Āl-Qannīš

BOLETIN DEL TALLER DE ARQUEOLOGIA DE ALCAÑIZ

القانيش

El área endorreica de Alcañiz (Teruel)

Estudio interdisciplinar

■ Geomorfología del área de Alcañiz (Teruel) ■ Las lagunas del *sector Alcañiz-Calanda* como una manifestación hidrogeológica del drenaje de la cordillera ibérica en la depresión terciaria del Ebro ■ Respuesta de los sistemas lacustres y fluviales a los cambios medioambientales y a la actividad humana en Alcañiz (Teruel) ■ El poblamiento antiguo del área de Alcañiz (Teruel) ■ La fauna y la flora del complejo endorreico de las *saladas* de Alcañiz (Teruel) ■

2

Āl-Qannīš

BOLETIN DEL TALLER DE ARQUEOLOGIA DE ALCAÑIZ

القانيش

2 1991

Director
JOSÉ ANTONIO BENAVENTE SERRANO

Secretario
CARLOS NAVARRO CASES

Consejo de Redacción
TERESA ANDRÉS RUPÉREZ
ESTHER ARCHE GARCÍA
FRANCISCO MARCO SIMÓN
PEDRO A. PARACUELLOS MASSARA
JOSÉ LUIS PONZ PALACIOS
JESÚS VILLANUEVA HERRERO

Fotografías
Los autores
de los respectivos artículos

Diseño y coordinación técnica
VÍCTOR M. LAHUERTA GUILLÉN

Tratamiento de textos
PABLO CISNEROS BELENGUER

Fotomecánica e impresión
ARPIrelieve, S.A.
Blas Ubide, 5 y 7
50015 Zaragoza

Encuadernación
BOEL, S.A.

Depósito legal
Z-1690/92

La dirección de esta revista no se responsabiliza de las opiniones de los autores

Para información, intercambios y suscripciones dirigirse al

TALLER DE ARQUEOLOGIA
DE ALCAÑIZ
Aptdo. 127,
Alcañiz, Teruel

ESTA PUBLICACION HA SIDO SUBVENCIONADA POR EL INSTITUTO DE ESTUDIOS TUROLENSES DE LA EXCMA. DIPUTACION PROVINCIAL DE TERUEL

Puerta barroca, 1987. Oleo sobre tela de ENRIQUE TRULLENQUE, a quién dedicamos este número del *Boletín del Taller de Arqueología de Alcañiz.*

SUMARIO

3 **Geomorfología del área de Alcañiz (Teruel).**
J.L. PEÑA MONNÉ y M.T. ECHEVERRÍA ARNEDO
3 *Introducción.*
3 *El marco geográfico general.*
4 *Los factores del modelado.*
8 *Rasgos geomorfológicos.*
14 *Bibliografía.*

16 **Las lagunas del sector Alcañiz-Calanda como una manifestación hidrogeológica del drenaje de la cordillera ibérica en la depresión terciaria del Ebro.**
J.A. SÁNCHEZ NAVARRO, J. SAN ROMÁN y E. GARRIDO
16 *Introducción.*
17 *El medio físico.*
18 *El origen del agua en las lagunas.*
21 *La salinidad de las aguas.*
22 *El origen y evolución del endorreísmo.*
23 *Bibliografía.*

25 **Respuesta de los sistemas lacustres y fluviales a los cambios medioambientales y a la actividad humana en Alcañiz (Teruel).**
A.C. STEVENSON, M.G. MACKLIN, D.G. PASSMORE y J.A. BENAVENTE
25 *Introducción.*
25 *Area de estudio.*
26 *Metodología.*
27 *Reconstrucción paleoambiental de la* Salada Pequeña.
30 *Reconstrucción paleoambiental del río Regallo.*
34 *Conclusiones.*
35 *Bibliografía.*

36 **El poblamiento antiguo del área endorreica de Alcañiz (Teruel).**
J.A. BENAVENTE SERRANO, C. NAVARRO CASES,
J.L. PONZ PALACIOS y J.C. VILLANUEVA HERRERO
36 *Introducción. El área endorreica de Alcañiz y el* Plan de Regadíos del Canal de Calanda.
38 *Las prospecciones.*
39 *Carta arqueológica de la zona afectada por el* Plan de Regadíos del Canal de Calanda.
84 *El poblamiento del área endorreica de Alcañiz. Conclusiones.*
89 *Bibliografía.*

93 **La fauna y la flora del complejo endorreico de las saladas de Alcañiz (Teruel).**
H. BOURRUT LACOUTURE
98 *La vegetación de las* saladas *de Alcañiz.*
103 *La fauna de las* saladas *de Alcañiz.*
105 *Ultimos datos sobre la avifauna de las* saladas *de Alcañiz.*
106 *Bibliografía.*

Respuesta de los sistemas lacustres y fluviales a los cambios medioambientales y a la actividad humana en Alcañiz (Teruel)

A.C. Stevenson
M.G. Macklin
D.G. Passmore
Department of Geography, Universitiy of Newcastle, Newcastle upon Tyne, NE1 7RU
J.A. Benavente
Taller de Arqueología y Prehistoria de Alcañiz (Teruel)
Traducción: *Carlos Navarro y Javier Escuder*

Introducción

La región de Alcañiz, en el Bajo Aragón, contiene una serie de lagunas endorreicas y de valles fluviales, con depósitos aluviales encajados, que han sido foco de ocupación humana ininterrumpida desde el Epipaleolítico (BENAVENTE, 1987, 1988). Estas lagunas, ríos y su área de drenaje constituyen entornos multiperiódicos con diferentes fases de actividad humana en los que hay asentamientos de la Edad del Bronce e ibéricos particularmente bien representados.

Se ha sugerido que la deforestación producida como consecuencia de las primeras actividades agrícolas condujo a la erosión del suelo y aceleró la sedimentación en estos sistemas, transformando paulatinamente las lagunas, desde productivos ecosistemas de agua dulce en improductivas *saladas* (sistemas lago-salinos) (BENAVENTE, 1984, 1987, 1988), y causando una significativa sedimentación aluvial en los valles fluviales (VAN ZUIDAM, 1975, 1976). De forma superpuesta, el efecto de cambios climáticos globales ha controlado el tamaño, volumen y calidad de agua de las *saladas*, así como la superficie inundada y el límite de agua de la sedimentación en las cuencas fluviales. El control climático del límite del área de sedimentación y de los aportes influye en la morfología del canal y de la llanura de inundación y condiciona la agradación o encajamiento fluvial.

El objeto de este estudio es evaluar la respuesta de los sistemas geomorfológicos y vegetales a los cambios medioambientales durante el Holoceno e intentar separar la acción humana de la inducida climatológicamente en esta degradación medioambiental. Los sedimentos existentes en estas lagunas y cuencas fluviales contienen un registro del cambio ambiental Post-Glacial y nos permite examinar la relación entre la historia climática, la actividad humana y el registro sedimentario. El presente estudio explora el potencial de las lagunas y ríos de la región en cuanto a su capacidad de proporcionar información paleoambiental y presenta los primeros resultados obtenidos en dos ambientes deposicionales contrastados: el lago endorreico de la *Salada Pequeña* y el sistema aluvial del río Regallo.

Area de estudio

La *Salada Pequeña* y el río Regallo se localizan en el valle medio del Ebro, dentro del término municipal de Alcañiz (Teruel). El área experimenta un régimen climático semiárido con una media de precipitación anual de 381 mm. Los materiales del Mioceno inferior, constituidos por arcillas, arenas y conglomerados con intercalaciones de yesos y calizas, son los dominantes en la geología de la zona (IBÁÑEZ, 1973, 1975, 1977).

La naturaleza endorreica de la *Salada Pequeña* junto a la lixiviación selectiva y al desgaste de los niveles de sal y yeso garantiza que la composición química del agua presente una elevada concentración de cloruro sódico y sulfato magnésico. Esto da como resultado que las comunidades vegetativas de la laguna estén dominadas por halófilas, cuyo tipo está además controlado por la variable inundación de cada lugar.

El río Regallo está rodeado por tierras de cultivo, mientras que el

BOLETIN DEL TALLER DE ARQUEOLOGIA DE ALCAÑIZ ■ Nº2 / PAGS. 25-35 ■ 1991

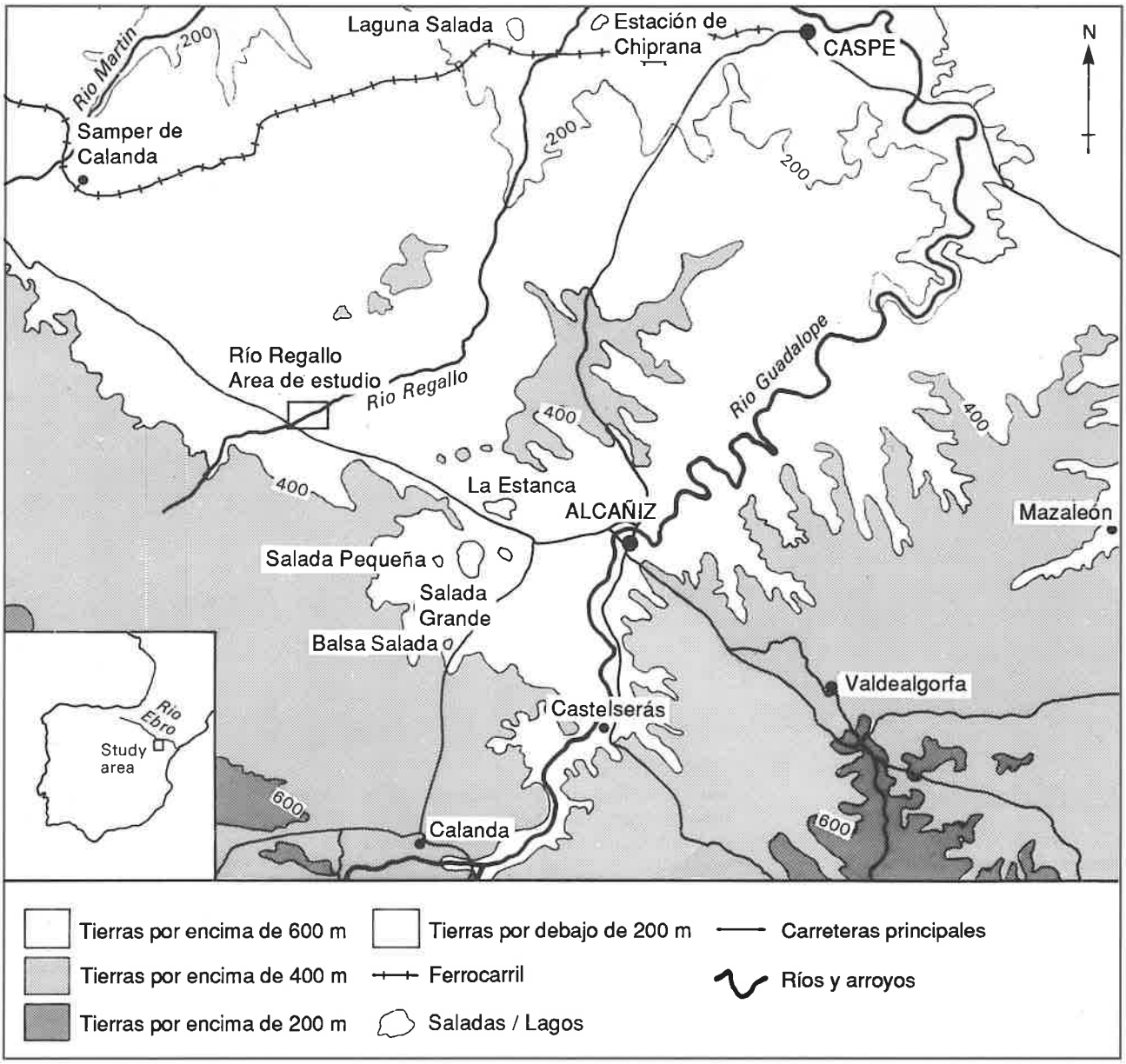


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.

cauce del río contiene una densa vegetación de *Phragmites australis, Typha angustifolia* y *Tamarix africana.*

La vegetación natural de *Artemisia stepe* y bosque de *Pinus nigra* que caracteriza a la cuenca de recepción está restringida a pequeños afloramientos rocosos como resultado de la intensa actividad agrícola actual.

Metodología

Los análisis polínicos en las secuencias sedimentarias de la *Salada Pequeña* y el río Regallo estuvieron orientados a proporcionar un historial climático y del desarrollo vegetativo tanto local como regional. Los análisis geoquímicos y de magnetismo mineral fueron llevados a cabo para: 1. Identificar los períodos de aporte de suelo y sedimentos hacia el interior de la cuenca lacustre; 2. Determinar el carácter y procedencia del material erosionado dentro del área de drenaje del río y de la laguna; 3. Reconstruir las condiciones químicas del medio sedimentario.

Salada Pequeña

Inicialmente fue hecha una exploración de la máxima profundidad de sedimentación en cinco de las *saladas* (*fig. 1*). Se extrajeron testigos de sedimentos en cada una de estas cubetas usando una combinación de una barrena de suelo de 2 m. y extractores HILLER y LIVINGSTONE. El más profundo de estos testigos, el de la *Salada Pequeña*, recuperó 5,2 m de arcillas limosas homogéneas y desestructuradas y fue muestreado a intervalos de 5 cm. para posteriormente realizar análisis físicos, geoquímicos, biológicos y de magnetismo mineral.

Río Regallo

Se hizo un detallado mapa morfológico de terrazas aluviales en las

que las relaciones de altura fueron establecidas a lo largo de perfiles transversales. La descripción de las secuencias sedimentarias aflorantes fue efectuada en el campo, así como un muestreo de los sedimentos para un posterior análisis granulométrico, geoquímico y polínico.

Métodos de laboratorio

Se midió la pérdida por ignición a 450°C en submuestras, mientras que la susceptibilidad magnética (χ) y la dependiente de la frecuencia (χq) fueron registradas usando un medidor de susceptibilidad magnética Bartington (M.S.1.).

La concentración total de sodio, magnesio, calcio, potasio, manganeso, hierro, cadmio, cobre, zinc y plomo, fue obtenida en una Phillips (Pye-Unicam) SP9 AAS usando una llama de aire-acetileno después de una reacción total en ácido nítrico.

Otras submuestras fueron utilizadas para preparaciones de polen, proceso que incluye una descalcificación inicial en ClH al 10% previa a una acetólisis en ácido fluorhídrico y al habitual procedimiento de montaje (MOORE and WEBB, 1978). Fueron contados un mínimo de 300 granos de polen por nivel.

Reconstrucción paleoambiental de la *Salada Pequeña*

Las *figuras 2* y *3* presentan el resultado de diferentes análisis. En todos los casos se puede reconocer una triple división de los perfiles: 500-210 cm; 210-110 cm y 110-0 cm, y esta estructuración es la que se usa en la discusión que sigue.

Zona 1: 500-210 cm

La concentración de polen es demasiado baja en la parte inferior de la zona (520-380 cm) para poder construir un diagrama de polen fiable de esta sección. La concentración se eleva a niveles fiables a partir de los 380 cm, pero todavía permanece baja y oxidada. El espectro de polen (*fig. 2*) dominado por Chenopodiaceae (*Artemisia* y *Artemis)* indica el desarrollo de una extensa vegetación halófila dentro de la *salada* y la presencia de *Artemisia steppe*, tolerante a la sequía, en las laderas de los alrededores. Esta combinación junto a la ausencia de taxones de polen acuático, el estado físico de muchos de los granos de polen y los bajos contenidos en polen arbóreo sugieren que la cubeta raramente estuvo inundada durante más de tres meses al año e indican que las condiciones climáticas generales eran de aridez.

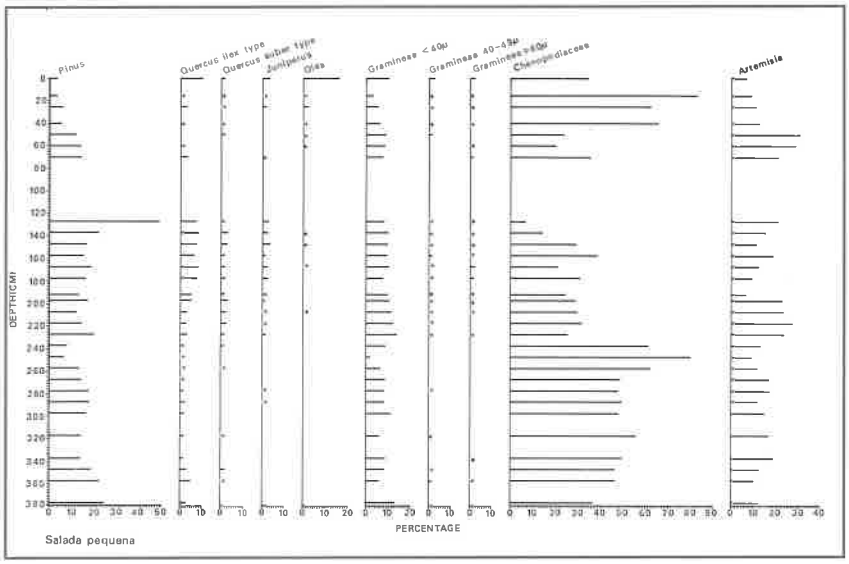
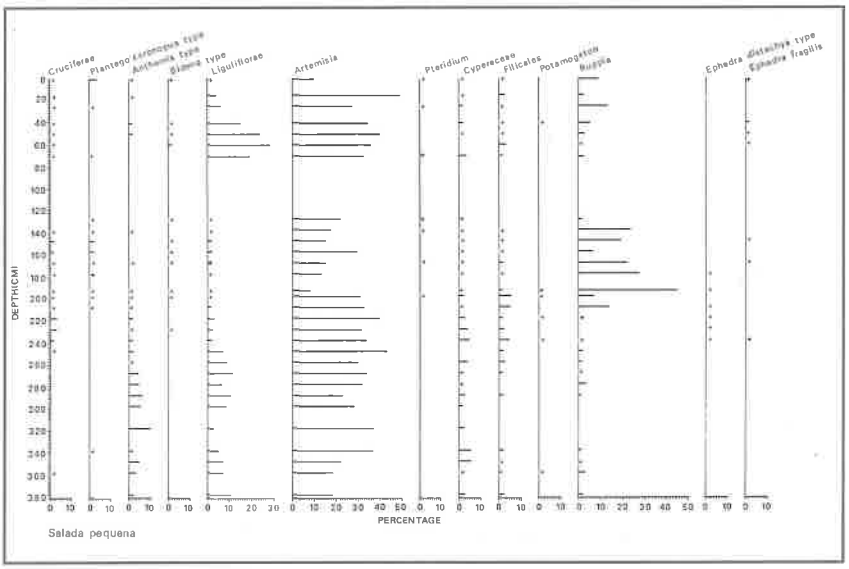


Figura 2. *Arriba y abajo*, diagrama de polen de la *Salada Pequeña*. Todas las tasas expresadas con porcentaje del total de polen.

Las mediciones geoquímicas y de magnetismo mineral (*fig. 3*) sugieren además que esta fase árida está asociada a una fuerte actividad erosiva, alcanzando el punto máximo en los 280 cm. Los valores de susceptibilidad magnética –medida del contenido en minerales magnéticos de una muestra de sedimentos– (OLFIELD, 1983) suben hacia arriba del perfil entre los 420 y 280 cm y después bajan hasta 210 cm Esto probablemente representa una fase de erosión; esta respuesta coincide con un fuerte aumento de la concentración de hierro y de la mayoría de los otros elementos metálicos y cationes (*figs. 2-4*). Sin embargo, los valores de la susceptibilidad magnética dependiente de frecuencia son consistentemente bajos, lo que sugiere que estos sedimentos contienen un componente relativamente bajo de materiales erosionados de la capa superficial del suelo (OLFIELD, 1983; DEARING



et al., 1985). Esta fase de inestabilidad en el área drenada por la laguna puede por lo tanto reflejar erosión y transporte hacia el interior de la cubeta de niveles de suelo más profundo y del sustrato rocoso, mejor que de suelos superficiales ya listos para ser erosionados (con valores altos de χq) que podían haber sido en gran medida ya denudados durante la fase inicial de inestabilidad (véase el pequeño máximo de χq a 410-420 en la *figura 4*).

Resulta aparente que en esta cubeta lacustre semiárida existe una relación inversa entre la cobertera vegetal (mayor humedad) y la estabilidad y erosión del área a la cual drena.

Zona 2: 210-110 cm

Al principio de esta zona, los indicadores de plantas halófilas y esteparias declinan y son reemplazados por *Ruppia*. Esto sugiere un incremento del período de inundación de la *salada*, puesto que *Ruppia* se encuentra sólo en medios casi permanentemente inundados (VERHOEVEN, 1979). La alta concentración de polen, el buen estado general de conservación de los granos y los altos índices de manganeso/hierro (indicando aumento de inundación) confirman esta inferencia general (*fig. 3*). Un máximo en el polen de cereales (*Gramineae* 60) entre 190 y 170 cm indica un cultivo local bajo estas condiciones favorables.

El máximo de *Ruppia* es interrumpido por un corto intervalo de valores bajos a los 160 cm en el que los valores de polen de *Chenopodiaceae* y *Artemisia* se incrementan brevemente. Un incremento transitorio similar de los metales trazas, cationes y valores de magnetismo mineral tiene lugar a esta profundidad (*fig. 3*) y señala una corta fase árida que fue probablemente acompañada de una ligera limitación de la erosión en el área de drenaje y del transporte de sedimentos.

Teniendo en cuenta que la cubeta es endorreica, sin pérdida de agua aparte de por evaporación, tiene que haber sucedido que o bien las temperaturas fuesen más bajas o bien la lluvia fuese más abundante durante este período. Los registros geoquímicos y de magnetismo mineral, bajos y estables, sugieren además que el proceso erosivo se redujo en este momento y confirman la relación inversa existente entre erosión y cobertura vegetal ya vista en la zona anterior.

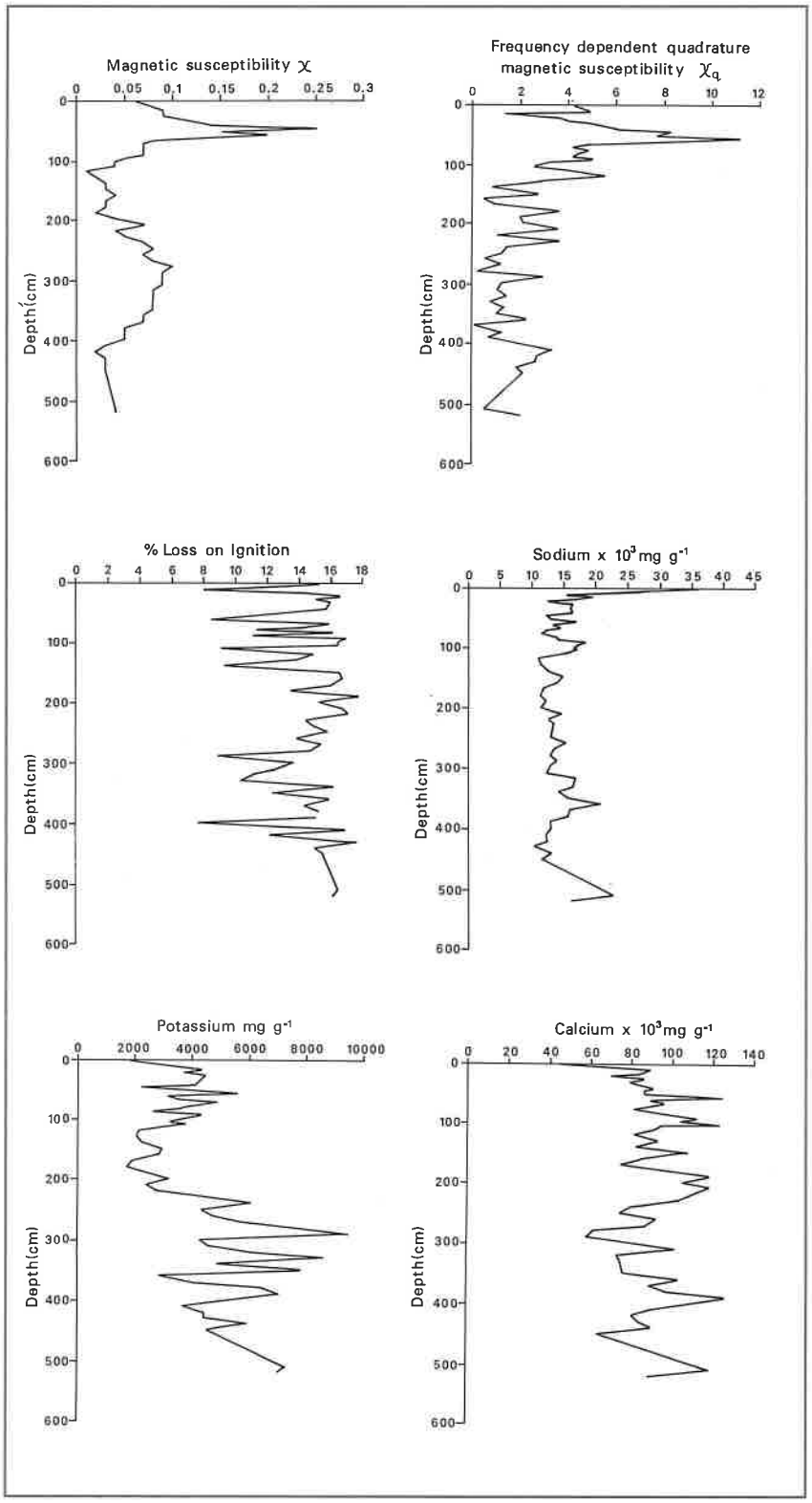
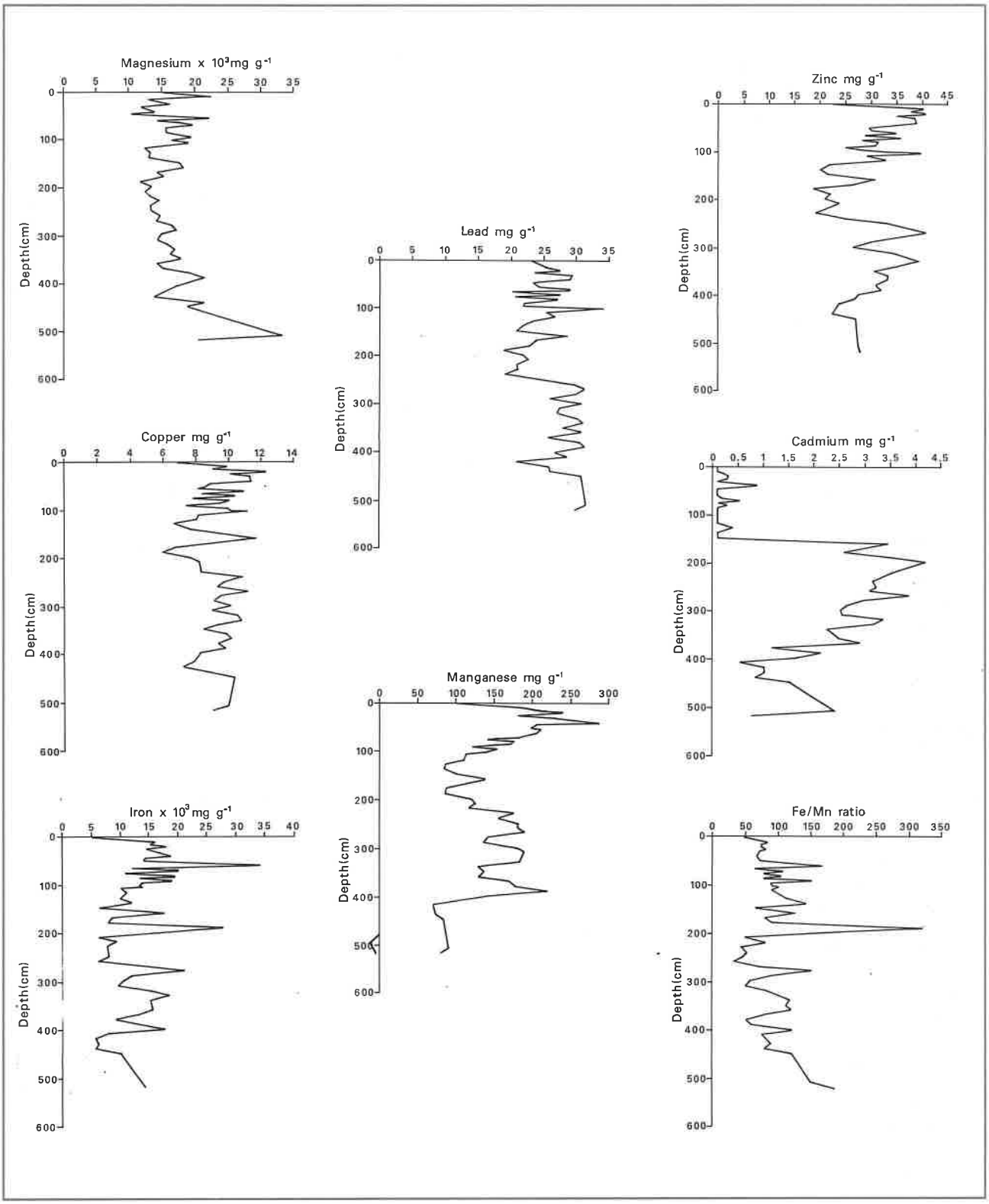


Figura 3. *En esta pág. y la siguiente,* pérdida en ignición, susceptibilidad magnética y composición geoquímica del testigo sedimentario de la *Salada Pequeña*.

Zona 3: 110-0 cm

Tiene lugar una vuelta a las condiciones de aridez en cuanto que la fase de *Ruppia* se termina brus-



camente en una sección del testigo en la que el polen es escaso y está muy degradado.

La concentración y conservación del polen se vuelve más idónea de nuevo a partir de los 70 cm y los espectros están dominados por taxones indicadores de sequía tales como *Chenopodiaceae, Artemisia* y *Liguliflorae*. Esto, junto a la ausencia de grandes cantidades de *Ruppia*, sugiere una vuelta a condiciones más áridas y erosivas. Sin embargo, la limitada presencia de unos pocos granos de polen de *Ruppia* podría sugerir que esta zona no fue tan árida como la registrada en la zona basal. Los valores de polen arbóreo, por ejemplo *Pinus*, decrecen paulatinamente desde la base hacia el techo de la zona y

reflejan una deforestación continuada al mismo tiempo que las prácticas agrícolas se intensifican. La plantación extensiva de *Olea* sólo se registra a partir de los sedimentos más altos del testigo extraído.

Aunque los marcados picos de χn y χq (*fig. 3*) sugieren una actividad erosiva marcadamente acelerada en el área de drenaje durante este período, no implican necesariamente que las condiciones climáticas fueran más secas que en la zona inferior del testigo.

Es probablemente el reflejo de una intensa actividad antrópica que alteró la cobertura vegetal en el área drenada por la laguna combinada con la presencia de un suelo superior erosionable y relativamente bien desarrollado (con valores altos de χq) heredado del período precedente más húmedo y estable.

El desarrollo de la actual corteza salina por toda la superficie de la *salada* es reflejada en el incremento de los valores de sodio hacia la parte superior de la extracción (*fig. 3*).

Conclusiones. Implicaciones arqueológicas

Se puede ver que han tenido lugar cambios en cuanto a los regímenes de vegetación, clima y erosión a través de todo el período cubierto por el testigo extraído. En ausencia de un marco cronológico firme para este estudio las implicaciones de estos cambios para la población prehistórica local sólo pueden ser, por el momento, objeto de especulación. Sin embargo, parece ser que el clima local fue más favorable para la ocupación humana entre los 210 y 110 cm que en ningún otro período reflejado en el testigo.

Parece ser que un incremento en la aridez condujo a una inestabilidad en el área drenada por la laguna y aceleró la erosión y que esto fue mucho más notable en el período representado por la parte superior de la extracción, probablemente por una mayor perturbación antrópica, que la que había tenido lugar anteriormente en la misma área. Por otra parte, la relación inversa entre el incremento de humedad y la acumulación de sedimentos en la laguna, demuestra el crucial papel de la vegetación en ambientes semiáridos a la hora de prevenir la erosión.

Un posterior examen de los sedimentos que rellenan una entrada en la parte más occidental de la cubeta, donde se localizan la mayoría de asentamientos históricos y prehistóricos, puede ser utilizado para relacionar los datos arqueológicos con los registros litoestratigráficos y bioestratigráficos de la cubeta así como con los momentos episódicos de relativa humedad y aridez.

Lámina 1. Río Regallo. Cerezuela.

Reconstrucción paleoambiental del río Regallo

La historia sedimentaria y erosiva del río Regallo en el Cuaternario reciente fue investigada a lo largo de 1 km en un sector al Sur del Puente del Regallo donde un estrechamiento del cauce había producido un profundo arroyo (6,5 m) en el relleno de un fondo de valle aluvial. Una compleja secuencia de sedimentos holocenos aparece bien expuesta en los escarpes del arroyo (*fig. 4*), en una cantera de gravas cercana que formaron las bases de las investigaciones geomorfológicas, sedimentológicas y palinológicas. Tres problemas fueron investigados: 1. La estratigrafía cuaternaria del relleno fluvial; 2. Su posible significado climático; 3. La relación del relleno fluvial con los restos arqueológicos.

Secuencia aluvial cuaternaria del río Regallo

Unidad Viejo

El relleno aluvial más antiguo que es alcanzado por la investigación, la *Unidad Viejo,* forma un aplanamiento-terraza de 0.5-1.5 m. por encima del aluvión Holoceno (*fig. 4*). Está compuesto por gravas arenosas con cantos de caliza y arenisca que presentan numerosas superficies canalizadas y secuencias de erosión y relleno, lo que sugiere una sedimentación en un sistema fluvial con una importante carga de materiales gruesos (*fig. 4*). Los sedimentos *Viejo* interdigitan con abanicos aluviales y conos desarrollados a lo largo del fondo del Valle que parece haber sido la principal fuente de gravas angulosas que constituyen el grueso de la *Unidad Viejo.* El relleno aluvial fue probablemente depositado durante la glaciación Wurm o en tiempos anteriores (el desarrollo limitado de costras y suelos sugiere un período más reciente del Pleistoceno reciente) bajo condiciones más frías y probablemente más áridas que en el presente. Terrazas aluviales de gravas gruesas similares están además bien desarrolladas en los cercanos ríos Ebro y

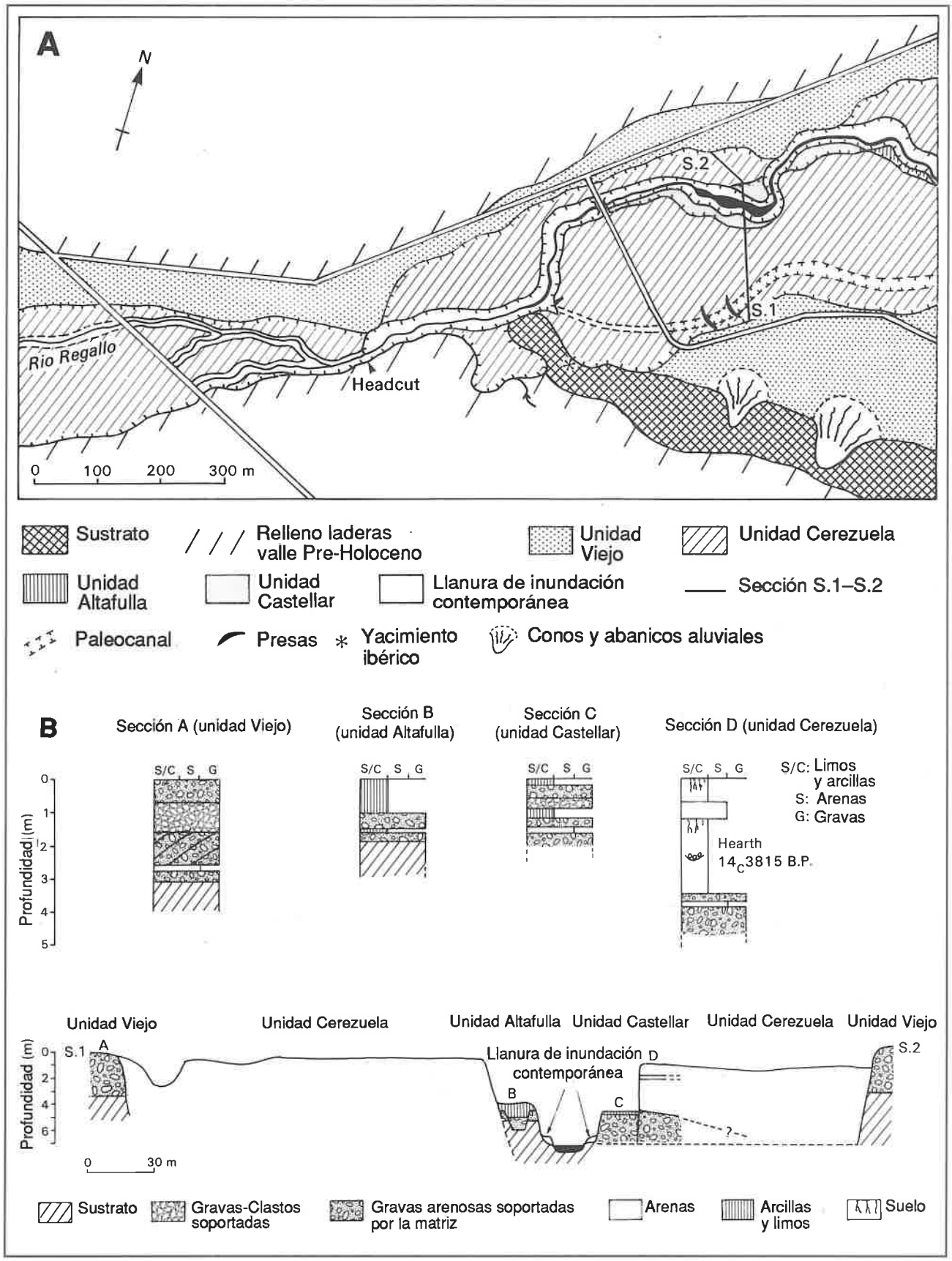


Figura 4.A. Mapa morfológico del área de estudio del río Regallo mostrando los rellenos aluviales del Pleistoceno reciente y del Holoceno, paleocanales y emplazamientos arqueológicos. **B.** Sección del fondo del valle del río Regallo mostrando la relación de alturas y las propiedades sedimentarias (donde están expuestas) en los rellenos aluviales del Pleistoceno reciente y del Holoceno.

Guadalope y se supone que se desarrollaron en la fase fría (árida) de los depósitos fluviales pleistocenos (BURILLO et al. 1986; VAN ZUIDAM, 1975, 1976).

Unidad Cerezuela

La incisión de la *Unidad Viejo* (hasta 7 m) y del sustrato de areniscas subyacente al fondo del valle, probablemente tuvo lugar en el Holoceno temprano bajo un clima húmedo que permitió a la vegetación colonizar y estabilizar las márgenes del canal adyacente reduciendo el aporte de sedimentos groseros al sistema fluvial. Aunque la vegetación es muy efectiva a la hora de reducir el flujo de arroyada y la erosión en medios semiáridos (THORNES, 1987) un cambio hidroclimático puede haber dado lugar a un período de mayores aportes fluviales durante los tiempos iniciales del Post-Glacial.

Gravas groseras en la base de la *Unidad Cerezuela* fueron probablemente depositadas al final de esta fase cuando la incisión del canal se ralentizó o cesó (*fig. 5*). Grupos inclinados de gravas con buzamiento perpendicular o subperpendicular al eje del valle son abundantes en la *Unidad Cerezuela* y parecen haber sido generadas por migración lateral de *point bars* en un río con carga de gravas. Estas gravas están también fuertemente cementadas por CO_3Ca que se formaron en condiciones típicas de semiaridez a humedad por oscilaciones periódicas del nivel freático y una alta concentración de CO_3Ca disuelto en las aguas del río. Las gravas del río Regallo difieren de las de los ríos más jóvenes, que generalmente tienen desarrollos de encostramientos o caliches muy limitados.

Siguiendo la cimentación de gravas en la base de la *Unidad Cerezuela*, la base del valle del Regallo fue rellenada con 2,5 m de arcillas limosas rojas homogéneas. Esto causó una transformación importante en el estilo de la sedimentación del río en el Holoceno con un cambio principalmente de una acreción lateral de material grosero (capas canalizadas y barras) a una predominante agradación de materiales aluviales de grano fino. Las arcillas limosas rojas parecen haber derivado de la erosión de margas de las márgenes del valle adyacentes con limos procedentes de yesos alterados. Ambas litologías están ampliamente representadas en el área de captación del Regallo y son disectadas por sistemas de canales lineales muy extensos pero normalmente inactivos que coalescen en el fondo del valle. Carbón recuperado de un hogar situado aproximadamente a la mitad del paquete de arcillas limosas rojas ha sido datado por AMS C-14 (ETH -5697) en 3.815±80 B.P. (calibrado a 2.356-2.199 a. C., STUIVER y BEC-KER, 1986) e indica una significativa presencia en el área de poblamiento en el Bronce antiguo.

Los análisis de polen muestran una progresiva reducción de la cubierta arbórea en el área de captación durante la sedimentación de esta *Unidad* como consecuencia de una deforestación prehistórica y/o un período de significativa aridez. Las concentraciones de polen también muestran que las tasas de acrección disminuyen hacia el techo del perfil con unas tasas de acumulación de sedimentos considerablemente menores por encima del hogar que permitieron el desarrollo de suelos. Los conjuntos polínicos de esta *Unidad* son enigmáticos (*fig. 6*), puesto que no parecen representar un conjunto derivado de cañas y juncia de agua dulce que ahora rellenan el actual cauce del río. Los conjuntos dominados por polen de *Chenopodiaceae* y *Artemisia* sugieren que la sedimentación tuvo lugar bajo un medio similar al de la *Salada Pequeña*.

El suelo, en cambio, está truncado por arenas bien laminadas (0,45 m de espesor) que invierten la secuencia global positiva o grano decreciente (*fining upward sequence*) e incluye algunos clastos tamaño

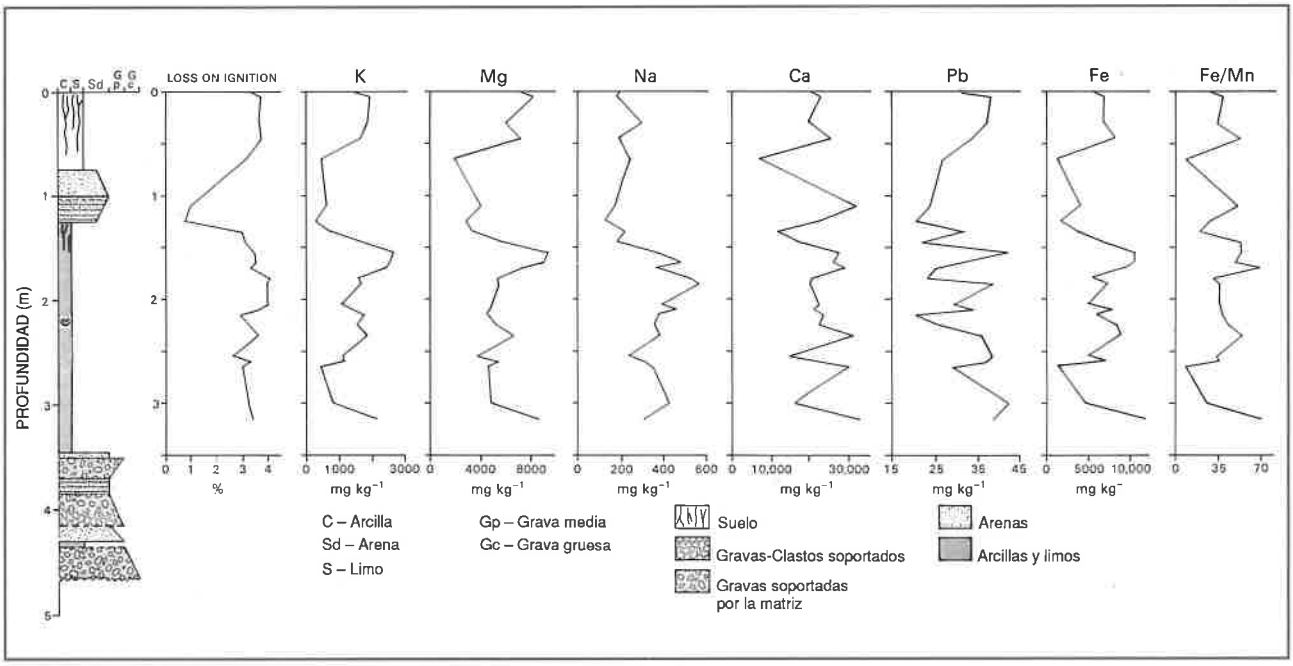


Figura 5. Perfil del tronco sedimentario, geoquímico y pérdida en ignición de la *Unidad* aluvial de *Cerezuela* en el río Regallo.

Lámina 2. *Salada Pequeña* (Alcañiz). Julio de 1989.

grava fina y media. Estas arenas indican un período de mayor inundación en el río Regallo o posiblemente representan los sedimentos de una única inundación de gran magnitud. Geoquímicamente son distintos de los aluviones de grano fino de los estratos superior e inferior y se caracterizan por un contenido más alto en calcio y más bajo en hierro (*fig. 5*) indicando una erosión de calizas más bien que de margas y terrenos yesosos en el área de captación.

La parte superior de la *Unidad Cerezuela* consiste en limos rojo-amarillentos (0,8 m de espesor) que tienen un contacto gradacional no erosivo con los sedimentos arenosos inferiores. Los análisis de polen indican, de alguna manera, condiciones más húmedas durante la sedimentación de las arcillas rojas con un decrecimiento en plantas halófilas y *steppe* concomitantes con una significativa regeneración de *Pinus* y, en menor medida, de *Quercus* (*fig. 6*). Las *Olea* que alcanzan sus más altas cotas y la aparición de granos de cereal sugieren que fueron cultivadas en el área de captación del Regallo.

No ha podido ser recuperada en estos emplazamientos materia orgánica apta para una datación convencional o por C-14. De ahí que se haya iniciado un programa de datación por termoluminiscencia de los rellenos aluviales en conjunción con la Durhan University, tanto del río Regallo como del Guadalope cuyos resultados preliminares se esperan tener en 1991. Sin embargo, un provisional *terminus ante quem* para la *Unidad Cerezuela* proviene de una serie de presas que parecen pertenecer a época ibérica construidas a través de un prominente paleocanal meandriforme al Sur del valle. Durante la época ibérica, y posiblemente con anterioridad, es probable que el Regallo estuviese dividido en dos ramas: una siguiendo el cauce actual y la otra siguiendo el curso de un paleocauce al Sur de la anterior bien desarrollado. Un dique bien visible lindante con esta otra rama está constituido por limos rojo-amarillentos idénticos a los que afloran a un nivel similar en la sección C descrita anteriormente (*fig. 4*). Parece ser que la *Unidad Cerezuela* estuvo recibiendo sedimentos aunque a una tasa más baja hasta la época ibérica reciente.

Unidades Altafulla *y* Castellar

Un segundo período de incisión y relleno del fondo del valle comenzó con la removilización de los aluviones primeros holocenos, la erosión hasta el sustrato rocoso y la excavación de una zanja de 4,5 m de profundidad y de 80 m de anchura en la parte Norte del valle, a lo largo de la cual fluye el río actual. Las *Unidades Altafulla* y *Castellar* representan dos episodios subsiguientes de relleno de arroyo separadas por fases de degradación del canal. Ambas *Unidades* forman rellenos aluviales y están presentes sólo dentro del arroyo y no en el paleocauce al Sur (*fig. 4*). Esto indica que este último cauce fue separado en algún momento de la sedimentación en las *Unidades Altafulla* y *Cerezuela*. Se han encontrado fragmentos de cerámica ibérica en los rellenos de *Altafulla* y *Castellar* que sugieren que la fase más importante de encajonamiento del valle y desarrollo del arroyo tuvo lugar después de la época ibérica.

La *Unidad Castellar* es la fase sedimentaria del tercer ciclo de encajonamiento y relleno del fondo del valle y consiste principalmente en gravas retrabajadas a la base de la *Unidad Cerezuela*. Son necesarios altos esfuerzos de cizalla para encajar, cargar y transportar este material que habrían tenido lugar a partir de flujos más profundos en el río como consecuencia de un confinamiento progresivo del canal. La alta proporción de grava en el relleno aluvial refleja un control tanto en el aporte hídrico como en el sedimen-

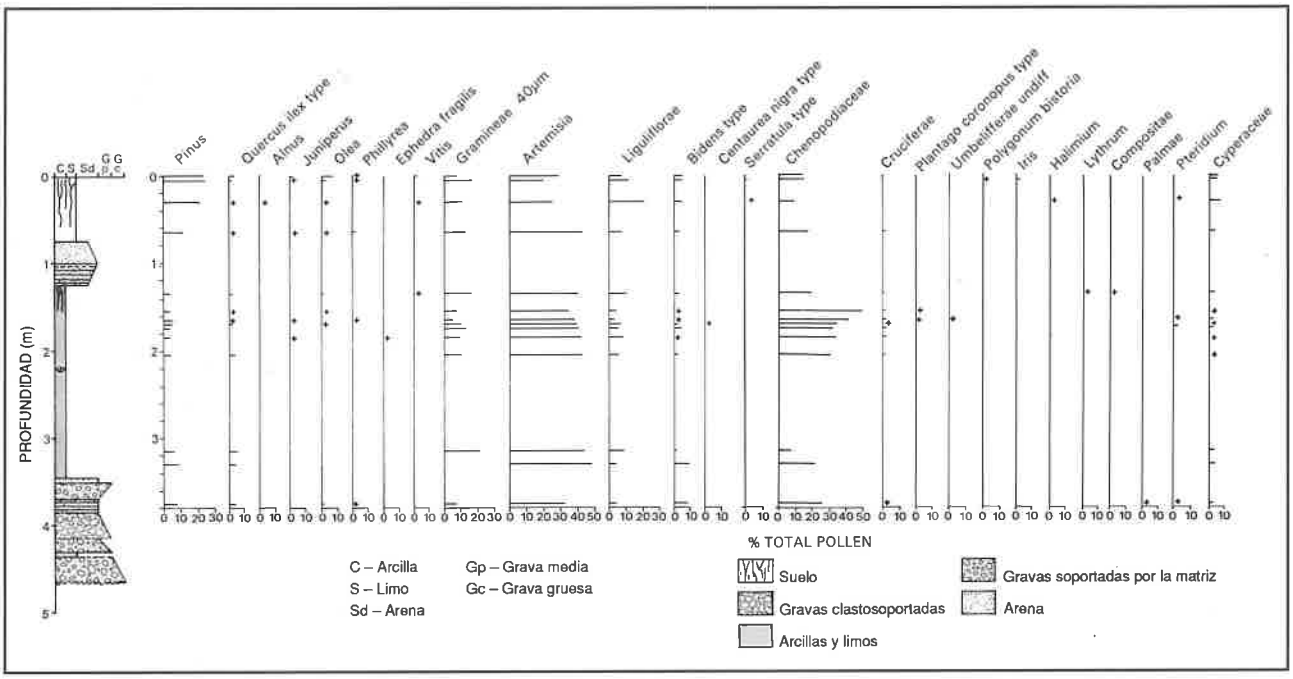


Figura 6. Diagrama del tronco sedimentario y polen en la *Unidad Cerezuela*, río Regallo.

tario. La *Unidad Castellar* ha sido incidida y forma una terraza de 2,5 m sobre el lecho actual del río. La actual tendencia vertical del río es una limitada agradación del canal con densa vegetación dentro del río que proporciona un efectivo entrampamiento de sedimentos de grano fino.

Cronología y control de la aluviación holocena en el río Regallo: Implicaciones para la arqueología

Tres ciclos aluviales holocenos de *cut and fill* son evidentes en el río debajo del Puente del Regallo. La mayor erosión del Holoceno temprano y medio fue seguida por una agradación en el fondo del valle que dio lugar a un nuevo relleno del sustrato del mismo con aluviamiento de materiales de grano fino hasta casi el nivel del suelo del valle durante el Pleistoceno reciente. La datación por C-14, los análisis de polen y las evidencias arqueológicas indican una significativa aluviación durante la Edad del Bronce pero también tasas más bajas de sedimentación en el fondo del valle durante la época ibérica. BURILLO et al. (1986) también registran procesos de aluviamiento alrededor de esta época (ca. 1200 a. C.–400 d. C.) en el valle del Ebro. En amplios términos el análisis de polen muestra que el significativo relleno del canal y/o del valle se asocia a modificaciones en la vegetación que implican un cambio a condiciones más secas.

La probable construcción de presas en época ibérica a través del paleocauce en la parte Sur del valle, con el aparente intento de prevenir un corte erosivo aguas arriba, indicaría que la degradación del canal podía haber comenzado durante este período. En el lado del valle, un extensivo sistema de riegos que podrían datar de época ibérica (como podría desprenderse del hecho de hallazgos de materiales cerámicos de esta época en el interior de los canales) proporcionarían otra evidencia más de una sofisticada manipulación del agua en dicha época. La incisión del canal, como se ha visto en otros sistemas fluviales semiáridos (por ejemplo, GRAF, 1983), fue probablemente iniciada por una mayor inundación o una serie de eventos de inundaciones (quizás representada por una prominente unidad de arenas en la parte superior de la *Unidad Cerezuela*) que pudieron haber evacuado los aluviones y bajado los niveles del canal aguas abajo causando una onda de incisión que se propagaría aguas arriba.

En el Holoceno inferior y medio la erosión del fondo del valle, la sedimentación de los rellenos de *Cerezuela* y el subsiguiente desarrollo de arroyos reflejan importantes cambios hidroclimáticos que pudieron tener un significado más bien regional que local. Si este fuera el caso, acontecimientos sedimentarios y erosivos similares podrían ser registrados en otros ríos y lagos de la región. Se requiriría la datación geocronológica de los rellenos aluviales holocenos y de los sedimentos de sistemas fluviales y lacustres en otras partes del Noreste de España para confirmar o modificar esta hipótesis. Una significativa y extensiva aluviación entre el 4.000 - 1.400 B.P. sugiere la posibilidad de enterramiento y conservación de material arqueológico en los fondos de los valles dentro de un buen contexto estratigráfico ambiental. A la luz de los resultados preliminares obtenidos en el río Regallo está claro que otros valles encajonados holocenos de la región podrían proporcionar datos de interés mediante prospecciones arqueológicas sistemáticas e investigaciones paleoambientales.

Conclusiones

En ausencia de un marco geocronológico consistente no se puede

establecer todavía una correlación firme entre las dos secuencias sedimentarias. Sin embargo, una correlación bioestratigráfica provisional utilizando las evidencias polínicas sugiere que la fase húmeda de *Ruppia* representada por la sección del testigo de la *Salada Pequeña* entre los 210-150 cm está en relación con los sedimentos más superiores de la *Unidad Cerezuela* que probablemente puedan datarse en época ibérica. Ciertamente, la confirmación de estos vínculos entre los asentamientos y las inferencias expuestas, la relación entre ocupación humana, clima y erosión debe esperar a ser dotada de una cronología con un posterior programa de datación por C-14 y termoluminiscencia.

Este estudio demuestra concluyentemente que las *saladas* y el río Regallo proporcionan secuencias sedimentarias adecuadas para una reconstrucción paleoambiental. Posteriores estudios coordinados arqueológicos y paleoambientales deberían aumentar considerablemente los registros arqueológicos regionales además de clarificar los efectos de la actividad humana sobre el medio en el Noreste de España.

Agradecimientos

Quisiéramos agradecer a los Drs. S.T. PATRICK, S. JUGGINS y Mr. B.A. DAVIS por su ayuda con el trabajo de campo y a Mr. W. STELLING por los análisis de laboratorio. El trabajo fue parcialmente subvencionado mediante una pequeña ayuda de la Universidad de Newcastle upon Tyne a A.C.S. y M.G.M., un premio del Comité de Investigación de la Universidad de Newcastle upon Tyne a A.C.S. y M.G.M. y por el TALLER DE ARQUEOLOGÍA DE ALCAÑIZ. ■

Bibliografía

BENAVENTE, J.A., 1984: "Cambios geomorfológicos y distribución del hábitat prehistórico: Una aplicación en los focos endorreicos del Bajo Aragón", *Arqueología Espacial,* 2, pp. 53-74, Teruel.

- 1987: *Arqueología en Alcañiz,* Diputación General de Aragón, Departamento de Cultura y Educación.
- 1988: "Las lagunas de origen endorreico como focos de atracción del poblamiento antiguo: El ejemplo de *La Estanca* de Alcañiz (Teruel)", *Kalathos 7-8,* pp. 45-61, Teruel.

BURILLO, F., GUTIÉRREZ, M., PEÑA, J.L. y MARCÉN, C.S., 1986: "Geomorphological processes as indicators of climatic changes during the Holocene in the Nort-East of Spain", *Quaternary Climate in Western Mediterranean,* López (ed.), Madrid.

DEARING, J., MAHER, B.A. & OLFIELD, F., 1985: "Geomorphological linkages between soils and sediments: the role of magnetic measurements", *Geomorphology and Soils,* K. Richards (ed.), George Allen and Unwin, London.

GRAF, W.L., 1983: "The arroyo problem-palaeohydrology and palaeohydraulics in the short term", *Background to Palaeohydrology: A Perspective,* K.J. Gregory (ed.), Wiley, Chichester.

IBÁÑEZ, M.J., 1973: "Contribución al estudio del endorreísmo de la depresión del Ebro: el foco endorreico al W y SW de Alcañiz (Teruel)", *Geographica 1,* pp. 31-32, Madrid.

- 1975: "El endorreísmo del sector central de la depresión del Ebro", *Cuadernos de Investigación Geografía e Historia,* pp. 35-48, Logroño.
- 1976: *El piedemonte Ibérico Bajoaragonés. Estudio Geomorfológico,* pp. 337-8, Madrid.

MOORE, P.D. & WEBB, J.A., 1978: *An Illustrated Guide to Pollen Analysis,* Hodder & Stoughton, London.

OLFIELD, F., 1983: "The role of magnetic studies in palaeohidrology", *Background to Palaeohydrology*, K.J. Gregory (ed.), Wiley & Sons, London.

STUIVER, M. and BECKER, B., 1986: "High-precision decadal calibration of the radiocarbon timescale, AD 1950-2500 BC", *Radiocarbon, 28,* pp. 863-910.

THORNES, J.T., 1987: "The Palaeo-ecology of erosion" *Landscape and Culture: Geographical and Archaelogical Perspectives*, J.M. Wagstaff (ed.), pp. 37-55, Blackwell, Oxford.

VAN ZUIDAM, R.A., 1976: *Geomorphological Development of the Zaragoza Region, Spain,* I.T.C., 211 pp., Enschede.

VERHOEVEN, J.T.A., 1979: "The ecology of *Ruppia*-dominated comunities in Western Europe: I. Distribution of *Ruppia* representatives in relation to their autecology", *Aquatic Botany, 6,* pp. 197-268. ■