

ESTUDIO BATIMÉTRICO Y DE CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL EMBALSE DE SABIÑÁNIGO

Enero, 2009



ESTUDIO BATIMÉTRICO Y DE CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL EMBALSE DE SABIÑÁNIGO

Enero, 2009

Título del Informe: ESTUDIO BATIMÉTRICO Y DE CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL EMBALSE DE SABIÑÁNIGO

Proyecto nº: 44265340

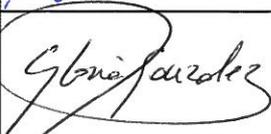
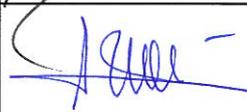
Status: FINAL

Cliente (Persona de contacto): Vicente Sancho Tello

Cliente: Confederación Hidrográfica del Ebro

Emitido por: URS España
c/ Urgell, 143, 4º
E-08036 Barcelona
Tel. +34 93 457 1793
Fax +34 93 458 9684

Supervisión del Documento

Edición nº:	Nombre	Firma	Fecha	Cargo
Preparado por:	Xavier Julià		23/01/2009	Técnico Superior
Comprobado por:	Gloria González		06/02/2009	Directora de Proyectos
Aprobado por:	M. Alonso		09/02/2009	Director Oficina Barcelona

Revisiones del Documento

Edición nº	Fecha	Detalle de las Revisiones
1	10/02/2009	Edición original

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. TRABAJOS REALIZADOS.....	3
4. RESULTADOS.....	6
4.1. Batimetría.....	6
4.2. Caracterización del sedimento.....	8
4.3. Aterramiento del embalse.....	13
5. CONCLUSIONES.....	16

Apéndice I- Planos

Apéndice II- Permiso de navegación

1. INTRODUCCIÓN

La Confederación Hidrográfica del Ebro ha encargado a URS España S.L. la realización de un estudio batimétrico y de caracterización de sedimentos del río Gállego en el embalse de Sabiñánigo (Huesca). Los trabajos de campo se han llevado a cabo durante la tercera semana de enero de 2009.

El embalse de Sabiñánigo se encuentra en el tramo alto del río Gállego. Originalmente su superficie era de 26,6 ha y un volumen de 1,16 hm³, lo que da una profundidad media de 4,4 m. La profundidad máxima era de unos 14 m en la zona cercana a la presa. El embalse ha sufrido un pronunciado proceso de aterramiento a lo largo de su historia, que ha reducido su profundidad máxima a menos de 5 m (datos de 2004). Debido a esto, y a que en el entorno del embalse existen vertidos urbanos y plantas industriales potencialmente contaminantes, la Confederación Hidrográfica del Ebro se ha planteado esta asistencia técnica para determinar el grado actual de aterramiento y las características de los sedimentos del embalse.

Hay que agradecer la colaboración de Endesa, cuyos técnicos han facilitado el acceso a la zona durante el trabajo de campo. A su vez ha proporcionado la cartografía del embalse con fecha anterior a su funcionamiento (1963) y los datos exactos de cota durante el muestreo. La Confederación Hidrográfica del Ebro ha proporcionado el necesario permiso de navegación.

Tras el muestreo se aplicaron minuciosamente todos los protocolos de desinfección que exige la Confederación Hidrográfica del Ebro para evitar la propagación de mejillón cebrá.



Figura 1.- Limpieza y desinfección de la barca utilizada en el muestreo.

2. OBJETIVOS

Los objetivos que se plantean para esta asistencia técnica son:

1. Determinar el grado de aterramiento del embalse de Sabiñánigo a través de un estudio batimétrico de detalle. Con ello obtener el volumen actual y la cantidad de sedimento que se ha acumulado desde su construcción.
2. Definir la naturaleza y distribución de los diferentes tipos de sedimento que se encuentran en el embalse.

3. TRABAJOS REALIZADOS

Los trabajos de campo se han realizado en la tercera semana de enero de 2009. En las dos semanas posteriores se han tratado los datos y se ha redactado el informe de resultados con las cartografías correspondientes.

Un equipo de técnicos de URS se ha desplazado al embalse de Sabiñánigo, y con la ayuda de una embarcación neumática han realizado los siguientes trabajos:

Obtención de los datos necesarios para la realización de una batimetría de detalle con límite de cuantificación de 1 m en los ejes X e Y, y de 1 cm en el eje de la Z. Para ello se han realizado 13 transectos transversales al eje del embalse. En cada transecto se han tomado medidas de la profundidad de la lámina de agua cada 2 m. Los transectos se efectuaron con ayuda de una guía de cuerda tensada que cruzaba transversalmente el embalse, cuyos extremos se georeferenciaban y se colocaban en puntos fácilmente localizables en las ortofotos.



Figura 2.- Guía de cuerda a lo largo de la cual se iban tomando profundidades cada 2m, y detalle de la ecosonda.

Todos los puntos de medida se han georreferenciado, utilizando una ecosonda con GPS integrado (Garmin GPSMAP 520s), que trabaja con corrección diferencial WAAS-EGNOS (ver Figura 2). Con estos datos se ha definido la morfometría del embalse.

Siguiendo los mismos transectos planteados para la batimetría se han tomado muestras de sedimento con draga (tipo Eckmann) cada 10 o 20m. Las muestras se han caracterizado mediante observaciones de campo atendiendo a:

- Naturaleza granulométrica de *visu* y al tacto: limoso, arenoso, arenoso-limoso, limoso-arenoso.
- Presencia de restos de vegetación incluidos en la matriz de sedimento.
- Color: gris (material inorgánico, el de las margas de la cuenca propia del embalse), negro (signos de reducción química), rojizo (hierro oxidado), aparición de irisaciones (presencia de hidrocarburos).
- Grado de compacidad (resistencia a la penetración del corer de gravedad y de la draga).
- Presencia de gas (alveolos en la superficie del sedimento, ver Figura 13, o bien en la propia muestra tras ser extraída).
- Grado de carbonatación (aparición y abundancia de espuma (CO₂) al añadir ClH concentrado).



Figura 3.- Muestra extraída con el corer de gravedad utilizado en el muestreo.

En algunos puntos también se han tomado muestras de sedimento de hasta 50 cm de profundidad con corer de gravedad (ver Figura 3).

A continuación se presentan los resultados obtenidos tras el trabajo de campo y el tratamiento de datos.

4.1. BATIMETRÍA

Como resultado del trabajo de campo se han obtenido 13 perfiles transversales del embalse de Sabiñánigo. La longitud de los transectos ha oscilado entre 70 m, cerca de la presa, y 160 m en la zona de cola. La profundidad máxima observada ha sido de 4,3 m, junto a la presa, correspondiente a una cota mínima de 759,6 m (m.s.n.m.). La cota máxima durante el muestreo ha sido 763,9 m, mientras que la cota máxima del embalse es de 765,0 m (datos facilitados por Endesa). Todos los transectos se encuentran representados en el mapa 4 del apéndice I.

Los datos de estos transectos, más otros datos que se han tomado en algunos puntos discretos para optimizar los resultados, se han tratado mediante un sistema de interpolación de datos integrado dentro de un sistema GIS. El mapa batimétrico obtenido se encuentra en el mapa 1 del apéndice I. En la batimetría puede observarse que el relieve del fondo es muy homogéneo y poco profundo. Los datos morfométricos obtenidos se encuentran en la tabla 1.

Tabla 1.- Datos morfométricos del embalse de Sabiñánigo en 2009.

Cota 763,90 m.s.n.m.	Superficie (ha)	11,71 ha
	Volumen (hm ³)	0,093 hm ³
	Profundidad máxima (m)	4,3 m
	Profundidad media (m)	0,8 m

Analizando los cambios de volumen y superficie del embalse en función de la cota se obtienen las curvas representadas en las Figuras 4 y 5.

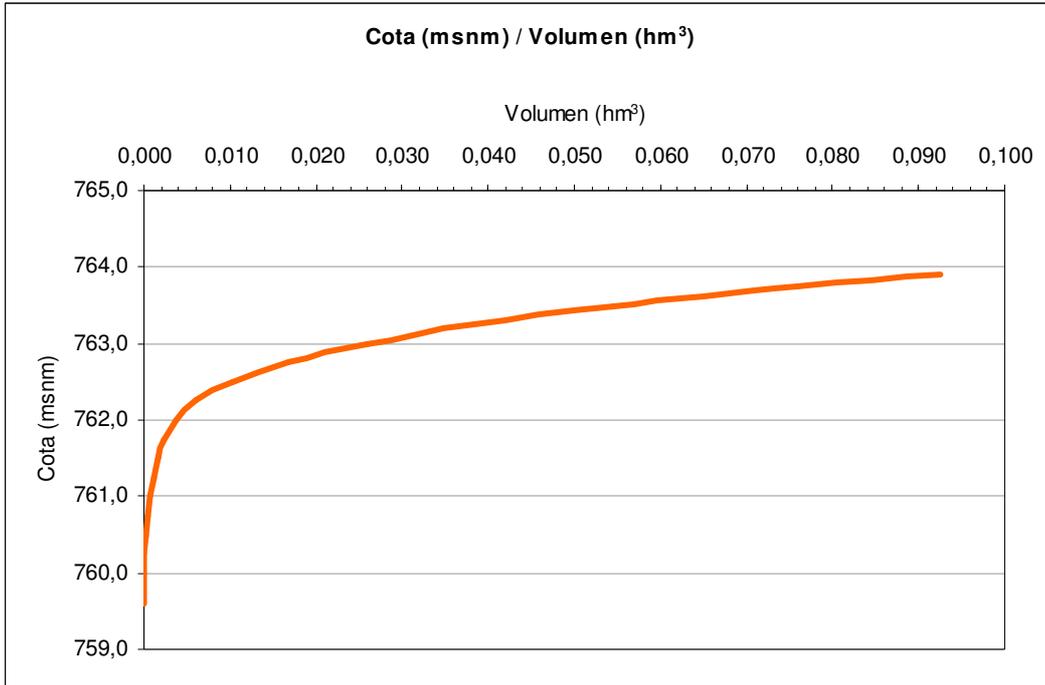


Figura 4.- Curva Cota-Volumen.

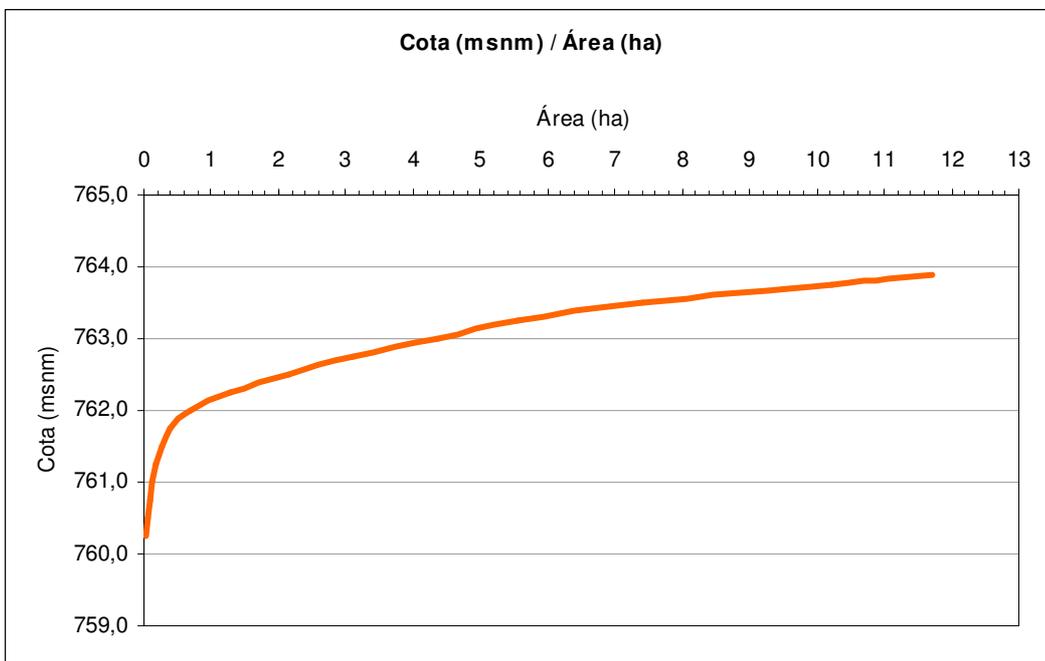


Figura 5.- Curva Cota-Superficie.

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL SEDIMENTO

Se han definido siete tipos de sedimento:

Tipo 1:



Se encuentra compuesto por una matriz superior de 2 cm de espesor, de limo gris, poco denso, y una matriz inferior predominantemente arenosa, más compacta y de un color gris más oscuro. Ambas matrices son fundamentalmente inorgánicas, sin olor, y sin signos de reducción química. El grado de carbonatación es muy elevado.

Figura 6.- Sedimento tipo 1.

Tipo 2:



Contiene una matriz superior limosa gris, más densa que en el tipo anterior, de unos 5 cm de espesor. La matriz inferior, también gris, es limo-arenosa. Ambas matrices son fundamentalmente inorgánicas, sin olor, y sin signos de reducción química. El grado de carbonatación es muy elevado.

Figura 7.- Sedimento tipo 2.

Tipo 3:**Figura 8.-** Sedimento tipo 3.

Se encuentra caracterizado por una única matriz limosa, poco compacta, englobando muchos restos de vegetación ribereña. Alterna los colores gris y marrón.

Contiene gran cantidad de gas (metano), y no se detecta olor. El resto de materiales son de origen inorgánico, y no se observan signos de reducción química. El grado de carbonatación es muy elevado.

Tipo 4:**Figura 9.-** Sedimento tipo 4.

Contiene una matriz superior limosa, de 1 cm de grosor, con una coloración rojizo-anaranjada. La matriz inferior es limosa gris, algo más compacta. Se observa la presencia de hidrocarburos y de metano. Sin olor.

Se observan signos ligeros de reducción química. El grado de carbonatación es muy elevado.

Tipo 5:

Contiene una matriz superior limosa, de 1 cm de grosor, con una coloración rojiza-anaranjada. La matriz inferior es limosa gris, poco compacta, y a continuación pasa a ser arenosa. Se observa la presencia de hidrocarburos y de metano. Sin olor.

No se observan signos de reducción química. El grado de carbonatación es muy elevado.

Figura 10.- Sedimento tipo 5.

Tipo 6:

Contiene una matriz superior limosa, de 1 cm de grosor, con una coloración rojiza-anaranjada. La matriz inferior es limosa gris, muy poco compacta, conteniendo abundantes restos de vegetación ribereña. Se observa la presencia de hidrocarburos y de metano. Sin olor.

Se observan abundantes signos de reducción química (color negro, SFe). El grado de carbonatación es muy elevado.

Figura 11.- Sedimento tipo 6.

Tipo 7:

Contiene una matriz única de gravas y cantos, que en algunas zonas engloba una ligera capa de limo (<1 cm). La mayor componente es inorgánica, y no se observan signos de reducción química. Sin olor. El grado de carbonatación del limo es muy elevado.

Figura 12.- Sedimento tipo 7.

Integrando la información referente al tipo de sustrato con la localización de cada uno de los puntos sondeados se ha elaborado el mapa de distribución del sedimento del embalse (mapa 2 del apéndice I).

El sedimento dominante en la mayoría del embalse es el de tipo 2. En las zonas con corriente de la cola son abundantes los cantos y gravas (tipo 7). El tipo 1 aparece sólo en las zonas más profundas del embalse. El tipo 3 se observa sólo junto a las orillas forestadas.

Los tipos 4, 5 y 6 sólo aparecen localizados junto a la salida de un vertido industrial (Aragonesas Industrias y Energía S.A.) situado en la margen derecha. En esta zona se observan claramente alveolos producidos por la emanación de metano (ver Figura 13).



Figura 13.- Sedimento en el entorno del vertido de Aragonesas Industrias y Energia S.A..

En la zona media y de cola del embalse se han detectado praderas de *Potamogeton densus* con una extensión moderada. Este macrófito sumergido se sitúa en las zonas donde hay una ligera corriente y con una exposición máxima a la luz solar (detalle en Figura 14).



Figura 14.- Detalle de *Potamogeton densus* en el embalse.

4.3. ATERRAMIENTO DEL EMBALSE

Se han obtenido los datos de área y volumen de la batimetría cedida por Endesa. En el mapa 3 del apéndice I se presenta el plano del embalse, con fecha de 1963 (la presa entró en funcionamiento en 1965), del cual se han obtenido los datos para el cálculo del volumen inicial. En la tabla 2 se presentan los datos morfométricos del embalse con los datos de 1963 y los datos de enero de 2009.

Tabla 2.- Comparación de los datos morfométricos del embalse de Sabiñánigo en 1963 y 2009.

		1963 (Endesa)	2009 (URS)	Diferencia
Cota 763,90 m.s.n.m.	Superficie (ha)	21,97	11,71	10,26
	Volumen (hm ³)	0,873	0,093	0,780
	Profundidad máxima (m)	9,4	4,3	5,1
	Profundidad media (m)	4,0	0,8	3,2
Cota 765,00 m.s.n.m.	Superficie (ha)	26,53	-	-
	Volumen (hm ³)	1,138	-	-
	Profundidad máxima (m)	10,5	-	-
	Profundidad media (m)	4,3	-	-

Comparando los volúmenes de ambos casos puede comprobarse que se ha perdido un 89,3% en volumen y un 46,7% en superficie útil.

En las figuras 15 y 16 se presentan las curvas cota-volumen y cota-superficie correspondientes a los años 1963 y 2009.

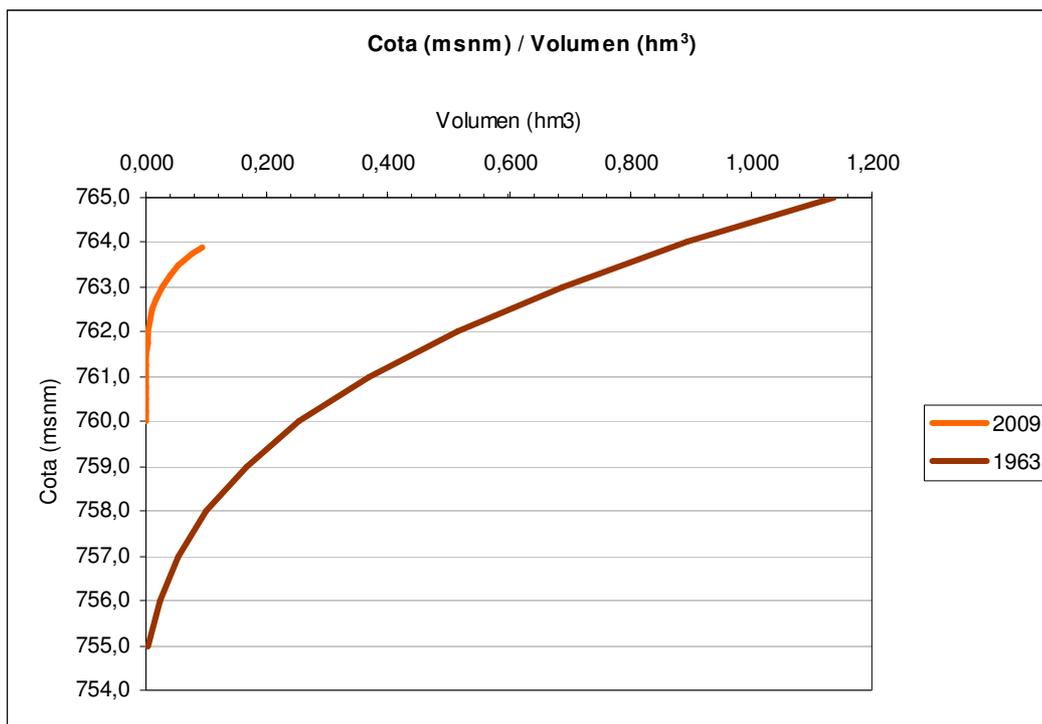


Figura 15.- Curva Cota-Volumen.

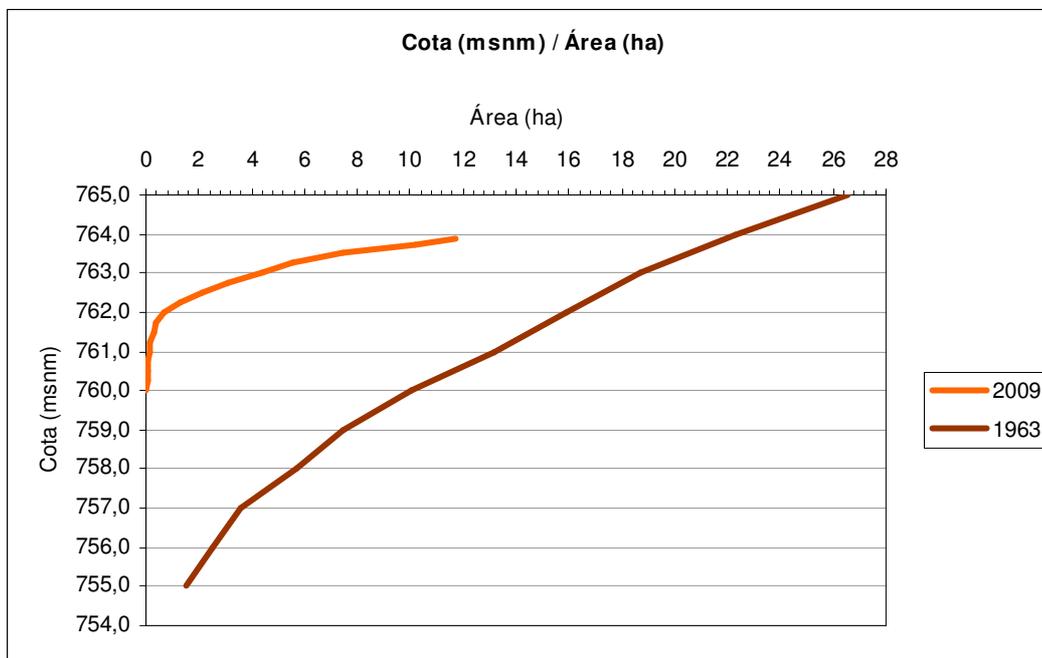


Figura 16.- Curva Cota-Superficie.

Los datos presentados en la tabla 2, y en las figuras 15 y 16 se refieren a la totalidad del embalse. En realidad gran parte de la zona de cola ya no puede considerarse zona embalsada y consta de acúmulos de sedimento aflorante (a la cota 763,90 m.s.n.m.) colonizados por vegetación de ribera, entre los que circula el canal fluvial cuya profundidad media ronda en torno a 1 m (ver mapa 6 del apéndice I). Esta zona no se ha incluido en la batimetría de 2009.

Para llevar a cabo una comparación más precisa de las morfometrías de 1963 y 2009 se ha tenido en cuenta sólo la superficie cartografiada en 2009. Se han reproducido los transectos de 2009 sobre la cartografía de 1963 con objeto de comparar las secciones transversales del embalse en los mismos puntos (ver mapa 5 del apéndice I). Esto se ha efectuado con la ayuda de un sistema de georreferenciación digital con base SIG. La comparación se presenta en la tabla 3.

Tabla 3.- Comparación de la morfometría del embalse de Sabiñánigo en el área cartografiada en 2009 con los datos de este año y de 1963, con la cota 763,9 m.s.n.m.

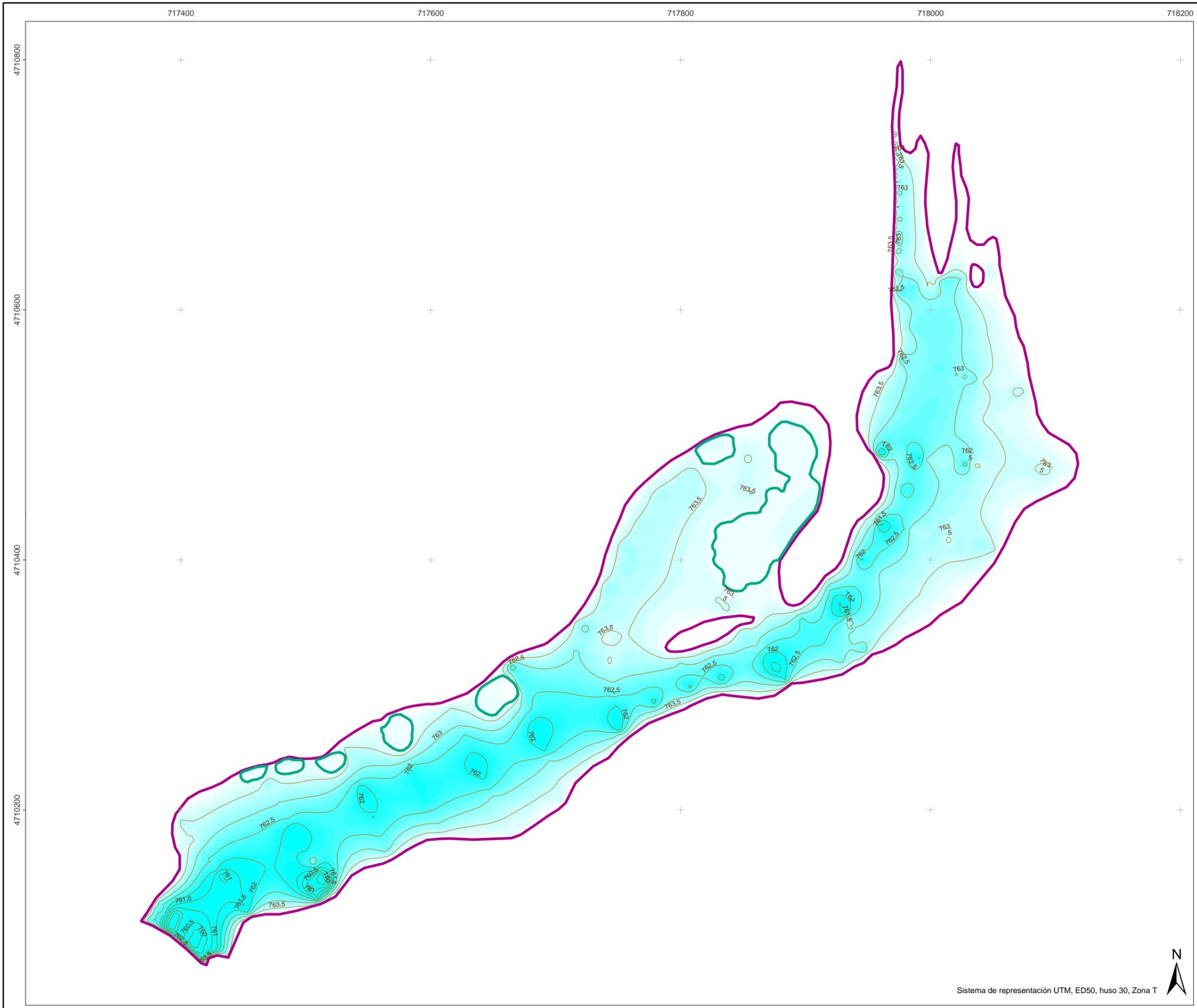
	1963 (Endesa)	2009 (URS)	Diferencia	%
Volumen (hm ³)	0,667	0,093	0,574	86,1
Profundidad máxima (m)	5,7	0,8	4,9	-
Profundidad media (m)	9,4	4,3	5,1	-

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se han obtenido son las siguientes:

- El aterramiento del embalse de Sabiñánigo se debe mayoritariamente a la deposición de materiales inorgánicos. La naturaleza de los sedimentos es muy uniforme. Predominan los sedimentos limosos y limoso-arenosos.
- La capacidad actual del embalse, en la cota 763,9 m.s.n.m., es de 0,093 hm³. Teniendo en cuenta que la capacidad del embalse en 1965 (año de construcción), en esa misma cota, era de 0,873 hm³, la capacidad de almacenamiento se ha reducido en un 89,3%.
- La cantidad de sedimento acumulado en el embalse, por debajo de la cota 763,90 m.s.n.m., se estima en 0,780 hm³.

Apéndice I: MAPAS



LEYENDA

Límites

- Vegetación acuática
- Límite embalse

Isolíneas batimetría

Batimetría

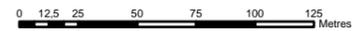
- 763,9
- 759,7

Sistema de representación UTM, ED50, huso 30, Zona T 



CLIENTE: 

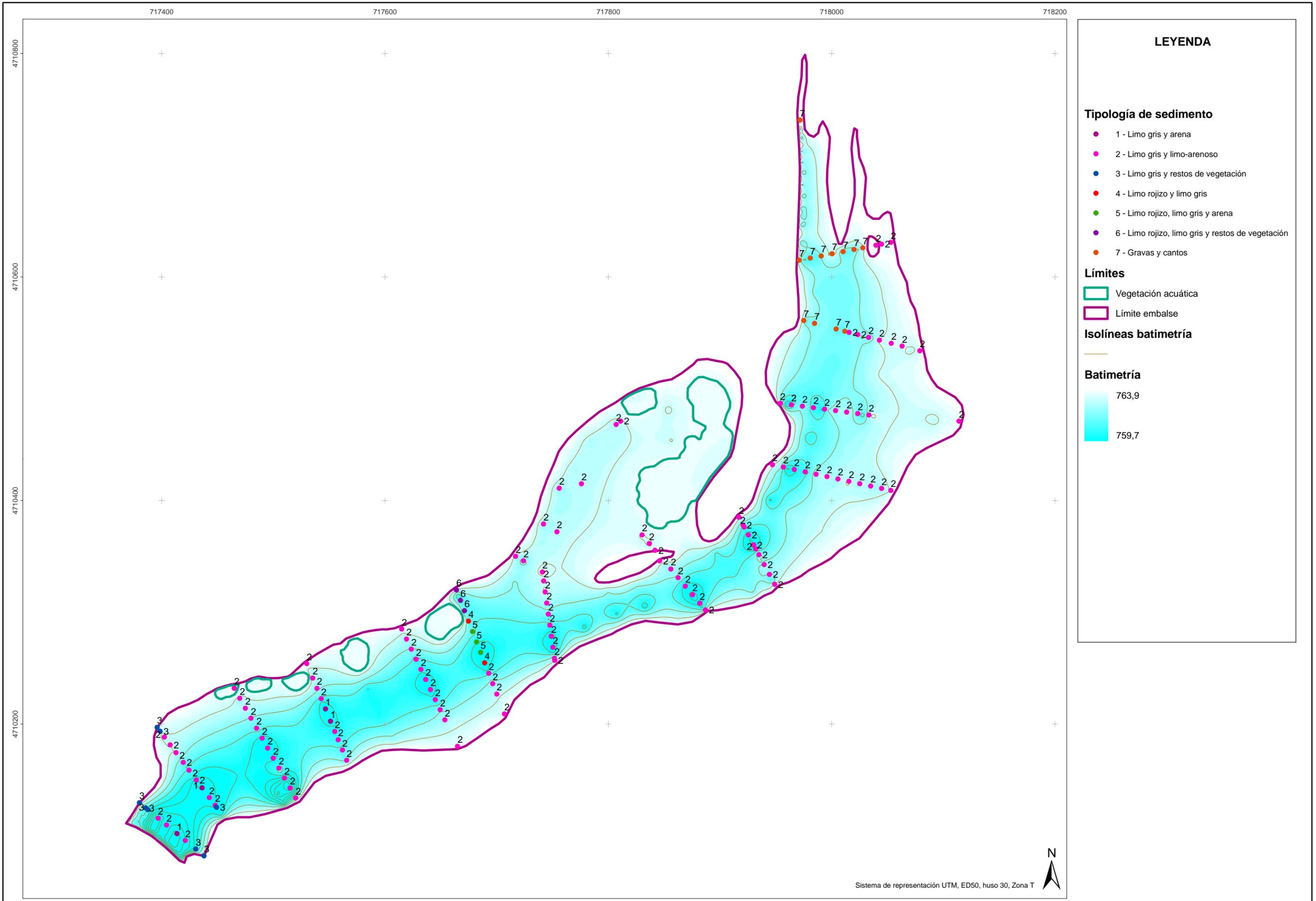
TÍTULO DEL MAPA: **ESTUDIO BATIMÉTRICO Y DE CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL EMBALSE DE SABIÁNIGO**

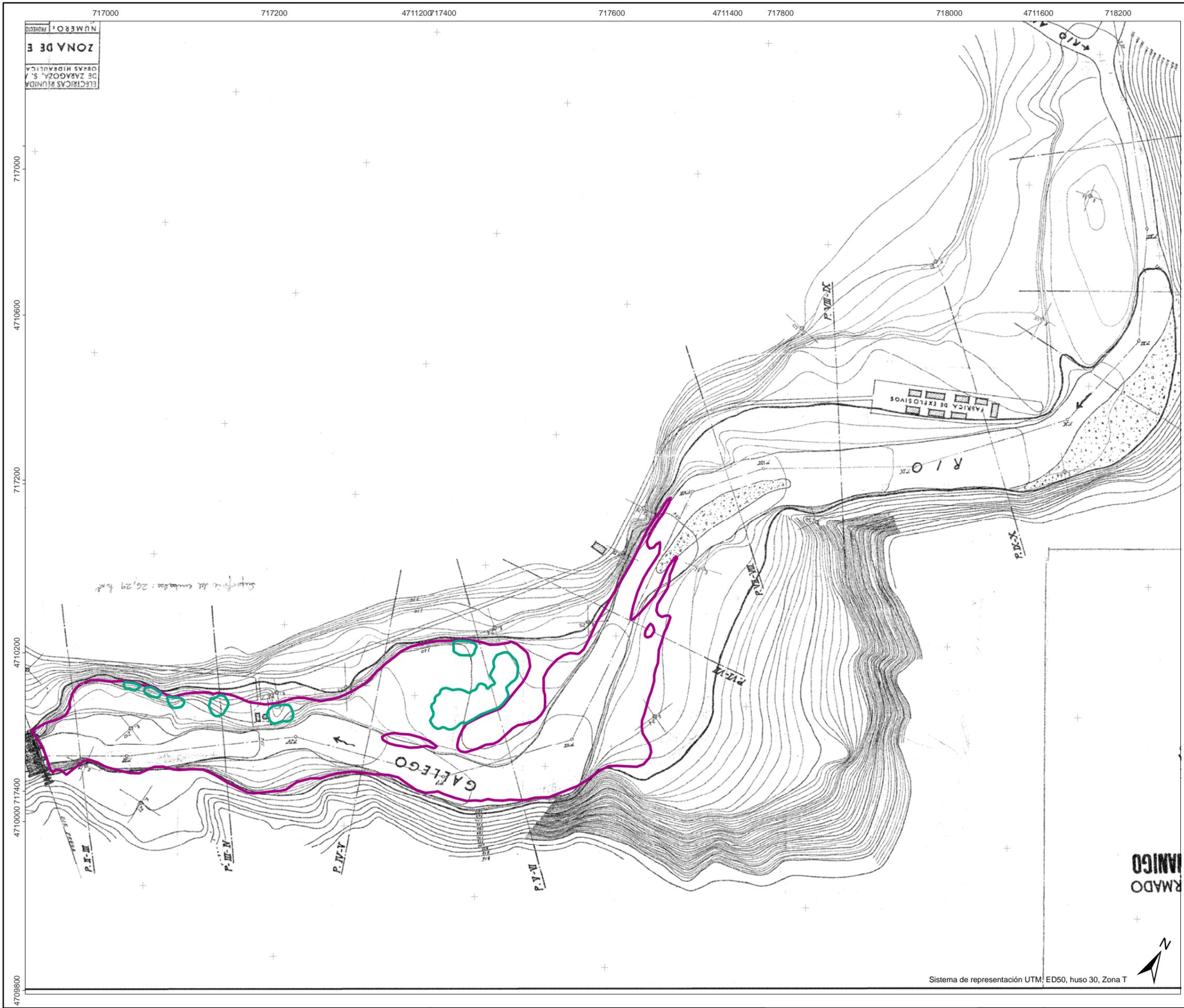
ESCALAS: E. 1/3.000

 Escala original Din-A3

FECHA: **Enero 2009**

MAPA BATIMÉTRICO DEL EMBALSE DE SABIÁNIGO (RÍO GÁLLEGO)

PROYECTO NÚM: **44265340**
 MAPA NÚM: **1**





LEYENDA

Límites (enero 2009)

- Vegetación acuática
- Límite embalse

PROYECTO
ZONA DE E
 DE ZARAGOZA, S.A.
 OBRAS HIDRAULICAS

Superficie del embalse: 26,29 ha

Sistema de representación UTM, ED50, huso 30, Zona T

SABIÁNIGO
 RMADO



CLIENTE:

TÍTULO DEL MAPA:
ESTUDIO BATIMÉTRICO Y DE CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL EMBALSE DE SABIÁNIGO

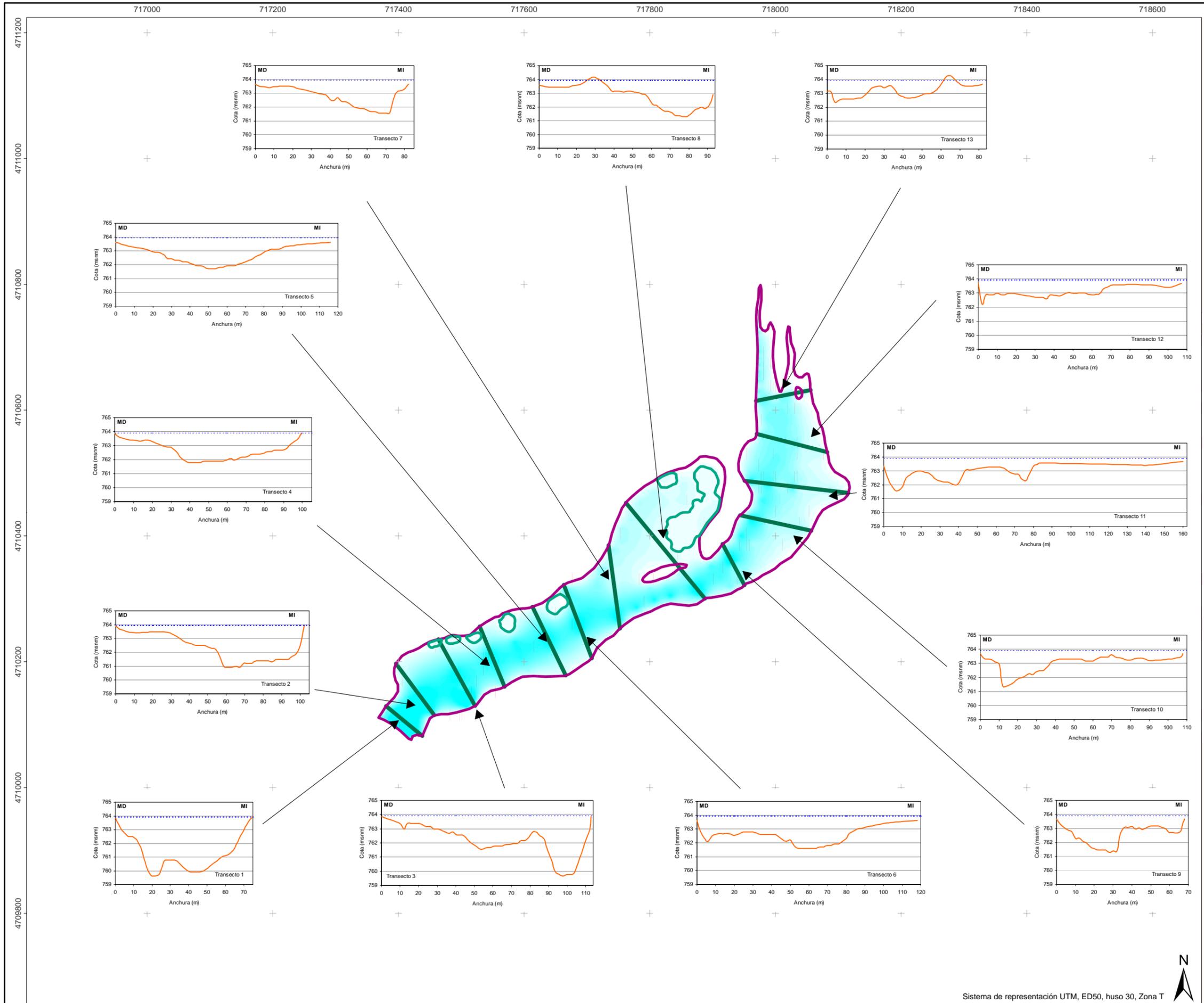
ESCALAS: E. 1/5.000

Escala original Din-A3

FECHA:
Enero 2009

MAPA BATIMÉTRICO DEL EMBALSE DE SABIÁNIGO (RÍO GÁLLEGO)
 Año 1963

PROYECTO NÚM: **44265340**
 MAPA NÚM: **3**



LEYENDA

Límites

- Vegetación acuática
- Límite embalse

Muestreos

—

Batimetría

- 763,9
- 759,7

Sistema de representación UTM, ED50, huso 30, Zona T



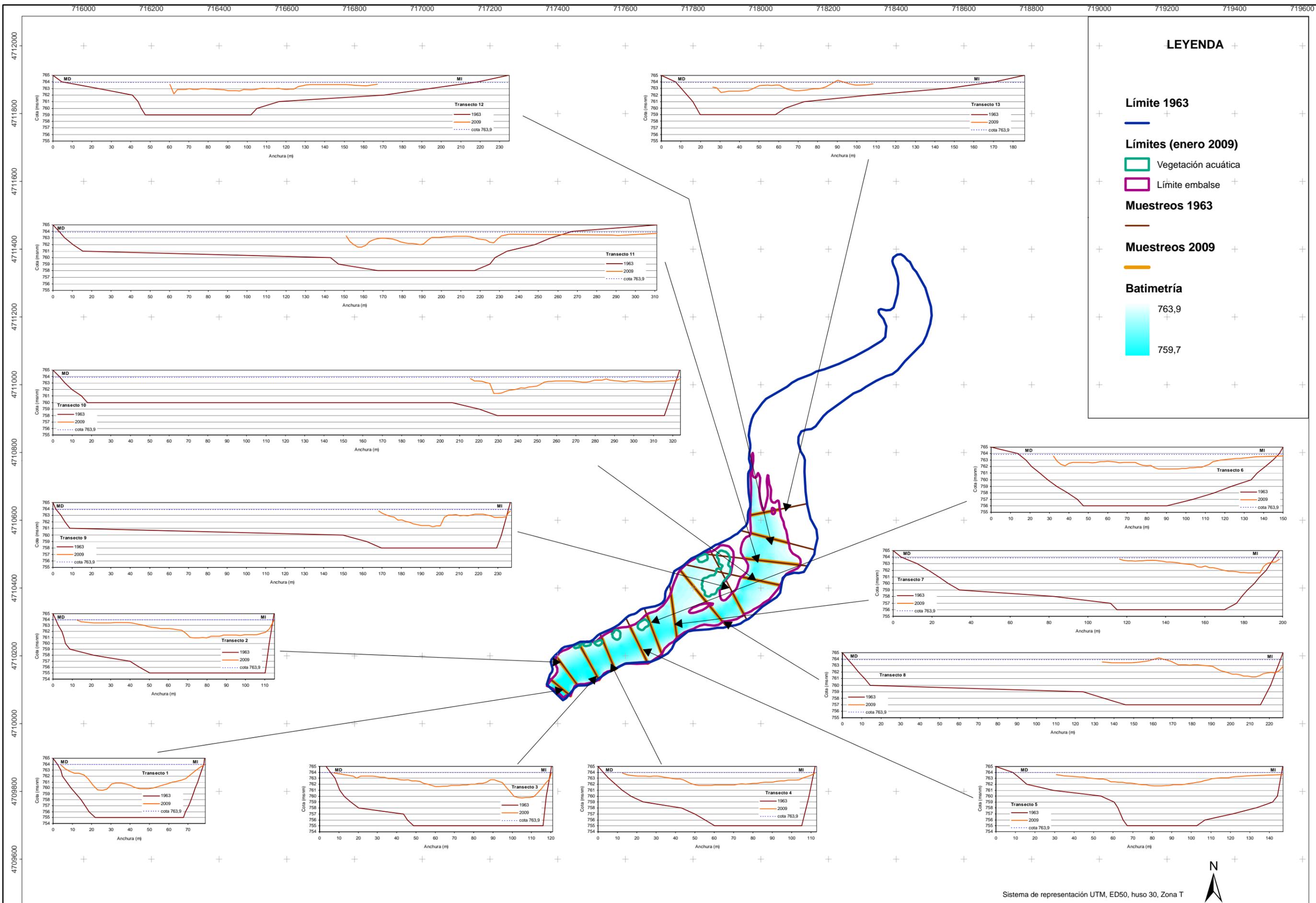
TÍTULO DEL MAPA:
ESTUDIO BATIMÉTRICO Y DE CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL EMBALSE DE SABIÁNIGO

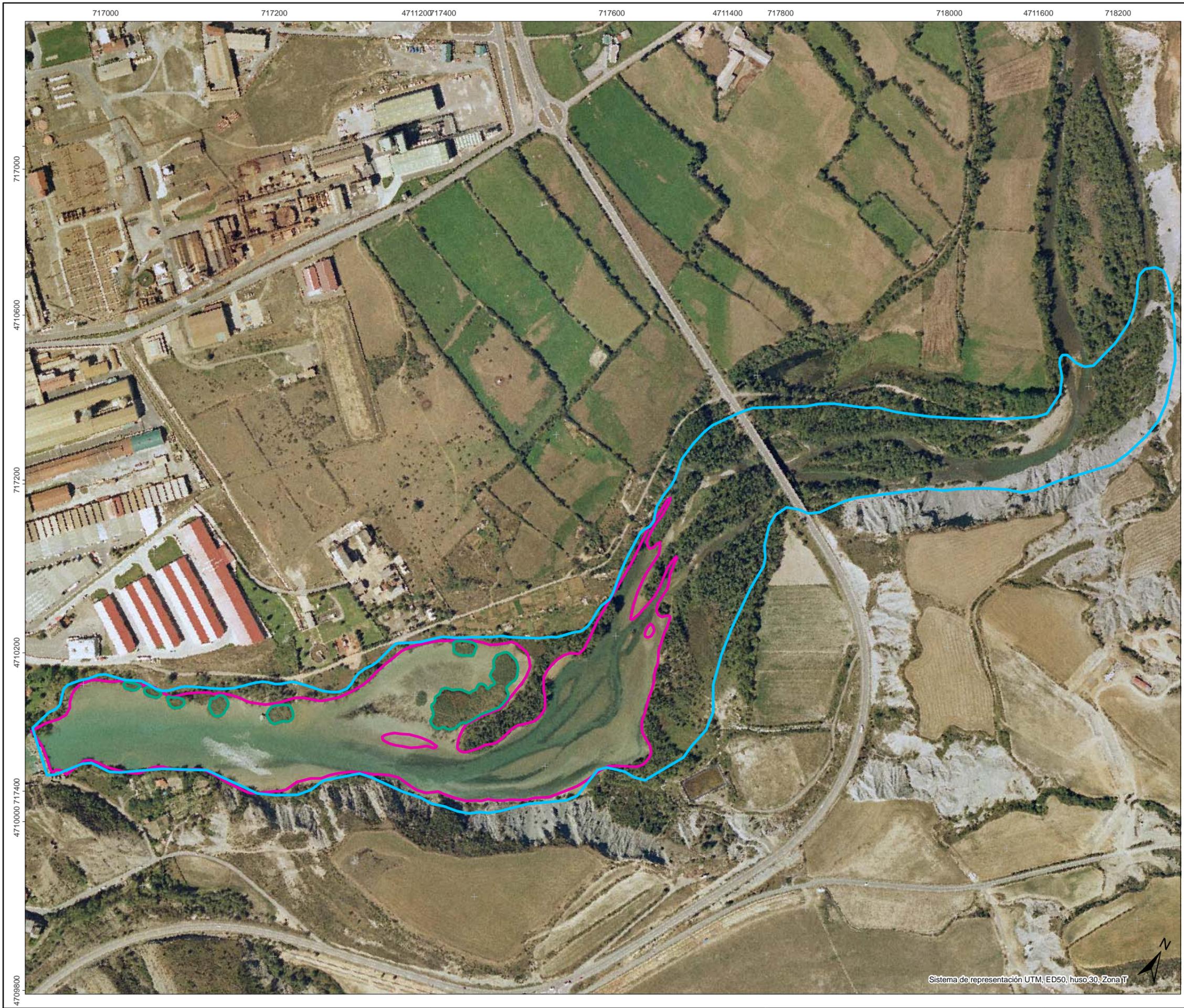
ESCALAS:
 E. 1/6.000
 0 20 40 80 120 160 200 Metros
 Escala original Din-A3

FECHA:
Enero 2009

TRANSECTOS TRANSVERSALES REALIZADOS EN EL EMBALSE DE SABIÁNIGO (RÍO GÁLLEGO) - Enero 2009

PROYECTO NÚM.:
44265340
 MAPA NÚM.:
4





LEYENDA

Límite 1963



Límites (enero 2009)

 Vegetación acuática

 Límite embalse

Sistema de representación UTM, ED50, huso 30, Zona T



TÍTULO DEL MAPA:
**ESTUDIO BATIMÉTRICO Y DE CARACTERIZACIÓN
DE SEDIMENTOS DEL EMBALSE DE SABIÁNIGO**

ESCALAS: E. 1/5.000
0 20 40 80 120 160 200 Metros
Escala original Din-A3

FECHA:
Enero 2009

LÍMITES DEL EMBALSE DE SABIÁNIGO (RÍO GÁLLEGO)
Años 2009 y 1963

PROYECTO NÚM:
44265340
MAPA NÚM:
6

Apéndice II: PERMISO DE NAVEGACIÓN



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO
13/01/2009 10:37:48
591
Confederación Hidrográfica del Ebro
REGISTRO DE SALIDA

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

O F I C I O

S/REF

N/REF **2008-N-179 / 10**

JSR/cz

FECHA 13 de enero de 2009

ASUNTO

1S0001891042



UNITED RESEARCH SERVICES ESPAÑA, S.L.
C/ URGELL 143, 4º
08036 - BARCELONA

PERMISO DE NAVEGACIÓN.

En relación a su solicitud de autorización de navegación para una embarcación de 3 metros eslora y un motor de 8,16 CV en el embalse de SABIÑANIGO, le comunicamos lo siguiente:

Debido a las medidas de protección contra el mejillón cebra, no se conceden autorizaciones de navegación en este embalse hasta tanto se disponga un control efectivo de los accesos, así como las instalaciones de desinfección.

No obstante, al tratarse de un trabajo puntual que están haciendo para la Confederación Hidrográfica del Ebro, en el período comprendido entre los días 14 a 16 de enero de 2009, le comunicamos que no existe inconveniente en que realicen dicho trabajo, debiendo extremar las medidas para evitar la propagación del mejillón cebra, a cuyos efectos les remitimos las Normas de desinfección de embarcaciones.

Asimismo, la embarcación debe estar dotada de un seguro a todo riesgo, de la cuantía que figure en las normas de navegación de esta cuenca del Ebro.

EL JEFE DEL ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS,

Fdo: Javier San Román Saldaña.

CORREO ELECTRÓNICO:

Pº DE SAGASTA, 24-28
50071 ZARAGOZA
TEL.: 976 71 10 00
FAX: 976 21 45 96