

El estrangulamiento en enero de 1970 del meandro del castillo de Aldovea en el río Henares

The neck cut-off of the Castillo de Aldovea meander on the river Henares in January, 1970

D. Uribebarrea del Val (*), A. Pérez-González (*), G. Benito (**)

(*) Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. 28040 Madrid, España.

(**) Centro de Ciencias Medioambientales. C.S.I.C. 28006 Madrid, España.

ABSTRACT

The meandering planform evolution between 1877 and 1995 AD of the Castillo de Aldovea meander, at the lower reach of the Henares river, was studied. Topographic maps (from 1877 to 1995) and a series of aerial photographs (1945 to 1995) have been used in order to plot major historical changes in the recent past. Meandering evolution through time have been characterised using planimetric properties such as meander wavelength, amplitude and radius of curvature. The Castillo de Aldovea meander cut-off occurred in January, 1970, due to extreme floods caused by continuous and persistent precipitation associated to Atlantic disturbances (frontal systems) affecting the Tagus Basin. This final reach of the Henares River has been greatly influenced by mining activity since 1975. It is confirmed that the bends of the abandoned meander are very scarce and vulnerable with an extraordinary biodiversity which should be conserved with suitable management.

Key words: Henares river, flooding, Atlantic atmospheric circulation, meander bend, neck cut-off.

Geogaceta, 22 (1997), 211-214

ISSN: 0213683X

Introducción

La morfología de un tramo fluvial está controlada por un conjunto de variables interrelacionadas, como son, la hidráulica del flujo, la configuración del canal en el segmento considerado e inmediatamente aguas arriba, la carga transportada y el material del lecho y de los bancos. Cualquier cambio en alguno de estos parámetros como, por ejemplo, un aumento del caudal se traduce en un ajuste de la dinámica y la morfología del cauce (Morisawa, 1985).

En este trabajo se realiza un análisis secuencial de los cambios en planta y usos del meandro del castillo de Aldovea, (Fig. 1, meandro nº 4) en el río Henares, desde el año 1877 hasta 1995. Este arco de meandro que se sitúa a 2 Km aguas arriba de la confluencia del río Henares con el Jarama, fue estrangulado el día 11 de enero de 1970 (Pérez-González, 1969), debido a una avenida que tuvo sus causas en unas condiciones de precipitación excepcionales asociadas al paso de sistemas frontales.

Metodología

Para el análisis secuencial se han utilizado los mapas topográficos del Instituto Cartográfico Nacional a escala 1:50.000 de

la hoja de Alcalá de Henares (560) de los años 1877, 1952 y 1995 así como las fotografías aéreas de 1945 a escala 1:44.300; 1956 a 1:30.000; 1972 y 1975 a 1:15.000 y 1980, 1983, 1991 y 1995 a 1:18.000. También se han utilizado los aforos diarios de la estación de Espinillos (MOPU, 1970), que se encuentra a 7 km aguas arriba del meandro del castillo de Aldovea, así como los datos de pluviosidad y cuadros sinópticos diarios del mes de Enero de 1970, publicados en el Boletín diario del Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Se han llevado a cabo dos tipos de análisis:

Análisis cualitativo: se han estudiado los ajustes de la morfología en planta del canal y los distintos tipos de movimientos de los lóbulos, mediante la comparación, por un lado, de las 3 series cartográficas de los 16 km del curso del río Henares anteriores a la confluencia con el río Jarama, de los años 1877, 1952 y 1995 y, por otro, de las 9 obtenidas a partir de la secuencia de fotografías aéreas desde 1945 hasta 1995 (Fig. 2).

Análisis cuantitativo: se han medido en los arcos de meandro números 4 y 5 (Fig. 1), los parámetros que definen la geometría de los meandros, como son: longitud de onda (Lo), amplitud (A) y radio de curvatu-

ra (R) de acuerdo con los criterios de Leopold *et al.*, (1964). El índice de sinuosidad (I.S.) se ha calculado dividiendo la longitud del canal (Lm) por la longitud de onda (Lo) (Brice, 1964). Estas medidas se han tomado para la secuencia de 1877 a 1972 (Fig. 2), ya que la traza del canal abandonado que aparece en la fotografía aérea de este último año representa prácticamente la morfología en planta de después del corte en 1970.

Variabilidad del cauce del río Henares entre 1877 y 1995

El tramo analizado comprende los 16 últimos km del río Henares antes de su confluencia con el río Jarama (Fig. 1). El cambio más importante, en este intervalo de tiempo, es la corta de tipo *neck-cut-off* de los meandros 9 y 4. El primero entre 1877 y 1952, y en 1970 el segundo. Hay además una débil migración hacia el SW, por rotación, de los meandros que se encuentran más al sur, de la misma manera que disminuye la sinuosidad en planta. El cauce en 1995, aunque no difiere mucho del representado en la cartografía de 1952 si presenta, localmente, segmentos con una cierta irregularidad, causada por la actividad minera en el mismo cauce y en sus márgenes.

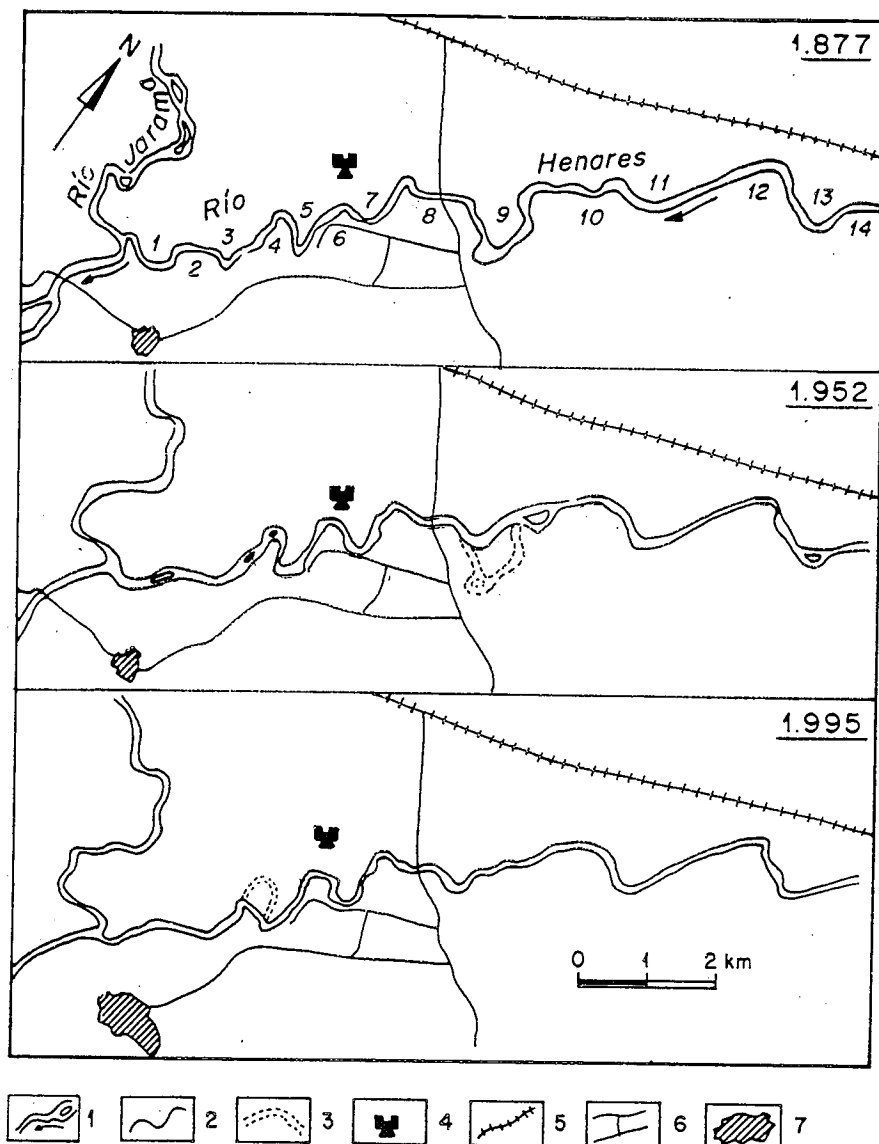


Fig.1.- Ajustes del cauce del río Henares entre los años 1877 y 1995. Leyenda: 1)Cauce con sentido de flujo de los ríos Jarama y Henares, 2)Orden de los meandros del río Henares, numerados desde la confluencia con el río Jarama, 3)Arcos de meandro abandonados, 4)Castillo de Aldovea, 5)Ferrocarril Madrid-Zaragoza, 6)Carreteras locales, 7)Núcleo urbano de Mejorada del Campo.

Fig.1.- Adjustments in the river Henares channel between 1877 and 1995. Legend : 1) Channel with flow direction of the rivers Jarama and Henares, 2) Order of river Henares meanders, numbered from confluence with the river Jarama, 3) Abandoned meander bends, 4) Castillo de Aldovea, 5) Madrid-Zaragoza railway line, 6) Local roads, 7) Mejorada del Campo town.

Estrangulamiento del meandro del Castillo de Aldovea

Este arco de meandro se corresponde con el nº 4 (Fig. 1) del tramo analizado. Las 9 cartografías de los meandros 4 y 5 se han obtenido a partir de la secuencia de fotografías aéreas antes señaladas, excepto la de 1877 que pertenece al mapa topográfico de ese mismo año. En la tabla 1 están reflejados todos los valores de los diferentes parámetros medidos en estos dos meandros desde 1877 hasta 1972. Se ha incluido tam-

bién en esta tabla la longitud de cuello de meandro, Lc.

En la cartografía de 1877 tanto el meandro del castillo de Aldovea como el nº 5 tienen una forma apuntada con unos radios de curvatura R4 y R5 de 117 y 88 m, respectivamente (Tabla 1). En la fotografía aérea de 1945 se puede observar cómo la margen convexa (arco interno) del meandro 5 migra hacia el SW por el adosamiento de sucesivas barras. El mismo proceso se desarrolla aguas abajo, al otro lado del cuello del meandro 4, aunque con menos intensidad.

Este ajuste hace que R5 aumente hasta 118 m y que el cuello de meandro (Lc) disminuya 176 m respecto a la cartografía de 1877. También se ve una acreción de barras en la margen convexa del arco 4, lo que provoca un aumento de R4 de 117 a 176 m entre 1877 y 1945. En conjunto estos dos procesos provocan el incremento de Lm, I.S. y Lo, y la disminución de A. Se observa, igualmente, la presencia de depósitos de crevasse-splay sobre áreas vegetadas tanto en la margen cóncava como en la convexa de los dos meandros y un gran número de canales secundarios de crecida.

En 1956, los procesos que hacían disminuir Lc en 1945 siguen siendo activos, es decir, el arco interno de 5, sigue migrando hacia el SW y continúa el crecimiento de barras hacia el NE en el lado opuesto del cuello de meandro. Como resultado Lc disminuye hasta los 205 m y el meandro 5 adquiere una forma apuntada con un radio (R5), 30 m menor que en 1945. En esta misma fotografía aérea se aprecia el abandono de varios canales secundarios, que pasan a formar parte de la llanura de inundación, así como la revegetación de varias barras que en la fotografía aérea de 1945 aparecen activas, lo que podría indicar un cierto encajamiento del canal. De igual manera aparece revegetada la mitad norte del arco de meandro 5 y un área de unos 150 m de ancho a lo largo de la margen derecha del canal. La margen izquierda y el interior del meandro 4, en cambio, son utilizados como zonas de cultivo.

Entre 1956 y 1972, la erosión del arco externo del meandro 5, no solo ha continuado hacia el SW, sino también aguas abajo hacia el NW. Esto hace que el punto de inflexión entre los dos arcos se desplace hacia el norte, lo que lleva a una reducción de R4 y un aumento de R5. La longitud del cuello del meandro 4, en el momento del estrangulamiento es de 147 m, siendo el yugo de buey de 1121 m. En el lado oeste del cuello de meandro, se puede ver todavía hasta donde creció la barra adosada al margen derecho del cauce respecto a 1956, y cómo ésta queda incluida en la margen izquierda del nuevo cauce después del estrangulamiento, con un canal secundario que conserva el trazado del antiguo (Fig. 2).

En el momento del estrangulamiento, el 11 de enero de 1970, se registró un caudal máximo instantáneo de 538.4 m³/s en la estación de Espinillos (Fig. 3). Este caudal se puede comparar con los caudales medios mensuales según su probabilidad de ser alcanzados durante el periodo de 1913-1914 a 1967-1968 en la figura 4. Parece, por tanto, evidente que el estrangula

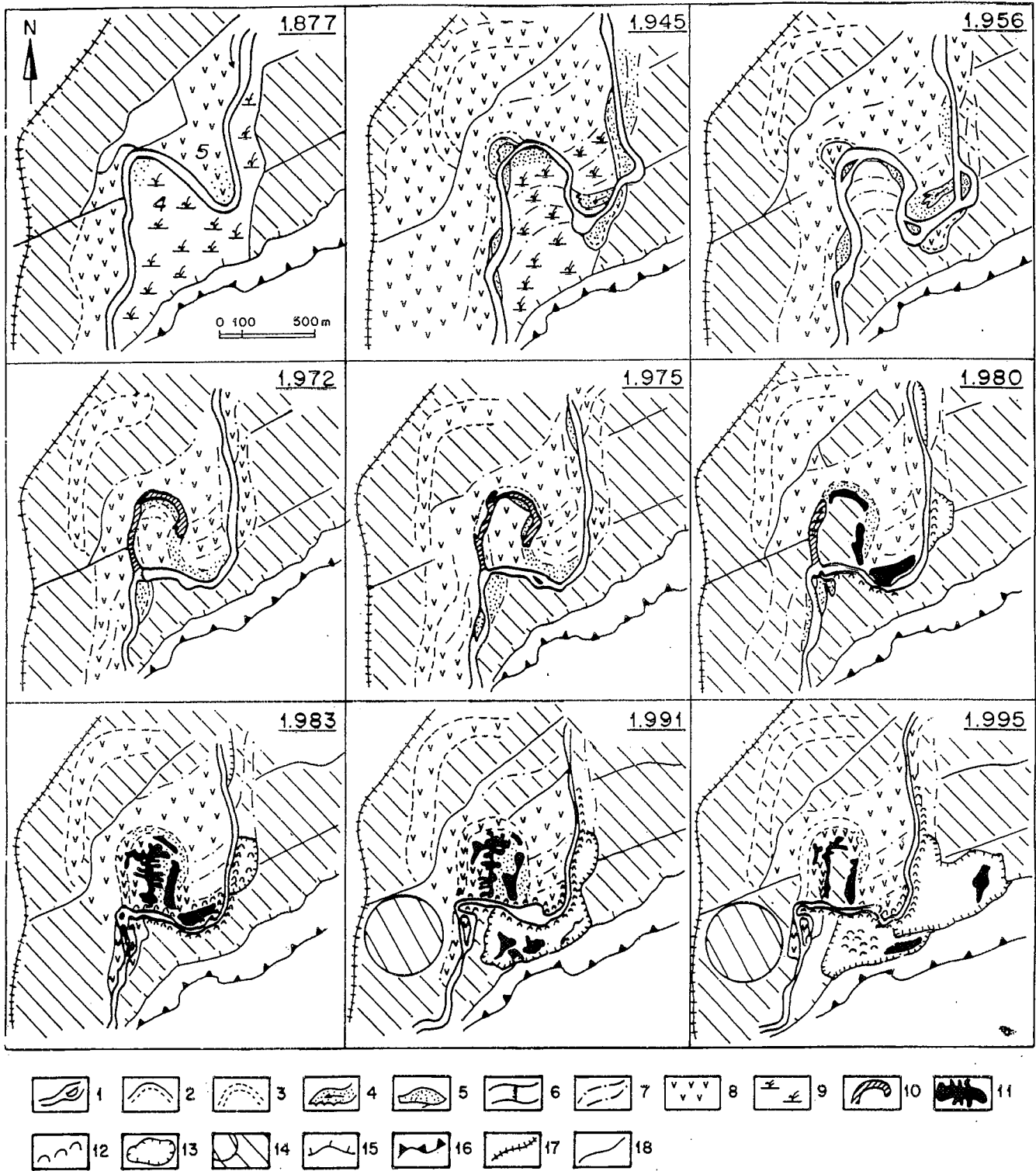


Fig.2.- Evolución de los meandros 4 y 5 del río Henares desde el año 1877 hasta 1995. Leyenda: 1)Cauce y sentido de flujo, 2)Canales secundarios de crecida, 3) Meandro abandonado, 4)Depósitos de Crevasse-splay, 5)Barras e islas, 6)Barras transversales, 7) Barras vegetadas, 8) Monte bajo, 9) Erial a pasto, 10)Laguna de yugo de buey, 11)Laguna freática, 12)Acopios y malecones artificiales, 13) Huecos mineros, 14) Cultivos, 15)Escarpe en aluviales, 16)Escarpe en yesos, 17) Ferrocarril, 18) Caminos.

Fig.2.- Evolution of the river Henares meanders 4 and 5 from 1877 to 1995. Legend : 1) Channel and flow direction, 2) Chutes, 3) Abandoned meander, 4)Crevasse-splay deposits, 5) Bars and islands, 6)Transverse bars, 7) Vegetated bars, 8) Copplice wood, 9)Untilled to pasture land, 10) Ox-bow lake, 11)Phreatic lake, 12) Artificial levees, 13)Mining pits, 14) Crops, 15)Scarp in alluvials, 16)Scarp in gypsum, 17) Railway line, 18)Paths.

miento del meandro del castillo de Aldoeva fue un ajuste del canal ante el incremento del caudal entre el día 10 y 11 de

enero de 1970. Aunque hay que considerar que durante los días anteriores a la corta del meandro, el caudal se mantuvo muy por en-

cima de la media, Fig. 3.

A partir de 1972 las variaciones en la forma del canal son menores que en

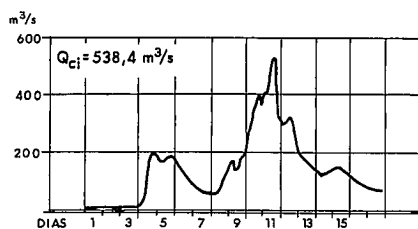


Fig. 3.- "Espinillos" station flood hydrograph for January, 1970. Q_{ci}: Instantaneous peak flow (MOPU, 1970)

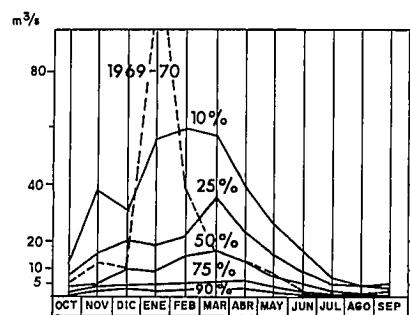


Fig. 4.- Curve of mean monthly flows according to their probability of being reached in the 1913-1914 period and comparison with 1969-1970 (MOPU, 1970).

Fig. 4.- Curve of mean monthly flows according to their probability of being reached in the 1913-1914 period and comparison with 1969-1970 (MOPU, 1970).

la etapa anterior. En la fotografía aérea de 1975, si se compara con la de 1972, hay una mayor densidad de vegetación en el ox-bow y en las barras asociadas a éste. En la fotografía aérea de 1980 se pueden ver los primeros huecos mineros, con las zonas de extracción bajo el nivel freático en los arcos internos de los dos meandros, así como en parte del ox-bow y en la margen izquierda del meandro 5. Estas se extienden en 1983 al interior del antiguo meandro 4 y a partir de 1991 se ubican en la llanura de inundación al sur de los dos meandros estudiados. La incorporación al canal de algunos huecos de extracción, como ocurre en la margen convexa del nuevo meandro 4, y la creación de defensas artificiales a lo largo del cauce, con el material grueso sobrante de las extracciones, especialmente en la margen izquierda, provoca un aumento progresivo del confinamiento del cauce que impide los movimientos de los lóbulos en este segmento del río.

Discusión de los resultados y conclusiones

En 118 años, de 1877 hasta 1995, el cauce del río Henares representado en la Fig. 1 se acorta 2250 m y el índice de sinuosidad (I.S.) disminuye en un 16%. La longitud del canal pasa de 18.100 m en 1877 a 15.969 m en 1952 y el I.S. disminuye de 1.52 a 1.38. En la cartografía del año 1995 la longitud del canal es de 15850 m y el I.S. es 1.27.

Aunque la tendencia del arco de meandro del castillo de Aldovea entre 1877 y 1972 es a aumentar la sinuosidad de 1.8 a 2.7 y a disminuir Lc progresivamente, con una tasa lineal de acortamiento de 3.5 m/año, que se incrementa entre 1945 y 1970, hasta los 5.9 m/año, el estrangulamiento del meandro 4 parece estar más relacionado con las características del caudal, en el momento de la rotura.

En efecto, el estado sinóptico del tiempo en enero de 1970, según el Boletín diario del Servicio Meteorológico Nacional fue el siguiente: "las condiciones de la primera quincena de Enero de 1970 son de una precipitación superior a la media tanto en cantidad como en número de días de lluvia, siendo excepcionalmente altas en la cuenca Atlántica. Destacando Guadalajara con un 646% de media mensual, (168 l/m²) y Madrid con un 408%, (155 l/m²). Esta situación atmosférica se relaciona a comienzo del mes con un tipo de circulación zonal a muy baja latitud".

Se evidencia que, al menos, en el arco de meandro del Castillo de Aldovea su estrangulamiento, está en relación con una situación atmosférica de perturbaciones atlánticas Oeste-Noroeste, que Capel (1981), las describe como un tipo de circulación zonal, donde frentes Atlánticos, pueden afectar a gran parte de la Península Ibérica, siendo este sistema de circulación el causante de las mayores precipitaciones en España y Portugal, a la vez de estar relacionadas con los principales eventos de inundación, (Benito *et al.*, 1996), especialmente, cuando esta circulación se encuentra entre los 45° y 50° de latitud norte, afectando a la cabecera del Duero, Tajo, Guadiana y Guadalquivir, como ocurre en este caso.

Por último, indicar que el "cut-off" de un meandro, da lugar a formas del terreno en las llanuras aluviales, que quedan colmatadas en unos pocos cientos de años sino hay acciones antrópicas que los degraden y aceleren el proceso, como ha sucedido con este meandro (Fig. 2). Por otra parte, hay que tener en cuenta que este arco de meandro abandonado pudo haber sido conservado con su morfología original e integrado en el "Parque Regional del Sureste

Años	1877	1945	1956	1972
Lm	1176	1587	1646	1528
Lo	646	735	676	558
I.S.	1.8	2.1	2.4	2.7
A	470	441	411	455
R4	117	176	191	102
R5	88	118	88	161
Lc	470	294	205	147

Tabla 1.- valores en metros de los parámetros medidos en el meandro del Castillo de Aldovea y en el nº5 entre 1877 y 1972. Las medidas de 1972 de hecho representan el estado del cauce en un momento inmediatamente anterior al estrangulamiento en 1970.

Table 1.- metre values of parameters measured in the Castillo de Aldovea meander and in no.5 between 1877 and 1972. The 1972 measurements in fact represent the state of channel at the time of the neck cut-off in 1970.

de Madrid", (B.O.C.M., Num.163; martes, 12 de Julio de 1994) siguiendo el modelo de "La Reserva Natural de los Galachos" en Zaragoza (Ollero Ojeda, 1995). Cabe decir que el meandro del castillo de Aldovea tiene un valor añadido al existir un registro histórico y casi actual de su evolución, lo que es de un gran interés desde el punto de vista didáctico y científico.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado gracias al apoyo y financiación de los proyectos CICYT CL195-1748 y HID96-0383.

Referencias

Benito, G. ; Machado, M.J. ; Pérez-González, A. (1996): *Global Continental Changes. Geolog. Society Spec. Publi.*, 115: 85-98.
 Brice, J. (1964). U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 422-D.
 Capel, J. (1981): *Los Climas de España*, Oikos-Tau, Barcelona. 429 p.
 Leopold, L.B. ; Wolman, M.G. ; Miller J.L. (1964): *Fluvial Processes in Geomorphology*, Freeman, San Francisco. 522 p.
 MOPU (1970): *Inventario de Aforos*, Comisaría de aguas del Tajo
 Morisawa, M., (1985): *Rivers*, Longman. London. 222 p.
 Ollero Ojeda, A. (1995): *Cuatrenario y Geomorfología*, 9 (3-4): 85-93.
 Pérez-González, A. (1969): *Bol.R. Soc. Española Hist. Nat.*, (Geol), 67: 369 -372.
 S.M.N. (1970): *Boletín diario del Servicio Meteorológico Nacional*.