA21_E1PRO1_1	1	2	14/12/21
LEA21_E1PRO1_2	1	2	14/12/21
LEA21_E1PRO1_3	1	2	14/12/21
LEA21_E1BEN1_1	1	2	14/12/21
LEA21_E1BEN1_2	1	2	14/12/21
LEA21_E1BEN1_3	1	2	14/12/21
LEA21_E1PES5_1	1	2	14/12/21
LEA21_E1PES5_2	1	2	14/12/21
LEA21_E1PES5_3	1	2	14/12/21
Control filtración	1	1	14/12/21

TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla y Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO Nº:	21014	
Procedencia:	Embalse de Estanca de Alcañiz	
Código de proyecto:	EC20012	

Extracción de ADN

Fecha:	6-jul
Técnico:	Laura Miralles
Método de extracción:	Kit Qiagen
Número de muestras:	10
Incidencias:	No

Muestras extraídas		
Código	Volumen (mL)	Quality Check
LEA21_E1PRO1_1	100	☒
LEA21_E1PRO1_2	100	☒
LEA21_E1PRO1_3	100	☒
LEA21_E1BEN1_1	100	☒
LEA21_E1BEN1_2	100	☒
LEA21_E1BEN1_3	100	☒
LEA21_E1PES5_1	100	☒
LEA21_E1PES5_2	100	☒
LEA21_E1PES5_3	100	☒
Control filtración	100	☒

TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla</i> y <i>Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO N°:	21014	
Procedencia:	Embalse de Estanca de Alcañiz	
Código de proyecto:	EC20012	

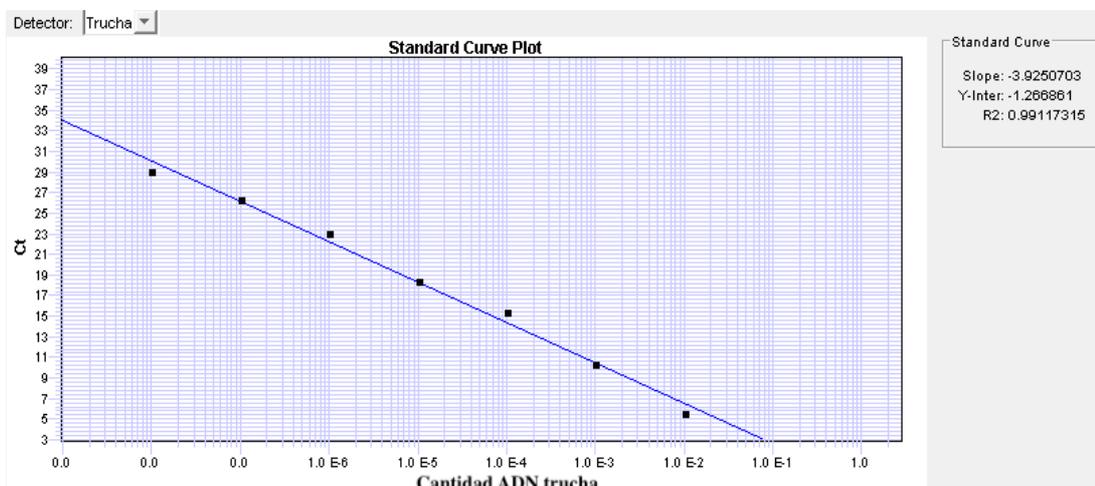
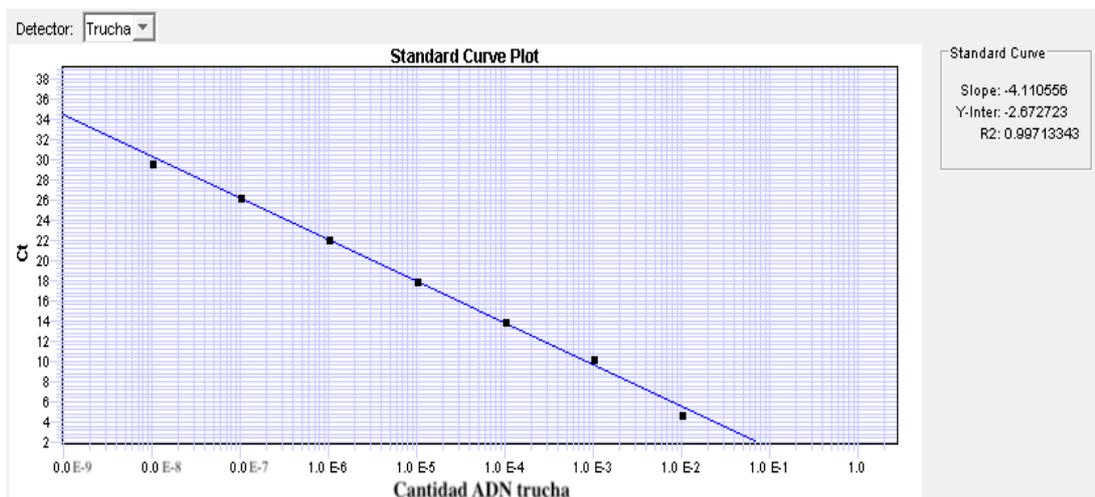
Detección por PCR

Técnico: Laura Miralles

Incidencias: No

Salmo trutta

	1º Amplif.	2º Amplif.
Máquina PCR:	HT7900 Real Time	HT7900 Real Time
R2:	0,997	0,991
Recta - Pendiente:	-4,111	-3,925
Recta - Intercepto	-2,673	-1,267
Conservación:	congelación	congelación



TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla</i> y <i>Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO N°:	21014	
Procedencia:	Embalse de Estanca de Alcañiz	
Código de proyecto:	EC20012	

Resultados			
Código	Detección	Detección	Detección
LEA21_E1PRO1_1	-	-	-
LEA21_E1PRO1_2	-	-	-
LEA21_E1PRO1_3	-	-	-
LEA21_E1BEN1_1	-	-	-
LEA21_E1BEN1_2	-	-	-
LEA21_E1BEN1_3	-	-	-
LEA21_E1PES5_1	-	-	-
LEA21_E1PES5_2	-	-	-
LEA21_E1PES5_3	-	-	-
Control negativo filtración	-	-	-
Cotrol negativo extracción	-	-	-
Control negativo PCR	-	-	-
Control positivo PCR	+	+	+

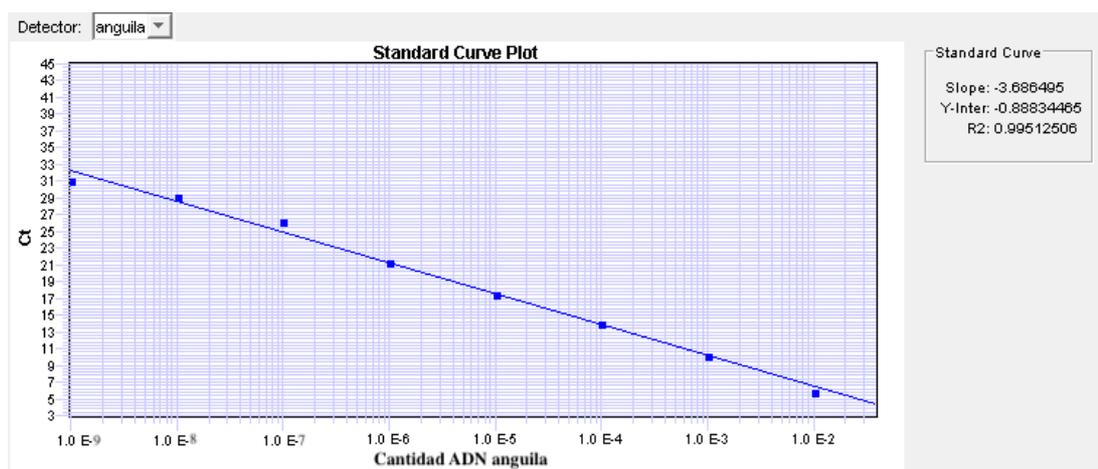
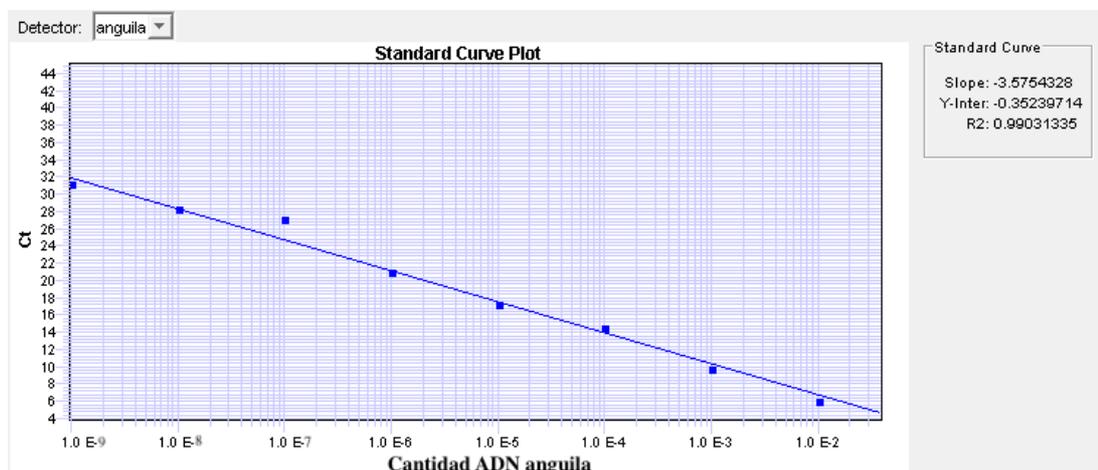
Conclusión

No se ha detectado la presencia de trucha (*Salmo trutta*) en ninguna muestra del embalse.

TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla</i> y <i>Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO N°:	21014	
Procedencia:	Embalse de Estanca de Alcañiz	
Código de proyecto:	EC20012	

Anguilla anguilla

	1º Amplif.	2º Amplif.
Máquina PCR:	HT7900 Real Time	HT7900 Real Time
R2:	0,99	0,995
Recta - Pendiente:	-3,575	-3,686
Recta - Intercepto	-0,353	-0,888
Conservación:	congelación	congelación



TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla</i> y <i>Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO Nº:	21014	
Procedencia:	Embalse de Estanca de Alcañiz	
Código de proyecto:	EC20012	

Resultados			
Código	Detección	Detección	Detección
LEA21_E1PRO1_1	-	-	-
LEA21_E1PRO1_2	-	-	-
LEA21_E1PRO1_3	-	-	-
LEA21_E1BEN1_1	-	-	-
LEA21_E1BEN1_2	-	-	-
LEA21_E1BEN1_3	-	-	-
LEA21_E1PES5_1	-	-	-
LEA21_E1PES5_2	-	-	-
LEA21_E1PES5_3	-	-	-
Control negativo filtración	-	-	-
Cotrol negativo extracción	-	-	-
Control negativo PCR	-	-	-
Control positivo PCR	+	+	+

Conclusión

No se ha detectado la presencia de anguila (*Anguilla anguilla*) en ninguna muestra del embalse.

TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla y Salmo trutta</i>	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
INFORME DE ENSAYO N°:	21014	
Procedencia:	Embalse de Estanca de Alcañiz	
Código de proyecto:	EC20012	