

# LA VEGETACIÓN DE RIBERA DE LOS RÍOS ÉSERA Y CINCA EN EL TRAMO AFECTADO POR EL VACIADO DEL EMBALSE DE JOAQUIN COSTA

Jorge Alcázar y Isabel Ferrán

Departament de Medi Ambient i Ciències del Sol (E.T.S.E.A.). Universitat de Lleida. Av. A. Rovira Roure, 177. 25 198 - Lleida.

## RESUMEN

Con motivo de la colmatación parcial del embalse de Joaquín Costa e inutilización de las compuertas de fondo, se procedió al dragado y posterior vaciado del embalse para la reparación de dichas compuertas. El presente trabajo tiene como objeto analizar los efectos que el mencionado vaciado pudiera ocasionar sobre la vegetación de ribera del río Ésera aguas debajo de la presa del embalse y su desembocadura en el río Cinca. Los resultados obtenidos muestran que los efectos del propio vaciado sobre la vegetación ripícola son mínimos. No se apreciaron cambios sustanciales en las comunidades de especies leñosas, aunque sí se produjeron pequeños incrementos en la presencia de especies helófitas debido a la acumulación de materiales finos en las zonas de sedimentación de carácter temporal, desapareciendo con las primeras crecidas del río posteriores al dragado y vaciado. Por el contrario, las obras auxiliares que se realizaron para la recuperación de los peces del embalse sí que causaron importantes efectos ambientales, destruyendo gran parte de la vegetación de ribera precisamente donde ésta era más abundante y se encontraba en un buen estado de conservación.

Palabras clave: dragado de embalses. vaciado de embalses. impacto ambiental, vegetación de ribera.

## ABSTRACT

*The dredging and draining of Joaquín Costa (Barasona) reservoir was planned in order to reduce the amount of sediments accumulated within the reservoir and also to repair the bottom spillgate. This paper shows the effects of such action on riparian vegetation of Ésera and Cinca rivers. The effects of dredging and draining of Joaquín Costa (Barasona) reservoir on the riparian vegetation were minimum. There were no significant changes in composition and structure of woody plant communities. Sedimentation processes of fine materials produce a temporary effect on local increment of reeds. Nevertheless, auxiliary works to recover the fish coming from the reservoir produced important environmental effects, destroying riparian vegetation where it was abundant and well conserved.*

*Key words: reservoir dredging, reservoir flushing, environmental impact assessment, riparian vegetation.*

## INTRODUCCIÓN

La Confederación Hidrográfica del Ebro detectó en 1993 la necesidad de llevar a cabo un proyecto de rehabilitación de los desagües de fondo del embalse de Joaquín Costa (Barasona).

La justificación de esta actuación radicaba en la necesidad de reparar las compuertas de fondo de la presa (mecanismos de apertura y cierre) y de retirar los sedimentos acumulados en el fondo, con el objetivo de asegurar la funcionalidad del embalse (riego y regulación de avenidas), y la propia seguridad de la presa.

El proyecto en su totalidad consta de cuatro fases: un dragado inicial de los sedimentos acu-

mulados cerca de la presa (1994) seguido de tres vaciados totales del embalse (1995, 1996 y 1997) que permitan los trabajos de reparación y sustitución de las compuertas de fondo.

Debido a la naturaleza y características del proyecto, la actuación que se pretendía realizar era susceptible de causar daños medioambientales significativos sobre el dominio público hidráulico, por lo que siguiendo lo establecido en el artículo 239 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, la Confederación Hidrográfica del Ebro encargó un estudio de los posibles efectos ambientales de tal actuación a distintos grupos de técnicos que se han centrado en los diversos factores del medio potencialmente afec-

tables. En particular, uno de estos factores sería la vegetación de ribera.

La ribera, definida en la Ley de Aguas de 8 de agosto de 1985 como la faja lateral de los cauces públicos situada entre el nivel de aguas bajas y el de crecidas ordinarias, tiene un papel fundamental dentro de los sistemas naturales, reportando beneficios tanto al ecosistema terrestre como al acuático a los que está ligada. Entre estos beneficios cabe citar: mejora de la calidad de las aguas que circulan por el cauce al actuar de filtro verde, regulación de la temperatura del agua (Tims, 1994), estabilización de los márgenes (González del Tánago y García de Jalón, 1995), creación de hábitats faunísticos para numerosas especies tanto terrestres como acuáticas aportando refugio y alimento a las mismas (Stocek, 1994; Hooper, 1994), así como la creación de zonas con un gran interés recreativo y paisajístico (Fitton, 1994).

Los ecosistemas de ribera son sistemas frágiles y altamente sensibles a las alteraciones. La composición florística, estructura y distribución de la vegetación de ribera vienen condicionadas, además de por las características propias del lugar en cuanto a tipo de suelo, temperatura y precipitación, por el régimen hidrológico del río (frecuencia y magnitud de crecidas, procesos de erosión y sedimentación, oscilación de la capa freática, etc.). Cualquier modificación, de tipo natural o artificial, en alguno de estos factores tiene una respuesta rápida en las características de la vegetación de ribera. No obstante, al cesar la alteración y volver a las condiciones iniciales, el ecosistema normalmente también se recobra de una forma rápida debido a que son unos sistemas muy dinámicos. Los posibles impactos causados, por tanto, adquieren en general un carácter reversible.

Las afecciones y/o cambios más significativos esperables *a priori* sobre la vegetación de ribera como consecuencia del vaciado fueron de tres tipos:

1. El incremento del volumen de agua que iba a circular por el cauce podría arrancar, transportar y, en definitiva, redistribuir los materiales del sustrato del cauce y de la ribera desestabilizando las márgenes y orillas donde se establece la vegetación ripícola.

2. La cantidad de agua circulante por el río durante el vaciado, equivalente a situaciones de avenida, podría arrancar y arrastrar la vegetación de ribera a su paso.

3. El agua procedente del embalse estaría cargada de sedimentos, y éstos se depositarían aguas abajo modificando la morfología del río y las riberas en las zonas de menor pendiente y con mayor capacidad de retención de sedimentos (zonas de sedimentación). La redistribución de los sedimentos vendría condicionada por la granulometría de los mismos y el caudal circulante, ya que éste marcaría el régimen de velocidad de las aguas y, en último término, la localización de los procesos erosivos y de sedimentación que pudieran tener lugar.

En la actualidad a estos ecosistemas se les considera seriamente amenazados pues, a nivel peninsular, el número de riberas en buen estado de conservación es muy bajo. Esta situación tiene su explicación en el hecho de que históricamente las riberas han venido sufriendo serias alteraciones por parte del hombre, fundamentalmente como consecuencia de las actividades agrícolas y de la regulación de caudales.

Se puede concluir, por tanto, que la necesidad de estudiar la ribera queda ampliamente justificada si al hecho de su incuestionable valor ecológico (además de las funciones que desempeñan, las riberas son medios de una elevada riqueza y variedad, en cualquier caso, siempre mayor que la de los medios adyacentes) le unimos el de su escasa representación y el de ver amenazada su conservación en un gran número de ocasiones.

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar los principales efectos ambientales producidos por el dragado inicial y primer vaciado total del embalse de Barasona sobre la vegetación de ribera aguas abajo de la presa. Estas dos fases se consideraron *a priori* las más traumáticas sobre el medio ambiente, y como fruto de su seguimiento se han podido establecer posibles efectos indeseables de los dos últimos vaciados, que en cualquier caso deben ser de menor entidad que los ya producidos.

## METODOLOGÍA

Para la realización de el presente estudio se llevaron a cabo tres campañas de muestreo: una campaña inicial en Junio de 1994 donde se caracterizó la situación preoperacional, es decir, la composición y estructura de la vegetación de ribera antes de llevar a cabo las actuaciones; una

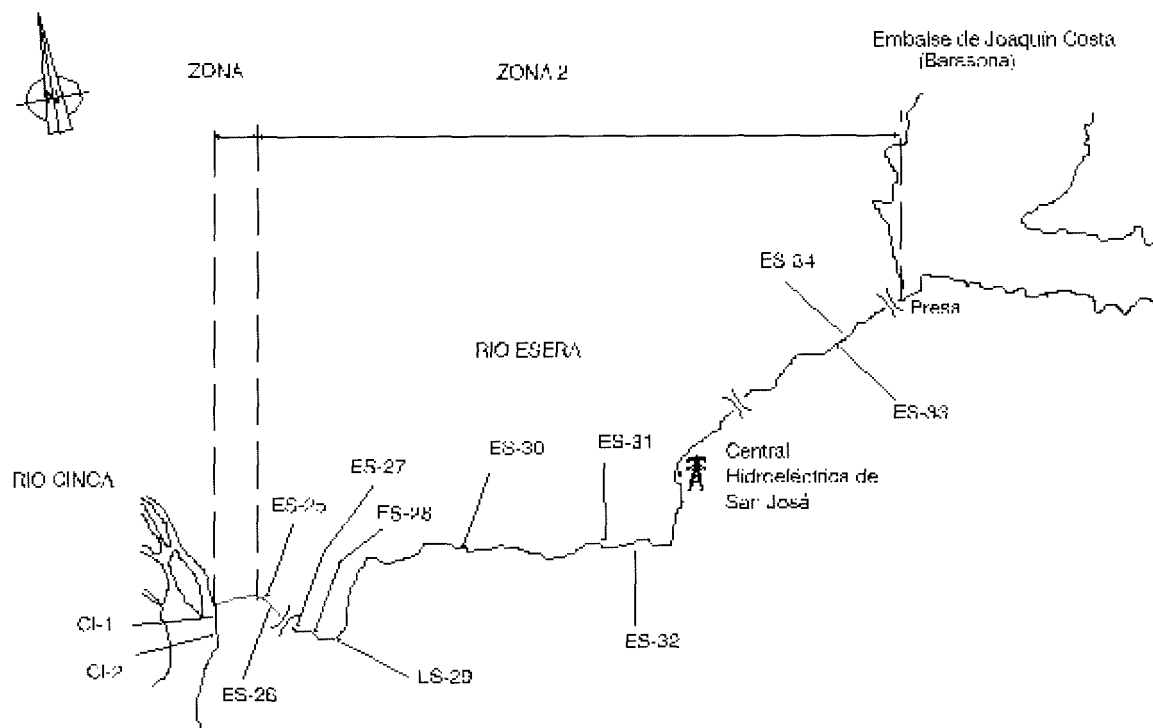


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo. *Location of the sampling points.*

segunda campaña de muestreo en Junio de 1995 y posterior al dragado inicial para conocer los posibles efectos de éste; y una tercera campaña de muestreo en Julio de 1996 posterior al primer y más traumático vaciado para analizar sus efectos.

La zona objeto de estudio comprendía el tramo del río Ésera, en el cual está situado el embalse de Barasona, desde la presa hasta su desembocadura en el río Cinca, así como el primer tramo de éste aguas abajo de dicha desembocadura.

La técnica de muestreo utilizada para caracterizar la vegetación de ribera ha sido el método de los transectos transversales (Platts *et al.*, 1983). Los transectos muestreados fueron fijos, siendo el área muestreada variable para cada uno de ellos. La anchura, tomada en sentido longitudinal (paralelo al eje del río), fue de 5 metros (2.5 m a cada lado del eje transversal al eje del río que señala la localización del transecto), y el largo, en sentido transversal, fue tomado en función de la anchura de soto existente (con un máximo de 25 m).

Para el diseño y localización de estos transectos se han tenido en cuenta las inspecciones previas realizadas a la zona de estudio. En este sentido, se pudieron observar dos zonas claramente diferenciadas en el río Ésera en cuanto a características de la vegetación de ribera se refiere:

- Una zona, que comprende el tramo que va desde la desembocadura del río Ésera en el Cinca hasta un poco más abajo del puente de Olvena (Zona 1). La longitud de este tramo es aproximadamente de unos 400 m.

- Y otra, que comprende el resto de la zona de estudio, es decir desde el mencionado punto hasta la presa (Zona 2). La longitud de esta zona es aproximadamente de 7 Km.

En la Zona 1, la vegetación de ribera se encuentra dispuesta de una forma continua, lo que permitió la realización de un muestreo sistemático. Los transectos muestreados se localizaron, en esta zona, cada 20 metros y el número de transectos muestreados fue de 24 (ES-1 a ES-24).

La Zona 2, por el contrario, presenta una morfología más abrupta y el cauce del río se encuentra encajonado en muchos tramos. La vegetación de ribera se encuentra dispuesta de forma discontinua, ya que en muchos tramos su presencia se ve limitada por la existencia de paredes rocosas. Por ello, el muestreo se realizó en esta zona de forma estratificada, y los transectos fueron localizados en los distintos tramos en que la vegetación de ribera tenía una presencia significativa. El número de transectos muestreados fue de 10 (ES-25 a ES-34).

En el río Cinca, se establecieron únicamente dos transectos ya que se consideró que la afección a la vegetación de ribera únicamente podría tener un impacto significativo en las cercanías de la desembocadura del río Ésera.

En la figura 1 se muestra, de forma esquemática, la localización de los puntos de muestreo.

En cada transecto o estación de muestreo se describió y caracterizó la vegetación de ribera en función de una serie de parámetros, como son la anchura de la ribera, estrato de vegetación dominante, sombra de la vegetación sobre el cauce, y especies presentes así como su altura media, estrato al que pertenecen, sociabilidad y cobertura (Alcázar y Ferrán, 1997).

## RESULTADOS

### Situación preoperacional

La zona de estudio contiene una vegetación correspondiente a las saucedas arbustivas de bosques ribereños mediterráneos, con el *Salix elaeagnos*, *Salix purpurea* y *Coriaria myrtifolia* como especies más abundantes (Tablas 1, 2 y 3). Estas formaciones vegetales son características de ríos donde el régimen no es muy regular o el curso fluvial no se encuentra estabilizado, como es el caso que nos ocupa al estar alterado el régimen hidrológico natural del río. En estas circunstancias, los sauces colonizan las gravas fluviales (muy abundantes en el tramo final del río Esera y río Cinca) y ocupan las zonas de inundación o crecida de los ríos. El estrato arbóreo, compuesto principalmente por *Populus nigra*, está presente a lo largo de prácticamente la totalidad de la ribera, aunque de forma discontinua y en menor representación de la que correspondería a una comunidad vegetal madura.

**Tabla 1.** Variaciones en la composición florística de la zona 1 del río Ésera en las distintas campañas de muestreo. *Differences in vegetation composition for the three field seasons for the Ésera river (zone 1).*

ESPECIE	1er Muest.	2º Muest.	3er Muest.
<b>E. ARBÓREO</b>			
<i>Populus nigra</i>	96	92	88
<i>Pinus sylvestris</i>	4	4	4
<i>Ficus carica</i>	4	4	4
<i>Ailanthus altissima</i>	4	4	
<b>E. ARBUSTIVO</b>			
<i>Coriaria myrtifolia</i>	96	92	88
<i>Salix purpurea</i>	96	88	88
<i>Salix elaeagnus</i>	92	84	76
<i>Rubus sp.</i>	52	100	40
<i>T. cf. canariensis</i>	44	24	16
<i>Rosmarinus officinalis</i>	32	24	8
<i>Juniperus oxycedrus</i>	24	24	4
<i>Rhamnus alaternus</i>	24	28	20
<i>Genista scorpius</i>	12	4	
<i>Viburnum tinus</i>	12	28	24
<i>Thymus vulgaris</i>	12	16	4
<i>Juniperus phoenicia</i>	8	8	
<i>Rosa sp.</i>	4		
<i>Salix alba</i>	4		
<b>E. HERBÁCEO</b>			
<i>Dittrichia viscosa</i>	84	92	80
<i>Lythrum salicaria</i>	80	80	48
<i>D. pentaphyllum</i>	48	44	16
<i>Euphorbia sp.</i>	24	44	24
<i>Asparagus acutifolius</i>	16	24	12
<i>Rubia peregrina</i>	12	16	16
<i>Daphne gnidium</i>	8	16	4
<i>E. cannabinum</i>	8	24	20
<i>Melilotus alba</i>	4	8	
<i>Brachypodium sp.</i>		12	4
<i>Equisetum arvense</i>		12	
<i>Lonicera implexa</i>		4	4
<i>Lonicera etrusca</i>		4	
<i>Helycrissum stoechas</i>		4	
<b>HELÓFITAS</b>			
<i>Scirpus holoschoenus</i>	84	80	8
<i>Juncus sp.</i>	84	84	12
<i>Typha latifolia</i>	60	56	8
<i>Phragmites australis</i>	36	48	4
<i>Carex hispida</i>	12		
<i>Schoenus nigricans</i>	4	32	
<i>Arundo donax</i>	4		
<i>Cyperus rotundus</i>	4	20	

La Zona 1 del río Ésera está caracterizada por un valle abierto con una amplia llanura de inundación que permite que la ribera sea bastante extensa y diferenciada de la de los alrededores. Los suelos son de origen aluvial, y fácilmente erosionables debido a su escasa cohesión. Sin embargo, debido a la presencia continua de la vegetación, las orillas presentaban una cierta estabilidad.

En la vegetación de ribera se diferencia una clara gradación transversal. En primer lugar aparecen las especies helófitas (carrizos, juncos, enneas, etc.), típicas en tramos de ríos con aguas de circulación lenta y escasa profundidad en el margen, seguidas de una sauceda arbustiva compuesta principalmente por dos especies (*Salix elaeagnus* y *Salix purpurea*). Más hacia el interior se encuentra el chopo (*Populus nigra*) con una presencia discontinua.

Esta disposición de la vegetación es un claro reflejo de la dinámica fluvial. Así, en la parte inferior de la ribera afectada por el nivel de las aguas bajas, se disponen las agrupaciones de crecimiento y regeneración más rápida, como los sauces, o las asociaciones de especies anuales, como las helófitas, que crecen y se desarrollan durante la época del año en que el nivel de las aguas es más estable. Más hacia el interior aparecen las especies de mayor desarrollo, como el chopo, que son inundadas por el río de forma más esporádica, y se asientan sobre un suelo húmedo pero con un nivel freático más fluctuante.

Los sauces tienen unas claras características de adaptación a las condiciones de vida que ofrecen las riberas. Por un lado, su elevada velocidad de germinación y crecimiento les confiere una gran capacidad de reproducción, y por otro, la flexibilidad de sus ramas y troncos les hace muy resistentes al paso de las aguas. Todo ello les aporta una especial capacidad para amortiguar los efectos de las crecidas, y actuar como comunidades pioneras colonizando zonas de depósito reciente o islotes que aparecen en el centro de los cauces. De hecho, en esta zona, existían isletas en el cauce pobladas principalmente por los sauces.

Como especies arbustivas acompañantes de los sauces tenemos, además de la emborrachacabras (*Coriaria myrtifolia*) como la más abundante, ciertas rosáceas espinosas de los géneros *Rosa* y *Rubus*, que tienen un papel importante en la sucesión dominando con frecuencia las primeras eta-

**Tabla 2.** Diferencias en la composición florística de la zona 2 del río Ésera en las distintas campañas de muestreo. *Differences in vegetation composition for the three field seasons for the Ésera river (zone 2).*

ESPECIE	1er Muestreo	2º Muestreo	3er Muestreo
<b>E. ARBÓREO</b>			
<i>Populus nigra</i>	100	100	100
<i>Ficus carica</i>	30	40	40
<i>Pinus halepensis</i>	10	10	10
<b>E. ARBUSTIVO</b>			
<i>Coriaria myrtifolia</i>	100	100	90
<i>Salix elaeagnus</i>	100	100	80
<i>Rubus sp.</i>	100	100	80
<i>Salix purpurea</i>	90	90	70
<i>Salix alba</i>	40	40	40
<i>Rhamnus alaternus</i>	20	20	10
<i>Viburnum tinus</i>	10	10	10
<i>Pistacia terebinthus</i>	10	10	10
<i>Juniperus oxycedrus</i>	-	10	10
<b>E. HERBÁCEO</b>			
<i>Lythrum salicaria</i>	90	70	40
<i>Ditrichia viscosa</i>	50	50	30
<i>Lonicera implexa</i>	30	40	
<i>Equisetum arvense</i>	30	20	10
<i>Clematis vitalba</i>	20	30	
<i>Sonchus oleraceus</i>	20		
<i>Euphorbia sp.</i>	10	20	10
<i>E. cannabinum</i>	10		
<i>Mentha longifolia</i>	10		
<i>Rubia peregrina</i>	10	10	
<b>HELÓFITAS</b>			
<i>Juncus sp.</i>	60	60	10
<i>S. holoschoenus</i>	30	40	
<i>Typha latifolia</i>	40	70	20
<i>Phragmites australis</i>	20	40	10
<i>Cyperus rotundus</i>	20	10	
<i>Arundo donax</i>	20	20	20
<i>Carex hispida</i>	10		

pas de sustitución cuando el bosque es alterado, y algunos ejemplares aislados de *Tamarix*, representativo de zonas donde no hay mucha inestabilidad física de la ribera pero con oscilaciones sequía/humedad intensas a lo largo del año.

En esta zona la vegetación ripícola ocupa una banda ancha y continua a lo largo del río (más de 25 m en la mayoría de los transectos), con una cobertura media muy elevada (> 75%) y una buena estructura tanto vertical como horizontal.

La vegetación de la Zona 2 del río Ésera ocupa una franja estrecha a ambos lados del río y se

encuentra distribuida de forma discontinua e irregular, sin una estructura clara vertical ni horizontal, debido a la naturaleza rocosa y encajonada del valle. La vegetación presenta una composición florística similar a la anterior, aunque la representación de helófitas es mucho menor y desaparecen algunas especies (del género *Tamarix* o *Rusa*, entre otros) para dar paso a otras nuevas (como por ejemplo *Clematis vitalba*, *Lonicera implexa* y *Pistacia terebinthus*). Desde un punto de vista hidrológico, se puede decir que en este tramo la ribera es similar a la que se presenta en los tramos altos de los ríos, donde las zonas afectadas por el sistema fluvial son muy escasas y, en la vegetación que bordea las orillas, aparecen mezcladas especies propias de las laderas junto con las especies típicas de ribera.

El río Cinca, principal afluente del Segre, se puede considerar que en la zona de estudio se halla en su tramo medio. Aguas arriba está regulado por dos grandes embalses, el Mediano y El Grado, siendo el río Ésera el primer tributario que recibe aguas abajo de los mismos.

El cauce, sometido a importantes fluctuaciones, es muy abierto. Presenta una morfología muy anastomosada, debido a las importantes acu-

mulaciones de grava que hacen que el agua discurra por numerosos brazos. Se trata de un cauce muy inestable, debido principalmente al régimen de caudales a que está sometido, si bien hay que destacar que, a raíz de la gran facilidad de acceso, se observa una importante ocupación humana del mismo. La anchura del cauce y de la ribera son muy variables, aunque ésta ocupa normalmente una parte importante de la gran llanura de inundación.

La vegetación de ribera de este tramo del río Cinca presenta unas características bien diferenciadas a las del río Esera. El estrato arbóreo se encuentra mucho menos representado que en el río Esera. Únicamente se observaron ejemplares aislados de chopos (*Populus nigra*). La poca presencia de este estrato está ligada a la inestabilidad del sustrato que impide su desarrollo. Asimismo la presencia de helófitas es muy esporádica (únicamente se detectó la presencia de una especie) y queda reducida a pequeños enclaves en los que la dinámica del río ha permitido pequeñas acumulaciones de finos.

Respecto al estrato arbustivo, las especies dominantes eran los sauces (*S. elaeagnus* y *S. purpurea*) y la emborrachacabras (*Coriaria myrtifolia*), aunque la diversidad del mismo es menor a la encontrada en el río Ésera, al igual que ocurre en el estrato herbáceo (Tabla 1). En general, la cobertura de la vegetación es menor a la del río Esera.

**Tabla 3.** Composición florística del río Cinca en las distintas campañas de muestreo. *Vegetation composition for the three field seasons for the Cinca river.*

ESPECIE	1er Muestreo	2" Muestreo	3er Muestreo
E. ARBÓREO			
<i>Populus nigra</i>		•	•
E. ARBUSTIVO			
<i>Salix elaeagnus</i>		•	•
<i>Salix purpurea</i>		•	•
<i>Coriaria myrtifolia</i>	•	•	•
<i>Rosmarinus officinalis</i>	•	•	•
<i>T. cf. canariensis</i>	•	•	•
<i>Thymus vulgaris</i>	•	•	•
E. HERBACEO			
<i>Dittrichia viscosa</i>	•	•	•
<i>D. pentaphyllum</i>	•	•	•
<i>Euphorbia sp.</i>		•	
<i>Lythrum salicaria</i>	•	•	•
<i>E. cannabinum</i>		•	•
HELÓFITAS			
<i>Carex hispida</i>		•	

### Afecciones debidas al dragado inicial

La acción del dragado inicial del embalse supuso el aporte al río y puesta en movimiento de gran cantidad de materiales finos. Parte de estos materiales se sedimentaron en las orillas principalmente de la Zona 1 del río Ésera, al tratarse de una zona relativamente llana y abierta, donde los procesos de sedimentación cobran una mayor importancia en detrimento de los de erosión, y donde el río aparece a veces con una estructura anastomosada, como muestra la existencia de isletas centrales en diversos tramos. Esto queda reflejado en la segunda campaña de muestreo, donde se pudo apreciar un aumento significativo del número de especies de helófitas presentes en la mayoría de estaciones de muestreo y en el tamaño de las mismas, aunque este aumento no se tradujo en un incremento significativo de la cobertura ocupada por este estrato. En cuanto a

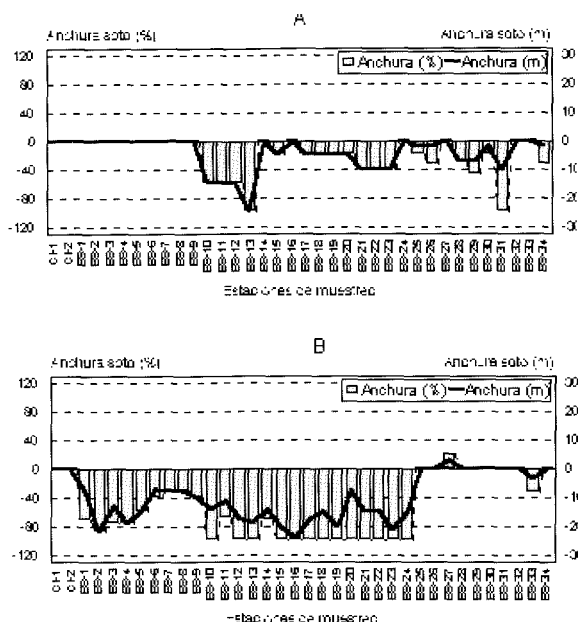
los estratos arbóreo y arbustivo, también se encontró un ligero aumento tanto en el número de especies presentes como en la altura media y cobertura ocupada por las mismas, aunque este aumento no ha sido tan significativo y no se puede achacar a otra razón distinta que la propia evolución de la vegetación en el tiempo.

En la Zona 2 del río Esera, al tratarse de un tramo encajonado donde en general predominan los procesos de erosión sobre los de sedimentación, sólo se encontraron acumulaciones de finos en algunos puntos muy localizados, no apreciándose alteraciones significativas de la vegetación.

En el río Cinca tampoco se detectaron alteraciones al tratarse de un río sometido a la acción reguladora de caudales del embalse de El Grado, ya que durante el dragado y vaciado de Barasona se procedió a la suelta de caudales de dilución y limpieza del río Cinca desde este embalse, con lo que los materiales finos provenientes de Barasona que se pudieran haber depositado en la confluencia de los dos ríos fueron transportados aguas abajo a grandes distancias de la zona de estudio, diluyéndose los posibles impactos ambientales negativos que se pudieran generar. Por otra parte, debido a la naturaleza de muchos tramos de la ribera del Cinca (compuestos principalmente por gravas), un pequeño aporte de materiales finos hubiera tenido efectos positivos al ayudar a crear suelo edáfico más propicio para la instalación de una comunidad vegetal de mayor calidad.

#### Afecciones debidas al primer vaciado total

En la margen derecha de la Zona 1 del río Ésera y coincidiendo con el tramo comprendido entre las estaciones ES-10 y ES-24 se procedió a la realización de un canal lateral y de unas balsas para la recogida de peces. Esta construcción provocó la destrucción total de la ribera en este tramo, dato que se puede apreciar en todas las gráficas donde tanto el número de especies como la altura media de las plantas, la cobertura y la anchura del soto se han reducido drásticamente a valores nulos (Figs. 2 y 3). Además de las riberas, también se actuó en el propio cauce, remodelándolo y homogeneizando el flujo, de forma que se eliminaron las isletas centrales que existían en la zona de confluencia con el río Cinca (estaciones de muestreo ES-6, ES-7, ES-8 Y ES-9) que sustentaban una vegetación ripícola estable, y que



**Figura 2.** Variación de la anchura del soto entre la primera y la tercera campaña en la margen izquierda (A) y derecha (B). Differences in riparian vegetation width between the first and third field season for the left (A) and right (B) river bank.

proporcionaban gran variedad, diversidad y belleza al río.

En el resto de las estaciones de esta misma margen también ha habido cambios significativos, pudiéndose apreciar una disminución sustancial de la anchura del soto del 60% como media, variando entre el 30% y el 90%. Esta disminución de la anchura de la ribera es debida, por un lado, a la construcción de las balsas de recogida de peces y, por otro, aunque en menor medida, a los efectos del vaciado. Estos efectos se traducen, en cuanto al número de especies presentes, en una eliminación casi total de las helófitas y en gran medida de las especies arbustivas (un 50% como media, afectando principalmente a *Coriaria myrtifolia*, *Tamarix cf. canariensis*, *Lythrum salicaria*, *Salix elaeagnus*, *Salix purpurea* y *Rubus sp.*), quedando el estrato arbóreo casi sin alteraciones aparentes. La cobertura de los estratos arbustivo y arbóreo también ha disminuido significativamente en prácticamente la totalidad de las estaciones, llegándose hasta una reducción superior al 90% en el estrato arbustivo de la estación ES-2. Por el contrario, la altura de las espe-

cies presentes al final del vaciado no ha variado sustancialmente de forma general, aunque se han encontrado pequeños aumentos y disminuciones puntuales que se compensan en el cómputo global, a excepción, eso sí, de las especies helófitas que han sido drásticamente eliminadas como ya se apuntó anteriormente (Fig. 3).

La eliminación de las especies helófitas y arbustivas corresponde a la eliminación de individuos jóvenes principalmente, sin estructuras leñosas capaces de soportar la fuerza de arrastre de los elevados caudales que circularon por el río.

En la margen izquierda de la misma zona nos encontramos con alteraciones producidas por las obras de acondicionamiento de la carretera C-1311. Estas alteraciones consistieron principalmente en la reducción de la anchura de la ribera aunque, eso sí, sin llegar a dejar una franja mínima de vegetación como ocurrió en la margen derecha. Puntualmente las alteraciones fueron más intensas debido a la apertura de vías de acceso al río desde la zona de obras (coincidiendo con las estaciones ES-13 y ES-22), donde se ha llegado a destruir en algún caso la totalidad de la misma (ES-13). En cuanto al propio vaciado, las alteraciones producidas sobre los estratos arbóreo y arbustivo fueron mínimas (pequeñas variaciones en coberturas y composición florística que no se pueden achacar directamente al vaciado), mientras que las especies helófitas sí se vieron afectadas en mayor medida desapareciendo casi totalmente como fruto de los elevados caudales generados en el vaciado (salvo en algunas zonas puntuales de remanso donde se han depositado localmente materiales finos y ha persistido o incluso aumentado el número de estas especies).

En la Zona 2 del río Esera las estaciones más afectadas por el vaciado han sido la ES-33 y la ES-34 al estar situadas muy próximas a la boca del canal por donde salía el agua de las compuertas de fondo. En esta zona, debido al trazado del río y la dirección del canal de desagüe de las compuertas, se ha producido choque directo del agua saliente del embalse sobre la margen derecha del río. Así, en la Figura 3 podemos ver que tanto el número de especies como la cobertura y altura media de los distintos estratos se han reducido drásticamente llegando incluso a ser nulos (en la estación ES-34 no se aprecian cambios ya que no existía ribera al estar constituida la margen por pared de roca). En el resto de las estacio-

nes no se observaron cambios significativos en cuanto al número de especies, cobertura o altura de las plantas, otros que la eliminación prácticamente total de la vegetación helófitas en las estaciones donde se encontraba presente debido al arrastre producido por los elevados caudales circulantes a raíz del vaciado.

Cabe destacar en esta zona encajonada la actuación de obras de mejora de la carretera C-1311 que afectaron gran parte de la margen izquierda del río, teniendo especial importancia las alteraciones a las estaciones ES-30 y sobre todo ES-31. Estas afecciones consistieron en la reducción de la anchura de la ribera y reducción del número de especies y cobertura por caída de derrubios que modificaron tanto la orilla como el propio cauce, llegando incluso puntualmente a la destrucción total de la ribera por la apertura de accesos al río.

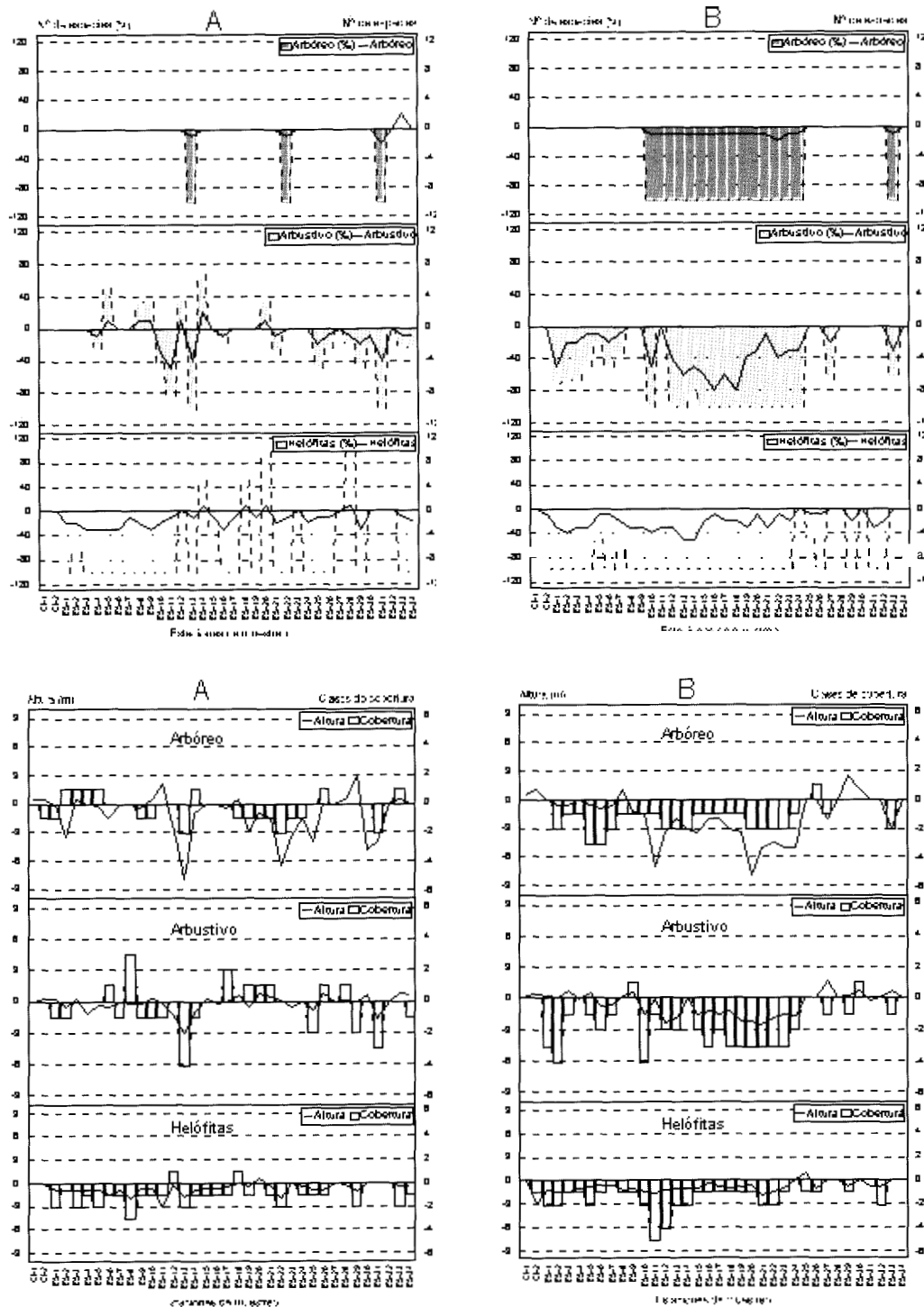
En el río Cinca, como ya se esperaba *a priori*, el vaciado del embalse tampoco ha producido cambios apreciables respecto a la situación preoperacional. Las pequeñas variaciones experimentadas en la vegetación de ribera corresponden a la desaparición de algún individuo aislado de helófitas y herbáceas, fenómeno que no puede ser incluso achacable a la acción del dragado y vaciado del embalse de Barasona. Todos los demás parámetros (cobertura, anchura media y anchura del soto) permanecieron prácticamente constantes.

Cabe señalar en este punto que la planta de áridos y obras de mejora de la carretera C-1311, muy próximas a la ribera de la margen izquierda del Cinca, pueden haber afectado a la misma de forma similar a como lo hicieron con la ribera del Esera, aunque en el momento de realizar la toma de datos este hecho todavía no se había producido.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La magnitud de la actuación, en lo referente a caudal vertido, no se puede considerar de carácter extraordinario, sino que fue similar a otros eventos históricos ocurridos en el río con relativa frecuencia.

Los efectos del dragado inicial se tradujeron en una aumento de la deposición de finos en las zonas de sedimentación, localizadas principalmente en la Zona 1 del río Ésera. Esta deposición de finos no fue negativa para el ecosistema de



**Figura 3.** Variación del número de especies (arriba) y de la altura media y grado de cobertura de la vegetación (abajo) entre la primera y la tercera campaña en la margen izquierda (A) y derecha (B). *Differences in number of species (upper) and vegetation height and cover percentage (lower) between the first and the third field season for the left (A) and right (B) river bank.*

ribera, sino que supuso un aporte de suelo que dió lugar a un aumento en la presencia de especies helófitas. Estos efectos fueron transitorios ya que desaparecieron en gran medida con las primeras crecidas de caudal posteriores. Los estratos arbustivo y arbóreo, por el contrario, no sufrieron una variación significativa ni en el número de especies ni en su cobertura.

En cuanto a los efectos debidos al propio vaciado, se puede decir que fueron impactos ambientales moderados y, en todo caso, reversibles a corto plazo al corresponder con las alteraciones tipo que se producen en las crecidas ordinarias. Principalmente se centraron en la desaparición prácticamente total de las especies helófitas y gran parte de las herbáceas por arrastre. Asimismo, se observó una reducción en la cobertura del estrato arbustivo también por el arrastre de los ejemplares más jóvenes que no pudieron soportar el paso del agua. Estos efectos tuvieron una mayor importancia de la que en un principio pudieran tener al venir a reforzar de forma sinérgica las alteraciones que produjeron tanto la construcción del canal y balsas de recogida de peces como las actuaciones de mejora de la carretera C-1311, las cuales llevaron hasta la destrucción total de la ribera en numerosos puntos del río, principalmente en la zona de desembocadura del río Esera en el río Cinca, donde precisamente la vegetación de ribera tenía más valor y estaba mejor conservada.

Como recomendaciones, desde este estudio se proponen por un lado la restauración del tramo afectado por la construcción del canal y balsas de recogida de peces para así agilizar el reestablecimiento de la ribera, y por otro el mantener unos caudales de mantenimiento que garantizaran el buen funcionamiento del ecosistema fluvial.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a Francisco Bergua y Teresa Casas por su valiosa colaboración en la realización de los trabajos de

campo, así como a Julio Español, encargado de la presa, por su inestimable colaboración y apoyo en todas las visitas realizadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALCARAZ, J. y I. FERRÁN. 1997. Estudio de los efectos del vaciado total del embalse de Joaquín Costa (Barasona) sobre la vegetación de ribera. Informe técnico. Confederación Hidrográfica del Ebro. Zaragoza. 120 pp.
- FITTON, M. 1994. The role of the riparian zone as it relates to recreational activities. In: *Proceedings of the Symposium on Riparian Zone Management, January 17-19, 1994. Fredericton, N.B.* J. Singleton, J. B. Higgs, J. Campbell, A. Eddy, and T. Murray (eds). Can. For. Ser., R&D Report n°9: 37-44.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. y D. GARCÍA DE JALÓN. 1995. *Restauración de ríos y riberas*. Fundación Conde del Valle de Salazar. E.T.S.I. Montes, UPM, Madrid.
- HOOPER, B. 1994. Riparian zone considerations for management of fish, fish habitat, and sport fishing in New Brunswick. In: *Proceedings of the Symposium on Riparian Zone Management, January 17-19, 1994. Fredericton, N.B.* J. Singleton, J. B. Higgs, J. Campbell, A. Eddy, and T. Murray (eds). Can. For. Ser., R&D Report n°9: 23-32.
- PLATTS, W.S., W.F. MEGAHAN & G.W. MINSHALL. 1983. *Methods For Evaluating Stream, Riparian, and Biotic Conditions*. U.S.D.A Forest Service. General Technical Report INT-138. 70 pp.
- STOCEK, R. 1994. The importance of riparian zones as wildlife habitat. In: *Proceedings of the Symposium on Riparian Zone Management, January 17-19, 1994. Fredericton, N.B.* J. Singleton, J. B. Higgs, J. Campbell, A. Eddy, and T. Murray (eds). Can. For. Ser., R&D Report n°9: 33-36.
- TTMS, J. 1994. The role of the riparian zone as it affects water quality. In: *Proceedings of the Symposium on Riparian Zone Management, January 17-19, 1994. Fredericton, N.B.* J. Singleton, J. B. Higgs, J. Campbell, A. Eddy, and T. Murray (eds). Can. For. Ser., R&D Report n°9: 9-22.