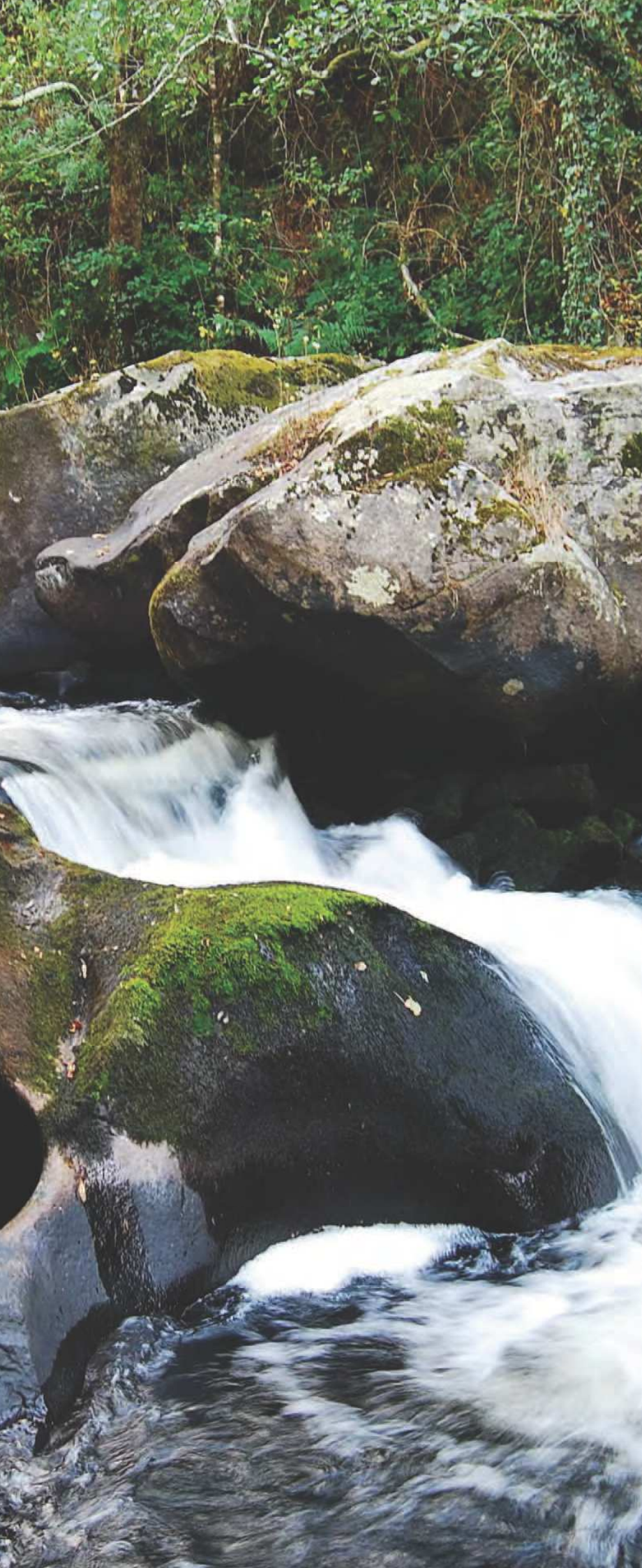


I CONGRESO IBÉRICO DE RESTAURACIÓN FLUVIAL

# RESTAURARÍOS

LEÓN, 18-20 DE OCTUBRE DE 2011





**CONFERENCIAS  
PLENARIAS**



**RESTAURARÍOS**

## RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL ENTORNO FLUVIAL DEL MONASTERIO CISTERCIENSE DE SANTES CREUS (RÍO GAIÀ, TARRAGONA): LA RECUPERACIÓN MORFO-FUNCIONAL DE MEANDROS CONFINADOS BAJO EL PRINCIPIO DE MÍNIMA INTERVENCIÓN

Guillermo García Pérez<sup>1</sup>, Margarita Manzano Serra<sup>1</sup>, Gabriel Sanz Baeza<sup>2</sup>,  
Montserrat Butillé Massagué<sup>1</sup>, César Pedrocchi Rius<sup>1</sup>

mmanzano@mnconsultors.com

<sup>1</sup> MN Consultores en Ciencias de la Conservación

<sup>2</sup> Unidad de Medio Ambiente, Salud Pública y Territorio de la Diputación de Tarragona

### Resumen

Los meandros confinados y libres de ocupaciones ofrecen una oportunidad singular para ensayar medidas de restauración desarrolladas bajo el principio de mínima intervención y estudiar los procesos naturales de recuperación ecológica. Ha sido aprovechada la recuperación del excepcional entorno fluvial del monasterio cisterciense de Santes Creus para experimentar técnicas de reconstrucción morfo-funcional de grandes fondos aluviales de tipo meandriforme fuertemente desestructurados, avanzando en la comprensión de los procesos de regeneración ecológica de dichas formaciones bajo regímenes marcadamente mediterráneos. Los resultados obtenidos subrayan la importancia de no condicionar la evolución del tramo introduciendo distribuciones espaciales de formas o sedimentos preconcebidas como "naturales u oportunas". Se propone ofrecer una morfología "en blanco": topografía horizontal o subhorizontal, de granulometría indiferenciada, sin excavación de cauces. El estudio de la distribución de los hábitats a escala de cuenca reafirma la idea de que la revegetación artificial de espacios fluviales conlleva el riesgo de introducir nuevos impactos.

**Palabras clave:** Restauración fluvial, meandro, geomorfología, libertad fluvial, *Albereda de Santes Creus*

### Abstract

Confined meandering rivers, when free of human occupations, offer unique opportunities to assess restoration measures based on *minimum intervention principle*, and studying ecological recovery natural processes. Such is the case of the experience carried out in order to restore the exceptional fluvial landscape of the Cistercian monastery of Santes Creus, which allowed assaying morpho-functional reconstruction techniques of large meandering alluvial beds strongly destructured, as well as improving the understanding of regeneration ecological processes, under mediterranean climatic context, in such geomorphological types. First results reveal the importance of not influence corridor geomorphology evolution by introducing spatial distributions of sediment or fluvial forms preconceived as "natural or appropriate". Instead, we propose to shape alluvium with a "blank morphology": horizontal or subhorizontal topography, not classified grain size –undifferentiated–, no excavation of banks and channels. Analysis of habitats distribution at basin-scale reinforces the idea that artificial revegetation of corridors brings the risk of introducing associated impacts in the ecosystem.

**Key words:** Fluvial restoration, meander, geomorphology, channel mobility, *Albereda Santes Creus*

### 1. Introducción

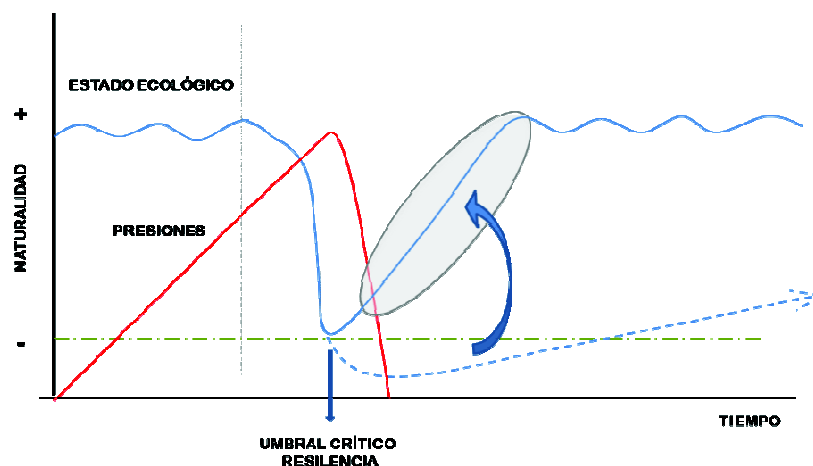
La "*Albereda (alameda) de Santes Creus*" ha sido considerada hasta las últimas décadas una de las ultimísimas y más excepcionales muestras de los bosques de ribera de las cuencas catalanas meridionales (Folch et al., 1975). La importancia que históricamente ha sido atribuida a este enclave fluvial no queda restringida únicamente a sus valores como conjunto botánico singular, representativo y amenazado en el contexto del territorio catalán, sino que también ha representado un elemento esencial, excepcional e indisoluble de la personalidad y belleza escénica del entorno del monasterio cisterciense de Santes Creus. El conjunto de ambos posee un especial simbolismo social, siendo un referente histórico y paisajístico en la geografía y patrimonio de Cataluña. La alameda ocupa los márgenes fluviales de un meandro confinado, especialmente dinámico y amplio, con una entidad paisajística no menos relevante.

Con la aprobación del Plan de Espacios Naturales de Cataluña (PEIN) este tramo fluvial fue protegido como conjunto paisajístico y botánico singular. Hoy en día forma parte de la Red Natura 2000 (*Riu Gaià–Albereda de Santes Creus*), habiendo sido catalogado como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Pese a la protección conferida, el tramo ha soportado durante los últimos decenios una presión humana excesiva. Fue afectado por la construcción de una doble escollera y la excavación, sobre los depósitos del meandro externos a dicha estructura, de tres balsas de lagunaje para la creación de una depuradora ecológica que finalmente fue abandonada. Estas actuaciones comportaron la desestructuración y desnaturalización del espacio fluvial, la

constricción del cauce, su incisión y aislamiento respecto al resto del meandro y las terrazas laterales, así como la pérdida de los hábitats naturales propios del tramo.

El proyecto (MN, 2009) y su ejecución han tenido como objetivo revertir esta situación, suprimiendo estructuras, reintegrando totalmente la libertad fluvial y facilitando la reconstrucción geomorfológica del tramo a cargo de los procesos naturales. Se puede hablar pues, de **restauración** en su sentido más estricto, entendida como *el completo retorno de la estructura y el funcionamiento al estado previo a su perturbación* (Cairns J., 1991). Se trata además de una actuación de restauración concebida y ejecutada bajo el principio de **mínima intervención**. De acuerdo con dicho enfoque se diseñó la reconstrucción de una geometría -del fondo aluvial no consolidado- próxima a la morfología natural, para así recuperar las condiciones espaciales y físicas necesarias para restaurar el funcionamiento morfodinámico, la conectividad vertical y horizontal y el aumento de la resiliencia ecológica. Así pues, se rehuyó la recreación de geoformas que no fuesen moldeables por la acción del régimen natural de caudales o la recreación de estructuras vegetales preconcebidas, evitando introducir cualquier condicionante que pudiera predeterminar la evolución del tramo.

Figura 1. Actuar bajo el *principio de mínima intervención* supone 'intervenir físicamente' tan solo cuando el estado ecológico del sistema (línea azul discontinua) ha infrapasado su umbral crítico de resiliencia (capacidad de absorber perturbaciones –rojo- sin alterar significativamente su estructura y funcionalidad, es decir, pudiendo regresar a su estado original una vez la perturbación ha remitido). Comporta además que, en caso de actuar, se haga acercando el sistema (flecha azul) a un escenario donde la resiliencia pueda actuar de nuevo, siendo ésta la que acabe de inducir y guiar la recuperación del ecosistema



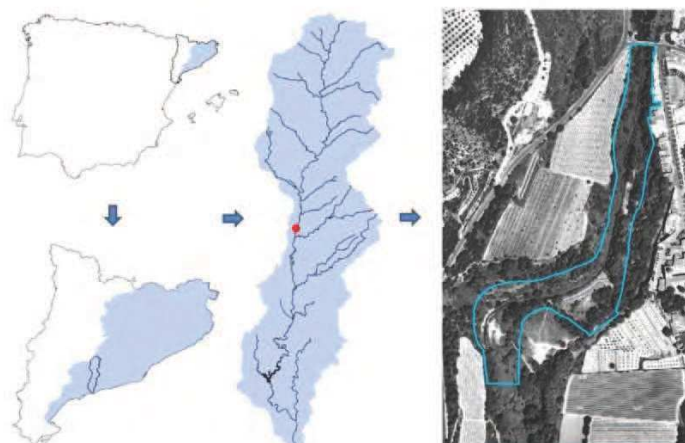
Puede considerarse en este sentido una experiencia de restauración **pionera** en el territorio catalán, tratándose de la primera actuación de estas características -de las 85 intervenciones llevadas a cabo en Cataluña entre 2006 y 2011 (ACA, 2011)- que ha sido proyectada y ejecutada íntegramente bajo las premisas expuestas.

El proyecto ha gozado de una atención prioritaria por parte de la Diputación de Tarragona (promotora de la obra), de acuerdo a la importancia del enclave. Ha sido igualmente priorizada por parte de la Agencia Catalana del Agua (cofinanciación de las obras), en el ámbito de la planificación hidrológica de Cataluña (ACA, 2008), por el hecho singular de tratarse de un meandro confiado, donde los principios de mínima intervención han podido ser aplicados experimentalmente sin riesgos de afectación.

## 2. Área de estudio

Las actuaciones se localizan en el tramo medio del río Gaià, (T.M. Vila-rodona, Tarragona) perteneciente de la demarcación de las *Cuencas Internas de Cataluña* (Fig. 2). El punto de intervención posee una cuenca drenante acumulada de 210,7 km<sup>2</sup> y un orden en la clasificación de Strahler de 6. El área del proyecto es de 45.200 m<sup>2</sup>.

Figura 2. Contextualización hidrogeográfica de la cuenca del río Gaià (en azul las Cuencas Internas de Cataluña), y emplazamiento y delimitación física del tramo objeto de las actuaciones



### 3. Metodología

Las medidas finalmente ejecutadas responden a un análisis de condicionantes y a la definición de un escenario de referencia establecidos en base a estudios previos de caracterización y diagnóstico. En el marco del proyecto fueron desarrollados los estudios siguientes:

1) *Análisis histórico de antecedentes*: Fueron analizados los documentos (proyectos, informes, libros y publicaciones) y material fotográfico histórico disponible (S. XIX y XX).

2) *Régimen hidrológico natural*: Partiendo de caudales medios diarios restituidos al régimen natural (ACA, 2004), fueron obtenidos los descriptores IHA -*Indicators of Hydrological Alteration* - representativos del régimen hidrológico, mediante el programa 'IHA -TNC- v.7', así como los indicadores EFC '*Environmental Flow Components*' (The Nature Conservancy, 2007). Se dispuso también de un modelo de simulación del régimen actual (alterado) (MN, 2007), que fue también caracterizado mediante indicadores IHA y EFC, lo que permitió confrontar ambos regímenes (natural y alterado) y obtener una diagnosis.

3) *Funcionamiento hidráulico*: Fue elaborada una modelización hidráulica mediante el programa HEC-RAS versión 3.1.3. partiendo de caudales normalizados por la administración (ACA, 2008). También se modelizaron los caudales de base y los generadores de lecho, obtenidos empíricamente mediante el estudio morfométrico de los cauces existentes antes de la construcción de la escollera (fotogrametría, referencias físicas, imágenes históricas). Los ámbitos de inundabilidad y otros parámetros hidráulicos de episodios extremos se obtuvieron también de la PEF Gaià (ACA, 2008).

4) *Geometría y morfodinámica*: Se estudió *in situ* la litología de las estructuras geomorfológicas y la morfometría del corredor fluvial, y se llevaron a cabo observaciones de la granulometría y de las formas de los lechos en tramos próximos. La estructura del corredor fue estudiada respecto a la evolución histórica de la vegetación riparia y a la de los usos del suelo de la cuenca, mediante el estudio de series fotogramétricas (1956, 1972, 1989, 1991, 2004), fotografías históricas, y a partir de estudios previos (Solé, J. et al., 2009; MN, 2007). Finalmente fueron confrontados los cálculos hidrológico-hidráulicos con los obtenidos mediante el estudio de la geomorfometría.

5) *Funcionalidad ecológica y estructuración ecosistémica*: Fue reconstruida la potencialidad estructural y funcional del tramo a nivel ecosistémico a partir de estudios previos (Folch, R., 1975; Salat, X. 1991), el cartografiado de alta resolución de los hábitats del tramo y su análisis, el levantamiento de inventarios florísticos, la conceptualización hidrogeológica del área, la modelización hidráulica, etc.. El análisis del cartografiado integral y en continuo de los hábitats del río Gaià (ACA, 2008) ofreció datos relevantes respecto a la geografía de cada biotopo y especie vegetal, así como en relación a sus apetencias ecológicas y potencialidad.

Se ha iniciado un *programa de monitoreo* del tramo que incluye su estudio geomorfológico (topografía e indicadores hidrogeomorfológicos), la obtención de indicadores biológicos (fitobentos, macroinvertebrados y macrófitos), inventarios florísticos, censos de los diferentes grupos vertebrados, el cartografiado periódico de los ambientes naturales (hábitats) y el estudio de los cambios paisajísticos. Su objetivo es medir, documentar y difundir la recuperación del tramo, así como poder avanzar en la comprensión de los procesos de regeneración ecológica en ausencia de medidas artificiales de revegetación. Fue implementado de manera previa al inicio de las obras y será reproducido próximamente (primera primavera posterior a la finalización de las obras).

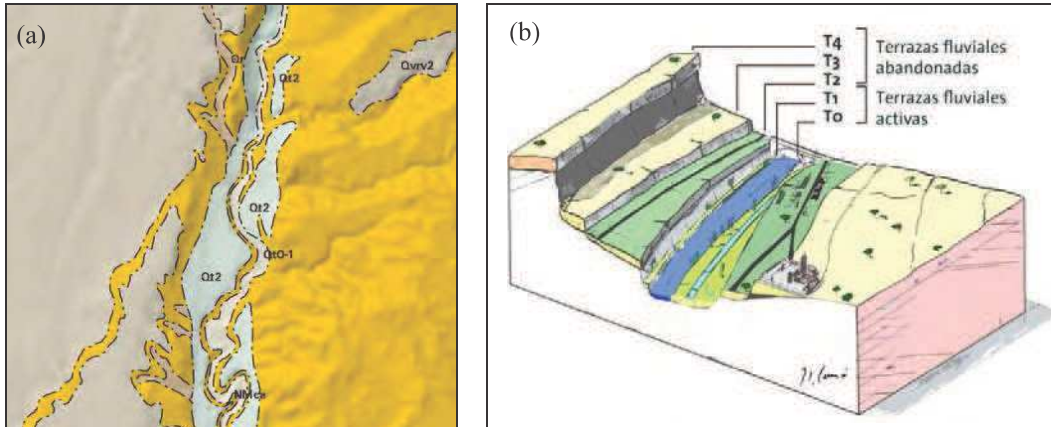
#### 4. Resultados

##### Reconstrucción morfo-funcional

El río Gaià drena una de las típicas cuencas internas meridionales de Cataluña, nacidas en la Cordillera Costero Catalana y que desaguan al mar tras cruzar un segundo relieve de sierras litorales, dejando, entre ambos sistemas orográficos, una cuenca sedimentaria interior. Su abertura al mar se produjo a costa de una repentina erosión incisiva de los relieves cretácicos calcáreos de las formaciones litorales señaladas, lo que originó la consiguiente erosión remontante. Como resultado, el río sufrió un encajonamiento progresivo en el seno de los materiales neógenos que rellenan la cuenca sedimentaria del Camp de Tarragona, abandonando en altura paleo-terrazas fluviales (Fig. 3a). Dicho proceso dio lugar a morfotipos fluviales de trazado directo y rectilíneo, de pendientes reducidas (<1%), encajonados bajo morfologías cuadrangulares (en "U"), y delimitados por taludes verticales excavados sobre conglomerados neógenos de gravas, arenas y lutitas de matriz arcillosa. En el interior del cajón queda un lecho conformado por un depósito aluvial masivo y circulante, solo muy ocasionalmente acompañado de pequeños anejos laterales a modo de terraza fluvial (Fig. 3b).

Figura 3. Contexto geológico (a) y croquis geomorfológico del valle fluvial (b). Conceptualización estructural donde queda diferenciado un sistema de terrazas fluviales inferiores y activas (T0-T1), profundamente encajonadas sobre materiales neógenos (sobre estos quedaron abandonadas antiguas terrazas: T2, T3, T4)

Fuente: MN Consultores en Ciencias de la Conservación. Autor: J. L. Gomà



Dichas tipologías fluviales tan solo se ven interrumpidas por la aparición de meandros, igualmente encajonados a modo de cañones fluviales. El meandro de Santes Creus es el primero –tras el tramo rectilíneo previo- de un tren de meandros que ocupan el Gaià medio. Se trata de un meandro confinado, estructuralmente definido por un cajón de márgenes ataluzadas (verticales) cuyo fondo se encontraba ocupado en su totalidad –previamente a su transformación- por formas de lecho desnudas y altamente activas (Fig. 4a, b y c). Tales formas eran el resultado de la descarga deposicional masiva (aluvionamiento) que se producía como respuesta a la alternancia repentina del tipo geomorfológico (modificación del radio hidráulico y de la sinuosidad del trazado), pero también por la deforestación sufrida por la cuenca. Tales eran las causas de la dimensión espacial alcanzada por el lecho del meandro de Santes Creus, que dominaba paisajísticamente el corredor carente de vegetación (Fig. 4b y b).

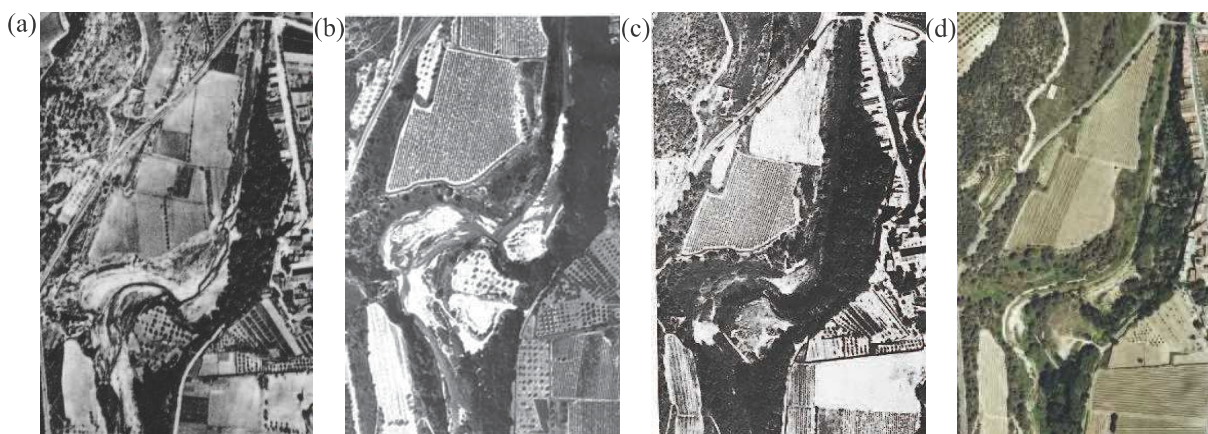
### Impactos históricos a escala de cuenca

En la cuenca del río Gaià concurren circunstancias coyunturales (rápido abandono agrícola) y características orográficas singulares (morfología cuenca, elevadas pendientes medias), que han facilitado que los cambios históricos en las cubiertas del suelo tengan efectos especialmente conspicuos sobre el dinamismo y estructura fluvial (MN 2007, 2009; ACA, 2008; Solé et al. 2009).

La deforestación de la cuenca y de los espacios fluviales alcanzó su máximo histórico durante la primera mitad del siglo XX. Las precipitaciones erosionaban las vertientes y arrastraban grandes cantidades de agua y sedimentos hacia los lechos fluviales. La aportación de material proveniente de la erosión de taludes fluviales (igualmente desnudos y poco consolidados) parecía ser no menos importante. Se produjo una movilización masiva de materiales sólidos incrementando la altura y anchura de los lechos (acreción) y su dinamismo. Comportó además un aumento de la torrencialidad (las crecidas eran conocidas localmente como '*gaianades*'). Las masas aluviales descritas debieron de dominar el fondo del colector fluvial durante siglos (Fig. 4a y 4b). Su composición granulométrica –gruesa- era distinta a la esperable y se encontraban desprovistos de su vegetación potencial (alamedas hidrófilas -Ass. *Vincopopuletum albae*. (O. Bolòs & Moliner 1958)-, localmente fresnedas mediterráneas).

Con el repentino abandono agrícola acaecido a partir de la segunda mitad del siglo pasado, el proceso se invierte. Disminuye la torrencialidad (frecuencia y magnitud de crecidas) y el régimen hidrológico se hace más regular y disminuye el tamaño del material circulante (limos y arcillas). Con ello se reduce la anchura del cauce, que se encaja en el seno de los antiguos lechos abandonando anejos laterales, a modo de terrazas, que son colonizados por la vegetación (Fig. 4c). El colector fluvial se revegeta y el cauce pierde movilidad lateral adoptando un trazado rectilíneo.

Figura 4. Serie secuencial de imágenes aéreas del tramo: (a) 1956, (b) 1972, (c) 1991 y (d) 2004



### Impactos locales

Paralelamente al proceso generalizado de encajonamiento y rigidización del cauce y a la revegetación del cajón fluvial, el entorno de la Alameda y el meandro de Santes Creus resultó afectado -a lo largo de los últimos 25 años- por diversas actuaciones (Fig. 6a):

- Construcción (1993) de una escollera de piedra en el margen izquierdo (365 m. longitud; 2,5 m. de altura). Afectaba al meandro y al tramo rectilíneo previo. Se construyó habilitando como cauce una pequeña parte del antiguo lecho y creando una zona de uso público y acampada fuera de éste. Fue reparada y reforzada tras el episodio de lluvias de octubre 1994.
- Construcción en el margen derecho del contrameandro de una segunda escollera de piedra reforzada, (195 m. de longitud; 3 m. de altura), como consecuencia del efecto "deflector" de la escollera del margen izquierdo durante el episodio torrencial de 1994.
- Excavación (2001) de tres balsas de lagunaje en el aluvial del meandro (pero fuera de la escollera que delimitaba el nuevo cauce), para la construcción de una depuradora biológica. Para su protección se recreó parte de la escollera en 1,5 m. de altura y 112 m. de longitud.

Las actuaciones conllevaron la constricción del cauce (fue excavado y delimitado por la escollera) (Fig. 5, sección verde), optimizando el radio hidráulico y disminuyendo la sinuosidad fluvial del tramo (acortando el trazado fluvial) (Fig. 4d, 6a). Todo ello comportó la incisión del lecho (hubo que recalzar sucesivamente la escollera) y la creación de nuevas terrazas laterales artificiales (aisladas lateralmente y en altura, y revegetadas), con la consecuente neutralización de la libertad fluvial y de la desaparición las dinámicas fluviales propias del meandro. Comportó también el hundimiento del nivel freático, el cese de la conectividad lateral, y, en definitiva, de los paisajes y hábitats característicos.

## 5. Soluciones adoptadas

Se persiguió el restablecimiento de los procesos ecológicos (hidrogeológicos, morfodinámicos, de conectividad ecológica) que modelan el tramo, mediante la adopción de actuaciones liberadoras de presiones y la restitución de las condiciones morfológicas y espaciales originales. Las medidas ejecutadas y los criterios seguidos fueron los siguientes:

### 1º Eliminación de estructuras (supresión de la escollera)

Se eliminaron un total de 671 m. lineales y 2.986 m<sup>3</sup> de escollera

### 2º Reconstrucción geomorfológica

1. *Principios generales:* Los reperfilamientos geomorfológicos han buscado la recuperación de las condiciones físicas y espaciales necesarias para restablecer el funcionamiento morfodinámico del tramo. No se ha perseguido la consolidación de una morfología definitiva del lecho ni de un sistema de terrazas definido, ni fijar su alcance ni emplazamiento. Los trabajos procuraron propiciar las condiciones para que se dé una modelación natural a cargo del abanico de los posibles caudales (de base, crecidas ordinarias, generadores de lecho y episodios extremos) de los trazados, formas y estructuras potenciales del tramo (canal de aguas bajas, bankfull, taludes, barras de sedimentos, canales secundarios, etc.). Se entiende así, que las modificaciones de trazado y los procesos deposicionales o erosivos han de ser considerados como deseables, intrínsecos a la naturalidad del tramo y necesarios para evolucionar la situación actual (final de obras) hacia un nuevo equilibrio.

2. *Perfil longitudinal (correcciones de pendiente):* La génesis del meandro no vino motivada por una disminución repentina en la pendiente del tramo, sino por un encajonamiento generalizado en materiales con diferente erosionabilidad. Por ello se consideró de interés el estudio del perfil típico del medio Gaià (aguas arriba y abajo del área de intervención). Este resultó coincidente con la reconstrucción del antiguo perfil del tramo intervenido, que fue medido considerando la longitud del antiguo trazado, y las diferencias de cota entre los puntos, aguas arriba y abajo, en los cuales ya no existían indicios de propagación de los efectos morfodinámicos de la escollera. En base a ello, y aunque en fase de proyecto se había previsto un perfil irregular (sectorizado), finalmente se procedió mediante un reperfilamiento homogéneo del aluvial entre la cota de entrada y de salida (0,75%).

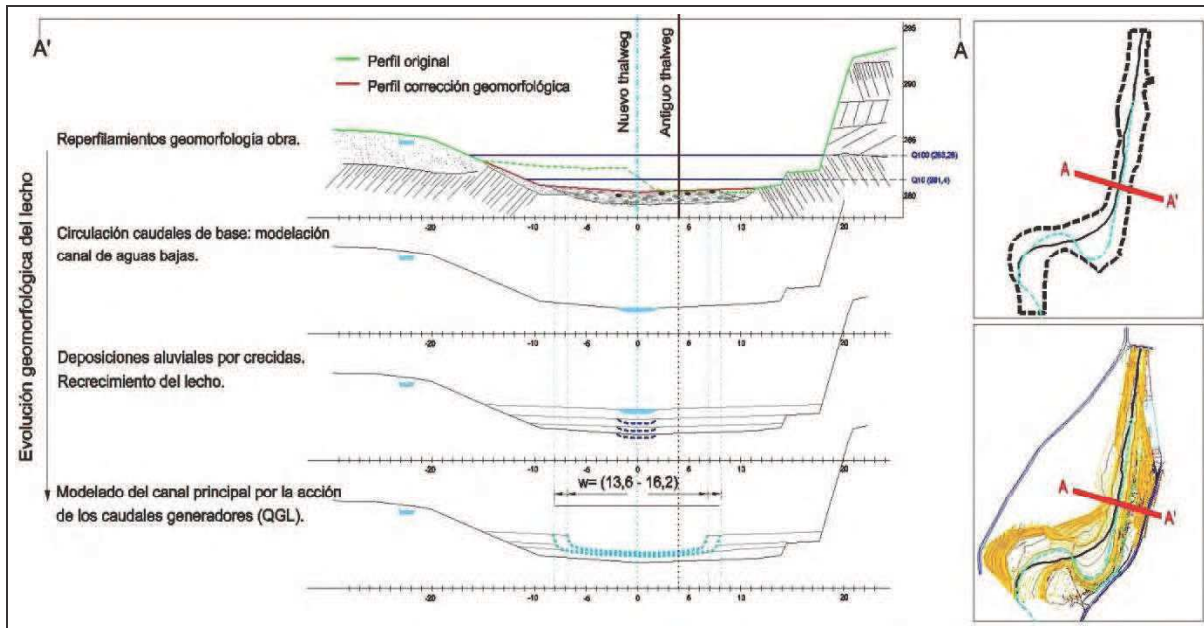
3. *Restitución de la libertad en planta (reconstrucción de lechos):* Los trabajos se basaron en dotar al río de toda la libertad en planta necesaria para que éste evolucione en la formación del canal de aguas bajas primero, y de un nuevo *bankfull* posteriormente. Para ello se recuperaron todos los materiales aluviales movilizados durante la construcción de la escollera y la excavación de las lagunas, y con ellos se reconstruyó el fondo aluvial, dejándolo expuesto a la acción modeladora de los caudales. Sobre dichos depósitos se replanteó el tálveg, cuyo trazado fue reconstruido mediante la fotointerpretación de imágenes aéreas de los años 1956, 1972, 1989, 1991 y 2004. La longitud final del eje del tálveg resultante fue de 835 m., frente a los 750 m. del estado inicial.

Las formas con que fue reperfilado superficialmente dicho fondo aluvial fueron de tipo horizontal o subhorizontal, es decir, sólo fue marcado levemente el punto bajo del cauce y, a partir de allí, se continuó el reperfilamiento transversal con una pendiente muy suave (de escala centimétrica) hasta su intersección con las terrazas laterales. Se evitó en todo momento la excavación de un nuevo cauce en el seno de los materiales aluviales repuestos. Para garantizar la disponibilidad del espacio necesario para que el proceso de formación del canal principal -en el seno del fondo aluvial reconstruido- se produjera con total libertad de trazado, fueron estudiados los caudales generadores de lecho ( $Q_{GL}$ ). Su magnitud fue calculada en base a diferentes metodologías (ACA, 2004 y CEDEX, 2003), y se



estableció la relación de éstos, en aplicación de la Ley de Lacey, con las variables morfológicas de la anchura del lecho principal ( $w$ ) (Fig. 5). Los diferentes resultados obtenidos resultaron coherentes entre sí, y delimitaron una horquilla de valores para el caudal generador de entre 7 y 11  $m^3/s$ , que se corresponderían con una anchura de *bankfull* de entre 13,6 y 16,2 m. Dichas anchuras resultaron además análogas a las observadas en tramos próximos no alterados.

Figura 5. Evolución geomorfológica prevista inicialmente. En verde se representa el perfil previo a las obras (escollera), en rojo el resultante de la corrección, y en gris la sucesión de diferentes perfiles que resultarían del modelado del canal de aguas bajas, la acreción del lecho y la excavación del cauce principal (*bankfull*)



Los patrones de distribución de los materiales en el meandro respondían fueron distribuidos respondiendo -muy suavemente- a la estructura característica de estas formaciones (línea de tálveg externa, point bar), pero siempre facilitando su removilización.

4. *Reconstrucción de terrazas*. Los reperfilamientos respetaron las terrazas confrontantes con los antiguos lechos. Aquellas que habían sido alteradas fueron reconstruidas y naturalizadas en base a imágenes históricas y a la observación de vestigios no alterados o de terrazas homólogas próximas.

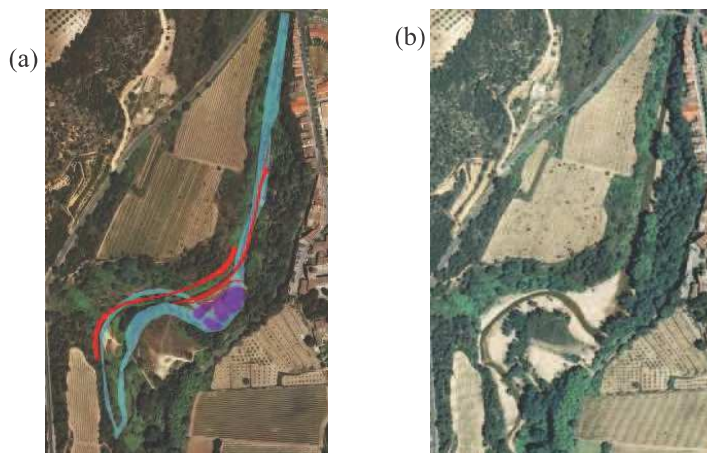
5. *Gestión de sedimentos*: Todo el material de naturaleza fluvial procedente de las excavaciones de los nuevos perfiles fue reincorporado al espacio fluvial. Sin embargo, el esponjamiento del material provocó un exceso volumétrico que dificultó la reconstrucción de las morfometrías naturales de los fondos aluviales. Pese a que su asentamiento progresivo facilitó la reincorporación posterior de una mayor cantidad de sedimento, siguió produciéndose un balance positivo que obligó a distribuirlo homogéneamente, también sobre las terrazas confrontantes en la margen izquierda, lo que varió levemente los perfiles originalmente previstos para garantizar la movilidad lateral.

Se optó por una distribución homogénea de los sedimentos en los lechos (no fueron clasificados), poniendo a disposición de la corriente de manera indiferenciada toda la curva granulométrica, para que fuesen redistribuidos en función de la competencia hidráulica del diferente rango de caudales.

### 3º Mejora de los hábitats

En las áreas no afectadas por los trabajos de movimiento de tierras se llevaron a cabo actuaciones de mejora de los hábitats que consistieron únicamente en la erradicación de especies alóctonas y en la reducción de comunidades oportunistas exacerbadas. Se respetarán los procesos naturales de regeneración de los hábitats naturales, que serán monitoreados y estudiados a través de estudios específicos (plan de seguimiento).

Figura 6. Ortoimágenes mostrando (a) el estado previo a la restauración (2010) –sobre el cual se simboliza el lecho de 1989 (azul), el sistema de doble escollera (rojo), las balsas de lagunaje excavadas sobre los antiguos depósitos (lila), y (b) el tramo ya restaurado (mayo, 2011)



## 6. Conclusiones

Los meandros confinados acostumbran a encontrarse libres de usos antrópicos. Por ello las ocasiones de intervenir sobre esta tipología fluvial son escasas, pero ofrecen la oportunidad de experimentar los *principios de mínima intervención* respecto:

**1.** La comprensión de los procesos morfodinámicos y las dinámicas naturales de recolonización ecológica; **2.** Estudiar la viabilidad y rentabilidad de promover a escala de cuenca actuaciones de facilitación ecológica mínimamente interventivas en substitución de proyectos reconstructivos clásicos; **3.** Estudiar los impactos ecológicos derivados de proyectos interventivos respecto los mínimamente intervencionistas.

La experiencia obtenida hasta el momento en la restauración realizada en Santes Creus (a la espera de los resultados del *programa de seguimiento*), nos permite concluir:

**4.** La restauración de lechos deposicionales masivos debe rehuir la reposición de sedimentos ordenados espacialmente por granulometrías (deberían de dejarse expuestos indiferenciadamente en todo el ámbito de actuación de los caudales); **5.** Debe de evitarse con carácter general la reconstrucción de cauces; **6.** El esponjamiento de los sedimentos comporta problemas en el balance volumétrico durante la reconstrucción topográfica. **7.** Como criterio general los excesos de sedimentos deberían de ser reincorporados al lecho aguas arriba y de manera progresiva, facilitando su movilización; **8.** El estudio de la vegetación potencial a escala de cuenca arroja discordancias respecto a los series propuestas clásicamente en base al estado del conocimiento actual, lo que valida la idea de que debe evitarse la revegetación del espacio fluvial bajo estructuras preconcebidas; **9.** Las fotografías e imágenes aéreas históricas aportan una valiosa información para la interpretación de la génesis y evolución de tramos fluviales, pero ofrecen una visión distorsionada de su potencialidad ecológica y no deben de ser tomadas como imagen objetivo.

## Referencias

Agencia Catalana del Agua (ACA). (2004). Recull de dades. Els recursos hídrics en règim natural de les internes de Catalunya (1940-2000). Generalitat de Catalunya. Barcelona.

Agencia Catalana del Agua (ACA). (2008). Planificació del espai fluvial de la cuenca del riu Gaià. Generalitat de Catalunya. Barcelona.

Agencia Catalana del Agua (ACA). (2011). Base de dades 2006-11 de las subvenciones para la realización de actuaciones de gestión, conservación y recuperación de espacios fluviales.

Cairns, J. (1991). The status of the theoretical and applied science of restoration ecology. *The Environmental Professional*, 13: 186-194.

- CEDEX. (2003). Aspectos prácticos de definición de la máxima crecida ordinaria. Ministerio de Medio Ambiente.
- Folch, R. (1975). L'Albereda de Santes Creus. Butlletí de l'Arxiu Bibliogràfic de Santes Creus. Núm. 43. Vol.V.
- MN Consultores en Ciencias de la Conservación. (2007). Plan zonal de implantación de caudales de mantenimiento en la conca del riu Gaià. Agencia Catalana del Agua. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- MN Consultores en Ciencias de la Conservación. (2009). Proyecto de restauración ecológica de del espacio fluvial de la "Albereda i Meandre de Santes Creus". Cuenca hidrográfica del río Gaià. Diputación de Tarragona. Tarragona.
- Salat, X. (1991). L'Albereda de Santes Creus: aproximació al coneixements mitjançant un conjunt botànic.
- Solé, J., García, G. & Butillé, M. (2009). Cambios en la biodiversidad de la cuenca del río Gaià: la influencia del factor antrópico. Actas de las primeras jornadas de estudio y divulgación de las tierras del Gaià. Centre d'Estudis del Gaià. Vila-rodona.
- The Nature Conservancy. (2007). Indicators of Hydrologic Alteration. Version 7. User's Manual.