

# ECOGEOGRAFIA DEL MEANDRO DEL ESTAJAO (RIO EBRO, ALFARO, LA RIOJA).

OLLERO OJEDA, A.

Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.

---

## RESUMEN

La desembocadura en el río Ebro del complejo Arga-Aragón provoca un notable incremento de caudal y una mayor incidencia de las crecidas periódicas. A partir de ese punto se desarrolla un tren de meandros de espectacular dinámica a lo largo de 15 Km. Se ha realizado un detallado seguimiento, trabajando con las fotografías aéreas de 1956, 1967, 1977, 1981 y 1986, del meandro del Estajao, interesante por la pervivencia de extensos sotos ribereños. El análisis cualitativo y cuantitativo de la evolución de este espacio en los últimos 30 años, con un marcado dinamismo tanto geomorfológico como biogeográfico y en los usos del suelo, nos lleva a la explicación de la interacción factores-procesos, en la que el comportamiento hidrológico es el factor activo y las formaciones vegetales junto con la acción antrópica constituyen la resistencia ante esa entrada de energía, en busca de un difícil equilibrio.

**Palabras clave:** crecidas, llanura de inundación, meandros, sotos ribereños, dinámica de la vegetación, deforestación, obras de defensa.

## ABSTRACT

The confluence between the Arga-Aragón complex with the Ebro river increases considerable not only the discharge but the influence on the recurrent flood. From this point it is developed a meander complex about 15 Km length with an expectacular dynamic. From 1956 it has been studied the dynamic of Estajao meander with aerial photographs (1956, 1967, 1977, 1981, 1986) the study has been done because of the big interest of the natural vegetation along the river banks ("sotos"). The qualitative and quantitative dynamic analysis in the latest 30 years, show us great geomorphological, biogeographical and land use dynamism, let us to explain the interactions between factors and processes, in which the hydrological behaviour is the active factor and the natural vegetation, besides the anthropic influence, are the resistance factors against that input of energy, looking for a difficult equilibrium.

**Key words:** floods, floodplain, meanders, "sotos", natural vegetation dynamic, cut-off, defence works.

---

## INTRODUCCION Y METODOLOGIA

El tramo del río Ebro que discurre entre la desembocadura del Aragón y Murillo de las Limas presenta un tren de meandros libres que en 15 Km de valle alcanza un índice de sinuosidad medio de 1'4 (PELLICER y OLLERO, 1987).

El aumento considerable de caudal y la mayor importancia de las crecidas, con origen tanto en el Alto Ebro como en el Pirineo Occidental, generan un comportamiento hidrológico que hace de este sector uno de los más dinámicos de todo el curso del Ebro. Las dificultades para poner en cultivo las orillas, debido a esta dinámica, son

responsables de la pervivencia de sotos ribereños todavía hoy extensos.

Se ha seleccionado por su interés en este sentido el meandro del Estajao, situado entre la desembocadura del Aragón y el puente del ferrocarril de Castejón, dentro del término municipal de Alfaro (La Rioja).

El objetivo es evaluar cualitativa y cuantitativamente y explicar los factores de las variaciones del cauce y de las orillas a lo largo de los últimos 30 años. Para ello, se ha trabajado con la fotografía aérea de los años 1956, 1967, 1977, 1981 y 1986, ajustando las distintas escalas con ayuda del pantógrafo. Se ha cartografiado el cauce y las

distintas superficies de la llanura de inundación (gravas desnudas, gravas en proceso de colonización, formaciones espontáneas herbáceas, arbustivas y arbóreas, áreas de degradación antrópica, choperas de repoblación y cultivos) y se ha planimetrado cada una de ellas para analizar las variaciones acontecidas en el período que transcurre de una foto a otra.

El trabajo con fotografía aérea nos permite el mejor seguimiento posible de la dinámica de este sistema natural, pero es muy difícil explicar a partir de fotos sincrónicas una evolución diacrónica con tantas alternativas que desconocemos en períodos interfotos.

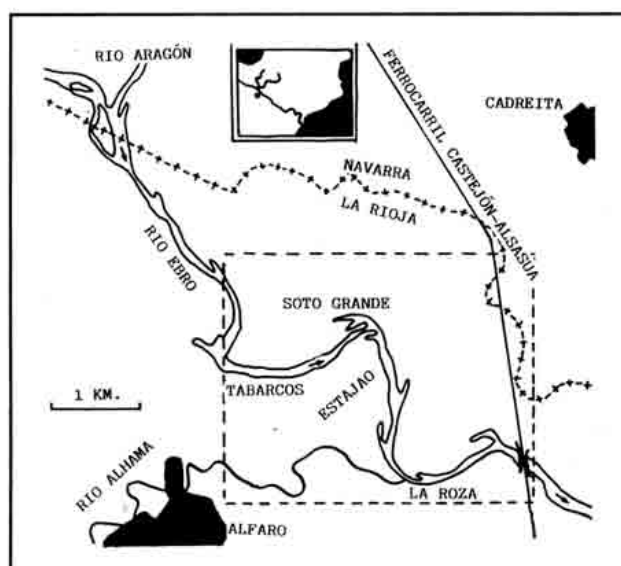


Fig. 1. Mapa de localización

## ASPECTOS HIDROLOGICOS

Para analizar los condicionantes hídricos del período de estudio, hemos trabajado la serie completa 1948-1986 de los datos del aforo de Castejón. Nos resulta un caudal medio anual de 259'89 m<sup>3</sup>/s, ligeramente superior a los 246'58 m<sup>3</sup>/s que indican MARTÍN RANZ y GARCÍA RUIZ (1984), que trabajaron con una serie distinta. Este valor de Castejón casi duplica el registrado en Mendavia, antes de la confluencia del complejo Arga-Aragón.

El régimen del Ebro en Castejón (FLORISTAN, 1976) puede calificarse de pluvio-nival, con máximo en marzo por la influencia de la fusión nival pirenaica, mientras aguas arriba los máximos se registran en invierno, respondiendo a un régimen pluvial oceánico. Predominan las crecidas de invierno y comienzos de primavera.

En el cuadro I se han seleccionado las crecidas que han superado el umbral de los 2.000 m<sup>3</sup>/s en cada período inter-fotos.

Cuadro I: Crecidas que han superado los 2000 m<sup>3</sup>/s

| Fecha máximo |     |    | Caudal<br>(m <sup>3</sup> /s) | Máx. inst.<br>(m <sup>3</sup> /s) | Nº vec.<br>módulo |
|--------------|-----|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| 1948-56      |     |    |                               |                                   |                   |
| 3            | FEB | 52 | 3006                          | 3140                              | 12,08             |
| 13           | ABR | 52 | 2075                          | 2390                              | 9,20              |
| 12           | FEB | 54 | 2179                          | 2310                              | 8,89              |
| 28           | MAY | 56 | 2496                          | 2960                              | 11,39             |
| 1956-67      |     |    |                               |                                   |                   |
| 17           | MAR | 58 | 2108                          | 2280                              | 8,77              |
| 25           | DIC | 58 | 2210                          | 2450                              | 9,43              |
| 14           | DIC | 59 | 2626                          | 2810                              | 10,81             |
| 28           | ENE | 60 | 2170                          | 2220                              | 8,54              |
| 31           | DIC | 60 | 4177                          | 4950                              | 19,05             |
| 14           | NOV | 61 | 2700                          | 3200                              | 12,31             |
| 22           | ENE | 65 | 2476                          | 2771                              | 10,66             |
| 12           | DIC | 65 | 2437                          | 2622                              | 10,09             |
| 10           | NOV | 66 | 3583                          | 4050                              | 15,58             |
| 1967-77      |     |    |                               |                                   |                   |
| 4            | ENE | 68 | 2945                          | 3012                              | 11,59             |
| 8            | DIC | 69 | 2097                          | 2388                              | 9,19              |
| 20           | ABR | 75 | 2076                          | 2309                              | 8,88              |
| 15           | JUN | 77 | 2458                          | 2628                              | 10,11             |
| 1977-81      |     |    |                               |                                   |                   |
| 27           | ENE | 78 | 2245                          | 2500                              | 9,62              |
| 3            | FEB | 78 | 3236                          | 3375                              | 12,99             |
| 5            | MAR | 78 | 2055                          | 2330                              | 8,97              |
| 14           | ENE | 79 | 2594                          | 2770                              | 10,66             |
| 21           | DIC | 80 | 2858                          | 3250                              | 12,51             |
| 17           | ENE | 81 | 2521                          | 2675                              | 10,29             |
| 1981-86      |     |    |                               |                                   |                   |
| 26           | DIC | 82 | 2010                          | 2035                              | 7,83              |

Fuente: Datos de aforo (Conf. Hidrogr. del Ebro). Elaboración propia.

## CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS DEL CAUCE

La interacción de velocidad, profundidad, anchura, pendiente, descarga, naturaleza y cantidad de sedimentos, y los reajustes correspondientes para lograr el estado de equilibrio, se traducen en una serie de variaciones morfológicas del cauce.

La disminución de pendiente del cauce (en el tramo estudiado el río Ebro desciende tan sólo 0,6 m por Km) y el repentino aumento de caudal, provocan un aumento de la sinuosidad ante la necesidad de disipar la energía sobrante. Pero si el río, con el trazado sinuoso, tiende al equilibrio, los meandros son en sí estructuras forzadas e inestables, en continua variación.

El ligero aumento de la pendiente en algunos puntos, junto con el predominio de sedimentos gruesos, favorece el desarrollo de cauces trenzados, con presencia de mejanas (término local que designa a las islas del río) y barras de grava semisumergidas de carácter móvil.

El cuadro II indica, para cada uno de los mapas rea-

lizados, el índice de sinuosidad del tramo cartografiado y la longitud y amplitud de onda del meandro del Estajao:

Cuadro II

| Año  | Is   | Long.Km | Ampl.Km |
|------|------|---------|---------|
| 1956 | 1,47 | 1,72    | 1,60    |
| 1967 | 1,68 | 1,58    | 1,85    |
| 1977 | 1,66 | 1,48    | 1,91    |
| 1981 | 1,55 | 1,49    | 1,85    |
| 1986 | 1,54 | 1,53    | 1,78    |

## PLANIMETRIA DE LA LLANURA DE INUNDACION

En el cuadro III se incluye la evolución de cada una de las superficies cartografiadas, así como la simplificación de dichas superficies en tres grandes grupos: las áreas no colonizadas por la vegetación (cauce inundado y gravas), la vegetación espontánea y las áreas antropizadas (FIG. 2).

CUADRO III (N+ has)

| Tipo supf.           | 1956   | 1967   | 1977   | 1981   | 1986   |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cauce inundado       | 48,39  | 65,59  | 63,87  | 61,94  | 55,25  |
| Gravas desnudas      | 25,20  | 25,03  | 9,30   | 33,75  | 12,46  |
| Gravas coloniz.      | 65,75  | 52,98  | 13,48  | 26,42  | 12,13  |
| Form. arbóreas       | 167,83 | 179,44 | 81,35  | 68,86  | 73,99  |
| Form. arbustivas     | 48,74  | 25,42  | 44,88  | 28,66  | 43,73  |
| Form. herbáceas      | 3,65   | 1,77   | 10,56  | 0,89   | 1,23   |
| Choperas repobl.     | 31,51  | 23,41  | 81,62  | 113,31 | 70,52  |
| Áreas degradación    | 35,75  | 52,56  | 53,51  | 19,00  | 31,56  |
| Total supf. no cult. | 426,82 | 426,20 | 358,57 | 352,83 | 300,87 |

| Tipo supf.         | 1956   | 1967   | 1977   | 1981   | 1986   |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cauce + gravas     | 139,34 | 143,60 | 86,65  | 122,11 | 79,84  |
| Veget. espontánea  | 220,22 | 206,63 | 136,79 | 98,41  | 118,95 |
| Áreas antropizadas | 67,26  | 75,97  | 135,13 | 132,31 | 102,08 |
| Avance cult.       |        |        |        |        |        |
| (resp. fecha ant.) |        | +0,62  | +67,63 | +5,74  | +51,96 |

## EVOLUCION 1956-1986

En 1956 (mapa 1), el meandro presenta una curvatura muy regular. El cauce es estrecho (anchura media de 100 m), con franjas amplias de gravas sin colonizar y extensos sotos en ambas márgenes.

En 1967 (mapa 2), tras la importante crecida de diciembre de 1960 y la reciente todavía de noviembre de 1966, la situación es inestable, con curvas no regularizadas, de manera que se alcanza el máximo índice de sinuosidad.

El cauce es más ancho (160 m en algunos puntos) y quedan canales residuales. En los vértices convexos se desarrollan grandes apéndices de grava. Se constata ya un

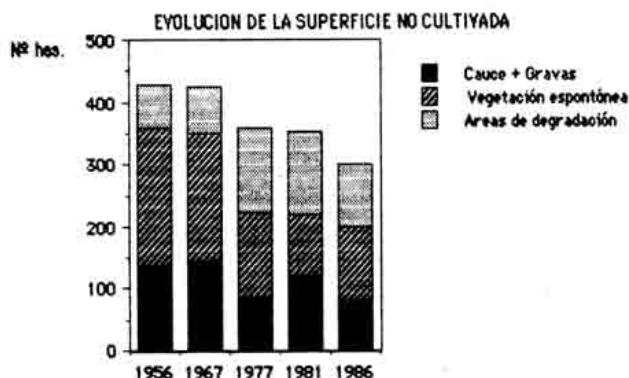


Fig. 2

apreciable avance de los cultivos y se ha iniciado la plantación de choperas al S. del soto del Estajao.

El meandro de Tabarcos se ha desplazado aguas abajo al menos 220 m, exagerando su curva al no poder seguir avanzando su orilla cóncava contra los bien desarrollados sotos del Estajao. Esta contención natural provoca el avance hacia el NW. (unos 190 m) del vértice del meandro en Soto Grande, lo que trae consigo un considerable aumento de la amplitud de onda (cuadro II).

A la salida de la curva, el cauce inunda la margen derecha hasta alcanzar un segundo vértice con un desplazamiento de 150 m aguas abajo.

El meandro de La Roza se ha desplazado 100 m, y el vértice siguiente se ha aproximado 40 m al puente del ferrocarril.

En 1977 (mapa 3), tras un período sin inundaciones importantes, encontramos ya síntomas de la creciente antropización de este espacio. En el tramo cartografiado se han perdido 70 Has. de vegetación espontánea (un tercio de la que existía). Al N. del Soto Grande ha tenido lugar un importante avance del cultivo en detrimento de los sotos. Aparecen los primeros diques de contención sobre las deforestadas orillas próximas al puente del ferrocarril, así como a la salida de la curva de Tabarcos y en el vértice septentrional del Estajao, lo cual tendrá incidencia en futuros desplazamientos del cauce.

En el lóbulo del Estajao se ha plantado una extensa chopera en detrimento del antiguo soto, que queda reducido a una franja estrecha pero densa.

Tabarcos sigue migrando aguas abajo, unos 80 m en este período. la curva de Soto Grande se desarrolla, avanzando 60 m sobre la orilla cóncava, lo que significa alcanzar el máximo en amplitud de onda (cuadro II). A la salida de dicha curva, las defensas conducen las aguas claramente hacia el S., cortando el antiguo apéndice, del que queda un pequeño lecho inundado.

Las gravas han sido colonizadas, aumentando la superficie de arbustos. En los sectores más sinuosos han aparecido grandes mejanas que han sido rápidamente co-

lonizadas por la vegetación, alcanzándose en muy pocos años el estrato arbóreo.

En el lóbulo frente a la desembocadura del Alhama destaca una amplia extensión (cartografiada como área degradada) en la que se han llevado a cabo extracciones de áridos. El meandro del puente del ferrocarril, que ha vuelto a desplazarse unos 45 m aguas abajo, ha visto talado casi completamente su antiguo soto, sustituido por una incipiente chopera protegida por un mazón.

En 1981 (mapa 4) prosigue dramáticamente la antropización del sector, alcanzándose el más alto grado de deforestación. La situación ha variado poco por la regularización, si bien las crecidas recientes han desarrollado las superficies de gravas. La curva de Tabarcos ha sido cortada, y las aguas chocan frontalmente contra el dique del vértice del Estajao, lo cual produce un avance contrario a la corriente de un canal residual adosado al mazón. El último tramo presenta una regularización de las curvas, con descenso de la sinuosidad, siendo evidente que la foto corresponde a un momento de aguas bajas.

En 1986 (mapa 5) el cauce apenas ha cambiado, haciéndose muy violenta la curva del vértice del Estajao, cuyo choque frontal contra el mazón es cada vez más evidente y puede plantear situaciones peligrosas, al provocar una división de las corrientes de crecida. En el lóbulo del Estajao las choperas han sido sustituidas por cultivos. Se ha recuperado buena parte de vegetación espontánea, fundamentalmente por la colonización de gravas, tras un período tranquilo en lo referente a crecidas.

## LOS SOTOS ACTUALES

En 30 años, la vegetación espontánea, sustituida por choperas de repoblación y por el avance de los cultivos, se ha visto reducida prácticamente a la mitad, pasando de 220 a 119 Has., teniendo en cuenta no obstante su

imponente poder de regeneración. Aun así, nos encontramos en el sector de mayor superficie actual de sotos de todo el tramo navarro-riojano del Ebro.

Los sotos actuales reflejan las sucesivas alternativas del sistema natural, desarrollándose tanto en función de la periodicidad de las crecidas (la dinámica fluvial condiciona la evolución cíclica de las formaciones) como por las propias características de la deposición de sedimentos (gravas, colonizadas por los sauces; arenas, arcillas o limos, sobre los que se asientan los álamos). El poblamiento vegetal, con especies colonizadoras de rápida dispersión y germinación, está en constante evolución a partir de una gran crecida que ha alterado la situación geomorfológica y biogeográfica, hasta alcanzar un estado de equilibrio que será de nuevo alterado con la llegada de otra crecida.

Son sotos de estructura complicada en la que se combinan zonas de vegetación muy madura, con un estrato arbóreo de gran altura y complejidad, con otras de colonización reciente. En general, y a partir de las gravas de la orilla o de terrenos limosos semiinundados, cubiertos de carrizales y juncas, distinguimos una sauceda de hasta 10 m. de altura separada, por uno o varios surcos de limos cubiertos por herbáceas, del soto propiamente dicho, formado por diversas especies arbóreas que alcanzan alturas importantes (de 15 a 25 m).

Para explicar la estructura actual de los sotos, se ha realizado un transecto desde el Soto del Estajao hasta el Soto Grande pasando por el vértice del meandro del Estajao (FIG. 3).

Las gravas heterométricas del vértice del Estajao van siendo colonizadas en su parte más alta por quenopodiáceas y brotes de chopo y sauce. Estas especies se desarrollan ya con porte arbóreo a 25 m de la orilla, alternando con rodales de limos cubiertos de herbáceas. Es clara la sucesión de crestas (scrolls) y depresiones (swales). También hay ejemplos de diques naturales de ramas en-

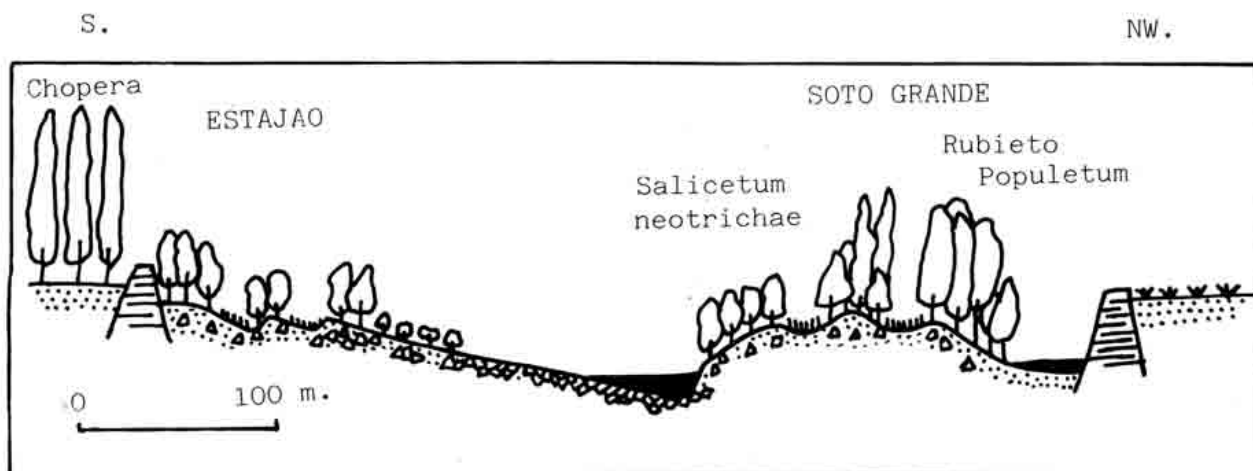
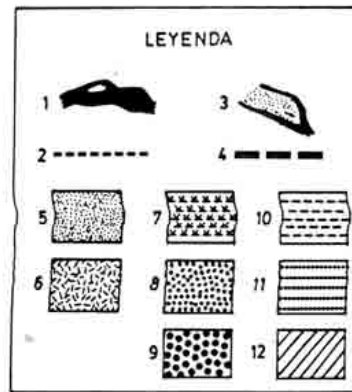
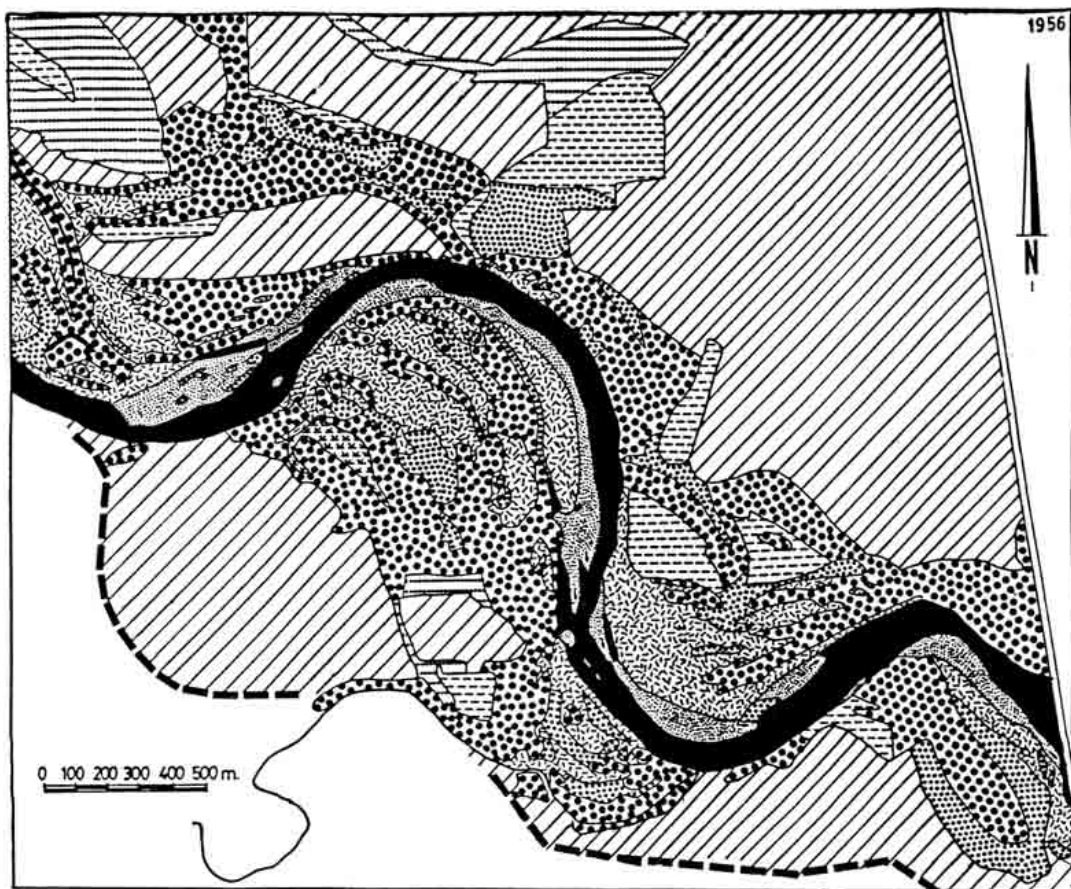


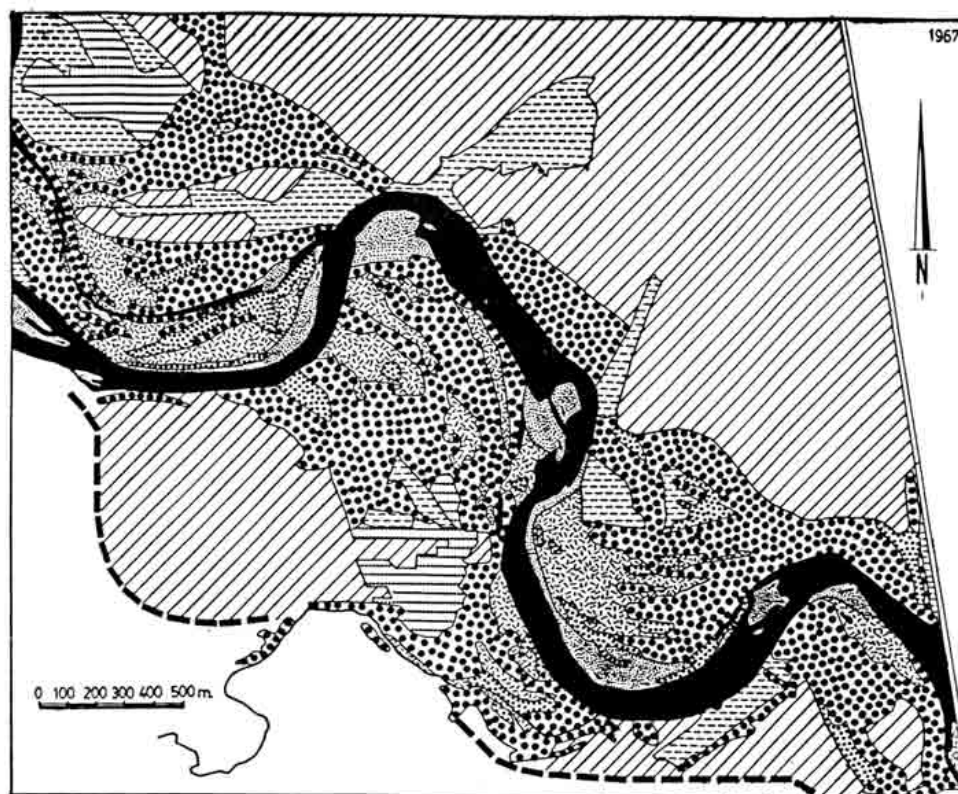
FIG. 3: Transecto Estajao-Soto Grande



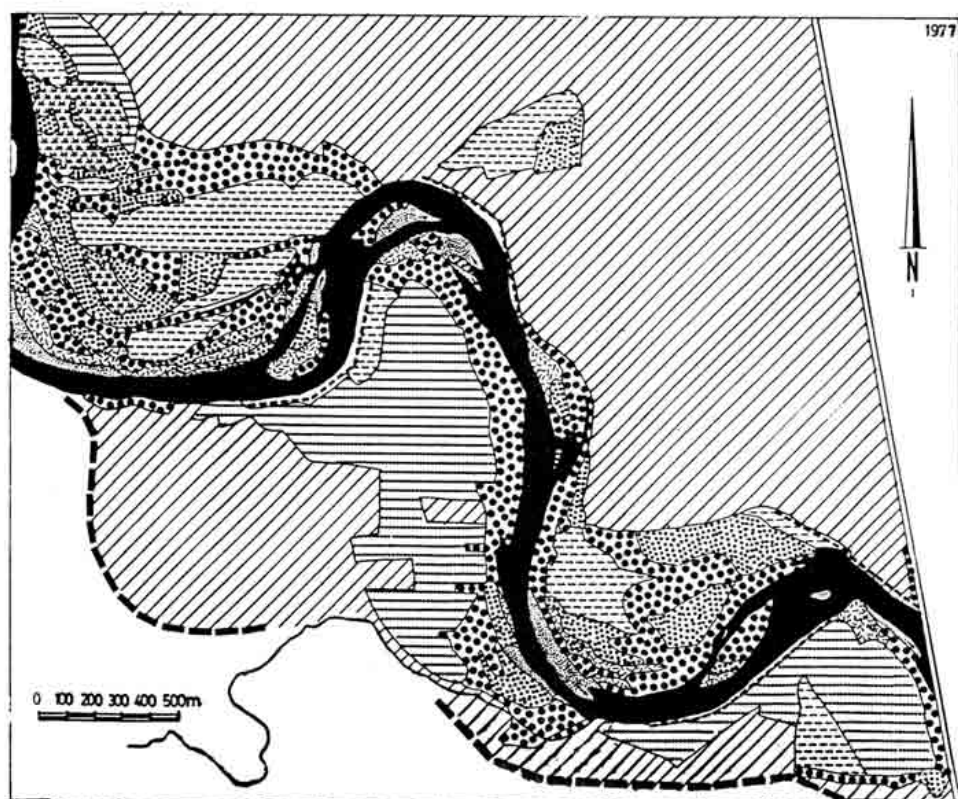
1: Cauce inundado / 2: Dique de contención / 3: Flecha de grava móvil / 4: Límite de la llanura de inundación / 5: Gravas desnudas / 6: Gravas en proceso de colonización / 7: Form. herbáceas / 8: Form. arbustivas / 9: Form. arbóreas / 10: Areas de degradación antrópica / 11: Choperas de repoblación / 12: Cultivos.



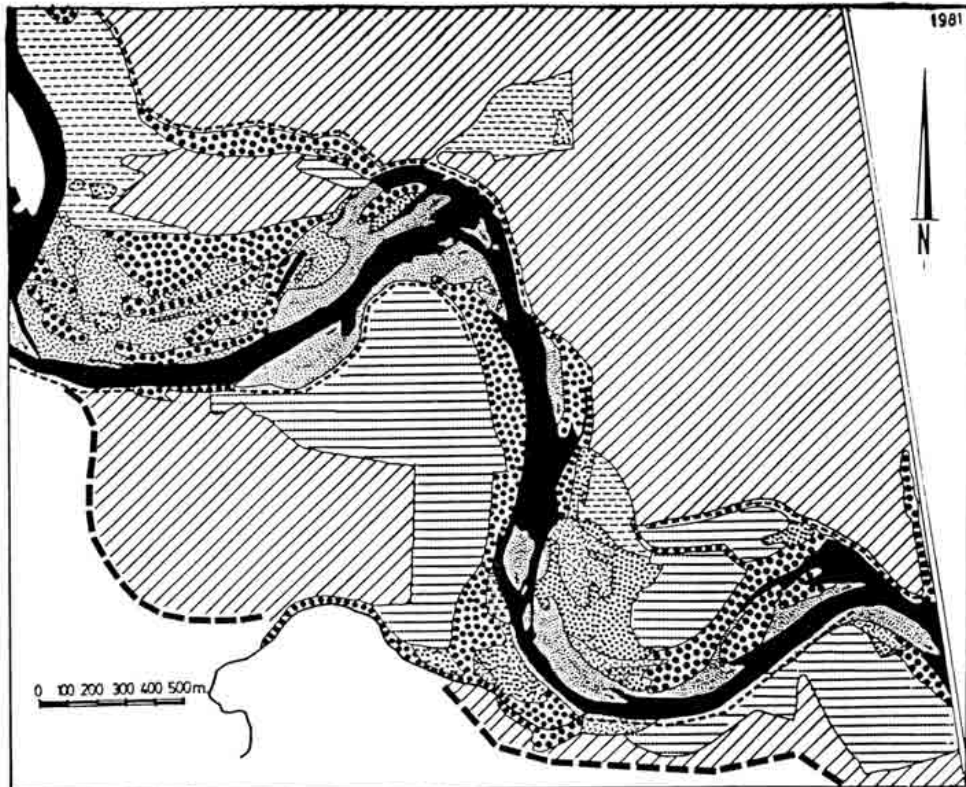
Mapa 1: Situación en 1956.



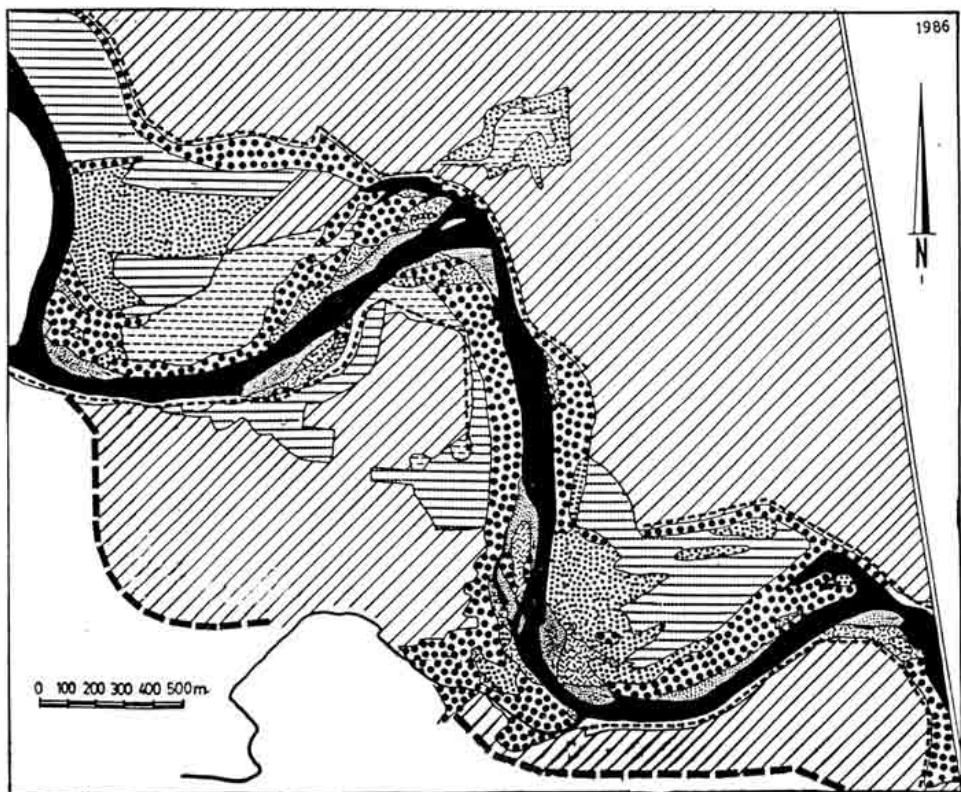
Mapa 2: Situación en 1967.



Mapa 3: Situación en 1977.



Mapa 4: Situación en 1981.



Mapa 5: Situación en 1986.

trelazadas, siempre perpendiculares a la corriente. En este sector septentrional del Estajao no se pasa de la saucedá. Es en la orilla oriental del lóbulo donde se desarrolla el soto.

El Soto Grande, en la margen izquierda, ofrece un aspecto mucho más impenetrable. Presenta también numerosos canales de crecida y queda dividido en dos tramos por un canal residual comprimido por el mazón que protege la orilla cóncava del vértice. Todavía hoy es clara la distribución de las especies arbóreas en función de la inundación del sustrato, a pesar de la deforestación reciente, posterior al informe de FERNANDEZ PASQUIER (1980).

A la saucedá de orla (*Asoc. Salicetum neotrichae*) se adosa el soto de chopos (*Populus nigra*), fresnos (*Fraxinus angustifolia*), olmos (*Ulmus campestris*) y álamos (*Populus alba*), que constituye la asociación *Rubieto-Populetum*, del orden *Populetalia albae* (BRAUN-BLANQUET, 1957). La vegetación arbustiva intercalada es muy abundante, y los antiguos canales están cubiertos por herbáceas con áreas todavía encharcadas. A la vegetación madura se unen sin solución de continuidad las formaciones más recientes que han ido colonizando las gravas (*Asoc. Andryaletum ragusinae*) y los limos (*Asoc. Paspaleto-Agrostidetum*) a partir del amansamiento del río.

Todo el límite occidental del soto, aquél que recibe frontalmente el embate de las aguas de crecida, se ve cubierto casi totalmente de densos entramados de troncos y broza que han supuesto una valiosa barrera natural a lo largo de muchos metros. Estos entramados, de hasta 4 m de altura, se establecen en sucesivas bandas cada vez más modestas hasta desaparecer en el interior del soto, lo cual nos da una idea de lo importante de esta defensa natural ante las crecidas, no sólo por rechazar la riada y remansar las aguas, sino también por filtrar los aportes y permitir la llegada de limos fértiles a la llanura de inundación.

## CONCLUSIONES

En este sistema natural, el papel de los distintos componentes se estructura de la siguiente manera. El comportamiento hidrológico del río, fundamentalmente la existencia de fuertes crecidas periódicas, significa la entrada de energía al sistema y el factor activo responsable del dinamismo geomorfológico del cauce y de la continua regeneración de amplias superficies por la vegetación de ribera. Este factor activo ha ido perdiendo buena parte de su potencia debido a las obras de regulación y defensa realizadas.

La resistencia frente a esta entrada de energía la han constituido básicamente las formaciones vegetales de ribera, que presentan una notable rapidez de desarrollo, alcanzando en muy pocos años su madurez. La importan-

cía de los sotos es responsable de que los cambios de trazado del cauce no hayan sido muy importantes, de que no se hayan producido estrangulamientos en los meandros, predominando únicamente la tendencia a migrar aguas abajo. Ahora bien, en crecidas importantes la vegetación ha sido arrancada y arrastrada, sufriendo retrocesos a la vez que remansaba la fuerza de las aguas y desviaba la corriente en una lucha bastante equilibrada entre los elementos activo y pasivo del sistema.

Como resultado de esta dinámica (cuadro III) en las fotos aéreas que siguen a un período de fuertes crecidas (1967, 1981) se observan amplias superficies de gravas sin colonizar, así como formas de cauce poco estables, con madres residuales y recodos violentos. Por el contrario, en las fotos tras períodos más tranquilos (1956, 1977, 1986), se desarrollan notablemente las especies colonizadoras (herbáceas y arbustivas), adoptando el cauce curvas más regularizadas.

Si las formaciones espontáneas son el factor natural fundamental para evitar la erosión de las orillas, con posterioridad a la foto de 1967 se ha desarrollado en nuestro sector la construcción de mazones de defensa, que se han convertido en el principal elemento de resistencia frente a la energía de las aguas. El resultado de esta progresiva antropización del sistema ha sido la notable reducción de la dinámica morfo-genética del río.

No obstante, la tendencia a describir y exagerar meandros es permanente; el índice de sinuosidad tiende a acentuarse. Una mala ubicación de las defensas o un exceso de las mismas, no hace más que aumentar la dinámica agresiva del río.

El transcurso de estos 30 años significa, en definitiva, la evolución del espacio ribereño desde un sistema natural a otro antrópico. Las diferencias entre la primera foto y la más reciente y los resultados de la planimetría indican cómo el hombre ha intentado aprovechar al máximo este espacio ganando tierras para el cultivo, a pesar del riesgo de inundaciones, plantando choperas de rápido crecimiento para obtener madera, todo ello en detrimento de unos sotos que eran la clave para la regularización natural de las riberas. Ha sido preciso reforzar las orillas, de manera que en 1986 el tramo está prácticamente canalizado. El río adquiere así un nuevo equilibrio más forzado, y aunque los riesgos de crecida parecen ser menores, la observación en lo sucesivo nos podrá aclarar si este cauce y estas orillas van a poder seguir manteniéndose entre los mazones levantados.

Si la deforestación de los sotos es grave por su inestimable valor ecológico como últimos reductos actuales del rico ecosistema ribereño, la sustitución de su

papel de resistencia por defensas artificiales, aunque estas últimas resulten más efectivas, supone una notable inversión que no llega a garantizar del todo la solución del problema. El espacio cultivable se está ganando a un precio muy alto en detrimento del río. Quizás hubiera sido más rentable respetar los sotos, levantar menos mazonos y cultivar en espacios menos arriesgados.

## BIBLIOGRAFIA

- BRAUN-BLANQUET, J. y BOLOS, O. de (1957): Les groupements vegetaux du bassin moyen de l'Ebre et leur dynamisme. *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei*, 1-4, 266 pp., Zaragoza.
- DAVY, L. (1975): *L'Ebre, étude hydrologique*. Thèse d'Etat, Univ. Paul Valéry, 2 vols. 800 pp., Montpellier.
- ELOSEGUI, J. et al.. (1984): *Inventario de Espacios Naturales a proteger en La Rioja: estudio y problemática*. Consejería de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. Comunidad Autónoma de La Rioja (inédito).
- FERNANDEZ ALDANA, R. (1983): Los sotos y las riberas en La Rioja. Asociación Ecologista de La Rioja-Amigos de la Tierra, Logroño.
- FERNANDEZ ALDANA, R. y LOPO CARRAMIÑANA, L. (1986): Las zonas húmedas en La Rioja. *Guía de las zonas húmedas de la Península Ibérica y Baleares*. Amigos de la Tierra. Miraguano Ed., 65-78, Madrid.
- FERNANDEZ PASQUIER, V. (1980): Breve informe sobre los sotos del Ebro en Alfaro (inédito).
- FLORISTAN, A. (1976): Régimen del Ebro medio. *Cuadernos de Investigación. Geografía e Historia*, C. U. Logroño, 2, 3-15.
- KALLIOLA, R. & PUHAKKA, M. (1988): River dynamics and vegetation mosaicism: a case study of the River Kamajohka, northernmost Finland. *Journal of Biogeography*, 15, 703-719.
- LEWIN, J. (1983): Changes of channel patterns and floodplains. In GREGORY, K. J. (Ed.) *Background to Palaeohydrology*, Wiley, 303-319.
- MARTIN RANZ, M. C. y GARCIA RUIZ, J. M. (1984): *Los ríos de La Rioja. Introducción al estudio de su régimen*, I.E.R., 67 pp., Logroño.
- MONTERRAT, P. (1982): Aspectos ecológicos relacionados con la dinámica de sotos y riberas. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 41, 9-10, Madrid.
- PELLICER, F. y YETANO, L. M. (1984): El Galacho de Juslibol: un ejemplo de meandro abandonado. *I Coloquio sobre procesos actuales en Geomorfología. Cuadernos de Investigación Geográfica*, C. U. R., XI, 113-125.
- PELLICER, F. y OLLERO, A. (1987): Dinámica de los meandros del Ebro en la Rioja Baja (sector Alfaro-Arguedas). *X Congreso Nacional de Geografía*, A.G.E., t. I, 57-66, Zaragoza.
- REGATO, P. (1988): *Contribución al estudio de la flora y la vegetación del Galacho de la Alfranca en relación con la evolución del sistema fluvial*. Col. Naturaleza en Aragón, nº 3, D.G.A., 189 pp., Zaragoza.