

JORGE HERMOSILLA PLA*
EMILIO IRANZO GARCÍA*
ALEJANDRO PÉREZ CUEVA*
MIGUEL ANTEQUERA FERNÁNDEZ*
JUAN ANTONIO PASCUAL AGUILAR**

LAS GALERÍAS DRENANTES DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA: ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN TIPOLOGICA¹

RESUMEN

El estudio del patrimonio es una de las líneas de investigación con mayor proyección entre los geógrafos. Los procesos históricos y el mestizaje de culturas acontecidos en España han quedado reflejados en el territorio. El resultado es un rico patrimonio del agua, con una gran presencia en el este y sudeste peninsular.

Las galerías drenantes, sistema de captación de agua subterránea muy singular, forman parte de este legado hidráulico, de gran trascendencia espacial, social y económica. Estas captaciones aparecen fuertemente relacionadas con áreas de escasos recursos hídricos superficiales. El presente trabajo, dentro del marco del Proyecto Europeo *Foggara, Inventory, analysis and valorisation of traditional water techniques of European and Saharan drainage tunnels*, tiene como objetivo la descripción, el análisis y la clasificación tipológica de las galerías drenantes de Almería con el fin de determinar sus rasgos morfológicos y funcionales.

PALABRAS CLAVE: Foggaras, cimbras, galerías drenantes, patrimonio del agua, sistemas de regadío tradicionales.

ABSTRACT

The cultural heritage constitutes one of the research lines with more projection among geographers. The historical processes and crossbreeding of cultures happened in Spain have been reflected in the territory, resulting in a rich water heritage with great presence in the East and Southeast of the Iberian Peninsula.

The drainage tunnels, singular underground water harvesting systems, belong to this rich hydraulic legacy, which has great spatial, social and economic importance in the region. These tunnels are particular features in areas with limited overland water resources areas.

The purpose of this work, inside the framework of the European Project *Foggara, Inventory, analysis and valorisation of traditional water techniques of European and Saharan drainage tunnels*, is to descri-

*Departamento de Geografía-Universitat de València. ESTEPA (Unidad de Estudios Territoriales y Patrimoniales).

** Centro de Investigación sobre Desertificación (CIDE), ESTEPA (Unidad de Estudios Territoriales y Patrimoniales).

¹ Este artículo presenta parte de los resultados del proyecto europeo de investigación *Foggara, Inventory, analysis and valorisation of traditional water techniques of European and Saharan drainage tunnels*, financiado dentro del V Programa Marco de la Comisión Europea (ICA-2002-10087).

Fecha de recepción: mayo 2005. Fecha de aceptación: septiembre 2005

be, to analyse and to make the typological identification of the drainage tunnels in the province of Almería. The final aim is to determine their morphological and functional features.

KEY WORDS: Foggaras, cimbras, drainage tunnels, water heritage and traditional irrigation systems.

LA CIENCIA GEOGRÁFICA Y EL ESTUDIO DEL PATRIMONIO DEL AGUA

El patrimonio cultural, entendido éste como la manifestación de la cultura sobre un territorio, está "de moda". Esta afirmación queda demostrada con las sucesivas expresiones de sensibilidad social ante las representaciones culturales de diversa índole. El interés por el estudio de las manifestaciones culturales, es decir de las señas de identidad colectivas, no es un campo exclusivo de una única disciplina. El patrimonio cultural necesita de un trabajo interdisciplinar que ofrezca nuevos enfoques y puntos de vista en su análisis y definición. Las disciplinas académicas que tradicionalmente tienen entre sus competencias el estudio de la cultura y del patrimonio son la Historia, la Historia del Arte, la Arqueología, la Antropología y la Arquitectura. Además, también existen aproximaciones desde la Paleontología, la Ecología y la Filología (RIOJA, 1999). Pero las tareas de localización, inventario, catalogación, y contextualización de los bienes patrimoniales con su entorno, necesita de expertos capaces de interpretar cómo se integran todos los elementos del sistema patrimonial de un territorio y el grado de significación de cada uno de ellos. En este sentido, la Geografía se presenta como una de las disciplinas con mayor aptitud para tratar el patrimonio cultural, pues su potencial reside en su capacidad de integrar los procesos territoriales y temporales, y la actividad humana.

En la actualidad se vive en un contexto de multiculturalidad que invita a la reflexión sobre la necesidad de entender las culturas a partir de sus territorios y de la percepción de los mismos. La Geografía muestra un gran potencial en este campo de estudio, tanto desde un punto de vista práctico como desde el debate epistemológico (CAPELLÀ y LOIS, 2003). Así, la Geografía Cultural cuyo objetivo es analizar el papel del territorio en la construcción de marcos culturales, tiene en el estudio del paisaje y del patrimonio uno de sus grandes centros de interés. Si se entiende por cultura el conjunto de actividades y conocimientos, fruto del tiempo, que definen los modos de vida y el espíritu de un pueblo, y el patrimonio cultural como el conjunto de elementos o bienes culturales de una sociedad, heredados o no del pasado, que se transmiten de una generación a otra y que identifican a los individuos que la componen, el patrimonio del agua puede definirse como el conjunto de elementos materiales, inmateriales y simbólicos que dan fe del uso secular que las comunidades han realizado de los recursos hídricos, en un territorio concreto.

Los sistemas hidráulicos desarrollados, sean éstos para el abastecimiento o para el regadío, no son resultado de la casualidad. Son la manera que una sociedad tiene de plasmar sobre el espacio en el que se asienta un modo de producción y de vida. El agua ha representado siempre uno de los elementos más importantes de la cultura mediterránea. En torno al agua se desarrolla la vida doméstica, la economía, los rituales y el ocio (CANTERO, 1997), quedando una huella plasmada en el territorio, en forma de técnicas de aprovechamiento y gestión, que lo humaniza. Un paisaje antropizado con una fuerte impronta, a modo de arquitectura del agua, que varía en el espacio y que se encuentra en constante evolución, se erige como uno de los nuevos campos de estudio de la Geografía.

Es por ello por lo que el objetivo del presente estudio es el análisis de uno de los elementos más singulares, y a su vez ampliamente distribuido en la cuenca mediterránea, del patrimonio del agua: las galerías drenantes.

LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS: LAS GALERÍAS DRENANTES

El desarrollo de las sociedades mediterráneas a lo largo de la historia ha estado ligado al uso y gestión del agua. Las condiciones geográficas del área han hecho de ella un bien escaso cuyo control ha sido uno de los objetivos prioritarios de las comunidades que aquí se han asentado. Las estrategias empleadas en espacios condicionados por la escasez hídrica dieron como resultado la consolidación de un conjunto de técnicas para el control del agua, que han modificado completamente los ecosistemas y el paisaje natural. Así, el medio ha quedado modelado según las necesidades de la agricultura de regadío y de los núcleos de población, creando un ecosistema fuertemente humanizado donde el aumento de la demanda ha provocado una mengua en los recursos hídricos. En este sentido, el uso del agua por encima de las posibilidades que el territorio permite, como se produce en los ecosistemas antrópicos dominados por la agricultura de regadío, rompe el equilibrio hídrico. A partir de este momento es el hombre, mediante el uso de diferentes técnicas e ingenios hidráulicos según las características geográficas de la zona, el que tiene que paliar esas carencias generando toda una arquitectura y cuerpo legal cuyo significado actual estimula a tratarlos como patrimonio cultural.

En el área de estudio propuesta en este artículo, el agua tiene capital importancia básicamente para dos usos: el agropecuario y el abastecimiento humano. En ocasiones, los sistemas de captación y distribución del agua son independientes: agricultura de regadío o abastecimiento. Pero en el presente trabajo muestra como en el medio rural se produce una complementariedad en los sistemas hidráulicos. El desarrollo histórico ha propiciado que las actividades económicas giren en torno a la agricultura y la ganadería y que las tecnologías tradicionales empleadas para el uso del agua se mantengan vivas en la actualidad, reproduciéndose incluso en algunos casos, pese a los avances técnicos alcanzados.

En áreas de escasez hídrica, donde el clima es acusadamente seco por la irregularidad de las precipitaciones, disponer de agua para el uso humano y agrícola se convierte en todo un reto para el ingenio: azudes, presas, norias, acequias, sifones, acueductos, balsas, abrevaderos... El agua es captada desde un cauce o desde un manantial y conducida hasta los campos o núcleos de población, creando en torno a ella todo un sistema hidráulico. Pero cuando la disponibilidad de aguas superficiales es nula o escasa por la irregularidad de los aportes, las comunidades han tenido que hacer uso de las subterráneas y subálveas existentes, utilizando la técnica de las galerías drenantes.

Una *galería drenante* es un túnel que se abre por debajo de la superficie terrestre, cuya suave pendiente permite la captación y extracción al exterior, por la acción de la gravedad, de las aguas freáticas desde los acuíferos más superficiales o colgados. El empleo de esta técnica comporta una serie de ventajas frente a las dificultades iniciales que plantea su construcción. Por un lado la captación y transporte de agua, por debajo de la superficie en un medio árido, donde la insolación y temperaturas son elevadas, impiden las pérdidas de agua por evaporación, que sería elevada en el caso de discurrir el agua canalizada en superficie. Por otro, la salida del agua desde el interior, prácticamente horizontal debido a la mínima pendiente, por acción de la gravedad evita el gasto de energía (fuer-

za humana o tracción animal) en la extracción al exterior del agua. Finalmente, en el caso que la galería esté destinada a la captación y transporte de agua para consumo humano, su circulación subterránea evita el contacto con agentes contaminantes externos, propiciando aguas potables de calidad.

La comunidad científica coincide en que fueron los musulmanes los que exportaron a la Península Ibérica numerosas técnicas y sistemas de irrigación, entre ellas las foggaras, qanat(s) o galerías drenantes (TROLL y BRAUN, 1972; MARTÍ, 1989; AL-HASSAN y HILL, 1992). Efectivamente, en España existe una importante presencia de las galerías drenantes por todo el territorio del antiguo Sharq Al-Andalus. Los musulmanes, que basaron su patrón de asentamiento en función de los recursos hídricos que les permitieran abastecerse y crear perímetros de regadío, desarrollaron complejos sistemas de captación y reparto del agua superficial de cursos fluviales y manantiales. Pero en aquellas áreas de la Península Ibérica en que su disponibilidad no era suficiente para el mantenimiento de los perímetros regados (la España más árida), las soluciones que adoptaron consistieron en la captación de las aguas freáticas a partir de la construcción de pozos, norias y sobre todo de galerías drenantes. En este sentido, destacan por su concentración y abundancia los territorios del sudeste andaluz (Granada, Jaén y especialmente Almería), Murcia, Alicante, Valencia, Mallorca y algunos sectores de Cataluña. Ahora bien, las galerías se extendieron por todo el territorio español, aunque no con la misma densidad que en las áreas citadas. Por consiguiente, se localizan galerías en Teruel, Cuenca, Madrid, Córdoba, Sevilla, Badajoz, Toledo y Albacete, como provincias más representativas.

Los qanat(s) o foggaras

Como ya se ha mencionado, en función de las características geográficas de un área, las galerías de captación de agua subterránea presentan adaptaciones específicas que se reflejan en un abanico tipológico importante. Variedad tipológica que se manifiesta en las técnicas constructivas de las galerías, y en las diferencias morfológicas de las mismas. El origen de las galerías drenantes está en la tradición de los qanat(s) y foggaras procedentes de Asia y del Norte de África. Pero aunque el principio es el mismo, es decir, la captación de las aguas freáticas mediante la excavación de un túnel, que permita el alumbramiento de las aguas, parte de la comunidad científica defiende que la perforación de una galería casi horizontal siguiendo el rastro de una surgencia no es estrictamente un qanat (MARTÍ, 1989). En otras palabras, existen unos rasgos específicos que diferencian los qanat(s) o foggaras propiamente dichos de otras galerías de captación. La definición técnica de qanat o foggara es la de túnel subterráneo excavado en roca o sedimentos, cuya función es que el agua captada desde un pozo madre salga al exterior por gravedad. El agua captada es almacenada en una alberca o bien es transportada directamente, por medio de acequias, hasta los campos de cultivo, hasta artefactos hidráulicos o hasta núcleos urbanos (BARCELÓ *et al.*, 1986). Por consiguiente, un qanat debe contar con una serie de elementos en su composición y técnicas constructivas específicas (ROSSELLÓ-BORDOY, 1986; BARÓN y CARBONERO; 1987):

- *Pozo madre.* Se trata de un pozo vertical que se abre donde existen indicios de la presencia de agua. El objetivo es alcanzar el nivel freático desde la superficie.
- *Galería.* Una vez se ha calculado la distancia a la que el agua saldría por gravedad desde el pozo madre (lugar en el que se ubica la bocamina), se inicia la excavación de un

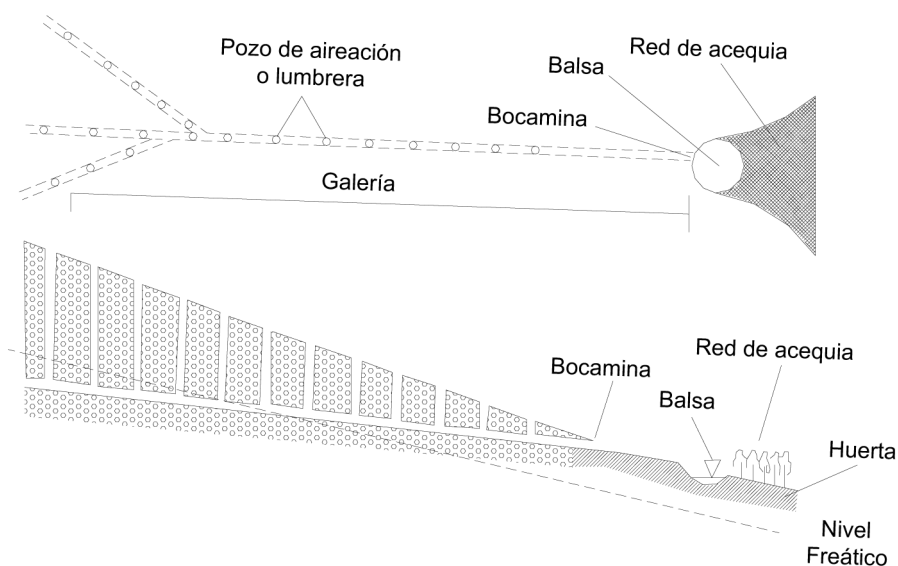


Figura 1. Perfil y planta de una foggara. Fuente: WaterHistory.org

túnel, casi horizontal de una pendiente no superior al 5%, hasta que éste alcanza el pozo madre o atraviesa la zona saturada.

- *Pozos de aireación*. Se abren desde el exterior en vertical hasta la galería, manteniendo entre sí una distancia más o menos regular según los materiales que atraviese la galería o la profundidad respecto a la que ésta se halle de la superficie. La apertura de estos conductos intermedios tiene como objetivo la extracción de los materiales removidos en la excavación de la galería, el aporte de oxígeno a los obreros durante las tareas de construcción del túnel y la entrada al tramo oportuno de la galería, en el momento de limpieza de la misma.
- *Bocamina*. También denominada salida del agua, es el lugar donde la galería alumbró el agua. Su morfología puede ser diversa, desde caños que alimentan a un abrevadero, hasta bocas abovedadas que abastecen a una acequia o directamente a una balsa, que almacena el agua.

Sin embargo, la anterior definición, excesivamente rígida, no es compartida por todos los autores. Ron (1995) sostiene que los qanat(s) y otro tipo de galerías, como por ejemplo las *minas*, comparten muchas similitudes. No obstante establece entre ambos algunas diferencias. Al igual que Barón y Carbonero (1987) expone que el origen del desarrollo de un qanat está en un pozo (pozo madre), que se convierte en un manantial artificial que se excava lejos del punto donde se va a localizar la salida de la galería o bocamina. Además, defiende una localización de los qanat(s) en los piedemontes de zonas semiáridas, donde los materiales son aluviones y coluviones, o en extensas mesetas. Normalmente los qanat(s) o foggaras tienen longitudes de varios kilómetros; longitudes superiores a las de otro tipo de galería. La explicación guarda relación con el cálculo de la ubicación de la

bocamina, que debe hallarse en un punto donde el agua pueda fluir suavemente por gravedad hacia las parcelas de cultivo o núcleos de población. Pero, como se ha citado anteriormente, al trabajar sobre galerías drenantes, sean qanat(s) en sentido estricto o no, no se puede hablar de una única técnica constructiva, de una arquitectura uniforme común, de localizaciones similares o de las mismas longitudes de la captación. Atendiendo a los objetivos de su construcción, a las características ambientales y geológicas y a las costumbres y técnicas constructivas empleadas en cada área geográfica, las galerías presentan entre sí diferencias notables. Según Barceló (1986) "cada qanat es un mundo diferente". Otros autores apenas hacen referencias a la tradición de los qanat(s) y foggaras y defienden la variedad tipológica de galerías de captación existentes (PALERM, *et al.*, 2001; CUSTODIO y LLAMAS, 1983). Pocklington, en un artículo titulado *Topografía y sistemas de captación de agua en Sharq Al-Andalus* (1988), expone que parece que la denominación qanat era utilizada en Al-Andalus en el sentido de mina de agua.

Lo que sí que es evidente es que la técnica de las galerías drenantes ha llegado a nuestros días, pero apenas se dispone de documentación escrita que permita a los investigadores conocer el sistema constructivo originario. En una organización gremial (TROLL y BRAUN, 1972), los conocimientos eran transmitidos oralmente por los maestros a los discípulos. Pero posteriormente, las repetidas intervenciones sobre las galerías, con el objeto de ampliarlas, limpiarlas, reforzarlas o aumentar su caudal, han ido introduciendo cambios. Dichos cambios dificultan las tareas de los investigadores en su datación y estudio de los procedimientos constructivos seguidos, lo que dificulta establecer diferencias entre tipos de galería (ROSSELLÓ-BORDOY, 1986). La expansión del perímetro regado en Almería desde el final de la Edad Media hasta la actualidad, se ha producido gracias al empleo de una arquitectura y tecnología del agua tradicional; esto propicia hipótesis sobre un origen medieval de todas las galerías drenantes. Sin embargo, pese a la ya citada dificultad de datación, referencias sobre la superficie regada desde el siglo XIX al XX inducen a pensar que una parte importante de estas galerías son cronológicamente modernas (GARCÍA, 1998).

Es por ello por lo que nuestro objetivo es la descripción y el análisis de las galerías drenantes de la provincia de Almería, uno de los elementos más singulares, y a su vez ampliamente distribuido en la cuenca mediterránea, del patrimonio del agua. Se han estudiado las captaciones de agua subterránea almerienses con el fin de poder determinar sus características constructivas, morfológicas y funcionales en un contexto geográfico de aridez; posteriormente se realiza una clasificación tipológica, que nos permite establecer comparativas futuras con otras galerías de la Región de Murcia y de la Comunidad Valenciana.

ÁREA DE ESTUDIO

Grandes rasgos del relieve

Almería es una provincia litoral marcadamente montañosa. Pertenece de lleno al dominio estructural bético, que queda plasmado en una sucesión de sierras y valles de dirección E-W y ENE-WSW. Sus máximas altitudes se alcanzan en las estribaciones más orientales de Sierra Nevada (Chullo, 2.609 m; Cerro del Almirez, 2.519 m; Buitre, 2.465 m...). También presentan una elevada altitud las Sierra de Gádor (Morrón, 2.236 m), la

Sierra de los Filabres (Calar Alto, 2.168 m) y la Sierra de María (María, 2.045 m). La mayor parte de las pequeñas sierras del norte tienen altitudes entre los 1.000 y los 2.000 m (la Zarza, la Pinosa, el Gigante, Lúcar, el Madroño, Partalao, etc); de ellas destaca por su extensión la Sierra de las Estancias. Las sierras del sector sudoriental (Gata, Cabrera, la Atalaya, Almagro) presentan altitudes más modestas, casi siempre inferiores a 1.000 m, salvo la Sierra Alhamilla (Colativi, 1.387 m).

El relieve estructura claramente las direcciones de la red fluvial, así como la organización de las depresiones intramontanas y de las llanuras litorales:

- a) Al sur del eje Gádor-Alhamilla-Cabrera se extienden las principales llanuras litorales y prelitorales: el Campo de Dalías, el abanico aluvial del Andarax, sobre el que se asienta Almería, y el Campo de Níjar.
- b) Al norte de este eje se extiende la cuenca del río Andarax, hasta el eje montañoso Baza-Filabres. Su red en abanico está constituida por tres grandes colectores: el Andarax (entre la S. de Gádor y S. Nevada), el río Nacimiento (entre S. Nevada y S. de Baza), y la Rambla de Tabernas (entre Filabres y Alhamilla).
- c) El eje de depresiones intramontanas de Andarax y Tabernas prosigue hacia el E con la depresión de Sorbas y la pequeña llanura litoral de Vera, recorridas por el río de Aguas y el río Antas.
- d) Entre la S. de Filabres y la S. de las Estancias se extiende la cuenca del río Almanzora. Su valle medio alto tiene una dirección estructural E-W y, tras la depresión de Huércal-Overa, su curso bajo tuerce hacia el SE.
- e) Finalmente, al norte de la S. de las Estancias se extienden las cabeceras del Guadalentín, formado por la Rambla de Chirivel, la Rambla Mayor, etc.

Grandes dominios geológicos

Las tierras almerienses pertenecen plenamente al dominio estructural bético, una cordillera alpina formada al sur del cratón ibérico por colisión entre las placas europea y africana durante el Cenozoico. En Almería se pueden observar muchos de los dominios geológicos de la cordillera, tanto de las unidades internas como de las externas: los complejos Maláguide, Alpujárride y Nevadofilábride, de las unidades internas, el dominio subbético, de las externas, así como un amplio sector de vulcanismo cenozoico y una múltiple representación de cubetas sedimentarias neógenas (*vid.* VERA, 2004).

La mayor parte de las unidades de relieve mencionadas se corresponden con un tipo de dominio geológico:

- a) La Sierra de Gádor pertenece enteramente al Complejo Alpujárride, formado por rocas metamórficas paleozoicas y triásicas (esquistos y mármoles). También pertenece básicamente a este complejo la Sierra de las Estancias y alguna pequeña sierra litoral, como la S. Almagrera. En el N de la Sierra de las Estancias llegan a aflorar calizas y areniscas rojas del Complejo Maláguide.
- b) El extremo E de Sierra Nevada y el eje Baza-Filabres pertenecen a las unidades superiores del Complejo Nevadofilábride, formadas por rocas heterogéneas metamorfozadas, en las que predominan los esquistos grafitosos y las cuarcitas, de edad paleozoica y mesozoica.

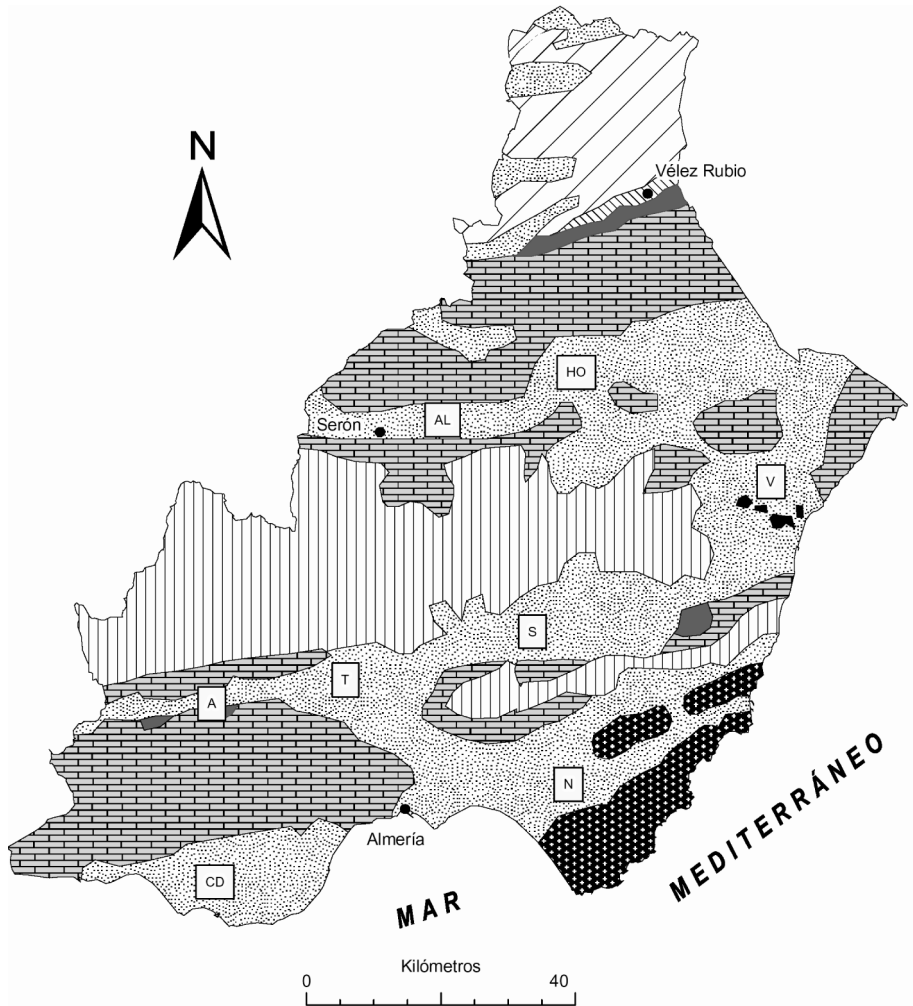


Figura 2. Esquema geológico de la provincia de Almería. Fuente: Elaboración propia a partir de Martín Algarra (1987) y López y Rodríguez (1980)

- c) Las sierras de Alhamilla y Cabrera son mixtas (con materiales alpujárrides y nevado-filábrides).
- d) La pequeñas sierras del norte (María, Gigante...) pertenecen a las unidades béticas externas, compuestas por materiales mesozoicos apenas metamorfizados
- e) Los valles y depresiones interiores responden fundamentalmente a pequeñas unidades extensionales postorogénicas rellenas de materiales neógenos muy variados (conglomerados, areniscas, calcáreas, margas, arcillas, yesos...), tanto de origen continental como marino (*vid. MATHER et al., 2001*). Su edad se extiende desde el Serravaliense

- y Tortoniense hasta el Cuaternario, con amplia representación de los materiales mesinienses en las depresiones más externas (Sorbas, Tabernas, Níjar...),
- f) Finalmente, la Sierra de Gata obedece a un vulcanismo calcoalcalino, ejemplo de magmatismo en un ambiente somero o litoral (*vid.* VERA, 2004).

Las condiciones litológicas en las que se perforan las galerías drenantes, por tanto, son muy dispares, aunque se da una clara dicotomía entre los materiales metamórficos de las galerías de las sierras (sobre todo en esquistos), y las de los materiales detríticos neógenos y cuaternarios de los valles y depresiones.

El marco climático

En general, el sudeste peninsular constituye un sector semiárido intramediterráneo. Las precipitaciones llegan a descender hasta menos de 150 mm (135 mm en Cabo de Gata), lo que hace que sea el sector más árido de Europa, (CAPEL 1981, 143). No se trata, como puede llegar a pensarse, de una transición hacia el desierto, pues hacia el sur, en el Rif y en el Atlas, las precipitaciones llegan a superar fácilmente los 1.000 mm. Se trata, en esencia de un sector bien protegido de los flujos oceánicos (del W y SW), por las grandes sierras béticas, y con flujos de origen mediterráneo con muy poco recorrido marino. A pesar del carácter litoral de la provincia, todas las masas que llegan del S y la mayor parte de las de componente E suelen ser masas tropicales continentales (cT) muy poco cargadas de humedad en la base. Con ello, las precipitaciones que llegan a registrarse son las frontales de procedencia atlántica, muy debilitadas, las ligadas a coladas árticas, que pueden llegar a producir incluso nevadas en el interior, también escasas, y sobre todo, las asociadas a gotas frías. Los principales gradientes pluviométricos son tres: a) el altitudinal, sobre todo en las altas sierras del W (Gádor, Sierra Nevada, Filabres; b) el que se produce en el litoral hacia el W (Almería, 227 mm; Berja 424 mm), y el que se produce en sentido NW-SE (Cabo de Gata, 135 mm; Serón, 400 mm).

Las temperaturas medias anuales apenas presentan diferencias espaciales, entre las tierras litorales (poco más de 18°C) y las del interior (entre 17 y 17'5°C). Sin embargo, las máximas y mínimas anuales difieren bastante: Almería, por ejemplo, tiene una amplitud térmica anual de unos 13°C, entre los 12'1°C de media de enero y los 25'8°C de agosto, mientras que Serón, en el extremo NW de la provincia, registra 6'9°C de media en enero y 23'1°C en julio.

Con estos valores termopluviométricos predominan las condiciones semisecas (BSh y BSk de Köppen), propias de un clima semiárido mediterráneo (MARTÍN y OLCINA, 2001). Se dan, no obstante ciertos contrastes climáticos, que le permiten definir a Capel Molina (1981) hasta tres tipos climáticos diferentes: El clima "Continental mediterráneo" (figura 3A) de las tierras del interior provincial, de inviernos frescos y precipitaciones moderadas, b) el clima "Mediterráneo subtropical" (figura 3B) del litoral occidental, de temperaturas suaves y lluvias moderadas y c) el clima "Mediterráneo subdesértico" (figura 3C), prototipo de clima almeriense, que se da en las tierras litorales del E y SE y en las cubetas bajas del interior (Tabernas, Sorbas...), muy poco lluvioso y de temperaturas medias bastante elevadas.

La recarga hídrica de los acuíferos superficiales de las galerías drenantes es muy escasa en los amplios sectores de clima subdesértico, pero todavía alcanza cierta magnitud en los otros sectores climáticos, en los que todavía se da un cierto margen entre las precipitaciones y la evapotranspiración real.

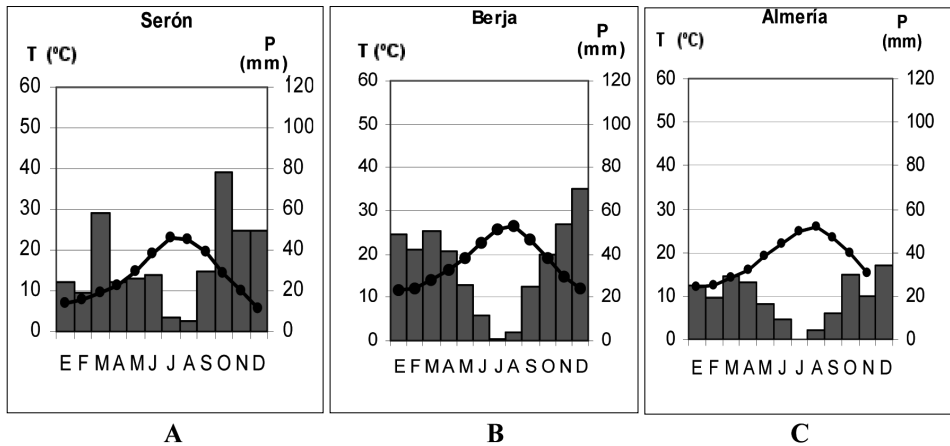


Figura 3. Climogramas de los tres tipos climáticos almerienses (definidos por Capel, 1981)

MATERIALES Y METODOLOGÍA

La metodología seguida para la confección de este estudio se ha basado en cuatro fases ordenadas cronológicamente. En primer lugar se iniciaron las búsquedas bibliográficas de información sobre el área de estudio y sobre puntos de captación de agua subterránea. En segundo lugar se ha realizado el tratamiento de la información, mediante el diseño de una base de datos y primera cartografía de las galerías drenantes de la provincia de Almería. También se ha llevado a cabo la confección de una ficha para la toma de datos en el campo. La tercera fase ha consistido en el establecimiento de los criterios de selección de las galerías drenantes a estudiar, en la elección de las galerías y en su inventario, a partir del trabajo de campo. Finalmente, en una cuarta fase se ha procedido a establecer los criterios que fundamentarán la propuesta de tipología de las galerías drenantes de la provincia de Almería.

Los materiales empleados en el estudio para la localización de las galerías de captación han sido las fuentes documentales y cartográficas y la fuente oral. Para recabar dicha información se ha efectuado un trabajo de recopilación en diferentes centros de documentación e instituciones: Confederación Hidrográfica del Sur, Instituto Geológico y Minero, Universidad de Almería, Instituto de Estudios Almerienses, Biblioteca de la Diputación de Almería y archivos y bibliotecas municipales. Asimismo, se ha obtenido información a partir de documentos electrónicos (Internet) y a través de consultas a expertos (cronistas locales, alcaldes y concejales, acequeros, técnicos municipales y de organismos ambientales, investigadores etc.). Obtenido el material documental y la información oral se ha realizado el trabajo de gabinete; entre las tareas desarrolladas destaca la creación de un sistema de gestión de la información.

Una vez tratada la información de la base de datos por medio de un gestor informático, se ha confeccionado una primera cartografía digital de las galerías drenantes de la provincia de Almería. Pero, este mapa inicial tuvo que ser validado una vez efectuado el

Tabla 1. Modelo de ficha para la recogida de información en el campo.

INVENTARIO FOGGARA			
1. Localización		3. Análisis de la captación	
Nombre de la captación		Tipología de la captación	Qanat con lumbreras
Municipio			Galería con pozo madre
Comarca			Mina
Partida rural			Cimbra con lumbreras
Coordenadas UTM		Caudal	Sí
Altitud			No
Acceso			Intermitente
Propietario		Longitud de la captación	
2. Contexto geográfico		Número de lumbreras	
		Distancia lumbreras	
Geomorfología del área de la captación	Ladera abancalada	Forma de las lumbreras	Cuadradas
	Terraza Fluvial		Redondas
	Cono de deyección		Irregulares
	Piedemonte	Fábrica de las lumbreras	Mampostería
	Glacis de erosión		Piedra en seco
	Lecho fluvial		Tierra
Depresión endorreica	Época de construcción	Aros de refuerzo	
Materiales que atraviesa la captación		Estructura interna de la captación	Rectangular
Buzamiento de los estratos	Hacia la boca		Abovedada
	Contraboca		Triangular
	Lateral		Mixta
	Tabular	Paredes internas	Sillar
Subsuelo	Arenoso		Mampostería
	Blando		Tierra
	Seco y duro		Mortero
Vegetación del entorno		Suelo de la captación	Acequia central de piedra
			Acequia lateral
Usos del Suelo	Natural		Liso impermeabilizado
	Pasto		De tierra
	Cultivos	Refuerzos internos	Aros de hormigón
	Urbano		piedra
Tipo de cultivos	Secano		maderas
	Regadío hortícola	Bifurcaciones	No Sí N°:
	Regadío arbolado		
Relación con otros sistemas	Independiente	Bocamina (Descripción)	
	Complementario		
Usos del agua	Regadío		
	Abastecimiento urbano	Balsa a la salida	Sí No
Área irrigada	Mixto		
4. Otras observaciones y fotos			

trabajo de campo. En este sentido, se ha preparado un modelo de ficha (tabla 1) para la recogida de información donde las entradas generales son: localización geográfica, con-

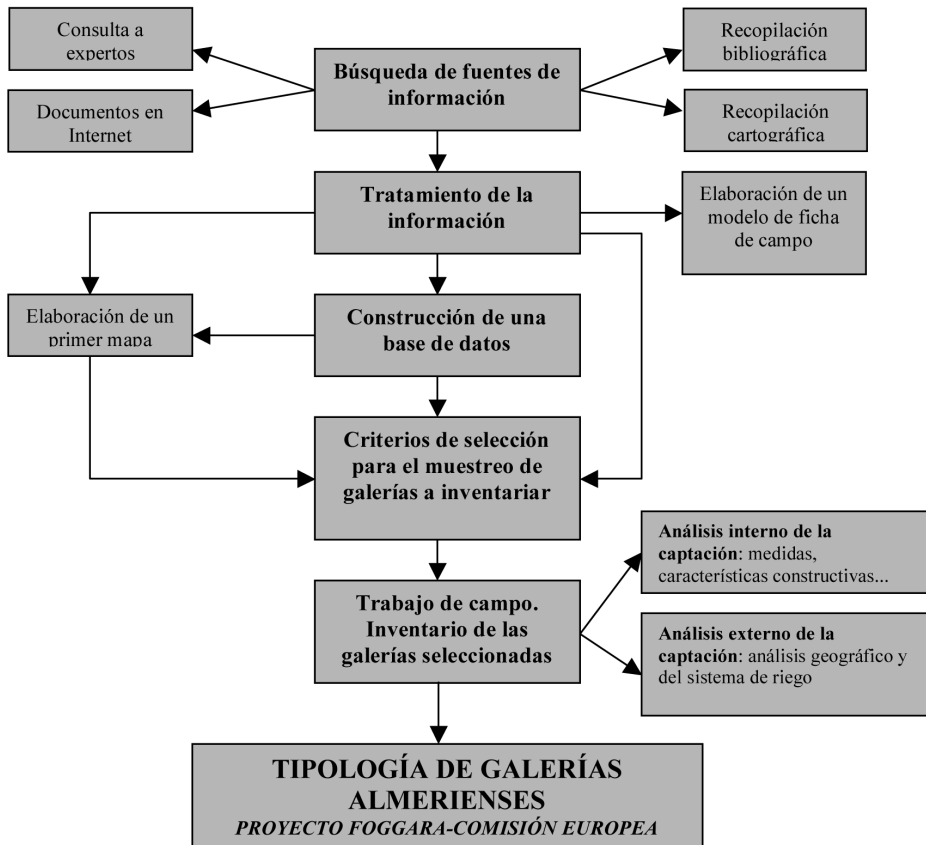


Figura 4. Metodología del trabajo.

texto geográfico de la galería, análisis de la captación (datos técnicos, arquitectura y elementos constructivos), otras observaciones y anexo fotográfico.

Aunque en origen uno de los medios para el análisis y clasificación tipológica de las galerías drenantes de la provincia de Almería era su inventario completo, éste ha sido descartado debido a la gran cantidad de información recabada sobre puntos de captación de agua por galería. Por consiguiente, ha sido imprescindible realizar un muestreo de galerías, utilizando para ello una serie de criterios de selección. Éstos han sido:

1. *Equilibrio territorial*. Se ha pretendido que el territorio almeriense estuviese representado en su máxima expresión, con el objeto de detectar variaciones tipológicas en galerías ubicadas en ambientes geográficos diferentes.
2. *Captación adscrita a una Comunidad de Regantes*. La mayor parte de las galerías seleccionadas forma parte de una Comunidad de Regantes puesto que es la figura jurídica de gestión de las aguas de regadío, tanto por el número de regantes como por la superficie regada, más importante en la legislación española.

3. *Disponibilidad de información documental y cartográfica.* Se han seleccionado galerías de las que se dispone de abundante información de archivos. Ésta permite documentar las captaciones para la fase de inventario. Además, la disponibilidad de información sobre una captación nos facilita su clasificación tipológica.

Establecidos estos criterios se ha procedido a la selección de las galerías y su inventario. Para hacer efectivo éste se realizó el trabajo de campo cumplimentando, para cada captación visitada, el modelo de ficha diseñado. Además, de la información obtenida de la observación directa de las galerías y siempre que su estado de conservación lo ha permitido, de las mediciones, croquis y fotografías tomadas, se han realizado entrevistas a usuarios y gestores de las mismas, que han enriquecido el acervo documental de cada una de ellas. La confección de este primer inventario parcial para la provincia de Almería ha permitido estudiar cuáles son los rasgos más característicos de las captaciones horizontales de agua subterránea. Esto permite realizar un ejercicio de clasificación de las galerías drenantes almerienses, atendiendo a una serie de características que a continuación se presentan:

1. *Localización geográfica.*
2. *Características hidrológicas.*
3. *Técnicas constructivas y arquitectura.*

Las características expuestas establecen una estrecha vinculación entre sí. Parece evidente que en la localización geográfica influyen ciertos aspectos ambientales, relevantes en el diseño y construcción de una galería drenante. La capa freática no se hallará al mismo nivel en distintos áreas geográficas, así como el funcionamiento hidrológico que diferirá en función de la geología de la zona. La distancia desde el origen de la toma de agua hasta el lugar donde el agua aflora al exterior y las características de los materiales a través de los que será abierta la galería, van a condicionar las técnicas constructivas, el diseño, y materiales con los que se edificarán las galerías drenantes.

RESULTADOS

De los diferentes trabajos y estudios revisados sobre los regadíos históricos y sobre las galerías drenantes de Almería, en ninguno se ha encontrado una clasificación tipológica de las galerías para toda la provincia. Generalmente, explican parcialmente las galerías que alumbran sectores concretos. El trabajo de campo y el inventario han mostrado variedad en las galerías de captación de Almería. Es por ello por lo que se ha detectado una carencia de visión de conjunto y clasificación de las galerías drenantes almerienses.

El desarrollo de la metodología expuesta ha dado como resultado un mayor conocimiento de este singular sistema de captación de aguas subterráneas, que permite establecer una tipología de las galerías. La recopilación de información y posterior trabajo de campo ha desvelado una extraordinaria cantidad de galerías drenantes, en comparación con las otras provincias españolas incluidas en el estudio del *Proyecto Europeo Foggara*. Tras haber finalizado el trabajo de campo se han observado diferencias entre la información documental y la obtenida *in situ*, tanto en el número de galerías localizadas como en el estado de conservación de las mismas. Aunque regadíos almerienses de origen musul-

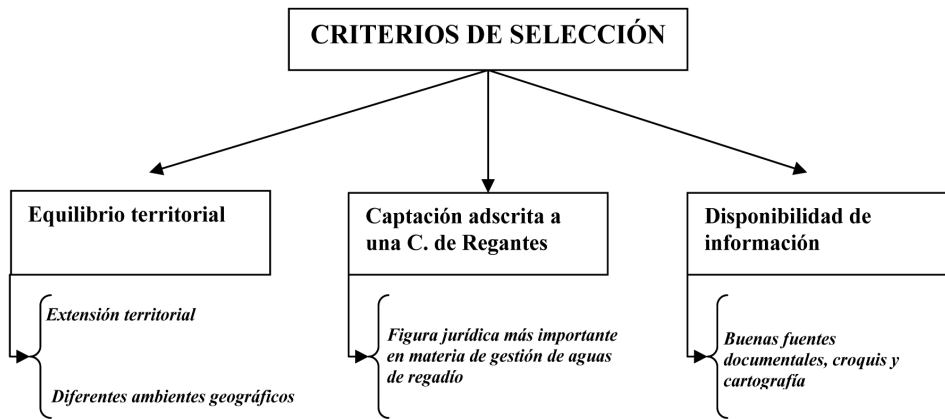


Figura 5. Criterios de selección empleados para el muestreo de las galerías drenantes almerienses.

mán utilizaban mayoritariamente las aguas superficiales, ya se hace referencia a la captación de agua mediante galerías en los *Libros de Apeos y Repartimientos*. Sin embargo, las condiciones ambientales de semiaridez y el aumento de las demandas hídricas, fruto de la expansión del regadío y de un crecimiento de la población, que supuso un incremento en la demanda de agua, favorecieron la construcción de un mayor número de galerías drenantes.

Se han localizado alrededor de 2.000 galerías en la provincia de Almería; aplicando los criterios de selección antes citados (figura 5) se ha realizado un exhaustivo inventario de 123 captaciones (figura 6). El estudio de este muestreo da lugar a un primer avance de clasificación tipológica y su distribución territorial. El trabajo de campo y el análisis de la cartografía permite establecer diferencias entre las galerías en distintos sectores de la geografía almeriense. Evidentemente, la localización de la captación en un sector u otro ya le confiere a ésta ciertos rasgos diferenciales respecto a otras. Las características geológicas, geomorfológicas y topográficas van a condicionar el funcionamiento de los acuíferos así como las técnicas de excavación, arquitectura y longitud de los túneles y pozos. Otro criterio de clasificación de las galerías son las técnicas de construcción que se han empleado y las características arquitectónicas de los túneles. Sin embargo, no siempre es sencillo clasificar las captaciones de agua en una tipología u otra. El uso de las mismas técnicas constructivas y materiales, la combinación de los mismos en galerías diferentes, la indistinta localización en ambientes geográficos heterogéneos y, en muchos casos, la carencia de documentación que confirme el modo en que ha sido diseñada y construida la galería, dificulta la tarea. Aun así, en el presente artículo se realiza una propuesta de tipología para las galerías de la provincia de Almería.

Una primera clasificación de las galerías almerienses guarda relación con el ambiente geográfico en el que se ubican y con sus características funcionales y morfológicas. Así pues, se han diferenciado tres grandes unidades ambientales: las áreas de montaña, las áreas intermedias o de piedemontes y los cursos y terrazas fluviales. En cada uno de estos ambientes las galerías pueden presentar diferencias notables entre sí; es decir, atender a las diversas tipologías existentes pese a localizarse en un área geográfica

similar. No obstante, lo usual es que las galerías mantengan rasgos comunes, con ciertos matices prácticos, para cada uno de los ambientes (figura 8).

1. *Galerías en áreas de montaña: las minas y los qanat(s) con pozo madre*

Las galerías inventariadas en las zonas montañosas de la provincia como son la Sierra de Gádor, Sierra Nevada, Sierra de los Filabres, Sierra de las Estancias y Sierra María, responden a dos tipologías: las denominadas minas de agua y las conocidas como minas o qanat con pozo madre. Se localizan en las estribaciones montañosas interiores y dan lugar a pequeñas áreas de regadío de subsistencia, de carácter local o municipal.

Las minas

Aunque su funcionamiento se base en una galería horizontal que capta las aguas subterráneas y que por gravedad las extrae al exterior, como en el caso de las galerías conocidas como qanat(s), existen diferencias entre ambos. Mientras que en la construcción de los qanat(s), el origen está en un pozo vertical, las minas son excavadas a partir de un manantial que aflora en la superficie de una ladera. El retroceso de las aguas del acuífero indujo a los habitantes de estas áreas a profundizar en las laderas, excavando túneles en busca del agua. Sucesivamente, conforme los caudales disminuían, las galerías han sido ampliadas y ramificadas. Generalmente estas minas son de corta longitud, como por ejemplo la Mina de la Parra en Fondón (31 m), la Mina de Debajo de Beires (9 m), la Mina de la Parra de Adra (12 m), la Mina del Altico de Instinción (14 m), la Mina de los Chorradores de Bédar (80 m), etc. No obstante, en ocasiones, algunas de estas minas de montaña, construidas con técnicas mineras modernas durante el siglo XIX o XX, pueden alcanzar longitudes superiores a los 200 metros, como por ejemplo la Fuente Nueva de Dalías con 822 m, las Minas de San José (700 m) y de Don Juan (210 m) en Instinción o la Mina del Santísimo (205 m) en Bacares. En estos casos, las aguas captadas no sólo alumbran pequeños regadíos de montaña, sino que abastecen a un sistema que irriga a gran distancia de la galería, en áreas de transición (laderas abancaladas y glacis e incluso en terrazas fluviales).

En lo referente a las técnicas constructivas empleadas y a la arquitectura de las minas, el trabajo de campo ha permitido detectar algunas diferencias. Evidentemente, las minas han sufrido transformaciones en su estructura interna fruto de la intervención de los usuarios que las ampliaban, limpiaban o reparaban. Es por ello por lo que existe una notable dificultad a la hora de establecer una tipología según la arquitectura de la galería o la tecnología utilizada. No obstante, la técnica constructiva empleada en las minas más antiguas es la excavación manual; se observan las marcas de las herramientas en las paredes de la mina como en el caso de la Mina de Beires. En las minas abiertas en los dos últimos siglos como por ejemplo la Fuente Nueva (Dalías) o Mina de Don Juan (Instinción) se han utilizado técnicas de excavación más modernas (explosivos, como la dinamita y maquinaria, como los compresores), combinándolas con las antiguas. Respecto a la estructura interna de este tipo de galería, el inventario ha mostrado su alta variabilidad. Estas diferencias no sólo se producen entre distintas minas, sino que incluso suceden en la misma captación. Es por ello por lo que se han inventariado aquellas cuyas galerías constan de tramos con morfología y materiales diferentes. En general, la geología condiciona de manera considerable la estructura interna de la mina. Cuando los materiales

excavados son rocas consolidadas, las paredes de las galerías son los propios materiales originales al igual que el techo, que suele tener forma de bóveda con las irregularidades propias de la excavación manual sobre el roquedo. Pero en ocasiones, la galería ha sido excavada atravesando materiales de distinta consistencia, lo que obliga a los constructores de las mismas a reforzar los hastiales y techos en aquellos tramos de la mina con peligro de derrumbe (Mina de la Fuente Nueva de Dalías, Mina de los Chorradores de Bédar, Mina del Nacimiento de Beires, o Cuesta de la Mina de Alabanchez entre otras). Generalmente, los tramos revestidos son de piedra seca formando una bóveda de cañón; no obstante, en ocasiones se emplea algún tipo de mortero hidráulico y mampuestos para reforzar ciertas zonas de la galería. También se ha observado el empleo de materiales de construcción más modernos, como el ladrillo o el bloque de hormigón con una matriz de cemento, sobre todo en las bocaminas y salidas del agua a la acequia. La variedad de materiales empleados que se observan en las minas muestran a éstas como elementos en constante proceso de construcción-transformación; sobre ellas se observa el legado de diferentes periodos históricos.

Un subtipo de mina que se ha distinguido en el inventario es *la mina con pozos de aireación o lumbreras*. Sus características arquitectónicas son idénticas a las minas, pero en su trazado cuentan con aperturas o pozos verticales, que comunican la galería con la superficie. Entre las minas estudiadas se ha observado que se caracterizan por contar con uno o dos pozos de aireación en su trazado, de sección variable: circular (Mina de los Chorradores de Bédar), e incluso irregular en rampa (Mina de Arriba del Nacimiento de Beires).

La mina con pozo madre

Se trata de otro tipo de galería de captación en áreas de montaña. La prospección interna de estas galerías han revelado en su cabecera la presencia de un pozo vertical cegado. Este rasgo implica una diferencia sustancial respecto a la tipología anterior. Aunque no disponemos de documentos que lo confirme, la hipótesis que se presenta es que, al igual, que los qanat(s), su origen esté ligado a la excavación de un pozo vertical en la superficie. Tras haber alcanzado el acuífero se realizan los cálculos oportunos del lugar en el que tiene que iniciarse la galería y se empieza, desde este punto, la excavación. Son galerías cortas, con una estructura interna similar a las minas anteriormente explicadas (materiales originales, combinación de piedra seca, mampostería...), sin pozos de aireación intermedios y, en el caso de las estudiadas, con pequeñas bifurcaciones internas. En la superficie no se aprecia signo alguno de la presencia de un pozo madre. En efecto, si la hipótesis del origen de esta tipología se confirma, una vez construida la galería, que extrae el agua por gravedad al exterior, el pozo madre es cegado en superficie y sobre él se adecuan parcelas para el cultivo. Los ejemplos más relevantes que se han hallado en la provincia de Almería están en la Sierra de los Filabres; no obstante, esta tipología también se ha detectado en otras áreas como la Sierra de Gádor. Así destacamos la Fuente de Alhabia de Arriba, la Fuente de Alhabia de Abajo y la Fuente de los Benaguaciles en Alcudia de Monteagud o la Fuente de la Parra en Adra.

En ocasiones, tanto las minas como los qanat(s) con un pozo madre estudiados pueden disponer de una balsa o alberca en la bocamina, como es en el caso de la Fuente de Alhabia (Alcudia de Monteagud) o la Mina de la Alberca (Canjáyar). A veces dos minas excavadas una junto a la otra, vierten sus aguas en una misma balsa. En otros casos, no

disponen de balsa con la que regular las aguas, o ésta no se halla junto a la bocamina. Otra singularidad de las minas estudiadas es que algunas de ellas disponen de la bocamina por debajo del nivel del bancal de tierra en el que se inició la excavación. En esos casos, la solución pasa por la construcción de un canal subterráneo por debajo de dicho bancal, que no puede ser regado por gravedad, hasta el bancal inmediatamente inferior, lugar por el que sale el agua al exterior (Mina en Alcudia de Monteagud).

No se debe concluir la explicación de estas dos tipologías sin advertir que, tanto una como la otra también pueden ser localizadas en los otros ambientes geográficos almerienses, en combinación con distintos tipos de galerías, como por ejemplo las minas de la Rambla de Guainos en Adra (Fuente de Enmedio, Fuente de los Estudiantes), la Fuente de Gines de Purchena o las minas de Berja (Fuente del Alcaudique, Fuente del Almez, Fuente del Oro, Fuente de la Higuera...).

2. Galerías en áreas intermedias o piedemontes: los *qanat(s)* o *foggaras*

Entre las laderas de los principales relieves de Almería y los llanos aluviales y litorales existen unos espacios de transición caracterizados por estar conformados por material sedimentario del Cenozoico. Se tratan de vastas extensiones intramontanas donde se combinan suaves relieves ondulados con interfluvios, que actúan como colectores y que conectan con los grandes desagües fluviales. En este ambiente geográfico los regadíos se encuentran muy localizados en los interfluvios y pequeñas ramblas, donde la escasez hídrica latente ha obligado a ingeniar métodos de obtención y recuperación del agua, no sólo para el regadío, sino también para otros usos como el abastecimiento del ganado o de la propia población. Las zonas de transición estudiadas son los piedemontes de los Vélez, los de la Sierra de Lúcar, los de Berja y el Campo de Tabernas.

Los *qanat(s)* o *foggara*. Son las dos denominaciones, una de Oriente Próximo y la otra del Norte de África, que reciben las galerías drenantes cuyo origen está en un pozo madre y en la excavación, realizados los cálculos oportunos, de una galería con pozos de aireación. En cambio, estas dos denominaciones no son empleadas en la provincia, al menos entre los habitantes del medio rural, y pese a que tipológicamente no es lo mismo reciben el nombre de minas, cimbras, galerías, y predominantemente el de fuentes. Uno de los sectores en los que se han localizado *foggaras* modelo es en el Campo de Tabernas y en los Vélez. Este tipo de captaciones, por su gran longitud, se convierten en un manantial artificial que extrae el agua lejos del pozo madre, donde inicialmente se alcanzó el nivel freático. A diferencia de las minas, que se han ido ampliando con excavaciones progresivas, las *foggaras* o *qanat(s)* se construyeron en una sola unidad, desde la bocamina hasta el pozo madre.

En el Campo de Tabernas existen ejemplos interesantes de este tipo de galerías drenantes, tanto por su longitud (de varios cientos de metros hasta de varios kilómetros), como por su estructura interna. Las más representativas son la Fuente del Vicario, la Fuente del Aljibillo, la Fuente del Pastor, la Fuente de Godoya, la Fuente de la Ermita y la Fuente de las Maravillas. La comarca de los Vélez, la más septentrional de la provincia, también cuenta con *foggaras* en las zonas de piedemonte, aunque de menor longitud que las de Tabernas. Destacan la Fuente de los Siete Caños en María, las Fuentes de la Balsa de los Canales y del Cortijo de Casanova en Vélez Blanco y la Fuente Grande en Vélez Rubio. Los elementos que configuran las *foggaras* no guardan una estricta uniformidad. Es decir, aunque evidentemente sí que siguen el patrón general que las identifica

como tal, las dimensiones y formas o los materiales de construcción empleados pueden diferir de unas captaciones a otras. La explicación se halla en las características topográficas, geológicas e hidrogeológicas de la zona, que van a condicionar la construcción del qanat o foggara (dimensiones, profundidad, forma, refuerzos...) Dos ejemplos son el de las Fuentes de los Siete Caños de María y la Galería del Cortijo de los Casanova. En la primera las dimensiones de galería superan en su tramo medio y superior los dos metros de altura, mientras que la anchura es muy variable en su trazado; las paredes o hastiales de la galería no están reforzadas con piedra y cuenta con unos pozos de aireación de sección circular en piedra seca y con otros de sección rectangular sin ningún tipo de refuerzo. En su tramo inferior, las paredes de la galería son de piedra en seco, techo abovedado y sus dimensiones son menores que en los otros tramos (alrededor de 140 cm de alto). Sin embargo, la Fuente del Cortijo de Casanova, además de tener unas dimensiones mucho más reducidas en todo su trazado y hallarse la galería a menor profundidad de la superficie, forma una bóveda de cañón y es de piedra seca en su tramo inferior e intermedio. Del mismo modo que las minas, los qanat(s) y foggaras pueden contar o no con una balsa junto a la bocamina, que almacene las aguas. Así, la Fuente de los Siete Caños de María, la Fuente de la Balsa de los Canales y la Fuente del Cortijo de Casanova disponen de balsa a la salida de la bocamina. En ocasiones, las bocaminas de las galerías en lugar de abastecer directamente a una acequia suministran agua a una fuente pública (Fuente de los Siete Caños), e incluso se ubican junto a la salida otros elementos del patrimonio del agua como son lavaderos, abrevaderos, depósitos o partidores de acequia.

Al igual que en el caso de las minas y de las minas con pozo madre, se pueden localizar foggaras en otros ambientes geográficos distintos a las zonas intermedias y piedemontes (La Fuente en Alcudia de Monteagud, Fuente de la Balsa Seca en Instinción, o la Fuente del Hatico en Vera). Del mismo modo, en esta zona de transición también se encuentran otras tipologías de galería como las minas, zanjas y las cimbras (Fuente de la Serna, Fuente de la Hoya o Fuente de la Canaleja, etc. en Vélez Rubio y Fuente de Espéiz y Fuente del Carmen en Tabernas).

3. *Galerías en cursos y terrazas fluviales: las cimbras y las zanjas*

Tanto las cimbras como las zanjas son la tipología de galerías drenantes más representativas de la provincia de Almería, por su abundancia y por su importancia. Estos tipos de captaciones tienen una gran presencia y relevancia, tanto desde el punto de vista arquitectónico como funcional, en los cauces y terrazas de los cursos fluviales más importantes: el río Almanzora, el río Andarax, el río Nacimiento, el río Adra, el río Aguas y el río Antas. Pero no sólo en ellos se localizan las cimbras y zanjas. Allí donde existe una rambla o un pequeño barranco con posibilidad de vertebrar pequeñas áreas de regadío existen este tipo de captaciones (Rambla de Oria, Rambla de Gérgal o Rambla de Chirivel, entre muchas otras).

En la actualidad buena parte del regadío depende de estas captaciones y antiguamente también eran la principal fuente de suministro para el consumo humano. En este sentido, son el origen de un rico patrimonio cultural creado en torno al uso del agua. Al igual que en el caso del resto de galerías, las cimbras y zanjas también se pueden localizar en otros ambientes geográficos como en las áreas intermedias y piedemontes. Estos tipos de captación toman las aguas de los acuíferos más superficiales, sobre todo de aquellos formados en materiales cuaternarios (arenas y gravas depositadas por los cursos flu-

viales). La escasez de recursos hídricos superficiales propició la proliferación de las cimbras y de las zanjas por la relativa facilidad con la que era posible captar las aguas subálveas. Esto puede ser la explicación del elevado número de estas galerías drenantes en Almería (GARCÍA, 1998). De aquí que, por su abundancia, hayan disminuido los aportes freáticos de los acuíferos más superficiales y que su recarga sea más lenta. Además de las cimbras y zanjas en sentido estricto, se han detectado subtipos de estas galerías, a veces fruto de la combinación entre ambas. Aunque el funcionamiento de la cimbra y la zanja es similar (incluso en muchos lugares usan las dos denominaciones indistintamente o sencillamente caño o fuente), se han establecido diferencias entre ellas sobre todo por el modo de construcción empleado. A continuación se presentan los rasgos de estas captaciones y sus variaciones, así como ejemplos representativos.

Las cimbras

Son un tipo singular de galería drenante. Además de captar las aguas subálveas de los acuíferos más superficiales, ubicados en los depósitos sedimentarios aluviales, se comportan como galerías filtrantes; es decir, a través de sus hastiales o paredes y cubierta rezuman las aguas que se infiltran desde la superficie, en periodos de crecida o de abundantes precipitaciones. Así, estas captaciones se ubican bajo las arenas y gravas de los cauces de ríos, ramblas y barrancos.

El trabajo de campo ha revelado una gran variedad en las dimensiones y formas; también en sus materiales de construcción y técnicas. Incluso en repetidas ocasiones se produce la combinación de la cimbra con la zanja (Fuente Colorá en Gergal, Fuente del Carmen en Tabernas, Fuente Calafa en Zurgena, etc.) constituyendo una captación mixta. Es por ello por lo que en la clasificación se distinguen diferentes subtipos de cimbras, como se señalará seguidamente. Una cimbra es aquella galería excavada en el subálveo de un cauce, desde la bocamina en dirección contraria a las aguas de escorrentía. La obra se lleva a cabo subterráneamente, y en función de la profundidad de la galería respecto a la superficie y la solidez de los materiales que atraviesa, cuenta con un mayor o menor número de pozos de aireación. No obstante, el trabajo de campo nos ha permitido constatar una profunda transformación de las cimbras. En algunas de ellas sus pozos de aireación han sido anulados y en su lugar se han abierto nuevos, en tramos diferentes (Fuente Amarga en Huércal-Overa, Fuente de Huércal de Almería, Fuente de Pechina, etc.).

La longitud de una cimbra es muy variable. Puede oscilar entre los 50 o 75 metros, las más cortas, y la docena de kilómetros como la Fuente de Santa Fe de Mondújar, con alrededor de 13 kilómetros. El trazado de la cimbra no es paralelo al cauce. En los ríos más importantes como el Andarax o el Almanzora, la cimbra discurre ligeramente en diagonal desde el centro del lecho y progresivamente avanza hacia la terraza fluvial, donde el agua sale a la superficie. Pero en los cauces más estrechos, la cimbra puede cruzar sucesivamente el lecho efectuando un zigzag en el subálveo, hasta que finalmente extrae el agua captada al exterior. El objetivo de este recorrido de la galería es cortar al máximo los veneros de agua subálvea y recoger las aguas filtrantes de la superficie. En su estructura interna también se han detectado diferencias que parecen guardar relación con la entidad de los caudales y de la importancia de las Comunidades de Regantes que las gestionan. Aquellas cimbras en las que sus aportes son fundamentales para el mantenimiento de una agricultura productiva, los gestores

de las aguas han realizado una obra de considerable coste económico y esfuerzo humano. El túnel de la cimbra puede ser con techo abovedado o bien con techo adintelado. Generalmente, aquellas cimbras con techo adintelado son de dimensiones (altura y anchura) menores que las abovedadas.

El interior de la cimbra, cuando los materiales que atraviesa ésta son muy deleznales (arenas aluviales), ha de ser entibado. Para ello se utiliza la madera y la piedra seca, en aquellas cimbras más modestas y por tanto de dimensiones (altura y anchura) más reducidas (Fuente Parrona en Adra, Cimbra del Matorno en Zurgena, Fuente de Fatabla en Abla, Fuente Galindo en las Tres Villas, Fuente del Cocón en Oria, etc), la mampostería (Fuente de Pechina, Fuente del Estrecho en Taberno, etc.) y finalmente, la piedra labrada y piezas de hormigón en aquellas cimbras de mayor entidad. Estas últimas han sido localizadas en el curso bajo del río Andarax, destinadas al abastecimiento de la Vega de Almería y sus siete pueblos (Fuente de Benahadux, Fuente de Rioja, Fuente de Viator, Fuente de Huércal de Almería, etc.). Evidentemente, entre los materiales que forman el entibado se han dejado intersticios o huecos para que, a través de ellos, las aguas filtran-tes puedan ser captadas por la galería.

Los pozos de aireación o lumbreras de las cimbras estudiadas son de sección circular o de sección rectangular. Tanto unos como otros están revestidos de piedra seca o mampostería, pero también los hallamos excavados directamente en el material original, sin ningún tipo de refuerzo. La distancia que existe entre los pozos es muy variable entre diferentes galerías y entre la misma cimbra. Es por ello que es difícil aventurar unas distancias medias que sirvan de patrón para este tipo de galerías drenantes, pero también para otras como los qanat(s). Muchas cimbras han sido periódicamente reparadas y las huellas quedan reflejadas tanto en la galería como en los pozos de aireación; esto se puede apreciar en la alternancia de materiales en algunos tramos, y en la presencia de materiales más modernos como el ladrillo, bloque de hormigón y el cemento.

Las zanjas

Son una variedad de cimbras cuyo rasgo definitorio es que han sido construidas a cielo abierto. Su origen está en la captación de aguas muy someras del subálveo de un cauce. Las zanjas han sido abiertas hasta alcanzar el nivel freático, con una sección rectangular o trapezoidal. Al igual que las cimbras la solera o piso de la zanja tiene una pendiente muy suave para que el agua mane por gravedad al exterior, y los hastiales o paredes están entibados de piedra o no dependiendo de la estabilidad de las arenas. Una vez abierta toda la zanja se cierra con losas de piedra planas formando un dintel, que seguidamente es cubierto de tierra. Los aportes de sedimentos de las avenidas finalizan la labor, dejando las zanjas por debajo de la solera del cauce. Las dimensiones internas de la galería que queda son muy pequeñas (1,20 metros de alto por unos 70 cm de ancho), lo que hace difícil las tareas de limpieza. A diferencia de las cimbras y de los qanat(s), las zanjas no cuentan con pozos de aireación. Cuando se hace necesaria su limpieza interna el procedimiento seguido consiste en la apertura de un agujero en los materiales del lecho y levantamiento de una de las losas que forman el dintel del techo, para acceder a la galería. Ejemplos de zanjas son: la Zanja en Purchena, Fuente del Ángel en Oria, Zanja de Gachasmigas, Zanja de la Huerta de Judas, Zanja de los Vaqueros y Zanja de la Hoya Alta en Cantoria.

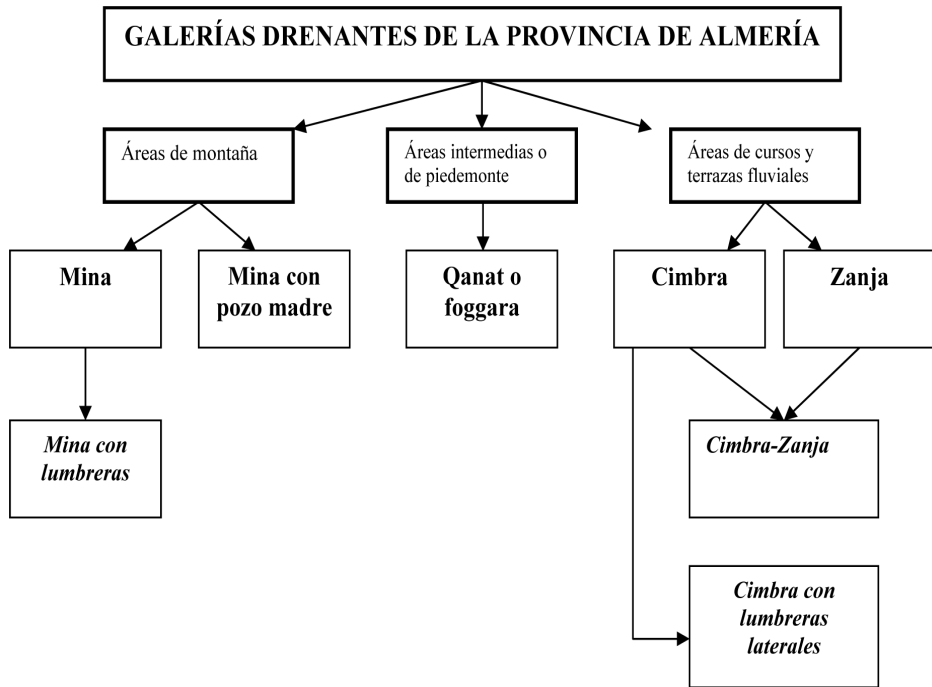


Figura 7. Cuadro resumen de los tipos de galerías de la provincia de Almería.

Antes de finalizar la tipología de las galerías drenantes es necesario destacar algunas variaciones o subtipos, cuyas características les confieren un valor de excepcionalidad. Se trata de aquellas *galerías o cimbras* que, en su trazado por el interior de una terraza fluvial, dispone de *pozos de aireación laterales* u horizontales, en lugar de ser verticales. No se trata de un subtipo de cimbra abundante, pero sí que se han localizado algunos ejemplos (Fuente de Mayordomo en Sorbas), de los cuales uno de ellos es especialmente interesante. Se trata de la Fuente de Santa Fe de Mondújar cuyas lumbreras laterales, además de servir para la extracción de materiales durante su construcción y de acceso al interior de la galería para su limpieza, funcionan como puntos de salida del agua a las acequias. Es decir, cada una de las aperturas ejercen una doble función: de pozo de aireación y de bocamina. Esta tipología de galería también se ha podido catalogar en Murcia.

Otra de las excepciones localizadas ha sido un subtipo de *galería/alcauón* cuyas lumbreras laterales sirven para que el agua del río Aguas, embalsadas mediante un pequeño azud, se introduzcan en el interior de la galería que, con una suave pendiente, las conduce hasta las tierras de cultivo. No obstante, la galería excavada en yesos también capta las aguas del acuífero. Esta galería se halla en la aldea de Los Molinos del Río Aguas en Sorbas.

Tabla 2. Tipología de las galerías drenantes inventariadas en la provincia de Almería.

NOMBRE CAPTACIÓN	MUNICIPIO	TIPOLOGÍA
Cimbra del Morellón	Abla	Cimbra
Fuente de Mayordomo	Sorbas	Cimbra con lumbrera lateral
Fuente del Alcaudique	Berja	Mina
Fuente del Almez	Berja	Mina
Fuente del Oro	Berja	Mina
Fuente de la Higuera	Berja	Mina
Mina de la Balsa Seca (Pozo de San Antonio)	Instinción	Cimbra-Zanja
Mina de Don Juan	Instinción	Mina
Mina del Cortijo de El Ejido	Instinción	Mina
Mina de la Balsa de la Murtera de Abajo	Instinción	Mina
Mina de la Balsa Larga	Instinción	Mina
Mina del Altico	Instinción	Mina
Mina de San José (Pozo de San José)	Instinción	Mina
Mina del Nacimiento	Laújar de Andarax	Mina
Fuente del Cortijo Moreno	Berja	Mina
Fuente de Riguarte	Berja	Mina
Fuente de la Parra	Fondón	Mina
Fuente del Nacimiento de Beires (Abajo)	Beires	Mina
Fuente del Nacimiento de Beires (Arriba)	Beires	Mina con lumbrera
Fuente de los Ortas	Illar	Cimbra
Fuente de la Parrona	Adra	Cimbra
Fuente de Pechina	Pechina	Cimbra
Fuente de Alhama	Alhama de Almería	Qanat
Mina de Santa Ana	Illar	Qanat
Fuente de Espeliz	Tabernas	Qanat
Fuente de Huércal	Huércal de Almería	Cimbra
Fuente de Benahadux	Benahadux	Cimbra
Fuente de Rioja	Rioja	Cimbra
Fuente de Abastecimiento Público de Santa Fe	Santa Fe de Moduja	Cimbra con lumbreras laterales
Fuente del Porvenir	Illar	Qanat
Fuente de las Viñas	Abrucena	Cimbra
Cimbra La Carrera	Abla	Cimbra
Cimbra de la Fuente de Fatabla	Abla	Cimbra
Cimbra de la Fuente de Cocer	Abla	Cimbra
Mina de la Fuente del Manzano	Abla	Cimbra
Cimbra de las Peñuelas	Abla	Cimbra
Mina de la Fuente de la Pileta	Abla	Cimbra
Mina del Carancol	Fiñana	Cimbra
Fuente Matías	Abrucena	Cimbra
Fuente Moras	Sorbas	Qanat
Fuente del Carmen	Tabernas	Cimbra-Zanja
Mina del Santísimo o las Minas de Bacares	Bacares	Mina
Fuente Nueva	Dalías	Mina
Fuente Colorá	Gergal	Cimbra-Zanja
Fuente de las Alcubillas	Alboloduy	Cimbra
Cimbra de la Fuente Galindo	Las Tres Villas	Cimbra
Fuente de San Sebastián	Somontín	Qanat
Fuente de los Caños (Fuente de los Dos Hilos)	Lúcar	Qanat
Fuente del Molinillo (Fuente de los Dos Hilos)	Lúcar	Qanat
La Zanja del Gadil	Armunia de Almanzora	Cimbra-Zanja
Fuente del Marchalillo	Lúcar	Qanat
Zanja de Chaulena-Padules	Armunia de Almanzora	Cimbra-Zanja
Fuente o Zanja del Burro (Zanja de los Corella)	Cantoria	Zanja
Zanja de la Huerta de Judas	Cantoria	Zanja
Zanja de Gachasmigas	Cantoria	Zanja
Zanja de los Vaqueros, Moreal o Moreral	Cantoria	Zanja
Zanja de la Hoya Alta	Cantoria	Zanja
Fuente Demetrio	Albox	Cimbra-Zanja
Fuente de los Caños (Fuente de los Dos Hilos)	Albox	Cimbra-Zanja

Tabla 2. Tipología de las galerías drenantes inventariadas en la provincia de Almería. (Cont.)

Fuente de la Capita	Albox	Cimbra-Zanja
Fuente del Marqués	Albox	Cimbra-Zanja
Fuente de Toribía	Cantoria	Cimbra
Fuente de la Hoya Serna	Vélez Rubio	Cimbra-Zanja
Fuente de la Canaleja	Vélez Rubio	Cimbra-Zanja
Fuente Grande	Vélez Rubio	Qanat
Galería del Cortijo del Pino	Vélez Rubio	Qanat
Fuente de los Siete Caños	María	Qanat
Caño de los Huertos	Chirivel	Cimbra-Zanja
Fuente del Marchar	Cantoria	Cimbra-Zanja
Cimbra de Calafa	Zurgena	Cimbra-Zanja
Cimbra del Pago Molino o Matorno	Zurgena	Cimbra
Fuente de Ginés	Purchena	Mina
Mina de la Fuente de la Parra	Adra	Mina con pozo madre
Cimbra de los Tíos Mancos	Adra	Cimbra-Zanja
Fuente Pura o de los Estudiantes	Adra	Mina
Fuente de Enmedio	Adra	Mina
Cimbra de la Fuente de Guainos	Adra	Cimbra
Mina de la Fuente de la Alcazaba	Adra	Mina
Cimbra de la Fuente de Viator	Viator	Cimbra
La Fuente	Alcudia de Monteagudo	Qanat
Fuente de Alhabia	Alcudia de Monteagudo	Mina con pozo madre
Fuente de Alhabia (2)	Alcudia de Monteagudo	Mina con pozo madre
Fuente de Alhabia del Barrio de Abajo	Alcudia de Monteagudo	Mina con pozo madre
Qanat	Alcudia de Monteagudo	Mina con pozo madre
Fuente de la Quinta	Alhama de Almería	Cimbra
Qanat de los Benaguaciles	Alcudia de Monteagudo	Mina con pozo madre
Mina de la Alberca	Canjáyar	Mina
Mina en Benahadux	Benahadux	Mina
La Zanja	Purchena	Cimbra-Zanja
Fuente del Cocón	Oria	Cimbra
Fuente de Mercedes	Oria	Cimbra
Fuente de Padules	Purchena	Cimbra
Cimbra o Fuente de los Donatos	Serón	Cimbra
Cimbra de los Vergara	Serón	Cimbra
Cimbra o Fuente de la Vega	Serón	Cimbra
Fuente de San Pedro	Tijola	Cimbra
Fuente del Estrecho	Taberno	Cimbra
Fuente del Gor	Huércal-Overa	Cimbra
Cimbra de la Fuente Amarga	Huércal-Overa	Cimbra
Fuente del Mojón	Albox	Cimbra
Fuente del Ángel o la Cimbrica	Oria	Cimbra-Zanja
Fuente o Balsa Vieja	Oria	Cimbra-Zanja
Mina de los Chorradores	Bédar	Mina con lumbrera
Cuesta de la Mina	Albanchez	Mina
Fuente de la Piedra del Cura	Albanchez	Cimbra
Fuente de la Balsa de los Arrieros	Lubrín	Cimbra
Qanat de la Balsa de Canales	Vélez Blanco	Qanat
Qanat del Cortijo de Casanova	Vélez Blanco	Qanat
Caño del Cambronero	Chirivel	Cimbra-Zanja
Caño de la Hila	Chirivel	Cimbra-Zanja
Fuente de los Caños	Chirivel	Cimbra
Caño de la Tejera	Chirivel	Cimbra
Mina desaparecida de la Parra	Adra	Mina
Cimbra de la Fuente del Mamí	Almería	Cimbra
Qanat en la Partida del Marchal de Araoz	Benahadux	Qanat
Qanat Partida del Marchal de Araoz	Benahadux	Qanat
Qanat de la Fuente Grande de Vera	Vera	Qanat
Fuente Chica / Fuente de los 4 caños de Vera	Vera	Qanat
Fuente del Hatico	Vera	Qanat
Fuente de los Molinos del Río Aguas	Sorbas	Galería- Alcavón

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El estudio e inventario desarrollado en Almería sobre las galerías drenantes, mediante el cual pretendíamos analizar la relevancia de estos elementos de abastecimiento hídrico y sus rasgos morfológicos, ha constatado dos hipótesis de partida: el elevado número de captaciones subterráneas de agua por el territorio provincial y su variedad tipológica. Las condiciones ambientales de Almería han propiciado el uso de técnicas de captación de aguas freáticas, debido a la escasez e irregularidad de las de escorrentía. El trabajo, lejos de abordar aspectos históricos o jurídicos, ha mostrado desde una perspectiva geográfica que pese a que los esquemas básicos de funcionamiento de las galerías drenantes son comunes, existen variaciones entre ellas. Variaciones que atienden a las técnicas constructivas, a los ambientes geográficos en los que se construyen, a las formas y dimensiones que tienen, a los materiales empleados...

H. Goblot, en su libro *Les Qanats* (1979) describe cuáles son las técnicas utilizadas en la construcción de un qanat o foggara. Se basa en las antiguas técnicas mineras de excavación subterránea. Este autor establece una clara diferencia entre los qanat(s) y el resto de captaciones horizontales. Por el contrario, M. Barceló en su publicación *Les aigües cercades* (1986), se opone a los principios de Goblot afirmando que los qanat(s) no tienen por qué estar exclusivamente contruidos con técnicas mineras. Defiende que cuando el agua freática no se encuentra a gran profundidad, se puede realizar la apertura de una zanja y su posterior recubrimiento, para la construcción de la galería drenante. Wilkinson (1977) entiende por qanat cualquier tipo de galería drenante sea del tipo que sea. Como se puede observar, la discusión planteada sobre la construcción de las captaciones permite confirmar la variedad tipológica de galerías drenantes, mostrada en los resultados de este artículo. Establecer una clasificación tipológica no es una tarea fácil; todavía quedan dudas que resolver.

La carencia de documentación escrita dificulta el conocimiento acerca del diseño original de las galerías. Algunos autores defienden que para considerar a una captación como qanat o foggara ésta ha de tener unos rasgos específicos y localizarse en unos ambientes geográficos concretos. Otros abogan por un mestizaje, es decir por la fusión de las técnicas constructivas que se refleja, como se ha analizado en el presente artículo, en una variedad tipológica de galerías drenantes. No obstante, la clasificación no es una labor sencilla. No se ha podido resolver si el origen de muchas galerías estuvo en un pozo madre, con lo que habrían sido clasificadas como qanat, y posteriormente se progresó en la excavación; o si la galería fue abierta directamente del punto deseado hasta localizar el nivel freático. En el caso de aquellas galerías cuya cubierta o techo está formado por un dintel de piedras planas o de losas, y que no cuentan, generalmente, con pozos de aireación, la hipótesis que se presenta es que fueron construidas a cielo abierto, en zanja, y posteriormente se cubrieron artificialmente primero y después gracias a los aportes de las avenidas. Este proceso explica que actualmente la galería se halla a más metros de profundidad de la superficie que en el momento de su construcción.

M. Barceló (1986) expone que las galerías almerienses no son qanat(s) en sentido estricto, debido al origen subálveo de las aguas. Sin embargo, autores como Roth y Shütt (2001) o como Tyrakoswsky (2001) defienden la existencia de qanat(s) en la comarca de los Vélez. Autores locales como Sáez Lorite (1977) y Ferré Bueno (1979) exponen que las galerías drenantes localizadas en los ríos Andarax y Almanzora, denominadas localmente cimbras o zanjás, son del tipo foggara como las que existen en las zonas subáridas del Norte de África

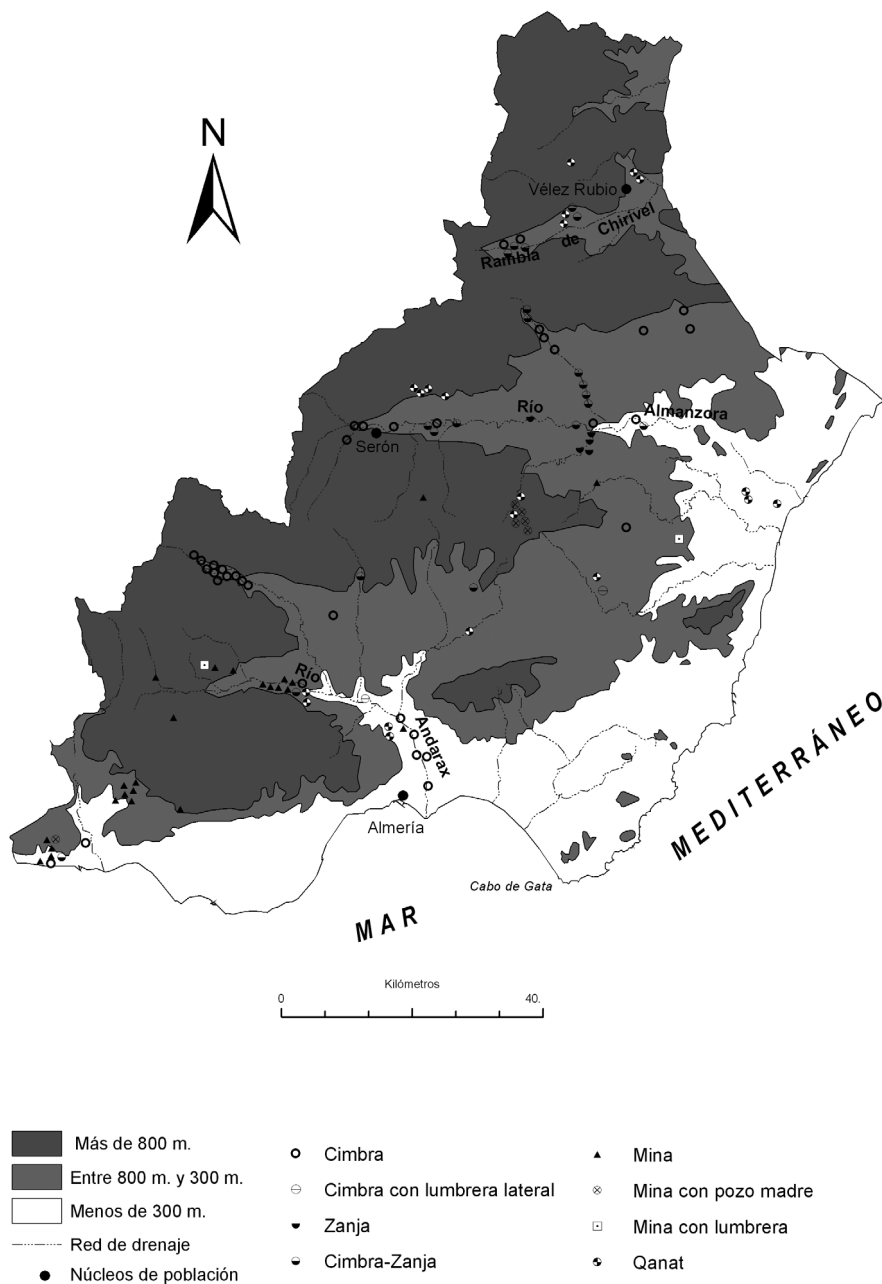


Figura 8. Distribución geográfica de los tipos de galerías inventariados drenantes en la provincia de Almería.

[26]

ca. Con los actuales conocimientos de las captaciones almerienses aún es arriesgado realizar afirmaciones categóricas en uno u otro sentido, aunque nuestro estudio nos inclina hacia la defensa de un mestizaje de las técnicas originarias del qanat o foggara. No obstante, lo que sí es evidente es que existe un destacado aprovechamiento de las aguas subterráneas mediante su captación a través de galerías drenantes, cuyo origen está en la tradición, tras un proceso histórico de evolución técnica y de mestizaje, de los qanat(s) y foggaras que los musulmanes importaron del Próximo Oriente y del Norte de África.

En la actualidad el uso de las galerías drenantes en Almería se está viendo reducido de una manera acelerada. Este fenómeno es debido fundamentalmente a la reducción o abandono de las prácticas agrícolas en determinadas zonas, y al descenso de los niveles freáticos de los acuíferos con motivo de la proliferación de pozos de bombeo, en aquellas áreas de expansión agrícola y de demanda de agua para actividades industriales y urbanas. En el primer caso, la crisis agrícola provoca el no uso y mantenimiento de las infraestructuras de regadío. Las galerías necesitan de una periódica limpieza y reparaciones. La ausencia de este mantenimiento ha provocado el colapso y emboce de muchas, perdiéndose un rico patrimonio cultural. En el segundo caso, la bajada de las aguas del acuífero ha reducido de forma alarmante los caudales de las galerías, cuando no los ha hecho desaparecer totalmente. Una manera de mantener esta rica arquitectura del agua es recuperando el uso para el que fueron creadas; en este sentido se han observado experiencias que, pese a no pretender inicialmente ese objetivo, han abierto una esperanza al mantenimiento de las galerías drenantes. Se trata del aprovechamiento en el curso medio y bajo del Andarax, del túnel subterráneo ya excavado de la galería, para conducir a través de él las aguas extraídas del acuífero, ahora a un nivel inferior, mediante un sondeo o pozo. De esta manera, las Comunidades de Regantes se ahorran los costes que supone elevar las aguas hasta la superficie y construir nuevas canalizaciones, evitan las pérdidas por evaporación y preservan estas espectaculares obras de ingeniería hidráulica, fruto del esfuerzo ingente de sucesivas generaciones de almerienses.

BIBLIOGRAFÍA

- AL-HASSAN, A y HILL, D. R. (1992): *Islamic Technology*. Cambridge University Press, London.
- BARCELÓ, M.. et al. (1986): *Les aigües cercades: els qanats de l'illa de Mallorca*. Institut d'Estudis Balearics, Palma de Mallorca.
- 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.
- BRIGGS, L. C. (1960): *Tribes of the Sahara*. Ed. Mass, Cambridge.
- CANTERO, P. A.(2005): Arquitectura del Agua: el espacio del agua., en *PH.Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*,18. pp.86-92.
- CAPEL MOLINA, J. J. (2000): *El clima de la península Ibérica*. Editorial Ariel S.A., Barcelona.
- CAPELLÀ I MITERNIQUE, H. y LOIS GONZÁLEZ, R. C. (2002): Geografía cultural: la gran desconocida, en *Boletín de la A.G.E.* 34 pp.11-18.
- CARA BARRIONUEVO, L. (1996): La construcción de un territorio. Una aproximación histórica al paisaje agrario de Adra (Almería), en *Paralelo 37.Revista de Estudios Geográficos*, 17 pp.49-65.

- CASTILLO, J. M., RODRÍGUEZ, J. E. y SÁNCHEZ, A. (1996): Agua, paisaje y medio ambiente. Itinerario por la vega de Almería y los campos de Nijar, en *Paralelo 37. Revista de Estudios Geográficos*, 17 pp.133-150.
- FERRE BUENO, E. (1979): *El Valle del Almanzora. Estudio Geográfico*. Excma. Diputación Provincial de Almería. Caja de Ahorros de Almería, Almería.
- GARCÍA LATORRE, J.(1998): La agricultura almeriense antes y después de la expulsión de los moriscos. Una aproximación cuantitativa, en *Chronica Nova*, 25 pp. 275-300.
- HERMOSILLA PLA, J.. (2002): *El patrimonio del agua en el Valle de Ayora-Cofrentes*. Direcció General de Patrimoni Artístic. Conselleria de Cultura i Educació, Valencia.
- IRANZO, E. (2004): Las foggaras o minas de agua, en HERMOSILLA PLA, J.(dir.), *La Arquitectura del Agua en el Riu Magre: Alcalans-Marquesat*. Dirección General de Patrimonio Cultural Valenciano. Conselleria de Cultura i Educació. Generalitat Valenciana, Valencia, pp. 163-178.
- KOBORI, I. (1979): Qanawat Romani of Taibe Oasis, en *Bulletin of Departament of Geography*,11 pp.1-32 .
- LENTISCO PUCHE, J. D. (2002): De despensa agrícola a recurso turístico. Evolución y transformación del monte velezano (S. XVI-XX), en SÁNCHEZ, A. (dir.), *Historia y medio ambiente en el territorio almeriense*. Universidad de Almería. Servicio de Publicaciones, Almería.
- LÓPEZ RUIZ, J. y RODRÍGUEZ, E. (1980): La región volcánica neógena del sureste de España, en *Estudios Geológicos* 36, pp. 5-63.
- 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)*. Instituto de Estudios Almerienses. Departamento de Historia, Almería.
- MARTÍN ALGARRA, A. (1987): Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética. Tesis doctoral, Universidad de Granada.
- MARTÍN VIDE, J. y OLCINA CANTOS, J. (2001): *Climas y tiempos de España*. Alianza Editorial, Madrid.
- MATHER, A.E. et al. (2001): *A field guide to the Neogene sedimentary basins of the Almería Province, SE Spain*. Blackwell Science Ltd, London.
- MUÑOZ, J.A. y NAVARRO, I. (2000): La rambla de Chirivel. Estudio de un sistema hidráulico tradicional en la comarca de los Vélez en *Revista Velezana*, pp. 91-104.
- OLIEL, J. (1994): *Les juifs au sahara; le Touat au moyen-âge*. CNRS-histoire, París.
- PALERM, J., PIMENTEL, J.y SÁNCHEZ, M. (2001): Técnicas Hidráulicas en México: Paralelismos con el Viejo Mundo. II. Galerías Filtrantes, en *Actas del II Encuentro sobre Historia y Medio Ambiente*. XIII Economic History Congress, Huesca.
- POCKLINGTON, R. (1988): Topografía y sistemas de captación de agua en Sharq Al-Andalus, en *Agua y poblamiento musulmán*. Ajuntament de Benissa, Benissa.
- RIOJA, C. (1999): La catalogación del Patrimonio Etnográfico como medio de protección, en *Patrimonio Etnológico: nuevas perspectivas de estudio*. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Sevilla.
- RODRÍGUEZ, J. E. y SEGURA, D. (2002): Cambios en la organización hidráulica de la Vega de Almería, en SÁNCHEZ, A. (dir.), *Historia y medio ambiente en el territorio almeriense*. Universidad de Almería. Servicio de Publicaciones, Almería.
- RON, Z. (1995): Sistema de manantiales y terrazas irrigadas en las montañas mediterráneas, en *Agricultura y regadío en Al-Andalus. (II Coloquio de Historia y Medio Físico)*.

- Instituto de Estudios Almerienses y Grupo de Investigación Toponimia, Historia y Arqueología del Reino de Granada, Almería.
- ROSSELLÓ-BORDOY, G. (1986): Els qanat(s) a Mallorca: un avena a l'estudi de les seves tècniques constructives, en BARCELÓ, M. *et al.*: *Les aigües cercades: els qanats de l'illa de Mallorca*, Institut d'Estudis Balearics, Palma de Mallorca.
- ROTH, D. y SCHÜTT, B. (2001): Las galerías con lumbreras (qanat): Obras maestras de la ingeniería rural amenazadas, en *Revista Velezana*, pp. 53-64.
- SÁEZ LORITE, M. (1977): *El Valle del Andarax y Campo de Nijar*. Sección de Geografía. Universidad de Granada, Granada.
- SÁNCHEZ PICÓN, A. y RODRÍGUEZ VAQUERO, J. E. (1989): Nuevos riegos en la Almería del Siglo XIX. Ideas para un esquema, en *El Agua en las Zonas Áridas: Arqueología e Historia*. Instituto de Estudios Almerienses. Departamento de Historia., Almería.
- SEGURA, D. (2005): Agua y regadío en el Bajo Andarax (Río de Almería), en *Agua, Tierra y Sociedad en el Río de Almería de la Época Islámica a la Cristiana (S. XV - XVI)*. Almería.
- SEGURA, D. (2005): Infraestructuras y administración de las aguas, en *Agua, Tierra y Sociedad en el Río de Almería de la Época Islámica a la Cristiana (S. XV - XVI)*, Almería.
- TYRAKOWSKI, K. (2001): Kulturelle aspekte des geographischen inventars der region Los Vélez, en: Roth, D., Schütt, B. y Baumhauer, R. (Hrsg): *Los Vélez, ein landskundlicher Reiseführer für eine Region in Südost-Spanien*. Trierer Geographische Studien, H. 24, S. 97-116
- TROLL, C. and BRAUN, C. (1972): Madrid: die wasserversorgung der stadt durch Qanate im laufe der geschichte; *Wiesbaden*. Franz Steiner Verlag, Germany.
- VISERAS, C. *et al.* (2004): Cuencas neógenas postorogénicas de la Cordillera Bética en VERA, J. (ed.), *Geología de España*, SGE-IGME, Madrid, pp. 576-581.
- WILKINSON, J. C. (1977): *Water and Tribal Settlement in South East Arabia: a study of the Aflâj of Oman*. Cambridge University Press, London.

