

**USOS Y RECURSOS NATURALES EN *AL-ANDALUS*:
MODIFICACIONES ANTRÓPICAS SOBRE EL MEDIO
NATURAL EN LA SIERRA DE CÓRDOBA.
CONSIDERACIONES SOBRE EL ACUEDUCTO
DE VALDEPUENTES.**

José Manuel Recio Espejo y Javier López Vallejos
Universidad de Córdoba

Introducción.

El presente trabajo pretende efectuar una aproximación acerca del manejo del agua subterránea, escorrentías y cursos de aguas superficiales existentes en época histórica, califal y romana, en la zona geográfica de finalización de la Sierra Morena, en las proximidades de la ciudad de Córdoba y más conocida como “Sierra de Córdoba”.

Como antecedentes para ello se han consultado los primeros trabajos de Castejón (1925), el de López Cuervo (1983) sobre topografías de Medina Azahara, Recio et als. (1991) y Baena et als. (1993) sobre el karst y los edificios travertínicos de Santa María de Trassierra, los de Ventura Villanueva (1993 y 1996) sobre el acueducto de Valdepuentes, Arjona Castro (2001) sobre el asentamiento de Medina Azahara, Recio y López (2005) sobre la fuente de El Elefante y el de Nerger et

als. (2007) sobre las características sedimentarias del glacis de finalización de esta Sierra.

Todo ello ha sido contrastado mediante los trabajos de campo realizados por nosotros y las interpretaciones de los documentos cartográficos utilizados tales como imágenes satélite, fotografías aéreas, cartografía topográfica y geológica, entre otros.

Según sintetiza Barral Muñoz (2005) las condiciones climáticas generales imperantes para épocas históricas podrían ser las siguientes:

- En momentos de máxima expansión de Roma (100aC-400dC), una oscilación cálida con veranos cálidos y secos e inviernos poco extremos.
- El período tardorromano-altomedieval (400-1.000dC) con condiciones de nuevo enfriamiento y sequías generalizadas a partir del s.VII.
- Período bajomedieval (1.000-1.300dC), con fase cálida u “Óptimo climático” (POC) aumento de la humedad (pluviosidad) muy evidente esta en el s. XI.
- Siglos XV-XIX: caída de temperaturas, la “Pequeña Edad del Hielo” europea.

La idea de una mayor humedad climática vendría a representar un incremento en la pluviosidad, pero al mismo tiempo este efecto podría conseguirse por unas menores temperaturas y la consecuente menor evapotranspiración, y por tanto unos balances más positivos favorecedores de unas condiciones más húmedas del clima. De la misma manera la repartición anual de estas, es decir se traten de lluvias invernales o estivales así como la intensidad con que estas acontecen, serían también matices que habrían de ser considerados. Por otro lado cuando se desea especificar un aumento de las temperaturas, habría que evaluar cuáles de estas son las que se modifican, si las máximas estivales o las mínimas invernales. De la misma forma condiciones de mayor sequedad, podrían ser conseguidas o bien con un descenso de las precipitaciones, o mediante temperaturas más llevadas, incrementos de la evapotranspiración, y creación de balances hídricos más negativos.

Dada la escala temporal histórica que comentamos, los cambios ambientales que lleva consigo la antropización con el uso y transformación del medio natural por parte del Hombre, convierte a esta quizás en un factor más decisivo y de mayor peso específico que el climático. Las deforestaciones y puesta en cultivo de tierras, la pérdida de suelo, el abandono, reforestación o recuperación del estrato arbustivo o del bosque, el uso de las aguas subterráneas y superficiales mediante pozos, galerías, minas, captaciones, etc. serían quizás factores ecológicos mucho más decisivos para entender los cambios habidos en el medio natural.

Geomorfológicamente estas interacciones pueden ser identificadas, analizadas y evaluadas a través de las formaciones superficiales que ellos generan, tales como coluvionamientos, fases de incisión fluvial, creación o modificación de cursos de agua superficiales, precipitación de carbonatos disueltos en ellas con la formación de tobas y edificios travertínicos, etc.

Recursos hídricos y dinámica superficial.

La superficie de la unidad calcárea de Sta. María de Trassierra ocupa una extensión de 3.200 ha. (IGME, 1975) (Figura 1). Considerando unas precipitaciones medias anuales de 700 l/m² y un coeficiente de infiltración del 70% (Coma y Felgueroso, 1967), los recursos hídricos potenciales para la zona vienen a representar unos volúmenes de 497 l/s.

La descarga de este sistema hidrogeológico se realiza por los puntos y caudales siguientes:

- Resurgencia y travertinos del arroyo de El Molino (300 m.)..... (caudales no cuantificados) (¿?)
- Surgencia y travertinos de El Fato (320-300 m.)..... (¿?)
- Surgencia y travertinos de Valdehuertas (340 m.).....(¿?)

Hemos de hacer notar en primer lugar que la localización a cotas en torno a los 300 m de estas caudalosas surgencias, muy por debajo de las cotas que muestra la arista, puertos y collados del frente de finalización de la Sierra, provoca que se vean hidráulicamente imposibilitadas para ser utilizadas en el abastecimiento de la ciudad de Córdoba, romana o califal. Fue necesario por ello la realización de captaciones de aguas a cotas en torno a los 400 m, como lo son las del arroyo Bejarano y El Molino, para hacer el abastecimiento de la ciudad, mediante la conducción de aguas pendiente abajo por gravedad a través del acueducto de Valdepuentes.

En la actualidad estas captaciones presentan unos caudales próximos a:

- captación de El Bejarano (420-400 m.)..... 6 l/s
- captación de El Molino-Fuente de El Elefante (420-400 m.).... 3 l/s
- manantial (¿?) de Aguardentera (420-400 m.)... 1 l/s

Con la intención de matizar estos valores y considerando una bajada subactual de unos 30-40 cm. del nivel freático de la zona ocasionada por las extracciones de pozos y los sondeos realizados (Recio y López, 2005), los máximos valores que

estas captaciones podrían haber aportado serían de 15-30 l/s para el arroyo Bejarano, y de 7-15 l/s para la fuente de El Elefante.

Realizando una simulación y cálculo del máximo caudal posible que a plena carga podría suministrar la captación del caño de Escarabita (fuente de El Elefante) (Losada Villasante, 2000), del surtidor de su alcubilla no podría salir un caudal mayor a 7-8 l/s. De la misma manera por el canal construido para abastecer el surtidor de El Elefante, y estimando una pendiente del 1 por mil según Camacho Poyatos, 2007 (c.p), las aguas circulantes representarían unos volúmenes de unos 10-11 l/s.

En base a las marcas adheridas en las paredes del acueducto de Valdepuentes en forma de concreciones calcáreas, aplicando la ecuación/fórmula de *Manning*, Ventura Villanueva (1996) llegó a estimar un caudal medio circulante por el mismo de unos 23.407,2 m³/día, es decir unos 270 l/s, con valores máximos de 35.582.8m³/día, 411 l/s.

Estos encostramientos carbonáticos presentan para nosotros unas facies relacionadas más bien con flujos verticales de agua que con flujos laminares generados por aguas en movimiento en sentido horizontal. En algunas situaciones esto resulta ser muy evidente, tratándose de goteos de agua bajo claras condiciones subaéreas (Foto 1). Las aguas freáticas formadas al amparo de la cobertera detrítica que sepulta la mayor parte del acueducto, de naturaleza muy bicarbonatada al proceder de margas y calcarenitas miocenas, habrían traspasado el *opus signinum* y la pared de este acueducto, siendo por tanto las responsables de estos encostramientos. Las margas miocenas muy arcillosas que sirven de encofrado de este acueducto, actuarían como nivel impermeable para las mismas.

Dada la cronología histórica de la formación de estas capas detríticas, invita a plantear la cuestión si el acueducto presentaría un trazado subterráneo tan solo allí donde la antigua topografía y desniveles lo requerirían como necesario. Estos alternarían con tramos de carácter subaéreo, muy cercanos a la superficie, protegidos por la bóveda que presenta. Los sedimentos detríticos que comentamos, generados por la dinámica superficial erosiva-acumulativa desatada por el uso o abandono del territorio, serían la causante de su posterior enterramiento.

Por otro lado los procesos de movimientos en masa, solifluxión o reptación experimentados en época reciente por las margas donde se encaja, han provocado la gran deformación que presenta esta conducción en la actualidad, traducida en trazados reptantes-ondulantes, cúpula desplazadas de su posición original, creación de condiciones hidromorfos elevadas, un nivel freático muy cercano a la superficie, y formación de suelos y margas de carácter muy hidromorfo (Foto2).

Cursos y manejo del agua por el glacis de finalización de Sierra Morena.

La finalización de la Sierra Morena frente a la ciudad de Córdoba se realiza mediante un escarpe de unos 400 m. de desnivel, donde afloran en síntesis calizas en su parte somital, material vulcanosedimentario a media ladera, y pizarras del cámbrico inferior en las partes basales (Hernández Pacheco, 1926; Liñán Guijarro, 1978). En función de la permeabilidad, tan solo las primeras son susceptibles de actuar como un acuífero de interés frente al resto de las litologías.

En la Sierra se identifican claramente fases de coluvionamientos de gran magnitud y cronologías históricas, constituidos por clastos de naturaleza volcánica, cuya génesis iría ligada a la deforestación y el abandono de los suelos de la misma, así como fases posteriores de incisión fluvial más recientes ligadas a momentos de fitoestabilidad. En algunos puntos se llega a observar incluso que estos coluvionamientos han sido encostrados por aguas carbonatadas circulantes derivadas del manejo antrópico del agua subterránea.

Estas captaciones son efectuadas tan solo en las calizas aflorantes de la cornisa del frente, generando no solo los encostramientos antes comentados si no que también nuevas escorrentías o cursos de aguas circulantes pendiente abajo por el glacis, la formación de vaguadas recientes, creación de desniveles incisivos en torno a 2-3 m, y la formación de depósitos de tobas y travertinos antrópicos-históricos de pequeños tamaño (Foto 3).

El trazado del acueducto por el piedemonte de Sierra Morena fue analizado por Ventura Villanueva (1993) (Figura 2). El conjunto de arroyos que discurren por el glacis de finalización de esta serían básicamente los arroyos del Rodadero de Los Lobos, Nogales y Vallehermoso-San Jerónimo (Figura 3).

La cabecera del arroyo de Los Lobos se inicia en el canchal antrópico del mismo nombre en las cercanías del cortijo de Piquín, y corta el trazado del acueducto de Valdepuentes muy en su parte oriental. El arroyo de Los Nogales se inicia en la base de la captación realizada para aprovechar la paleosurgencia de Peñamelaria (Recio et als, 1991, Baena et als, 1993). Ambos y sobre todo este último, muestra un trazado obsecuente, inciden sobre materiales de terraza fluvial y se dirige hacia el casco de la ciudad con dirección contraria al sentido general de la pendiente. Este cambio de dirección es muy evidente después del puente califal construido en su cauce para solventar el paso de sus aguas (Foto 4).

Presenta este una surgencia-alcubilla cercana a este puente que funciona según Ventura (1993) como consecuencia de una rotura del acueducto en ese punto. Otra rotura ha sido detectada por nosotros en el tramo comprendido entre este arroyo y el de Vallehermoso, habiendo provocado una nueva escorrentía y su vaguada correspondiente.

El arroyo San Jerónimo se inicia en la zona del cruce de Sta. María de Trassierra sobre materiales pizarrosos, discurriendo sobre litologías volcánico-sedimentarias antes comentadas. Confluye con el arroyo Vallehermoso originado en una captación existente por encima del trazado de la carretera de Sta. María de Trassierra, en el contacto de las calizas con los materiales infrayacentes, muy próxima a la torre ochavada de las "Siete esquinas". Ambos atraviesan coluviones constituidos a base de clastos de material volcánico procedentes de la Sierra, efectuando una incisión sobre estos de unos 2-3 m., conformando un escarpe erosivo donde parece visualizarse claramente el trazado del acueducto (Foto 5).

Como consecuencia de esta incisión y del desmantelamiento del material coluvionar realizado, después de la confluencia de ambos, el cauce ha llegado a cortar a esta conducción, llegando a asomar en el fondo del mismo, e incluso a servir de represa de las aguas que por él circulan. A pesar de la importancia de este curso de agua, parece ser que la construcción de puente alguno de época califal no fue realizada. Igual planteamiento puede barajarse para el puente derruido sobre el arroyo San Jerónimo que señala Ventura Villanueva (1993).

Los arroyos del Bejarano y de El Molino.

Con una mayor envergadura y magnitud, estos cambios históricos acontecidos en estos cursos de agua podrían ser extrapolados a otros que discurren por el interior de la Sierra, como es el caso de los arroyos de El Molino o del Bejarano, implicados también en el manejo y traída del agua hacia la ciudad de Córdoba.

Analizando la morfología de estos cursos de agua, y en concreto la del Bejarano, presenta este una cabecera con trazados muy rectilíneos que discurren por morfologías previas correspondientes a un cañón kárstico (Baena et als, 1991), ramificándose tan solo con posterioridad al atravesar los materiales magmáticos (Figura 4). En el contacto calizas-granitos es donde se localiza la captación-surgencia del mismo, a unos 400 m. de cota, mostrando tan solo a partir de aquí tanto en la misma captación como a lo largo de su cauce, pequeños encostramientos de naturaleza travertínica. Es a partir de los 300 m y al ingresar de nuevo en un cañón calcáreo próximo a su desembocadura en el río Guadiato, cuando presenta una fuerte incisión y una rotura de pendiente significativa en su perfil longitudinal, el cual muestra una morfología algo alejada de los modelos teóricos (Figura 5).

Desde este mismo punto de vista el cercano arroyo de El Molino habría experimentado una misma génesis. La formación de los edificios travertínicos asociados a su cauce (baños de Popea) estarían relacionados tan solo con la resurgencia del paleopoljé de Escarabita que se efectúa en este punto, así como con el drenaje de las depresiones kársticas que atraviesa el actual arroyo Molinillo.

Conclusiones

Las grandes surgencias de descarga del acuífero de Sta. María de Trassiera no pudieron ser utilizadas para el abastecimiento de la ciudad de Córdoba por cuestiones de cota. Fue necesaria la ejecución de las captaciones del arroyo Bejarano y de El Molino, a una altitud coincidente con el nivel general de aplanamiento de la zona, para solventar las topografías existentes en la arista culminante de la Sierra (puerto de El Hornillo). Estas captaciones son y han sido poco cuantiosas e incapaces de proporcionar los caudales circulantes por el acueducto de Valdepuentes que se tenían estimados hasta la fecha.

Esta obra hidráulica encofrada en las margas miocenas presenta una gran deformación debido a procesos de reptación y solifluxión. Se encuentra recubierto por depósitos detríticos de cronologías históricas, formadores de un acuífero superficial carbonatado autor de las costras adheridas a la pared del mismo. Se plantea al mismo tiempo por ello la posibilidad de la existencia de trazados subáberos para este acueducto.

La topografía original romana o califal ha sido muy modificada desde entonces mediante la formación de nuevos depósitos e incisiones fluviales causadas por unos cursos de agua originados a su vez por las aguas sobrantes de las captaciones realizadas. La naturaleza bicarbonatada de las mismas han dejado depósitos tobáceos y encostramientos calcáreos a lo largo de sus cauces. Los arroyos de Los Nogales y Vallehermoso serían claro ejemplo de ello, de cronología romana el primero y presuntamente califal el segundo.

El arroyo del Bejarano y de El Molino parecen mostrar una génesis similar a estos, es decir cursos de agua generados por procesos erosivos y las deforestaciones acontecidas y alimentados por las captaciones realizadas, y con un manejo netamente antrópico acontecido en épocas históricas recientes.

Bibliografía.

ARJONA CASTRO, A. 2001.- Guía visual de Medina Azahara. Public. Diario Córdoba-CajaSur. 237 pp.

BAENA ESCUDERO, R.; RECIO ESPEJO, J. M.; DÍAZ DEL OLMO, F. 1993.- Paleokarst del sector Santa María de Trassiera-Las Ermitas (Sierra Morena, Córdoba). Cuaternario y Geomorfología. 7: 67-78.

BARRAL MUÑOZ, M. A. 2004.- Estudio geoarqueológico de la ciudad de Sevilla. Antropización y reconstrucción paleogeográfica durante el holoceno reciente (últimos 2.500 años). Tesis Doctoral. Universidad de Huelva.

COMA, J. E.; FELGUEROSO, C. 1967.- Estudio hidrogeológico de la parte más meridional de la provincia de Córdoba. Bol. I.G.M.E. LXXVIII: 49-91.

HERNÁNDEZ PACHECO, E. 1926.- La Sierra Morena y la llanura bética: síntesis geológica. Libro guía, excus. X-1, XIV Congr. Geol. Inter. Inst. Geol. España. Madrid. 1-155.

IGME, 1975.- Mapa geológico de España. 1:50.000. Hoja 922, "Santa María de Trassierra".

LIÑÁN GUIJARRO, E. 1978.- Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba. Tesis Doctoral. Public. de la Universidad de Granada. 191: 1-212.

LÓPEZ-CUERVO, S. 1983.- Medina-Az-Zahra. Ingeniería y formas. Public. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid. 169 pag.

LOSADA VILLASANTE, A. 2000.- El riego. Fundamentos hidráulicos. Edit. Mundi Prensa. 3ª edición.

NERGER, R.; NÚÑEZ, M. A.; RECIO, J. M. 2007.- Caracterización edafosedimentaria del glacis de finalización de Sierra Morena en la ciudad de Córdoba (España). En "Tendencias actuales de la Ciencia del Suelo". N. Bellinfante y A. Jordá editores. Sevilla. 814-817.

RECIO ESPEJO, J. M.; BAENA ESCUDERO, R.; DÍAZ DEL OLMO, F. 1991.- Evolución reciente del karst de la Sierra de Córdoba. Sistema hidroquímico y travertinos. III Simposio sobre el Agua en Andalucía. I: 575-583.

RECIO ESPEJO, J. M.; LÓPEZ FERNÁNDEZ, A. 2005.- Caño de Escarabita y fuente del Elefante (Santa María de Trassierra, Córdoba, España): reconstrucción paleoecológica y cronología. BRAC. 148: 237-253.

VENTURA VILLANUEVA, A. 1993.- El abastecimiento de agua a la Córdoba romana. I. El acueducto de Valdepuentes. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Monografías nº 197. 174 pag.

VENTURA VILLANUEVA, A. 1996.- El abastecimiento de agua a la Córdoba romana. II. Acueductos, ciclo de distribución y urbanismo. Public. Universidad de Córdoba. Monografía nº 251. 222 pag.

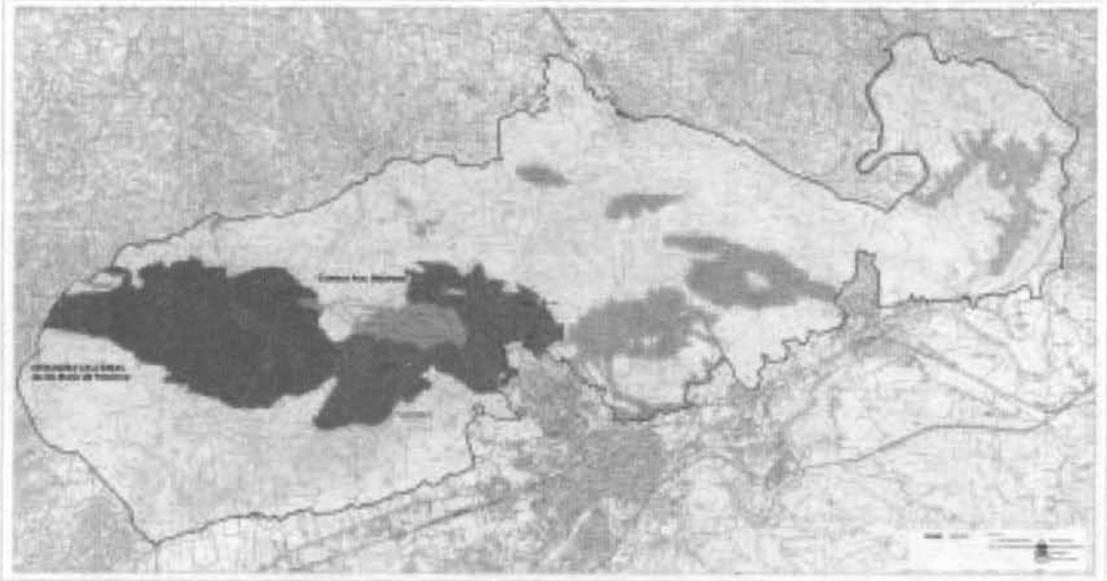


Figura 1.- Afloramientos de litologías calcáreas en el sector de Sta. María de Trassierra. Situación de la cuenca del arroyo Bejarano.



Figura 2.- Trazado del acueducto de Valdepuentes por el glacis de finalización, según VENTURA VILLANUEVA (1993 y 1996).

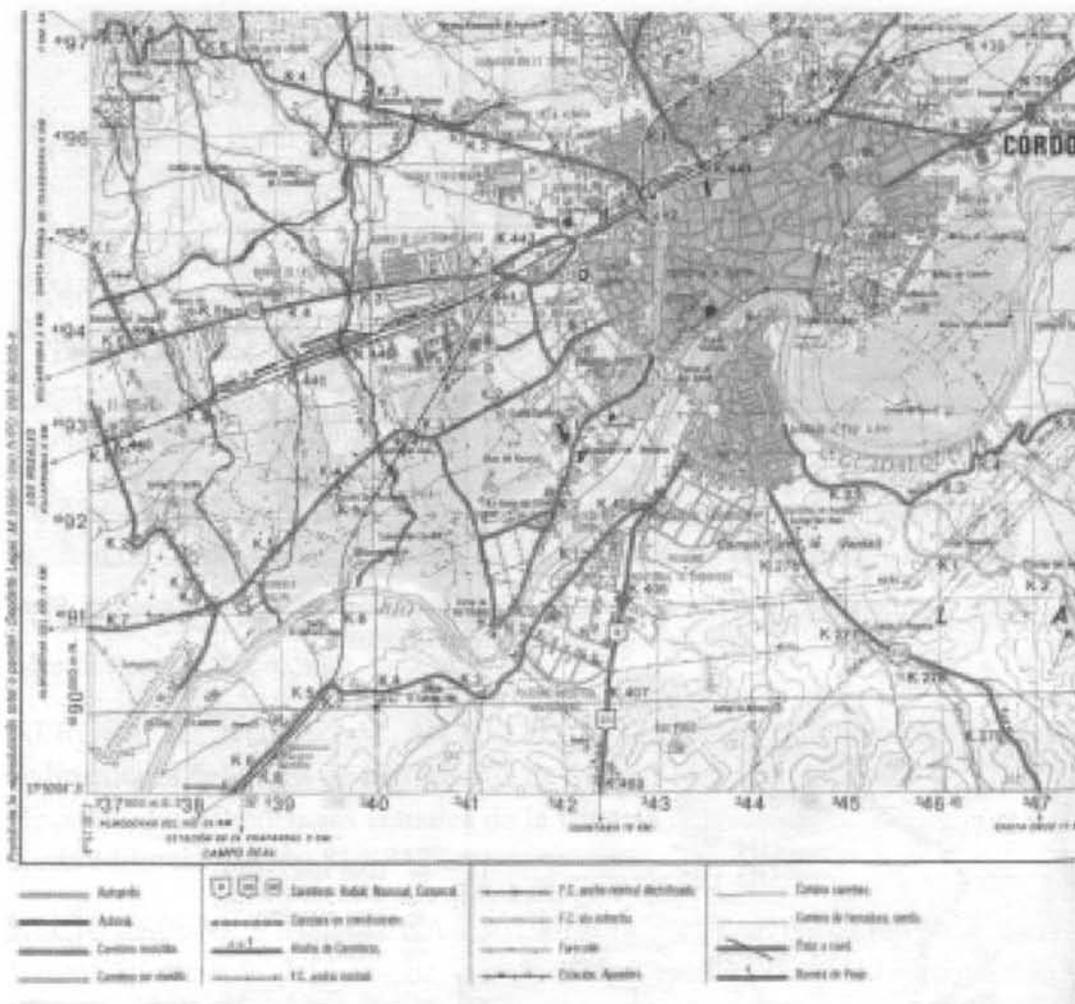


Figura 3.- Red de arroyos por el piedemonte de la "Sierra de Córdoba".

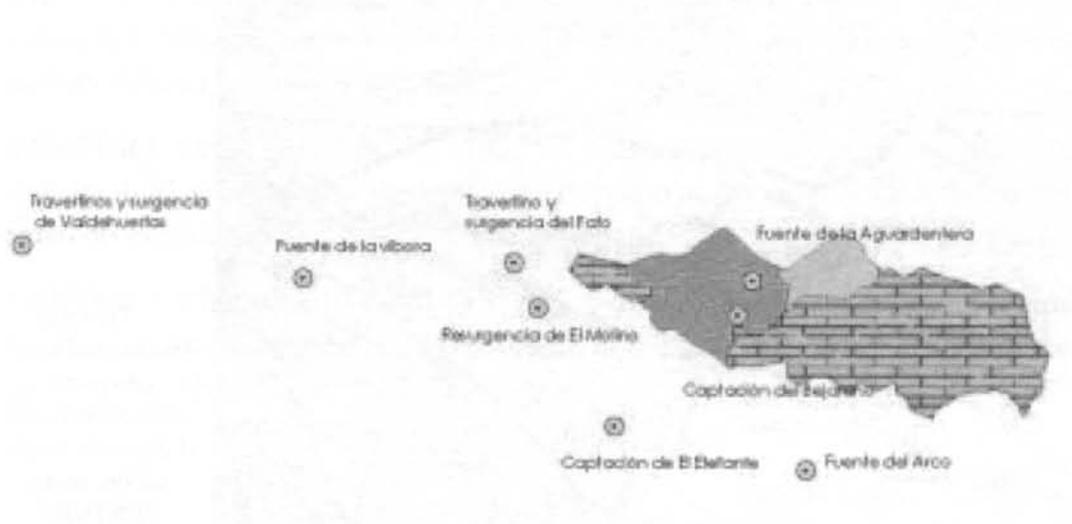


Figura 4.- Cuenca del arroyo Bejarano: morfología de cursos, litologías y situación de surgencias, resurgencias y captaciones.

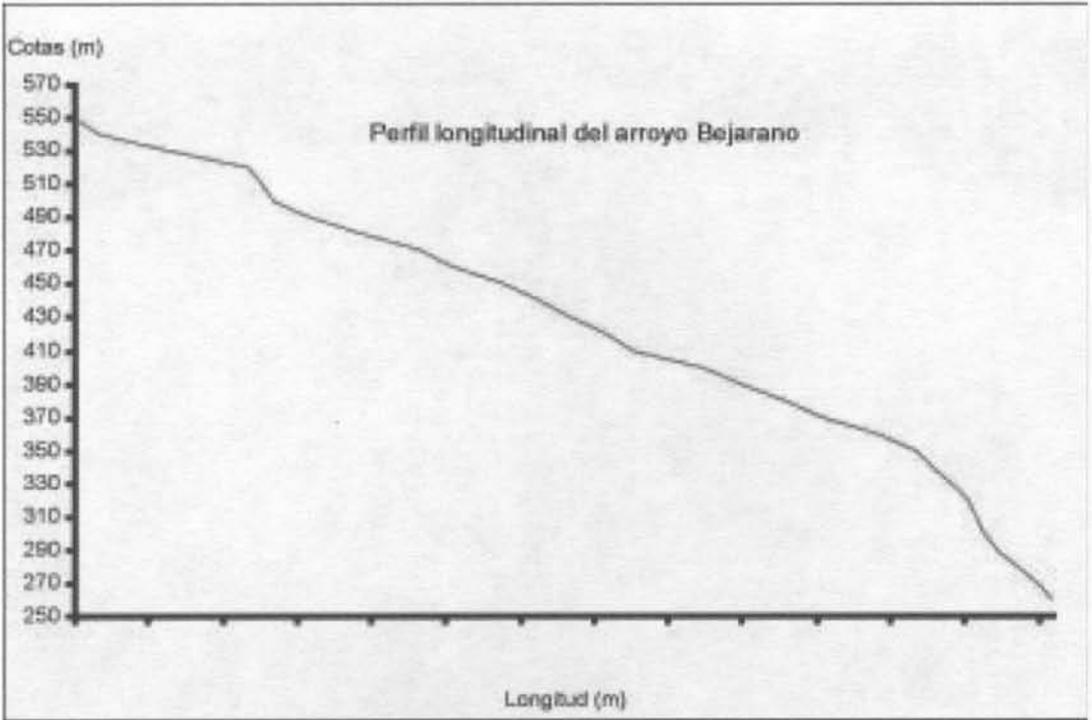


Figura 5.- Perfil longitudinal del Bejarano (trazado fluvial o de ladera).



Foto 1.- Detalle de las costras adheridas a la pared del acueducto.



Foto 2.- Reptación e hidromorfia en el acueducto de Valdepuentes.



Foto 3.- Edificio tobáceo en el curso alto del arroyo Los Nogales.



Foto 4.- Puente califal sobre el arroyo de Los Nogales. Al fondo las cabeceras de los arroyos San Jerónimo y Vallehermoso.



Foto 5.- El acueducto en el fondo del arroyo Vallehermoso y represamiento actual de sus aguas.