



ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS MODELIZACIÓN EMBALSE DE EL VAL (ZARAGOZA)



ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS MODELIZACIÓN EMBALSE DE EL VAL (ZARAGOZA)

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Javier San Román Saldaña

Vicente Sancho-Tello Valls

M^a José Rodríguez Pérez



EMPRESA CONSULTORA:

Ecohydros SL.



EQUIPO DE TRABAJO:

Agustín Monteoliva, Alberto Criado, Omar Monteoliva.

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

17.926,76 Euros

CONTENIDO:

MEMORIA/CD

AÑO DE EJECUCIÓN:

2018

FECHA ENTREGA:

NOVIEMBRE 2018

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Superior izquierda: Manantial de Ojillos de Ágreda

Superior derecha: Estación depuradora de aguas residuales de Ágreda

Inferior izquierda: Entrada del río Val en el embalse del mismo nombre

Inferior derecha: Muestreo en el río Queiles

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2018). Estudios complementarios modelización embalse de El val (Zaragoza). 52 pág. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

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

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS MODELIZACIÓN EMBALSE DE EL VAL

El presente estudio tiene como objetivo generar la información necesaria para acometer en una fase posterior los trabajos relativos a la simulación y el diseño de un programa de gestión adaptativa del problema de eutrofización del embalse de El Val, en el cumplimiento de los objetivos medioambientales según la legislación vigente.

Dicha información se ha recogido durante los meses de septiembre a noviembre de 2018 y se refiere a tres aspectos básicos:

- *Cartografía y caracterización del sustrato del vaso del embalse, compartimento muy relevante en los intercambios de nutrientes y en el consumo de oxígeno de la columna de agua.*
- *Estudio preliminar de la viabilidad del uso de isótopos estables en diferentes formas de nutrientes disueltos, como una nueva herramienta de análisis directo para la asignación de la importancia de las fuentes de nutrientes en los puntos críticos de control y finalmente en las aportaciones al embalse.*
- *Actualización del censo cuantitativo de peces en el embalse, mediante técnicas hidroacústicas que permiten en este caso obtener dicha información sin tener que recurrir a un nuevo estudio censal completo, como el que realizó la Confederación Hidrográfica del Ebro en el año 2013.*

Como resultado, se ha obtenido un nuevo modelo batimétrico digital del embalse y un mapa de tipología del sustrato, en los que se refleja una cierta pérdida de capacidad por aterramiento (estimada en el entorno del 10%), provocado por la sedimentación de limos con alto contenido orgánico procedentes tanto de las aportaciones exógenas como de las proliferaciones de fitoplancton en el embalse.

Por otro lado, los análisis de isótopos estables en nutrientes han mostrado un gran potencial para validar las asignaciones de nutrientes según su procedencia en las masas de agua sometidas a eutrofización, permitiendo vincular directamente determinadas fuentes (tanto difusas como vertidos) a lo observado en puntos críticos. Por ejemplo, se ha podido trazar la influencia del vertido de la industria láctea de Ólvega en el vertido de la EDAR de Ágreda y se han obtenido agrupaciones diferenciadas en las subcuencas del Queiles y del Val, en virtud de los isótopos estables del oxígeno y nitrógeno en nitratos y nitritos.

La revisión censal de la ictiofauna del embalse mediante una metodología simplificada ha permitido constatar una pérdida de poblaciones de alburno en respuesta a condiciones limitantes de calidad del agua y un notable desarrollo de las poblaciones de carpa, que sitúan los valores de biomasa de peces en un rango alto. De hecho la biomasa de carpas se ha multiplicado por un factor de 6 en estos 5 años transcurridos, superando el valor de 26,34 g/m².

COMPLEMENTARY STUDIES TO FEED THE MODELLING OF “EL VAL” RESERVOIR

The objective of this study is to generate the necessary information to undertake at a later stage the different tasks related to the simulation and design of an adaptive management programme for the improvement of the trophic state problem of the El Val reservoir, in compliance with the environmental objectives according to current legislation.

This information has been collected during the months of September to November 2018 and refers to three basic aspects:

- *Cartography and characterization of the substrate of the reservoir, a very relevant compartment in the exchange of nutrients and in the oxygen consumption of the water column.*
- *Preliminary study of the viability of the use of stable isotopes in different forms of dissolved nutrients, as a new direct analysis tool to allocate the importance of nutrient sources at critical control points and finally in the contributions to the reservoir.*
- *Updating of the quantitative census of fish in the reservoir, using hydroacoustic techniques that allow this information to be obtained in this case without having to resort to a new complete census study, such as the one carried out by this agency in 2013.*

As a result, a new digital bathymetric model of the reservoir and a substrate typological map have been obtained, in which a certain loss of water storage capacity is reflected due to siltation, caused by the sedimentation of organic silts coming from both exogenous contributions and the phytoplankton blooming in the reservoir.

On the other hand, the analyses of stable isotopes in nutrients have shown a great potential to validate nutrient allocations according to their origin in water masses subjected to eutrophication, allowing certain sources (both diffuse and discharges) to be directly linked to what has been observed at critical points.

The census review of the ichthyofauna in the reservoir using a simplified methodology has led to a loss of bleak populations in response to limiting water quality conditions and a notable development of common carp populations, which place the fish biomass values in a high range.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO	10
2. ÁMBITO DE ESTUDIO.....	11
3. METODOLOGÍA.....	13
3.1. LEVANTAMIENTO DEL HÁBITAT BENTÓNICO EN EL EMBALSE.....	13
3.1.1. Muestreo y análisis de sedimentos	13
3.1.2. Sondeo hidroacústico vertical.....	15
3.1.3. Elaboración del mapa de sustrato final	17
3.2. ANÁLISIS DE NUTRIENTES MEDIANTE ISÓTOPOS ESTABLES.....	18
3.3. ACTUALIZACIÓN DE BIOMASA PISCÍCOLA DEL EMBALSE.....	24
4. RESULTADOS	26
4.1. HÁBITAT BENTÓNICO DEL EMBALSE	26
4.1.1. Nueva batimetría monohaz	26
4.1.2. Sedimentos y mapa de sustrato	27
4.2. ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES	30
4.2.1. Concentración de nitratos y nitritos	32
4.2.2. Isótopos estables.....	34
4.3. BIOMASA DE PECES EN EL EMBALSE	40
4.3.1. Condiciones limnológicas durante el muestreo.....	40
4.3.2. Estimaciones poblacionales	42
5. CONCLUSIONES.....	48
6. REFERENCIAS	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I. Resultados de densidad y biomasa de peces por celda de análisis hidroacústico

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de las muestras de sedimentos tomadas con draga	13
Tabla 2. Relación y detalle de los puntos de muestreo para el análisis de isótopos estables	20
Tabla 3. Resultados de los análisis físico-químicos de muestras de sedimentos	27
Tabla 4. Superficie del embalse ocupada por los diferentes tipos de sustrato	29
Tabla 5. Resultados de los análisis de isótopos estables	31
Tabla 6. Densidad de peces (ind/dam ³) por estratos, estimada mediante acústica	44
Tabla 7. Biomasa de peces por estratos (g/m ²) estimada mediante acústica	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación del embalse y cuenca de El Val en la Demarcación Hidrográfica del Ebro	11
Figura 2. Cuenca de drenaje efectiva (incluye el río Queiles hasta el azud) del embalse de El Val	12
Figura 3. Detalle de los puntos y otros aspectos del muestreo de sedimentos	15
Figura 4. Distribución de los sondeos registrados y contorno del embalse durante el muestreo hidroacústico.....	16
Figura 5. Ubicación de los diferentes puntos de toma de muestra para análisis de isótopos estables.....	20
Figura 6. Mapa de la distribución de la profundidad (arriba) y del relieve de la cubeta del embalse (abajo)	27
Figura 7. Texturas del sustrato en las muestras de sedimentos tomadas con draga.....	28
Figura 8. Distribución espacial del tipo de sustrato en el embalse	29
Figura 9. Concentración de nitratos y nitritos en las muestras de SIA	33
Figura 10. Valores de los ratios isotópicos del nitrógeno y del oxígeno en nitratos de las muestras.....	35
Figura 11. Valores de los ratios isotópicos del nitrógeno y del oxígeno en nitratos de las muestras de la cuenca del río Val	36
Figura 12. Valores de los ratios isotópicos del nitrógeno y del oxígeno en nitritos de las muestras con niveles significativos de nitritos	38

Figura 13. Perfiles físico-químicos registrados con la sonda <i>Aquadam</i> el día 6 de noviembre de 2018	41
Figura 14. Ejemplo de ecogramas característicos del sondeo registrados en el embalse de El Val en el año 2013 (superior) y en el 2018 (inferior).	43
Figura 15. Distribución de frecuencias de densidad (ind/dam^3), estimada mediante ecosondeo (celdas con densidad mayor a 0). Sondeos del año 2013 (azul) y del 2018 (naranja).	44
Figura 16. Distribución de la densidad de peces en las celdas con registros hidroacústicos. Cada punto representa una celda de 50m de longitud.	45
Figura 17. Distribución de la biomasa de peces en las celdas con registros hidroacústicos. Cada punto representa una celda de 50m de longitud.	47
Figura 18. Distribución de la frecuencia de tallas acústicas en los dos años estudiados.....	47

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente documento constituye el informe final del Contrato de Servicios para la ejecución de los “ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS MODELIZACIÓN EMBALSE DE EL VAL (ZARAGOZA)”, adjudicado a Ecohydros, S. L. por la Confederación Hidrográfica del Ebro (en adelante, CHE).

En el año 2017, la Confederación Hidrográfica del Ebro promovió un estudio preliminar¹ de los factores que podrían explicar el deficiente estado del embalse de El Val. En dicho estudio se pusieron en evidencia una serie de presiones que intervenían en mayor o menor medida, dependiendo de la época del año y de las condiciones hidrometeorológicas, en el proceso de eutrofización del embalse y también en el déficit registrado de potencial ecológico.

Tanto los vertidos de aguas residuales urbanas de la depuradora de Ágreda-Ólvega como la actividad ganadera y la piscicultura aportan al embalse cargas de nutrientes que resultan excesivas, pero también hay factores endógenos (en el propio embalse) que empeoran la situación. Esta multiplicidad de factores, junto al carácter dinámico de los procesos que intervienen, configura un cuadro complejo que requiere profundizar en su conocimiento para optimizar las medidas correctoras.

En las recomendaciones contenidas en el citado informe, ya se establecieron una serie de estudios complementarios que deberían acometerse para indagar la utilidad de nuevas herramientas y para paliar algunas lagunas de información específica. Esto permitiría más adelante progresar en el ajuste y validación de los modelos de cuenca y del propio embalse, lo que a su vez habilitaría la exploración y optimización de diferentes alternativas de actuación y corrección.

El presente estudio tiene como objetivo generar dicha información, necesaria para acometer en el futuro el diseño de las medidas correctoras que permitan revertir el proceso de eutrofización del embalse y el cumplimiento de los objetivos medioambientales según la legislación vigente.

¹ Confederación Hidrográfica del Ebro (2017). *Estudio del Estado Trófico del Embalse de El Val y Programa de Medidas*.

2. ÁMBITO DE ESTUDIO

El embalse de El Val se localiza en el término municipal de Los Fayos, en la provincia de Zaragoza, se sitúa a una altitud de 629 m sobre el nivel del mar y recoge las aguas del río Val (en cuyo cauce se asienta la presa), más los aportes desde el río Queiles a través de un canal de trasvase desde un azud de derivación ubicado en este río.

Este embalse se ubica en el término municipal de Los Fayos, en la provincia de Zaragoza, y se sitúa relativamente cerca de las fuentes de dichos ríos, al pie de la Sierra del Moncayo por su cara occidental, aguas arriba de la localidad de Tarazona.

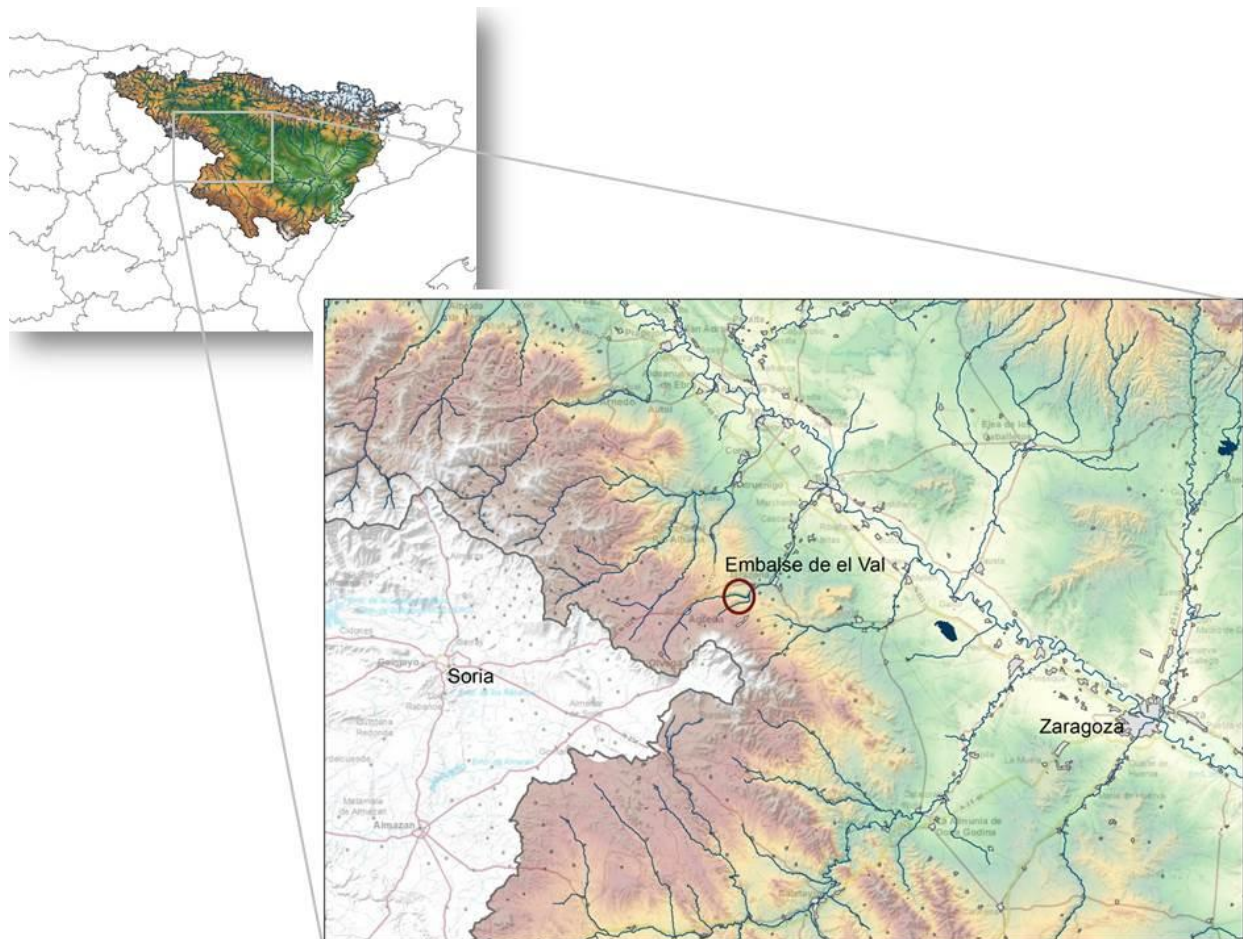


Figura 1. Situación del embalse y cuenca de El Val en la Demarcación Hidrográfica del Ebro

El río Val nace en la fuente Vomitrosa en el término de Ólvega pero recibe la mayor parte de su reducido caudal de los manantiales de los Ojos, en las inmediaciones de Ágreda. Aguas

arriba de esta surgencia el río tiene un régimen hídrico intermitente. Recorre este río un tramo de poco más de 30 km antes de alcanzar el embalse del mismo nombre. Aguas abajo de la localidad de Ágreda transita por un profundo barranco hasta el embalse, recibiendo los aportes de varios afluentes menores. Poco antes de alcanzar el embalse abandona la provincia de Soria y entra en territorio aragonés.

Además, el embalse recibe la aportación de un trasvase de aguas desde un azud en el río Queiles a través del canal de derivación de Los Fayos (Zaragoza), situado al sur del embalse. Este río tiene su nacedero natural en el manantial de Vozmediano, principal punto de descarga del acuífero del Karst del sur y oeste del Moncayo, razón por la que tiene un caudal bastante sostenido de unos 1.100 L/s, que es del orden de 5 veces superior al del río Val.

El presente estudio se circunscribe al embalse de El Val y su cuenca de drenaje, que incluye tanto la del río Val como la del Queiles hasta el mencionado azud desde el que deriva agua al embalse.

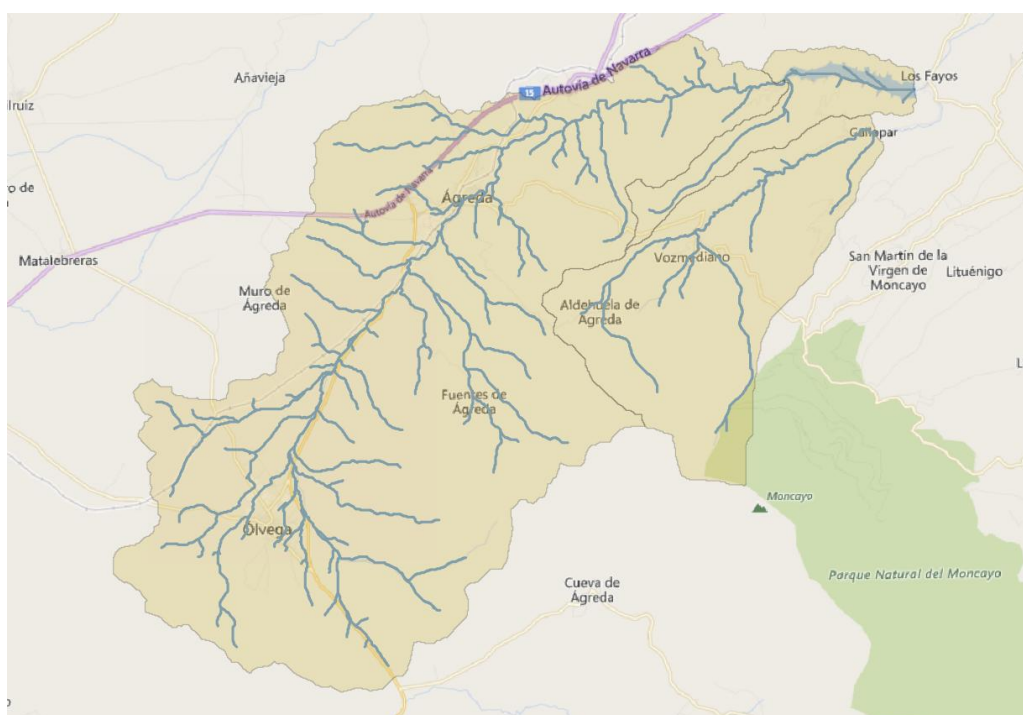


Figura 2. Cuenca de drenaje efectiva (incluye el río Queiles hasta el azud) del embalse de El Val

3. METODOLOGÍA

Las actividades realizadas en el presente contrato se refieren a tres aspectos diferenciados, que se tratan de forma independiente:

- Levantamiento del hábitat bentónico en el embalse.
- Estimación de origen de nutrientes mediante isótopos estables.
- Actualización de biomasa piscícola presente en el embalse.

3.1. LEVANTAMIENTO DEL HÁBITAT BENTÓNICO EN EL EMBALSE

En el mes de noviembre de 2018 se realizaron los trabajos de campo correspondientes a este bloque de trabajo, dirigidos a obtener una batimetría mejorada y un mapa de los principales tipos de sustrato en el embalse. Para ello, se combinaron diferentes técnicas y estrategias, que se describen a continuación.

3.1.1. Muestreo y análisis de sedimentos

Se realizaron dos campañas de muestreo de sedimentos, utilizando una draga tipo *Ekman* desde embarcación. En la tabla siguiente se facilitan los datos relativos a los lances y muestras tomadas.

Tabla 1. Datos de las muestras de sedimentos tomadas con draga

Código	Latitud	Longitud	Fecha	Hora	Profundidad (m)	Análisis M.O.	Tipo
D1	4187663	179236	8/11/2018	16:38	35		Sedimento
D2	4187821	179355	8/11/2018	17:14	30		Gravas
D3	4187581	179381	8/11/2018	17:02	15		Sedimento
D4	4187743	179051	8/11/2018	17:38	18		Gravas
D5	4188028	182064	27/11/2018	17:20	6,8	X	Sedimento
D6	4188017	182011	27/11/2018	17:32	9,5	X	Sedimento
D7	4187907	181774	27/11/2018	17:57	2,4		Gravas
D8	4188024	181550	27/11/2018	18:09	15,6		Sedimento
D9	4188122	181246	28/11/2018	9:35	19,8	X	Sedimento
D10	4187997	181227	28/11/2018	9:46	3,2	X	Sedimento

Código	Latitud	Longitud	Fecha	Hora	Profundidad (m)	Análisis M.O.	Tipo
D11	4188064	180915	28/11/2018	9:54	23	X	Sedimento
D12	4188027	180498	28/11/2018	10:23	27		Gravas
D13	4187995	180260	28/11/2018	10:42	31,4	X	Sedimento
D14	4187735	180308	28/11/2018	10:56	8,6		Gravas
D15	4187881	179887	28/11/2018	11:16	33		Sedimento
D16	4187506	179379	28/11/2018	12:10	10	X	Sedimento
D17	4187641	178930	28/11/2018	12:28	46	X	Sedimento

De los 17 lances realizados, en 5 de ellos el sustrato era pedregoso y por lo tanto no se pudo tomar muestra de sedimento.

En cada muestra se realizó un análisis granulométrico de la fracción fina, consistente en la estimación del porcentaje de volumen de arenas (0,05 a 2 mm), limos (0,002 a 0,05) y arcillas (< 0,002), siguiendo el método de *LaMotte Soil Texture Unit*, que utiliza un dispersante textural, diferentes tiempos de sedimentación para arenas y limos, y un floculante para las arcillas. La interpretación global de la muestra se hace de la siguiente manera, siguiendo la clasificación textural según triángulo de texturas de la USDA:

- Suelo arenoso: >85% de arenas. El porcentaje de limos y el de arcillas multiplicado por 1,5, no debe exceder el valor de 15.
- Suelo limoso: > 80% de limo y menos de 12% de arcilla.
- Suelo arcilloso: > 40% de arcillas, menos de 45% de arenas y menos de 40% de limos.

Además, en 8 de las muestras tomadas se ha realizado un análisis de la materia orgánica presente en la muestra (columna M.O. de la tabla precedente), siguiendo el procedimiento contenido en la norma UNE-EN 13039: Mejoradores de suelo y sustratos de cultivo. Determinación del contenido en materia orgánica y de las cenizas.

En la figura siguiente se facilita la ubicación de los puntos de toma y otros detalles del muestreo de sedimentos (el símbolo con cruz roja corresponde a aquellos en los que además se ha realizado análisis de isótopos estables (ver apartado siguiente)).

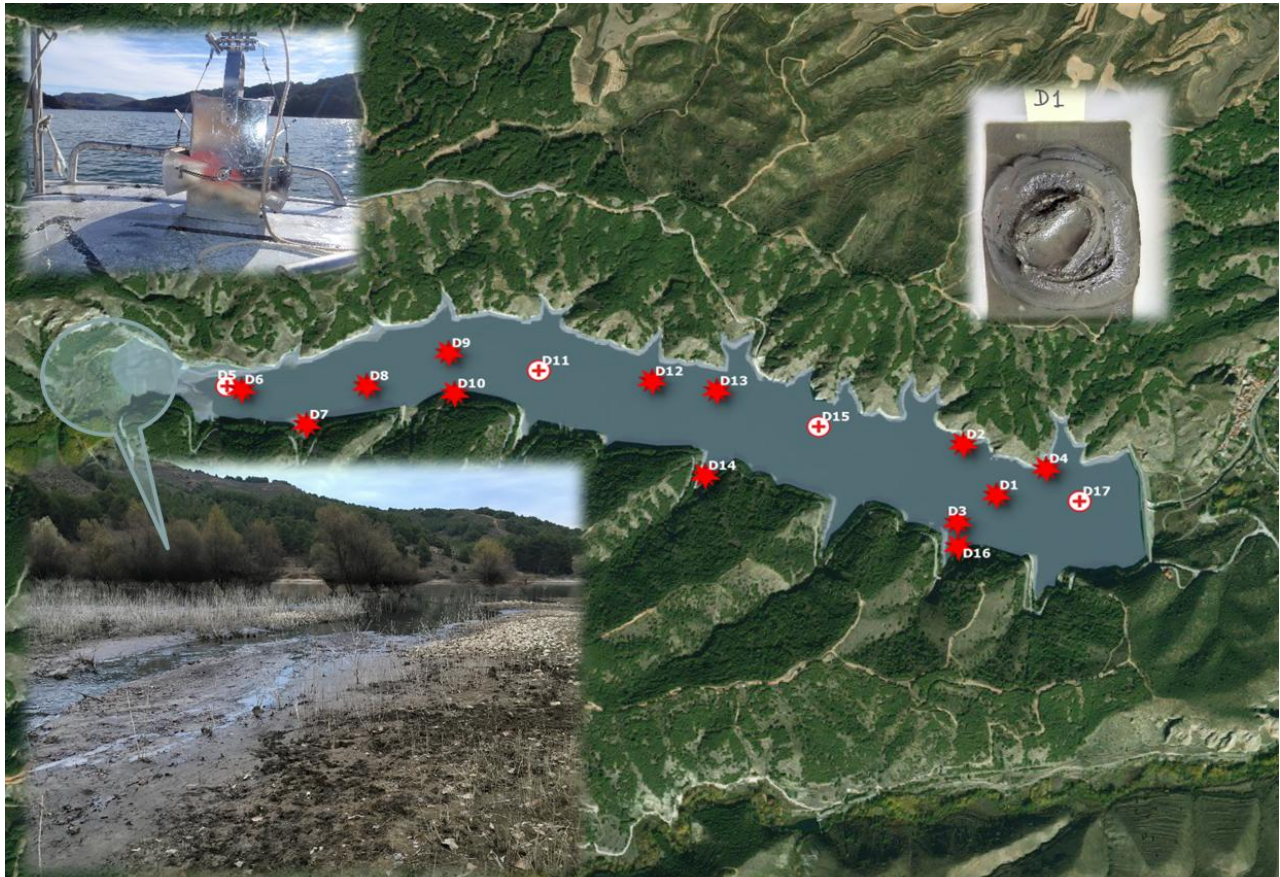


Figura 3. Detalle de los puntos y otros aspectos del muestreo de sedimentos

3.1.2. Sondeo hidroacústico vertical

Este sondeo tuvo un doble propósito: Por un lado, se obtuvo información sobre la profundidad a lo largo de los transectos, lo que ha permitido generar un nuevo modelo batimétrico digital del embalse; por otro lado, ha ofrecido información sobre el tipo de sustrato en esos mismos recorridos.

El levantamiento se realizó desde una embarcación ligera con motor fuera borda, utilizando una ecosonda monohaz de calidad científica, con un transductor de 200 kHz de frecuencia orientado verticalmente. Los ecos registrados tienen asociada la posición DGPS en tiempo real. Durante el 7 de noviembre se obtuvieron 3.130 sondeos válidos, que posteriormente se refirieron a una cota de embalse de 618 msnm.



Figura 4. Distribución de los sondeos registrados y contorno del embalse durante el muestreo hidroacústico

Una vez convertida a cotas, la información de la profundidad de los sondeos se ha integrado con el levantamiento Lidar del IGN, que tiene una densidad de 0,5 puntos/m², y posteriormente se ha realizado un interpolado espacial mediante métodos geoestadísticos, que ha permitido generar un modelo batimétrico digital del embalse.

Por otro lado, se ha realizado un análisis de los ecos de fondo registrados en el mismo sondeo hidroacústico para clasificarlos en diferentes tipologías. El procedimiento aplicado es el que se incorpora en el software *Visual Habitat*[®] de *Biosonics* y que consiste en los siguientes pasos:

1. Identificación del fondo

El algoritmo busca un eco de intensidad superior a la establecida y compara sus características con las propias de un eco del fondo para determinar si efectivamente se trata del fondo o debe seguir buscando. Además, se realiza una revisión de los ecogramas y corrección manual de las detecciones falsas o perdidas.

2. Extracción de propiedades del eco

Mediante la configuración de una serie de parámetros relacionados con la forma de cada eco, se calcula un total de 15 índices o rasgos diferentes que informan sobre la rugosidad, dureza y dimensión fractal del eco.

3. Clasificación y agrupamiento de los ecos

La clasificación del sustrato se realiza mediante un Análisis de Componentes Principales de cada registro de eco y el agrupamiento basado en las similitudes entre los componentes. Posteriormente, se analiza la correspondencia de las agrupaciones con los resultados de las inspecciones directas en los mismos puntos. Estas inspecciones incluyen tanto los análisis granulométricos de las muestras de sedimentos tomadas con draga (apartado precedente), como la visualización en el terreno y sobre ortofotos de puntos de sustrato rocoso.

4. Interpolado espacial

Por último, se procede a completar la información en los puntos entre transectos, para lo cual se recurre a la técnica geoestadística de *Kriging*, ajustando en cada caso (grupo o tipo de sustrato) el modelo de variograma que mejor se ajuste a los datos. El resultado es una capa SIG en formato raster con 4 tipos de sustrato.

3.1.3. Elaboración del mapa de sustrato final

Para obtener el mapa definitivo de tipos de sustrato, se ha realizado una clasificación supervisada para lo cual se han utilizado las siguientes fuentes de información:

- Ortofoto PNOA Histórico SIG PAC (año 1997) en la que se ve el lecho del embalse.
- Ortofoto PNOA Máxima actualidad.
- Ortofoto PNOA 2006.
- Datos de hidroacústica: Capa obtenida en la actividad descrita en el apartado precedente.
- Fotografías de las orillas tomadas en campo.

Por último, se ha vectorizado el ráster resultante de dicha clasificación supervisada, se han eliminado elementos menores y se han suavizado las curvas de la capa vectorial resultante.

3.2. ANÁLISIS DE NUTRIENTES MEDIANTE ISÓTOPOS ESTABLES

Los isótopos estables son átomos que tienen el mismo número atómico pero diferente peso atómico que sus congéneres, debido a que tienen diferente número de neutrones. Algunos son estables (no se desintegran como los radiactivos) y pesados (tienen más neutrones que el átomo normal). Algunos ejemplos son el deuterio (hidrógeno con un neutrón), ^{13}C , ^{15}N , ^{18}O o ^{34}S , todos ellos isótopos pesados y estables de los correspondientes elementos (^{12}C , ^{14}N , ^{16}O o ^{32}S , respectivamente).

Resulta interesante en ecología el hecho de que la materia viva discrimina a estos isótopos pesados incorporándolos diferencialmente en los procesos fisiológicos, con el resultado de que su concentración en los seres vivos es diferente que en el material de partida. Pero además, la intensidad de la discriminación, es decir, el ratio isotópico resultante, es característica de determinados procesos y fuentes de procedencia (naturales o antrópicas), de modo que dejan una impronta en los nutrientes circulantes en el medio que, siempre que se controlen esos procesos intermedios (nitrificación, habilitan la posibilidad de trazar la influencia de esas fuentes en los nutrientes analizados.

La discriminación isotópica de un elemento se indica por la letra δ y frecuentemente se calcula como:

$$\delta X = [(R_{\text{muestra}} / R_{\text{estándar}}) - 1] \times 10^3$$

Donde X representa el isótopo analizado y R representa la proporción del isótopo analizado respecto a su forma natural. Por lo tanto, se expresa en valores relativos a un estándar. En ocasiones se denomina también ΔX , que es la notación que se aplica en los resultados de este informe. Para mayor claridad se explica con un ejemplo: En la notación de este informe, $\Delta 18\text{O}$ es el ratio del isótopo pesado ^{18}O respecto al ^{16}O en el nutriente analizado en la muestra de agua, dividido por ese mismo ratio en la referencia (estándar de Viena de agua oceánica).

Tradicionalmente, los análisis de isótopos estables (en adelante, SIA, del inglés *Stable Isotope Analysis*) se han aplicado como trazadores en estudios geoquímicos (^2H), astrobiología y medicina. En ecología se aplican ya con cierta asiduidad al estudio del flujo de energía en las redes tróficas (normalmente usando ^{13}C y ^{15}N) y contribuyen a trazar y cuantificar las relaciones tróficas.

Una aplicación más reciente y muy prometedora en el estudio de la eutrofización de las aguas, son los SIA en nutrientes disueltos, con el fin de trazar su origen (trazado de fuentes o “source tracking”). En este ámbito se trabaja con el isótopo ^{15}N en los nitratos y amonio (NO_3 y NH_4) y se está empezando a aplicar con el ^{18}O en nitratos y fosfatos (NO_3 y en PO_4).

Aunque todavía son escasos los laboratorios capaces de acometer estos análisis, ofrecen un gran potencial en este campo, porque se pueden caracterizar multidimensionalmente² las fuentes y estimar su importancia relativa en la carga de nutrientes que alcanzan un determinado punto de interés. Esto requiere aplicar una serie de tratamientos de muestras y analíticas de cierta complejidad, y también interpretar las modificaciones que puedan producirse en procesos intermedios.

En el presente estudio se ha realizado un primer esfuerzo para avanzar hacia ese objetivo en el problema de eutrofización del embalse de El Val. Para ello, durante los meses de noviembre y diciembre de 2018 se tomaron muestras de agua en diferentes puntos de la red de drenaje y del embalse, y también en lixiviados de sedimentos del embalse.

En la figura y tabla siguientes se facilita la ubicación de dichos puntos y los detalles del muestreo, junto a algunas fotografías de los mismos. En total, se han tomado 27 muestras, de las cuales 10 son de agua de los ríos Val y Queiles, 5 del embalse de El Val, 4 son de agua intersticial del sedimento del embalse; 2 muestras proceden de manantiales, 3 corresponden a aguas residuales y otras 3 a residuos ganaderos (cerdos, conejos y gallinas).

² Mediante combinaciones de una serie de variables relacionadas con los ratios isotópicos en los nutrientes disueltos.

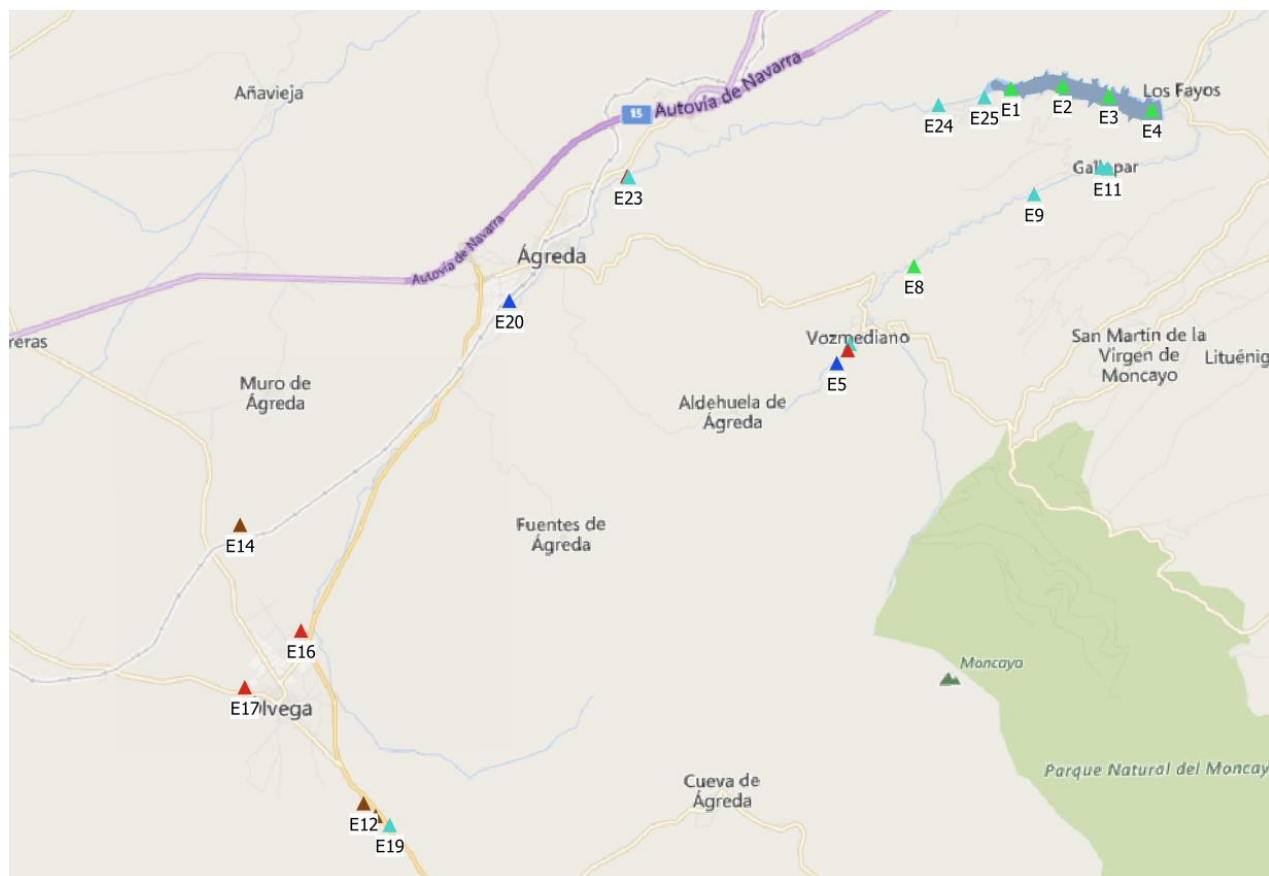


Figura 5. Ubicación de los diferentes puntos de toma de muestra para análisis de isótopos estables

En la tabla siguiente se listan los puntos en los que se ha tomado este tipo de muestra, ordenados por subcuencas (Val y Queiles) e hidrológicamente hacia aguas abajo.

Tabla 2. Relación y detalle de los puntos de muestreo para el análisis de isótopos estables

TIPO	MATRIZ	UTM_X	UTM_Y	CÓDIGO DE PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCION
RIO	Agua	586370	4623548	E19	Nacimiento Arroyo de La Vega en puerto Carrascal
VERTIDO	Agua	583689	4626093	E17	Vertido fábrica productos lácteos del Pol. Ind. Ólvega
RIO	Agua	584729	4627141	E16	Arroyo Pol. Ind. Ólvega
MANANTIAL	Agua	588581	4633236	E20	Manantial Ojillos de Agreda
RIO	Agua	590793	4635520	E22	Río Val, aguas abajo EDAR
VERTIDO	Agua	590760	4635537	E21	Efluente EDAR Agreda

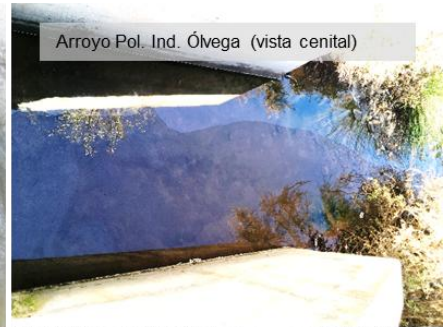
TIPO	MATRIZ	UTM_X	UTM_Y	CÓDIGO DE PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCION
RIO	Agua	590782	4635524	E23	Río Val, aguas arriba EDAR
RIO	Agua	596519	4636857	E24	Río Val entre Agreda y cola embalse
RIO	Agua	597366	4637002	E25	Río Val, entrada cola embalse
MANANTIAL	Agua	594637	4632084	E5	Nacimiento del Queiles
VERTIDO	Agua	594841	4632325	E7	Salida desagüe piscifactoría
RIO	Agua	594876	4632440	E6	Aguas abajo de piscifactoría
RIO	Agua	596063	4633877	E8	Río Queiles
RIO	Agua	598285	4635209	E9	Río Queiles
RIO	Agua	599526	4635699	E10	Río Queiles, aguas arriba azud
EMBALSE	Agua	599646	4635684	E11	Azud del Queiles
EMBALSE	Agua	597856	4637157	E1S	Estación E1 del embalse de El Val
EMBALSE	Agua	598808	4637210	E2S	Estación E2 del embalse de El Val
EMBALSE	Agua	599664	4637018	E3S	Estación E3 del embalse de El Val
EMBALSE	Agua	600462	4636762	E4S	Estación E4 del embalse de El Val
EMBALSE	Sedimento	597856	4637157	E1D5	Draga a 6,8 m de profundidad
EMBALSE	Sedimento	598808	4637210	E2D11	Draga a 23 m de profundidad
EMBALSE	Sedimento	599664	4637018	E3D15	Draga a 33 m de profundidad
EMBALSE	Sedimento	600462	4636762	E4D17	Draga a 46 m de profundidad
RESIDUO	Residuo	585887	4623949	E12	Granja conejos
RESIDUO	Residuo	586110	4623713	E13	Granja de gallinas
RESIDUO	Residuo	583602	4629095	E14	Balsa purín granja de cerdo



Ejemplo de balsa de purines de cerdo en la cuenca de El Val



Pozo de registro de vertido industria láctea Óvega



Arroyo Pol. Ind. Óvega (vista cenital)



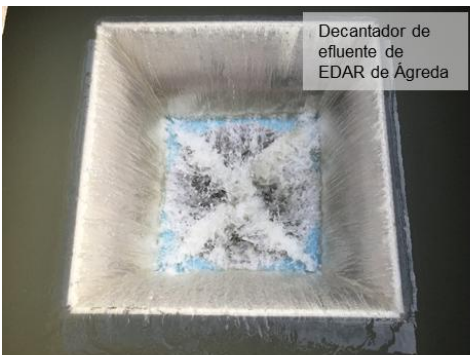
Toma de muestra en nacimiento Arroyo de La Vega en puerto Carrascal



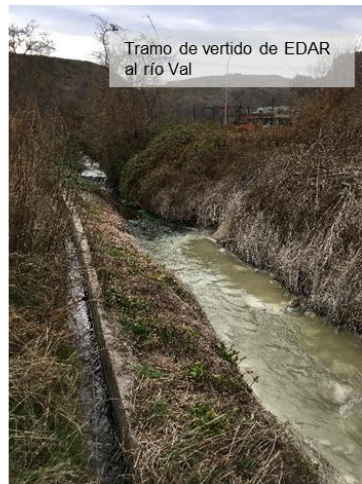
Granja de cunicultura muestreada



Manantial de Ojillos de Ágreda



Decantador de efluente de EDAR de Ágreda



Tramo de vertido de EDAR al río Val



Río Val en punto intermedio (E24)



Detalle del vertido de EDAR al río Val



Entrada del río Val al embalse



Las muestras se sometieron al siguiente proceso en el Laboratorio de Ecohydros, antes de su envío al laboratorio de análisis de isótopos estables:

A. Muestras de agua:

- Prelavado de bidones de muestra (5L) con solución acida (1 M HCl) y agua destilada. Secado.
- Filtrado de muestra en filtros de fibra de vidrio de 0,8 μm de poro (excepto residuos).
- Preparación para SIA en NO_3 , NO_2 y NH_4 : Agua filtrada en viales con biocida (Cl_2Hg).
- Preparación para SIA en PO_4 : Se añade sal de magnesio y se concentra con NaOH. Se deja flocular durante 2 horas a 4°C . Se desecha el sobrenadante, el resto (agua reconcentrada en fosfato) se congela.

B. Muestras de sedimento: Se centrifuga y se extrae el agua intersticial. Se lleva a equilibrio con agua bidestilada (controlando por pH) y se congela.

Se han realizado análisis de nitrógeno y oxígeno en nitratos y nitritos de agua y sedimentos, y carbono y nitrógeno en residuos ganaderos.

Los análisis de composición isotópica se han realizado mediante un analizador elemental *Carbo Elba NC1500* acoplado en línea mediante un *ConFlow III* con un espectrómetro de masas *Delta Plus XP*. Se usaron CO₂ y N₂ comerciales como estándares internos.

Los estándares para expresar los resultados han sido el V-SMOW (*Vienna Standard Mean Ocean Water*), para el caso del oxígeno, el V-PDB (*Vienna-PDB*) para el carbono y nitrógeno atmosférico (AIR) para el nitrógeno.

3.3. ACTUALIZACIÓN DE BIOMASA PISCÍCOLA DEL EMBALSE

Durante el mes de noviembre de 2018 se ha realizado un sondeo hidroacústico para actualizar la información del estudio censal completo realizado en este mismo embalse en octubre de 2013, es decir, 5 años antes, un plazo suficiente como para que esas poblaciones hayan podido cambiar significativamente en el embalse.

El planteamiento de esta actividad es que se podría estimar la biomasa de la ictiocenosis del embalse sin necesidad de muestreos directos (pescas), dado que solamente había dos especies (carpa común y alburno) y ambas presentan una distribución de tallas y otros rasgos diferenciales que son discernibles en los ecogramas. De este modo, no es necesario repetir los trabajos de muestreo directo y la hidroacústica, como técnica de alta eficiencia muestral permite realizar una estimación actualizada con un coste sensiblemente inferior.

La metodología aplicada y los equipos empleados son los mismos que en el año 2013, lo que garantiza una comparabilidad directa. En resumen, se ha utilizado 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.

Con cada pulso o muestra acústica (*ping*), 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, así como su posición y la distancia al transductor.

Los datos adquiridos se han sometido 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.

En el procesado se ha empleado una combinación de las técnicas de ecoconteo y ecointegración. 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.

A partir de estos blancos verificados y corregidos, se ha aplicado un análisis para la evaluación de la densidad y biomasa de peces, basado en el recuento (ecoconteo) de blancos clasificados en intervalos de análisis definidos o ecointegración en el caso del estrato superior.

Además de la densidad de peces en cada celda georreferenciada, se obtiene la intensidad media del blanco o talla acústica (TS, expresada en dB). Para convertir la TS en talla física del pez, se han aplicado diferentes algoritmos adaptados a la frecuencia y modalidad de sondeo acústico empleados.

Por último, para tener constancia de que efectivamente la composición de la ictiocenosis del embalse no ha cambiado desde el censo de 2013, se ha calado una red 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). Para completar la información aportada por las redes estándar, se han empleado una red nórdica ampliada en cuatro paños de luces de mayor tamaño, cuyo objetivo es la caracterización de las tallas grandes.

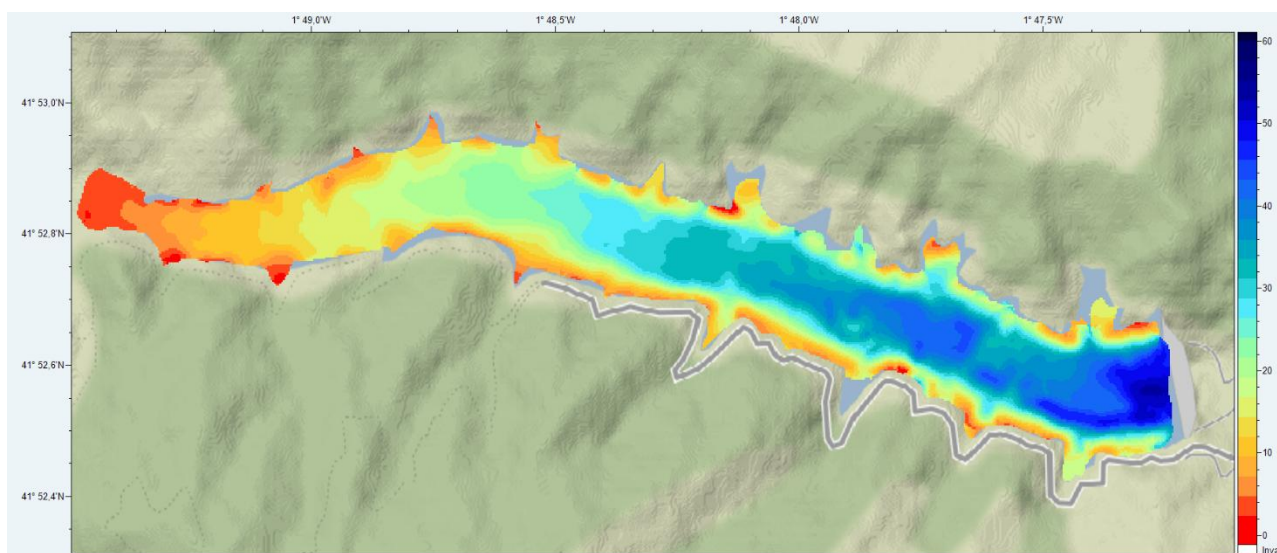
4. RESULTADOS

4.1. HÁBITAT BENTÓNICO DEL EMBALSE

4.1.1. Nueva batimetría monohaz

La nueva batimetría del embalse, referida a la cota de 620 msnm que corresponde al nivel máximo normal de llenado del embalse, ofrece una profundidad máxima de 56,5 m en la zona de presa y un volumen total de 23,14 hm³, lo que representa una pérdida por aterramiento de 2,86 hm³ desde el año 2001, es decir, del 11%, si tomamos como referencia el volumen de 26 hm³ que figura en el Inventario Nacional de Presas y Embalses. Hay que tener en cuenta que no se trata de un levantamiento batimétrico de cobertura completa, sino que se ha realizado a partir de un ecosondeo monohaz y que, por lo tanto, esas estimaciones están sometidas a un error de un orden no muy alejado de la variación interanual observada.

La superficie del embalse se estima en 107 ha, y la profundidad media en 22 m, lo que refleja una morfología encañonada y con escasa extensión de las zonas someras, tal y como se puede apreciar en la Figura 6.



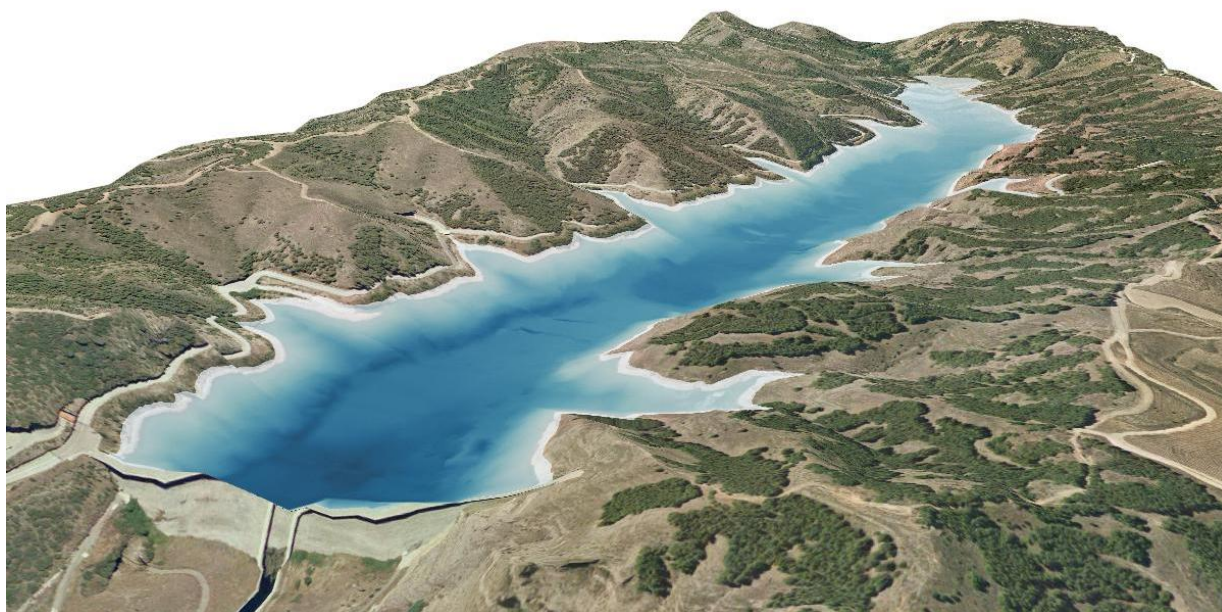


Figura 6. Mapa de la distribución de la profundidad (arriba) y del relieve de la cubeta del embalse (abajo)

4.1.2. Sedimentos y mapa de sustrato

De los 17 lances realizados con draga en el embalse, un total de 5 fueron fallidos porque la composición del sustrato era pedregosa, dominada por gravas. De hecho, está muy extendido en las zonas más someras del embalse el sustrato con entramado de gravas y finos sedimentados desde que se inició la explotación de la presa. En la tabla y figura siguientes se facilitan los resultados y observaciones de los análisis realizados para la caracterización de los sedimentos.

Tabla 3. Resultados de los análisis físico-químicos de muestras de sedimentos

Código	Fecha	Profundidad (m)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura	M.O. (%)
D1	8/11/2018	35	7	7	87	Arcilloso	
D2	8/11/2018	30				Gravas	
D3	8/11/2018	15	27	47	27	Franco_Arcilloso	
D4	8/11/2018	18				Gravas	
D5	27/11/2018	7	67	27	7	Franco_Arenoso	12,6
D6	27/11/2018	10	13	80	7	Limoso	12,2
D7	27/11/2018	2				Gravas	
D8	27/11/2018	16	13	87	0	Limoso	

Código	Fecha	Profundidad (m)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura	M.O. (%)
D9	28/11/2018	20	8	92	0	Limoso	22,1
D10	28/11/2018	3	13	87	0	Limoso	7,1
D11	28/11/2018	23	7	93	0	Limoso	6,5
D12	28/11/2018	27				Gravas	
D13	28/11/2018	31	0	100	0	Limoso	6,1
D14	28/11/2018	9				Gravas	
D15	28/11/2018	33	7	93	0	Limoso	
D16	28/11/2018	10	53	47	0	Franco_Arenoso	2,9
D17	28/11/2018	46	0	100	0	Limoso	7,0

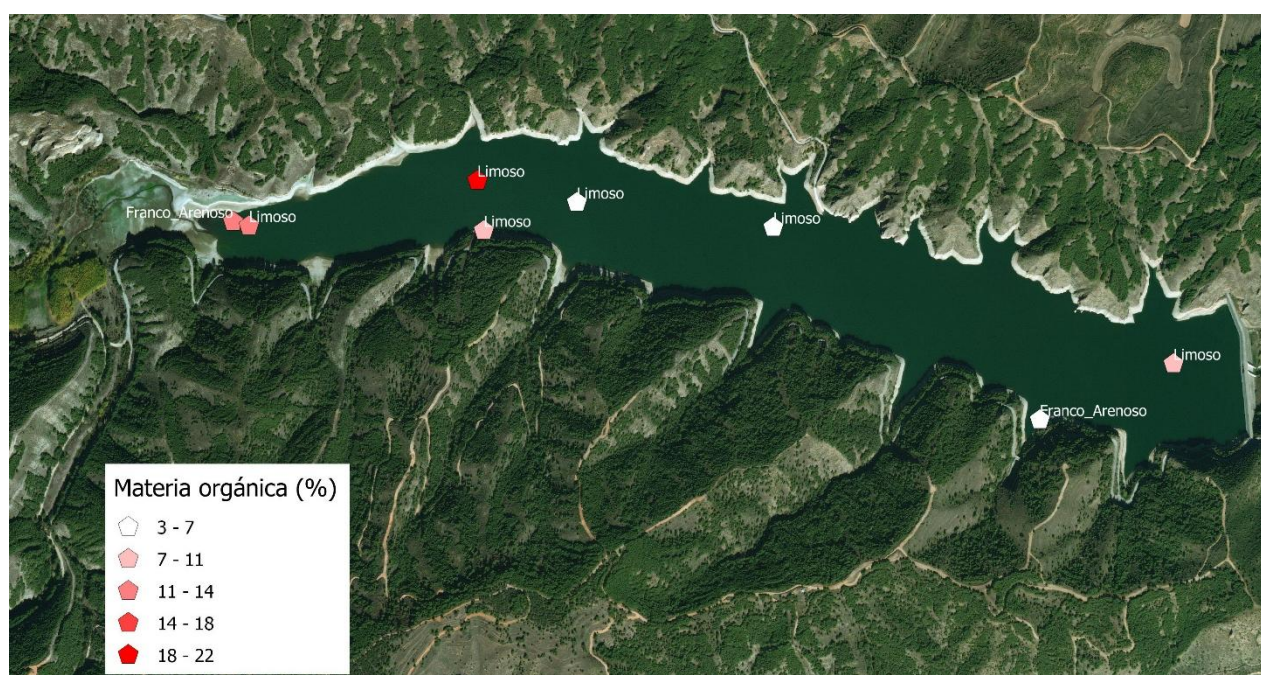


Figura 7. Texturas del sustrato en las muestras de sedimentos tomadas con draga

Una vez puesta en común toda la información disponible, se ha preparado un mapa de distribución tipológica del sustrato en el embalse, que constituye una valiosa información para futuros trabajos de simulación biogeoquímica del sistema.

En el mapa de la Figura 8 se facilita la distribución de las 5 categorías de sustrato observadas e identificables a la escala de trabajo y en la tabla siguiente se recoge la superficie que ocupa cada una de ellas.

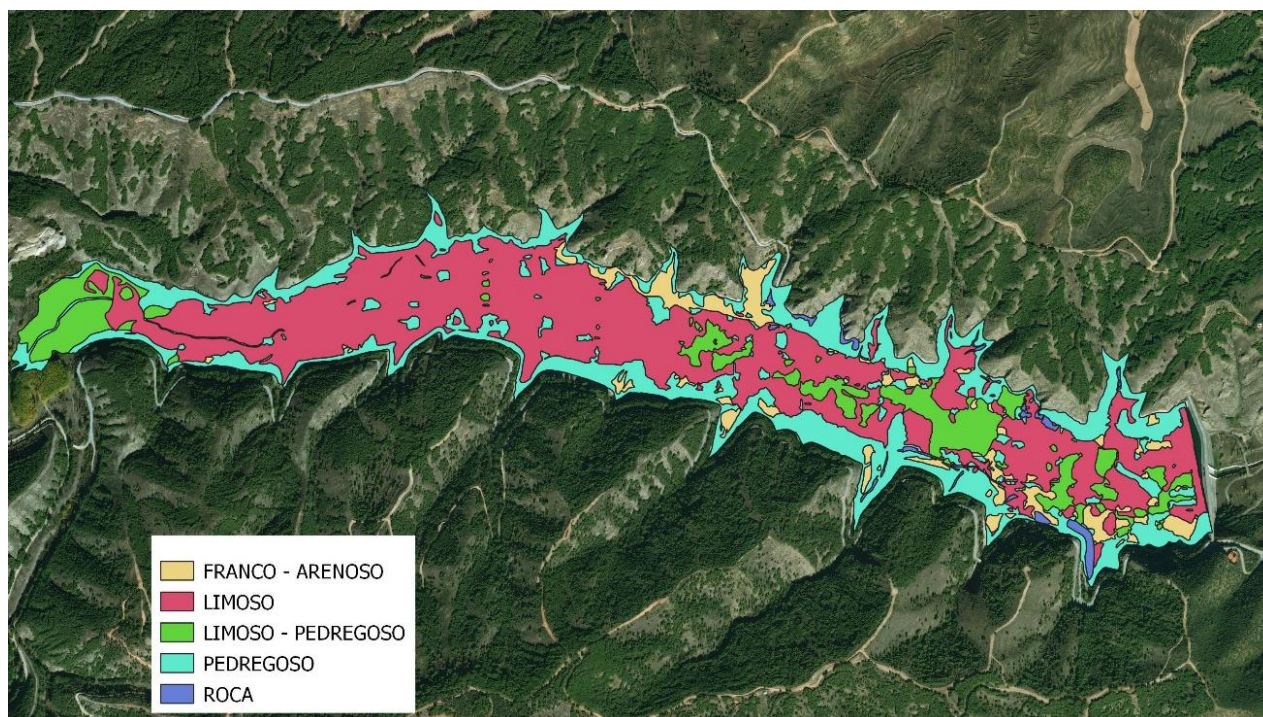


Figura 8. Distribución espacial del tipo de sustrato en el embalse

Tabla 4. Superficie del embalse ocupada por los diferentes tipos de sustrato

SUSTRATO	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
FRANCO - ARENOSO	7,0	7
LIMOSO	52,6	49
LIMOSO - PEDREGOSO	13,3	12
PEDREGOSO	33,2	31
ROCA	1,4	1
TOTAL	107,5	100

Domina el sustrato limoso, que ocupa casi el 50% del vaso del embalse y que se distribuye preferentemente en la zona de inmersión casi permanente. El sustrato limoso-pedregoso, que es un entramado de gravas y limos no es funcionalmente muy diferente a

efectos limnológicos y suma un 12% más. Las zonas pedregosas (guijarros y cantos) y rocosas suponen el 32% y el terreno franco-arenoso, que podría considerarse la facies más similar al sustrato blando original de la zona antes de la existencia del embalse, apenas ocupa un 7% del total.

Estos resultados evidencian la existencia de una interfase sedimentaria muy activa, rica en materia orgánica, especialmente en la zona posterior del embalse, que supone una demanda de oxígeno y un potencial de recarga de nutrientes a la columna de agua elevados.

4.2. ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES

En este estudio preliminar de isótopos estables en nutrientes disueltos (SIA) de la cuenca del embalse de El Val se han obtenido resultados consistentes en isótopos del oxígeno y del nitrógeno de los nitratos y, en la medida en que las concentraciones eran significativas, también en los nitritos.

En la tabla siguiente se facilitan los resultados obtenidos para ambas fracciones del nitrógeno inorgánico, así como las concentraciones de dichos nutrientes en las muestras (en los casos en los que no hay dato significa que la concentración del nutriente en la muestra estaba por debajo del límite de cuantificación).

La citada tabla recoge para cada forma de nutriente disuelto en la muestra (nitrato y nitrito), el ratio isotópico del oxígeno y de nitrógeno que forman parte de la molécula ($\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{15}\text{N}$; respectivamente). Además se facilita en la tercera columna la concentración del nutriente en la muestra. Las celdas sin dato indican que la concentración de esa forma de nutriente era indetectable en la muestra.

Cada uno de esos ratios isotópicos informa sobre los procesos bioquímicos (por ejemplo nitrificación o desnitrificación, etc) que han generado esa molécula, que a su vez indican aspectos diferenciadores e informativos sobre su fuente de origen, independientemente de su concentración (p.e. Burns et al., 2009).

Por esta razón, se describen los resultados obtenidos separadamente en términos de concentración y de ratios isotópicos.

Tabla 5. Resultados de los análisis de isótopos estables

Código	Descripción	NITRATO			NITRITO		
		$\delta^{18}\text{O}$ (V-SMOW)	$\delta^{15}\text{N}$ (AIR)	mg-N/L	$\delta^{18}\text{O}$ (V-SMOW)	$\delta^{15}\text{N}$ (AIR)	mg-N/L
E19	Nacimiento Arroyo de La Vega en puerto Carrascal	3,92	4,05	0,29			
E17	Vertido fábrica de productos lácteos	16,17	1,55	1,61	-2,37	60,51	0,04
E16	Arroyo de Los Caños	5,39	12,15	7,72	-6,08	-4,13	0,12
E20	Manantial Ojillos de Agreda	2,97	6,84	1,67			
E23	Río Val, aguas arriba EDAR	4,75	12,12	3,63	2,86	73,43	0,01
E21	Efluente EDAR Agreda	12,44	2,28	0,01			
E22	Río Val, aguas abajo EDAR	4,35	5,41	1,54	-0,81	79,69	0,02
E24	Río Val entre Agreda y cola embalse	2,95	8	2,69	-6,54	4,08	0,16
E25	Río Val, entrada cola embalse	3,34	8,92	2,82	-6,45	14,8	0,15
IE5	Nacimiento del Queiles	2,61	6,01	1,89			
IE7	Salida desagüe piscifactoría	2,93	5,93	1,91			
IE6	Aguas abajo de piscifactoría	2,72	6,21	1,84	3,56	104,58	0,01
IE8	Río Queiles 1	2	6,1	1,89	1,79	96,96	0,01
IE9	Río Queiles 2	1,86	5,85	2	-1,16	71,39	0,02
IE10	Río Queiles aguas arriba azud	2,84	6,37	1,95	-0,73	74,54	0,02
IE11	Azud Queiles	2,19	6,44	2,03	-1,18	69	0,02
IE1S	Embalse E1	6,46	1,5	1,1	-2,77	47,62	0,04
IE2S	Embalse E2	6,24	2,84	1,02	-1,34	52,17	0,03
IE3S	Embalse E3	6,46	4,3	1,06	-1,86	51,7	0,04
IE4S	Embalse E4	5,81	3,07	1,08	-1,88	43,2	0,03
E01Ai	Sedimento E1	9,56	8,47	4,32			
E02Ai	Sedimento E2	5,53	7,9	5,13			
E03Ai	Sedimento E3	4,85	7,62	5,33			
E04Ai	Sedimento E4	3,69	5,17	7,58			

4.2.1. **Concentración de nitratos y nitritos**

Si se representa la **concentración de nitratos y nitritos** en las muestras de SIA (Figura 9), se aprecian los siguientes aspectos destacables:

- Los valores más altos de nitratos (>7 mg-N/L) se presentan en el arroyo que drena el Polígono Industrial de Ólvega, conocido como arroyo de los Caños (punto **E17**), que es independiente del sistema colector de aguas residuales, y también en el agua intersticial de los sedimentos de la zona de cola del embalse (punto **E04Ai**).
- Los valores de referencia de nitratos estarían representados por la concentración en el Arroyo de La Vega (0,29 mg-N/L), punto **E19**, que podría considerarse la fuente original de agua superficial en la cuenca del río Val.
- En los sedimentos del embalse (puntos **E01Ai a E04Ai**) se aprecia una reducción de los niveles de nitratos en el eje cola-cabecera, es decir, en el avance hacia la presa, que puede reflejar un efecto de autodepuración a lo largo de la masa de agua.
- Sin embargo, en las aguas superficiales del embalse (**IE1S a IE4S**) la concentración de nitratos es muy inferior (en torno a 1 mg/L) y no se observan variaciones significativas en ese eje cola-presa. En cualquier caso, siguen siendo valores elevados para tratarse de un embalse. También esto es aplicable a los nitritos en estas muestras, con valores entre 30 y 40 µg-N/L, que son más altos de lo esperado.
- Como consecuencia de la nitrificación del amonio que incorpora el vertido al río, los niveles de nitratos van aumentando desde el vertido de la EDAR de Ágreda (punto **E22**) hacia el embalse (**E24 y E25**), pero son más altos en el punto aguas arriba del vertido (**E23**), en el que superan con creces el valor registrado en el manantial de los Ojillos de Ágreda, situado aguas arriba del mismo y donde supuestamente el río Val recupera su flujo superficial. **Esto indica que en el tramo entre Ólvega y Ágreda hay una aportación de nitratos no relacionada con dicho manantial.**
- En el río Queiles los valores de nitratos apenas sufren variaciones respecto a la concentración en el manantial de Vozmediano (1,89 mg-N/L), punto **IE5**, que

constituye el nacimiento del río. Es en todo caso un valor moderadamente alto para tratarse de un manantial situado al pie de la sierra del Moncayo.

- Los nitritos en el río Val presentan también valores altos ($>100 \mu\text{g-N/L}$) en el arroyo que drena el Polígono Industrial de Ólvega (Arroyo de Los Caños), punto **E16**, y los máximos se producen en el trayecto del río Val entre la EDAR de Ágreda y el embalse (**E22**, **E24** y **E25**), como consecuencia de la nitrificación del amonio del vertido.
- Los nitritos en el río Queiles sí presentan un incremento en el trayecto hasta el azud (**IE8**, **IE9** e **IE10**), con un máximo de $24 \mu\text{g-N/L}$ antes de llegar a ese punto (**IE11**), lo que refleja el proceso de nitrificación del amonio del vertido de la piscifactoría.

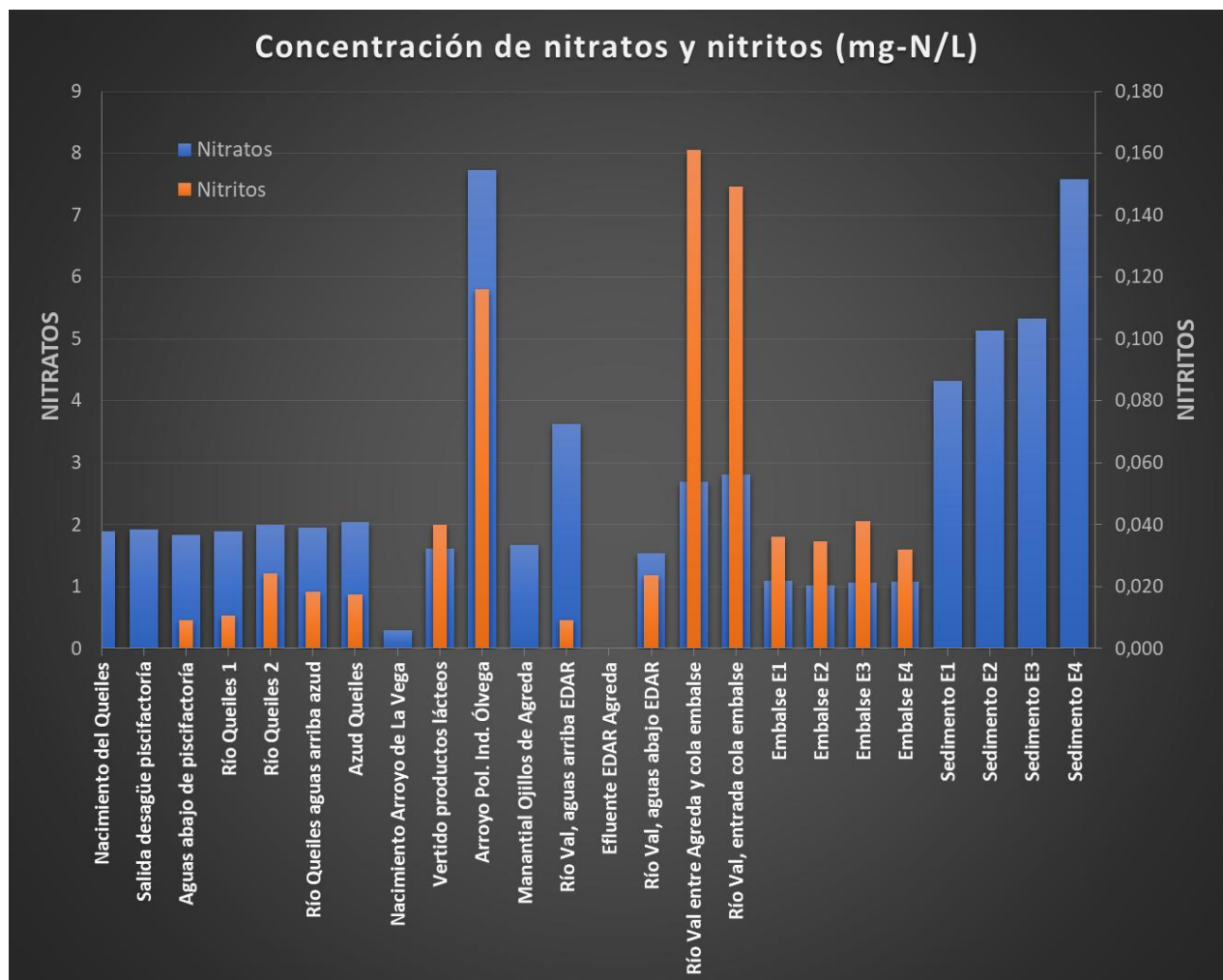


Figura 9. Concentración de nitratos y nitritos en las muestras de SIA

4.2.2. *Isótopos estables*

Los análisis de isótopos estables (SIA o *Stable Isotope Analysis*) realizados en este estudio, que se debe considerar como preliminar, reflejan aspectos de interés y prometedores como herramienta para trazar los flujos de nutrientes a los embalses sometidos a eutrofización.

Para facilitar la interpretación de los resultados, se debe tener en cuenta que la idea de fondo en este tipo de aplicación de los SIA es trazar una impronta relativa o huella de un agente causal sobre los nutrientes disueltos de un determinado punto del río. Los agentes causales pueden ser factores naturales, como la precipitación, surgencias de aguas subterráneas o el propio suelo, o bien factores antrópicos (abonos, vertidos de aguas residuales de diferente tipo, fertilizantes químicos o usos del suelo).

En determinados casos resultan evidentes las relaciones entre uno y otro tipo de agente, como se comenta más adelante, pero en general se requieren datos en diferentes momentos del ciclo hidrológico y también disponer de una caracterización adecuada de las fuentes, algo que excede ampliamente el alcance de este trabajo.

Siguiendo a Kendall et al., 2008, son numerosas las opciones (unas menos directas que otras) que se pueden presentar para dilucidar relaciones causales en relación al origen de los nutrientes en un punto determinado. La posición de las muestras en los diferentes sectores de un gráfico de dos ejes que representan los ratios isotópicos del nitrógeno y del oxígeno en nitratos (aquí designados como $\Delta^{15}\text{N}$ y $\Delta^{18}\text{O}$, respectivamente), es característica de determinadas aguas de procedencia y procesos biológicos de los nutrientes. Este es el tipo de representación que se utiliza en las figuras 10 a 12 siguientes.

La interpretación de este tipo de gráficos se debe hacer en términos de procesos subyacentes y, cuando se tienen datos suficientes, se pueden utilizar para aplicar modelos de mezcla que permiten inferir relaciones causales.

Considerando que la interpretación de este tipo de datos de SIA es un cuerpo de conocimiento en sí mismo que está en continuo crecimiento a medida que se van teniendo más datos en aplicaciones de campo, se facilitan en los siguientes puntos y a título meramente ilustrativo algunas de las fuentes y procesos que presentan ciertas características directas y concretas y que se tienen en cuenta en las interpretaciones subsiguientes:

- La aportación de nitratos procedentes de la precipitación sitúa los rangos de los ratios isotópicos en un cuadrante de valores bajos de $\Delta^{15}\text{N}$ (ratio isotópico de la muestra respecto al del valor de referencia) y por encima del 50 ‰ en $\Delta^{18}\text{O}$.
- Los valores de $\Delta^{15}\text{N}$ tienden a ser más altos en los residuos ganaderos que en los fertilizantes químicos. Las aguas residuales urbanas presentan valores intermedios.
- El proceso de desnitrificación incrementa los valores de $\Delta^{15}\text{N}$ y también lo hace el de nitrificación, pero en un rango más bajo de valores. La nitrificación también modifica los valores de $\Delta^{18}\text{O}$.

En la Figura 10 se representan todos los análisis realizados en aguas y sedimentos (no incluyen los residuos porque no se dispone de los mismos parámetros en ellos), agrupados por tramos (Val, Queiles y embalse) y conceptos (vertidos, aguas y sedimentos). El arroyo del Polígono Industrial de Ólvega se trata como un vertido, aunque no lo es *sensu stricto*.

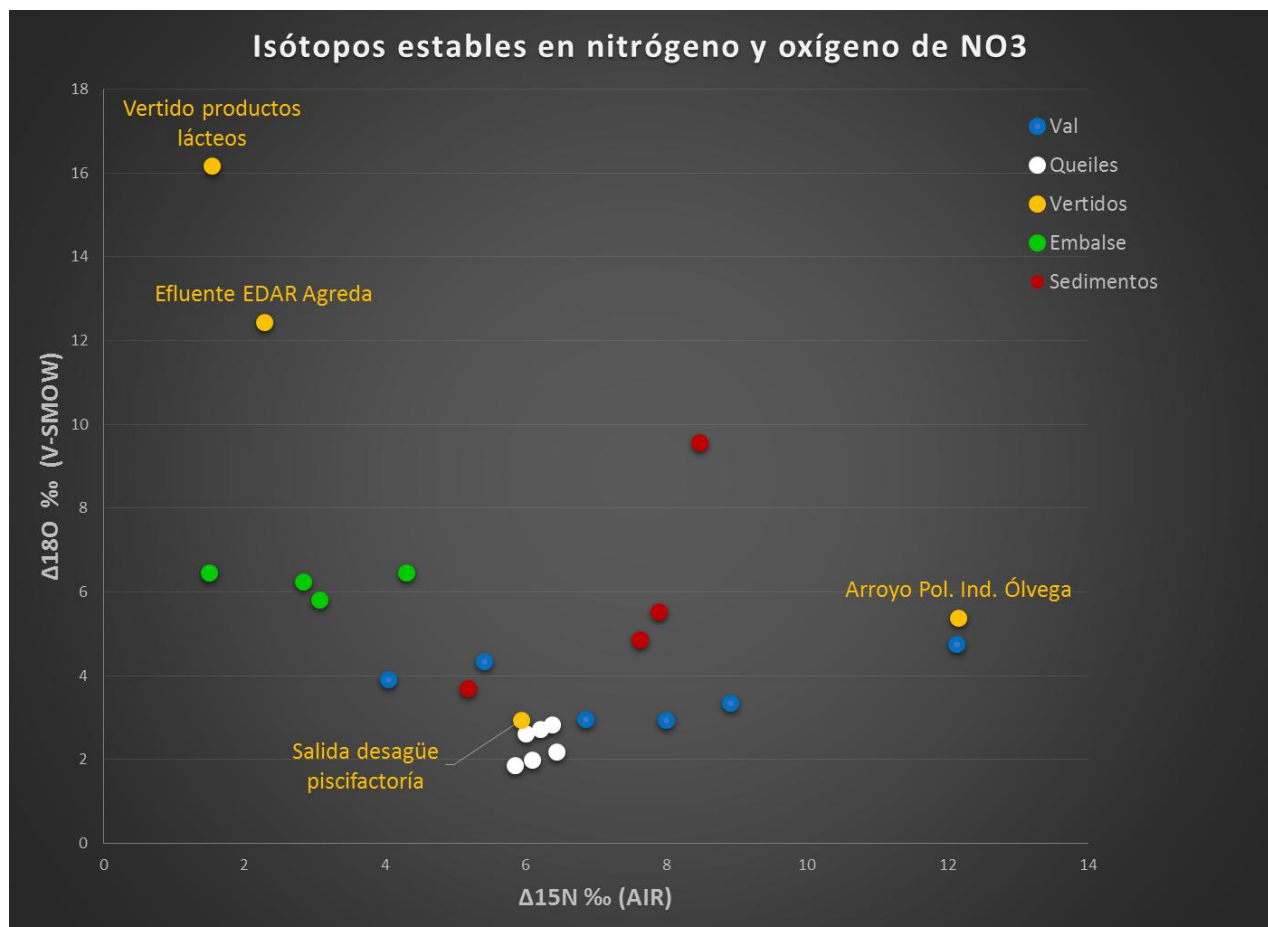


Figura 10. Valores de los ratios isotópicos del nitrógeno y del oxígeno en nitratos de las muestras

Los vertidos (puntos amarillos) quedan ampliamente separados entre sí, con la excepción de la EDAR de Ágreda y el efluente de la fábrica de productos lácteos de Ólvega, que quedan en el mismo cuadrante debido a la influencia que tiene éste último en el vertido de la depuradora. En esta misma figura se evidencia una similitud grande entre todos los puntos del río Queiles, incluyendo el manantial de Vozmediano y el efluente de la piscifactoría. Estos puntos quedan claramente separados del resto solamente con los isótopos de los nitratos.

Los puntos correspondientes a las aguas superficiales del embalse quedan claramente segregados y los de sedimentos muestran una mayor dispersión, reflejando la influencia de procesos microbiológicos endógenos en los que la producción primaria del fitoplancton supone un factor potencialmente diferenciador en los ratios isotópicos.

Si analizamos las diferentes zonas con mayor detalle, se pueden inferir otras relaciones interesantes. En la Figura 11 se representan las muestras tomadas en la cuenca del río Val, aguas arriba del embalse.

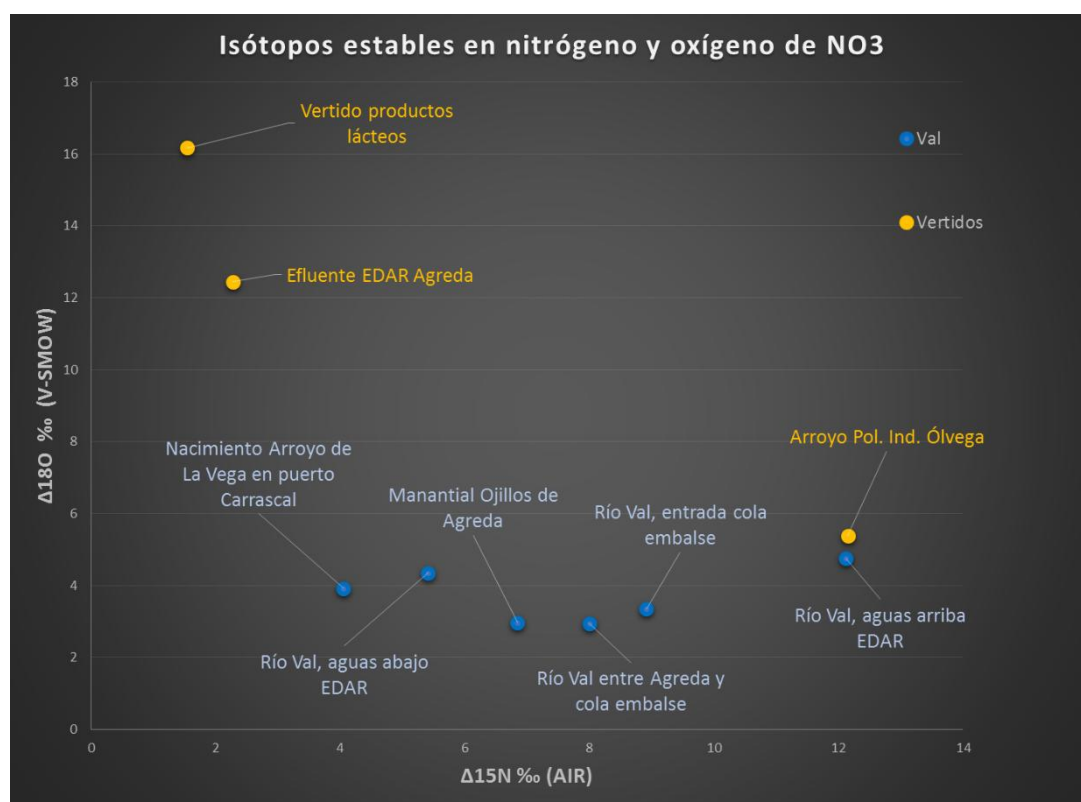


Figura 11. Valores de los ratios isotópicos del nitrógeno y del oxígeno en nitratos de las muestras de la cuenca del río Val

Resulta llamativa la similitud entre el arroyo del Pol. Ind. de Ólvega (Arroyo de Los Caños) y el río Val antes de incorporarse el vertido de la EDAR de Ágreda, y al mismo tiempo, la distancia de este punto con el manantial de los Ojillos de Ágreda, considerado como el nacimiento funcional del río, dado el escaso e intermitente caudal circulante en este cauce aguas arriba.

Esta diferencia se produce en el eje del nitrógeno, no en el del oxígeno, de modo que podría estar menos relacionado con procesos de nitrificación y más con una fuente común de nitrógeno no relacionada con las aguas residuales ni con fertilizantes inorgánicos ni tampoco con las aguas subterráneas.

La impronta de las explotaciones ganaderas en la cabecera de cuenca del río Val, es decir aguas arriba de Ágreda, resulta muy plausible en este caso, puesto que los valores de $\Delta^{15}\text{N}$ son típicamente más altos en este tipo de residuos.

En la distribución de los puntos azules (río Val desde la fuente en el Arroyo de la Vega) se aprecia un gradiente creciente hacia aguas abajo en el eje horizontal del nitrógeno de nitratos, en el que no interviene el vertido de la EDAR de Ágreda, que se sitúa en valores bajos.

Los valores altos de los vertidos en el eje vertical (ratio isotópico del oxígeno en nitratos) no se reflejan en el curso del río debido a que las concentraciones de las formas oxidadas del nitrógeno son bajas en estos efluentes. En cambio, el incremento en el eje horizontal que se produce a lo largo del recorrido hasta el embalse sí es consecuencia del proceso de nitrificación del amonio del efluente de la EDAR.

En el caso de los SIA en nitritos, se aprecian interesantes aspectos en los resultados de este muestreo preliminar (Figura 12), que resultan complementarios a la información que ofrecen los nitratos por sí solos.

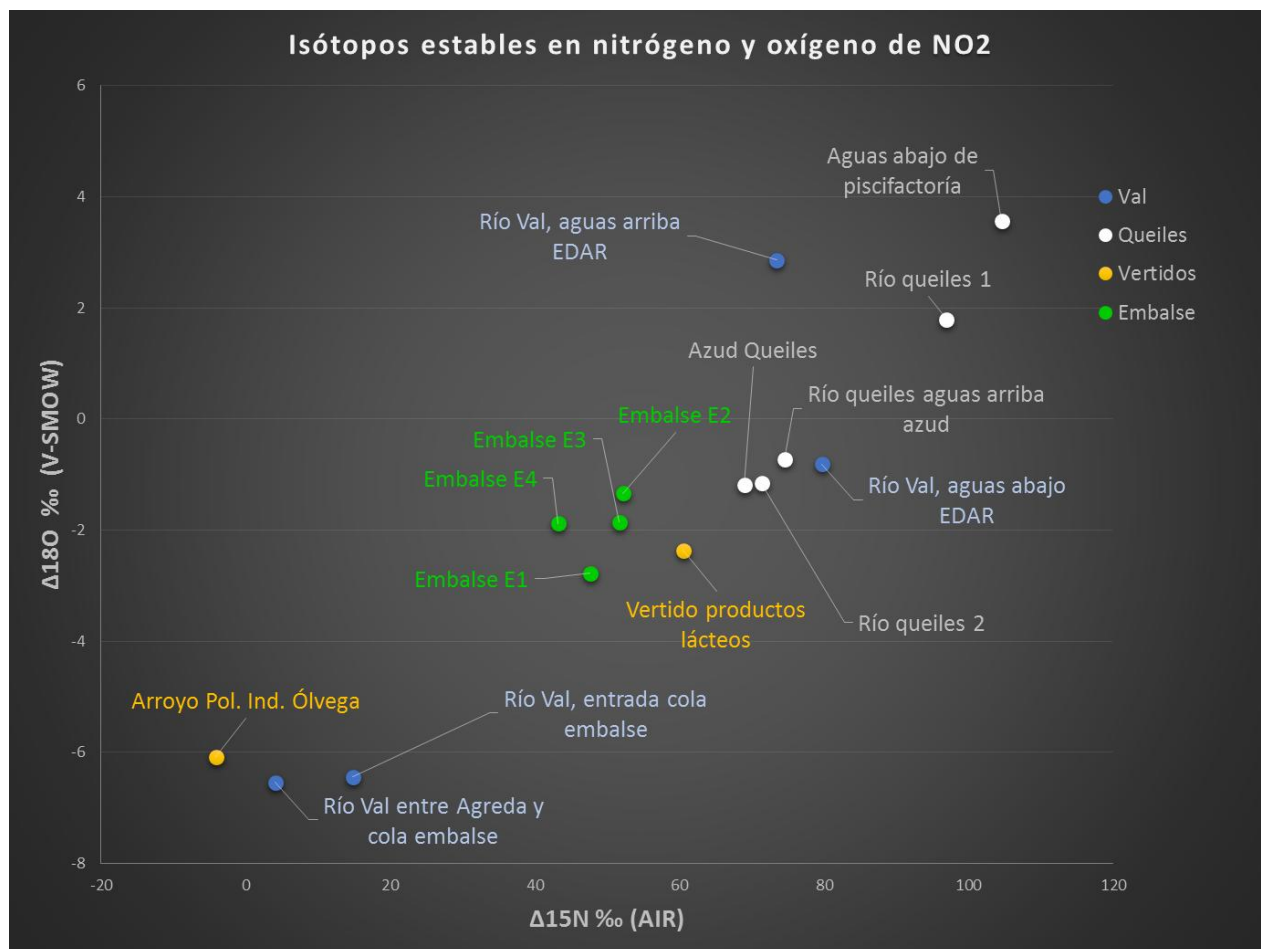


Figura 12. Valores de los ratios isotópicos del nitrógeno y del oxígeno en nitritos de las muestras con niveles significativos de nitritos

- Los puntos del río Val que más se asemejan al Arroyo del Pol. Ind. de Ólvega (Arroyo de Los Caños) son los más cercanos al embalse, lo que indica una convergencia en el proceso de nitrificación del amonio, es decir, en ambos tramos hay fuentes cercanas de amonio que, una vez en el medio, se convierten a nitratos pero generando un metabolito intermedio más inestable y fugaz, que es precisamente el nitrito. El río Val, aguas arriba de la EDAR se asemeja a los puntos del río Queiles que se ubican inmediatamente aguas abajo del vertido de la piscifactoría.
- El río Val, justo aguas abajo de la EDAR de Ágreda, se ubica en una situación intermedia, que evidencia el ingreso de la nueva fuente de nitrógeno que suponen las aguas residuales.

- En el embalse se producen nuevos procesos de nitrificación que podrían derivarse de la mineralización interna del nitrógeno orgánico, es decir, de la influencia de la producción primaria endógena (fitoplancton).

Aparte del tipo de interpretación directa que se ha realizado en este estudio, y que muestra el elevado potencial de esta herramienta, las posibilidades para la atribución del peso de diferentes fuentes a los nutrientes circulantes en un punto concreto recurriendo a métodos indirectos son mucho más amplias, y se pueden incorporar cuando se realiza un estudio en más profundidad con este tipo de herramientas.

Los aspectos principales que se pueden extender y ampliar para alcanzar un objetivo de ese tipo son:

- a) Identificación de nuevas relaciones directas en el caso de estudio, es decir, extraer la huella isotópica de fuentes concretas de aportación no descritas previamente.
- b) Ampliación del estudio a isótopos de otros nutrientes relevantes, como los fosfatos, generando un espacio multidimensional de análisis en lugar del bidimensional que se ha expuesto en este trabajo.
- c) Muestreos en diferentes épocas del año que representen situaciones hidrológicas diferenciadas.
- d) Uso de los SIA para establecer la procedencia de los nutrientes en cada punto de control, apoyándose en herramientas que permitan trazar relaciones causales hacia aguas arriba, como por ejemplo los modelos bayesianos de mezcla.
- e) Uso de la información contenida en los SIA para calibrar y mejorar el rendimiento de los modelos hidrológicos y de calidad en las cuencas hidrográficas.

4.3. BIOMASA DE PECES EN EL EMBALSE

4.3.1. *Condiciones limnológicas durante el muestreo*

Durante los días 5 y 6 de noviembre de 2018 en los que se desarrolló el muestreo de peces en el embalse de El Val, la sonda perfiladora *Aquadam* situada en la presa realizó un total de 6 perfiles (Figura 13) que, aunque no alcanzaban la parte más profunda (se detenía a los 31 m de profundidad), reflejaban un situación de mezcla térmica vertical con una temperatura homogénea en torno a los 15°C y una conductividad eléctrica de unos 350 $\mu\text{S/cm}$.

El pH también se mostraba invariable, en torno a 7,6 uds y la fluorescencia de la clorofila en valores cercanos a 10 $\mu\text{g/L}$. Ninguno de estos parámetros mostraba oscilaciones significativas entre los diferentes perfiles del ciclo diario. Todo ello evidencia que la actividad fotosintética era baja en ese periodo.

El único parámetro que mostraba valores elevados y un incremento con la profundidad era la turbidez, que alcanzaba valores por encima de las 60 NTU. Sin embargo, lo más relevante para los peces es el acusado déficit de oxígeno disuelto, que afectaba a toda la columna de agua, con valores de hipoxia en el entorno de los 3 mg/L y que resultan limitantes para la vida piscícola.

Estas condiciones reflejan el efecto de una mezcla reciente durante la cual la anoxia hipolimnética ha provocado un déficit generalizado de oxígeno disuelto, que no es compensado por la agitación del viento ni, en consecuencia, por la reaireación atmosférica, ni tampoco por la producción primaria del fitoplancton, que en ese momento es baja.

La turbidez refleja un proceso de sedimentación de materia particulada, muy probablemente dominada por las densas poblaciones fitoplanctónicas del embalse, tras una etapa de senescencia masiva, y cuya mineralización contribuye a ese déficit de oxígeno.

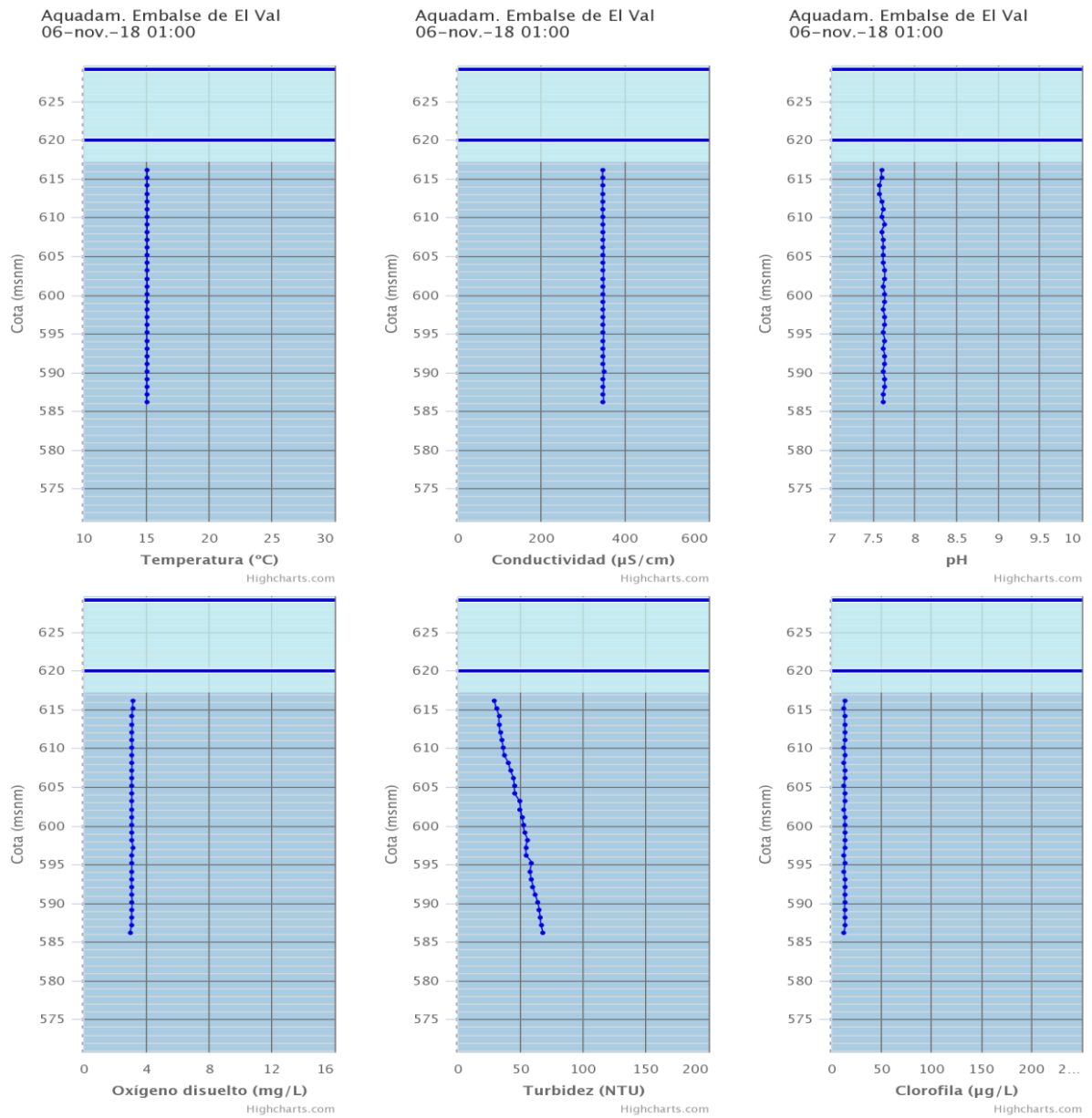


Figura 13. Perfiles físico-químicos registrados con la sonda *Aquadam* el día 6 de noviembre de 2018

4.3.2. Estimaciones poblacionales

Los recorridos móviles de ecosondeo han cubierto una longitud total de 78,2 km (con dos transductores), lo que supone un valor del índice de cobertura (Da) de 75 y un coeficiente de variación teórico del 7%, asociado a ese valor. En la Figura 4 (página 16) se representan los recorridos completos sobre el mapa batimétrico.

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

En la Figura 14 se facilitan dos ecogramas representativos de los sondeos realizados en el año 2013 y en el 2018 en el embalse de El Val.

En el primero de ellos (octubre de 2013), se pueden apreciar señales individuales de peces grandes (carpas) y señales de bancos de alburnos (grandes rastros en forma de V invertida cerca de la superficie). Obsérvese que, debido a la anoxia en aguas más profundas, las señales de peces se concentran en los estratos superiores y que por debajo de 10 m de profundidad corresponden a burbujas (columnas de señales desde el fondo, enmarcadas en líneas negras).

En el año 2018 la situación es muy diferente. En primer lugar, no hay estratificación térmica y las señales de peces se distribuyen por toda la columna de agua. La intensidad de esas señales indica que se trata de peces de tamaño superior al alburno, y además no se aprecian bancos de dicha especie, que eran muy numerosos en el año 2013. También se pueden ver numerosas y extensas cortinas de burbujas.

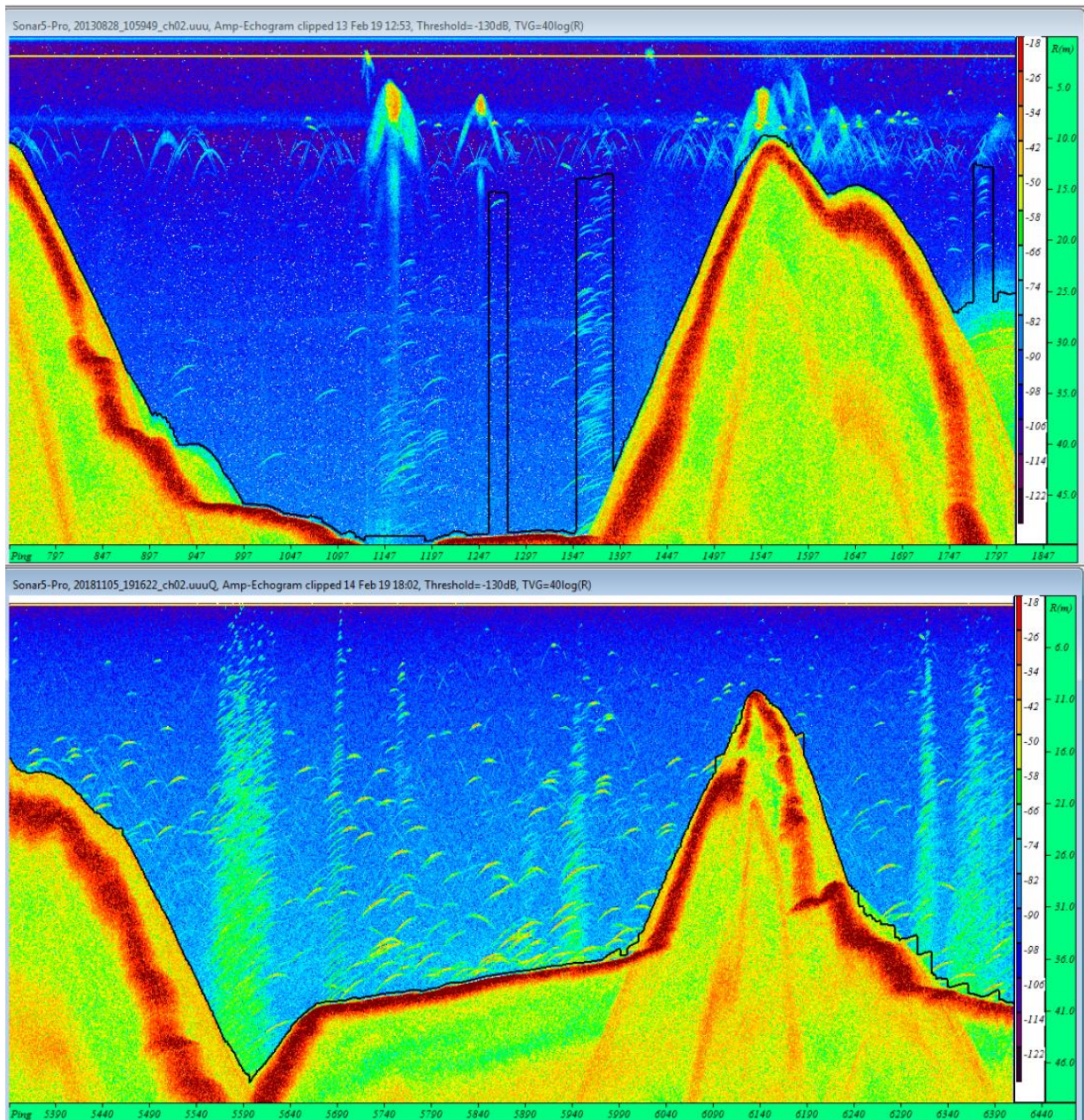


Figura 14. Ejemplo de ecogramas característicos del sondeo registrados en el embalse de El Val en el año 2013 (superior) y en el 2018 (inferior).

En las cuatro redes de pesca (2 bentónicas y 2 pelágicas) que se han calado durante unas horas y de forma aleatoria en el embalse para confirmar si las especies presentes son las mismas que en 2013, se han capturado dos alburnos de 7,5 y 13 cm de longitud furcal en una de las pelágicas, y dos carpas de 35 y 41 cm de longitud furcal en una de las bentónicas. Nada parece indicar que la composición de la asociación de peces del embalse ha cambiado y en

consecuencia se asumen en las estimaciones las proporciones de capturas y relaciones longitud peso obtenidas en el año 2013.

En la Figura 15 y en tabla siguiente se representan la distribución de frecuencias de los valores de densidad, obtenidos a partir de los rastros, y los estadísticos descriptivos correspondientes, tanto para el ecosondeo horizontal como para el vertical. La densidad se ha expresado en individuos por decámetro cúbico ($\text{dam}^3 = 1\ 000\ \text{m}^3$).

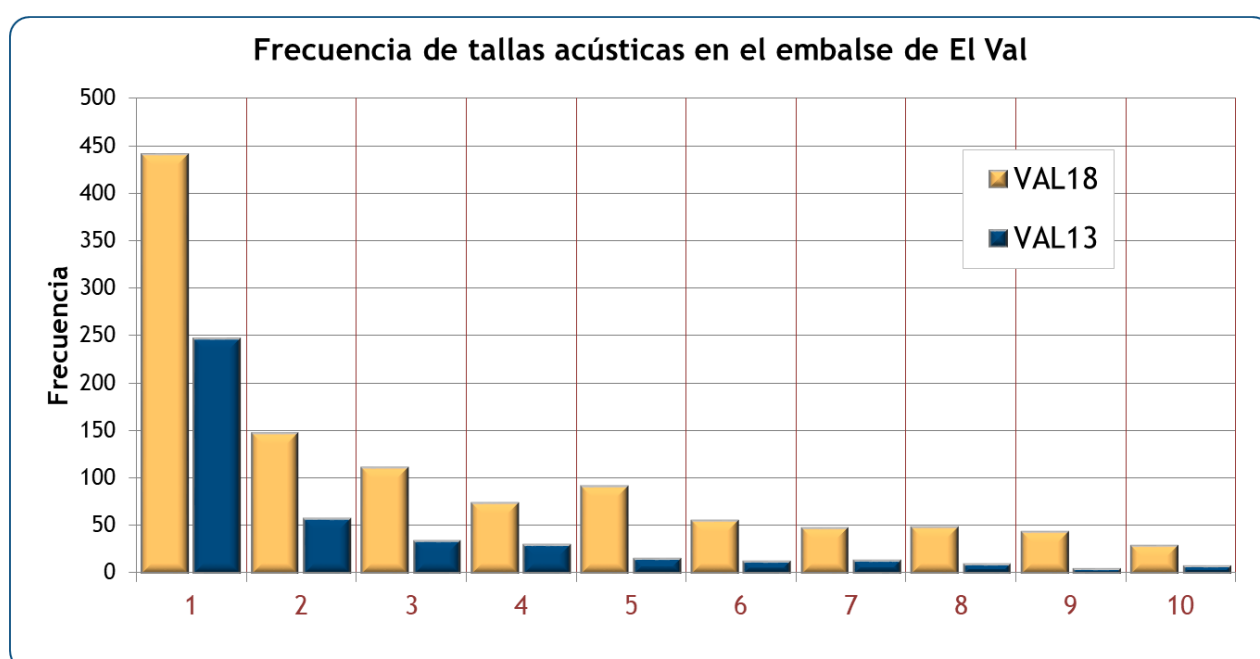


Figura 15. Distribución de frecuencias de densidad (ind/dam^3), estimada mediante ecosondeo (celdas con densidad mayor a 0). Sondeos del año 2013 (azul) y del 2018 (naranja).

Tabla 6. Densidad de peces (ind/dam^3) por estratos, estimada mediante acústica

Sector	Estrato	Densidad media ($\text{ind}/1000\text{m}^3$)	Densidad máxima ($\text{ind}/1000\text{m}^3$)	Número de casos	Desviación típica
1	1	0,7	598	48	3,4
	2	5,6	576	135	9,7
	3	4,1	398	235	12,4

Estos valores medios se han ponderado con el volumen de cada estrato y sector (tabla 1), para obtener una densidad total del embalse de 3,96 ind/dam³. Se trata de un valor medio-bajo, que es inferior al obtenido en 2013 (4,49 ind/dam³). Los valores son inferiores en el estrato más superficial, a diferencia de lo que es habitual, y esto refleja que la ausencia de estratificación térmica favorece la búsqueda de alimento por las carpas en ambientes más profundos y cercanos a los sedimentos.

En la Figura 16 se presenta la distribución espacial de la densidad de peces mediante símbolos graduados por tamaño. Existen unas pocas celdas con valores por encima de 100 ind/dam³ que corresponden a bancos de alburnos.

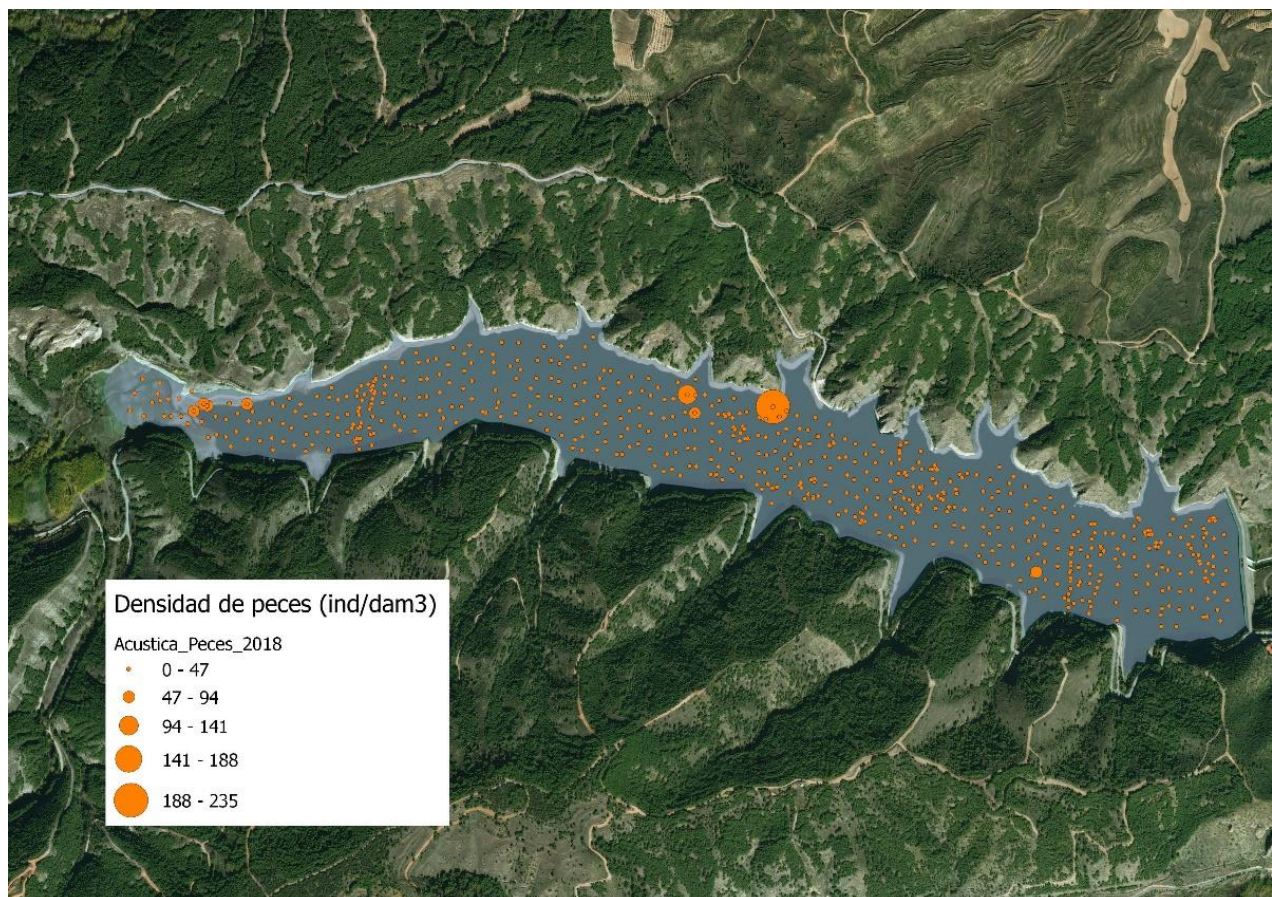


Figura 16. Distribución de la densidad de peces en las celdas con registros hidroacústicos. Cada punto representa una celda de 50m de longitud.

La biomasa de peces por estratos (Tabla 7) presenta valores bajos en el estrato superficial pero moderadamente altos en los dos estratos profundos, especialmente en el intermedio, con un valor máximo que supera los 150 g/m².

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

Sector	Estrato	Biomasa media (g/m^2)	Biomasa máxima (g/m^2)	Número de casos	Desviación típica
1	1	0,6	38,37	598	2,7
	2	19,5	153,47	576	23,4
	3	12,0	84,19	398	14,9

La biomasa media del embalse se calcula sumando las biomásas de cada uno de los estratos y refiriéndolo a la superficie del embalse, de esta manera se obtiene una biomasa media de $26,34 \text{ g/m}^2$, o lo que es lo mismo: $263,4 \text{ kg/ha}$. Se trata de un valor elevado de biomasa, debido a la dominancia de carpas que alcanzan un peso muy superior al de los alburnos. De hecho, este valor supera en un factor superior a 6 la biomasa estimada en el año 2013 en este mismo embalse ($4,07 \text{ g/m}^2$).

En la Figura 17 se presenta la distribución espacial de la biomasa de peces mediante símbolos graduados por tamaño. A diferencia de lo que ocurría con la densidad, la biomasa se distribuye de forma más homogénea, con numerosas celdas con valores por encima de 100 g/m^2 que corresponden a agregaciones de carpas y ejemplares de gran tamaño de esta especie.

Estas celdas se intercalan con las de valores bajos o sin peces, pero en la zona cercana a la presa, y también en las más someras de cola y márgenes y reculadas, se aprecia una ausencia casi total de ejemplares. Esto se explica porque las carpas encuentran mayores recursos tróficos en zonas más profundas, una vez ha desaparecido la limitación de las bajas temperaturas y anoxia que conlleva la estratificación térmica.

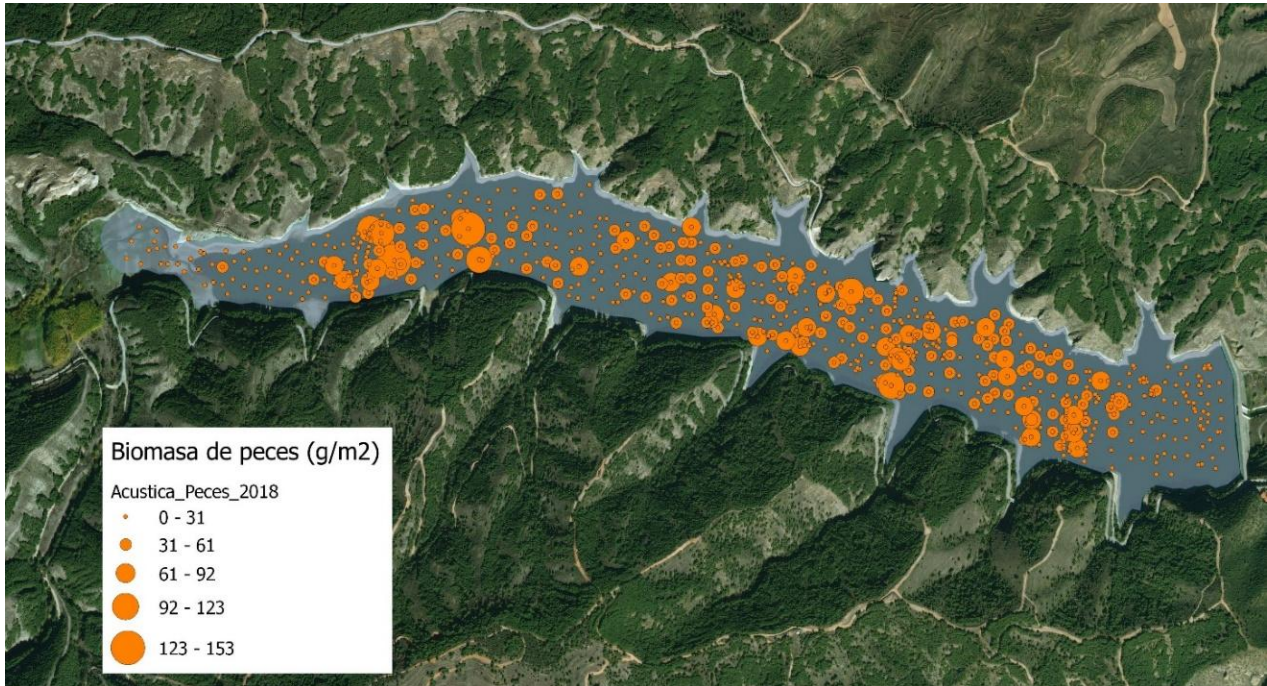


Figura 17. Distribución de la biomasa de peces en las celdas con registros hidroacústicos. Cada punto representa una celda de 50m de longitud.

Si se compara la distribución de frecuencias de tallas acústicas obtenida en el año 2013 con la actual, se colige que **la biomasa de carpas se ha incrementado** debido al crecimiento somático de las cohortes y al éxito de la especie en este entorno sin competencia y de elevada productividad.

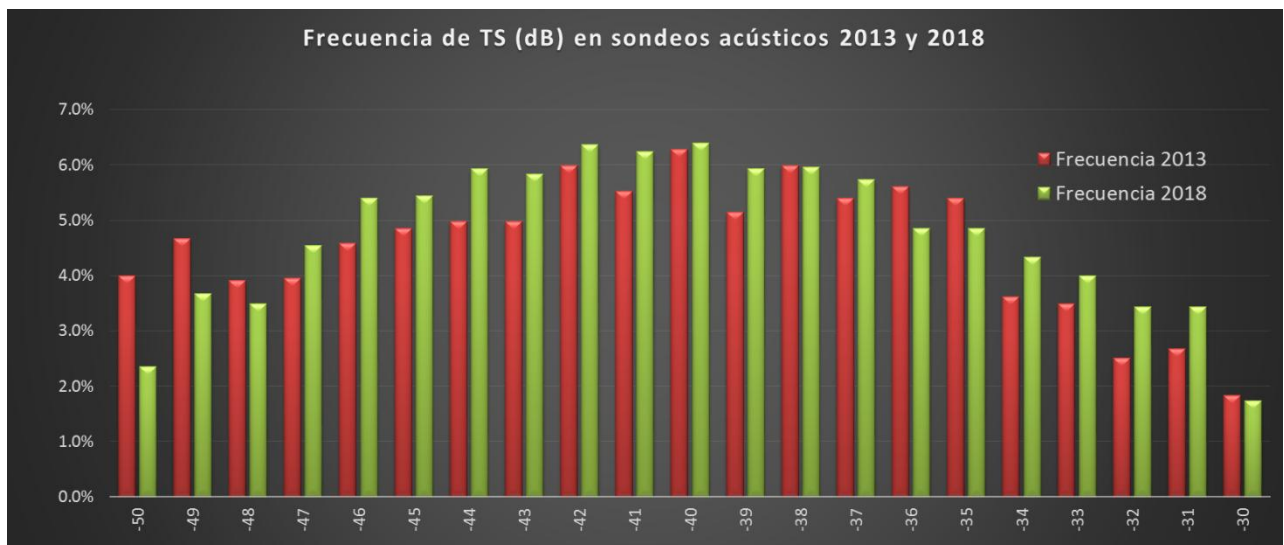


Figura 18. Distribución de la frecuencia de tallas acústicas en los dos años estudiados.

5. CONCLUSIONES

El objetivo principal del presente estudio es generar la información necesaria para subsecuentes fases de simulación y gestión de la eutrofización del embalse de El Val, con el fin de mejorar su estado trófico y potencial ecológico. Además, se ha sometido a contraste una nueva técnica de análisis de isótopos en nutrientes disueltos, como herramienta potencial para validar las contribuciones relativas de las diferentes fuentes de nutrientes y factores de presión en esta masa de agua.

Las principales conclusiones que se derivan del Estudio son las siguientes:

- i. La **nueva batimetría del embalse** ha permitido generar un modelo batimétrico digital que servirá de contorno operativo para el estudio del comportamiento hidrodinámico de la masa de agua, como elemento trascendental a la hora de entender los procesos biogeoquímicos que generan la eutrofización.

Tomando como base de cálculo este nuevo modelo batimétrico, se ha estimado en aproximadamente un 11% la pérdida de volumen útil por aterramiento desde la puesta en marcha de la explotación hidráulica, aunque se debe tomar con cautela esta comparación porque su magnitud no es aún muy grande y el sondeo se ha realizado con ecosonda monohaz, que no aporta cobertura completa.

Según esta batimetría, y una vez integrada con la información topográfica del vuelo Lidar del IGN, la superficie del embalse se estima en 107 ha, y la profundidad media en 22 m, lo que refleja una morfología encañonada del embalse y con escaso desarrollo superficial y reducida extensión de las zonas someras.

- ii. La **cartografía del sustrato del embalse** refleja una ocupación de casi el 50% por sedimentos limosos, al que se añade un 12% de un aglomerado de limos y gravas, que resulta similar a efectos limnológico-funcionales. Esta facies sedimentaria tiene mayor contenido en materia orgánica y alto potencial de recarga de fósforo a la columna de agua, especialmente en situaciones de déficit de oxígeno en el hipolimnion, que se dan a lo largo del periodo de estratificación térmica estival.

Los valores más altos en contenido de materia orgánica se han obtenido en la zona posterior del embalse, alcanzando un máximo del 22%. Es también destacable que en los análisis de concentración de nitratos asociados al estudio de isótopos estables, los valores más altos, exceptuando el del Arroyo de los Caños, se han registrado en el agua intersticial de los sedimentos. Esto refuerza el relevante papel que puede desempeñar este compartimento en el proceso de eutrofización del embalse.

El sustrato duro representa el 32% del vaso del embalse. Esto deja en apenas un 7% el sustrato blando original, franco-arenoso, que no presenta afectación por sedimentación de finos orgánicos procedentes tanto del río Val como de la producción fitoplanctónica endógena.

Estos resultados servirán para mejorar la simulación biogeoquímica tridimensional del embalse, y al mismo tiempo evidencian la **dominancia** de una **interfase sedimentaria rica en materia orgánica**, que se produce sobre todo en la **zona posterior del embalse**, y que incrementa la demanda de oxígeno y el potencial de recarga de nutrientes a la columna de agua.

- iii. Los **análisis de isótopos estables** ofrecen una información diferente a la mera concentración de los nutrientes, que resulta muy valiosa para interpretar el origen de los mismos en cada punto. El estudio realizado en este aspecto tiene un carácter demostrativo y preliminar, y está dirigido a valorar el interés de esta técnica para su inclusión en futuras acciones de diagnóstico y seguimiento de la eutrofización de éste y otros embalses.

En todo caso, se han podido inferir algunas relaciones claras y directas en los datos disponibles:

- El máximo de concentración de nitratos en la cuenca se ha producido en el Arroyo de Los Caños (>7 mg/L) pero resulta llamativa su similitud en los ratios isotópicos con el río Val en un punto situado antes de la EDAR de Ágreda y después del ingreso del caudal dominante del manantial de los Ojillos de Ágreda. Esto refleja un origen común de los nutrientes nitrogenados en esas aguas, que se identifican con los valores característicos de los residuos ganaderos.

- También se aprecia la similitud isotópica entre el vertido de la fábrica de productos lácteos de Ólvega y el efluente de la EDAR de Ágreda, lo que constata la utilidad de esta técnica de análisis para trazar el peso que tiene el vertido de esa industria en el agua residual que alcanza la depuradora. Se propone por tanto como un buen trazador para seguimientos futuros de esta cuestión concreta.
- Existe una clara separación isotópica entre los puntos del río Queiles, río Val y embalse de El Val. Esto habilita posibilidades de trazar los flujos en el embalse según su procedencia, lo que resulta óptimo para calibrar las simulaciones biogeoquímicas que se realicen.

Todo ello, permite concluir que esta herramienta de análisis tiene un gran potencial y se recomienda vivamente su inclusión en futuros estudios de la eutrofización de masas de agua, máxime si se recurre al análisis isotópico de diferentes formas de nutrientes y se caracterizan isotópicamente las aguas residuales y los lixiviados de los residuos que se utilizan para el abonado de campos, con el fin de disponer de datos suficientes para realizar análisis causales.

- iv. La **revisión censal de la ictiofauna del embalse** se ha realizado recurriendo solamente al sondeo hidroacústico, después de cerciorarse de que la composición de la asociación de peces seguía limitándose a carpas y alburnos. Esta simplificación y la distribución de tallas prácticamente disyunta entre una especie y la fase adulta de la otra, permite actualizar las estimaciones realizadas en el año 2013 utilizando solamente con técnicas remotas.

El resultado, que será de vital importancia para las medidas de gestión que se estudien en fases subsiguientes, refleja que la población de alburnos ha menguado sensiblemente (ya en el año 2013 se apreció que presentaban susceptibilidad a parásitos) debido muy probablemente a una deficiente calidad del agua. Esto hace que la densidad de peces en el embalse resulte moderada (3,96 ind/dam³) e inferior a la de 2013.

Sin embargo, la **carpa común** se ha adaptado perfectamente a las condiciones del embalse y ha **incrementado su biomasa notablemente**, lo que implica que la

biomasa de peces en el embalse alcance **valores considerables** (26,34 g/m²) y se haya multiplicado por un factor de 6 en estos 5 años transcurridos desde el censo exhaustivo realizado en el año 2013.

Esto también refuerza la impresión de que en determinados embalses colonizados por especies que siguen una estrategia de crecimiento explosivo (conocida como estrategia “r” en ecología), es necesaria una vigilancia más frecuente de las poblaciones, lo que ahora resulta más ágil y abordable debido a la nueva generación de técnicas hidroacústicas.

6. REFERENCIAS

- Aranguren-Riaño, N. J., Shurin, J. B., Pedroza-Ramos, A., Muñoz-López, C. L., López, R., & Cely, O. (2018). Sources of nutrients behind recent eutrophication of Lago de Tota, a high mountain Andean lake. *Aquatic Sciences*, 80(4), 39.
- Burns, D. A., Boyer, E. W., Elliott, E. M., & Kendall, C. (2009). Sources and Transformations of Nitrate from Streams Draining Varying Land Uses: Evidence from Dual Isotope Analysis. *Journal of Environmental Quality*, 38(3), 1149-1159.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2014). Estudio de la población piscícola en embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Tomo 2. El Val, 52 pp.
- CEN EN 15910: 2014 Water quality - *Guidance on the estimation of fish abundance with mobile hydroacoustic methods*.
- Goody, D. C., Lapworth, D. J., Bennett, S. A., Heaton, T. H. E., Williams, P. J., & Surridge, B. W. J. (2016). A multi-stable isotope framework to understand eutrophication in aquatic ecosystems. *Water Research*, 88, 623-633.
- Guerrero, R., & Berlanga, M. (2000). *Isótopos estables: Fundamento y aplicaciones*. Actualidad SEM (30), 17-23.
- Kendall, C., E. M. Elliott, and S. D. Wankel. 2008. Tracing anthropogenic inputs of nitrogen to ecosystems, pp. 375 - 450. In R. Michener and K. Lajtha [eds.], *Stable isotopes in ecology and environmental science*. Wiley Blackwell Publishing. 375-450.
- Kubecka, J., Hohausová, E., Matena, J., Peterka, J., Amarasinghe, U. S., Bonar, S. A., . . . Winfield, I. J. (2009). The true picture of a lake or reservoir fish stock: A review of needs and progress. *Fisheries Research*, 96(1), 1-5.
- Love, R. H. 1977. Target strength of an individual fish at any aspect. *The Journal of the Acoustical Society of America* 62, 1397-1403.
- SAIH Ebro. <http://195.55.247.237/saihebro/index.php?url=/historicos/peticion>. Diciembre 2018.
- Simmonds, E. J., & MacLennan, D. N. 2005. *Fisheries acoustics: theory and practice* (2nd ed.). Oxford: Blackwell Science Ltd.



ANEXOS



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO



ANEXO 1. RESULTADOS DE DENSIDAD Y BIOMASA DE PECES POR CELDA DE ANÁLISIS HIDROACÚSTICO



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	1	600.548	4.636.818	0	0
1	2	600.563	4.636.866	0	0
1	3			0	0
1	4	600.576	4.636.874	0	0
1	5	600.555	4.636.832	0	0
1	6	600.579	4.636.866	0	0
1	7	600.604	4.636.827	0,02	0,01
1	8	600.609	4.636.777	0	0
1	9	600.610	4.636.727	0,03	0,02
1	10	600.606	4.636.691	0	0
1	11	600.574	4.636.739	0	0
1	12	600.533	4.636.770	0	0
1	13	600.505	4.636.800	0	0
1	14	600.534	4.636.756	0	0
1	15	600.553	4.636.726	0	0
1	16	600.601	4.636.690	0,13	0,11
1	17	600.614	4.636.645	0,02	0,01
1	18	600.594	4.636.589	0	0
1	19	600.557	4.636.600	0,05	0,04
1	20	600.559	4.636.650	0	0
1	21	600.552	4.636.707	0	0
1	22	600.535	4.636.755	0	0
1	23	600.513	4.636.789	0	0
1	24	600.560	4.636.697	0,01	0,01
1	25	600.561	4.636.747	0	0
1	26	600.554	4.636.797	0	0
1	27	600.547	4.636.845	0	0
1	28	600.498	4.636.851	0	0
1	29	600.484	4.636.819	0	0
1	30	600.483	4.636.770	0	0
1	31	600.482	4.636.719	0	0
1	32	600.482	4.636.669	0	0
1	33	600.480	4.636.620	0	0
1	34	600.472	4.636.573	0	0
1	35	600.430	4.636.573	0	0
1	36	600.433	4.636.623	0	0
1	37	600.433	4.636.672	0	0
1	38	600.417	4.636.718	0	0
1	39	600.433	4.636.737	0,01	0,01
1	40	600.415	4.636.805	0	0
1	41	600.404	4.636.828	0	0
1	42	600.366	4.636.874	0	0
1	43	600.384	4.636.835	0	0
1	44	600.415	4.636.794	0	0
1	45	600.430	4.636.805	0	0
1	46	600.395	4.636.827	0	0
1	47	600.355	4.636.816	0	0
1	48	600.355	4.636.766	0	0
1	49	600.360	4.636.716	0	0



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	50	600.361	4.636.666	0,06	0,05
1	51	600.359	4.636.616	0,03	0,02
1	52	600.307	4.636.590	0,01	0,01
1	53	600.305	4.636.639	0,06	0,05
1	54	600.309	4.636.689	0,12	0,1
1	55	600.313	4.636.738	0,06	0,04
1	56	600.309	4.636.788	0,01	0,01
1	57	600.296	4.636.831	0,01	0,01
1	58	600.246	4.636.832	0,01	0,01
1	59	600.237	4.636.790	0	0
1	60	600.234	4.636.741	0	0
1	61	600.233	4.636.692	0	0
1	62	600.233	4.636.643	0	0
1	63	600.188	4.636.637	0	0
1	64	600.179	4.636.678	0,24	0,19
1	65	600.180	4.636.727	0,01	0,01
1	66	600.183	4.636.777	0,05	0,04
1	67	600.188	4.636.827	0	0
1	68	600.186	4.636.876	0	0
1	69	600.157	4.636.905	0	0
1	70	600.107	4.636.901	0	0
1	71	600.103	4.636.852	0,22	0,18
1	72	600.108	4.636.802	0,02	0,02
1	73	600.106	4.636.752	0,21	0,17
1	74	600.109	4.636.703	0,05	0,04
1	75	600.105	4.636.654	0,54	0,44
1	76	600.066	4.636.669	0	0
1	77	600.072	4.636.715	0	0
1	78	600.063	4.636.761	0	0
1	79	600.063	4.636.811	0,22	0,18
1	80	600.059	4.636.861	3,73	3
1	81	600.058	4.636.910	0	0
1	82	600.053	4.636.960	0	0
1	83	600.009	4.636.969	0	0
1	84	599.979	4.636.947	0,03	0,02
1	85	599.980	4.636.897	0,11	0,09
1	86	599.978	4.636.848	0,11	0,09
1	87	599.982	4.636.798	0,67	0,54
1	88	599.979	4.636.748	0,24	0,19
1	89	599.943	4.636.751	0,01	0,01
1	90	599.936	4.636.799	0,08	0,06
1	91	599.938	4.636.849	0,92	0,74
1	92	599.934	4.636.898	0,16	0,13
1	93	599.937	4.636.948	0	0
1	94	599.919	4.636.993	0,38	0,31
1	95	599.872	4.636.994	0,02	0,01
1	96	599.862	4.636.953	0,13	0,1
1	97	599.857	4.636.904	0,04	0,03
1	98	599.857	4.636.854	0,24	0,19



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	99	599.850	4.636.806	0	0
1	100	599.798	4.636.801	0,04	0,03
1	101	599.806	4.636.850	0,36	0,29
1	102	599.806	4.636.900	0,02	0,01
1	103	599.811	4.636.934	0,01	0,01
1	104	599.836	4.636.891	0	0
1	105	599.826	4.636.923	0,01	0,01
1	106	599.806	4.636.969	0,03	0,03
1	107	599.803	4.637.019	0	0
1	108	599.759	4.637.028	0	0
1	109	599.724	4.636.992	0	0
1	110	599.720	4.637.000	0	0
1	111	599.742	4.637.010	0,1	0,08
1	112	599.743	4.636.960	0	0
1	113	599.742	4.636.910	0,01	0,01
1	114	599.743	4.636.861	0,08	0,07
1	115	599.748	4.636.811	0	0
1	116	599.717	4.636.798	0	0
1	117	599.678	4.636.826	0,1	0,08
1	118	599.678	4.636.875	0,03	0,03
1	119	599.679	4.636.925	0,15	0,12
1	120	599.680	4.636.975	0,06	0,05
1	121	599.682	4.637.025	0,02	0,01
1	122	599.657	4.637.057	0,09	0,07
1	123	599.612	4.637.051	3,18	2,56
1	124	599.614	4.637.001	15,19	12,21
1	125	599.615	4.636.952	0,01	0,01
1	126	599.612	4.636.902	0,01	0,01
1	127	599.596	4.636.860	0	0
1	128	599.557	4.636.893	0,04	0,03
1	129	599.559	4.636.943	0,06	0,04
1	130	599.560	4.636.993	1,63	1,31
1	131	599.555	4.637.043	0,1	0,08
1	132	599.554	4.637.092	0,02	0,01
1	133	599.518	4.637.103	0,07	0,06
1	134	599.480	4.637.100	1,26	1,02
1	135	599.423	4.637.090	0	0
1	136	599.416	4.637.078	0,1	0,08
1	137	599.404	4.637.050	0	0
1	138	599.403	4.637.011	0,19	0,15
1	139	599.433	4.636.957	0,87	0,7
1	140	599.466	4.636.928	0,52	0,41
1	141	599.470	4.636.978	0,28	0,23
1	142	599.470	4.636.982	1,24	1
1	143	599.480	4.636.934	0,05	0,04
1	144	599.442	4.636.927	1,18	0,95
1	145	599.431	4.636.972	0,12	0,1
1	146	599.427	4.637.022	0	0
1	147	599.431	4.637.071	0,01	0,01



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	148	599.429	4.637.121	0,21	0,17
1	149	599.421	4.637.157	0,03	0,02
1	150	599.372	4.637.153	0	0
1	151	599.369	4.637.107	0,02	0,02
1	152	599.361	4.637.058	2,29	1,84
1	153	599.367	4.637.009	3,71	2,99
1	154	599.365	4.636.959	0,07	0,06
1	155	599.350	4.636.914	0,13	0,1
1	156	599.324	4.636.953	0,32	0,25
1	157	599.315	4.637.002	25,87	20,8
1	158	599.315	4.637.052	0,06	0,05
1	159	599.313	4.637.102	1,42	1,14
1	160	599.315	4.637.151	0,36	0,29
1	161	599.281	4.637.167	0,32	0,26
1	162	599.242	4.637.151	0,07	0,06
1	163	599.244	4.637.102	0,09	0,07
1	164	599.243	4.637.052	0,07	0,05
1	165	599.243	4.637.003	1,18	0,95
1	166	599.213	4.636.979	12,79	10,29
1	167	599.203	4.637.016	0,15	0,12
1	168	599.208	4.637.063	4,51	3,63
1	169	599.207	4.637.113	0,39	0,32
1	170	599.203	4.637.162	0,38	0,3
1	171	599.223	4.637.155	0,63	0,51
1	172	599.249	4.637.119	1,39	1,11
1	173	599.284	4.637.095	0	0
1	174	599.274	4.637.120	0	0
1	175	599.232	4.637.162	0,03	0,02
1	176	599.205	4.637.199	0,06	0,05
1	177	599.246	4.637.205	0,17	0,14
1	178	599.262	4.637.163	5,26	4,23
1	179	599.265	4.637.109	4,76	3,83
1	180	599.277	4.637.093	0,27	0,21
1	181	599.262	4.637.087	0,5	0,4
1	182	599.261	4.637.037	0,46	0,37
1	183	599.266	4.636.987	0,03	0,02
1	184	599.309	4.636.966	0,32	0,26
1	185	599.340	4.636.969	0	0
1	186	599.353	4.636.956	0	0
1	187	599.331	4.636.999	0,02	0,02
1	188	599.337	4.637.048	0,11	0,09
1	189	599.335	4.637.097	0,18	0,15
1	190	599.335	4.637.147	0,33	0,27
1	191	599.354	4.637.181	0,09	0,07
1	192	599.393	4.637.170	0,25	0,2
1	193	599.391	4.637.121	0,05	0,04
1	194	599.387	4.637.086	0,01	0,01
1	195	599.386	4.637.037	0,16	0,13
1	196	599.387	4.636.988	0,12	0,09



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	197	599.402	4.636.943	0,34	0,27
1	198	599.452	4.636.940	0,11	0,09
1	199	599.460	4.636.979	0,01	0,01
1	200	599.460	4.637.029	4,59	3,69
1	201	599.456	4.637.079	0,43	0,35
1	202	599.451	4.637.118	0,18	0,14
1	203	599.472	4.637.151	0,14	0,12
1	204	599.510	4.637.133	0,33	0,27
1	205	599.523	4.637.081	0,1	0,08
1	206	599.538	4.637.040	9,03	7,26
1	207	599.511	4.637.074	0,15	0,12
1	208	599.498	4.637.043	0,45	0,36
1	209	599.513	4.637.011	0,12	0,09
1	210	599.499	4.636.965	0,11	0,09
1	211	599.512	4.636.919	0,46	0,37
1	212	599.536	4.636.883	0,25	0,2
1	213	599.582	4.636.877	0,06	0,04
1	214	599.601	4.636.867	0,13	0,1
1	215	599.602	4.636.885	0,59	0,47
1	216	599.587	4.636.931	1,33	1,07
1	217	599.579	4.636.980	0,19	0,15
1	218	599.581	4.637.029	0,32	0,26
1	219	599.583	4.637.079	0,14	0,11
1	220	599.634	4.637.076	0,16	0,13
1	221	599.638	4.637.027	0,48	0,39
1	222	599.642	4.636.979	0,34	0,28
1	223	599.645	4.636.930	0,33	0,27
1	224	599.639	4.636.882	3,83	3,08
1	225	599.648	4.636.833	0,5	0,4
1	226	599.694	4.636.819	0,29	0,23
1	227	599.712	4.636.848	0,1	0,08
1	228	599.711	4.636.898	0,22	0,17
1	229	599.708	4.636.948	0,53	0,43
1	230	599.702	4.636.997	1,38	1,11
1	231	599.705	4.637.036	0,1	0,08
1	232	599.705	4.637.053	1,2	0,96
1	233	599.708	4.637.076	0,04	0,03
1	234	599.708	4.637.075	0	0
1	235	599.705	4.637.060	0,36	0,29
1	236	599.724	4.637.082	0,48	0,39
1	237	599.764	4.637.058	0,75	0,6
1	238	599.767	4.637.009	0,37	0,3
1	239	599.767	4.636.960	8,74	7,03
1	240	599.765	4.636.910	22,24	17,89
1	241	599.754	4.636.894	0,06	0,05
1	242	599.717	4.636.928	0,05	0,04
1	243	599.692	4.636.945	7,73	6,21
1	244	599.694	4.636.903	0,32	0,25
1	245	599.720	4.636.886	1,28	1,03



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	246	599.756	4.636.902	0	0
1	247	599.758	4.636.941	0,06	0,05
1	248	599.761	4.636.958	0	0
1	249	599.792	4.636.928	0	0
1	250	599.842	4.636.904	0	0
1	251	599.826	4.636.945	0	0
1	252	599.797	4.636.982	0,17	0,14
1	253	599.795	4.637.009	0,32	0,26
1	254	599.809	4.637.007	0,26	0,21
1	255	599.846	4.636.974	0,19	0,15
1	256	599.863	4.636.941	41,26	33,18
1	257	599.878	4.636.986	0,62	0,5
1	258	599.893	4.636.997	0,09	0,07
1	259	599.885	4.636.896	0,03	0,03
1	260	599.882	4.636.846	0,09	0,07
1	261	599.889	4.636.797	0,08	0,06
1	262	599.925	4.636.769	0	0
1	263	599.962	4.636.783	0,07	0,05
1	264	599.955	4.636.831	4,97	4
1	265	599.959	4.636.880	0,1	0,08
1	266	599.961	4.636.930	0	0
1	267	599.956	4.636.979	0,08	0,06
1	268	599.982	4.637.015	0,05	0,04
1	269	600.021	4.636.989	1,72	1,38
1	270	600.013	4.636.942	0,09	0,08
1	271	600.010	4.636.892	0,25	0,2
1	272	600.016	4.636.843	0,78	0,63
1	273	600.019	4.636.794	0,52	0,42
1	274	600.018	4.636.744	0,44	0,36
1	275	600.040	4.636.701	0,43	0,34
1	276	600.082	4.636.676	0	0
1	277	600.084	4.636.724	47,71	38,37
1	278	600.088	4.636.774	1,98	1,6
1	279	600.080	4.636.823	1,06	0,86
1	280	600.076	4.636.873	0,33	0,27
1	281	600.081	4.636.921	0,18	0,15
1	282	600.123	4.636.929	0,3	0,24
1	283	600.136	4.636.888	0,36	0,29
1	284	600.140	4.636.839	0,2	0,16
1	285	600.144	4.636.789	0,32	0,26
1	286	600.143	4.636.740	0,17	0,14
1	287	600.142	4.636.691	1,72	1,38
1	288	600.162	4.636.652	0,83	0,66
1	289	600.211	4.636.645	0,05	0,04
1	290	600.200	4.636.687	0,08	0,07
1	291	600.201	4.636.737	0,77	0,62
1	292	600.207	4.636.786	0,23	0,18
1	293	600.200	4.636.836	0,51	0,41
1	294	600.236	4.636.857	0,28	0,22



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	295	600.246	4.636.857	0,56	0,45
1	296	600.275	4.636.832	3,61	2,91
1	297	600.271	4.636.782	2,63	2,11
1	298	600.262	4.636.772	0,12	0,09
1	299	600.263	4.636.717	0,48	0,39
1	300	600.252	4.636.680	1,96	1,58
1	301	600.230	4.636.609	0,58	0,47
1	302			0,28	0,22
1	303			0,4	0,32
1	304			0,14	0,11
1	305			0	0
1	306			0	0
1	307	600.173	4.636.645	0	0
1	308	600.179	4.636.707	0	0
1	309	600.180	4.636.751	0,08	0,06
1	310	600.182	4.636.792	1,11	0,89
1	311	600.179	4.636.773	0,22	0,17
1	312	600.177	4.636.723	0,19	0,15
1	313	600.205	4.636.697	0,03	0,02
1	314	600.233	4.636.719	0,26	0,21
1	315	600.226	4.636.766	0,23	0,19
1	316	600.237	4.636.815	0,14	0,11
1	317	600.261	4.636.794	0,01	0,01
1	318	600.303	4.636.760	0,13	0,1
1	319	600.327	4.636.773	0,12	0,09
1	320	600.327	4.636.823	4,36	3,51
1	321	600.355	4.636.852	0,16	0,13
1	322	600.394	4.636.840	0,13	0,1
1	323	600.397	4.636.790	0,05	0,04
1	324	600.394	4.636.741	0,32	0,26
1	325	600.393	4.636.691	2,48	2
1	326	600.392	4.636.617	0,02	0,02
1	327	600.429	4.636.605	0,07	0,06
1	328	600.452	4.636.630	0,04	0,03
1	329	600.451	4.636.679	0,5	0,4
1	330	600.448	4.636.729	0,13	0,1
1	331	600.451	4.636.779	0,02	0,01
1	332	600.455	4.636.828	2,47	1,99
1	333	600.462	4.636.870	0	0
1	334	600.512	4.636.869	7,51	6,04
1	335	600.517	4.636.822	0,26	0,21
1	336	600.519	4.636.772	0,57	0,46
1	337	600.514	4.636.723	0,08	0,06
1	338	600.513	4.636.673	0,19	0,16
1	339	600.516	4.636.624	0	0
1	340	600.547	4.636.599	0,66	0,53
1	341	600.586	4.636.618	0,04	0,03
1	342	600.579	4.636.668	0,08	0,06
1	343	600.573	4.636.717	0,16	0,13



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	344	600.574	4.636.767	0,13	0,1
1	345	600.576	4.636.817	1,52	1,22
1	346	599.195	4.636.991	0	0
1	347	599.238	4.637.009	0	0
1	348	599.197	4.636.994	0	0
1	349	599.183	4.637.036	0,01	0,01
1	350	599.186	4.637.085	0,01	0,01
1	351	599.186	4.637.135	0	0
1	352	599.185	4.637.185	0	0
1	353	599.165	4.637.215	0	0
1	354	599.117	4.637.215	0	0
1	355	599.111	4.637.166	0	0
1	356	599.111	4.637.116	0	0
1	357	599.118	4.637.067	0	0
1	358	599.124	4.637.018	0	0
1	359	599.098	4.636.992	0	0
1	360	599.052	4.637.002	0	0
1	361	599.061	4.637.051	0,01	0,01
1	362	599.058	4.637.101	0,02	0,01
1	363	599.052	4.637.150	0,01	0,01
1	364	599.054	4.637.202	12,04	9,68
1	365	599.036	4.637.235	0,07	0,06
1	366	598.992	4.637.226	0,01	0,01
1	367	598.984	4.637.178	0	0
1	368	598.985	4.637.128	0	0
1	369	598.981	4.637.079	0	0
1	370	598.936	4.637.050	0,02	0,02
1	371	598.934	4.637.099	0	0
1	372	598.932	4.637.149	0	0
1	373	598.930	4.637.199	0	0
1	374	598.926	4.637.248	0,08	0,06
1	375	598.904	4.637.281	0,04	0,03
1	376	598.875	4.637.259	0,11	0,09
1	377	598.869	4.637.210	0	0
1	378	598.865	4.637.160	0	0
1	379	598.869	4.637.111	0	0
1	380	598.867	4.637.062	0	0
1	381	598.825	4.637.061	0	0
1	382	598.806	4.637.090	0,01	0,01
1	383	598.809	4.637.140	0,03	0,02
1	384	598.809	4.637.189	0,01	0,01
1	385	598.804	4.637.239	0	0
1	386	598.807	4.637.289	0	0
1	387	598.785	4.637.320	0,01	0,01
1	388	598.740	4.637.310	0,07	0,06
1	389	598.741	4.637.260	0,07	0,06
1	390	598.740	4.637.211	0	0
1	391	598.739	4.637.161	0,02	0,01
1	392	598.728	4.637.117	0,01	0,01



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	393	598.681	4.637.183	0,05	0,04
1	394	598.683	4.637.233	0	0
1	395	598.626	4.637.294	0	0
1	396	598.655	4.637.285	0,01	0,01
1	397	598.594	4.637.194	0,01	0,01
1	398	598.600	4.637.154	0	0
1	399	598.559	4.637.165	0,02	0,02
1	400	598.580	4.637.305	0	0
1	401	598.548	4.637.334	0	0
1	402	598.499	4.637.329	0	0
1	403	598.499	4.637.281	0,1	0,08
1	404	598.496	4.637.232	0	0
1	405	598.491	4.637.182	0,02	0,01
1	406	598.476	4.637.138	0,03	0,02
1	407	598.433	4.637.122	0,02	0,01
1	408	598.431	4.637.171	0,01	0
1	409	598.431	4.637.221	0,01	0,01
1	410	598.430	4.637.271	0	0
1	411	598.421	4.637.315	0,01	0,01
1	412	598.373	4.637.305	0	0
1	413	598.379	4.637.257	0,06	0,05
1	414	598.375	4.637.208	0	0
1	415	598.375	4.637.158	0	0
1	416	598.362	4.637.114	0	0
1	417	598.320	4.637.116	0,02	0,02
1	418	598.315	4.637.165	0,06	0,05
1	419	598.310	4.637.214	0,03	0,03
1	420	598.299	4.637.261	0	0
1	421	598.249	4.637.252	0,02	0,02
1	422	598.245	4.637.203	0,07	0,05
1	423	598.245	4.637.154	0,15	0,12
1	424	598.240	4.637.105	0,01	0
1	425	598.200	4.637.082	0,12	0,09
1	426	598.175	4.637.111	0,11	0,09
1	427	598.175	4.637.161	0,09	0,07
1	428	598.173	4.637.210	0,09	0,07
1	429	598.125	4.637.208	0,11	0,09
1	430	598.121	4.637.161	0,14	0,12
1	431	598.121	4.637.112	0	0
1	432	598.123	4.637.062	0	0
1	433	598.060	4.637.058	0,18	0,14
1	434	598.061	4.637.105	0,04	0,03
1	435	598.060	4.637.155	0,95	0,77
1	436	598.045	4.637.188	0,1	0,08
1	437	597.997	4.637.183	0,06	0,05
1	438	597.996	4.637.135	0,25	0,2
1	439	597.998	4.637.085	0,41	0,33
1	440	597.969	4.637.062	0,51	0,41
1	441	597.933	4.637.087	0,31	0,25



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	442	597.933	4.637.136	1,25	1,01
1	443	597.912	4.637.168	1,07	0,86
1	444	597.871	4.637.163	0,03	0,02
1	445	597.868	4.637.113	0,03	0,02
1	446	597.852	4.637.072	0,03	0,02
1	447	597.813	4.637.104	0,36	0,29
1	448	597.810	4.637.154	1,09	0,88
1	449	597.787	4.637.184	0,11	0,09
1	450	597.750	4.637.169	1,07	0,86
1	451	597.732	4.637.134	0,21	0,17
1	452	597.687	4.637.155	1,32	1,06
1	453	597.679	4.637.203	0,22	0,17
1	454	597.650	4.637.218	0,06	0,05
1	455	597.634	4.637.194	0,29	0,24
1	456	597.611	4.637.155	0	0
1	457	597.573	4.637.171	8,49	6,83
1	458	597.585	4.637.219	1,84	1,48
1	459	597.607	4.637.258	2,11	1,7
1	460	597.656	4.637.247	0,28	0,23
1	461	597.657	4.637.198	1,14	0,92
1	462	597.668	4.637.156	6,91	5,55
1	463	597.714	4.637.155	0,61	0,49
1	464	597.709	4.637.204	0,26	0,21
1	465	597.744	4.637.224	2,9	2,33
1	466	597.777	4.637.190	0,24	0,19
1	467	597.772	4.637.140	0,16	0,13
1	468	597.789	4.637.096	0	0
1	469	597.838	4.637.098	0,1	0,08
1	470	597.838	4.637.147	0,22	0,18
1	471	597.848	4.637.191	0,12	0,09
1	472	597.897	4.637.189	0,98	0,79
1	473	597.901	4.637.142	0,37	0,3
1	474	597.898	4.637.092	0,26	0,21
1	475	597.965	4.637.095	0,14	0,11
1	476	597.959	4.637.144	0,66	0,53
1	477	597.968	4.637.191	0	0
1	478	598.014	4.637.205	0,21	0,17
1	479	598.031	4.637.169	0,3	0,24
1	480	598.020	4.637.122	0,08	0,07
1	481	598.028	4.637.074	0	0
1	482	598.077	4.637.077	0	0
1	483	598.092	4.637.112	0,54	0,43
1	484	598.086	4.637.162	0,53	0,42
1	485	598.091	4.637.210	0	0
1	486	598.132	4.637.234	0,02	0,02
1	487	598.150	4.637.201	0,18	0,15
1	488	598.148	4.637.151	0,06	0,05
1	489	598.150	4.637.103	0,03	0,02
1	490	598.187	4.637.122	0	0



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	491	598.205	4.637.169	0	0
1	492	598.222	4.637.215	0	0
1	493	598.253	4.637.256	0	0
1	494	598.250	4.637.218	0	0
1	495	598.240	4.637.185	0	0
1	496	598.213	4.637.136	0,13	0,1
1	497	598.202	4.637.094	0,06	0,05
1	498	598.207	4.637.064	0,03	0,02
1	499	598.243	4.637.075	0,22	0,18
1	500	598.248	4.637.108	0,13	0,11
1	501	598.235	4.637.123	0,05	0,04
1	502	598.211	4.637.093	0,35	0,28
1	503	598.205	4.637.123	0,03	0,02
1	504	598.211	4.637.126	0,13	0,11
1	505	598.208	4.637.159	0,19	0,15
1	506	598.202	4.637.211	0,03	0,03
1	507	598.202	4.637.227	0	0
1	508	598.214	4.637.239	0	0
1	509	598.233	4.637.244	0	0
1	510	598.246	4.637.239	0	0
1	511	598.216	4.637.200	0	0
1	512	598.242	4.637.190	0	0
1	513	598.277	4.637.219	0	0
1	514	598.278	4.637.266	0	0
1	515	598.281	4.637.291	0	0
1	516	598.280	4.637.241	0,09	0,07
1	517	598.273	4.637.193	0,17	0,14
1	518	598.268	4.637.143	0,02	0,02
1	519	598.306	4.637.130	0,12	0,1
1	520	598.333	4.637.154	0,06	0,05
1	521	598.333	4.637.204	0,09	0,07
1	522	598.330	4.637.254	0	0
1	523	598.328	4.637.303	0	0
1	524	598.366	4.637.331	0	0
1	525	598.398	4.637.309	0,01	0,01
1	526	598.396	4.637.259	0,09	0,07
1	527	598.395	4.637.209	0	0
1	528	598.394	4.637.159	0	0
1	529	598.441	4.637.150	0,06	0,05
1	530	598.465	4.637.181	0,02	0,01
1	531	598.458	4.637.248	0	0
1	532	598.455	4.637.298	0	0
1	533	598.468	4.637.345	0,05	0,04
1	534	598.513	4.637.352	0,02	0,02
1	535	598.518	4.637.303	0,01	0,01
1	536	598.520	4.637.253	0,1	0,08
1	537	598.519	4.637.203	0,04	0,04
1	538	598.551	4.637.168	0,01	0,01
1	539	598.589	4.637.178	0,02	0,02



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	540	598.585	4.637.227	0,07	0,05
1	541	598.581	4.637.277	0	0
1	542	598.578	4.637.326	0	0
1	543	598.603	4.637.360	0	0
1	544	598.649	4.637.359	0,22	0,18
1	545	598.646	4.637.310	0,04	0,03
1	546	598.643	4.637.260	0,07	0,06
1	547	598.637	4.637.213	0	0
1	548	598.641	4.637.164	0	0
1	549	598.683	4.637.143	0	0
1	550	598.710	4.637.161	0	0
1	551	598.704	4.637.211	0,11	0,09
1	552	598.699	4.637.260	0,01	0,01
1	553	598.702	4.637.310	1,74	1,4
1	554	598.719	4.637.348	0	0
1	555	598.768	4.637.350	0	0
1	556	598.763	4.637.301	0	0
1	557	598.761	4.637.251	0,04	0,03
1	558	598.764	4.637.201	0,05	0,04
1	559	598.762	4.637.152	0	0
1	560	598.769	4.637.103	0	0
1	561	598.800	4.637.068	0	0
1	562	598.826	4.637.098	0	0
1	563	598.828	4.637.148	0,01	0
1	564	598.830	4.637.198	0	0
1	565	598.833	4.637.248	0,09	0,07
1	566	598.830	4.637.298	24,7	19,86
1	567	598.834	4.637.347	0	0
1	568	598.856	4.637.375	0,03	0,03
1	569	598.886	4.637.282	0,01	0,01
1	570	598.885	4.637.232	0,2	0,16
1	571	598.888	4.637.184	0	0
1	572	598.890	4.637.134	0	0
1	573	598.890	4.637.085	0	0
1	574	598.922	4.637.049	0	0
1	575	598.957	4.637.071	0,3	0,24
1	576	598.952	4.637.121	0	0
1	577	598.957	4.637.170	0,02	0,01
1	578	598.958	4.637.220	3,29	2,65
1	579	598.963	4.637.265	0	0
1	580	599.010	4.637.260	0,04	0,04
1	581	599.015	4.637.212	0,09	0,07
1	582	599.017	4.637.163	0,07	0,06
1	583	599.009	4.637.114	0	0
1	584	599.013	4.637.064	0	0
1	585	599.028	4.637.018	0	0
1	586	599.075	4.637.008	0,03	0,03
1	587	599.085	4.637.055	0	0
1	588	599.083	4.637.105	0,14	0,11



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	589	599.076	4.637.154	0,08	0,06
1	590	599.078	4.637.204	0	0
1	591	599.091	4.637.250	0,22	0,18
1	592	599.140	4.637.258	0,1	0,08
1	593	599.140	4.637.214	0,81	0,65
1	594	599.138	4.637.165	0,01	0,01
1	595	599.138	4.637.115	5,18	4,17
1	596	599.137	4.637.065	0	0
1	597	599.142	4.637.016	0,09	0,07
1	598	599.182	4.636.994	0	0
2	1	600.548	4.636.818	0	0
2	2	600.565	4.636.871	0	0
2	3			0	0
2	4	600.574	4.636.869	0	0
2	5	600.555	4.636.832	0	0
2	6	600.580	4.636.866	0	0
2	7	600.604	4.636.827	0,58	0,48
2	8	600.609	4.636.777	0	0
2	18	600.594	4.636.589	1,51	26,79
2	19	600.557	4.636.600	0	0
2	20	600.559	4.636.650	0	0
2	21	600.555	4.636.699	0	0
2	22	600.538	4.636.746	0	0
2	23	600.511	4.636.792	0	0
2	25	600.561	4.636.747	0	0
2	26	600.554	4.636.797	0	0
2	27	600.547	4.636.845	0	0
2	28	600.498	4.636.851	0,6	4,42
2	29	600.485	4.636.819	0,59	0,09
2	30	600.483	4.636.769	0	0
2	31	600.482	4.636.719	1,17	2,24
2	32	600.482	4.636.669	4,1	2,52
2	33	600.480	4.636.619	0,61	1,33
2	34	600.472	4.636.572	0	0
2	35	600.430	4.636.573	0,6	0,29
2	36	600.433	4.636.623	1,18	0,53
2	37	600.433	4.636.673	0	0
2	38	600.417	4.636.718	0,59	0,64
2	39	600.433	4.636.737	0	0
2	40	600.421	4.636.792	0	0
2	41	600.400	4.636.838	0	0
2	42	600.368	4.636.868	0	0
2	43	600.387	4.636.829	0	0
2	44	600.415	4.636.793	0	0
2	45	600.430	4.636.806	0,59	3,7
2	46	600.395	4.636.827	0,59	25,38
2	47	600.355	4.636.815	1,17	23,6
2	48	600.355	4.636.765	0,59	0,09
2	49	600.360	4.636.716	1,75	2,84



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	50	600.361	4.636.666	0,59	0,33
2	51	600.359	4.636.616	0	0
2	52	600.307	4.636.590	0,76	0,12
2	53	600.305	4.636.639	1,17	0,54
2	54	600.309	4.636.689	2,35	5,56
2	55	600.313	4.636.739	1,76	0,48
2	56	600.309	4.636.788	0,59	0,28
2	57	600.296	4.636.831	0,59	0,08
2	58	600.246	4.636.832	0	0
2	59	600.237	4.636.790	4,09	15,66
2	60	600.234	4.636.741	2,94	2,29
2	61	600.233	4.636.692	1,76	10,95
2	62	600.233	4.636.642	2,82	0,94
2	63	600.188	4.636.637	2,77	2,38
2	64	600.179	4.636.678	4,66	34,68
2	65	600.180	4.636.728	2,95	24,71
2	66	600.183	4.636.777	1,17	0,74
2	67	600.188	4.636.827	1,18	26,92
2	68	600.186	4.636.876	6,14	34,52
2	69	600.157	4.636.905	3,76	8,21
2	70	600.107	4.636.901	4,1	47,76
2	71	600.103	4.636.852	0,58	2,55
2	72	600.108	4.636.802	2,94	25,36
2	73	600.106	4.636.752	0,59	0,42
2	74	600.109	4.636.702	2,46	1,39
2	75	600.105	4.636.654	3,47	3,05
2	76	600.066	4.636.669	2,57	37,36
2	77	600.071	4.636.715	4,1	23,77
2	78	600.063	4.636.761	2,35	9,28
2	79	600.063	4.636.811	1,76	2,07
2	80	600.059	4.636.861	3,52	36,26
2	81	600.058	4.636.911	0,58	2,41
2	82	600.053	4.636.960	1,76	0,48
2	83	600.009	4.636.969	1,76	21,77
2	84	599.979	4.636.947	5,87	37,79
2	85	599.980	4.636.897	4,69	35,28
2	86	599.978	4.636.847	6,45	6,13
2	87	599.982	4.636.798	5,25	40,99
2	88	599.979	4.636.748	5,14	18,91
2	89	599.942	4.636.751	7,13	18,57
2	90	599.936	4.636.799	5,29	9,98
2	91	599.938	4.636.848	5,24	12,55
2	92	599.934	4.636.899	4,12	11,65
2	93	599.937	4.636.948	2,93	39,79
2	94	599.918	4.636.993	6,47	20,79
2	95	599.871	4.636.994	6,43	46,7
2	96	599.862	4.636.953	5,27	32,11
2	97	599.857	4.636.904	3,51	42,84
2	98	599.857	4.636.854	8,82	32,05



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	99	599.850	4.636.805	1,82	0,41
2	100	599.798	4.636.801	8,76	55,01
2	101	599.806	4.636.851	1,17	5,14
2	102	599.806	4.636.901	3,66	32,14
2	103	599.813	4.636.931	0	0
2	104	599.836	4.636.892	1,09	1,93
2	105	599.819	4.636.927	1,93	1,78
2	106	599.806	4.636.970	8,77	89,45
2	107	599.803	4.637.019	9,12	28,55
2	108	599.758	4.637.028	1,13	0,69
2	109	599.723	4.636.991	1,77	0,28
2	110	599.718	4.636.997	4,22	15,68
2	111	599.742	4.637.010	8,79	16,9
2	112	599.743	4.636.960	9,36	84,17
2	113	599.742	4.636.910	4,69	34,5
2	114	599.743	4.636.860	8,23	37,49
2	115	599.748	4.636.811	10,93	51,57
2	116	599.717	4.636.798	15,12	36,84
2	117	599.678	4.636.826	7,07	65,74
2	118	599.678	4.636.876	7,6	44,58
2	119	599.679	4.636.926	5,85	69,55
2	120	599.680	4.636.976	0	33,15
2	121	599.682	4.637.025	12,88	31,44
2	122	599.657	4.637.057	14,65	59,67
2	123	599.612	4.637.051	7,04	16,41
2	124	599.614	4.637.001	7,07	26
2	125	599.615	4.636.952	4,68	52,02
2	126	599.612	4.636.902	8,58	23,11
2	127	599.596	4.636.860	10,83	5,17
2	128	599.557	4.636.893	6,52	54,8
2	129	599.559	4.636.943	5,88	9,31
2	130	599.560	4.636.993	8,18	46,64
2	131	599.555	4.637.043	14,03	53,71
2	132	599.554	4.637.093	9,37	32,47
2	133	599.518	4.637.103	3,27	13,96
2	134	599.477	4.637.099	0,63	0,87
2	135	599.421	4.637.090	4,36	5,55
2	136	599.415	4.637.077	2,46	2,25
2	137	599.404	4.637.050	7,1	15,14
2	138	599.403	4.637.011	0,5	0,02
2	139	599.429	4.636.964	0	0
2	140	599.466	4.636.932	0	0
2	141	599.469	4.636.974	1,78	37,2
2	142	599.470	4.636.982	7,06	37,73
2	143	599.480	4.636.934	12,77	27,91
2	144	599.442	4.636.927	13,43	66,03
2	145	599.431	4.636.972	7,02	57,54
2	146	599.427	4.637.022	4,71	6,59
2	147	599.431	4.637.071	5,24	3,11



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	148	599.429	4.637.121	14,71	62,84
2	149	599.421	4.637.157	5,84	26,91
2	150	599.372	4.637.153	5,87	16,65
2	151	599.368	4.637.107	4,1	4,65
2	152	599.361	4.637.058	3,53	40,74
2	153	599.367	4.637.009	7,57	18,91
2	154	599.365	4.636.959	9,28	35,51
2	155	599.350	4.636.914	16,91	4,8
2	156	599.323	4.636.954	10,08	65,17
2	157	599.315	4.637.002	7,02	28,64
2	158	599.315	4.637.052	5,4	11,45
2	159	599.313	4.637.102	7,56	16,96
2	160	599.315	4.637.152	5,24	13,14
2	161	599.281	4.637.167	6,45	36,23
2	162	599.242	4.637.150	4,12	7,22
2	163	599.244	4.637.102	4,08	15,28
2	164	599.243	4.637.052	9,24	30,02
2	165	599.243	4.637.003	8,26	19,63
2	166	599.213	4.636.979	14,98	56,84
2	167	599.203	4.637.016	8,75	65,34
2	168	599.208	4.637.063	2,35	2,18
2	169	599.207	4.637.113	7,65	15,59
2	170	599.203	4.637.162	1,52	5,96
2	171	599.219	4.637.161	0	0
2	172	599.245	4.637.125	1,3	13,53
2	173	599.286	4.637.093	0	0
2	174	599.270	4.637.127	0	0
2	175	599.234	4.637.160	1,84	2,49
2	176	599.206	4.637.198	11,92	33,4
2	177	599.246	4.637.204	9,26	29,15
2	178	599.262	4.637.163	4,55	42,95
2	179	599.263	4.637.112	0	0
2	180	599.278	4.637.091	1,81	2,55
2	181	599.262	4.637.086	10,54	70,71
2	182	599.261	4.637.036	8,54	35,87
2	183	599.266	4.636.987	15,99	24,88
2	184	599.309	4.636.966	14,67	31,9
2	185	599.342	4.636.966	1,99	19,39
2	186	599.354	4.636.954	4,7	15,02
2	187	599.331	4.636.999	4,11	11,25
2	188	599.337	4.637.048	7,04	4,22
2	189	599.335	4.637.098	8,19	12,16
2	190	599.335	4.637.147	9,05	48,2
2	191	599.354	4.637.181	15,38	15,35
2	192	599.393	4.637.170	8,78	12,5
2	193	599.391	4.637.121	4,67	37,29
2	194	599.387	4.637.085	6,45	7,21
2	195	599.386	4.637.037	8,22	40,99
2	196	599.387	4.636.988	10,29	19,38



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	197	599.402	4.636.943	24,41	67,26
2	198	599.452	4.636.940	12,2	38,95
2	199	599.460	4.636.979	7,03	73,8
2	200	599.460	4.637.029	1,17	7,36
2	201	599.456	4.637.079	3,53	5,05
2	202	599.451	4.637.118	10,54	26,24
2	203	599.472	4.637.151	10,55	34,14
2	204	599.510	4.637.132	2,77	8,13
2	205	599.521	4.637.084	2,48	3,93
2	206	599.538	4.637.040	0	0
2	207	599.513	4.637.074	6,53	62,21
2	208	599.498	4.637.043	5,13	8,47
2	209	599.513	4.637.011	5,41	43,95
2	210	599.499	4.636.965	8,24	38,45
2	211	599.512	4.636.919	8,95	8,15
2	212	599.536	4.636.882	11,34	47,86
2	213	599.582	4.636.877	2,24	1,18
2	214	599.607	4.636.864	0	0
2	215	599.597	4.636.888	1,29	1,91
2	216	599.587	4.636.931	4,1	11,07
2	217	599.579	4.636.980	6,45	43,74
2	218	599.581	4.637.030	7,05	59,08
2	219	599.583	4.637.079	14,03	112,31
2	220	599.634	4.637.076	7,57	47,67
2	221	599.638	4.637.027	3,53	16,39
2	222	599.642	4.636.979	8,18	25,39
2	223	599.645	4.636.930	4,68	12,07
2	224	599.639	4.636.881	7,22	13,86
2	225	599.648	4.636.833	10,3	25,99
2	226	599.695	4.636.819	9,44	115,57
2	227	599.712	4.636.849	4,12	21,81
2	228	599.711	4.636.898	11,72	84,14
2	229	599.708	4.636.948	7,63	54,95
2	230	599.702	4.636.997	8,19	20,39
2	231	599.705	4.637.036	3,55	6,46
2	232	599.705	4.637.060	0	0
2	233	599.708	4.637.073	0	0
2	234	599.707	4.637.080	0,71	0,34
2	235	599.705	4.637.062	19,13	9,52
2	236	599.724	4.637.082	12,36	54,85
2	237	599.764	4.637.058	10,82	13,7
2	238	599.767	4.637.009	8,8	18,69
2	239	599.767	4.636.960	7,02	53,69
2	240	599.764	4.636.910	2,2	5,17
2	241	599.757	4.636.890	0,61	0,57
2	242	599.732	4.636.924	0,6	1,6
2	243	599.692	4.636.945	2,93	6,07
2	244	599.694	4.636.902	7,05	11,94
2	245	599.720	4.636.886	10,54	64,45



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	246	599.756	4.636.901	3,51	9,92
2	247	599.758	4.636.941	3,28	22,64
2	248	599.765	4.636.954	0,75	0,11
2	249	599.789	4.636.931	0	0
2	250	599.841	4.636.905	0,55	4,18
2	251	599.829	4.636.941	0	0
2	252	599.797	4.636.981	3,47	13,17
2	253	599.790	4.637.008	5,51	24,16
2	254	599.806	4.637.011	0	0
2	255	599.845	4.636.977	0	0
2	256	599.863	4.636.942	6,66	3,38
2	257	599.878	4.636.986	6,44	26,53
2	258	599.893	4.636.996	6,42	31,43
2	259	599.885	4.636.896	8,72	26,11
2	260	599.882	4.636.846	4,12	23,86
2	261	599.889	4.636.797	16,03	17
2	262	599.925	4.636.769	5,03	48,32
2	263	599.962	4.636.783	9,38	41,34
2	264	599.955	4.636.831	10,52	20,45
2	265	599.959	4.636.880	1,18	11,24
2	266	599.961	4.636.930	6,44	56,59
2	267	599.956	4.636.979	5,84	67,75
2	268	599.982	4.637.015	6,87	36,75
2	269	600.021	4.636.989	7,77	59,2
2	270	600.013	4.636.942	6,99	57,35
2	271	600.010	4.636.892	16,46	34,33
2	272	600.016	4.636.843	15,83	59,1
2	273	600.019	4.636.793	4,11	46,63
2	274	600.018	4.636.744	12,59	25,59
2	275	600.040	4.636.701	9,09	4,29
2	276	600.083	4.636.676	9,03	74,46
2	277	600.084	4.636.724	11,73	65,43
2	278	600.088	4.636.774	8,18	45,35
2	279	600.080	4.636.823	7,61	27,82
2	280	600.076	4.636.873	9,41	51,21
2	281	600.081	4.636.921	9,35	39,25
2	282	600.123	4.636.929	8,8	28,5
2	283	600.136	4.636.888	5,28	50,86
2	284	600.140	4.636.839	9,95	36,42
2	285	600.144	4.636.789	4,11	1,35
2	286	600.143	4.636.740	4,68	37,5
2	287	600.142	4.636.690	5,78	32,39
2	288	600.162	4.636.652	8,19	46,6
2	289	600.211	4.636.645	9,4	61,86
2	290	600.200	4.636.688	8,19	83,12
2	291	600.201	4.636.737	15,86	27,87
2	292	600.207	4.636.786	7,59	11,88
2	293	600.200	4.636.836	11,74	47,34
2	294	600.236	4.636.857	4,66	13,47



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	295	600.246	4.636.857	5,32	26,1
2	296	600.275	4.636.832	3,5	10,61
2	297	600.271	4.636.782	2,93	5,98
2	298	600.262	4.636.772	6,03	4,39
2	299	600.257	4.636.699	0	0
2	300	600.247	4.636.663	0	0
2	301	600.236	4.636.628	0	0
2	302			0	0
2	303			0,93	0,92
2	304			0	0
2	305			0,39	0,05
2	306	600.173	4.636.626	0	0
2	307	600.174	4.636.663	0	0
2	308	600.179	4.636.700	0,67	1,02
2	309	600.180	4.636.743	0	0
2	310	600.182	4.636.789	2,39	1,77
2	311	600.179	4.636.772	7,02	33,01
2	312	600.177	4.636.723	3,85	57,07
2	313	600.206	4.636.697	4,77	39,6
2	314	600.233	4.636.720	10,04	44,39
2	315	600.226	4.636.767	5,84	39,67
2	316	600.237	4.636.815	1,02	7,22
2	317	600.265	4.636.790	0	0
2	318	600.305	4.636.758	1,29	11,8
2	319	600.327	4.636.773	8,8	67,64
2	320	600.327	4.636.823	7,39	10,95
2	321	600.355	4.636.852	2,14	22,26
2	322	600.394	4.636.839	4,11	3,04
2	323	600.397	4.636.790	0,59	0,23
2	324	600.394	4.636.741	0,59	0,15
2	325	600.393	4.636.691	2,35	26,19
2	326	600.392	4.636.617	1,17	6,51
2	327	600.429	4.636.605	4,68	12,21
2	328	600.452	4.636.630	2,34	16,42
2	329	600.451	4.636.680	1,76	15,89
2	330	600.448	4.636.729	4,68	10,77
2	331	600.451	4.636.779	0	0
2	332	600.455	4.636.828	1,65	0,66
2	333	600.463	4.636.870	2,13	0,52
2	334	600.512	4.636.869	1,24	3,41
2	335	600.517	4.636.822	1,17	0,97
2	336	600.519	4.636.772	2,35	4,71
2	337	600.514	4.636.723	2,94	0,53
2	338	600.513	4.636.673	5,25	7,76
2	339	600.516	4.636.624	0	0
2	340	600.548	4.636.599	0	0
2	341	600.586	4.636.619	0,59	0,02
2	342	600.579	4.636.668	0,59	0,05
2	343	600.573	4.636.718	0,59	0,11



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	344	600.574	4.636.767	0	0
2	345	600.576	4.636.817	1,75	12,68
2	346	599.195	4.636.991	0	0
2	347	599.238	4.637.009	0,63	0,09
2	348	599.197	4.636.994	3,24	32,53
2	349	599.183	4.637.035	0,59	0,89
2	350	599.186	4.637.085	0	0
2	351	599.186	4.637.135	2,34	0,94
2	352	599.185	4.637.185	0	0
2	353	599.165	4.637.215	1,19	29,82
2	354	599.117	4.637.215	135,28	57,85
2	355	599.111	4.637.166	3,53	21,6
2	356	599.111	4.637.116	2,92	2,34
2	357	599.118	4.637.067	1,18	0,27
2	358	599.124	4.637.017	0,11	0,02
2	359	599.097	4.636.992	10,73	35,17
2	360	599.052	4.637.002	0	0
2	361	599.061	4.637.051	6,65	17,17
2	362	599.058	4.637.101	2,35	0,47
2	363	599.052	4.637.150	1,15	0,21
2	364	599.054	4.637.201	2,98	18,14
2	365	599.036	4.637.235	7,73	29,26
2	366	598.992	4.637.226	3,53	0,4
2	367	598.984	4.637.178	10,52	12,78
2	368	598.985	4.637.128	12,46	24,18
2	369	598.981	4.637.079	1,75	11,6
2	370	598.936	4.637.050	3,07	1,24
2	371	598.934	4.637.099	1,78	1,03
2	372	598.932	4.637.149	0	0
2	373	598.930	4.637.199	2,92	10,53
2	374	598.926	4.637.249	4,7	15,9
2	375	598.904	4.637.281	1,76	3,49
2	376	598.875	4.637.259	1,76	1,93
2	377	598.869	4.637.210	3,51	1,43
2	378	598.865	4.637.160	3,8	26,23
2	379	598.869	4.637.111	1,32	0,27
2	380	598.867	4.637.062	0	0
2	381	598.825	4.637.061	0	0
2	382	598.806	4.637.090	1,39	5,99
2	383	598.809	4.637.140	1,36	23,54
2	384	598.809	4.637.190	1,17	1,3
2	385	598.804	4.637.240	0	0
2	386	598.807	4.637.289	0	0
2	387	598.785	4.637.320	0	0
2	388	598.740	4.637.310	0	0
2	389	598.741	4.637.260	1,17	0,12
2	390	598.740	4.637.210	0	0
2	391	598.739	4.637.161	2,65	30,73
2	392	598.728	4.637.117	11,4	3,33



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	393	598.681	4.637.183	3,52	2,47
2	394	598.683	4.637.233	6,45	12,65
2	395	598.626	4.637.294	3,51	4,59
2	396	598.655	4.637.285	2,35	6,29
2	397	598.594	4.637.194	7,48	35,16
2	398	598.600	4.637.154	0	0
2	399	598.559	4.637.165	3,18	5,2
2	400	598.580	4.637.305	1,54	24,57
2	401	598.548	4.637.334	1,07	0,26
2	402	598.499	4.637.329	2,77	3,54
2	403	598.499	4.637.281	10,78	68,85
2	404	598.496	4.637.232	5,88	29,4
2	405	598.491	4.637.182	6,59	48,94
2	406	598.476	4.637.138	0	0
2	407	598.433	4.637.122	0	0
2	408	598.431	4.637.171	6,18	24,85
2	409	598.431	4.637.221	2,27	18,16
2	410	598.430	4.637.271	1,65	1,01
2	411	598.421	4.637.315	1,37	3,3
2	412	598.373	4.637.305	2,45	49,34
2	413	598.379	4.637.257	2,56	3,21
2	414	598.375	4.637.208	2,79	6,7
2	415	598.375	4.637.158	3,32	48,16
2	416	598.361	4.637.114	2,79	35,75
2	417	598.320	4.637.116	1,06	0,2
2	418	598.315	4.637.165	7,33	127,06
2	419	598.310	4.637.215	0	0
2	420	598.299	4.637.261	0	0
2	421	598.249	4.637.252	4,46	101,51
2	422	598.245	4.637.203	2,33	2,92
2	423	598.245	4.637.154	10,82	61,34
2	424	598.240	4.637.105	2,72	18,52
2	425	598.200	4.637.082	4,57	3,91
2	426	598.175	4.637.111	13,81	70,72
2	427	598.175	4.637.161	5,34	1,01
2	428	598.173	4.637.210	0	0
2	429	598.125	4.637.208	0	0
2	430	598.121	4.637.161	11,99	39,16
2	431	598.121	4.637.112	3,43	0,46
2	432	598.123	4.637.062	0	0
2	433	598.060	4.637.058	3,67	0,11
2	434	598.061	4.637.106	8,4	8,15
2	435	598.060	4.637.155	19,76	15,5
2	436	598.045	4.637.188	12,99	16,38
2	437	597.997	4.637.183	13,23	26,68
2	438	597.996	4.637.135	2,75	0,28
2	439	597.998	4.637.085	4,13	8,43
2	440	597.968	4.637.062	12,86	21,75
2	441	597.933	4.637.087	10,45	9,26



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	442	597.933	4.637.137	25,54	12,69
2	443	597.912	4.637.168	20,88	7,22
2	444	597.871	4.637.163	9,81	0,21
2	445	597.867	4.637.113	4,66	1,59
2	446	597.852	4.637.072	0	0
2	447	597.813	4.637.104	11,45	21,24
2	448	597.810	4.637.154	0	0
2	449	597.787	4.637.184	47,12	2,01
2	450	597.750	4.637.169	52,36	1,34
2	451	597.732	4.637.134	0	0
2	452	597.686	4.637.155	0	0
2	463	597.714	4.637.155	0	0
2	466	597.777	4.637.189	86,05	0,05
2	467	597.772	4.637.140	0	0
2	468	597.789	4.637.096	0	0
2	469	597.838	4.637.098	0	0
2	470	597.838	4.637.147	7,52	39,56
2	471	597.848	4.637.191	0	0
2	472	597.897	4.637.189	66,76	27,67
2	473	597.901	4.637.141	4,08	0,28
2	474	597.898	4.637.092	3,58	0,65
2	475	597.965	4.637.095	13,57	2,5
2	476	597.959	4.637.144	12,02	22,1
2	477	597.968	4.637.191	14,4	10,24
2	478	598.014	4.637.205	2,56	0,17
2	479	598.031	4.637.168	5,09	10,96
2	480	598.020	4.637.122	2,64	0,13
2	481	598.028	4.637.074	3,48	18,98
2	482	598.077	4.637.077	3,23	22,78
2	483	598.092	4.637.112	20,85	33,67
2	484	598.086	4.637.162	12,98	1,3
2	485	598.091	4.637.210	2,09	2,32
2	486	598.132	4.637.234	1,55	8,46
2	487	598.150	4.637.201	4,59	0,28
2	488	598.148	4.637.151	13,5	85,99
2	489	598.150	4.637.103	0	0
2	490	598.191	4.637.133	0	0
2	491	598.209	4.637.179	0	0
2	492	598.241	4.637.226	0	0
2	493	598.255	4.637.260	0	0
2	494	598.251	4.637.223	0	0
2	495	598.237	4.637.174	0	0
2	496	598.212	4.637.132	0	0
2	497	598.196	4.637.090	4,34	9,4
2	498	598.208	4.637.064	3,66	39,74
2	499	598.243	4.637.075	3,56	31,55
2	500	598.248	4.637.108	4,77	74,5
2	501	598.236	4.637.123	4,89	5,69
2	502	598.210	4.637.093	3,78	0,31



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	503	598.205	4.637.124	4,95	7,52
2	504	598.211	4.637.126	0	0
2	505	598.208	4.637.159	2,46	27,25
2	506	598.202	4.637.211	0	0
2	507	598.202	4.637.227	0	0
2	508	598.215	4.637.239	7,95	0,58
2	509	598.233	4.637.244	0	0
2	510	598.244	4.637.235	0	0
2	511	598.216	4.637.201	0	0
2	512	598.240	4.637.190	0	0
2	513	598.277	4.637.216	0	0
2	514	598.278	4.637.264	0	0
2	515	598.281	4.637.291	1,62	18,08
2	516	598.280	4.637.241	9,52	97,07
2	517	598.273	4.637.192	7,68	47,83
2	518	598.268	4.637.142	8,08	79,27
2	519	598.306	4.637.130	5,28	42,33
2	520	598.333	4.637.155	3,12	49,37
2	521	598.333	4.637.204	4,8	32,03
2	522	598.330	4.637.254	4,57	40,49
2	523	598.328	4.637.304	3,46	15,79
2	524	598.366	4.637.331	0	0
2	525	598.398	4.637.308	3,79	33,84
2	526	598.396	4.637.259	5,67	41,8
2	527	598.395	4.637.209	5,61	43,96
2	528	598.394	4.637.159	3,72	25,52
2	529	598.441	4.637.150	1,26	0,27
2	530	598.465	4.637.182	3,27	10,36
2	531	598.458	4.637.248	8,67	43,87
2	532	598.455	4.637.298	2,63	11,86
2	533	598.468	4.637.345	1,47	9,08
2	534	598.513	4.637.352	1,02	7,5
2	535	598.518	4.637.303	2,66	9,62
2	536	598.520	4.637.253	6,46	153,47
2	537	598.519	4.637.203	4,57	13,07
2	538	598.551	4.637.168	6,95	105,43
2	539	598.589	4.637.178	6,56	13,02
2	540	598.585	4.637.227	9,05	34,69
2	541	598.581	4.637.277	0	0
2	542	598.578	4.637.327	0,83	21,4
2	543	598.604	4.637.360	1,74	2,1
2	544	598.649	4.637.359	0	0
2	545	598.646	4.637.309	2,92	14,53
2	546	598.643	4.637.260	6,44	36,79
2	547	598.637	4.637.213	5,36	42,43
2	548	598.641	4.637.163	0	0
2	549	598.683	4.637.143	8,29	40,09
2	550	598.710	4.637.161	5,56	6,25
2	551	598.704	4.637.211	7,02	7,93



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	552	598.699	4.637.260	3,53	43,68
2	553	598.702	4.637.310	1,78	9,12
2	554	598.719	4.637.348	8,11	50,58
2	555	598.768	4.637.350	3,66	58,2
2	556	598.763	4.637.301	1,76	4,13
2	557	598.761	4.637.251	5,26	18,36
2	558	598.764	4.637.201	7,11	18,41
2	559	598.762	4.637.151	2,5	36,74
2	560	598.769	4.637.102	4,43	31,82
2	561	598.800	4.637.068	2,48	0,58
2	562	598.826	4.637.098	2,38	11,85
2	563	598.828	4.637.148	6,36	66,72
2	564	598.830	4.637.198	4,1	11,38
2	565	598.833	4.637.248	2,35	17,71
2	566	598.830	4.637.298	0,85	1,4
2	567	598.834	4.637.347	3,03	27,97
2	568	598.856	4.637.375	2,09	1,01
2	569	598.886	4.637.282	6,42	15,67
2	570	598.885	4.637.232	4,11	13,4
2	571	598.888	4.637.184	7,22	28,55
2	572	598.890	4.637.134	4,49	4,35
2	573	598.890	4.637.084	1,57	0,94
2	574	598.922	4.637.049	7,18	12,06
2	575	598.957	4.637.072	8,92	32,12
2	576	598.952	4.637.121	21,69	22,94
2	577	598.957	4.637.171	7,6	22,03
2	578	598.958	4.637.221	7,64	76,23
2	579	598.963	4.637.265	7,7	12,21
2	580	599.010	4.637.260	17,87	22,31
2	581	599.015	4.637.212	9,31	10,44
2	582	599.017	4.637.162	8,21	22,56
2	583	599.009	4.637.114	5,27	20,38
2	584	599.013	4.637.064	3,6	31,88
2	585	599.028	4.637.018	6,58	18,27
2	586	599.075	4.637.008	5,06	9,59
2	587	599.085	4.637.055	37,81	49,18
2	588	599.083	4.637.105	38,73	69,63
2	589	599.076	4.637.154	8,8	15,55
2	590	599.078	4.637.204	8,96	41,14
2	591	599.091	4.637.250	6,66	26,63
2	592	599.140	4.637.258	14,88	69,4
2	593	599.140	4.637.214	14,07	52,71
2	594	599.138	4.637.164	99,3	79,01
2	595	599.138	4.637.115	10,07	33,09
2	596	599.137	4.637.065	7,01	40,33
2	597	599.142	4.637.016	16,8	19,61
2	598	599.183	4.636.994	9,59	47,74
3	1	600.548	4.636.818	0,15	1,25
3	2	600.565	4.636.871	0	0



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
3	3			0	0
3	4	600.574	4.636.869	0	0
3	5	600.555	4.636.832	0,56	0,01
3	6	600.580	4.636.866	1,45	0,21
3	7	600.604	4.636.827	0,48	1,86
3	8	600.609	4.636.777	0	0
3	18	600.594	4.636.589	0	0
3	19	600.557	4.636.600	0,25	1,04
3	20	600.559	4.636.650	0	0,86
3	21	600.555	4.636.699	0	0
3	22	600.538	4.636.746	0	0
3	23	600.511	4.636.792	0	0
3	25	600.561	4.636.747	0	0,88
3	26	600.554	4.636.797	0,58	0,21
3	27	600.547	4.636.845	0,84	0,87
3	28	600.498	4.636.851	0,85	0,13
3	29	600.485	4.636.819	0,22	6,39
3	30	600.483	4.636.769	0	4,56
3	31	600.482	4.636.719	0,31	12,18
3	32	600.482	4.636.669	1,09	12,77
3	33	600.480	4.636.619	1,39	0,16
3	35	600.430	4.636.573	1,17	19,18
3	36	600.433	4.636.623	1,07	11,96
3	37	600.433	4.636.673	0	9,51
3	38	600.417	4.636.718	0,17	0,51
3	39	600.433	4.636.737	0,88	5,66
3	40	600.421	4.636.792	0	0
3	41	600.400	4.636.838	0	0
3	42	600.368	4.636.868	0,17	0,03
3	43	600.387	4.636.829	0,18	0,64
3	44	600.415	4.636.793	0,36	8,13
3	45	600.430	4.636.806	2,67	41,82
3	46	600.395	4.636.827	0,93	1,04
3	47	600.355	4.636.815	1,7	12,02
3	48	600.355	4.636.765	1,24	26,86
3	49	600.360	4.636.716	1,06	5,08
3	50	600.361	4.636.666	1,97	7,37
3	51	600.359	4.636.616	0,98	4,7
3	52	600.307	4.636.590	2,05	11,79
3	53	600.305	4.636.639	0,97	3,36
3	54	600.309	4.636.689	2,86	45,74
3	55	600.313	4.636.739	6,62	55,09
3	56	600.309	4.636.788	3,87	5,79
3	57	600.296	4.636.831	4,16	21,8
3	58	600.246	4.636.832	3,21	20,98
3	59	600.237	4.636.790	4,45	31,05
3	60	600.234	4.636.741	2,36	10,37
3	61	600.233	4.636.692	2,22	9,78
3	63	600.188	4.636.637	0	1,99



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
3	64	600.179	4.636.678	4,05	9,91
3	65	600.180	4.636.728	2,19	3,74
3	66	600.183	4.636.777	2,04	11,7
3	67	600.188	4.636.827	5,02	26,58
3	68	600.186	4.636.876	5,99	0
3	69	600.157	4.636.905	11,66	40,86
3	70	600.107	4.636.901	6,33	55,57
3	71	600.103	4.636.852	4,56	43,68
3	72	600.108	4.636.802	0,99	12,34
3	73	600.106	4.636.752	3,88	7,43
3	74	600.109	4.636.702	2,01	6,06
3	75	600.105	4.636.654	0	0
3	76	600.066	4.636.669	0	0,13
3	77	600.071	4.636.715	8,85	15,98
3	78	600.063	4.636.761	3,65	65,36
3	79	600.063	4.636.811	1,79	2,68
3	80	600.059	4.636.861	1,8	3,5
3	81	600.058	4.636.911	1,49	3,4
3	82	600.053	4.636.960	4,98	12,83
3	83	600.009	4.636.969	6,54	48,91
3	84	599.979	4.636.947	2,08	8,33
3	85	599.980	4.636.897	3,76	16,41
3	86	599.978	4.636.847	5,09	31,3
3	87	599.982	4.636.798	3,46	5,14
3	88	599.979	4.636.748	0	0
3	89	599.942	4.636.751	5,48	10,11
3	90	599.936	4.636.799	1,92	2,98
3	91	599.938	4.636.848	2,39	25,75
3	92	599.934	4.636.899	1,69	8,28
3	93	599.937	4.636.948	2,82	11,65
3	94	599.918	4.636.993	4,72	2,49
3	95	599.871	4.636.994	1,04	4,37
3	96	599.862	4.636.953	2,21	13,52
3	97	599.857	4.636.904	1,62	15,07
3	98	599.857	4.636.854	4,08	5,63
3	100	599.798	4.636.801	6,56	33,08
3	101	599.806	4.636.851	2,22	18,5
3	102	599.806	4.636.901	0,75	14,6
3	103	599.813	4.636.931	0	0
3	104	599.836	4.636.892	0	0
3	105	599.819	4.636.927	0,68	0,38
3	106	599.806	4.636.970	4,6	6,28
3	107	599.803	4.637.019	3,63	0,13
3	108	599.758	4.637.028	1,98	5,54
3	109	599.723	4.636.991	1,99	4,17
3	110	599.718	4.636.997	1,91	4,82
3	111	599.742	4.637.010	2,9	28,1
3	112	599.743	4.636.960	2,62	18,78
3	113	599.742	4.636.910	1	29,79



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
3	114	599.743	4.636.860	4,06	10,22
3	115	599.748	4.636.811	0	0
3	117	599.678	4.636.826	0	1,96
3	118	599.678	4.636.876	2,91	11,98
3	119	599.679	4.636.926	1,34	7,26
3	120	599.680	4.636.976	0	17,06
3	121	599.682	4.637.025	4,96	5,01
3	122	599.657	4.637.057	3,15	37,6
3	123	599.612	4.637.051	2,69	20,66
3	124	599.614	4.637.001	1,49	8,24
3	125	599.615	4.636.952	4,32	24,71
3	126	599.612	4.636.902	5,83	4,74
3	128	599.557	4.636.893	5,18	19,19
3	129	599.559	4.636.943	1,17	12,02
3	130	599.560	4.636.993	2,34	11,47
3	131	599.555	4.637.043	4,66	54,36
3	132	599.554	4.637.093	2,39	11,17
3	133	599.518	4.637.103	0,36	0,19
3	134	599.477	4.637.099	0	0
3	135	599.421	4.637.090	2,59	44,2
3	136	599.415	4.637.077	0,71	6,43
3	137	599.404	4.637.050	2,6	23,55
3	138	599.403	4.637.011	0	0
3	139	599.429	4.636.964	0	0
3	140	599.466	4.636.932	0,34	2,34
3	141	599.469	4.636.974	1,78	10,64
3	142	599.470	4.636.982	0,81	7,97
3	144	599.442	4.636.927	0	0,48
3	145	599.431	4.636.972	1,31	1,02
3	146	599.427	4.637.022	1,65	0,75
3	147	599.431	4.637.071	1,78	6,16
3	148	599.429	4.637.121	5,34	12,41
3	149	599.421	4.637.157	5,52	26,66
3	150	599.372	4.637.153	4,73	53,87
3	151	599.368	4.637.107	1,15	28,37
3	152	599.361	4.637.058	2,8	6,81
3	153	599.367	4.637.009	4,95	9,44
3	154	599.365	4.636.959	0	0
3	156	599.323	4.636.954	3,57	0,11
3	157	599.315	4.637.002	2,07	2,56
3	158	599.315	4.637.052	1,12	1,88
3	159	599.313	4.637.102	0	20,55
3	160	599.315	4.637.152	1,13	11,27
3	161	599.281	4.637.167	3,69	16,51
3	162	599.242	4.637.150	2,68	4,1
3	163	599.244	4.637.102	2,07	11,41
3	164	599.243	4.637.052	0,88	3,43
3	165	599.243	4.637.003	0	0
3	166	599.213	4.636.979	4,42	4,49



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
3	167	599.203	4.637.016	2,6	2,04
3	168	599.208	4.637.063	2,1	8,58
3	169	599.207	4.637.113	3,67	22,14
3	170	599.203	4.637.162	0	0
3	171	599.219	4.637.161	0	0
3	172	599.245	4.637.125	0	0
3	173	599.286	4.637.093	0	0
3	174	599.270	4.637.127	0	0
3	175	599.234	4.637.160	1,34	0,66
3	176	599.206	4.637.198	17,92	0,04
3	177	599.246	4.637.204	5,9	7,96
3	178	599.262	4.637.163	2,49	28,9
3	179	599.263	4.637.112	0	0
3	180	599.278	4.637.091	1,64	4,04
3	181	599.262	4.637.086	2,32	19,76
3	182	599.261	4.637.036	2,49	0,69
3	184	599.309	4.636.966	0	0
3	185	599.342	4.636.966	10,48	0,22
3	186	599.354	4.636.954	1,47	8,17
3	187	599.331	4.636.999	3,35	3,78
3	188	599.337	4.637.048	2,23	17,27
3	189	599.335	4.637.098	1,55	4,67
3	190	599.335	4.637.147	4,4	8,54
3	191	599.354	4.637.181	235,03	4,28
3	192	599.393	4.637.170	4,19	3,48
3	193	599.391	4.637.121	1,78	13,89
3	194	599.387	4.637.085	2,67	2,72
3	195	599.386	4.637.037	1,19	0,89
3	196	599.387	4.636.988	4,81	0,38
3	198	599.452	4.636.940	5,03	9,25
3	199	599.460	4.636.979	1,51	4,13
3	200	599.460	4.637.029	0,94	13,2
3	201	599.456	4.637.079	1,62	15,6
3	202	599.451	4.637.118	6,28	9,92
3	203	599.472	4.637.151	8,81	0,03
3	204	599.510	4.637.132	0,99	3,22
3	205	599.521	4.637.084	2,08	14,36
3	206	599.538	4.637.040	0	0
3	207	599.513	4.637.074	1,39	1,74
3	208	599.498	4.637.043	0,8	13,71
3	209	599.513	4.637.011	3,36	22,21
3	210	599.499	4.636.965	5,21	5,17
3	213	599.582	4.636.877	0	2,71
3	214	599.607	4.636.864	0	0
3	215	599.597	4.636.888	0,83	0,03
3	216	599.587	4.636.931	2,29	25,88
3	217	599.579	4.636.980	1,64	1,31
3	218	599.581	4.637.030	2,75	6,94
3	219	599.583	4.637.079	4,58	0,76



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
3	220	599.634	4.637.076	2,49	19,7
3	221	599.638	4.637.027	2,22	12,45
3	222	599.642	4.636.979	2,51	11,28
3	223	599.645	4.636.930	1,71	16,56
3	224	599.639	4.636.881	2,41	0,01
3	226	599.695	4.636.819	4,41	3,52
3	227	599.712	4.636.849	0,84	11,79
3	228	599.711	4.636.898	5,8	26,39
3	229	599.708	4.636.948	3,22	20,66
3	230	599.702	4.636.997	1,48	5,05
3	231	599.705	4.637.036	0	0
3	232	599.705	4.637.060	0	0
3	233	599.708	4.637.073	0	0
3	236	599.724	4.637.082	0	0
3	237	599.764	4.637.058	4,7	12,14
3	238	599.767	4.637.009	5,17	17,36
3	239	599.767	4.636.960	1,33	34,14
3	240	599.764	4.636.910	0	0
3	241	599.757	4.636.890	0,34	0,27
3	242	599.732	4.636.924	0,35	0,98
3	243	599.692	4.636.945	0,97	6,51
3	244	599.694	4.636.902	2,46	0,72
3	245	599.720	4.636.886	4,43	0,96
3	246	599.756	4.636.901	2,51	17,8
3	247	599.758	4.636.941	1,27	21,79
3	248	599.765	4.636.954	0,25	1,45
3	249	599.789	4.636.931	0	0
3	250	599.841	4.636.905	0	0
3	251	599.829	4.636.941	0	0
3	252	599.797	4.636.981	1,51	39,72
3	253	599.790	4.637.008	6,17	27,63
3	254	599.806	4.637.011	0,45	0,02
3	255	599.845	4.636.977	0,69	3,46
3	256	599.863	4.636.942	5,58	45,45
3	257	599.878	4.636.986	1,66	0,91
3	258	599.893	4.636.996	6,84	12,42
3	259	599.885	4.636.896	3,34	20,26
3	260	599.882	4.636.846	1,29	8,12
3	261	599.889	4.636.797	0	0
3	262	599.925	4.636.769	6,97	16,44
3	263	599.962	4.636.783	4,53	45,93
3	264	599.955	4.636.831	7,5	57,01
3	265	599.959	4.636.880	2,13	20,69
3	266	599.961	4.636.930	2,88	17,25
3	267	599.956	4.636.979	3,37	18,18
3	268	599.982	4.637.015	4,2	0,84
3	269	600.021	4.636.989	2,24	13,47
3	270	600.013	4.636.942	5,14	46,66
3	271	600.010	4.636.892	9,33	81,82



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
3	272	600.016	4.636.843	8,79	84,19
3	273	600.019	4.636.793	2,12	5,89
3	274	600.018	4.636.744	9,91	0,05
3	276	600.083	4.636.676	0	21,03
3	277	600.084	4.636.724	2,92	7,56
3	278	600.088	4.636.774	2,09	21,68
3	279	600.080	4.636.823	3,15	15,11
3	280	600.076	4.636.873	6,41	25,89
3	281	600.081	4.636.921	6,52	10,78
3	282	600.123	4.636.929	1,37	1,31
3	283	600.136	4.636.888	1,8	29,03
3	284	600.140	4.636.839	3,97	34,97
3	285	600.144	4.636.789	1,62	4,08
3	286	600.143	4.636.740	5,84	18,58
3	287	600.142	4.636.690	2,82	1,36
3	289	600.211	4.636.645	6,76	2,33
3	290	600.200	4.636.688	3,93	22,63
3	291	600.201	4.636.737	5,39	68,08
3	292	600.207	4.636.786	2,73	19,62
3	293	600.200	4.636.836	1,84	25,79
3	294	600.236	4.636.857	1,63	8,79
3	295	600.246	4.636.857	4,11	2,4
3	296	600.275	4.636.832	3,92	74,85
3	297	600.271	4.636.782	0,94	15,01
3	298	600.262	4.636.772	4,88	26,81
3	299	600.257	4.636.699	0	0
3	300	600.247	4.636.663	0,29	0,19
3	301	600.236	4.636.628	0	0
3	302			0	0
3	303			0	0
3	304			0,3	21,85
3	305			0	0
3	306	600.173	4.636.626	0	0
3	307	600.174	4.636.663	0,62	4,37
3	308	600.179	4.636.700	0,27	0,14
3	309	600.180	4.636.743	0,5	11,3
3	310	600.182	4.636.789	1,77	16,68
3	311	600.179	4.636.772	5,41	10,31
3	312	600.177	4.636.723	0	0
3	313	600.206	4.636.697	0	11,35
3	314	600.233	4.636.720	3,53	6,2
3	315	600.226	4.636.767	1,37	34,88
3	316	600.237	4.636.815	0,18	0,72
3	317	600.265	4.636.790	0	0
3	318	600.305	4.636.758	1,52	32,01
3	319	600.327	4.636.773	3,01	41,15
3	320	600.327	4.636.823	0	0
3	321	600.355	4.636.852	0	7,58
3	322	600.394	4.636.839	4,05	15,98



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
3	323	600.397	4.636.790	0,93	7,52
3	324	600.394	4.636.741	0,52	2,2
3	325	600.393	4.636.691	1,66	2,7
3	326	600.392	4.636.617	0,85	10,47
3	327	600.429	4.636.605	2,46	8,55
3	328	600.452	4.636.630	1,55	6,99
3	329	600.451	4.636.680	0	0
3	330	600.448	4.636.729	2,66	12,34
3	331	600.451	4.636.779	0,96	3,75
3	332	600.455	4.636.828	3,46	0,43
3	334	600.512	4.636.869	3,97	24,35
3	335	600.517	4.636.822	0,58	14,69
3	336	600.519	4.636.772	4,79	8,98
3	337	600.514	4.636.723	1,44	13,76
3	338	600.513	4.636.673	2,08	17,38
3	339	600.516	4.636.624	0,87	8,83
3	340	600.548	4.636.599	0,74	1,72
3	341	600.586	4.636.619	1,49	9,8
3	342	600.579	4.636.668	0,41	17,23
3	343	600.573	4.636.718	0,2	0,02
3	344	600.574	4.636.767	0	0
3	345	600.576	4.636.817	0,17	0,66
3	346	599.195	4.636.991	10,38	6,41
3	347	599.238	4.637.009	7,66	5,94
3	348	599.197	4.636.994	0,01	30,64
3	349	599.183	4.637.035	7,18	48,08
3	350	599.186	4.637.085	4,45	33,49
3	351	599.186	4.637.135	8,53	58,77
3	352	599.185	4.637.185	4,6	0,32
3	353	599.165	4.637.215	0,62	0,21
3	354	599.117	4.637.215	9,42	38,16
3	355	599.111	4.637.166	6,08	33,34
3	356	599.111	4.637.116	8,43	33,95
3	357	599.118	4.637.067	4,37	15,41
3	360	599.052	4.637.002	0	0
3	361	599.061	4.637.051	8,84	24,97
3	362	599.058	4.637.101	7,92	42,71
3	363	599.052	4.637.150	4,52	14,23
3	364	599.054	4.637.201	10,77	43,35
3	365	599.036	4.637.235	4,12	39,27
3	366	598.992	4.637.226	6,1	12,13
3	367	598.984	4.637.178	5,29	3,1
3	368	598.985	4.637.128	3,67	12,78
3	369	598.981	4.637.079	0	0
3	371	598.934	4.637.099	4,34	0,2
3	372	598.932	4.637.149	9,53	26,02
3	373	598.930	4.637.199	14,89	51,26
3	374	598.926	4.637.249	20,63	32,8
3	375	598.904	4.637.281	13,24	7,14



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
3	376	598.875	4.637.259	10,4	15,32
3	377	598.869	4.637.210	9,58	22,1
3	383	598.809	4.637.140	10,82	0,02
3	384	598.809	4.637.190	11,33	4,38
3	385	598.804	4.637.240	7,01	3,27
3	387	598.785	4.637.320	0	0,9
3	388	598.740	4.637.310	11,12	9,45
3	389	598.741	4.637.260	12,99	27
3	390	598.740	4.637.210	9,78	10,52
3	393	598.681	4.637.183	14,42	15,11
3	394	598.683	4.637.233	23,34	41,19
3	395	598.626	4.637.294	4,91	1,2
3	396	598.655	4.637.285	23,67	6,42
3	540	598.585	4.637.227	0	0
3	544	598.649	4.637.359	0	1,38
3	545	598.646	4.637.309	14,49	4
3	546	598.643	4.637.260	43,73	15,82
3	547	598.637	4.637.213	0	0
3	550	598.710	4.637.161	0	1,15
3	551	598.704	4.637.211	15,6	14,21
3	552	598.699	4.637.260	6,25	0,7
3	553	598.702	4.637.310	16,36	1,76
3	555	598.768	4.637.350	0	0
3	556	598.763	4.637.301	15,83	5,33
3	557	598.761	4.637.251	7,29	5,96
3	558	598.764	4.637.201	14,42	0,67
3	563	598.828	4.637.148	4,8	1,47
3	564	598.830	4.637.198	14,28	4,55
3	565	598.833	4.637.248	6,21	0,73
3	569	598.886	4.637.282	5,73	2,36
3	570	598.885	4.637.232	11,3	10,44
3	571	598.888	4.637.184	6,78	1,34
3	575	598.957	4.637.072	0	0
3	576	598.952	4.637.121	7,9	11,02
3	577	598.957	4.637.171	4,73	2,06
3	578	598.958	4.637.221	13,24	9,54
3	579	598.963	4.637.265	16,21	0,47
3	580	599.010	4.637.260	8,33	49,23
3	581	599.015	4.637.212	8,72	24,88
3	582	599.017	4.637.162	9,51	17,25
3	583	599.009	4.637.114	6,92	1,93
3	584	599.013	4.637.064	0	0
3	586	599.075	4.637.008	6,43	4,42
3	587	599.085	4.637.055	6,21	18,03
3	588	599.083	4.637.105	10,06	16,44
3	589	599.076	4.637.154	7,55	17,96
3	590	599.078	4.637.204	9,6	9,67
3	592	599.140	4.637.258	0	0,28
3	593	599.140	4.637.214	16,91	31,11



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
3	594	599.138	4.637.164	8,08	33,09
3	595	599.138	4.637.115	3,71	35,48
3	596	599.137	4.637.065	4,26	3,61
3	598	599.183	4.636.994	0	0,62