



PHICARIA

II ENCUENTROS INTERNACIONALES
DEL MEDITERRÁNEO

Del 19 al 21 de Abril de 2013

USO Y GESTIÓN
DE RECURSOS NATURALES
EN MEDIOS SEMIÁRIDOS
DEL ÁMBITO MEDITERRÁNEO



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
DEL MAR



CAMPUS MARE NOSTRUM

**EL AGUA, UN RECURSO LIMITADO EN REGIONES SEMIÁRIDAS:
“APROVECHAMIENTO Y EXPLOTACIÓN DEL AGUA EN
MEDIOS SEMIÁRIDOS”**

ENCARNACIÓN GIL MESEGUER

EL AGUA, UN RECURSO LIMITADO EN REGIONES SEMIÁRIDAS: “APROVECHAMIENTO Y EXPLOTACIÓN DEL AGUA EN MEDIOS SEMIÁRIDOS”.

ENCARNACIÓN GIL MESEGUER

RESUMEN: Los medios semiáridos son aquellos en los que las lluvias recibidas son menores que las necesidades de agua para la vida. Por ello siempre ha existido un gran interés por un aprovechamiento óptimo y exhaustivo del agua existente, tanto en superficie como subterránea. La gestión de esos caudales ha originado una rica cultura del agua expresada en un patrimonio hidráulico, material e inmaterial.

PALABRAS CLAVE: Territorio semiárido, aguas superficiales, subálveas y subterráneas, reutilización y desalación.

ABSTRACT: The semi-arid environments are those in which the rains are below the water needs for life. For that reason, there has always been a great interest in an optimal and comprehensive use of the existing water, both surface and ground water. The management of these flows has created a rich culture of water, expressed on a hydraulic heritage, tangible and intangible.

KEYWORDS: Semi-arid territory, surface waters, ground waters, reuse and desalination.

Procede definir qué se entiende por “medios semiáridos”. De los muchos índices y clasificaciones que existen y se han creado para delimitar distintos espacios climáticos, la de Köppen puede servir muy bien, pues se ha aplicado a todo el mundo y, además está estrechamente unida a la vegetación que caracteriza cada clima. Según ella, los medios semiáridos serían los climas **Bs** o climas secos, que atendiendo a la vegetación serían “demasiado secos para el crecimiento de los árboles, pero lo suficiente para la hierba”. La definición climática sería la de una “Precipitación deficiente”; la evapotranspiración potencial supera a la precipitación, pero no la dobla. (1)

Aplicada a nivel mundial, las regiones semiáridas son las estepas del centro euroasiático como las de Kazajistán; la orla que rodea el desierto australiano; el Sertao brasileño en el

NE del país; la Patagonia argentina; la Cuarta Región en Chile; en el interior de los EEUU en la gran llanura antes de convertirse en el desierto de UTAH al abrigo aerológico de las Rocosas. En Europa, en el centro de la depresión del Ebro y en el SE de España, con un clima mediterráneo seco, de transición entre el mediterráneo puro o típico y el desierto (Climas **Csa** y **Bw** de la clasificación de Köppen respectivamente).

El territorio del SE peninsular se caracteriza por la escasez de precipitaciones anuales (300 mm anuales de valor medio), además de por su irregularidad, no sólo anual sino también interanual. Como variedad semiárida del clima mediterráneo, los veranos se caracterizan por una casi total ausencia de precipitaciones, coincidiendo con las temperaturas más elevadas, de manera que la evapotranspiración se dispara

- (1) El límite cuantitativo sería una pluviosidad anual inferior a cierta cantidad, que depende de la temperatura y de la concentración estacional de la lluvia. Las tres fórmulas utilizadas por Köppen pueden simplificarse en la fórmula de

$$E = \frac{T}{2} - \frac{PPW}{4} > P; \text{ donde } E \text{ es la necesidad de agua (una fracción de la evapotranspiración potencial)}$$

expresada en mm, T es la temperatura media anual en grados centígrados y PPW es el porcentaje de la precipitación que cae durante los 6 meses invernales (octubre a marzo en el hemisferio Norte y de abril a septiembre en el hemisferio Sur) y, P es la precipitación anual en mm. También sirve la fórmula $e = 20t + 490 - (7 \times PPW)$ donde e es la evapotranspiración potencial que en los climas secos

supera a la precipitación pero no supera al doble de la precipitación $P < e < 2P$

y, acaba con la escasa agua que se haya podido acumular en el suelo durante los meses invernales, cuando suelen registrarse las precipitaciones. Este espacio lo delimitamos comprendido por debajo de la isoyeta (precipitación) de los 400 mm y de la isoterma (media anual de temperatura) de los 16°C. (Figura 1)

El déficit de agua es lo más importante, porque condiciona la vida de los seres vivos. El hombre, para poder habitar en estos territorios, ha tenido que realizar acciones que le permitan superar ese inconveniente de la falta de agua. Primero debió de elegir los cultivos más adecuados a las características del medio, los que mejor se adaptaban para ser capaces de obtener producciones en esas condiciones. La trilogía mediterránea de cereal, vid y olivo, se adapta a la sequía estival, pero la adaptación en regiones semiáridas implica cómo se realiza la plantación, el espacio que separa los cultivos arbóreos, con el fin de tener suficiente terreno para acopiar agua cuando se producen las lluvias, las labores a realizar para mantener esa reserva en el suelo y minimizar su evaporación, etc. Con los totales y la irregularidad pluviométrica de estas regiones, no siempre pueden obtenerse cosechas de cereales.

Los árboles como el algarrobo, el almendro, o la higuera, convenientemente alejados entre sí, se adaptan mejor por su desarrollo radicular, que les permite extraer el agua acumulada tanto en las áreas inmediatas como a mayor profundidad.

El hombre también tiene que buscar la forma de acopiar agua y reservarla para los momentos de escasez. Si no está accesible fácilmente, hay que buscarla, extraerla y conducirla donde se demanda. Estas acciones llevan a una verdadera ordenación del territorio, que estará en función del poder de los grupos que la realizan. Poder técnico y económico de esas sociedades que varía a lo largo de la historia. El aprovechar el agua comienza por las aguas superficiales, tanto las que circulan continuamente, que suelen corresponder a ríos con su cabecera o parte de sus afluentes fuera de estas regiones (ríos alóctonos), cómo las que fluyen esporádicamente tras precipitaciones de gran intensidad horaria. También accederá a las aguas subterráneas más superficiales, aquellas que se encuentran a alguna decena de metros bajo la superficie o, que manan de forma natural. Sólo cuando el progreso técnico lo permite accede a las aguas subterráneas profundas. La necesidad permanente de agua le llevará a traerla de áreas alejadas geográficamente, y continuamente ideará sistemas para aprovecharlas mejor, sea ahorrando en su utilización, sea reutilizándola e incluso, desnaturalizarla como es la desalación de las aguas marinas.

La demanda de agua debe de atender a agua para beber, para regar, para la industria, para ocio y solaz.

La primera necesidad es el abastecimiento para beber, que se cubriría con fuentes y manantiales, y la simple extracción del agua de ríos y arroyos. Esto no requiere demasiado esfuerzo y, grupos reducidos pueden aprovechar esas aguas. El aumento de la población derivaría en la necesidad de almacenar los recursos, de manera que estuviera disponible en épocas de sequía. Pero también el aprovechamiento es mayor, ya que no se deja correr el agua y está disponible para abastecimiento de más personas y más actividades realizadas por ellas.



Figura 1. Delimitación del Sureste de la Península Ibérica.



Figura 2. Aljibes de vertiente.

Los reservorios, de diversa forma y tamaño, son tempranos en su uso. Charcos y pozas, los lavajos del campo mazarronero, son pequeñas acumulaciones naturales que forma el agua de lluvia, aprovechando oquedades y pequeñas depresiones impermeables del terreno. Su aprovechamiento ha sido para el ganado en pastoreo y, aún se utilizan en espacios ganaderos como la dehesa extremeña. Según Morales Hernández (2012) los hay en las sierras de Las Moreras y del Algarrobo.

Los aljibes son embalses subterráneos construidos por el hombre a los que se dirigen las escorrentías para su almacenaje. Su capacidad es muy superior a los “tinajeros” domésticos donde se almacena el agua para la familia y para un corto periodo de tiempo. En el mundo mediterráneo, existen desde antiguo para poder salvar la sequía estival que caracteriza su régimen pluviométrico. En los espacios semiáridos son un elemento indispensable en el poblamiento, tanto con aprovechamientos individuales como para comunidades, e incluso junto a caminos para utilización de caminantes y ganados.

Es normal localizarlos en los restos arqueológicos de grandes ciudades y casas desde la antigüedad, como son las ciudades de Pérgamo (Asia Menor), las villas romanas, castillos y palacios, casas árabes y, continúan en las casas tradicionales de estos ámbitos. Cuando se encuentran en viviendas urbanas o en el interior de casas rurales, el área de abastecimiento son los tejados de esas viviendas, a veces las terrazas y terrados, con un sistema de decantación y filtrado previo al depósito subterráneo, y siempre respetando aspectos que la experiencia impone. Así, nunca se canaliza el agua al aljibe sin antes comprobar que una escorrentía previa ha arrastrado el polvo e impurezas que enturbian el agua, cuando se ve “clara” ya se almacena. También se tiene en cuenta que el agua de agosto no debe de guardarse, el calor de la superficie vertiente, hace que pueda ser perjudicial el almacenamiento del agua. Cuando el poblamiento es rural, no sólo los tejados

y patios pueden ser utilizados de vertiente, también se acondicionan como tal espacios en las inmediaciones de la vivienda. Son los conocidos como aljibes de vertiente, que generalmente son los de mayor capacidad y de uso particular y comunitario. Como suelen estar cercanos a las viviendas, no adosados o dentro de ellas, su cubierta suele ser de bóveda o de cúpula, según el depósito subterráneo sea de planta rectangular o forma cilíndrica respectivamente. Las aguas de escorrentía se concentran en un receptáculo previo o decantador, donde se deben de quedar los arrastres sólidos, gravas y hojarasca, y las aguas libres de ellos, penetrar por un canal superior en el aljibe, a través de un orificio provisto de un filtro que suele ser una malla metálica. Estos aljibes de vertiente, para evitar el riesgo de ruptura en momentos de gran escorrentía, cuando podrían llenarse y rebosar, tienen en el lateral un orificio a nivel del terreno, que puede actuar a modo de aliviadero, dirigiendo el posible caudal sobrante hacia tierras de cultivo cercanas. La extracción del agua se hace por un brocal cubierto por una especie de caseta coronada por un tejadillo piramidal. Las vertientes van desde la era, mantenida limpia de vegetación y de todo tipo de elementos, a caminos y laderas inmediatas que se limpian de vegetación y de materiales de pequeño calibre, y si se mantiene alguna planta es de tipo aromático, porque se considera que favorece la calidad del agua. La eliminación de plantas y arbustos es para evitar la profusión de materia orgánica de todo tipo, desde la hojarasca, a las deposiciones de animales que se alimenten o cobijen en esas plantas.

Los aljibes de vertiente son característicos en los campos del sureste peninsular; son los que posibilitaron el poblamiento de estos espacios por la ausencia de otras fuentes de abastecimiento. Muchos de ellos se ven hoy abandonados y en estado de ruina, pero también se está dando una revalorización de ellos, aunque a veces con una utilización diferente del consumo humano (Fig 2).

Cuando lo que se busca es aprovechar el agua para aportársela a los cultivos, puesto que las irregulares e insuficientes precipitaciones no aseguran ni siquiera el buen fin de cultivos adaptados a estas condiciones, las acciones son muy variadas. El riego sigue siendo hoy el gran consumidor de agua, más que el industrial y el urbano.

No hay una aparición cronológica de los distintos sistemas, surgen en cada lugar según las características del medio y, la capacidad de actuación que tiene el hombre o la sociedad en la que habita. Para mejor estructurar esta presentación se puede seguir un esquema comenzando con aprovechamiento de aguas superficiales de escorrentía aleatoria y después las aguas perennes (fuentes, manantiales y ríos).

En los espacios semiáridos, con lluvias escasas y de gran irregularidad anual e interanual, el hombre si observa que los



Figura 3. Relieves convexos cultivados.

relieves favorecen el incremento de la lluvia, de ahí que, junto a la inseguridad de los llanos como lugar de tránsito, o la insalubridad de las áreas inundables, desde muy pronto escalara las vertientes para el cultivo. Dependiendo de la litología de esas laderas, el terreno se acondiciona de modo diferente. Sobre materiales metamórficos y cristalinos, la erosión provoca perfiles convexos, cimas redondeadas y suelos permeables. Esa permeabilidad no favorece la formación de mantos de agua que sean capaces de incidir sobre las vertientes y erosionarlas en forma de cárcavas y barrancos. El agua se infiltra rápidamente y va a alimentar el subálveo y los acuíferos subterráneos. En este caso, al ser débil la capacidad erosiva, el hombre escala las vertientes sin ningún tipo de construcción para retener el agua y la capa superficial del suelo. El cuadro de plantación de los árboles (almendro sobre todo), es amplio para tener una superficie de suministro de agua suficiente para el árbol, de acuerdo con las precipitaciones medias (**Fig 3**).

Si son relieves coronados por paquetes calizos con una litología de arcillas o margas, la impermeabilidad del material favorece que la escorrentía forme espesores de agua capaces de incidir en las vertientes, dando lugar a abarrancamientos y una rápida evacuación de caudales. En este caso, el hombre ha organizado las vertientes por medio de terrazas. Se rompe así la pendiente favoreciendo la disminución de velocidad, de forma que percole el agua al inundar una parcela plana. Se da una doble mejora, por un lado no se pierde el suelo (tan caro de formar en medios semiáridos), incluso se favorece su formación, pues al acumular el agua, ésta penetra y disuelve la roca del subsuelo. Además, también se recoge el suelo arrastrado de la parte superior de la ladera que no se cultiva sino que se deja como cuenca receptora y de acumulación de agua, para su aprovechamiento en las terrazas que se forman más abajo. Además, las labores de arado



Figura 4. Aterrazamientos.



Figura 5. Pedriza en terrazas.

tras las precipitaciones se realizan para romper las grietas de retracción, que se forman al desecarse las arcillas, y al evitar la evaporación del agua del suelo, se mantiene una reserva fundamental para los cultivos.

El tamaño de las terrazas depende de la pendiente. Cuanto mayor es, menor es la amplitud del bancale y a la inversa. Mientras que el desnivel entre terrazas está en relación directa con el valor de la pendiente. Los bordes de estas terrazas deben de acabar con una pequeña elevación que recibe el nombre de “caballón” o “margen”, para así mantener el agua y el suelo. Cuando el agua rebasa esta elevación, puede destruir ese borde al derramarse con gran capacidad erosiva por el salto que supone el paso a la terraza inferior, son los llamados “trenques” o abarrancamientos, que si progresan pueden destruir todo el bancale. Es por esto por lo que después de eventos fuertes de lluvias, el agricultor debía de reponer esa destrucción. Para tratar de evitar esos efectos, el hombre permite que, en esos “márgenes” entre terrazas, crezcan las malas hierbas, arbustos y todo tipo de plantas adaptadas al medio (como esparto o albardín, esparragueras, etc), para que con sus raíces se retenga ese terreno (**Fig 4**). En un paso más en la protección, construye muros de piedra para retener el abancalamiento. Si son de piedra seca, sin argamasa, son denominados pedrizas, y si se utiliza un cemento para unirlos y compactarlas, se habla de “calicantos” (**Fig 5**). La depuración

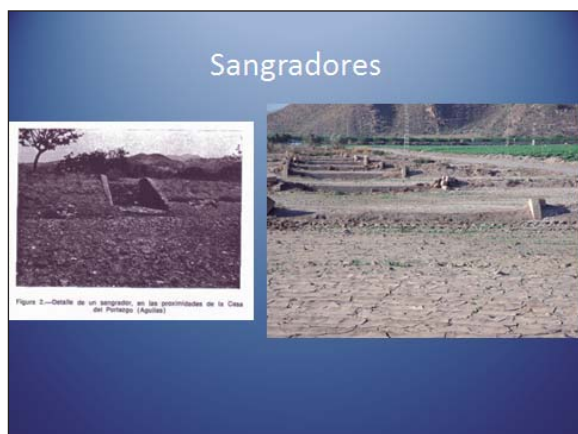


Figura 6. Sangradores.

del sistema de protección continúa con la construcción de pasos reforzados, por donde canalizar el paso del agua de una a otra terraza. Estos pasos se denominan “sangradores”, suelen ser de piedra unida con argamasa y, suponen una escotadura en el caballón del borde de la terraza, con muretes laterales en la bajada, que es a modo de rampa, tratando de disminuir la velocidad del agua respecto a un salto en vertical de una parcela a la inferior (**Fig 6**).

Estos sangradores pueden estar alineados o, dispuestos de un extremo a otro de la parcela, para que el agua embalsada en exceso recorra una “imaginaria diagonal” en ese terreno para desaguar por el siguiente sangrador hacia la parcela inferior.

Como no todo el terreno está cultivado, siempre hay escorrentías que se concentran en los puntos más bajos, organizándose cursos de drenaje. En ellos sólo circula el agua tras precipitaciones intensas. Son nuestros cursos, aleatorios o intermitentes, que denominamos ramblas, o las fiumaras del sur de Italia, o los oueds del norte de África. Estos cursos también van a ser acondicionados por el hombre para su cultivo. Se transforman en la parte alta, en sus inicios, pues a partir de cierto punto según la extensión de las vertientes, las características litológicas y la cubierta de vegetación, la concentración de caudales es destructiva para la obra humana. Para ese acondicionamiento en terrazas de cultivo, el hombre socava lateralmente esos cauces que en su inicio, por las fuertes pendientes, tienen perfil transversal en “V” y, van acumulando tierra para dar forma a una terraza o bancal. Estos aterrazamientos de los cursos de drenaje son conocidos como “cañadas” en estos territorios surestinos y, no tienen nada que ver con las cañadas de tránsito de los ganados de La Mesta. En Águilas (Murcia) si no son de grandes dimensiones ni de gran desarrollo longitudinal, les denominan “cañizos” (**Fig 7**).



Figura 7. Cañadas de cultivo.

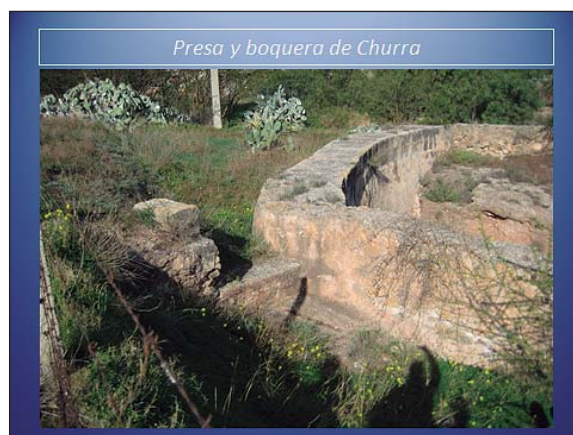


Figura 8. Presa y boquera de Churra (Murcia).

Aguas abajo la escorrentía, que no se infiltra, corre por el lecho y el hombre va a aprovecharla. Para ello, va a derivarla lateralmente a partir de una presa, para conducirla a las parcelas de cultivo. Son los aprovechamientos de riego de boquera (MORALES GIL, 1969). El sistema consiste en construir una presa transversal al cauce, de unos treinta o cuarenta centímetros de altura, suficiente para igualar el cauce y represar las aguas, que cogen altura y pueden ser derivadas lateralmente por un canal que se denomina “boquera”. Este canal suele estar excavado en la tierra en la margen que, de acuerdo con la topografía, ofrezca mayores posibilidades para el acondicionamiento en bancales de cultivo. A ellos se conducirán las aguas para suministrarles un aporte suplementario al de las precipitaciones. Estas boqueras, descienden con débil pendiente (la justa para evacuar las aguas sin provocar destrucción) y llevan directamente el agua a las parcelas, penetrando por portillos que el agricultor abre hasta que se inunda la parcela y, cierra cuando lo está para dirigir el riego a la siguiente. Este riego denominado de “turbias”, requiere la presencia del cultivador (**Fig 8**).

La entrada a la boquera se hace por un “partidor” que puede ser de toma abierta (la abertura nunca está cerrada, no se puede controlar el agua que penetra) o de toma cerrada. En el último caso, este partidor está labrado en sillares con una

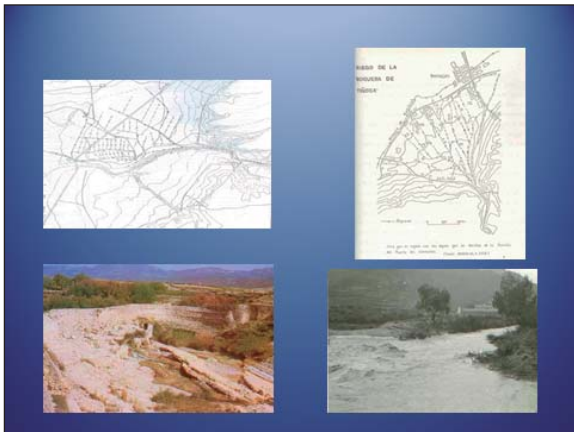


Figura 9. Riegos de boquera sobre glacis (Rambla del Moro) y sobre cono de deyección (Rambla del Garruchal).

ranura donde se puede insertar un tablacho o tabloncillos sucesivos, para cerrar la apertura y controlar el caudal derivado. Las boqueras de toma abierta pueden dotarse en algún punto de su trayecto de un aliviadero que permita desalojar el exceso de caudal, antes de que sea destructivo. El aliviadero consiste en un descenso de la altura del lateral de la boquera, de forma que el agua lo rebasaría y volvería al cauce de la rambla, como ocurre en el sistema de la boquera de Tiñosa (Murcia). La boquera principal se puede subdividir, a partir de partidores menores, en otros canales para mejor adaptarse a la topografía y llevar las aguas a un mayor número de parcelas de cultivo. Se ordenan así amplias superficies de glacis (Rambla del Moro, campos litorales surestinos) o de conos de deyección (Rambla del Garruchal), para recibir aguas incluso espacios donde no se han registrado las precipitaciones. (Fig 9).

El derecho consuetudinario estipula que la presa no puede derivar todo el caudal, para que aguas abajo pueda seguir utilizándose con sistemas similares. Ejemplos de ello son las Presas de Román (Arriba y Abajo) en la Rambla del Moro o de la Raja (Jumilla-Abarán).

Morales Gil (1969) habla de un modelo de presa que llama de “malecón” que consiste en un muro en el centro del cauce y paralelo al sentido de la corriente, que reparte las aguas hacia la boquera y la continuidad de la rambla. Morales Hernández (2012) menciona un dique en el lecho de la rambla, que llama “tomaor”, para desviar las aguas hacia un canal lateral y los campos de cultivo. En ocasiones, derivar las aguas de la rambla se hace sin necesidad de construir presas ni diques de obra, simplemente “caballones” de tierra y cascajo que se introducen en el cauce y dirigen las aguas hacia los banales aledaños, como en algunos afluentes del Almanzora (Almería) (Fig 10).

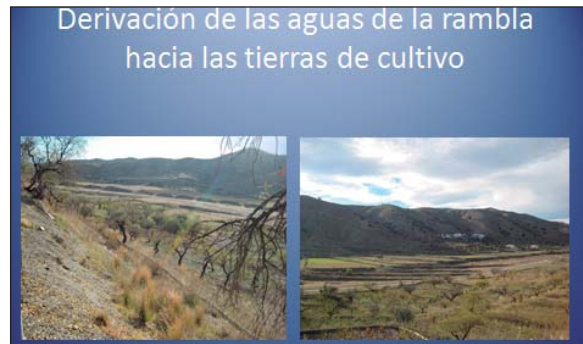


Figura 10. Derivación de la rambla con caballones (Almería).

Cuando el hombre es capaz de aunar y organizar grupos sociales importantes, o tiene acceso a unas posibilidades económicas y técnicas mayores, es el momento en el que va a actuar sobre corrientes continuas de agua. Hasta que eso sucede, el hombre sólo ha aprovechado esas aguas con derivaciones para uso muy reducido, casi doméstico. Extracciones que van desde los “chaduf” del norte de África o “alhatara”, que consisten en una pértiga con una vasija en el extremo que se introduce en el agua y la extrae para verterla en una regadera o una alberca. Actuaciones más importantes, con mayor trascendencia, requieren aunar esfuerzos, pues implican una ordenación del territorio de repercusión significativa. La posibilidad de dotar de riego a amplias superficies hace aparecer unas posibilidades económicas, unas formas de vida y unos paisajes diferentes. Es el regadío frente al secano.

Térmicamente, los espacios semiáridos del mundo presentan situaciones diferentes por la continentalidad de algunos de ellos. En el caso del Sureste peninsular, como degradación seca del clima mediterráneo, las características térmicas no impiden el cultivo a lo largo del año. Aunque hay riesgos de días de helada en invierno, las temperaturas medias mensuales nunca son inferiores a los 7°C, que es el límite al desarrollo vegetativo. En verano siempre hay días de invasiones de aire cálido procedente del norte de África, pero es la falta de agua la que frena el desarrollo de los cultivos. Con el riego, el cortejo de plantas susceptibles de cultivarse en estos territorios se amplía considerablemente y, con él la posibilidad de suceder más de una cosecha. Frente a la aleatoriedad y baja productividad del secano, el regadío asegura cosechas y aumento de la productividad. Se originan así unas formas de vida que se traducen en formas de poblamiento, de estructura de viviendas, usos, costumbres, paisajes diferentes.

Hasta el dejar que el río inunde los espacios inmediatos como sucedía en el Antiguo Egipto, requería de un poder capaz de ordenar y aunar esfuerzos. La desaparición de límites de parcelas tras la inundación, lleva a una restitución pos-



Figura 11. Primera derivación del río Segura en su nacimiento.

terior, ordenada por una autoridad incuestionable, mantenida por la confianza en unas técnicas y en una justicia admitida. En estos espacios semiáridos, donde los ríos se caracterizan por sufrir una sequía estival que provoca importantes estiajes, pero que en los momentos de precipitaciones de gran intensidad horaria, pueden convertirse en verdaderos elementos de destrucción, ocupar los valles y las llanuras de inundación, es producto de sociedades organizadas.

Para derivar los caudales que regarán esas tierras, se construyeron presas transversales en el cauce. En un primer momento serían de barro, cascajo, troncos y ramaje, pero al ser destruidas en las avenidas, terminaron siendo de obra de mampostería. Estas barreras transversales al cauce son similares a las construidas sobre ramblas, pero aquí se las denomina “azudes”. Lo que hacen es igualar el lecho y represar el agua para conseguir mayor altura y así, poder derivarla lateralmente por canales que se localizan a una altitud superior al cauce del río. Son las acequias, que parten de esas presas o azudes. Toda el agua no es derivada lateralmente, la mayor parte supera la presa y sigue circulando aguas abajo hasta que aparece un nuevo azud y otra derivación (Fig 11 y 12).

A partir de aquí, las acequias mayores descenderán con la pendiente justa para evacuar aguas, pero sin que su velocidad les dote de poder erosivo y puedan destruir la infraestructura de riego. Pero a la vez, la débil pendiente, inferior a la del río del que partieron, hace que entre ellas y el fondo del valle ocupado por el río, quede una franja de terreno en ambas márgenes por debajo de los canales de derivación, por lo que por gravedad pueden ser regadas con las aguas que circulan por esas acequias. Para ello, se van subdividiendo progresivamente en acequias menores, brazales y regaderas para llevar el agua a las distintas parcelas de cultivo. Todos

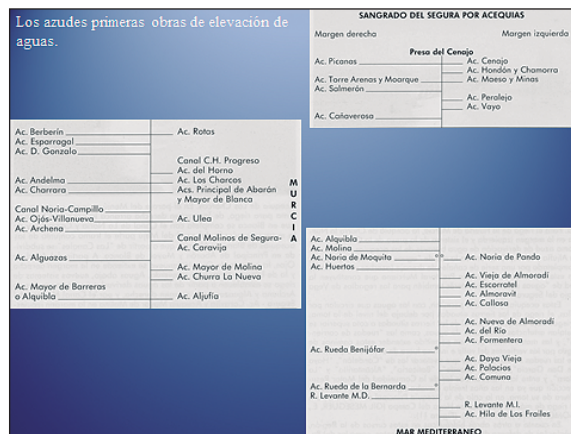


Figura 12. Esquema de azudes y acequias sobre el río Segura.

estos canales son regulados por una serie de barreras móviles, “ventanas” o “tablachos” son algunos de los nombres que reciben, que el hombre acciona para organizar el riego y de acuerdo con un ordenamiento acordado por todos los regantes y reflejado en sus ordenanzas y reglamentos.

Estas acequias, no sólo vehiculan el agua para riego, se han utilizado para abastecimiento de uso doméstico (no agua de boca pero sí para las otras funciones), ganadero e industrial. Sobre estos cauces se instalaron molinos de todo tipo, harineros, de pimentón, batanes, y otras industrias como las conserveras que se suministraban de esa agua y a la vez vertían a las acequias sus desagües. Es por ello que fueron un factor de localización “industrial” en estos espacios semiáridos (Fig 13).

Sobre estas acequias se instalan ruedas elevadoras para ampliar el área de cultivo en regadío. Desde las grandes ruedas de varios metros de diámetro sobre los cauces mayores o “norias”, a las “ceñas”, “artes” y “ceñiles” sobre las acequias menores, en todos los casos al elevar el agua esos metros, se está ampliando el área de riego por gravedad, con lo que significa de aumento de producciones y de riqueza. Esto explica el interés y profusión de estos ingenios que posteriormente fueron suplantados por motores de distinta potencia según su fin.

A la vez que se están aprovechando estas aguas superficiales, en algún momento llegarían a extraer las aguas subálveas. Estas se encuentran a una profundidad que va desde el metro a alguna decena de metros. Circulan entre materiales permeables cuando bajo estos existe un impermeable que no permite el paso a los acuíferos profundos. Se localizan en llanuras de inundación, llanos litorales, piedemontes y depósitos detríticos que tapizan las ramblas de estos territorios



Figura 13. Acequia de Abarán con partidores y Noria Grande.

semiáridos. Llegar al subálveo se hace con pozos verticales y con pozos horizontales; en ambos casos hay que aflorar el agua a la superficie.

Como los caudales no son elevados, para su almacenamiento y posterior utilización para el consumo humano, ganadero, agrícola e industrial, se construyen una serie de elementos como son las balsas, albercas o estanques, y a partir de ellas, otras infraestructuras según su utilización. En todos los casos, se origina un rico y variado patrimonio hidráulico. Para el consumo humano aparecen fuentes y caños, y lavaderos. Para el ganado, desde pequeños a los grandes rebaños de la Mesta, abrevaderos. Para el cultivo y el uso industrial, balsas, canales, acueductos y sifones, y molinos de cubo y de canal para diversas funciones.

Acceder al subálveo por un pozo vertical es algo que se hizo tempranamente, hay restos desde la época romana (como en Cartagena el de San Ginés en la esquina Duque, y el del mercado tardorromano). La elevación del agua a la superficie se hace desde la utilización de un recipiente atado a

una cuerda, con un balancín, o una polea, que se iza con la fuerza del hombre, hasta la utilización de artilugios más complejos que utilizan la fuerza del viento, o de una caballería, y que son capaces de extraer mayor volumen de agua. Es el caso de la “ceña”, movida generalmente por un burro o una mula, por lo que también se les llama “norias de sangre”. Consiste en dos ruedas, una horizontal que mueve la caballería y transmite su giro a otra vertical instalada sobre la boca del pozo. A esta rueda van atados o forman parte de ella una serie de cangilones o arcaduces, que se llenan de agua cuando en su giro llegan al fondo del pozo. Para que el aire que llena el recipiente al descender no impida cargar el agua, deben de tener un agujero en su base, con lo que la acción del agua al penetrar en ellos expulsa el aire por ese orificio. Estas ruedas se modifican para acceder a pozos de mayores profundidades que el radio de la rueda, son las denominadas de “cremallera” o de “rosario”. En este caso se instala sobre la rueda vertical una especie de “cadena”, formada por dos cuerdas paralelas retorcidas en sentido opuesto una de otra, sobre las que se atan las vasijas o cangilones y, que se desliza sobre la rueda vertical hasta el fondo del pozo y es izada por efecto del girar de la rueda. Aparecen con gran profusión por los campos litorales del Mar Menor y sobre todo de Mazarrón, Águilas y del Almanzora, hoy abandonadas por su sustitución por motores o, por quedar seco el pozo por la extracción de aguas más profundas.

Cuando es el viento la fuente de energía que se utiliza para elevar el agua, tenemos las “palometas”, tan habituales en algunos lugares como las llanuras litorales mallorquinas, la gran llanura del centro de EE. UU., o la de Australia. Algunas se han instalado en nuestro territorio pero sobre todo como generadores de electricidad. Pero también están los tradicionales molinos de viento del Campo de Cartagena. En ambos casos se fundamentan en las brisas y vientos que caracterizan estas llanuras. En el caso del molino cartagenero, las aspas transmiten, por un complejo sistema de engranajes, la energía del viento a una rueda vertical o “ceña”, que extrae el agua del subálveo igual que las de tracción animal. En algún caso, estos molinos eran harineros, pero en su mayoría se construyeron para la extracción de agua para el riego y, también en las salinas litorales para elevar agua marina desde los canales de abastecimiento a las parcelas de decantación o “calentadores”. Estos molinos del Campo de Cartagena, usan ocho velas latinas (triangulares) que se orientan según la dirección del viento y, se despliegan y recogen alternadamente según la intensidad de éste. Todos estos sistemas llevan asociados la existencia de una balsa para acumular el agua, que se puede completar con otras construcciones como lavaderos y abrevaderos, más los canales de distribución del agua para riego por gravedad, por lo que la balsa debe de estar elevada sobre las tierras de cultivo que formaron pequeñas huertas



Figura 14. Extracción de aguas subálveas con pozo vertical.

con árboles frutales como palmeras y las hortalizas para el consumo doméstico o el mercado local (Fig 14).

La otra forma de acceder al subálveo son los pozos horizontales, “minas” o “galerías”. En este caso, se practica una perforación horizontal que corta el freático, con lo que el agua se deposita en el fondo de esa galería, que construida con una suave pendiente hacia el punto de salida, permite por gravedad evacuar las aguas al exterior. Estas galerías drenantes se completan con la construcción de pozos verticales a lo largo de su recorrido y entonces, se conocen con diversa denominación según el lugar: foggaras en el Sahara, qanats en Irán, kettaras en Marruecos, falaz en Arabia, karez en Afganistán, Pakistán y Turquestán Chino, kanrjing en China Oriental. También en España reciben diversa denominación, pero para el sureste peninsular son “galerías con lumbreras” (GIL MESEGUER, E; GÓMEZ ESPÍN, J. M., 1993). Son un modo de aprovechar caudales de agua alimentados por las precipitaciones del lugar, de ahí que se desarrollan en longitud, para captar lo mejor posible esa capa freática y aumentar el volumen de agua. Las longitudes que alcanzan permiten explicar que la galería se complete con pozos verticales, que facilitan la construcción y el mantenimiento del aprovechamiento. Estos pozos verticales (lumbreras) sirvieron para extraer el material de la excavación, que se depositaba en su boca para servir de protección frente a una posible escorrentía, para señalar los pozos y visualizarlos en su localización (en regiones áridas sirven como pozos verticales de suministro al caminante), e incluso como soporte a posibles medios de cubrir la entrada, por ejemplo ramaje, entramado con maderos, etc. También permiten la aireación y facilitan la limpieza de mantenimiento.

El esquema de las galerías drenantes es el de un aprovechamiento en un piedemonte donde se practica esa galería

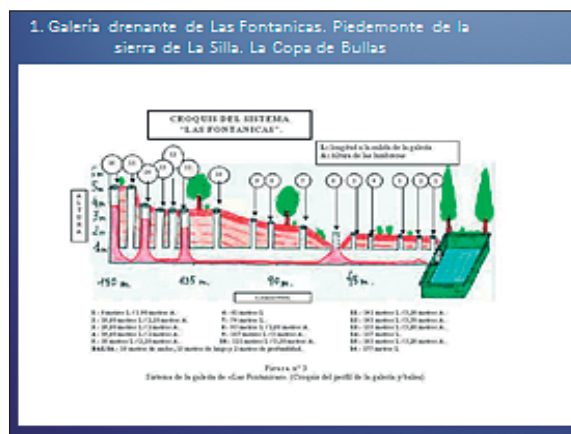


Figura 15. Croquis de una galería con lumbreras.

horizontal hasta el pozo madre en el inicio, que ha llegado al freático que va a ser cortado por la galería. En superficie se reconoce el recorrido por los pozos de aireación o lumbreras, practicados a una distancia más o menos uniforme que suele ser de alguna decena o decenas de metros, pero que varía según las características litológicas y topográficas del terreno. La profundidad de los pozos verticales va descendiendo, a la vez que la altitud del terreno, hasta la bocamina. La salida del agua es por gravedad, para eso se ha dotado a la galería de pendiente suficiente, y esa bocamina puede convertirse en una fuente o caño, y desde ahí pasa por diversos usos (abastecimiento humano, abrevadero, lavadero), hasta acumularse directamente en una balsa para el uso en regadío, donde también acaban las aguas que han tenido un uso no consuntivo previo. Estos sistemas están ampliamente difundidos en nuestro territorio (GIL MESEGUER, E; GÓMEZ ESPÍN, J. M., 2006) y otros de características semiáridas, como atestiguan la variedad de denominaciones que reciben. En el campo de Mazarrón, Morales Hernández (2012) identifica el que recogía las aguas de Beteta, otro en el paraje de Las Garitas y en la pedanía de Atalaya (Fig 15).

Este sistema de galería drenante se va a completar con otros con el fin de extraer el máximo de agua del freático. Se pueden diferenciar las que denominamos galerías filtrantes, galerías filtrantes adosadas a presa subálvea o también inscrita en presa subálvea y, las galerías mixtas formadas por tramos drenantes y filtrantes como presa subálvea.

Las galerías filtrantes serían los pozos horizontales construidos en el freático del álveo de una rambla y, a través de paredes y techo de la galería se filtraría el agua, que escurriría por gravedad al suelo y hacia la salida en la bocamina. Son el tipo de “cimbra” o “tajea” como en el Caño Viejo de la Rambla de Nogalte (Puerto Lumbreras, Murcia) o de los Viz-

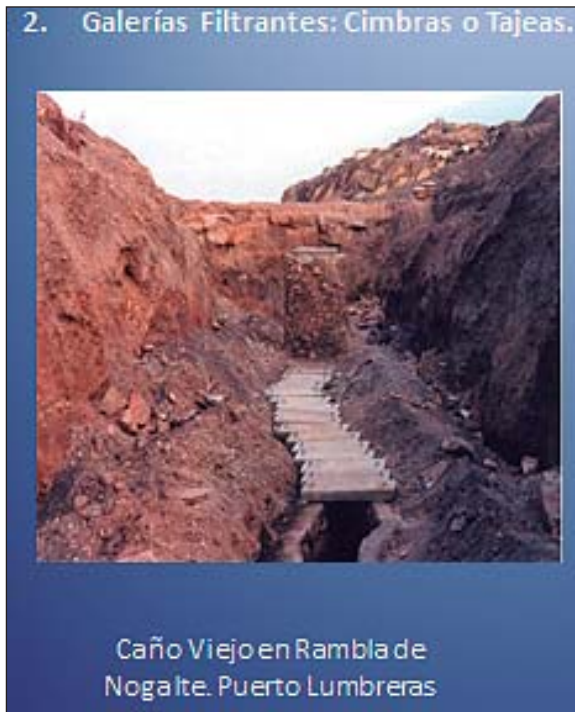


Figura 16. Caño Viejo (cimbra) en la rambla de Nogalte, Puerto Lumbreras.

caños en Pulpí (Almería) (Fig 16). Este sistema se modifica a base de construir la galería filtrante antepuesta a una presa subálvea, que se construye cortando el flujo del freático de la rambla. Es el caso del Contracaño, también en la Rambla de Nogalte en Puerto Lumbreras (Fig 17).

Puede ocurrir que la presa en sí sea la que recoge la filtración del subálveo, en un remanso, y se practique una conducción, inscrita en la presa, para recoger las aguas y conducir las a la salida. Es el caso de la Fuente del Oro en el Guadalentín (Lorca, Murcia) (Fig 18).

La necesidad de aprovechar al máximo lo que ofrece el medio, lleva a que aparezcan sistemas mixtos. Así, una galería drenante puede atravesar un curso de drenaje convertida en una galería filtrante, al construirse una pared filtrante o presa, con orificios denominado "troneras", "piqueras" o "mechinales", para que el agua intersticial caiga a la galería y, unida a los caudales que porta afloran por la bocamina (un ejemplo es la Galería de Las Torrecillas en Yecla, Murcia).

La evolución técnico-económica y las necesidades de las sociedades, lleva a la regulación de los ríos de las regiones semiáridas. La falta de lluvias se traduce en profundos estiajes en los ríos de estas regiones, precisamente cuando las necesidades son mayores por la elevación de las temperaturas.

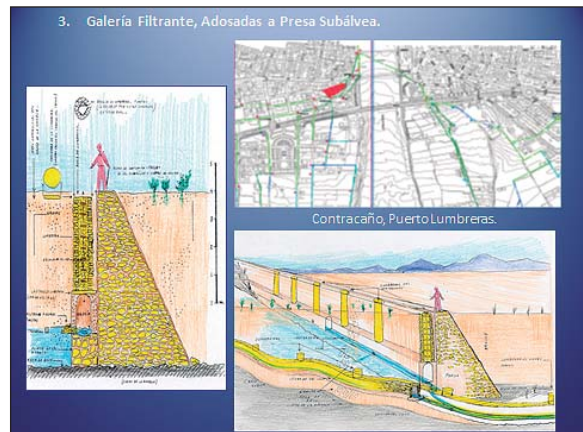


Figura 17. Croquis del Contracaño en la rambla de Nogalte, Puerto Lumbreras.

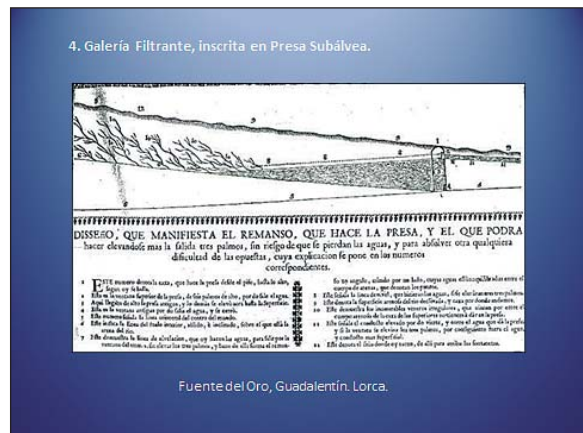


Figura 18. Fuente del Oro en el Guadalentín, Lorca.

Ya los aljibes fueron y son la respuesta para consumos reducidos, pero una vez que la técnica lo permite, se va a ir a la creación de grandes embalses. La envergadura, de todo tipo, de estas obras hace que sean obras de Estado, y su trascendencia las justifica. Suponen asegurar el abastecimiento a una población propia creciente, más la que se suma por la actividad turística que mayoritariamente crece en la época estival. Es también fuente de aprovechamiento industrial, no sólo como abastecimiento, también producen energía hidroeléctrica, barata, no contaminante y renovable. Y, sobre todo, han posibilitado la ampliación del área regada con lo que significa en estas regiones semiáridas. Asegura cosechas, aumenta producciones, amplía el calendario de cultivos, etc. La construcción de grandes embalses en el mundo comienza precisamente en el sureste peninsular, con los de Puentes y Valdeinfierno, en Lorca. Se justificaban para poder regular

los caudales del Guadalentín e incrementar así el área regada con la creación de riqueza que supondría. Pero también era el intento de domeñar a un río-rambla causante de grandes catástrofes a lo largo de la historia, por sus crecidas torrenciales y destructivas, tanto sobre su Valle como en la huerta y ciudad de Murcia, al unirse con el Segura. La destrucción de Puentes (30/09/1802), por defectos de construcción, y sus enormes consecuencias, con pérdidas de vidas humanas y gran destrucción, dejó aparçada esta iniciativa durante unos años. Tras una prolongada sequía de cuatro años, y la riada de 1879, se vuelve a plantear la reedificación de Puentes y el recrecimiento de Valdeinfierno. Ya nadie pone en duda la necesidad de estos embalses en regiones como la nuestra. La ampliación del regadío desde 1957 con la puesta en funcionamiento de El Cenajo, el mayor embalse de la Cuenca del Segura, es un ejemplo de esos beneficios. La utilización el pasado 28 de septiembre de 2012 de los embalses de Valdeinfierno y sobre todo el Nuevo Puentes, es exponente de la importancia de estas construcciones para el control de las súbitas y grandes crecidas que experimentan los cursos de drenaje en estos medios mediterráneos y semiáridos.

La cuenca del Segura contabiliza en la actualidad 33 embalses, con un total de 1141 Hm³ de capacidad. De ellos 964 Hm³, el 84,48% del total, los alcanzan cinco embalses que de mayor a menor son el Cenajo, La Pedrera, Fuensanta, Camarillas y Talave. De estos, sólo el de la Pedrera construido como infraestructura del Postravase Tajo-Segura para el riego, el resto aún el uso para regadío y defensa, como otros seis más que suman 123 Hm³ (el 10,78% del total regulado). Del resto, tres son para aprovechamiento hidroeléctrico, los dos del Taibilla para abastecimiento exclusivamente y, los demás se han levantado como obras de defensa. Toda esta infraestructura demuestra la necesidad del regadío y, el peligro que suponen las características hidrológicas de estos territorios.

También cuando el progreso técnico lo permitió, se accedió a los acuíferos profundos para extraer el agua acumulada por tiempos geológicos. Hay una proliferación de pozos que sirvieron para un crecimiento de los terrenos regados a expensas de los secanos tradicionales inmediatos o cercanos. También se utilizan para abastecimiento urbano, como en Jumilla y Yecla. La explotación descontrolada de los acuíferos profundos originó una sobreexplotación con repercusiones en la profundidad de los pozos y en la calidad de las aguas. El aprovechamiento de estos pozos llevó consigo la aparición de embalses de polietileno y polivinilo (los llamados vulgarmente “pantanos de plástico”), donde almacenar el agua extraída. La necesidad de ahorrar agua por la escasez y su coste, lleva a utilizar nuevos sistemas de riego, como el riego localizado. De entre ellos el que se ha ido imponiendo es el de goteo, que necesita de un “depósito de agua” donde controlar

su filtrado para llevarla por los conductos de riego hasta las plantas. Estos van a ser la respuesta y se han extendido formando parte de los nuevos espacios regados.

La necesidad permanente de caudales por el déficit hídrico estructural, llevó a realizar trasvases desde cuencas mejor dotadas. El Trasvase Tajo-Segura es el más conocido por su trascendencia en el Sureste. Precisamente el área de aplicación de este agua, la del postravase, coincide con el espacio semiárido del sureste peninsular. Pero otros trasvases en este ámbito es el de la Mancomunidad de Canales del Taibilla, que aunque es dentro de la misma cuenca hidrográfica, trae las aguas del Taibilla para el abastecimiento de parte de municipios del sur de la provincia de Albacete, casi la totalidad de los de Murcia y la Vega Baja del Segura en Alicante, además de la Base Naval de Cartagena. Es un proyecto de la primera mitad del siglo XX, que ha ido ampliando sus fuentes de aprovisionamiento por la creciente demanda de una población en aumento. Otro trasvase que afecta a estos espacios semiáridos es el del Negratín-Almanzora. Fue aprobado por Real Decreto Ley 9/1998 para garantizar el suministro para las necesidades de la provincia de Almería, tanto de abastecimiento como riego. Se trata de una transferencia de aguas desde la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir (embalse del Negratín, Jaén) a la Cuenca Hidrográfica del Sur (embalse del Almanzora, Almería).

La necesidad permanente de agua ha llevado a la reutilización de las aguas residuales. Las EDAR (Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales), aplican tratamiento terciario a las aguas que reciben y obtienen así aguas perfectamente utilizables para el regadío. En la actualidad se utilizan para mantener caudales ecológicos en nuestros ríos y de humedales de valor para aves acuáticas migratorias (ejemplo las lagunas de Campo Tejar), y para el regadío. En este caso son concesiones a Comunidades de Regantes que se encargan de acumularla en sus embalses de riego para, mezclándola con otras aguas, usarla en sus terrazgos. Pero también se ha recurrido al tratamiento de las aguas marinas para quitarles la sal y hacerlas aptas para el consumo humano y el riego, aunque en este último caso el precio no facilita su utilización.

En esa búsqueda continua de nuevos caudales y, ahorro y aprovechamiento exhaustivo, se está procediendo a cubrir los embalses de riego con geomembranas para evitar las pérdidas por evaporación. En estos ya no se acumulan sólo aguas subterráneas. Todos los caudales destinados al regadío se van a almacenar en ellos como parte integrante de la infraestructura de riego. Recibirán las dotaciones de aguas trasvasadas, los caudales de las EDAR, los procedentes de plantas desaladoras y todos aquellos que, en un aprovechamiento exhaustivo de los recursos hídricos, se pongan a disposición de los regantes.

Hay una larga trayectoria en el aprovechamiento de los escasos recursos hídricos de las regiones semiáridas. Es un intento de utilizarlos para cubrir demandas y obtener los mayores beneficios que permitan vivir y desarrollarse a los hombres que las pueblan. La escasez de agua amenaza tres aspectos fundamentales para el bienestar humano: la producción de alimentos, la salud y la estabilidad política y social. Para evitar y paliar los efectos negativos de esa falta de agua, se han llevado a cabo infraestructuras hidráulicas. Unas son para el mejor aprovechamiento del agua disponible, otras para eliminar las desigualdades en la disponibilidad de recursos hidráulicos (Trasvases).

En la gestión del agua hay una larga historia, con costumbres y normas a seguir y respetar. Ejemplo de ellas son los derechos consuetudinarios de los regadíos, o como el Consejo de Hombres Buenos de la Huerta de Murcia. Con esa finalidad de gestión del agua a nivel de Cuenca Hidrográfica, se establecieron por Real Decreto ley de 1926, las Confederaciones Hidrográficas Españolas, como el máximo órgano de gestión del agua a ese nivel. La misión de estos órganos es la de realizar la planificación hidrológica; gestionar los recursos del dominio público hidráulico; construir y llevar a cabo la planificación de las infraestructuras hidráulicas y, también hoy se incluye la protección y el uso sostenible del agua. Por debajo de este órgano hay toda una serie de organismos que gestionan en otros niveles, como la Mancomunidad de Canales del Taibilla para el abastecimiento urbano. Para el caso de los regadíos, la Ley de Aguas de 1879 ya estableció las Comunidades de Regantes como institución que se autogobierna y tiene facultad sancionadora. Son ellas las que gestionan los recursos de los que disponen y, planifican las obras y actuaciones para el mejor aprovechamiento. En la actualidad, en el área del postravase Tajo-Segura, son 59 las Comunidades de Regantes que están llevando a cabo una labor de modernización de regadíos para el mejor aprovechamiento del agua disponible.

Pero el hombre también utiliza el agua para el ocio y solaz. Existe una rica tradición en la creación de parques y jardines, que aunque la más conocida sea la musulmana, también los romanos la experimentaron en sus villas. Son los patios, balcones y terrazas de las viviendas de estos espacios. Son las fuentes monumentales que servían de punto de aprovisionamiento a las poblaciones o para el riego de pequeñas huertas y jardines.

Las aguas termales también han sido utilizadas con fines terapéuticos y sanitarios y, hoy también de solaz.

Toda una rica "cultura del agua" traducida en obras, gestión y paisaje. En definitiva un rico patrimonio hidráulico en medios semiáridos.

Bibliografía:

BETHEMON, J. (1980): Geografía de la utilización de las aguas continentales. Barcelona, Oikos-Tau, S.A., pp. 435.

CALVO GARCÍA-TORNEL, F. (2006): "Sureste de España: regadío, tecnología hidráulica y cambios territoriales". Scripta Nova. Revista Electrónica de Ciencias Sociales. Vol. 10, nº 218 (04). Universidad de Barcelona.

CAPEL MOLINA, J. J. (1982): "La aridez en la Península Ibérica. Algunos mapas bioclimáticos ". En Homenaje Almeriense al botánico Rufino Sagredo. Almería, Excelentísima Diputación Provincial de Almería, pp. 11-35.

CLOUDSLEY -THOMPSON, J.L.(1979): El hombre y la biología de zonas áridas . Barcelona Ediciones Orbis, S.A, pp. 255.

DURAN DASTÈS, F. (1977): Systemes d'utilisation de l'eau dans le monde. París, SEDES. Pp.182.

GEIGER, F. (1973): "El Sureste español y los problemas de la aridez". Revista de Geografía. Vol. VII. Departamento de Geografía. Universidad de Barcelona. pp. 166-209.

GIL MESEGUER, E. (1987): Los relieves meridionales. Estudio geográfico de los relieves litorales comprendidos entre la desembocadura de río Almanzora (Almería) y la de la rambla de las Moreras (Mazarrón). Murcia, Excmo. Ayuntamiento de Águilas, Universidad de Murcia. pp. 254.

GIL MESEGUER, E. (2006): "Los paisajes agrarios de la Región de Murcia". Papeles de Geografía, nº43. Universidad de Murcia, pp. 19-30.

GIL MESEGUER, E. (Coordinadora) (2009): Paisaje y patrimonio generados por galerías y minados en la Región de Murcia. Murcia, Real Academia Alfonso X el Sabio, Universidad de Murcia, pp. 175.

GIL GUIRADO, S.; GIL MESEGUER, E.; GÓMEZ ESPÍN, J. M. ^a (2010): "El territorio, un bien que conviene ordenar: las salinas del litoral e interior de la Región de Murcia". Cuadernos Geográficos, nº47, Universidad de Granada, pp. 611-635.

GIL MESEGUER, E.; GÓMEZ ESPÍN, J.M.^a (1993): "Galerías con lumbreras en el Sureste de España" . Papeles de Geografía, nº19, Universidad de Murcia, pp. 125-143.

GIL MESEGUER, E.; MARTÍNEZ MEDINA, R.; GÓMEZ ESPÍN, J. M.^a (2011): "Modelos de uso sostenible del agua: las galerías asociadas a presa subálvea." Scripta Nova. Revista electrónica de Ciencias Sociales. Vol. 15, nº374, Universidad de Barcelona, pp. 1-16.

GIL OLCINA, A. (1967): El campo de Lorca. Tesis de Doctorado, Universidad de Valencia, pp 771.

GIL OLCINA, A. (Coordinador) (2004): La cultura del agua en la Cuenca del Segura. Murcia, Fundación CAJA-MURCIA, pp. 604.

GÓMEZ ESPÍN, J. M.^a (1989): “Los caminos del agua”. Los caminos de la Región de Murcia. Función histórica y rentabilidad socioeconómica. Murcia, Consejería de Política Territorial y Obras Públicas de la CARM, pp. 527-556.

GÓMEZ ESPÍN, J.M.^a; HERVÁS AVILÉS, R. M.^a (Coordinadores)(2012): Patrimonio hidráulico y cultura del agua en el Mediterráneo. Murcia, AECID. Fundación Séneca. Campus Mare Nostrum, pp. 287.

HERMOSILLA PLÁ, J. (Director) (2006): Las galerías drenantes del Sureste de la Península Ibérica. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, pp. 227.

HERMOSILLA PLÁ, J. (Director) (2010): Los regadíos históricos Españoles: Paisajes culturales, paisajes sostenibles. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, pp.600.

HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, M. (2010): “La cultura del agua en ámbitos semiáridos: valores paisajísticos, ambientales y culturales.” XV Coloquio de Geografía Rural. Cáceres, Universidad de Extremadura, pp. 392-403.

LLOBET REVERTER, S. (1958): “Utilización del suelo y economía del agua en la región semiárida de Huerca-Overa (Almería).” Madrid, Revista Estudios Geográficos, n°70, pp. 5-21.

MONTANER SALAS, M. E. (1991): Recursos y demandas de Agua en el territorio de Mazarón-Águilas. Murcia, Consejería de Política Territorial, Obras Públicas y Medio Ambiente de la CARM, pp .374.

MORALES GIL, A. (1969): “El riego con aguas de avenida en laderas subáridas.” Papeles del Departamento de Geografía, n°1, Universidad de Murcia, pp. 107-183.

MORALES GIL, A. (2001): Agua y territorio en la Región de Murcia. Murcia, Ed. Fundación Centro de Estudios Históricos e Investigaciones locales de la Región de Murcia, pp. 270.

MORALES HERNÁNDEZ, R. (2012): “La cultura tradicional del agua en los Campos de Mazarrón.” Carlantum, VII Jornadas de Estudios sobre Mazarrón. Mazarrón, Universidad Popular de Mazarrón. Concejalía de cultura, pp. 85-113.

PATTON, CP; ALEXANDER, C. S.; KRAMER, F.L. (1978): Curso de Geografía Física. Barcelona, Editorial Vicens Universidad, pp. 446.

PÉREZ MORALES, A. (2007): Cuestiones medioambientales y ordenación del territorio en el litoral de la Región de Murcia. Murcia, CAM Obra Social, pp. 205.

VV.AA. (1989): El agua en zonas áridas. Arqueología e Historia (Tomos I y II), Almería, Instituto de Estudios Almerienses, pp. 1149.

VV.AA. (2005): Murcia y el agua. Historia de una pasión. Murcia, Asamblea Regional de Murcia. Academia Alfonso X el Sabio.

VILÁ VALENTIN, J. (1961): “La lucha contra la sequía en el Sureste de España.” Revista Estudios Geográficos, n°82. Madrid, pp. 25-48.