

Proyectos para aumentar el caudal en el nacimiento del río Mula a través de la técnica del pozo horizontal

José Antonio LÓPEZ FERNÁNDEZ
*Universidad de Córdoba **

José María GÓMEZ ESPÍN
*Universidad de Murcia ***

Encarna GIL MESEGUER
Universidad de Murcia

Resumen: A lo largo del siglo XX se elaboraron varios proyectos (1931, 1943 y 1969) de construcción de pozo horizontal (galería) para aumentar el caudal del río Mula en su tramo alto.

Palabras clave: galería con lumbreras; río Mula; Sureste español.

Projects to Increase the Flow in Mula River Spring through the Technique of Horizontal Well

Abstract: Throughout the twentieth century, several projects (1931, 1943 and 1969) of construction of a horizontal well (gallery) were developed, in order to increase the Mula river flow in its upper stretch.

Key words: qanat; Mula river; South-east of Spain.

Recibido: 3 de marzo de 2015. Aceptado: 30 de abril de 2015.

* Departamento de Didáctica de Ciencias Sociales, Universidad de Córdoba. Email: jalopez@uco.es.

** Departamento de Geografía, Universidad de Murcia. Email: espin@um.es; encargil@um.es.

Proyecto de Investigación CSO2010-19947, «Uso eficiente y sostenible del agua en la Cuenca del Segura: modernización de regadíos». Ministerio de Economía y Competitividad. España.

1. INTRODUCCIÓN

La adaptación del ser humano a medios semiáridos, como es en el Sureste de la Península Ibérica, entre otros aspectos ha requerido del ingenio y diseño de técnicas hidráulicas para disponer de un bien tan necesario como es el caso del agua (en los procesos de captación, acumulación y distribución) para distintos usos (abastecimiento industrial, doméstico, ambiental y riego).

La comarca de Mula (compuesta por este municipio más los de Albudeite, Campos del Río y Pliego), en el interior de la Región de Murcia forman parte del SE Ibérico, con un clima mediterráneo semiárido de temperaturas benignas pero reducidas lluvias a lo largo del año. Además, éstas suelen tener ocurrencia en intensos chaparrones concentrados en el espacio y en el tiempo. Bajo estas características, en esta área ha sido necesario el aprovechamiento integral de los escasos recursos disponibles de fuentes y manantiales repartidos por el territorio, fundamentalmente a través de captaciones de origen subálveo con infraestructuras tradicionales como pozos horizontales y/o galerías (qanats, cimbras, minados, etcétera).

Estas construcciones han pasado a formar parte del patrimonio hidráulico cultural. Algunas están funcionales en la actualidad, gracias a la conservación y/o la recuperación de numerosos sistemas de captación por parte de particulares (como ocurre en el municipio de Jumilla), sobre todo para regadío en espacios rurales (Gil y Gómez, 2014).

En la cuenca del río Mula,¹ las aguas de este curso han servido históricamente para abastecer al vecindario (usos domésticos) y, fundamentalmente al espacio regable de esta villa, desarrollándose también establecimientos industriales para aprovechar su caudal (molinos, almazaras, centrales hidroeléctricas, etcétera). Debido a la necesidad a lo largo de los años, han sido varios los proyectos planteados para aumentar el caudal en el área del nacimiento del río. Así lo atestigua el ejemplo de galería que hoy en día existe, y/o la información histórica de otros proyectos localizados, en los fondos del Heredamiento de Aguas de Mula, recuperados y conservados en el Archivo Municipal de Mula.

1 En el concepto de *cuenca* se incluye, además, el municipio de Bullas, ya que es sobre su territorio donde tiene lugar el nacimiento del río Mula. A diferencia del concepto de *comarca*, donde predomina el carácter administrativo, formando Bullas parte del Noroeste Murciano.

2. OBJETO Y MÉTODO DE ESTUDIO

A través de esta investigación, se pone de manifiesto la importancia de la técnica del pozo horizontal en el nacimiento del río Mula, utilizando como fuentes de información el análisis de documentación histórica y el trabajo de campo. Ello nos permite mostrar este modelo como método predominante al que recurrió el Heredamiento de Aguas de Mula para alumbrar agua en este ámbito.

Bajo el aprovechamiento de estas aguas, se fundó la primitiva villa de Mula; y aunque la población se servía además de pequeños manantiales locales (Gómez y López, 2008), su crecimiento y el de la huerta, que durante siglos ha sido la despensa de la población (Ortega, 2008), requería incrementar los caudales disponibles. Además del pozo horizontal existente en las inmediaciones del nacimiento, en el paraje de Ucenda, se realizaron varios proyectos para abrir nuevas galerías. En un informe del año 1943 se trataba sobre cómo realizar un aprovechamiento integral del nacimiento del río, y otro de 1969, destinado al análisis sobre la forma de extraer las aguas de un sondeo vertical cercano (Figura 1). Este estudio de análisis regional está planteado desde la óptica del modelo de recursos propios de agua a escala local y de integración de usos de agua.

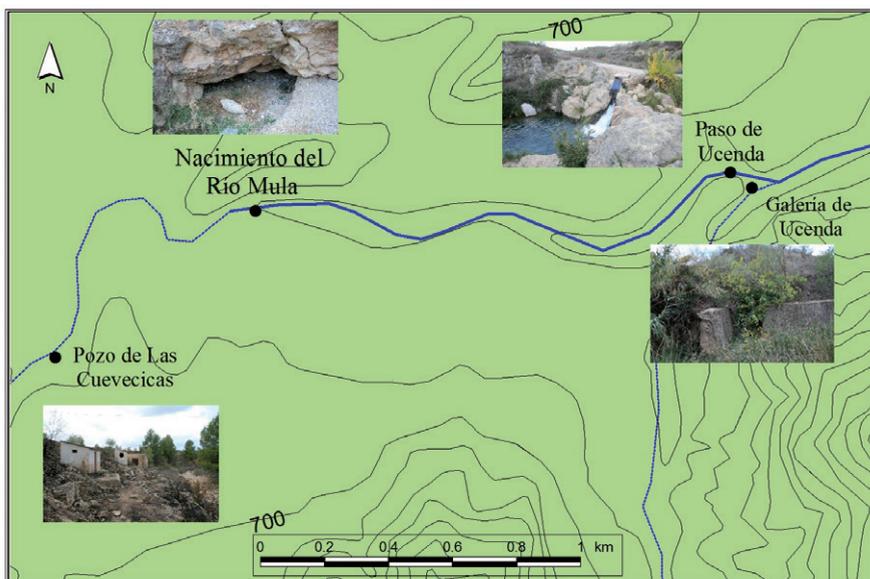


Figura 1. Situación de las áreas en las que se proyectó ampliar el caudal mediante «pozo horizontal» en el tramo alto del río Mula.

3. CONTEXTO NATURAL E HISTÓRICO DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SU ENTORNO

Hacia el sector noroccidental de la Región de Murcia, entre las cuencas sedimentarias de Mula y el Alto Lorca, se eleva el conjunto montañoso formado por las sierras subbéticas de Burete, Cambrón y Lavia, con predominio de materiales calizos y dolomíticos, y cumbres que alcanzan los 1.500 metros de altitud. Las elevaciones están separadas por corredores intramontanos, que se han ido configurando por la acumulación de materiales de origen aluvial y coluvial, apoyados sobre un estrato terciario, principalmente de origen margoso. Tradicionalmente, en el contacto entre ambas capas, han aflorado varios manantiales que han sido aprovechados por el hombre. Entre ellos, por su caudal y transcendencia, destaca el conocido por el nombre de *Fuentes de Mula*; alumbramiento que da lugar al nacimiento de este río, y que discurre con dirección predominante oeste-este hasta desaguar en el río Segura tras recorrer casi 64 km. Su principal tributario, el río Pliego, más al sur, recoge las escorrentías de la cara Norte de Sierra Espuña y la solana de Pedro Ponce, uniéndose al Mula por su margen derecha en la pedanía de La Puebla, tras un recorrido de 40 km. Ambos son cursos de escasos caudales, por las características semiáridas del territorio; y donde el hombre, desde antiguo, ha realizado un control hidráulico para su aprovechamiento.

La constitución y estructura de los relieves centrales de la Región de Murcia y la altitud que favorece un incremento de las precipitaciones, dan lugar a la formación de reservorios de agua subsuperficiales, como embolsamientos subterráneos. Por ello, en las estribaciones montañosas cercanas tienen lugar el nacimiento de otros cursos, también de escasos caudales, como Argos y Quípar (afluentes del Segura), además de ramblas de largo recorrido como las de Doña Ana, Madroño, El Ceacejo o El Aceniche, que vierten al Mula. En este sector, las precipitaciones son algo más cuantiosas que en los espacios limítrofes, debido a la influencia de la altura. No obstante, los valores no dejan de ser reducidos (Figura 2).

El área se caracteriza por la existencia de un paisaje de laderas montañosas cubiertas por masas de pináceas de variada tipología y sotobosque con las especies típicas mediterráneas, y valles intramontanos utilizados de forma tradicional para usos agrarios. Como se anota en el Atlas de los Paisajes de la Región de Murcia, los corredores o valles que conectan estos relieves son actualmente «*paisajes agrícolas entre espacios forestales en los que almendrales, cereales, olivares y viñedos ocupan la mayor parte del territorio*».² Cultivos todos ellos

2 *Atlas de los paisajes de la Región de Murcia*, 2009, p. 76.

lizados en el espacio regado pero que, a su vez, provocó un descenso del nivel del acuífero y la seca del manantial tradicional.

Según todos los indicios históricos (González y Matilla, 2013; González, 1992; 57-58), los primitivos fundadores de la villa de Mula se asentaron en la ubicación actual, al pie del cerro de El Cabezo, durante los siglos IX-X, por el potencial agrícola del valle fluvial entre los ríos Mula y Pliego; siempre que se dispusiera de un caudal de agua permanente.

Además de para consumo propio o doméstico, desde el siglo XVI también se utilizaron estas aguas para usos energéticos en industrias molineras instaladas en el tramo alto del cauce mediante pequeñas tomas del río, así como en la conocida Acequia Mayor, canal principal del regadío histórico de Mula. Los dueños del agua,⁴ el Heredamiento de Aguas de Mula, disfrutaba del caudal del manantial, más el resto de recursos que aflúan al cauce del río, cuya propiedad se manifiesta en las Ordenanzas del año 1853, al describirse que ésta «*se compone de todos los dueños y usufructuarios de la Fuente, Cauces, Vertientes y Acequia Mayor de Mula, cuya Administración y régimen se desempeña por una Junta directiva, compuesta de siete vocales de su seno, á quienes elige, nombra y facilita el expresado Cuerpo de Hacendados*».⁵ Para disponer de esta agua en el área de Mula, en el cauce se levantó un primitivo azud en el paraje de *El Gallardo*, a 13 kilómetros aguas arriba de la Villa, donde se embocaba la Acequia Mayor, excavada entonces en tierra y que constituyó desde entonces el cordón umbilical que ha dado vida a este regadío desde la Edad Media. La presa actual es el colofón

4 Las aguas, al estar separadas de la propiedad de la tierra, estaban en manos de unos pocos oligarcas, que desde el siglo XIII-XIV tenían el disfrute de las mismas hasta bien entrado el siglo XX. En este sentido, con carácter general para los regadíos deficitarios del Sureste peninsular, Gil Olcina (1993; 77-78) indica que: «Unida originariamente a la tierra, el agua rompió esta servidumbre en los más extensos regadíos deficitarios y otros menores de la región climática del sureste peninsular transformándose en propiedad independiente, sumamente apetecida y valiosa... No es fácil documentar, salvo sucesos tardíos la desunión de ambas propiedades, que, según todos los indicios, en ningún caso precedió la conquista cristiana».

5 *Ordenanzas del Heredamiento de Aguas de Mula* del año 1931. Aprobadas en 1853 con la reforma introducida en 1895. Extraído de González Castaño y Llamas Ruiz (1991; 43). En este reglamento también se defendía la pertenencia de este caudal a los vecinos de Mula, al señalar en la página 7 que «Lo que no interesa verdaderamente no olvidar, es que estas aguas son de población; y por este concepto reúnen todos los privilegios inherentes al manantial pródigo que sirvió de arrimo a los primitivos pobladores de Mula; de fomento y desarrollo a su vegetación vetusta, y de surtido a sus necesidades y usos domésticos; manantial que dá la vida a la población y a sus habitantes. Que estas aguas sean de fundación y población, es una verdad tradicional, histórica, pública y evidente: “item, por cuanto está villa (dicen las Ordenanzas municipales aprobada por S. M. y el Real y Supremo Consejo de Castilla en 1579) y la dicha huerta está fundada con el agua que viene a ella, la que poseen dueños particulares, y les é repartida por mano del Fiel, etc.”».

de varios intentos anteriores, construida entonces con materiales muy elementales, poco consistentes (ramajes, estacas, etcétera); y destruida en diversas ocasiones por crecidas (González y Llamas, 1991).

Según los archivos del Heredamiento, los propietarios del agua realizaron todo tipo de actuaciones para conservar e intentar aumentar el caudal de la fuente, sobre todo en épocas de sequía; desde voladuras en las inmediaciones del manantial hasta la construcción de pozos horizontales o galerías, como la que actualmente existe en el interfluvio que forma el río con el barranco de Ucenda; así como las que se proyectaron construir ya durante el siglo XX en el entorno del nacimiento del río, posteriores a la existencia de pequeñas minas, de las cuales hoy todavía quedan restos.

4. EL POZO HORIZONTAL (GALERÍA) COMO MÉTODO TRADICIONAL PARA ALUMBRAR AGUA EN EL SURESTE DE ESPAÑA

Desde antaño, en espacios áridos y semiáridos, el aprovechamiento de los escasos recursos hídricos ha sido esencial para el sustento de la población y el regadío, mediante el desarrollo de técnicas y métodos que intentaban facilitar el acopio de agua. Durante los periodos de sequía disminuía considerablemente la cantidad de agua de los manantiales, por lo que era necesario el ingenio para aumentar el alumbramiento de estos caudales. Así, una primigenia actuación era excavar una pequeña oquedad donde existían signos inequívocos de humedad. El anhelo por incrementar los recursos hacía que siguiesen las labores de excavación, realizándose auténticos túneles (Ron, 1996). La localización del punto de emanación condicionaba, entonces, el tipo de construcción a realizar; de ahí que hoy se pueda hablar, según sus características, de minas, cimbras, qanats, zanjas, etcétera. (Hermosilla et al., 2004; 2008).

La técnica del pozo horizontal, o *qanat* (cuyo origen parece remontarse aproximadamente unos 5000 años en territorio iraní) ha sido común en gran parte del territorio del Sureste español (Gómez y Gil, coord. 2006) y del ámbito mediterráneo para el aprovechamiento de freáticos próximos (Ron, 1996). En los últimos años destacan las investigaciones y publicaciones sobre estas infraestructuras en la provincia de Almería (Hermosilla et al., 2004) donde, atendiendo a la localización del pozo horizontal, los autores distinguen diferentes tipologías según se encuentren en *áreas de montaña, áreas intermedias o de piedemonte, y cursos y terrazas fluviales*. O los sistemas localizados y analizados en el territorio de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, sobre todo en las comarcas del Campo de Cartagena, Altiplano, Río Mula y Lorca (Gil et al., 2006; 2007; 2009), quienes diferencian este tipo de obras entre *drenantes* (excavadas en espacios de piedemontes) y *filtrantes* (construidas para el aprovecha-

miento del subálveo de cursos temporales tipo ríos-ramblas y ramblas) (Gil et al., 2007; 14).

Para algunos autores no todos los pozos horizontales son o deben ser considerados qanat. Según Martí (1989; 432), «*la perforación de una galería subterránea no es estrictamente un qanat, ni debe ser catalogado como tal*». Atendiendo a la definición de este autor, la construcción de un sistema tipo qanat «*exige la previa localización del agua mediante la perforación de un “pozo madre”, siendo conducida por una galería de drenaje calculada sobre la topografía*». Idea que también mantienen Barón y Carbonero (1987) (Hermosilla et al., 2004, 129). De este modo, un pozo horizontal del tipo qanat, debe de estar compuesto por un pozo madre, una galería de desagüe, pozos de aireación y ventilación y una bocamina por donde el agua salga a la superficie.

Todo parece indicar que fueron los musulmanes⁶ los que desarrollaron esta técnica en el territorio peninsular. Martí (1989) señala que «*siguiendo las opiniones de H. Goblot (1979) creemos que su introducción se debió a los árabes*»; como método para poner en regadío muchos espacios de la fértil ribera mediterránea, los cuales requerían aportes continuos de agua para su desarrollo. En este sentido, en el análisis del sistema del caño-contracaño, en el municipio murciano de Puerto Lumbreras, Gómez (2004) data la existencia de las cañerías de este territorio con más de ochocientos años, «*quizás debidas a constructores hispano-musulmanes, que importan para las galerías con lumbreras las técnicas de las galerías filtrantes conocidas como qanat-s, foggara-s, kattara-s, etc.*»; si bien las encontradas en el litoral murciano-almeriense son más recientes, quizás siglos XVIII y XIX, «*ligadas al desarrollo minero, a las necesidades de regadíos, a la inversión de bienes desamortizados, e incluso a la desvinculación de mayorazgos*». De igual época parecen ser varias galerías existentes en el Campo alto de Lorca (en pedanías de Avilés, Zarzadilla de Totana, La Paca o Zarcilla de Ramos); un espacio carente de recursos superficiales, donde el aprovechamiento de freáticos próximos a la superficie ha sido la única posibilidad de disponer de agua para el consumo de boca y regadío (López, 2009 y 2014). Se trata de una técnica que requiere ciertos conocimientos mineros, aunque bajo nuestro criterio, siguiendo la opinión de Barceló et al (1986), cada qanat o galería pertenece a un mundo diferente (Gil et al., 2006); diferentes tipologías según las condiciones geológicas y topográficas, de una infraestructura con una finalidad común, aprovechar los caudales subálveos, ya sea en espacios de piedemonte o de cauces del tipo ríos-rambla y/o rambla.

6 Aunque se han localizado algunos ejemplos de origen hispanorromano, como la de Los Arejos (Águilas) y/o Torralba (Lorca).

Siguiendo la descripción de Gil et al. (2006) la tipología del pozo horizontal en el entorno del nacimiento del río Mula es de carácter filtrante, ya que con su construcción se intenta captar el agua que circula subsuperficial al lecho. Si consideramos las indicaciones de Hermosilla et al (2004), este tipo de obra tiene una doble funcionalidad: «Además de captar las aguas subálveas de los acuíferos más superficiales, ubicados en los depósitos sedimentarios aluviales, se comportan como galería filtrante; es decir, a través de sus hastiales o paredes y cubiertas rezuman las aguas que se infiltran desde la superficie, en periodos de crecida o abundantes precipitaciones. Así, estas captaciones se ubican bajo las arenas y gravas de los cauces de ríos, ramblas y barrancos». Este tipo de construcción trata de encontrar y captar el agua subterránea conectada al cauce superficial; «la galería de captación propiamente dicha es el socavón, es decir, un camino que abre el agua subterránea, aprovechando la configuración topográfica del lugar, para hacerla surgir hasta el exterior por su propio peso» (Murcia, 1958, 158).⁷

No cabe duda de que la técnica de construcción de galerías hidráulicas, adaptada cada una de ellas a las características topográficas y climáticas de cada lugar, se fue desarrollando dentro del avance en conocimientos mineros. En este sentido, encontramos ya en el siglo XX textos bastante precisos sobre las mejores condiciones para realizar una infraestructura de este tipo. Un ejemplo de ello es la obra de Murcia Viudas, que indica al respecto sobre las medidas que debe tener una galería; «las dimensiones útiles óptimas son de 1,80 x 0,80, pero la anchura a veces se hace menor, aunque con ello se dificulta el paso». También hace referencia a la inclinación de base que debe tener el pozo horizontal, que «basta normalmente con pendientes del 1 al 5 por 1000» (Figura 3).

Sobre los pozos verticales o adventicios que conectan la superficie con la mina, este autor destaca que «para facilitar el trabajo conviene ejecutar lumbresas a distancias variables de 40 a 70 metros, por las que se efectúa la saca de escombros. Si el terreno es muy abrupto, puede, no obstante, en algunos casos, resultar más económico efectuar la saca por la boca de la galería». En la misma publicación (p. 90), tras una serie de algoritmos y fórmulas matemáticas, establece las condiciones del éxito de la construcción de una galería, al apuntar que «el caudal crece, pues: 1º; con el coeficiente de permeabilidad del terreno; 2º, con la longitud de la galerías; 3º, con la depresión que se provoque; 4º, con la anchura de la galería, ... y 5º, en razón inversa a la influencia que la extracción determina en el manto, o lo que es lo mismo en función de su riqueza». Según

7 A. MURCIA VIUDAS: *Aguas Subterráneas. Prospección y alumbramiento para riegos*, Serie I, Manuales técnicos, núm. 18, Madrid: Publicaciones del Ministerio de Agricultura, 1958.

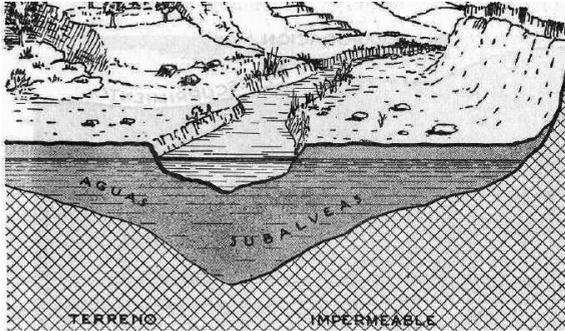


Figura 3. Croquis explicativo de las aguas subterráneas que circulan subterráneas en el lecho de un valle. (Tomado de Murcia Viudas, p. 48).

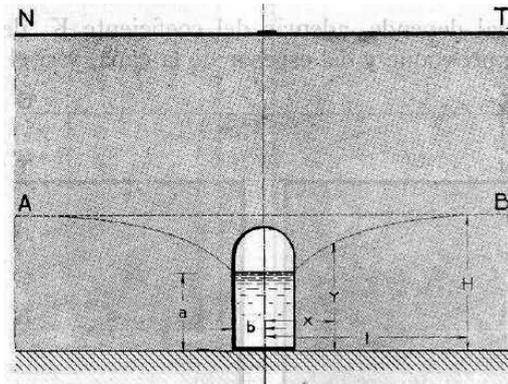


Figura 4. Sección de una galería, que sirve de base para el estudio de la teoría de la construcción de un pozo horizontal. (Tomado de Murcia Viudas, p. 88).

este ingeniero, un aumento de la longitud de la galería favorecería un mayor acopio de agua, gracias también al efecto de «vacío» que provoca el sistema en el área subterránea (Figura 4).

Con carácter general, este tipo de construcciones están formadas por un pozo horizontal, a modo de socavón según su utilidad, variable en longitud en función de su situación topográfica, horadado en forma de galería, con techo rectangular o abovedado, y que en numerosos casos cuenta con el revestimiento de paredes y suelo. Este conducto desagua, por lo general, directamente a un canal a cielo abierto a través de la bocamina. Posteriormente, en la mayor parte de los casos el agua se conduce a una balsa o alberca, cuyas dimensiones dependen del caudal extraído (Gómez y López, 2010). Además, suelen presentar pozos verticales que conectan el sistema con la superficie con una doble finalidad: facilitar la salida de materiales de la mina horizontal durante su proceso de construcción y permitir la ventilación subterránea de todo el complejo. Todos los pozos horizontales responden en su construcción a las peculiaridades del territorio.

5. LA GALERÍA DE UCENDA, LOS PROYECTOS INCONCLUSOS DE 1943 Y 1969; Y OTRAS PROPUESTAS PARA EL AUMENTO DE CAUDALES

Hoy en día existe una galería con lumbreras (Gil et al., 2007, 123), a unos dos kilómetros aguas abajo del nacimiento del río, construida para aprovechar el caudal subterráneo del interfluvio que forma el cauce del río Mula y el barranco de Ucenda. Esta construcción es uno de los ejemplos de las actuaciones realizadas en el lugar con el fin de aprovechar el agua.⁸ No obstante, el levantamiento de esta galería vino precedida por la construcción de algunos minados utilizados para aflorar pequeños caudales, pero que hacían ver la existencia de una importante bolsa de agua en el subsuelo (Figura 5). De este modo, en los años 30 del siglo XX, varios informes aconsejaron construir un pozo horizontal general que acumulara y captara el conjunto de aguas freáticas de este espacio. En este sentido, uno de los principales problemas a los que debían hacer frente los propietarios del agua era que los terrenos, donde se tenían que realizar las obras, pertenecían al término municipal de Bullas.⁹

La construcción de la galería,¹⁰ que dio comienzo en los meses estivales del año 1931, pronto levantó las quejas de un pequeño grupo de agricultores del término vecino (ya que según ellos afectaba a sus cultivos), a tenor de la denuncia que el 25 de junio de ese año realizó el Heredamiento de la «Fuente del Molinar» (pequeña surgencia situada aguas arriba del barranco de Ucenda) ante la alcaldía de Bullas, donde se reclamaba la paralización de las obras. Ante esta situación, el Heredamiento de Mula solicitó un *Informe emitido sobre el recurso de alzada ante el Excmo. Sr. Gobernador Civil de la provincia de Murcia, por el presidente del Heredamiento de Aguas de Mula (Murcia) contra un acuerdo de la Alcaldía de*

8 Otras labores, casi cotidianas, llevadas a cabo en las inmediaciones de la fuente, tenían que ver con la limpieza y medición de caudales según quedó anotado en los archivos del Heredamiento en diversos años (1851, 1876, 1905 o 1930. González y Llamas, 1991, 13-15); así como las tareas de guardería que se hacían sobre las aguas en las inmediaciones de las diferentes fábricas molineras, tanto en el tramo alto en término de Bullas, como en la Ribera de los Molinos en Mula. Y también en los numerosos partidores que servían para distribuir el agua en todo el espacio regado.

9 Años atrás, también existieron conflictos entre los vecinos de ambos municipios, como el certificado con fecha de 20 de agosto de 1929, por parte del Ayuntamiento de Bullas, al solicitar la paralización de las obras de encauzamiento del río Mula por parte de obreros del Heredamiento de Mula. Fondos del Heredamiento de Aguas de Mula. Archivo Municipal de Mula. HA 15. (En adelante F.H.A.M.; A.M.M. HA 15, que corresponde con el número que recibe el archivo donde se incluye el documento, una vez recuperado por los técnicos del archivo municipal hace unos años).

10 Los trabajos fueron ejecutados por orden de Confederación Hidrográfica, tras recibir la solicitud del Heredamiento de Aguas de Mula, siendo el responsable el ingeniero Diego Templado.

Bullas (Murcia), mandando paralizar unas obras de alumbramiento de aguas subterráneas que se realizaban en una finca de la propiedad del Heredamiento, situada en la confluencia del Barranco de Ucenda y del río Mula, enclavada en el término municipal de Bullas,¹¹ firmada por el ingeniero Manuel Díaz Ronda a finales de 1931.

Según el informe de este ingeniero, la presa del Molinar estaba, en los trabajos previos de reconocimiento, prácticamente en seco. Sin embargo, los propietarios de este pequeño heredamiento, mostraban su preocupación alegando amenazas futuras y de alarma en las fuentes de Bullas, como la de La Rafa (Gómez y López, 2008). No obstante, este técnico de minas afirmaba en su proyecto, a favor del Heredamiento de Mula, que *«los trabajos de la galería que se ejecutaba, no pueden afectar a aquellas fuentes y aprovechamientos, y que se realizan con arreglo a un proyecto redactado por la Confederación del Segura, hallándose situadas aquellas, en el lado opuesto a donde emergen las aguas de la Fuente del Molinar»*.



Figura 5. Ejemplo de uno de los antiguos minados, en las inmediaciones de la Fuente de Mula, utilizado antaño para aumentar los caudales.

11 F.H.A.M.; A.M.M. HA 15.

La existencia de pequeñas captaciones tipo mina se anota en la página 8 de este proyecto, refiriéndose en los siguientes términos; *«por debajo de la presa de El Molinar, y en la margen izquierda del barranco salen y se emboquillan tres antiguas galerías subterráneas, que dan salida a las aguas del macizo diluvial... La galería que hace el número tres, de las cuatro que hay practicadas bajo el terreno propiedad del Heredamiento de Aguas de Mula, llamado “Bancal de Ucenda”, que se practicó hace cuatro años... daba unos cincuenta litros, hoy da al barranco un caudal quizás menor de la mitad que entonces»*.

Entre los datos que manejaba Díaz Ronda para elaborar este informe estaba el proyecto que él mismo recomendó algunos años antes al Heredamiento de Aguas de Mula, para que mandasen estudiar las posibilidades de construir una o varias galerías, con la intención de iluminar todas las aguas del bancal de Ucenda, y que el Heredamiento encomendó a los técnicos Gorostizaga y Dupuy.¹²

Mientras que éstos recomendaban la construcción de una galería lineal, Díaz Ronda se atrevió a proponer tres alineaciones diferentes. *«La primera alineación, que se emboquilla [...] a unos 15 metros aguas arriba de la confluencia con el barranco de Ucenda, en la margen derecha del aquel río (de Mula), y va a buscar el pozo lumbrera de la galería tercera, construida en servicio hace unos cuatro años, cuya longitud será de unos cien metros de dirección oeste. La segunda, continuación de la anterior, y arrancando del pozo antes citado, tuerce a la izquierda y tendrá una longitud de 177 metros [...] y luego se continúa con otra alineación que también tuerce a la izquierda, de 225 m»*. Con estas direcciones de los diferentes tramos, que suman un total de 500 metros, *«se asegura que esta galería no ha de recoger las aguas de dichas fuentes (del Molinar)»*. Tras el contencioso, que no debió durar mucho, las obras continuaron con la ejecución del pozo horizontal por parte del Heredamiento de Aguas de Mula.

Sin embargo, la falta de lluvias persistía y la disminución de caudales para regar la huerta de Mula se hacía cada vez más insoportable. A todo ello había que sumar el cambio de cultivos en favor de los agrios como la naranja y el limón, así como variedades frutícolas, que demandaría desde entonces mayores riegos anuales. De modo que las personas encargadas del Heredamiento de Aguas, insistieron en la búsqueda de nuevos aforos en el entorno del nacimiento. Así, una vez terminadas las tensiones de la guerra civil, se mandó realizar un nuevo informe el año de 1943, también a Díaz Ronda, cuya finalidad era practicar un estudio

12 La recomendación de Díaz Ronda fue tomada por el Heredamiento, confiando el proyecto de alumbramiento a los ingenieros del Instituto Geológico Nacional, señores Gorostizaga y Dupuy de Lome, especialistas en hidrología, con petición expresa a la Confederación Hidrográfica del Segura. *Informe sobre la ejecución de la galería de alumbramiento de aguas propuesta en Ucenda por los ingenieros señores Gorostizaga y Dupuy. Julio de 1931. F.H.A.M.; A.M.M. HA 15.*

integral del uso que se hacía del agua del río Mula, así como posibles actuaciones para aprovechar mejor los recursos.

Entre las nuevas medidas que se propusieron en este trabajo para ampliar los alumbramientos estaba la construcción de un nuevo pozo horizontal, que se situaría entre la fuente natural y el ya terminado sistema de Ucenda, en los siguientes términos; «*Si se procediera a la ejecución de una galería, que partiendo de las proximidades de la Fuente y atravesando la masa y terrenos de la formación diluvial que hay en la margen derecha del río, al pie de las sierra de El Castellar y Jarisanchez, y se orientara hacia el centro del Barranco, es muy posible que se encontraran aguas subterráneas cuyo caudal incrementaría el de la fuente...*». El planteamiento previsto, pues, era unir con un socavón subterráneo, las cercanías de la Fuente de Mula con el inicio de la galería de Ucenda, creando un conducto de más de tres kilómetros de distancia, tal y como se recoge en el informe; «*y si esa galería se terminara en el pozo último, en donde según las referencias de los que me acompañaban en esta última visita empieza la que desemboca en el Barranco de Ucenda, tendríamos así una galería desde la Fuente (de Mula) a la salida del barranco, conductora de las aguas de la Fuente, de las del alumbramiento de las aguas subterráneas que puedan existir en la zona de la margen derecha del río, y de las que proceden de la margen izquierda del Barranco*».

Este tipo de propuestas deja clara la angustia de los regantes ante la escasez de agua que se dilataba durante largos periodos.¹³ A este respecto, también es elocuente otra de las alternativas, como fue *entubar todo el tramo inicial del cauce del río* para limitar las pérdidas infiltración, evaporación o el pillaje.¹⁴

En el decenio de los años cincuenta, la escasez de recursos persistía. Por lo que los regantes muleños mandaron realizar un *Estudio geofísico para la investigación de aguas subterráneas en la zona de Ucenda* el año de 1958; trabajo que realizó la empresa madrileña *Estudio Infantas*¹⁵ (Figura 6).

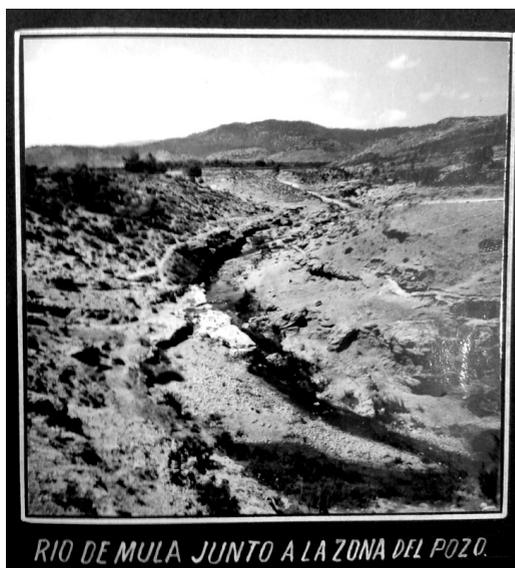
De este trabajo (donde se utilizaron explosivos y dinamita, cuyo uso debía ser autorizados por el Registro Central de Rebeldes y Penados, y que eran transportados por ferrocarril desde Murcia hasta Bullas), son relevantes varias aportaciones; la primera, la recomendación expuesta en las conclusiones, indicando que «*sería conveniente efectuar un pozo desde el piso de la galería de Ucenda, a ser posible hasta el subsuelo de las calizas. De esta manera el caudal del nivel acuífero en cuestión, se podría regularizar hasta cierto punto extrayendo una*

13 Época que coincide con el conflicto civil español, lo cual dejó en segundo plano en muchos lugares, entre ellos Mula, los trabajos destinados al mantenimiento del sector agrario.

14 En estos años, las acequias estaban horadadas mayoritariamente en tierra, por lo que realizar tomas clandestinas resultaba bastante sencillo, utilizando esos caudales para el consumo de los propietarios por donde pasaban los canales.

15 F.H.A.M. A.M.M. HA 10.

Figura 6. Antigua imagen del nacimiento del río Mula, adjuntada al proyecto de Estudio geofísico para la investigación de aguas subterráneas en la zona de Ucenda de 1958.



mayor cantidad de agua en las temporadas de máxima necesidad. Se podría intentar aumentar el caudal de esta cuenca a base de una labor vertical en el punto 517, que muy bien podría ser un sondeo mecánico, al ser posible hasta el subsuelo de la formación que interesa que estaría a unos 50-60 metros de profundidad». La segunda estaría en relación a los planos que se adjuntan al trabajo, fundamentalmente el número 2, donde se aprecia la disposición de las lumbreras de la galería de Ucenda (figura 7). Además, de varias fotografías tomadas de la época, donde se observa la surgencia de la Fuente de Mula, el barranco de Ucenda junto a la confluencia y el cauce alto del río Mula.

El sistema de Ucenda, hoy en día no funcional, presentaba cinco lumbreras de ventilación, de las cuales las dos más cercanas a la bocamina están abiertas en la actualidad. Las otras tres están cegadas y han sido destruidas debido a nuevas plantaciones de cultivo. La separación entre ellas rondaba los 50-60 metros, con una profundidad entre 15 y 25 metros. La ubicación de las lumbreras ya se constata en la imagen aérea del vuelo americano de 1953. Esta galería es de los pocos ejemplos localizados en la Región de Murcia, que tiene salida directa al cauce de un río.¹⁶

16 La mayor parte de los pozos horizontales vierten las aguas a balsas o albercas, donde son acumuladas para su distribución en regadío o discurren libres por un canal tras salir a cielo abierto. En el caso de Mula, como los alumbramientos de este lugar pertenecían a los miembros del Heredamiento, las aguas se evacuaban directamente al río para, posteriormente, ser desviadas aguas abajo en el azud de El Gallardo, a través de la Acequia Mayor, y repartirse por el espacio regado.

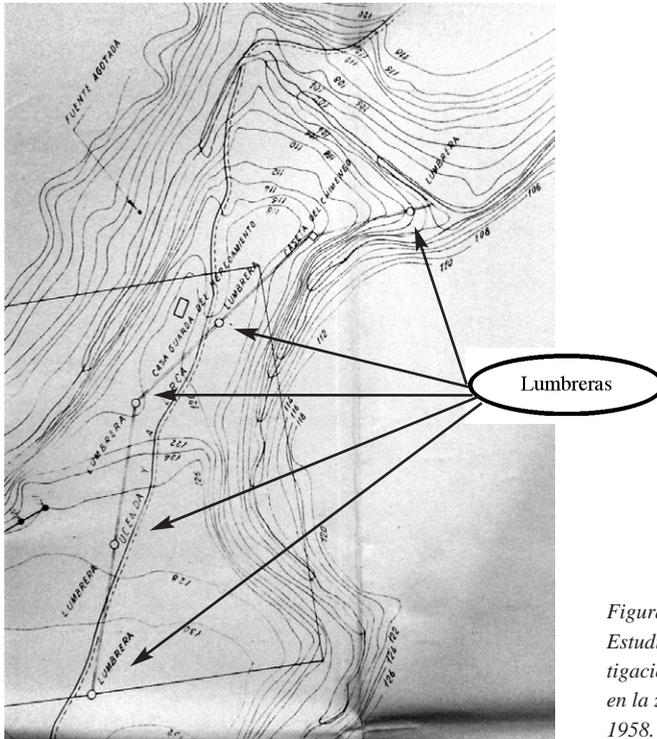


Figura 7. Plano número 2 del Estudio geofísico para la investigación de aguas subterráneas en la zona de Ucenda el año de 1958.

La galería, rematada con forma de bóveda, fue revestida en suelo y paredes con cal hidráulica, y presentaba a su salida un muro que sujeta la infraestructura en un talud, al pie del cauce. Hoy en día tiene una reja metálica, que impide la entrada (Figura 8).



Figura 8. Bocamina de la galería de Ucenda. Con salida directa al cauce del río Mula; tramo protegido por un muro de contención.

Años más tarde, en 1969 (A. M. Mula. HA, 15), se realizó otro proyecto, esta vez, para la construcción de una galería que ayudase a desaguar el *Pozo la Cuevecicas*, infraestructura propiedad del Heredamiento, situado en la confluencia de las ramblas del Ceacejo y del Aceniche, aguas arriba de las *Fuentes de Mula*.

Si atendemos a descripciones vistas anteriormente, se trataría de una galería tipo *qanat*, al partir la mina horizontal de un pozo madre, el cual es el que aflora la mayor cantidad de agua. La finalidad de esta obra responde a los gastos que ocasionaba para los regantes de Mula la explotación del pozo vertical, ya que hasta el momento era necesario un motor de gasoil para alumbrar las aguas de esta captación. La intención del Heredamiento era sustituir este modo de extracción por un pozo horizontal, llevando las aguas por su pie, hasta un punto cercano al nacimiento del río.

Fue el Heredamiento, ante la escasez de recursos y el gasto económico que le suponía el mantenimiento de un motor elevador, quien indicó los beneficios de esta opción, sobre todo para intentar aumentar el caudal. Así, el nuevo pozo de desagüe actuaría a su vez como filtrante, perforando lateralmente el fondo del pozo vertical ya construido, sacando las aguas por gravedad hasta el manantial natural y posibilitando nuevas captaciones de agua en su recorrido.

Según el proyecto, la galería debería tener una longitud aproximada de 500 metros, con dos pozos verticales para extracción de materiales y aireación. El minado serviría para conducir las aguas del pozo, situado en la margen derecha del cauce con una profundidad cercana a los 80 metros, captando posibles aguas subálveas durante el recorrido, más las que pudiesen proceder del piedemonte situado en el margen derecho, sobre todo del paraje del *Aceniche* (Figura 9).

En un principio, el *Pozo Las Cuevecicas* perforaba escasos tres metros por debajo del nivel de base de la rambla y aforaba un caudal de 7,5 litros. Los años secos del periodo 1965-1970 hicieron disminuir el caudal de éste y otros surgimientos, por lo que se prestó a horadar a mayor profundidad, hasta conseguir un caudal de 25 l/seg, que discurriría por la galería con una altura de la lámina de agua de 8 cm. Hasta el momento, según el proyecto resultaba costosa la extracción de este caudal, ya que «obligaba al empleo de tres jornales diarios, además del consumo de gasoil y los gastos de mantenimiento de la instalación»,¹⁷ (Figura 10).

17 Proyecto de construcción de una galería de desagüe del Pozo de las Cuevecicas de 1969. Comunidad de regantes de Mula. F.H.A.M. HA, 15. A.M.M.



Figura 9. Vista actual del pozo Las Cuevecicas, situado en el lecho del cauce, a medio kilómetro aguas arriba del nacimiento Fuentes de Mula.



Figura 10. Estado actual del interior del pozo Las Cuevecicas, con los restos de la antigua instalación de extracción vertical de agua.

Con la construcción de la galería, con una pendiente estimada del 2 por mil, «*las aguas de aquel serían conducidas al río, existiendo la posibilidad de que en el avance de la mina se corten otros caudales que engrosarían los que actualmente se captan en el pozo*».

Según el proyecto de construcción del año 1969, los pozos verticales profundizarían metro y medio en la base de la galería, para intentar aumentar la captación de agua. Si atendemos a las consideraciones del anteproyecto, «*los 500 metros de galería se dividirían en tres tramos mediante dos pocillos de 16,20 y 16,90 metros de profundidad, situados a 219 y 408 m., del punto terminal en la rambla del río Mula*». La construcción del sistema, conllevaría un tiempo estimado de seis meses; en cambio, si la saca de material fuese únicamente por la bocamina, el tiempo se podría alargar hasta dos años.

Como herramientas y útiles de perforación, se valdrían de picos (para las labores más someras) y explosivos, y en aquellas zonas que fuesen proclives a dar agua, «*se prevé dejar entre los bloques una serie de ventanas o lucernas para no impedir su captación*». La intención sobre este sistema era utilizarlo, además, como reservorio de agua con capacidad total de 420 metros cúbicos en situaciones de abundancia; con altura suficiente para la entrada erguida de personas, rematada de forma transversal.

No obstante, esta posibilidad de actuar aguas arriba del nacimiento tradicional estuvo precedida por un trabajo elaborado tres años antes; un *informe sobre investigación de agua*,¹⁸ también relacionado con la explotación del citado pozo. En el mismo, se describe con mayor detalle el interior del pozo de Las Cuevecicas como «*una caña vertical de dos metros de diámetro y 5,2 de profundidad, en cuyo fondo y dirección NO parte una galería de tres metros cuadrados de sección aproximada, que a cuatro metros de avance quiebra en la dirección del cauce, prolongándose en cinco metros según este, con sección sensiblemente uniforme*». Los ingenieros de minas encargados de este trabajo, Antonio Fernández de Palencia y Víctor González-Pumariega, señalaron como contraproducente la indicación aportada por el Heredamiento, de realizar una galería de extracción, y creyeron más recomendable la instalación de una bomba sumergida vertical, que sería accionada mediante una transmisión cónica acoplada a un motor de gasoil de 30 cv, que existía por aquel entonces.

Sin embargo, los integrantes del Heredamiento proseguirán en el interés de realizar un qanat para alumbrar el agua del pozo, a pesar de las contradicciones que puntualizaron estos ingenieros; «*esta solución considerada por indicación de la Junta, presenta inconvenientes de tipo económico que parecen hacerla prohibiti-*

18 F.H.A.M.; A.M.M. HA 15.

va... Teniendo en cuenta que la longitud de la galería a realizar sería de unos 500 m; y que el precio medio de avance por metro puede considerarse de unas dos mil pesetas, el presupuesto mínimo de dicha obra... sería de un millón de pesetas».

Debido a la penuria hídrica, la premura de los regantes muleños a los ingenieros en el diseño de los trabajos a realizar en el área de captación era constante. Y es que el decenio de 1960 fue catastrófico para este territorio, sobre todo en la segunda mitad. En 1966 se registraron 130,5 mm en el embalse de La Cierva;¹⁹ 191,9 en el 67; 203,3 en el 68; 318,7 en el 69 y 91,5 en 1970. Situación crítica que se alargó hasta los años 80, cuando por fin comenzaron a llegar las aguas del trasvase Tajo-Segura (Gómez et al., 2013.; López, 2014), renunciando a la construcción de esta galería. Los apuros hídricos en estos años para la comarca de Mula requerían de una necesaria planificación hidráulica, señalada en el proyecto de 1966, donde es advertida la necesidad de «realizar un plan general de investigación de la zona cuya programación depende fundamentalmente de los resultados que se obtengan con cada trabajo,... con un plazo de ejecución dilatado». Pero «debido a la premura, expresada por la Junta, de encontrar una solución urgente para el aumento del caudal, se estima como acertado... centrar el estudio en el pozo de Las Cuevecicas».

A pesar de todos los esfuerzos, la necesidad por aumentar los recursos persistía en estos años; de ahí que la comunidad de regantes del Pantano de la Cierva, (constituida en el año 1933 y que adquirió la propiedad del agua del Heredamiento en 1966, acabando con el acto del concierto) continuó con la búsqueda de nuevos caudales. Así, se fraguó durante los años 80 del siglo XX el *Plan de Modernización de los regadíos tradicionales de Mula*, acompañado de una dotación de ocho hectómetros cúbicos de agua del trasvase Tajo-Segura para toda la comarca (con 4 Hm³ para el área de la concentración parcelaria de la pedanía de Yéchar) y la explotación de recursos subterráneos en la cabecera del río Mula. Esta nueva coyuntura hará que los sistemas tradicionales de abastecimiento de agua, en este caso los proyectos de galerías y minas en el nacimiento del río Mula, se vayan abandonando paulatinamente.

6. CONCLUSIONES

El pozo horizontal ha sido una infraestructura tradicional utilizada durante siglos para obtener recursos hídricos de freáticos próximos a la superficie, sobre todo en espacios áridos y semiáridos de la cuenca del Mediterráneo. La

19 Los proyectos de construcción de una presa en este enclave se remontan a mediados del siglo XIX. Sin embargo, la primera presa del embalse actual se levanta entre los años 1915 y 1929, mientras que su recrecimiento hasta alcanzar la situación actual data de 1996 (CHS).

comarca de Mula, en el nacimiento del río que vertebra este territorio, se tiene un ejemplo de la utilización de esta técnica para incrementar las aguas del cauce, con el planteamiento de varios proyectos de construcción de nuevas galerías durante casi todo el siglo XX.

Estas construcciones estuvieron precedidas por la perforación de minas y cimbras, más modestas, en las inmediaciones de la fuente tradicional. Todo dependía de los medios tecnológicos disponibles para poder aumentar los recursos. La mayor parte de actuaciones y proyectos están directamente relacionados con la ocurrencia de periodos secos, lo que ocasionaba fuertes variaciones de caudal del manantial. Esta situación producía verdaderos estragos a los regantes muleños, cuya producción de alimentos y abastecimiento de agua dependía directamente del aprovechamiento íntegro de la fuente.

Los regantes muleños, además, también acometieron otro tipo de infraestructuras hidráulicas, para intentar aprovechar los recursos de todo el espacio perteneciente a la cuenca del río. En la centuria del XX destaca la construcción del embalse del Corcovado (hoy de La Cierva, cuya presa se terminó en 1929) y la dotación de agua procedente de la reorganización de los caudales de la Cuenca del Segura (Decreto de abril de 1953, aunque no llegará el agua del Segura hasta años más tarde). Pero fue, ya a mediados de los años ochenta, con la dotación de aguas del trasvase Tajo-Segura y las infraestructuras del Postrasvase, los sondeos profundos denominados *El Pradillo* y *Corral de Comba*,²⁰ y la integración de los distintos caudales en el *Plan de modernización de los regadíos tradicionales* (Gil y Gómez, 1986), cuando se destierran las construcciones tradicionales del tipo galería en el nacimiento del río.

Así, con los avances tecnológicos en los últimos decenios, ha disminuido la importancia de los sistemas tradicionales de alumbramiento, sobre todo debido al descenso del nivel freático y la consiguiente falta de funcionalidad del pozo horizontal, así como por lo hercúleo que era construir y mantener una construcción de este tipo.

Sin embargo, la falta de uso y de conservación de estas infraestructuras afecta de manera importante la funcionalidad y al valor de estas construcciones tradicionales huella del patrimonio hidráulico. Ejemplo de galerías funcionales son los sistemas de los parajes rurales de *Tuestas* y *El Puerto*, que siguen alimentando pequeños regadíos tradicionales.

En el caso del regadío tradicional de Mula, a través de la documentación histórica (sobre todo la que pertenecía al Heredamiento de Aguas de Mula, que fue

20 Construido por la comunidad de regantes en 1994 y cerrado por orden judicial en junio de 2012.

rescatada hace unos años por los técnicos del Archivo Municipal de las dependencias de la Casa del Heredamiento, y que presentaba entonces un estado lamentable) y las infraestructuras y actuaciones que han dejado la impronta del hombre en el medio, se pone de manifiesto la importancia de la técnica del pozo horizontal durante siglos en el desarrollo de Mula, así como en otros espacios de la comarca, donde aún se mantienen funcionales estos sistemas de galerías, dando lugar al aporte de caudales que posibilitan pequeños riegos que podríamos asemejar a los *secanos asistidos*, y también para el abastecimiento de agua de boca y del ganado.

7. FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

El Archivo Municipal de Mula dispone de los Fondos del Heredamiento de Aguas de Mula. (A.M.M. HA 10; HA 15), donde han sido consultados los siguientes documentos y proyectos:

- Ordenanzas del Heredamiento de Aguas de Mula. Año 1931.
- Informe emitido sobre el recurso dealzada impuesto ante el Excmo. Sr. Gobernador Civil de la provincia de Murcia, por el presidente del Heredamiento de Aguas de Mula (Murcia) contra un acuerdo de la Alcaldía de Bullas (Murcia), mandando paralizar unas obras de alumbramiento de aguas subterráneas que se realizaban en una finca de la propiedad del Heredamiento, situada en la confluencia del Barranco de Ucenda y del río Mula, enclavada en el término municipal de Bullas. 1931.
- Informe sobre la ejecución de la galería de alumbramiento de aguas propuesta en Ucenda por los ingenieros señores Gorostizaga y Dupuy. Julio de 1931.
- Informe solicitado por el Heredamiento sobre varias cuestiones relacionadas con obras en los cauces que aquel utiliza en el aprovechamiento en riegos de las aguas de su propiedad, llamadas de la Fuente de Mula. 1943.
- Estudio geofísico para la investigación de aguas subterráneas en la zona de Ucenda. 1958.
- Informe sobre investigación de agua, realizado por González-Pumariega y Fernández de Palencia. 1966.
- Proyecto de galería de desagüe del pozo de «Las Cuevecicas». 1969.

* * *

BARÓN, A. y CARBONERO, M^a A. (1987): «Las captaciones por gravedad, qanat(s): Situación actual y posibilidades de uso», en *IV Simposio de Hidrogeología, Tomo XI. IGME*, Palma de Mallorca.

- GONZÁLEZ CASTAÑO, J. y LLAMAS RUÍZ, P. (1991): *El agua en la ciudad de Mula, siglos XVI-XX*, Mula. 135 pp.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ MATA LLANA, F. (2013): «El final de Mula: problemas de fuentes y arqueológicas», *XIII Centenario del Pacto de Tudmir*. Recuperado de <<http://www.um.es/tudmir713/programa/el-final-de-mula-problemas-de-fuentes-y-arqueologicos/>>.
- GIL MESEGUER, E.; GÓMEZ ESPÍN, J. M^a (1986): «Evolución de los regadíos de la Cuenca de Mula. Situación y perspectivas», en *Coloquio de Economía y Demanda del Agua en España*, Alicante. 15 pp.
- GIL MESEGUER, E.; GÓMEZ ESPÍN, J. M^a (2006): *Modelos de sostenibilidad en el uso del agua en la Región de Murcia*, Colección Usos del agua en el territorio, Murcia: Universidad de Murcia. 159 pp.
- GIL MESEGUER, E. (Coord.) (2007): *Sistemas locales de recursos propios de agua en la Región de Murcia: Minados y Galerías*, Colección Usos del agua en el territorio, Murcia: Universidad de Murcia. 190 pp.
- GIL MESEGUER, E. (Coord.) (2009): *Paisaje y patrimonio generados por galerías y minados en la Región de Murcia*, Colección Usos del Agua en el territorio, Murcia: Universidad de Murcia. 175 pp.
- GIL OLCINA, A. (1993): *La propiedad de aguas perennes en el Sureste Ibérico*, Alicante: Universidad de Alicante. 370 pp.
- GOBLOT, H. (1979): *Les qanats. Une technique d'acquisition de l'eau*, Paris-La Haye-New York: Mouton éditeur. 236 pp.
- GÓMEZ ESPÍN, J. M^a (2004): *Aprovechamiento integral del agua en la Rambla de Nogalte (Puerto Lumbreras-Murcia)*, Colección Usos del agua en el territorio; Murcia: Universidad de Murcia. 190 pp.
- GÓMEZ ESPÍN, J. M^a y LÓPEZ FERNÁNDEZ, J. A. (2006): «Galerías con lumbreras en el área central de la Región de Murcia», *Papeles de Geografía*, 43, Universidad de Murcia, pp. 31-59.
- HERMOSILLA PLA, J. et al. (2004): «Las galerías drenantes de la provincia de Almería. Análisis y clasificación tipológica», *Cuadernos de Geografía*, 76, Universidad de Valencia, pp. 125-154.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, J. A. (2006): «La transformación del paisaje en el regadío tradicional de la huerta de Mula», *Papeles de Geografía*, 44, Universidad de Murcia, pp. 59-72.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, J. A. (2007): *Galerías, minas y caños de agua en Mula, Pliego y Bullas*, Tesis de Licenciatura inédita, Universidad de Murcia. 160 pp.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, J. A. y GÓMEZ ESPÍN, J. M^a (2008): «Abastecimientos tradicionales de agua a los municipios de Mula, Pliego y Bullas (Región de Murcia)», *Revista Nimbus*, 21-22, Universidad de Almería, pp. 133-152.

- LÓPEZ FERNÁNDEZ, J. A. (2009): *El agua y sus usos en el Campo Alto de Lorca (Región de Murcia)*, Murcia: Asociación Murciana de Ciencia Regional. 158 pp.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, J. A. (2013): «Aprovechamiento del agua en el municipio de Mula. Región de Murcia», *Papeles de Geografía*, 57-58, Universidad de Murcia, pp. 145-159.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, J. A. (2014): *Actuaciones de desarrollo rural y local en la comarca de Mula (1980-2010). Análisis, perspectivas y propuestas*, Mula: Ayuntamiento de Mula. 564 pp.
- MARTÍ, R. (1989): «Oriente y occidente en las tradiciones hidráulicas medievales». En *El agua en zonas áridas: arqueología e historia, (I Coloquio de Historia y Medio Físico)*, Almería: Instituto de Estudios Almerienses, Departamento de Historia, pp. 421-440.
- MURCIA VIUDAS, A. (1958): *Aguas subterráneas. Prospección y alumbramiento para riegos*, Serie I, Manuales técnicos, 18, Madrid: Ministerio de Agricultura. 295 pp.
- ORTEGA, P. M. (2008): *Descripción Chorográfica del sitio que ocupa la provincia franciscana de Cartagena*, Murcia: Instituto Teológico de Murcia. 397 pp.
- RON, Z. (1996): «Sistema de manantiales y terrazas irrigadas en las montañas mediterráneas», en *Agricultura y regadío en Al-Andalus, (II Coloquio de Historia y Medio Físico)*, Almería: Instituto de Estudios Almerienses y Grupo de Investigación Toponimia, Historia y Arqueología del Reino de Granada, pp. 386-408.
- VV. AA. (2009): *Atlas de los paisajes de la Región de Murcia*, Murcia: Dirección General de Urbanismo y Ordenación del Territorio, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. 246 pp.