

“ESTUDIO DE LOS MACRÓFITOS SUMERGIDOS EN EL RÍO EBRO ALREDEDOR DE ZARAGOZA”

INFORME DE CAMPO

Julio 2012





ESTUDIO DE LOS MACRÓFITOS SUMERGIDOS EN EL RÍO EBRO ALREDEDOR DE ZARAGOZA

Julio, 2012



Título del Informe: Estudio de los macrófitos sumergidos en el río Ebro alrededor de Zaragoza. Julio 2012.

Proyecto nº: 46304024

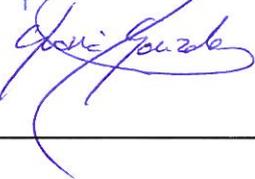
Status: Final

Cliente (Persona de contacto): Concha Durán

Cliente: C.H. 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: 1	Nombre	Firma	Fecha	Cargo
Realizado por:	Joana Capela		09/08/2012	Técnico Superior
Comprobado y Aprobado por:	Gloria González		03/10/2012	Directora Oficina Barcelona

Revisiones del Documento

Edición nº	Fecha	Detalle de las Revisiones

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. TRABAJOS REALIZADOS.....	5
4. RESULTADOS.....	7
5. CONCLUSIONES.....	13

APÉNDICE I: MAPAS

APÉNDICE II: TABLAS

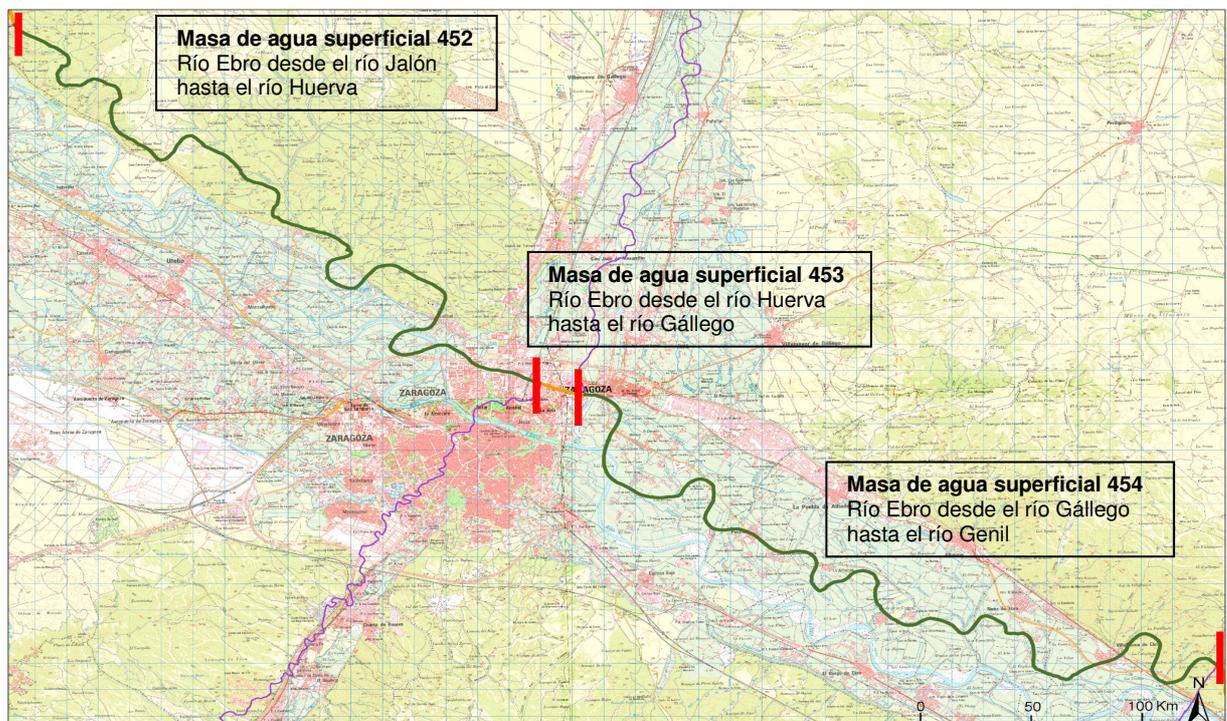
APÉNDICE III: FOTOS

APÉNDICE IV: CARACTERIZACIÓN PREVIA DE LAS ZONAS DE CORTE

1. INTRODUCCIÓN

La cobertura de macrófitos en el Ebro medio (en las inmediaciones de Zaragoza) ha aumentado en los últimos años. La Confederación Hidrográfica del Ebro (C.H.E.) y otras instituciones (Gobierno de Aragón, ayuntamientos, etc.) han mostrado interés en abordar estudios que permitan identificar el alcance del aumento de los macrófitos y los factores medioambientales que lo han favorecido.

En el sentido de avanzar en el conocimiento de las variables que intervienen en el desarrollo de los macrófitos, la C.H.E. ha encargado a URS España la realización el estudio de la presencia y abundancia de macrófitos en diferentes escenarios en un recorrido de 66,6 km fluviales del río Ebro, entre la confluencia del río Jalón (cerca de Torres de Berrellén) y la zona de confluencia con el río Ginel (cerca de Osera de Ebro). Este tramo de estudio incluye toda la longitud del cauce del río Ebro, comprendido en las masas de agua superficiales 452 (río Ebro desde el río Jalón hasta el río Huerva), 453 (río Ebro desde el río Huerva hasta el río Gállego) y 454 (río Ebro desde el río Gállego hasta el río Genil).



El ayuntamiento de Zaragoza realizará trabajos de prueba de corte de macrófitos en 3 zonas, entre la Pasarela del Voluntariado y el Puente de Piedra en Zaragoza durante el mes de agosto de 2012. Para conocer la evolución de las comunidades de macrófitos antes y después de estos trabajos se realizará, en estos 3 tramos, un esfuerzo adicional de muestreo para obtener una caracterización detallada de la abundancia y diversidad de macrófitos.

A mediados de mayo de 2012 se realizó el primero recorrido en este tramo, en un escenario de inicio de primavera (máximo desarrollo de los macrófitos) tras un periodo de caudales elevados. La presente evaluación, realizada a finales de julio de 2012, tiene como objetivo recabar los datos del estado de los macrófitos, en pleno estiaje y tras un periodo largo de caudales bajos (caudales inferiores a $70 \text{ m}^3/\text{s}$ desde el 30 de mayo de 2012). De forma complementaria se recabarán datos de base, previos a las pruebas de corte en la zona urbana de Zaragoza.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Caracterizar y cuantificar el poblamiento de macrófitos en el tramo del río Ebro comprendido entre la confluencia con el río Jalón, cerca de Torres de Berrellén, y la zona de confluencia con el río Ginel, cerca de Osera de Ebro. Además se caracterizará con mayor detalle la población de macrófitos en las zonas de Zaragoza donde se prevé realizar una corta experimental.
- Evaluar el estado de los macrófitos en pleno estiaje, después de un largo periodo de caudales bajos.
- Utilizar los datos obtenidos para analizar la evolución de la comunidad de macrófitos en este tramo del río Ebro. Comparar los resultados de este muestreo con los datos del muestreo realizado en Mayo.

3. TRABAJOS REALIZADOS

Los trabajos consistieron en un recorrido a lo largo del tramo del río Ebro, desde la confluencia con el río Jalón hasta la zona de confluencia con el río Ginel (67 km), que se realizó los días 26 y 27 de julio de 2012. El recorrido se llevó a cabo con una embarcación neumática a motor, lo que permitió ir visitando alternativamente varias orillas con objeto de realizar inspecciones visuales. Se consideró como condición base para el muestreo que los caudales fueran en todo momento inferiores a 40 m³/s, para que se pudiera extraer el máximo de información durante el recorrido, para trabajar en condiciones seguras y garantizar su repetitividad en posteriores evaluaciones.

Las inspecciones se realizaron en 117 puntos, definidos en la campaña de mayo de 2012. En cada punto se anotó la presencia de las especies de macrófitos, su estado, y se efectuó una estima de su importancia cuantitativa en términos de superficie ocupada (%).

En varios tramos se midió la conductividad y la transparencia del agua a partir de la profundidad de visión del Disco de Secchi. Como la calidad del agua es muy homogénea, las medidas fueron realizando en puntos al azar a lo largo del recorrido.

Entre cada par de puntos se estimó también la cobertura observada a lo largo del tramo recorrido, y también se identificaron las especies más importantes.

Los datos recogidos se introdujeron en un GIS (ArcView), con el que se confeccionó una capa con las observaciones realizadas (ver Apéndice I) que se presenta sobre un “raster” de cartografía 1:50.000. En el apéndice II consta las tablas con los datos del muestreo y en el apéndice III fotos de las especies de macrófitos y de los puntos de muestreo.

En el tramo en el que se realizarán los trabajos de corte de macrófitos se hizo un recorrido integral de cada una de las 3 zonas definidas por el ayuntamiento de Zaragoza. Los resultados constan en el Apéndice IV en el formato de un esquema y una breve descripción de la comunidad de macrófitos de cada zona.

Caudal

El recorrido de todo el tramo se realizó con caudales bajos. El caudal medio diario fue de 30,9 y 36,0 m³/s los días 26 y 27 de julio, respectivamente (datos del SAIH en Zaragoza).

En la figura 1 se muestra la evolución del caudal (medio y máximos diarios) desde el 1 de septiembre de 2011 hasta el 31 de julio de 2012. Como se puede apreciar en la figura, desde noviembre de 2011 hubo aumentos de caudal significativos y desde junio de 2012 los caudales se mantuvieron bajos (< 60 m³/s) con mínimos de 21 m³/s en el día 20 de julio de 2012.

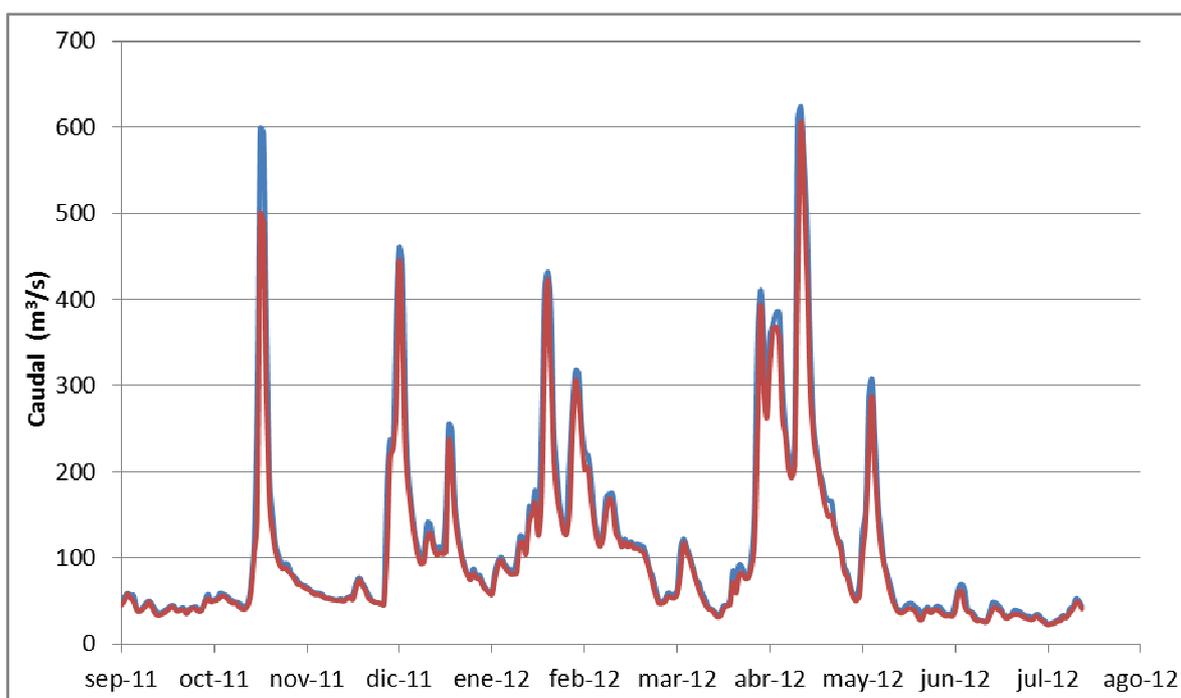


Figura 1.- Caudales medios (rojo) y máximos (azul) diarios del río Ebro a su paso por Zaragoza, del 1 de septiembre de 2011 al 31 de julio de 2012. Datos de la estación A011 (Río Ebro en Zaragoza, SAIH Ebro).

Calidad de las aguas

- La transparencia del agua es media. La profundidad del Disco de Secchi oscila entre 0,90 y 2,30 m.
- La conductividad del agua es elevada, en el contexto del Ebro medio. Se encuentra entre 2.300 y 2640 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Macrófitos

Las especies de macrófitos sumergidos identificadas en el tramo en estudio son:

- *Potamogeton pectinatus*. Es la más abundante. Supone más del 90% de la biomasa de macrófitos identificados. En la mayoría de puntos viene acompañado de otra especies como *P. crispus*, *P. perfoliatus* y *C. demersum*. Subsiste en zonas de corriente elevada, llegando a cubrir grandes extensiones en el cauce.
- *Potamogeton crispus*. Especie acompañante, presente a lo largo de todo el tramo de estudio. A partir del azud de Zaragoza (entre el punto 66 y 67) es más abundante, siempre en zonas protegidas de la corriente.
- *Potamogeton nodosus*. Se ha identificado sólo en siete puntos (la mayoría localizada aguas arriba de Zaragoza) y con densidades muy bajas.
- *Potamogeton* cf. *perfoliatus*. Especie acompañante, presente a lo largo de todo el tramo de estudio en densidades bajas.
- *Myriophyllum spicatum*. Abundante en todos los ambientes con escasa velocidad. Especie acompañante de *P. pectinatus*. Sólo destaca en la zona del Puente de Piedra de Zaragoza y la zona de influencia de la Presa de Pina.
- *Ceratophyllum demersum*. Presente en todo el tramo de estudio, alcanzando cobertura similares o incluso más elevadas que *P. pectinatus* en algunos puntos. Se desarrolla preferencialmente en zonas de poca corriente.
- *Azolla filiculoides*. Surge en diversos puntos del tramo. Con escasa cobertura, siempre sobre acumulaciones de otras especies de macrófitos y acompañando a *Lemna minor*.

- *Lemna minor*. Observada principalmente en el tramo aguas abajo de Zaragoza. Cubre extensiones significativas en zonas de corriente baja o nula.

Se ha observado gran cantidad de algas filamentosas a lo largo de todo el tramo, sobre el sustrato del lecho y sobre los macrófitos sumergidos. La cobertura de algas filamentosas es más elevada en zonas de poca o nula corriente junto a la orilla. Las especies que conforman esta importante masa algal son *Cladophora* sp., *Spirogyra* sp. y *Enteromorpha* sp.

En la tabla siguiente se presenta la diversidad específica observada en cada punto de muestreo.

Tabla 1.- Distribución de las especies observadas en los diferentes puntos de muestreo. Julio de 2012.

Punto	<i>Azolla</i> sp.	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Potamogeton crispus</i>	<i>Potamogeton nodosus</i>	<i>Potamogeton cf. perfoliatus</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Lemna minor</i>	Algas filamentosas
1		+						+++	
2		+			+		++	+++	
3		++			+		+	+++	
4		+						+++	
5		++	+	+			+++	++	
6	+	++	+		+		++	+	
7		++					+	++	
8		+						+++	
9		++	+					+++	
10		+						++	
11		++					+	++	
12	+	++					+	++	
13		++					+	+++	
14		+					+	+++	
15		++					+	+++	
16		+						+++	
17		++					+	+++	
18		+					++	+++	
19		++					+	+++	
20		+++			+		+	++	
21		+	++		+		+	+++	
22		++			+		++	+++	
23		+++			+		+	+++	
24		++			+		+	+++	
25		+		+	+		+++	++	
26	+	++		+				++	
27		++						++	
28		++			+			+++	
29		+++					+	+++	
30		+					+	++	
31		++	+				++	++	
32		+					++	+++	
33		++					++	+++	
34		++			+			+++	
35		+			+			++	
36					+		++	++	
37		++					+	++	
38		++						+++	
39		++						++	
40		+						+++	
41					+		++	+++	
42		++					+	++	
43		++						++	
44	+	++			+			+++	
45	+	++					+	+++	
46		++			+			+++	
47		++						+++	
48	+	++	+		+		+	++	
49		++			+			+++	
50	++	++						++	
51	+	++	+		+			++	
52	+	++	+		+			+	
53	+	++	+		+			++	
54	+	+++	+		+		++	+++	
55		++			+		+	++	
56	+	++			+		+	++	
57	+	++						+++	
58	+	++			+		+	++	
59								++	
60		++	+			+	+	+	
61	+	+	++	+	+		+++	++	
62	+	++	+	+	+		+	+	
63		+	+			+		+	
64	+	+	++		+	+		+	
65	+	++	+					++	
66		+	+			+	++	++	
67		+						+++	
68	+	++					+	+++	
69		++					+	+++	
70	+	+						+++	
71	+	+		+	+			++	
72	+	+	+		+		++	+++	
73	+	++	+		+		+	+++	
74	+	+			+			++	
75	+	++	+		+		+	+	
76		++	+		+		+	+	
77		+	+				++	+	
78		++						++	
79		+	+				+	+	
80	+	+	+				++	++	
81		++	+		+		+	+	
82		++					+	++	
83		++	+				+	+	
84		++	+				+	++	
85	+	++	+		+		+	++	
86		++					+	++	
87		++					+	++	
88		++	+		+		+	++	
89		++					+	+	
90		+	+				+	++	
91		++					+	+	
92		++	+				+	++	
93	+	++	+		+		+	++	
94	+	++					+	++	
95		++						+	
96	+				+	++	+	+	
97	+	+	+		+	++	++	++	
98	+	+	+	+	+		+	+++	
99	+		+			++	+	+	
100		+			+	++	+	++	
101		++			+	+	+	+	
102	+	++	++				++	+	
103	+	++	+			+	+	++	
104	+	++	+			+	+	++	
105		++	+				+	+	
106		++						++	
107		++					+	++	
108		++					+	++	
109		++	+				+	++	
110	+	++	+		+		+	+++	
111	+	++	+				+	++	
112	+	++	+				+	++	
113		++					+	++	
114	+	++	+		+		+	++	
115	+	++	+				+	++	
116		++	+				+	++	
117		++					+	++	

Comparación con la campaña anterior

En comparación con los datos obtenidos en mayo se hicieron las siguientes inferencias:

- Un incremento substancial de la cobertura total de macrófitos en cada uno de los puntos de muestreo y a lo largo de todo el tramo (figura 2).
- Aumento generalizado de la presencia de todas especies en el tramo en estudio, siendo de destacar la especie *Ceratophyllum demersum* cuya densidad también aumentó significativamente.
- Se observaron algas filamentosas a lo largo de todo el tramo asociada al aumento de zonas de bajo caudal en las orillas o sobre matas de macrófitos.

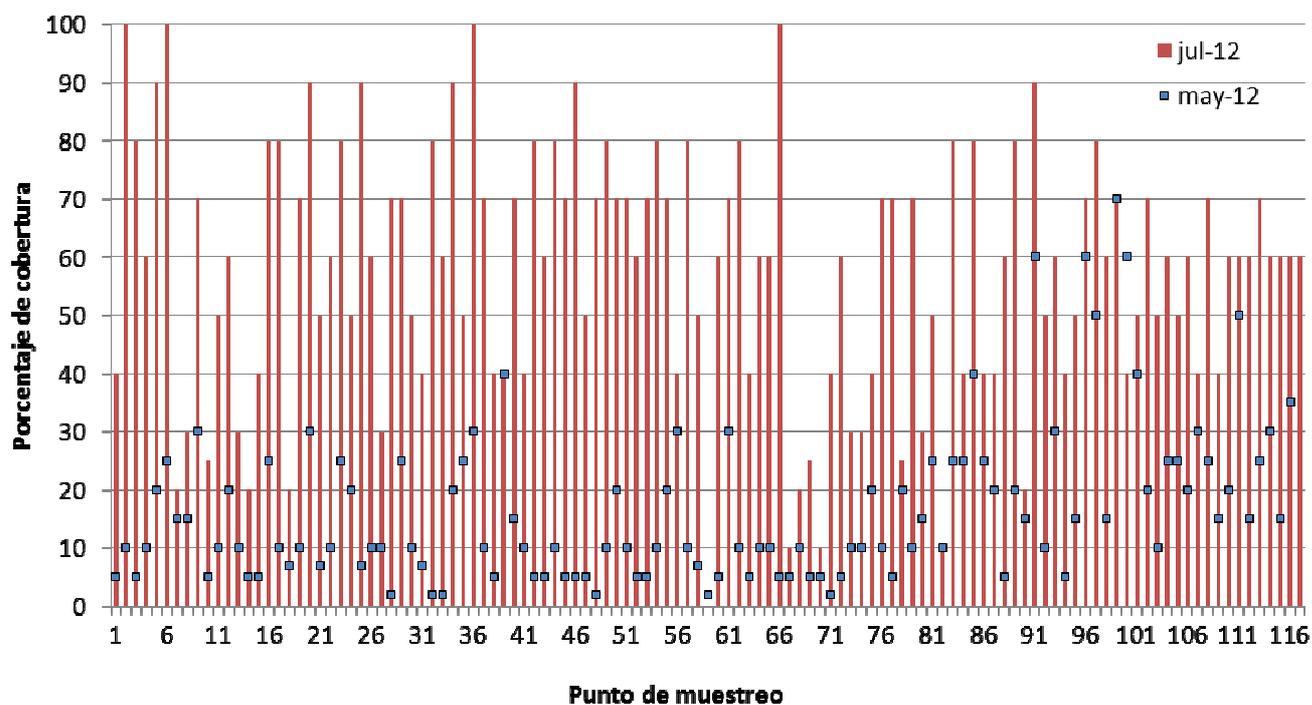
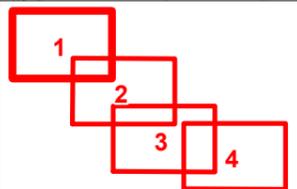
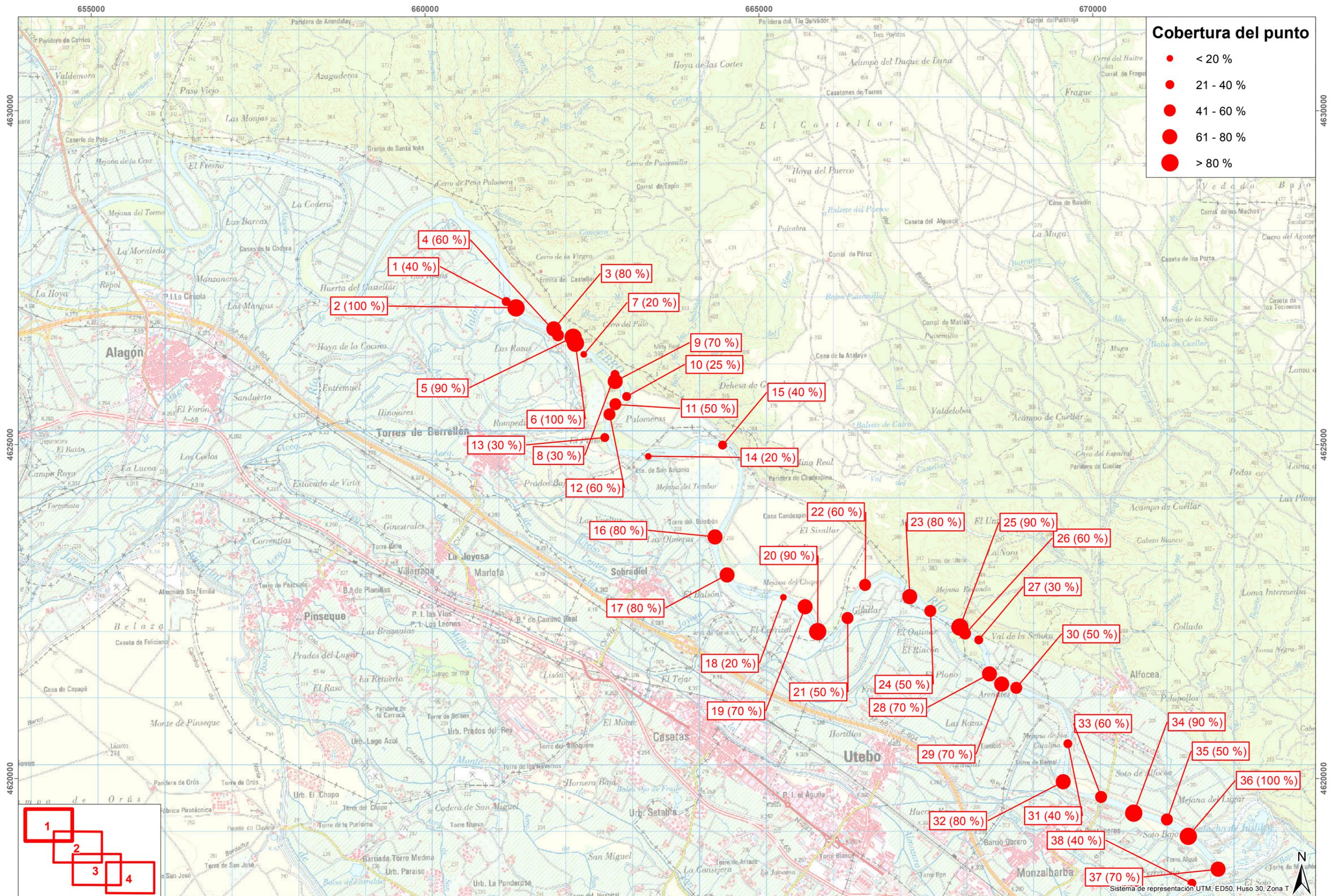


Figura 2.- Porcentaje de cobertura de macrófitos en cada punto de muestreo en Mayo (puntos) y Julio (barras) de 2012.

Las prospecciones realizadas en julio de 2012 en el tramo del río Ebro alrededor de Zaragoza permiten extraer las conclusiones siguientes:

- La cobertura de macrófitos sumergidos es elevada en la totalidad del tramo (promedio de 58% en los puntos analizados), en algunos puntos la cobertura es de 100% y en algunos tramos hay macrófitos en toda la extensión del cauce.
- Se han observado seis especies de macrófitos. El *Potamogeton pectinatus* es la especie más abundante, aunque la especie *Ceratophyllum demersum* también destaca tanto en términos de cobertura como en la presencia constante a lo largo de todo el tramo de muestreo. El resto de especies están presentes siempre con unas densidades muy bajas.
- Se ha comprobado el incremento esperable de la densidad de macrófitos en condiciones de estiaje (los caudales se mantuvieron bajos desde finales de mayo). El porcentaje promedio de cobertura de los puntos analizados ha aumentado del 17% al 58% de mayo a julio.

Apéndice I: MAPAS



ESTUDIO DE LOS MACRÓFITOS SUMERGIDOS EN EL RÍO EBRO ALREDEDOR DE ZARAGOZA

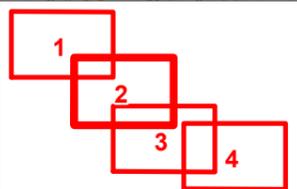
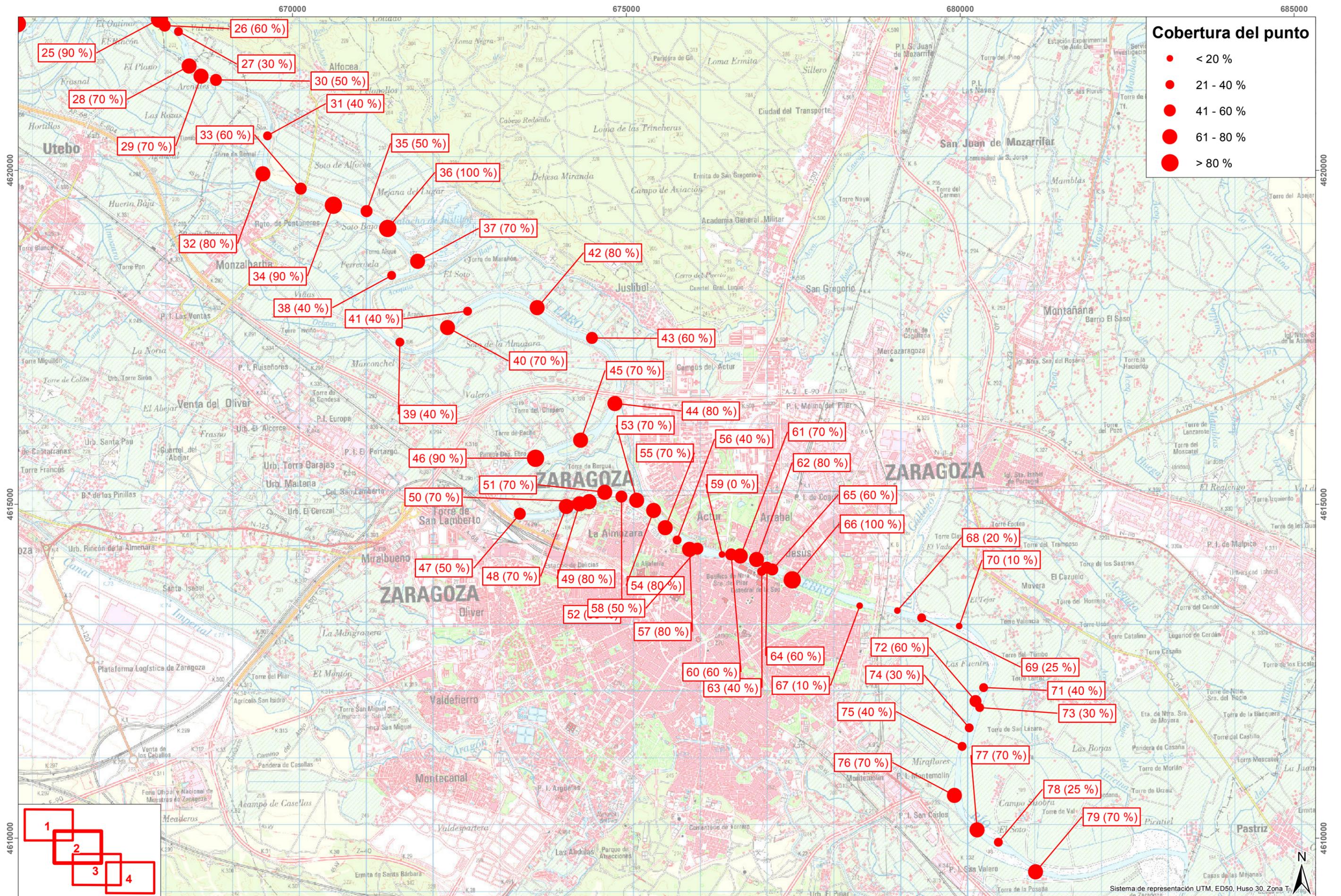
ESCALAS: 1:50.000
0 500 1.000 metros
Escala original Din A-3

FECHA: JULIO 2012

TÍTULO DEL PLANO: Resultados de la campaña de julio del 2012

PLANO NÚM: 1

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



ESTUDIO DE LOS MACRÓFITOS SUMERGIDOS EN EL RÍO EBRO ALREDEDOR DE ZARAGOZA

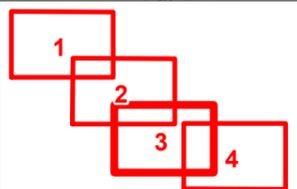
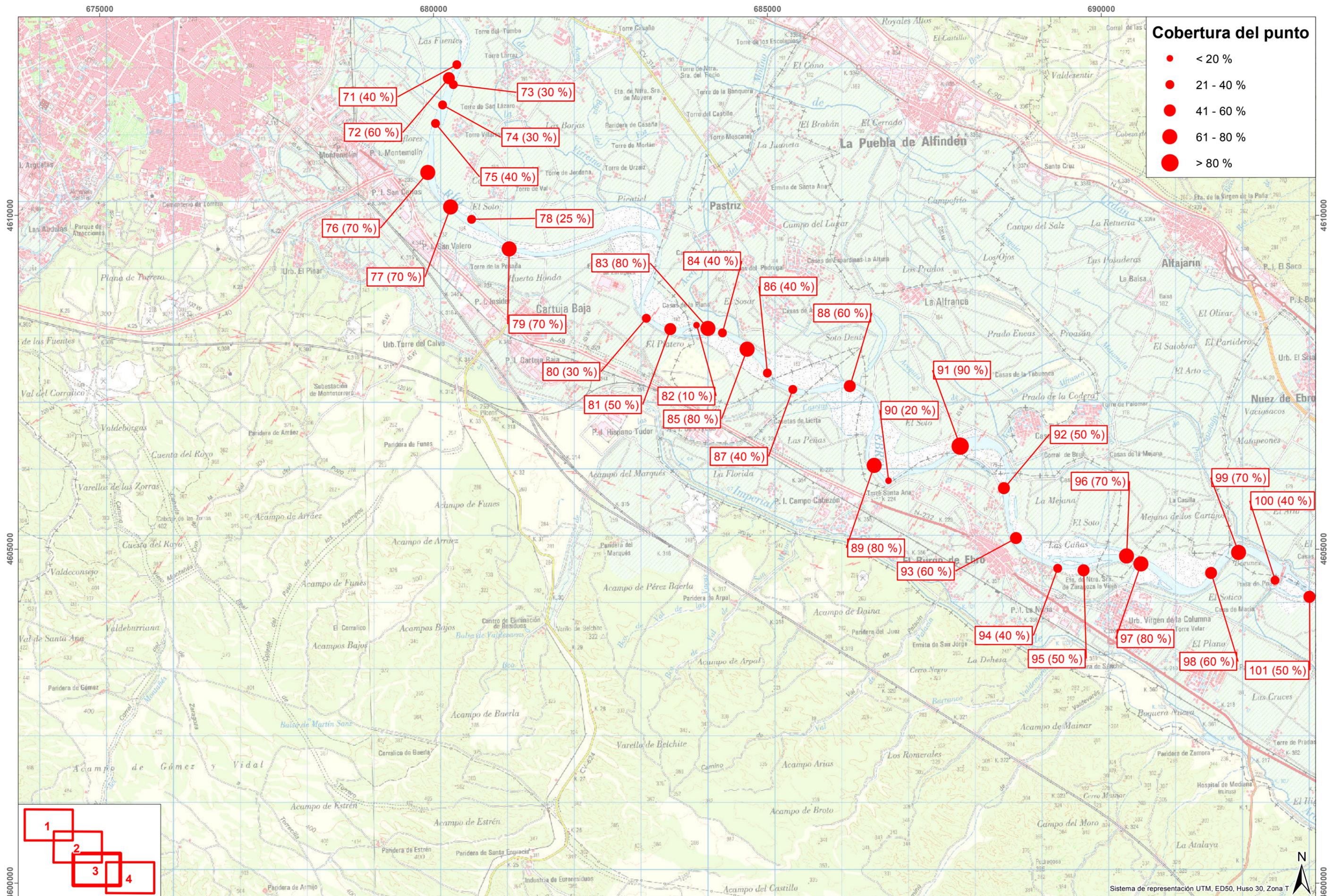
ESCALAS: 1:50.000
0 500 1.000 metros
Escala original Din A-3

FECHA: JULIO 2012

TÍTULO DEL PLANO: Resultados de la campaña de julio del 2012

PLANO NÚM: 2

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



ESTUDIO DE LOS MACRÓFITOS SUMERGIDOS EN EL RÍO EBRO ALREDEDOR DE ZARAGOZA

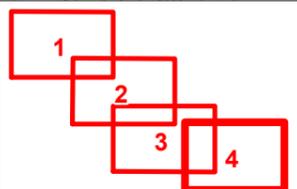
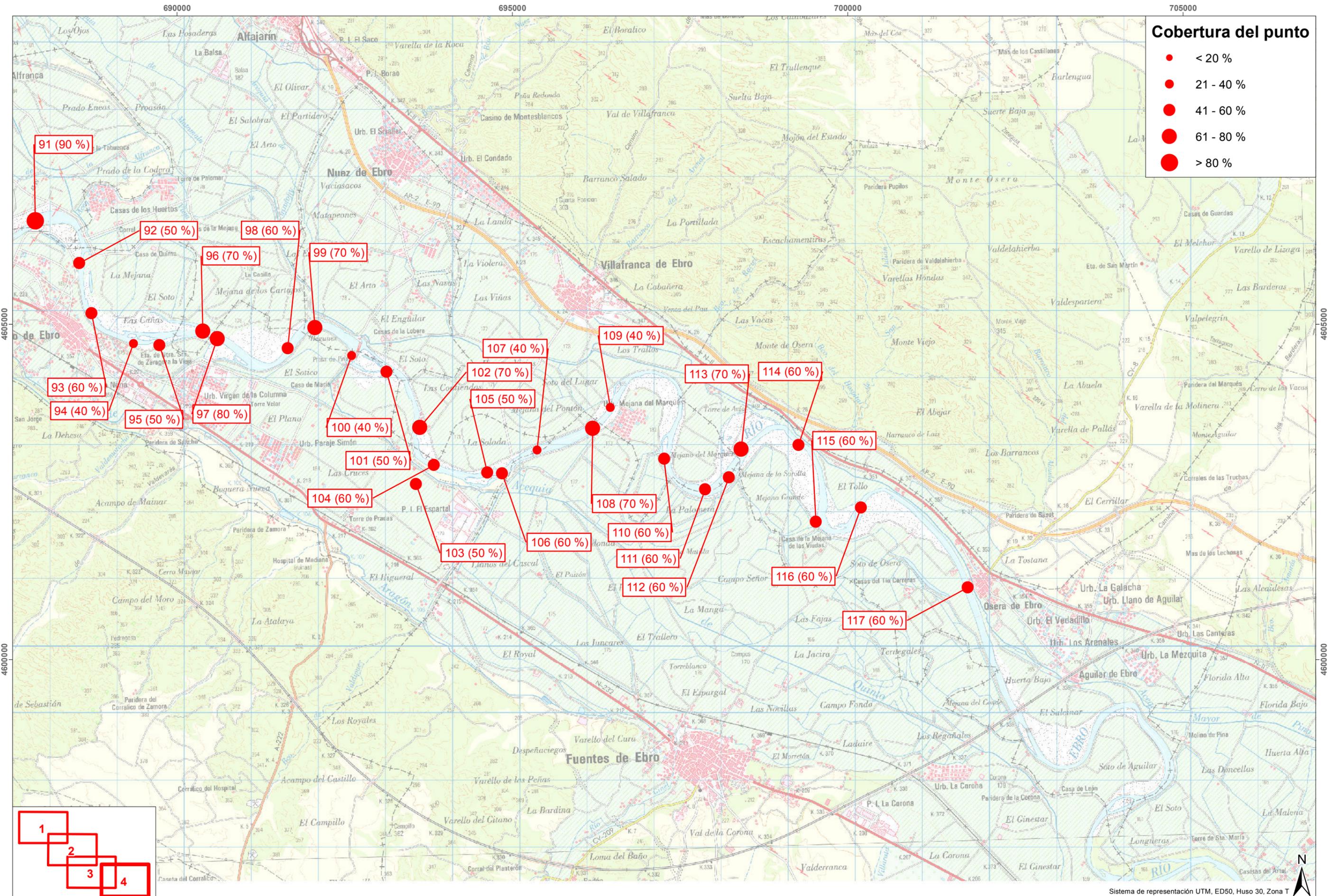
ESCALAS: 1:50.000
0 500 1.000 metros
Escala original Din A-3

FECHA: JULIO 2012

TÍTULO DEL PLANO: Resultados de la campaña de julio del 2012

PLANO NÚM: 3

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



Apéndice II: TABLAS

Resultados del seguimiento de macrófitos en el río Ebro en Zaragoza

Po: *Potamogeton pectinatus*

Pn: *Potamogeton nodosus*

My: *Myriophyllum spicatum*

AF: *Algas filamentosas*

Pc: *Potamogeton crispus*

Pf: *Potamogeton cf. perfoliatus*

Le: *Lemna minor*

Ce: *Ceratophyllum demersum*

Az: *Azolla*

Pto.	UTMX	UTMY	margen	Az	Po	Pc	Pn	Pf	My	Ce	Le	AF	cobertura %	Cobertura Tramo %	comentario	COND. µS/cm	D.S. cm	Temperatura °C
1	661213	4627144	D		+							+++	40		Confluencia río Jalón. Po cubierto de AF.	2.300	90	24,3
2	661361	4627049	I		+			+		++		+++	100	10	En el tramo: Po y Ce. En el punto hay acumulación de Ce que cubre totalmente el margen izquierdo.			
3	661931	4626737	I		++			+		+		+++	80	20	En el tramo hay Po y Ce. En el punto hay Po y las especies acompañantes Pf y Ce.			
4	661994	4626635	D		+							+++	60	20	Punto localizado en la otra orilla, se observa Po.			
5	662216	4626610	I		++	+	+			+++		++	90	10	Remanso tras la zona de rápidos. En el tramo (zona de rápidos) hay poca abundancia de macrófitos.			
6	662252	4626521	D	+	+	+		+		++	+	++	100	15	En el otro margen. En el punto domina Ce acompañado de una gran diversidad de especies.			
7	662380	4626349	D		++					+		++	20	50	Domina Po en el punto.			
8	662843	4626048	I		+							+++	30	20	En el tramo (margen derecho) hay Po, Ce y muchas AF			
9	662847	4625946	D		++	+						+++	70	-	En el margen derecho hay más abundancia tanto en el tramo como en el punto			
10	663018	4625720	I		+							+	25	15	Afluente. En el tramo hay Po en el margen derecho. En el punto existe poco Po y solo en la desembocadura.			
11	662854	4625601	D		++					+		++	50	10	Remanso junto al rápido. En el tramo hay pocos macrófitos. En el punto domina Po en el medio y junto a la orilla hay Ce.			
12	662762	4625452	C	+	++					+		++	60	5	Remanso de la isla. En el tramo hay Po en zona de corriente, en el punto hay Ce y Po y un poco de Az en la orilla			
13	662692	4625107	D		++					+		+++	30	20	En el tramo hay Po y por detrás Ce y AF. En el punto hay muchas AF y un poco de Po y Ce.			
14	663346	4624825	I							+		+++	20	25	Por la izquierda de la isla, tramo con escolleras, presencia de Po, Ce y AF. Punto a la izquierda de la isla, margen izquierdo, solo Ce con muchas AF.			
15	664456	4624990	D		++					+		+++	40	5	Zona interior curva. Tramo con Po y Ce en las orillas. En el punto: Ce y Po.	2.320	100	24,8
16	664344	4623619	D		+							+++	80	5	Zona recreativa margen derecha. Ermita de San Antonio. Tramos con Po y Pf en el margen derecho. En el punto: Po y AF.			
17	664524	4623052	I		++					+		+++	80	5	En el tramo AF y Po en la orilla izquierda.			
18	665367	4622715	D		+					++		+++	20	5	Tramo: Po en la orilla derecha, y bajo el rápido Po y Ce en la orilla izquierda. Punto matas aisladas de Po y Ce.			
19	665695	4622570	I		++					+		+++	70	25	Remanso a la izquierda de rápidos. Tramo con Po y AF en los dos márgenes.			

Resultados del seguimiento de macrófitos en el río Ebro en Zaragoza

Po: *Potamogeton pectinatus*

Pn: *Potamogeton nodosus*

My: *Myriophyllum spicatum*

AF: *Algas filamentosas*

Pc: *Potamogeton crispus*

Pf: *Potamogeton cf. perfoliatus*

Le: *Lemna minor*

Ce: *Ceratophyllum demersum*

Az: *Azolla*

Pto.	UTMX	UTMY	margen	Az	Po	Pc	Pn	Pf	My	Ce	Le	AF	cobertura %	Cobertura Tramo %	comentario	COND. µS/cm	D.S. cm	Temperatura °C
20	665881	4622201	D		+++			+		+		++	90	10	Tramo: Ce con mucha AF. Curva a la izquierda. Punto: área con macrófitos bastante amplia a lo largo de la curva.			
21	666328	4622398	D		+	++		+		+		+++	50	5	En el tramo Ce y Po en remanso a la izquierda. Punto con muchas AF y diversidad de macrófitos en remanso.			
22	666593	4622894	D		++			+		++		+++	60	20	Tramo con AF en el margen derecho y matas aisladas de Po y Ce. En punto Po y Ce en la misma proporción y muchas AF.			
23	667261	4622720	D		+++			+		+		+++	80	5	Matas dispersas de Po y Pf en las orillas del tramo. En el punto también existe Ce y AF.			
24	667571	4622511	I		++			+		+		+++	50	20	En el tramo, muchas algas, Ce y Po. En el punto abundancia de Po, Ce y Pf.			
25	668010	4622267	D		+		+	+		+++		++	90	5	En el tramo matas de Ce y Po. En el punto, domina Ce y están presentes Po y Pf.			
26	668092	4622168	D	+	++		+					++	60	20	En el punto Pn, Ce y Azolla.			
27	668295	4622079	I		+							++	30	10	En el tramo se observan matas de Po en los dos márgenes. En el punto 60% cobertura es de AF, pero hay un 30% de macrófitos.			
28	668456	4621566	D		++			+				+++	70	10	En el tramo y en el punto se observa Po y AF. Punto tras el rápido.			
29	668635	4621413	D		+++					+		+++	70	10	En el tramo hay matas Po. Punto en la margen derecha, tras el rápido, con Po y mata aislada de Ce.			
30	668856	4621357	I		+					+		++	50	20	En el tramo se observa Po, Ce y AF. El punto es en una zona estrecha junto al margen.			
31	669628	4620523	D		++	+				++		++	40	10	Tramo con Po en zona de corriente y matas de Po, Ce y AF en el margen derecho. En el punto hay Ce y Po con alguna mata aislada de Pc.			
32	669561	4619953	D		+					++		+++	80	5	En el tramo hay matas de Po y AF. En el punto se observan matas de Po y Ce cubiertas por AF.			
33	670127	4619726	I		++					++		+++	60	5	Se observan matas aisladas de Po y Ce en el tramo. En el punto también están presentes y en la misma proporción.			
34	670614	4619481	D		++			+				+++	90	30	En la zona más ancha del tramo se observa Po y Pf. En el punto hay una grande extensión de Po, algunas matas de Pf y AF.			
35	671115	4619387	I		+			+				++	50	15	En el tramo hay matas aisladas de Po y en el punto también domina Po.			
36	671429	4619134	D					+		++		++	100	15	En las zonas de rápidos del tramo hay Po. En el punto hay Pf y Ce.			
37	671878	4618638	I		++					+		++	70	30	En el tramo hay una gran extensión de Po en el margen derecho y en el punto domina Po con matas aisladas de Ce.			

Resultados del seguimiento de macrófitos en el río Ebro en Zaragoza

Po: *Potamogeton pectinatus*

Pn: *Potamogeton nodosus*

My: *Myriophyllum spicatum*

AF: *Algas filamentosas*

Pc: *Potamogeton crispus*

Pf: *Potamogeton cf. perfoliatus*

Le: *Lemna minor*

Ce: *Ceratophyllum demersum*

Az: *Azolla*

Pto.	UTMX	UTMY	margen	Az	Po	Pc	Pn	Pf	My	Ce	Le	AF	cobertura %	Cobertura Tramo %	comentario	COND. µS/cm	D.S. cm	Temperatura °C
38	671487	4618427	D		++							+++	40	15	En el margen derecho del tramo se observan matas de Po. En el punto hay Po y muchas AF.			
39	671609	4617429	I		++							++	40	5	Tramo con matas aisladas de Po. Punto en zona de remanso después de rápidos, cobertura de Po.			
40	672324	4617649	I		+							+++	70	5	Tramo con matas aisladas de Po y muchas filamentosas. En el punto matas densas de Po.			
41	672625	4617893	D					+		++		+++	40	25	Tramo con matas de Po, AF y algo de Ce. En el punto hay matas de Ce cubiertas por AF.			
42	673667	4617944	I		++					+		++	80	5	Tramo con pocos macrófitos, solo en una zona a la derecha con Po, Ce y AF. En el punto hay una pequeña acumulación a la izquierda. Muchas algas en las zonas de poca profundidad.			
43	674490	4617490	C		++							++	60	25	En el tramo hay Po en zonas de rápidos. Matas de Po formando una línea en el centro del cauce hasta margen izquierdo. Con AF.			
44	674833	4616512	I	+	++			+				+++	80	10	En el tramo se observa algo de Po cerca del puente. Punto a la izquierda aguas abajo del puente de la autovía, con Po y algo de Pf.			
45	674320	4615964	I	+	++					+		+++	70	10	Matas de Po en el tramo, con AF y Az en las orillas. Punto en pequeña área a la izquierda.	2.490	180	25,6
46	673642	4615694	I		++			+				+++	90	10	En el tramo se observa Ce, Pf, Pc. En el punto hay mucho Po y alguna mata de Pf.			
47	673407	4614858	I		++							+++	50	20	En tramo hay extensión de Po en el centro y margen izquierdo con AF en zonas poco profundas. En el punto hay extensiones de Po.			
48	674102	4614972	I	+	++	+		+		+	+	++	70	10	Tramo con poca abundancia, solo Po y AF. En el punto domina Po y hay matas de muchas especies de macrófitos (elevada diversidad).			
49	674303	4615012	I		++			+				+++	80	30	En el tramo, matas dispersas de Po, Pf y Pc. En el punto hay apenas Po y AF.			
50	674447	4615041	D	++	++							++	70	10	En tramo solo hay algunas matas de Po y AF. En el punto, hay una pequeña acumulación de macrófitos bajo el rápido.			
51	674681	4615184	I	+	++	+		+				++	70	20	En tramo hay matas de Po y AF. En el punto domina Po y hay Az.			
52	674929	4615116	D	+	++	+		+				+	60	10	En el tramo hay una gran extensión de Po y especies asociadas. El punto es una pequeña extensión de macrófitos en el margen derecho			
53	675157	4615066	D	+	++	+		+				++	70	15	En el tramo hay una gran extensión de Po en el margen derecho. El punto es una zona de macrófitos extensa.			
54	675412	4614909	D	+	+++	+		+		++	+	+++	80	40	El tramo es una extensión de lo que hay en el punto y que continua hasta el punto 55.			
55	675587	4614650	D		++			+		+		++	70	40	Todo es la misma mancha de macrófitos.			

Resultados del seguimiento de macrófitos en el río Ebro en Zaragoza

Po: *Potamogeton pectinatus*

Pn: *Potamogeton nodosus*

My: *Myriophyllum spicatum*

AF: *Algas filamentosas*

Pc: *Potamogeton crispus*

Pf: *Potamogeton cf. perfoliatus*

Le: *Lemna minor*

Ce: *Ceratophyllum demersum*

Az: *Azolla*

Pto.	UTMX	UTMY	margen	Az	Po	Pc	Pn	Pf	My	Ce	Le	AF	cobertura %	Cobertura Tramo %	comentario	COND. µS/cm	D.S. cm	Temperatura °C
56	675763	4614468	D	+	++			+		+		++	40	20	En el margen derecho del tramo hay Po y Az. En el punto hay matas dispersas de Po.			
57	675949	4614330	D	+	++							+++	80	25	Presencia de Po a la derecha y aguas abajo de la isla. En el tramo se observan matas dispersas de Po en las zonas de corriente y en el margen derecho.			
58	676067	4614335	I	+	++			+		+		++	50	25	En el tramo hay matas dispersas de Po en el cauce. En el punto hay menor densidad, domina Po.			
59	676437	4614250	I									++	0	20	En el tramo hay matas dispersas de Po, Ce, Pf, en el punto el fondo esta cubierto por AF (90%) y no hay macrófitos.			
60	676572	4614253	I		++	+			+	+		+	60	5	En el tramo se observan AF y matas dispersas de Ce y Po. La misma mancha sigue hasta el punto 62.			
61	676710	4614227	I	+	+	++	+	+		+++	+	++	70	40	En el tramo se observan AF y matas dispersas de Ce y Po. La misma mancha de macrófitos sigue hasta el punto 62.			
62	676951	4614175	I	+	++	+	+	+		+	+	+	80	35	En el tramo se observan AF y matas dispersas de Ce y Po. La misma mancha sigue hasta el punto 62.			
63	677029	4613996	D		+	+			+			+	40	70	El punto de muestreo corresponde a una pequeña mancha de macrófitos en el margen derecho.			
64	677110	4614053	C	+	+	++		+	+			+	60	60	El punto esta junto a la isla (antes).			
65	677189	4614024	C	+	++	+						++	60	40	El punto esta junto a la isla (después).			
66	677485	4613871	D		+	+			+	++		++	100	20	Matas en el remanso que hay después de las isletas, aguas abajo del triple puente. En el tramo se observan algunas matas de Po, Pf, Ce y Pc.	2.500	180	25,2
67	678500	4613483	I		+							+++	10	Azud	Algunas matas dispersas aguas abajo del Azud.			
68	679059	4613410	I	+	++					+		+++	20	10	Matas dispersas de Po con AF en el tramo y en punto.			
69	679424	4613299	C		++					+		++	25	10	En el tramo hay matas dispersas de Po y AF. En punto esta debajo de la isla.			
70	679988	4613183	D	+	+							+++	10	20	En el tramo hay matas de Po en el medio del cauce. En el margen izquierdo cambia el color del agua (huele a papelera). En el punto hay poca abundancia de Po y en las zonas someras mucha AF.			
71	670351	4612259	D	+	+		+	+				++	40	10	En el tramo hay filamentosas en las zonas someras y matas dispersas de Po, Pc, Pn, Pf y Ce. El punto esta localizado aguas abajo de vertido y es una mancha de macrófitos en el margen derecho.	2.480	180	24,5

Resultados del seguimiento de macrófitos en el río Ebro en Zaragoza

Po: *Potamogeton pectinatus*

Pn: *Potamogeton nodosus*

My: *Myriophyllum spicatum*

AF: *Algas filamentosas*

Pc: *Potamogeton crispus*

Pf: *Potamogeton cf. perfoliatus*

Le: *Lemna minor*

Ce: *Ceratophyllum demersum*

Az: *Azolla*

Pto.	UTMX	UTMY	margen	Az	Po	Pc	Pn	Pf	My	Ce	Le	AF	cobertura %	Cobertura Tramo %	comentario	COND. µS/cm	D.S. cm	Temperatura °C
72	670232	4612055	D	+	+	+		+		++		+++	60	5	En el tramo hay matas dispersas de Po y Pf. En el punto hay una elevada diversidad de macrófitos (mancha a la derecha)			
73	680294	4611958	I	+	++			+		+		+++	30	10	El tramo es la distancia entre las 2 orillas. En el punto hay matas de Po y Ce cubiertas por filamentosas.			
74	680137	4611654	C	+	+			+				++	30	30	En el tramo hay matas de Po y Pf. El margen izquierdo es poco profundo.			
75	680030	4611376	C-D	+	++	+		+		+	+	+	40	10	En el tramo hay Po en zona de corriente. El punto es una zona extensa aguas abajo del puente. Hay mucha diversidad pero poca cobertura.			
76	679916	4610639	D		++	+		+		+		+	70	15	Matas dispersas de Po, Pc, Ce, Pn y Pf entre el centro del cauce y la margen derecha. Punto de muestreo amplio, con matas de Po, Pc y Ce en elevada densidad.			
77	680257	4610127	I		+	+				++		+	70	15	En el tramo hay Po en las zonas de corriente y Pc en las zonas con menos corriente. En el punto hay matas de Ce y Pc.			
78	680573	4609942	I			++							25	25	En el tramo hay matas de Pn, Pc, Pf, Po y Ce. En punto esta localizado en una zona de corriente, solo hay Po.			
79	681133	4609497	D		+	+				+		+	70	20	En el tramo, matas dispersas de Po y Ce, en las zonas menos profundas aparece Pn. El punto esta localizado a la derecha, en una zona de remanso con poca profundidad.			
80	683187	4608459	I	+	+	+				++	++	+	30	10	En el tramo se observa un vertido, hay matas de Po, Pf y AF (izquierda). El punto esta en zona de remanso, se observa Lemna.			
81	683547	4608296	I		++	+		+		+	+	+	50	10	En el tramo hay Po y Lemna. Punto de muestreo extenso (100m aprox.) en la margen izquierda, en el que domina Po y Lemna en las orillas.			
82	683940	4608357	D		++					+			10	10	En el tramo hay matas dispersas de Po. El punto esta en zona de rápidos a la derecha (matas de Po)			
83	684109	4608307	D		++	+				+	+	+	80	20	En el tramo se observa Lemna, Po, Pc y Ce. El punto está en zona de remanso al final de la isla. Domina la presencia de Po.			
84	684325	4608241	D		++	+				+	++		40	20	En el tramo hay mancha extensas de Lemna (remansos) y matas de Po y Ce. En el punto también hay mucha Lemna y matas dispersas de Po, Pc y Ce.			
85	684698	4608000	D	+	++	+		+		+	+		80	30	En el tramo se observan matas de Po, Pc y Ce y Lemna. En el punto se observa en primero plano Po, y en segundo plano Ce. Hay mucha Lemna.			

Resultados del seguimiento de macrófitos en el río Ebro en Zaragoza

Po: *Potamogeton pectinatus*

Pn: *Potamogeton nodosus*

My: *Myriophyllum spicatum*

AF: *Algas filamentosas*

Pc: *Potamogeton crispus*

Pf: *Potamogeton cf. perfoliatus*

Le: *Lemna minor*

Ce: *Ceratophyllum demersum*

Az: *Azolla*

Pto.	UTMX	UTMY	margen	Az	Po	Pc	Pn	Pf	My	Ce	Le	AF	cobertura %	Cobertura Tramo %	comentario	COND. µS/cm	D.S. cm	Temperatura °C
86	685001	4607641	I		++					+	++		40	25	En el tramo, matas de Po, Pf, Ce y Pc. En el punto hay Po y mucha Lemna.			
87	685381	4607399	I		++					+	+		40	20	En el tramo, matas dispersas de Po, Ce, Pc, Pf y Lemna. En el punto, antes de rápidos, hay Po y Lemna.			
88	686237	4607441	D		++	+		+		+	+		60	15	En la zona de rápidos y aguas abajo de los mismos hay Po, Ce y Pf. Hay también Pc y Lemna. El punto es una gran extensión de Po sumergido.			
89	686600	4606256	I		++						+	+	80	5	En el tramo, matas de Po, Pc y Ce dispersas, también hay Lemna y Azolla. Punto localizado en medio de zona de rápidos, a la izquierda.			
90	686816	4606026	I		+	+				+			20	30	Se observa Po y AF en el tramo. En una zona de remanso hay una gran extensión de Lemna. El punto es una pequeña aglomeración de macrófitos a la izquierda.			
91	687888	4606545	I		++					+	+	+	90	20	Se observa en el tramo Lemna, Po, Azolla, Ce Pc. El punto está a la izquierda de la isla.			
92	688543	4605911	D		++	+				+	+		50	10	En el tramo hay grandes praderías de Po con matas de Ce y Lemna en los remansos. En el punto prácticamente toda la cobertura corresponde a Po.			
93	688725	4605165	I	+	++	+		+		+	++	+	60	50	En el tramo se observa Po, Lemna y Azolla y una gran extensión de Ce en el margen izquierdo. En el punto hay mucho Po y matas de Ce, Pc, Pf cubiertos por Lemna.			
94	689350	4604717	I	+	++					+	+	+	40	10	En el margen izquierdo del tramo hay Po, AF y Ce. El punto esta a la derecha de la isla, margen izquierdo.			
95	689736	4604685	D		++							+	50	40	El tramo, en el lado derecho de la isla, tiene matas de Po, Ce y Pc. En el punto solo hay una pradería de Po (zona de corriente).			
96	690383	4604899	C	+				+	++	+	+		70	10	Se observa en tramo mucha diversidad de macrófitos: Po, Ce, Lemna, Azolla, Pc, My y AF. El punto esta en el margen derecho de la isla.			
97	690599	4604787	D	+	+	+		+	++	++	+	+	80	20	En el tramo hay matas de Ce, My, Po, Pc, Pf y Lemna. El punto de muestreo comprende un tramo de unos 500m en la margen derecha. Predomina My y Ce, también hay Po y Pc.			
98	691648	4604644	I	+	+	+	+		+		+	++	60	20	Se mantiene la elevada diversidad en el tramo con matas de Pc, My, Ce, Pf, Po y Lemna. El punto, localizado en el margen izquierdo, tiene la misma diversidad.			

Resultados del seguimiento de macrófitos en el río Ebro en Zaragoza

Po: *Potamogeton pectinatus*

Pn: *Potamogeton nodosus*

My: *Myriophyllum spicatum*

AF: *Algas filamentosas*

Pc: *Potamogeton crispus*

Pf: *Potamogeton cf. perfoliatus*

Le: *Lemna minor*

Ce: *Ceratophyllum demersum*

Az: *Azolla*

Pto.	UTMX	UTMY	margen	Az	Po	Pc	Pn	Pf	My	Ce	Le	AF	cobertura %	Cobertura Tramo %	comentario	COND. µS/cm	D.S. cm	Temperatura °C
99	682056	4604953	D	+	+				++	+	+		70	<5	En el tramo, ya embalsado, hay muy pocos macrófitos, apenas alguna mata dispersa de My y Lemna. En el punto se observa también Po en poca cantidad.			
100	692604	4604540	D		+			+	++		+		40	<5	En el tramo se observa Azolla, Lemna y Ce. Punto de muestreo es junto al azud.			
101	693122	4604291	D		++			+	+	+	+	+	50	80	Tramo aguas abajo de la presa, por la derecha. Se observan elevadas densidades de macrófitos: Po, Ce, My y Pf. Punto aguas abajo del canal de salida de azud.			
102	693619	4603463	I	+	++	++				++	+	+	70	10	En el tramo hay Lemna, Po, Pc, My y Ce. El punto está aguas abajo del puente.			
103	693572	4603200	I	+	++	+			+	+	+	+	50	25	En el tramo se observa Po y Lemna. El punto, justo debajo de rápidos, tiene sobretodo Po.			
104	693829	4602899	I	+	++	+			+	+	+	+	60	25	En el tramo y en el punto se observa una elevada diversidad que incluye las especies Ce, Lemna, Azolla, Pc, Po, Pf, My.	2.640	230	24,6
105	694627	4602790	I		++	+				+	+	+	50	40	Se mantiene una elevada diversidad en el tramo (Pf, My, Pc, Po, Az, Ce, Lemna) junto al margen izquierdo. El punto esta aguas abajo de vertidos industriales de papeleras.			
106	694846	4602776	D		++								60	50	Se observan matas dispersas de Po, Pc, Ce y My. En el Po, hay material en suspensión debido a los vertidos industriales. Solo se observa Po.			
107	695367	4603122	C		++					+			40	10	Solo Po y Lemna en el tramo. En el punto de muestreo hay solo Po (centro).			
108	696197	4603451	D		++					+			70	60	En el tramo, matas dispersas de Po en centro y Ce a la derecha. En el punto también hay Po y algo de Ce.			
109	696459	4603757	I		++	+				+	+		40	25	En el tramo, hay Po y Lemna. En el punto hay matas dispersas de Po, Ce, Pc.			
110	697262	4602997	D	+	++	+		+		+	++	+	60	15	Tramo muy uniforme. Se observa Po en los márgenes y zonas menos profundas y matas de Pc y Ce. Hay también Az y Le. Punto localizado a la derecha después de un rápido.			
111	697873	4602535	I	+	++					+	+		60	30	En el tramo hay Le, Ce, Pc, Po, Az. El punto esta antes de unos árboles caídos en el cauce.			
112	698228	4602717	D	+	++	+				+	+		60	50	En el tramo y punto hay una zona extensa de macrófitos con las especies Po, Az, Pc, Ce, Le.			
113	698411	4603140	I		++					+	+	+	70	30	En el tramo hay Le, Az y matas dispersas de Po y Ce. En el punto hay grandes extensiones de Po.			
114	699266	4603199	D	+	++	+		+		+	+	+	60	25	Grandes extensiones de Po en el tramo. También se observa Le y Az. En el punto continua la gran densidad de Po.			

Resultados del seguimiento de macrófitos en el río Ebro en Zaragoza

Po: Potamogeton pectinatus

Pn: Potamogeton nodosus

My: Myriophyllum spicatum

AF: Algas filamentosas

Pc: Potamogeton crispus

Pf: Potamogeton cf. perfoliatus

Le: Lemna minor

Ce: Ceratophyllum demersum

Az: Azolla

Pto.	UTMX	UTMY	margen	Az	Po	Pc	Pn	Pf	My	Ce	Le	AF	cobertura %	Cobertura Tramo %	comentario	COND. $\mu\text{S/cm}$	D.S. cm	Temperatura °C
115	699523	4602059	D	+	++	+				+	+	+	60	60	Zona extensa de Po en todo el cauce. Se observa a la derecha Le, Ce, Az y Pc. El punto esta localizado a la derecha de la isla, antes del rápido.			
116	700200	4602270	I		++	+					+	+	60	70	Hay matas dispersas de Po y Le hasta la zona en que Po cubre todo el cauce.			
117	701792	4601076	I		++					+			60	30	Extensiones en que Po cubre todo el cauce con Pf y Azolla, intercaladas con grandes extensiones sin macrófitos.			

Apéndice III: FOTOS



Punto 1. 26 de julio de 2012. Margen derecho. *Potamogeton pectinatus* cubierto por algas filamentosas.

Punto 2. 26 de julio de 2012. Detalle de una mata de *Potamogeton cf. perfoliatus*.



Punto 3. 26 de julio de 2012. Margen izquierdo. Matas de *Potamogeton pectinatus* y *Ceratophyllum demersum* cubiertas por algas filamentosas.

Punto 5. 26 de julio de 2012. Margen izquierdo. Matas de *Potamogeton pectinatus* cubiertas por algas filamentosas.



Punto 6. 26 de julio de 2012. Margen derecho. Detalle de *Azolla filiculoides*.

Punto 16. 26 de julio de 2012. Margen derecho. Matas de *Potamogeton pectinatus* cubiertas por algas filamentosas.



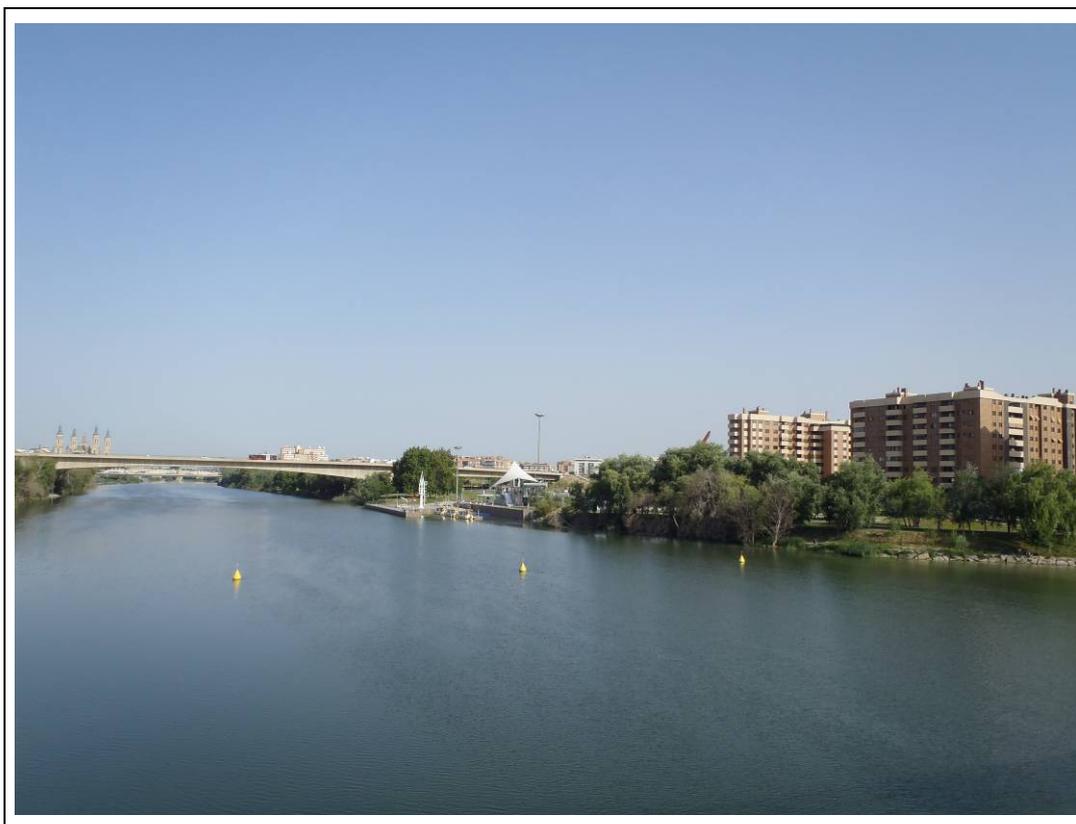
Punto 25. 26 de julio de 2012. Margen derecho. Matas de *Ceratophyllum demersum* y *Potamogeton nodosus*.

Punto 25. 26 de julio de 2012. Margen derecho. Detalle de *Potamogeton nodosus*.



Punto 28. 26 de julio de 2012. Margen derecho. Detalle de algas filamentosas.

Punto 40. 26 de julio de 2012. Margen izquierdo. Matas de *Potamogeton pectinatus* cubiertas por algas filamentosas.



Punto 48. 26 de julio de 2012. Margen izquierdo. Matas de *Potamogeton pectinatus* y de *Ceratophyllum demersum* cubiertas por algas filamentosas.

Azud de Zaragoza, aguas arriba, zona central. 27 de julio de 2012.



Azud de Zaragoza, aguas abajo, zona central. 27 de julio de 2012.

Punto 71. 27 de julio de 2012. Margen derecho. Detalle de matas de *Potamogeton cf. Perfoliatus*.



Punto 77. 27 de julio de 2012. Margen izquierdo. Detalle de matas de *Ceratophyllum demersum*.

Punto 80. 27 de julio de 2012. Margen izquierdo. Aglomeración de *Lemna minor*.



Punto 96. 27 de julio de 2012. Detalle de matas de *Myriophyllum spicatum*.

Punto 107. 27 de julio de 2012. Detalle de matas de *Potamogeton pectinatus* cubiertos con material orgánico.



Punto 115. 27 de julio de 2012. Detalle de matas de *Potamogeton pectinatus* cubriendo todo el cauce.

**Apéndice IV: CARACTERIZACIÓN PREVIA DE LAS ZONAS DE
CORTE**

A continuación se presentan los resultados de la visita de las zonas previstas para la ejecución de una corta experimental de macrófitos sumergidos en el cauce del río Ebro en la zona urbana de Zaragoza, realizada los días 26 y 27 de julio de 2012 por el personal especializado de URS.

ZONA DE LA PASARELA DEL VOLUNTARIADO (MARGEN DERECHA):

Se han caracterizado tres sectores con presencia de macrófitos sumergidos, tal y como se presenta en la siguiente figura.



- En el **sector A1**, fondo con cantos rodados con profundidades entre 0,5 y 1,5 m, la mancha de macrófitos cubre una extensión aproximada de 120x50 m, con una

cobertura del 70%. La especie dominante es *Potamogeton pectinatus*, acompañada por *Potamogeton crispus*, *Potamogeton perfoliatus* y *Azolla filiculoides*. También hay gran cantidad de algas filamentosas (*Cladophora* sp., *Spirogyra* sp. y *Enteromorpha* sp.) recubriendo el fondo y parte de los macrófitos sumergidos.

- En el **sector A2**, fondo con cantos rodados y bolos con profundidades entre 0,4 y 1 m. La mancha tiene una extensión aproximada de 180x70 m, con una cobertura del 80%. La especie dominante es *P. pectinatus*, acompañada por matas dispersas de *Ceratophyllum demersum*, *P. crispus*, *P. perfoliatus*, *A. filiculoides* y *Lemna minor*. También con muchas algas filamentosas.
- En el **sector A3**, la mancha se extiende por el margen derecho hasta cerca del siguiente puente con una cobertura del 70%. La especie dominante sigue siendo *P. pectinatus*, acompañada de *C. demersum*. También hay muchas algas filamentosas.

ZONA DE HELIOS (MARGEN IZQUIERDA):

Los sectores donde se ha identificado acumulación de macrófitos en esta zona se presentan en la siguiente figura.

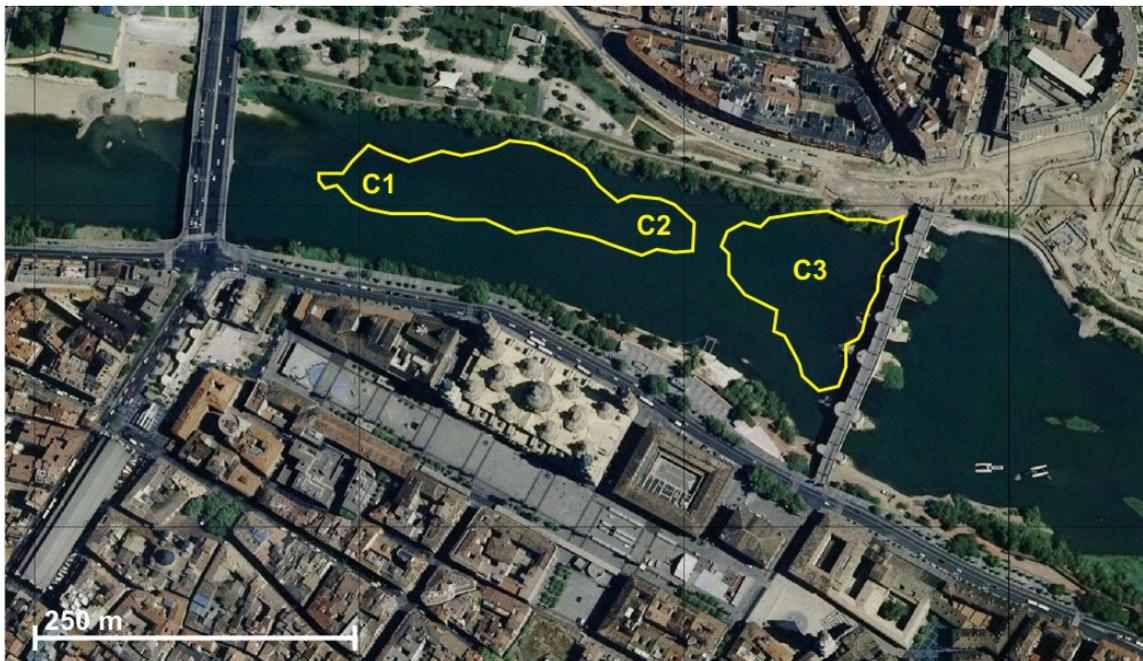


- En el **sector B1**, un fondo de cantos rodados y algunos bolos que alberga una mancha de macrófitos sumergidos de aproximadamente 150x40 m, con una cobertura del 50%. La especie dominante es *P. pectinatus*, acompañada de *C. demersum*, *P. perfoliatus* y *A. filiculoides*. También hay una importante presencia de algas filamentosas (siempre las mismas tres especies).
- En el **sector B2**, el fondo es parecido, pero la cobertura es mucho inferior, con matas dispersas de macrófitos que evolucionan del 20 al 10% a medida que nos desplazamos aguas abajo. Las especies presentes son *P. pectinatus*, *C. demersum* y *P. perfoliatus*. También se observan algas filamentosas.

Delante de la rampa de Helios casi no hay presencia de macrófitos sumergidos.

ZONA DEL PUENTE DE PIEDRA (MARGEN IZQUIERDA):

La presencia de macrófitos sumergidos en este tramo se concentra en la zona centro-izquierda del cauce y la zona somera cercana al puente, tal y como se presenta en la siguiente figura.



- En el **sector C1**, una zona somera con cantos rodados y arena, con una mancha de macrófitos sumergidos de aproximadamente 250x50 m, con una cobertura del 50%.

Las especies dominantes son *P. pectinatus* y *P. crispus*, acompañadas de *C. demersum* y *Myriophyllum spicatum*.

- En el **sector C2**, el sustrato de cantos gravas y arenas se encuentra cubierto por macrófitos sumergidos en un 70%. La especie dominante es *C. demersum*, acompañado de *M. spicatum*, *P. crispus* y *P. pectinatus*. Al final de este sector aparece una pequeña área colonizada por *Potamogeton nodosus*. También se observan acumulaciones de *A. filiculoides*.
- En el **sector C3**, la mancha de macrófitos sumergidos se va ensanchando hasta las inmediaciones del puente de Piedra, con una cobertura cercana al 60%. En el lado sur de este sector (margen derecha) la densidad es algo menor. La especie más abundante es *P. pectinatus*, acompañado por *P. crispus*.