

---

## AGUA Y ACEQUIAS EN LA ALPUJARRA (SIERRA NEVADA)

---

**Antonio Castillo Martín**

**Consejo Superior de Investigaciones Científicas e Instituto del Agua de la Universidad de Granada**

### RESUMEN

El agua en Sierra Nevada representa un precioso ypreciado recurso, del que, sorprendentemente, no se conocen aún bastantes aspectos básicos. La catalogación de este espacio como parques Nacional y Natural debería servir para definir una política de actuaciones hídricas, que conciliara los intereses ancestrales de los lugareños con una adecuada conservación ambiental, en la que el agua es pieza clave en la conformación del paisaje y en el mantenimiento de ecosistemas de gran valor.

En ese contexto, este artículo pretende ser un elemento educativo, divulgando una serie de conocimientos básicos sobre el agua en La Alpujarra, al tiempo que se vierten algunas reflexiones y juicios sobre cuestiones especialmente controvertidas alrededor del agua.

**Palabras clave:** recursos hídricos, acequias, medio ambiente, La Alpujarra

### ABSTRACT

Water in Sierra Nevada represents a valuable and precious resource, from which, surprisingly, we do not know enough about its basic aspects yet. The catalogue of this area as National and Natural parks should serve the purpose to define a policy on water actions, that would reconcile the oldest interest of the local people whith an adequate environmental preservation, where the water is the key sign in the formation of the landscape and in the preservation of such a valuable ecosystem.

In this context, this article expects to be an educational element, spreading basic knowledge about water in Alpujarra, as well as expresing a few thoughts and facts about highly controversial subjects on the water issue.

**Key words:** water resources, ditches, environment, Alpujarra

### DELIMITACIÓN HIDROLOGICA DE LA ALPUJARRA

El sistema hídrico de Sierra Nevada ha sido delimitado y descrito en varios trabajos (Castillo, 1985, 1988 y 1993, Castillo *et al.*, 1996a). Como parte de ese conjunto, La Alpujarra podría corresponder con el área drenada por las cuencas comprendidas entre los ríos Lanjarón (al oeste) y Nacimiento (al este), coincidiendo, a grandes rasgos, con la vertiente mediterránea de Sierra Nevada (con excepción de las cuencas de los ríos Dúrcal y Torrente-Valle de Lecrín, y de una pequeña parte de la cuenca del río Nacimiento, que drena la vertiente atlántica). El límite meridional de estas cuencas sería el definido, aproximadamente, por el denominado corredor de La Alpujarra, al oeste coincidente con el curso del río Guadalfeo y más al este con la depresión de Ugíjar-Canjáyar.

La superficie comprendida por esas cuencas es de unos 1.000 km<sup>2</sup>, aproximadamente la mitad de la del conjunto del sistema hídrico de Sierra Nevada. Desde el punto de vista

hidrológico, el área se ubica en la Confederación Hidrográfica del Sur de España (CHSE), o Cuenca Sur. Tres serían las grandes subcuencas existentes; la del río Guadalfeo, integrada por los ríos Lanjarón, Chico, Poqueira (o Mulhacén), Trevélez y Cádiar; la del río Adra, compuesta por los ríos Mecina, Válor, Nechite, Laroles, Bayárcal y Alcolea; y por fin, la del río Andarax, en la que se incluyen los ríos Laujar y Nacimiento.

Ni que decir tiene que esta vasta extensión, con desigualdades altimétricas tan notables como la que va desde el pico Mulhacén, con 3.481 m, hasta las proximidades de Orgiva, a tan sólo 450 m sobre el nivel del mar, o la que puede establecerse en sentido este-oeste, entre las poblaciones de Alboloduy y Lanjarón, infieren al conjunto unas heterogeneidades ambientales, y especialmente climáticas e hidrológicas, muy marcadas, que dificultan la síntesis del conjunto.

## LA PRECIPITACIÓN EN LA ALPUJARRA

Siempre que se habla de agua, se suele empezar por la que cae del cielo, origen de todas las demás. Ya se ha escrito en multitud de trabajos que la caracterización de estos aportes es una asignatura pendiente en Sierra Nevada, y ello se debe, sobre todo, a la falta de pluviómetros suficientes, así como a la práctica inexistencia de nivómetros y pluviógrafos. Siendo esta falta de aparataje habitual en sistemas de montaña, La Alpujarra no es una excepción, sino más bien un caso de excepcional abandono.

En el momento actual, y con las salvedades de registro ya comentadas, se supone que la línea de cumbres, situada por encima de los 3.000 m, posee una pluviometría media anual del orden de 1.300 mm ( $l/m^2$ ), que desciende hasta los 400 mm en el sector más oriental, entre las localidades de Ugíjar y Alboloduy. Como se ve, existe una extrema irregularidad espacial, y también temporal, de estas aportaciones pluviométricas; ello se ligaría a la fuerte influencia orográfica del macizo, tanto altitudinal, como lateral (irregularidad espacial), junto a las características propias del clima mediterráneo (irregularidad temporal). Fruto de la variabilidad espacial sería la existencia de diferentes zonas hidrológicas, desde las húmedas y frías de las cabeceras occidentales, hasta las semisecas y cálidas (semiáridas) de las partes bajas en las cuencas más orientales.

Siendo difícil generalizar, el mes más lluvioso suele corresponder con Diciembre, seguido por los de Noviembre, Enero, Febrero y Marzo, y el más seco el de Julio, seguido por Agosto. Por encima de los 2.000 m de altitud el 75 % de las precipitaciones lo son en forma sólida, y ocurren fundamentalmente entre los meses de Diciembre a Febrero.

Muy poco puede decirse de las aportaciones llamadas ocultas, esto es, las recibidas por condensación e intercepción. Se supone que tienen una influencia notable en La Alpujarra, debido a las amplias y rápidas oscilaciones térmicas, a la elevada intercepción topográfica y a la importante afluencia de masas húmedas desde el cercano mar Mediterráneo. A estas aportaciones se deberían la presencia y mantenimiento de algunas masas arbóreas caducifolias de La Alpujarra, propias de localizaciones más húmedas y con estiajes más suaves.

Tampoco son fáciles de cuantificar las pérdidas por evapotranspiración otra vez a la atmósfera, e incluso por evaporación directa desde la capa nival (sublimación), lo que nos daría, por diferencia, la cantidad de agua finalmente disponible (infiltración más escorrentía superficial), o lo que es lo mismo, los recursos hídricos renovables. En la actualidad se supone que las pérdidas medias por evapotranspiración en La Alpujarra son del orden del 35-40 % (Al-Alwani, 1991, 1992)

## LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN LA ALPUJARRA. LOS RÍOS

Una parte de las aguas de precipitación no evapotranspirada escurre superficialmente dando lugar a arroyos y ríos. Esto es lo que llamamos aguas superficiales, a diferencia de las subterráneas, que son las que en un primer momento, después de la precipitación o la fusión de la nieve, se infiltran en el terreno. Debido al carácter poco permeable de la mayor parte de los materiales aflorantes en La Alpujarra (factor litológico), a la fuerte pendiente de las laderas (factor topográfico) y al moderado desarrollo de suelos y cobertura vegetal (factor vegetación), existe una importante tasa de escorrentía superficial, en detrimento de la infiltración. Ello configura un sistema de baja regulación natural, torrencial y de alto poder erosivo, en gran parte atenuado por el importante efecto regulador ejercido por las precipitaciones sólidas (efecto innivación-deshielo, que se comentará más adelante).

Por lo que respecta a la escorrentía, también existe una gran heterogeneidad de comportamientos, directamente dependientes de las variables anteriormente citadas: climatología, topografía, litología, cubierta vegetal y usos del suelo. Así, las cuencas más occidentales (subcuenca del Guadalfeo) presentan coeficientes de escorrentía, caudales específicos e hidrogramas claramente diferenciados del resto, y, sobre todo de las cuencas de los ríos Laujar y Nacimiento, en La Alpujarra oriental. Los coeficientes de escorrentía fluctúan entre el 70 y el 10 %; los caudales específicos entre 20 y menos de 3 l/s.km<sup>2</sup>; y los hidrogramas entre aquellos propios de régimen nival húmedo y los de régimen pluvial semiseco (Pulido-Bosch, *et al.*, 1986, Al-Alwani, 1992 y Castillo, *et al.*, 1996b).

Así, en los ríos occidentales, los máximos caudales se registran en Mayo-Junio, seguidos por Marzo, y los mínimos en Septiembre, seguidos por Agosto. En los ríos más orientales, el régimen dominante es pluvial, con poca influencia nival; los deshielos son más cortos y adelantados, produciendo máximos de caudal en Febrero, seguido por los meses de Enero y Diciembre, mientras que los mínimos se producen en Septiembre y Agosto (Castillo, 1985, Pulido-Bosch, *et al.*, 1986 y Al-Alwani, 1992).

Naturalmente, no toda el agua que transportan estos ríos de La Alpujarra es de origen superficial. Una parte notable es de circulación subsuperficial, esto es, de aquellas aguas emergidas tras haberse infiltrado en la capa superficial de alteración y fracturación de la roca; otra parte, ya minoritaria, procede de surgencias situadas en las partes medias-bajas de las cuencas, de circulación profunda. Tampoco se sabe con precisión cual es el desglose de estas partidas de aguas para los ríos de La Alpujarra. Algunos estudios (para los ríos Poqueira y Trevélez) apuntan a que la tasa de descarga subsuperficial y subterránea es del orden del 40 % (Al-Alwani, 1992). Estudios realizados en la vertiente norte de Sierra Nevada (en los ríos Genil, Monachil y Dílar) estiman que las aportaciones subsuperficiales y subterráneas a los ríos alcanzan el 50 % (Pulido-Bosch, 1980 y Castillo, 1993). Todo esto enlaza con el objeto del siguiente epígrafe, dedicado a las aguas subsuperficiales y subterráneas.

## LA INFILTRACIÓN EN LA ALPUJARRA. LOS MANANTIALES

La Alpujarra, considerada, a grandes rasgos, como la vertiente sur del sistema hídrico de Sierra Nevada, está integrada, en más del 90 % de su extensión, por materiales esquistosos, poco permeables, del denominado Complejo Nevado-Filábride, perteneciente, a su vez, a la zona interna de las Cordilleras Béticas. Sólo una mínima proporción del territorio, unos 60 km<sup>2</sup>, está ocupada por materiales carbonatados del Complejo Alpujárride, situado tectónicamente sobre el anterior, que si son relativamente permeables, constituyendo un acuífero por fisuración y karstificación, que es conocido como Acuífero carbonatado de las Alpujarras (Diputación de Granada e ITGE, 1990; Castillo *et al.*, 1996a). Así pues, esta simplificación litológica conforma, a grandes rasgos, dos conjuntos de diferente comportamiento hidrogeológico: el de los esquistos

nevado-filábrides y el de los carbonatos alpujárrides.

El comportamiento hidrogeológico de los esquistos nevado-filábrides ha sido poco estudiado hasta el momento, posiblemente por haberseles atribuido tradicionalmente un escaso valor hidrogeológico. Hoy día sabemos que estos materiales, y en general todos los que se han dado en denominar Arocas duras, no son tan impermeables como se creía, sobre todo debido a la capa de alteración y a la fracturación propia de estos materiales esquistosos. Como se ha comentado anteriormente, diversos estudios, tanto en la vertiente norte de Sierra Nevada (Pulido-Bosch, 1980, Castillo, 1993), como en la Sur (Al-Alwani, 1992), evalúan las aportaciones subsuperficiales y subterráneas a los ríos entre un 35 % y más del 50 %, si bien hay que aclarar, que la mayor parte de las aguas infiltradas responden a flujos someros y de corto recorrido.

En los esquistos nevado-filábrides se diferencian, a grandes rasgos, dos tipos de flujo: uno subsuperficial, de naturaleza epidérmica, ligado a la franja de depósitos, alteración y fracturación más superficial, y otro profundo (subterráneo en sentido estricto), relacionado con la circulación a través de grandes fracturas, accidentes tectónicos y niveles de mármoles y cuarcitas interestratificadas. Al primer tipo de flujo responden la mayor parte de las surgencias de La Alpujarra, y especialmente las situadas a mayores cotas. Es el caso de los borreguiles, chortales y chorreras de la alta montaña, estrechamente relacionados con depósitos y morfologías glaciares preexistentes, cuyas manifestaciones son claramente visibles en verano por corresponder con manchas verdes, en fuerte contraste con el tono pardusco de la sierra en esa época.

Este flujo epidérmico o subsuperficial tiene una altísima importancia ecológica, ya que aparte de sustentar los pastizales de la alta montaña, es responsable del mantenimiento de los caudales de base fluviales de todos los ríos de La Alpujarra, que en caso contrario quedarían prácticamente secos una vez concluido el deshielo. En los últimos años se viene estudiando el comportamiento hídrico de estos borreguiles y en general de las surgencias del área glacial relictas de Sierra Nevada (Adarve *et al.*, 1997, y Fedeli y Castillo, 1997 y 1998). Estas investigaciones han cuantificado los coeficientes de agotamiento, efecto memoria, y días de inicio y final de los agotamientos de estas surgencias, y consecuentemente, de algunos tramos altos de los ríos de Sierra Nevada. También se ha podido elaborar un modelo de clasificación genética para las surgencias observadas (figura 4).

Otra proliferación importante de este tipo de surgencias es la que se da normalmente alrededor de los núcleos urbanos, en relación con prácticas de derivación de acequias, careos y regadíos en bancales aguas arriba. Se trataría de lo que se conoce como remanentes, es decir surgencias de caudal inestable, en estrecha relación y dependencia de los aportes de aguas superficiales existentes ladera arriba (Pulido-Bosch y Ben Sbih, 1995).

Las surgencias ligadas a circulación profunda, a través de fracturas o niveles interestratificados más transmisivos, son poco importantes a nivel cuantitativo, pero muy interesantes a nivel cualitativo, al generar normalmente aguas minero-medicinales, termales y/o gaseosas. Muchas de estas surgencias jalonan el contacto entre los complejos nevado-filábride (esquistos) y alpujárride (carbonatos). Muy representativa al respecto es el área de Lanjarón, y de sus aguas minero-medicinales, de mesa, termales y/o gaseosas (Rodríguez Gordillo *et al.*, 1981).

Por último, otra pequeña parte de las aguas subterráneas procede de la infiltración a través de los afloramientos carbonatados alpujárrides de las partes bajas de las cuencas. En general se trata de pequeños afloramientos dispersos, con funcionamientos independientes y tasas de infiltración del orden del 30-40 % de la precipitación. En muchos casos actúan de recolectores de aguas de escorrentía del complejo Nevado-filábride o de las aguas filtradas desde acequias y careos.

## RECURSOS HIDRICOS RENOVABLES DE LA ALPUJARRA

El estado actual de conocimientos no permite una gran precisión en la cuantificación de los recursos renovables, precisión que, como es lógico, desciende al aumentar la escala de detalle. Por ello, las cifras que se dan a continuación deben tomarse con cierta cautela. Los recursos drenados superficialmente, esto es, los evacuados por los ríos, se han estimado en unos 620 hm<sup>3</sup>/a para todo el sistema hídrico de Sierra Nevada (Castillo, 1985, Castillo *et al.*, 1996<sup>a</sup>); de ellos, unos 250 hm<sup>3</sup>/a podrían corresponder a La Alpujarra. Por subcuencas hidrográficas, los recursos se repartirían del siguiente modo: río Guadalfeo 210 hm<sup>3</sup>/a, Adra 30 hm<sup>3</sup>/a y Andarax 15 hm<sup>3</sup>/a (Bravo y Velasco, 1985; Castillo, 1985 y 1993). Otros 25 hm<sup>3</sup>/a serían drenados por manantiales y escorrentías de borde e interfluviales, y otros 25 hm<sup>3</sup>/a transferidos de forma oculta hacia depresiones y materiales del contorno. En conjunto, ello representaría unos recursos hídricos totales para La Alpujarra del orden de los 300 hm<sup>3</sup>/a, equivalentes a una aportación promedio continua de unos 9.000 l/s, y una aportación específica de unos 9 l/s. km<sup>2</sup>. Como se ha venido repitiendo, a nivel local las diferencias son muy notables de unas cuencas a otras, no sólo por la diferencia de las aportaciones pluviométricas, sino también por las salidas por evapotranspiración, más cuantiosas en las cuencas orientales. Se estima que las diferencias de las aportaciones específicas (por unidad de superficie) podrían ser en casos extremos de 1 a 7.

## RESERVAS Y REGULACION ANTROPICA

Mientras que los recursos renovables representan las entradas netas (descontadas las pérdidas por evapotranspiración) de agua al sistema en un año medio, las reservas hídricas aluden a la cantidad de agua almacenada en el sistema (sin considerar a los recursos renovables), tanto en el subsuelo, como en los embalses de superficie existentes. En La Alpujarra las reservas de agua son muy limitadas, tanto por la práctica inexistencia de embalses (y de la imposibilidad de construirlos), como por el escaso poder de almacenamiento de los materiales aflorantes.

En concreto, el único embalse en servicio actualmente es el de Beninar, construido en el año 1983 sobre el río Grande de Adra; con una cuenca vertiente de 521 km<sup>2</sup>, posee unas aportaciones renovables de 30 hm<sup>3</sup>/a y una capacidad de almacén de 70 hm<sup>3</sup>, de los que solo son operativos, por fugas, del orden de 20 hm<sup>3</sup>. En fase de construcción está la presa de Rules, sobre el río Guadalfeo; con una cuenca vertiente de 1.070 km<sup>2</sup>, unos recursos renovables de más de 200 hm<sup>3</sup>/a y una capacidad de almacén próxima a los 120 hm<sup>3</sup>.

Como complemento de la regulación del río Guadalfeo, están también las obras proyectadas de trasvase de los ríos Trevélez-Cádir-Yátor a La Contraviesa y de los ríos Trevélez-Cádir a la cuenca del río Adra (Bravo y Velasco, 1985).

También existen multitud de pequeñas obras, que ayudan a la regulación global del sistema, como pueden ser los cientos de diques de corrección hidrológica-forestal realizados, las acequias filtrantes y las diferentes balsas y pantanetas de riego existentes, en gran auge en estos últimos años.

## REGULACIÓN NATURAL EN LA ALPUJARRA: DESHIELO, CUBIERTA VEGETAL Y ACEQUIAS

La vertiente sur del macizo de Sierra Nevada, como la mayor parte de las altas montañas prelitorales, presenta, como se ha comentado, grandes dificultades de regulación y un escaso poder de almacenamiento de las aguas. Ello se debe a varios motivos; el principal es la abrupta orografía existente, lo que de una parte anula las posibilidades de cerradas de embalse, y de otra

dificulta la infiltración de las aguas, aumentando la velocidad, torrencialidad y erosividad de estas; la infiltración se encuentra, además, mermada por la inexistencia de rocas permeables y de una densa y extensa cubierta vegetal.

Por contrapartida, el carácter fuertemente nival de las precipitaciones del macizo por encima de los 2.000 m de altitud, es el principal elemento de regulación (natural y artificial) del sistema. No en vano, se ha asimilado el manto nival de Sierra Nevada con un embalse sin paredes, con un gran volumen de recursos hídricos retenidos en forma sólida. La lenta fusión de la nieve, en el ámbito glaciario y periglaciario relictos, con importantes extensiones de depósitos de alteración, permite la infiltración y circulación subsuperficial de una parte importante de estas aguas de deshielo, lo que no hace sino aumentar el grado de regulación natural debido al deshielo.

### **El papel hidrológico de la cubierta vegetal**

Los testimonios que nos transmitieron en sus escritos los estudiosos y científicos que visitaron la Sierra en los siglos pasados, coinciden en señalar un paisaje degradado y desertizado, sin apenas vegetación, con suelos pobres y erosionados, y con continuas señales de escorrentía, profundas cárcavas, laderas deslizadas, y extensas llanuras de inundación y conos de derrubios en los pie de monte. En ese contexto, se hacía muy difícil la sostenibilidad económica del área, existiendo incluso problemas en los abastecimientos agrícolas y urbanos, tanto por turbideces del agua, como por colmataciones de balsas y deterioro de infraestructuras hídricas.

Así pues, el principal problema de La Alpujarra era la erosión. Era la época de los deslizamientos de laderas por erosiones de base (Baleario de Lanjarón, Soportújar, Carataunas, Barjas, etc; Almagro, 1932) y de los turbiones e inundaciones destructivas. Con ese panorama, en 1925 comienzan los primeros trabajos de restauración en las cuencas de los ríos Chico y Sucio (en la subcuenca del río Guadalfeo). Pero no será hasta 1941 cuando se inicie una gran actividad correctora y repobladora en la mayor parte de las faldas de Sierra Nevada, a cargo del entonces Patrimonio Forestal del Estado; entre las cotas 1.000 a 2.000 se construyeron centenares de diques de corrección hidrológica forestal, al tiempo que se inició un ambicioso programa de repoblación forestal, que alcanza hoy día a cerca de 65.000 ha en toda Sierra Nevada. Esa labor estuvo muy arraigada en los habitantes de La Alpujarra, muchos de los cuales trabajaron durante décadas en los pinos o en la sierra. Fue un duro e ingrato trabajo, tanto por el esfuerzo físico necesario, como por la lentitud de las actuaciones en empezar a generar resultados visibles (si estos no eran antes dilapidados por incendios). Hoy día, sin embargo, los resultados están a la vista, habiéndose conseguido corregir en gran medida la torrencialidad de cauces, deslizamientos de laderas y las pérdidas de suelo. Desde el punto de vista hidrológico, se ha favorecido la retención e infiltración de las aguas, incrementado la laminación de avenidas, disminuida la torrencialidad, aumentado las aportaciones ocultas y la humedad ambiente y favorecido las precipitaciones, aunque por contrapartida, se ha producido el agotamiento de algunas surgencias superficiales por evapotranspiración de dicha vegetación.

Con motivo de los estudios previos para la construcción del embalse de Rules, se realizó un completo estudio de la torrencialidad y erosión de la subcuenca del Guadalfeo (CHSE, 1995, Castillo *et al.*, 1993, 1996c,d), que puso de manifiesto una sensible mejora de la situación de las cuencas reforestadas de la vertiente sur de Sierra Nevada, y especialmente con respecto a sus limítrofes de la vertiente norte de La Contraviesa (ver tabla 2), que permanecen deforestadas y son un grandísimo riesgo para la torrencialidad del área y, de este modo, para la vida útil del futuro embalse de Rules. Ello también permitió comparar la situación erosiva de esta subcuenca con la de otras áreas del sureste peninsular, utilizando la misma metodología de la USLE (tabla 2).

En el momento actual la situación es prometedora, con la declaración de figuras de teóricamente mayor protección (parques natural y nacional), y la existencia de condiciones ambientales mucho más favorables a la revegetación natural. En este sentido, no sólo por la mejora de condiciones naturales como la humedad, insolación, precipitación, contención del suelo, etc), sino también por la disminución de los principales factores de presión que existían sobre la vegetación, como la utilización de combustibles vegetales (debido a la electrificación rural y al acceso al butano doméstico), la roturación de zonas marginales o el sobrepastoreo.

No obstante, pende sobre este prometedor futuro, la permanente amenaza de los incendios forestales, en parte consustanciales con las condiciones climáticas mediterráneas, pero en su origen, no lo olvidemos, producto casi siempre de la mano voluntaria e interesada del hombre.

### **El papel hidrológico ejercido por las acequias**

La fisonomía de La Alpujarra, sobre todo si se la observa desde el excelente mirador de La Contraviesa, está fuertemente condicionada y unida al papel de las acequias que recorren sus laderas en todas direcciones y altitudes. Y esa relación es tan fuerte, que sería muy difícil imaginar una Alpujarra sin este juego continuo del agua escurriendo, infiltrándose y emergiendo continuamente por sus laderas.

En todas las faldas meridionales de Sierra Nevada, son visibles multitud de acequias, de diferentes tipos y edades. Ese esfuerzo ciclópeo fue la respuesta del hombre a la necesidad de satisfacer unas necesidades de abastecimiento, en un sistema de baja regulación, y con estiajes demasiado secos y prolongados. Desde antaño, el único y más eficaz sistema de regulación consistió en derivar las impetuosas aguas del deshielo de los diferentes ríos y manantiales, para jugar con ellas por las laderas, careándolas y favoreciendo su infiltraciones y emergencias continuas, a fin de conseguir retenerlas durante el mayor periodo de tiempo posible en esas montañas de La Alpujarra. Es algo muy parecido a lo realizado en la Vega de Granada con las aguas del deshielo de los ríos Genil, Dílar y Monachil, cuyas acequias irrigan toda aquella vasta extensión y son importantísima fuente de alimentación del macroacuífero de la Vega de Granada. Esta práctica, común en muchos otros lugares del mundo, se extendió también al resto de las vegas del contorno de Sierra Nevada, como las de Guadix-Marquesado, Motril-Salobreña, Valle de Lecrín, o las más pequeñas de Orgiva, Ugíjar, etc.

El objetivo perseguido con estas obras fue múltiple, y de ahí su diferente concepción constructiva. Por un lado, en las derivaciones más altas, casi en los puntos de surgencia (borreguiles y chortales), se buscaba extender al máximo los pastizales de montaña, procurando al mismo tiempo mantenerlos durante el mayor periodo de tiempo posible; estos pastizales constituyen el sustento alimenticio durante el estío de la importante cabaña ganadera que pasta en Sierra Nevada, así como de las poblaciones de cabra montés.

Más abajo, la misión fundamental de estas acequias era la de transportar el agua hasta los campos de cultivo abancalados, muy extendidos desde la Reconquista a lo largo de todas las laderas de la Alpujarra. En muchos casos, además, se abrían boqueras en sitios elegidos para favorecer pastizales más bajos o mantener arboledas de interés económico. Por fin, en otras ocasiones, el objetivo era únicamente el de recargar acuíferos, dejando carear el agua en zonas calizas o de fractura, con el objetivo de incrementar los caudales de las fuentes y remanentes situados más abajo, ya en las proximidades de los pueblos, de las que a su vez salían sistemas de distribución para riego o abastecimiento de poblaciones. Debido a estas diferentes funciones, unas acequias se impermeabilizaban, utilizando siempre elementos del terreno, como lajas (esquistos) y launas (filitas), y otras, las más, se construían sin impermeabilización alguna, practicando las boqueras o aliviaderos en los puntos elegidos.

La mayoría de estas acequias aún se conservan hoy día, constituyendo elementos que, aunque antrópicos, están perfectamente incorporados a la fisonomía natural del macizo, dentro del cual ejercen, entre otros, un importante papel ecológico como sustentadoras de pastizales y de zonas arbóreas de gran valor paisajístico y económico. En gran parte, el carácter húmedo y fresco de La Alpujarra en el estío se debe a este discurrir y carear el agua por sus laderas.

Durante la sequía de principio de los años 90 (1992-95), resurgió con fuerza un debate (con algunas actuaciones ya realizadas) sobre la cementación y/o entubación de algunas de estas acequias, con la finalidad de aumentar los recursos disponibles para regadíos más rentables económicamente aguas abajo, disminuyendo, al mismo tiempo los continuos trabajos de conservación de estas acequias requieren. Estas propuestas de actuación venían precedidas, además, por el generalizado estado de abandono y mala conservación de estas obras, en un clima de progresivo abandono del campo por la población rural y de una escasa solvencia económica de las explotaciones agrícolas de La Alpujarra.

Desde el punto de vista ambiental, esas actuaciones provocan, a mi juicio, unos impactos considerables, que pueden modificar muy sensiblemente la fisonomía de La Alpujarra. Esas actuaciones influyen notablemente en la estética y percepción del paisaje, con líneas de tuberías y viales de acceso, que rompen la armonía visual, hoy día ya naturalizada por la utilización de elementos del terreno (sin viales), y la consolidación de masas húmedas y arbóreas circundantes. Además, la ausencia de pérdidas modificará el ciclo del agua en estas laderas, secando arboledas y pastizales, así como fuentes y manantiales tradicionales.

No obstante, también entiendo a los agricultores, cuyo interés es aumentar las dotaciones de agua de sus huertas, disminuyendo al mismo tiempo los altos costes de conservación de estas conducciones primitivas. Por todo ello, quizás la solución pase por que la Administración se involucre más activamente en la conservación de estas redes hidráulicas, para así repartir los costes de mantenimiento entre quienes deseamos que el equilibrio ecológico actual no se modifique sustancialmente y no se deprecien los valores ambientales del área y los que, además, pretenden seguir ganándose la vida con la agricultura. No se debe olvidar que el hombre alpujarreño es pieza clave del complejo sistema ecológico y cultural del área, y la sociedad está obligada a ayudar en la mejora de sus condiciones de vida, sobre todo si a cambio se pretende limitar sus posibilidades de actuación, en defensa de la conservación del medio ambiente.

## **BIBLIOGRAFIA**

Adarve, A.; Castillo, A.; Gisbert, J. y Al-Alwani, G. (1997). Characterization of subsurface flow in schists in Sierra Nevada (Granada; Spain) by depletion curves. *Hydrogeology of Hard Rocks*. Ed. I.A.H. 115-124

Al-Alwani, G. (1991). La distribución pluviométrica en la cuenca del río Guadalfeo y su influencia en la evolución espacial y temporal de los recursos hídricos. *III SIAGA*. Vol. I: 43-54. Córdoba

Al-Alwani, G. (1992). Bases para la gestión de los recursos hídricos totales del río Guadalfeo (Granada). Tesis de Licenciatura (inéd.). Univ. Granada. 212 pág.

Almagro, J. (1932). *Torrentes y pantanos en Sierra Nevada*. Ed. restringida. 60 pág. Madrid

Bravo, G. y Velasco, D. (1985). *Obras hidráulicas de regulación*. En *Sierra Nevada y La Alpujarra*. Ed. Andalucía, S.A. Ferrer, M. Granada

Castillo, A. (1985). *Aguas superficiales y subterráneas en Sierra Nevada*. En *Sierra Nevada y La*



Alpujarra. Ed. Andalucía, S.A. Ferrer, M. Granada

Castillo, A. (1988). Ensayo de delimitación y caracterización del sistema hídrico de Sierra Nevada, ante un futuro plan especial de protección. II Cong. Geológico de España (2): 359-362. Granada

Castillo, A. (1993). Aguas de Sierra Nevada. En Aguas de Sierra Nevada. EMASAGRA. Ferrer, M. y Fernández Durán, E. Granada

Castillo, A.; Martín, W. y Osorio, R. (1993). Hidrología forestal de la cuenca del embalse de Rules (Granada). Inf. restringido.OMICRON-CHSE. 233 pág.

Castillo, A.; del Valle, M.; Rubio-Campos, J.C. y Fernández-Rubio, R. (1996 a). Síntesis hidrológica del macizo de Sierra Nevada (Granada y Almería). I Conf. Intern. Sierra Nevada. 389-413. Granada

Castillo, A.; Gisbert, J. y Al-Alwani, G. (1996b). Caudales específicos característicos de Sierra Nevada (Granada y Almería); metodología de estimación de recursos hídricos. Geogaceta, 20 (6). 1.255-1.257

Castillo, A.; Martín, W. y Osorio, R. (1996c). Erosión hídrica en la cuenca del río Guadalfeo (Granada); estudio comparativo de las metodologías de la USLE y Fournier. Geogaceta, 19: 142-145

Castillo, A.; Martín, W. y Osorio, R. (1996d). Vulnerabilidad y factores condicionantes de la erosión en la cuenca del río Guadalfeo vertiente al embalse de Rules (Granada). Geogaceta, 20(5): 1.138-1.140

CHSE (1995). Restauración hidrológico-forestal de la cuenca alimentadora al embalse de Rules, en el río Guadalfeo (Granada). Serv. Publ. CHSE. Dir. Vázquez Sell. Málaga

DIPUTACION DE GRANADA E ITGE (1990). Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada. Coed. Diputación-ITGE. 107 pág. 4 mapas a 1:200.000. Granada

FAO (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos. Roma. 86 p

Fedeli, B. y Castillo, A. (1997). Different kinds of morphogenetic springs in the upper Dilar valley (Sierra Nevada, Granada; Spain). Hydrogeology of Hard Rocks. Ed. I.A.H.159-167

Fedeli, B. y Castillo, A. (1998). Condiciones de surgencia en una cuenca esquistosa de alta montaña (Sierra Nevada; Granada, España). Geogaceta, 23: 47-50

Martín, W.; Castillo, A. y Osorio, R. (1996). Rasgos hidrológicos de la cuenca vertiente al embalse de Rules en el río Guadalfeo (Granada). IV Simposio sobre el Agua en Andalucía, 1: 157-165

Pulido Bosch, A. (1980). Datos hidrológicos sobre el borde occidental de Sierra Nevada. Fund. J. March. Serie Univ. N1 123. 51 p

Pulido Bosch, A.; Benavente, J.; Castillo, A. y Padilla, A. (1986). Estudio hidrogeológico de la cuenca del río Adra. Proy. LUCDEME (inéd.). 66 pág.

Pulido Bosch, A.; Castillo, A.; Al-Alwani, G.; Vallejos, A.; Martín, W.; Gisbert, J. y Calvache, M.L. (1996). Sierra Nevada, un macrosistema hidrológico desigualmente conocido. IV Simposio sobre el Agua en Andalucía. I: 167-179

Pulido Bosch, A. y Ben Sbih, Y. (1995). Centuries of artificial recharge on the southern edge of the Sierra Nevada (Granada, Spain). *Environmental Geology*. 197

Rodríguez Gordillo, J.; Velilla, N. y Fernández Rubio, R. (1981). Hidroquímica y termalismo de las aguas de Lanjarón (Granada). I Simposio sobre el Agua en Andalucía. Granada