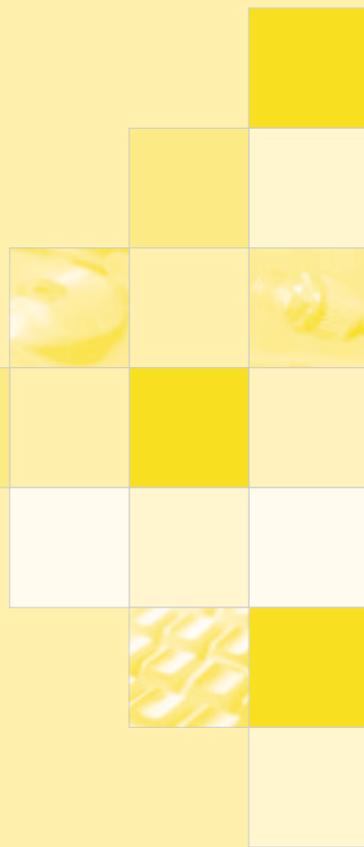


el agua
usada
sosteniblemente



1. necesitamos un desarrollo sostenible

El uso del concepto Desarrollo Sostenible se ha generalizado, se ha convertido en un tópico del discurso político. La Unión Europea afirma que todas sus políticas transversales estarán orientadas por este nuevo enfoque. La Cumbre de la Tierra de Johannesburgo ha vuelto a confirmar ese acuerdo general.

Este consenso expresa otro previo: el desarrollo actual es insostenible. Nuestra manera de producir y distribuir no se puede mantener durante mucho más tiempo. Por otra parte los hechos van confirmando que no es posible un crecimiento económico ilimitado en un mundo limitado. Dicho de otra forma: la Economía depende de la Biosfera. Y ésta lleva tiempo “quejándose” y mostrando claros síntomas de su malestar: el clima está cambiando, las especies desaparecen de la faz de la tierra, los ríos se contaminan...

Hay una convicción generalizada: tenemos que encontrar un modelo de desarrollo que permita satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras (Burdant 1987). Esta definición clásica de Desarrollo Sostenible se asienta en varias convicciones fundamentales (Reichmann 2001):

- * Sentido de los límites; no todo lo que se puede hacer se debe hacer.
- * Principio de precaución: hay que valorar con rigor y transparencia las consecuencias ambientales y sociales de realizar tal o cual acción.
- * Pensar en las generaciones venideras: no somos propietarios de la tierra, somos sus inquilinos, tenemos que legar a nuestros descendientes la casa que nosotros encontramos. Aprendiendo, hablando en términos económicos, a vivir de los intereses y no del capital.
- * Pensar en los demás seres vivos: debemos ser, también en nuestro propio interés, los cuidadores de la biodiversidad que existe en la tierra, no sus exterminadores.

Y con este enfoque tenemos que volver a pensar la gestión de los recursos hídricos que estamos realizando en Aragón. Hemos gestionado y usado el agua durante muchos años como un recurso natural con grandes potencialidades económicas, como un mero factor de producción. Estamos descubriendo, muchas veces a golpe de catástrofes, normalmente de gestión lenta e irrupción abrupta, que el agua también tiene otros valores fundamentales: transmisión y soporte de la vida, la humana y la de otros seres vivos, y también enorme condicionante de la salud de la población... Y estamos comprobando también, a veces con sorpresa, que las catástrofes ambientales también son catástrofes económicas. Estamos descubriendo, en definitiva que la Ecología no es sino la economía del largo plazo. Estamos constataando, por tanto, que la Ecología no se opone a la Economía durable, pero sí se opone, con frecuencia, al “pelotazo” a corto plazo.

Tenemos que encontrar un modelo de desarrollo que nos dure para que sea compatible a largo plazo con la naturaleza y la biosfera, ese es el desafío general. Dentro de él tenemos otro: cómo lograr que el uso que hacemos del agua sea sostenible.

2. el uso del agua en aragón. breve diagnóstico y principales desafíos

2.1. introducción

Para comprender la vinculación histórica que Aragón ha tenido con todo lo relacionado con el agua, es preciso situar nuestro territorio en su contexto geográfico.

Ubicado en el noreste de la Península Ibérica y orlado por varias cadenas montañosas, Aragón es un territorio de clima continental, que no cuenta con el efecto moderador de los mares Cantábrico y Mediterráneo y, por consiguiente, presenta unas condiciones extremadas. Las montañas que rodean a Aragón actúan como captadoras de precipitación pero al mismo tiempo provocan un «efecto pantalla» que determina unas condiciones de gran escasez de lluvia en la zona central, en plena Depresión del Ebro.

El resultado es que, en más del 80% del territorio aragonés, las precipitaciones son inferiores a 800 mm anuales, lo cual se traduce en un balance hídrico negativo en el que la evapotranspiración (suma de la evaporación y la transpiración vegetal) es superior a la precipitación. Dicho en términos simplistas, en la mayoría de Aragón falta agua; un déficit hídrico que se hace más notable en el centro del Valle del Ebro (con precipitaciones inferiores a 350 mm/año) y que en los meses veraniegos se hace extensivo a casi todo el territorio.

Pese a ser Aragón un país dominado por la falta de precipitaciones, es fundamental fijar la atención en esas otras comarcas aragonesas de montaña en las que la lluvia y la nieve son abundantes, generando un superávit hídrico que permite la existencia de fuentes y manantiales que dan lugar a numerosos ríos. En algunas zonas del Pirineo aragonés se registran precipitaciones anuales de hasta 2.000 mm. o más, existiendo también en la Cordillera Ibérica pequeños núcleos por encima de 1.000 mm/año.

La mayoría de población aragonesa habita en la zona seca de Aragón, hasta el punto de que la capital, Zaragoza, hogar de la mitad de los aragoneses, está situada en una de las zonas más áridas de España y al mismo tiempo junto al río más caudaloso de la Península Ibérica. Esta distribución de la población tiene mucho que ver con la percepción colectiva que se ha tenido del agua en Aragón, donde se considera el Pirineo como una fuente casi inagotable de recursos hídricos cuyo destino no podía ser otro que el de «redimir» una tierra seca que en un futuro debería - según algunos - convertirse en un vergel. Esta concepción, que se remonta a los tiempos de Joaquín Costa, ha ido perdiendo terreno a favor de una visión más acorde con los postulados de la Nueva Cultura del Agua, un movimiento científico y social que, igual que el León de Graus, también ha nacido en esta tierra. Durante muchos años, Aragón ha vivido de espaldas a

sus ríos, siguiendo el ejemplo de su capital, Zaragoza, pero hoy las cosas están cambiando.

Aquí y allá surgen proyectos para recuperar riberas como espacios naturales o de recreo, como se está haciendo en el río Guadalope, en Teruel. Se revalorizan los ríos como seña de identidad, como patrimonio natural y emocional. Hoy, Aragón cuenta con los Espacios Naturales netamente fluviales, como la Reserva Natural Dirigida de los Galachos de la Alfranca de Pastriz, la Cartuja y el Burgo de Ebro, que ocupa casi 800 hectáreas en el tramo medio del valle del Ebro, en torno al cauce principal. Declarada en 1991 por Ley de Cortes de Aragón, esta Reserva se une a varios Refugios de Fauna Silvestre, entre los que se encuentran las lagunas de Sariñena y la de Gallocanta. Ésta última ocupa casi 7.000 hectáreas, constituyendo así la mayor laguna natural de España. Fue declarada en 1995 por Decreto de la DGA, es una Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y está en la lista RAMSAR como Humedal de Importancia Internacional por su abundante avifauna. A ello hay que sumar numerosos Lugares de Interés Comunitario (LICs) ubicados en otros tantos tramos fluviales de la geografía aragonesa.

Fuentes y lavaderos que se rescatan del olvido, viejos molinos recuperados o museos como el del Ebro, en Sástago nos dan una idea del ímprobo trabajo que se está llevando a cabo para recuperar nuestra vieja relación con el medio hídrico. En el Pirineo se revive la tradición de las *nabatas* y el descenso de barrancos o el «rafting» cobran adeptos día a día.

2.2. recursos hídricos superficiales en Aragón

El pequeño porcentaje de Aragón húmedo (menos del 20% del territorio) representa no obstante, en términos absolutos, un territorio considerable, mucho mayor, por ejemplo, que las provincias de Guipúzcoa y Vizcaya juntas. De este modo Aragón es, a la vez, tierra de páramos áridos y tierra de ríos, aportando nuestro territorio el 35 % de los caudales totales del Ebro, a lo que hay que sumar lo aportado a otras cuencas. Exceptuando el río Ebro, que es alóctono, el resto de cursos superficiales tienen su origen en Aragón (o muy cerca de Aragón, como el Queiles, el Jalón o el Noguera-Ribagorzana) en zonas con superávit hídrico que permiten una cierta escorrentía.

La mayoría de los cursos superficiales aragoneses se jerarquizan en torno al río Ebro, en cuya cuenca se sitúa el 88% del territorio. En torno al 10% de Aragón corresponde a las cuencas mediterráneas del Turia y el Mijares y, en menor medida, al Júcar-Cabriel y otros, todos ellos en el tercio sur de Teruel. Un pequeño porcentaje de los cursos de aguas termina en pequeñas cuencas endorreicas, destacando la de Gallocanta, con unos 500 km² de extensión. Existen además mínimas porciones de vertiente atlántica en Teruel (nacimiento del Tajo) y Huesca (cabecera del Aspe e *Ibón* de Coll de Toro).

El río Ebro atraviesa Aragón de W-E, recorriendo unos 300 km que corresponden a su tramo medio, caracterizado por la presencia de meandros, terrazas y meandros abandonados (*galachos*). Según algunos geógrafos, el Ebro es uno

de los pocos ríos europeos que mantiene una dinámica fluvial y una vegetación de ribera con un alto grado de naturalidad. Cuando el Ebro entra en Aragón, tiene un caudal específico de 10l/s/km^2 y una aportación de unos $8.000\text{ hm}^3/\text{año}$, mientras que al abandonar Aragón, tras recibir al conjunto Segre-Cinca, el Ebro tiene un caudal específico de 8l/s/km^2 y una aportación de unos $15.000\text{ hm}^3/\text{año}$. Como se ve, Aragón contribuye a un aumento de los caudales absolutos, pero al mismo tiempo -y dado su gran territorio- los caudales específicos (por unidad de superficie) tienden a disminuir.

Entre los afluentes de la margen izquierda, procedentes del Pirineo o el Prepirineo, destacan el Aragón, el Gállego, el Cinca y el Noguera-Ribagorzana, conformando una red bien alimentada y jerarquizada, con un aporte conjunto de más de 6.000 hm^3 anuales.

En los cursos altos y medios de los ríos pirenaicos domina un régimen nivo-pluvial o pirenaico en el que se combinan las aportaciones por fusión de nieve con las pluviales. El máximo anual se produce en Mayo, produciéndose dos mínimos, invernal y estival, con un máximo secundario otoñal. El mínimo invernal es más acusado en los valles orientales, con mayor continentalidad y mayor retención nival en las zonas altas, mientras que la cuenca del Aragón, con mayor influencia oceánica, el invierno es una estación húmeda. En el río Aragón y sus afluentes se registran estiajes muy acusados, dada su menor retención nival y la menor actividad tormentosa veraniega en comparación con el Pirineo Central. Las crecidas son estacionales, con una baja irregularidad interanual y abundantes caudales. En los cursos prepirenaicos sí que hay una notable irregularidad anual y caudales mucho menores, con un mínimo veraniego muy acusado, si bien con avenidas muy importantes, habiéndose llegado a multiplicar el caudal medio por 100 (caso del río Vero).

Los ríos de la margen derecha presentan una alimentación más pobre y una menor jerarquización. De W a E destacan los ríos Queiles, Jalón, Huerva, Aguas Vivas, Martín, Guadalupe y Matarraña. Entre todos los ríos de la margen izquierda no se llega a $1.200\text{ hm}^3/\text{año}$, con un caudal específico inferior a 2l/s/km^2 , gran variabilidad interanual y estiajes muy acusados. Además, las aportaciones reales son mucho menores al detraerse gran cantidad de agua para regadíos.

2.3. Alteraciones de los sistemas fluviales. función y problemáticas de los embalses

Aragón disfruta de un rico patrimonio fluvial e hídrico que, en gran medida, se encuentra alterado por una serie de acciones humanas. Estas actuaciones interfieren sobre el régimen natural en lo relativo a caudales, calidad del agua, dinámica fluvial y flora y fauna asociada a los ríos. El problema de la calidad del agua, por su especial interés, será tratado en un capítulo aparte.

INTERFERENCIAS SOBRE EL RÉGIMEN DE CAUDALES Y DINÁMICA FLUVIAL.

Las principales interferencias sobre el régimen de caudales y dinámica fluvial se deben a:

- **Encauzamientos, rectificaciones y canalizaciones.** Las canalizaciones suponen una aceleración del agua (al disminuir la rugosidad), un aumento del radio hidráulico, una menor infiltración en los acuíferos y destrucción de la vegetación de ribera. Por otro lado, la rectificación de un cauce determina una mayor pendiente (al disminuir la longitud recorrida por el río entre dos puntos), con lo que disminuye el tiempo de concentración y aumentan los caudales punta y con ellos la carga sólida. Además, la mayor pendiente puede provocar procesos de incisión de los cauces, hasta el punto de que el encauzamiento puede ser destruido por la propia erosión fluvial. Para evitar este problema, es preciso adecuar los diseños a la dinámica fluvial en cada caso concreto. No todos los ríos canalizados presentan el problema de la incisión que, según algunos autores, se limita a los ríos de mayor potencia hidráulica.
- **Vertido de escombros y estériles.** El vertido de escombros en los cauces es una práctica ilegal pero muy difícil de controlar. En la actualidad, gracias a las campañas de sensibilización y al establecimiento de puntos de recepción de escombros, algo se está avanzando en la solución de un problema que no sólo afecta a la estética de nuestros paisajes fluviales. Efectivamente, estos vertidos pueden llegar a modificar el perfil de equilibrio del río, destruyendo zonas de desove y generando turbidez.
- **Dragados y extracción de áridos.** Los dragados, así como las extracciones de áridos, también modifican el perfil de equilibrio, destruyen zonas de desove y producen turbidez. La alteración del perfil de equilibrio puede dar lugar a fenómenos de erosión remontante y producir una incisión de los cauces, que puede afectar a infraestructuras aguas arriba. La alternativa a los áridos fluviales son los áridos de machaqueo, procedentes de canteras alejadas de los ríos. Además, se está estudiando la posibilidad de utilizar áridos reciclados, como ya se hace en algunos países europeos.
- **Ocupaciones ilegales del Dominio Público Hidráulico.** Las ocupaciones ilegales del Dominio Público Hidráulico dan lugar a problemas de siniestralidad, sobre todo en el ámbito mediterráneo
- **Los embalses.** Constituyen la principal afección a la dinámica fluvial, de modo que sus efectos serán analizados con más detalle a continuación.

INTERFERENCIAS SOBRE LOS BOSQUES DE RIBERA Y FAUNA FLUVIAL

La alteración del régimen de caudales afecta a una vegetación que está adaptada a crecidas periódicas, tal y como ocurre con los *galachos*. Los bosques de ribera cumplen una misión ecológica fundamental, pues aminoran el efecto destructor de las avenidas y permiten la existencia de una fauna aso-

ciada que puede ser muy beneficiosa (aves insectívoras). Además, estos bosques poseen un alto valor social y medioambiental que ha propiciado la declaración de varios espacios protegidos, tal y como se ha comentado anteriormente.

La sustitución de la vegetación riparia por caminos, urbanizaciones, cultivos, choperas, etc. pueden determinar un aumento de las escorrentías por compactación del suelo, mientras que los estrechamientos del cauce (p. ej. en zonas urbanas) pueden dar lugar a un incremento de las fuerzas erosivas, con los consiguientes procesos de incisión e inestabilidad lateral.

Cualquier alteración de la dinámica fluvial puede tener efectos imprevisibles sobre los seres vivos. Los diversos organismos, entre ellos la fauna piscícola, están adaptados a un régimen determinado, a una determinada temperatura del agua, velocidad de ésta, cantidad de oxígeno, etc. Para minimizar los efectos negativos de las acciones humanas, es preciso actuar siempre con especial prudencia, pues no es posible predecir con exactitud las modificaciones que sufrirá la dinámica fluvial. Ello obliga a considerar en todos los proyectos de ingeniería fluvial un cierto grado de incertidumbre sobre la respuesta del río a lo proyectado.

En la actualidad, las Confederaciones Hidrográficas, entre ellas la del Ebro está llevando a cabo una política de «limpiezas» en los ríos aragoneses que, en la práctica, consisten en la destrucción de los bosques ribereños y la realización de enormes dragados que desnaturalizan los cauces fluviales, tal y como ha ocurrido recientemente en la Cuenca del Cinca.

función y problemática de los embalses

Introducción

Con la excepción de las cabeceras pirenaicas, la mayoría de los ríos aragoneses presentan una gran irregularidad natural, condicionada por el clima mediterráneo, una de cuyas características es la escasez de precipitaciones durante el verano. El hecho de que el período seco coincida con la época más calurosa del año, acentúa el déficit hídrico de los meses estivales, lo cual ha obligado a idear diversos sistemas para disponer de agua suficiente en los meses de escasez. En Aragón, se han construido pequeñas presas y azudes desde antiguo, existiendo notables construcciones del tiempo de los romanos, como las presas de Muel y Almonacid de la Cuba, el acueducto de Los Bañales, etc.

Sin embargo, no es hasta bien entrado el siglo XX, cuando en España se produce el «boom» de la construcción de embalses, coincidiendo con la época llamada «del desarrollismo», que provoca un aumento considerable de las demandas. En Aragón se han construido más de 60 embalses reguladores, con una capacidad total de unos 3.500 hm³, hasta el punto de que todos los grandes ríos se encuentran regulados, quedando apenas unos pocos tramos por los que el agua circula con su caudal natural. Aragón, lo mismo que el

resto de España, está hoy en día a la cabeza mundial en volumen de agua regulado por habitante.

Estos embalses cumplen en Aragón una importante misión, puesto que:

- Proporcionan unos 1.200 Mw hidroeléctricos.
- Alimentan unas 440.000 hectáreas de regadío.
- Abastecen a la industria y también a la población con *agua de boca*.
- Pueden contribuir a la laminación de avenidas.
- Pueden utilizarse para favorecer la recarga de acuíferos.
- Sirven como almacén en la lucha contra los incendios forestales.
- Pueden utilizarse como espacios de recreo, para la navegación, el baño, etc.

Los grandes embalses están destinados a la producción de electricidad y al regadío, siendo éste último el gran consumidor de agua (más del 80% del total). Por el contrario, los embalses destinados a los demás usos, como el de boca, suelen ser pocos y de pequeño tamaño. Para hacernos una idea de qué magnitudes estamos hablando, baste decir que todos los habitantes de Aragón consumen en un año tanta agua como la que se necesitan para unas 20.000 hectáreas de un cultivo medio; esto es, menos del 5% del total de superficie regada en Aragón.

En lo relativo a la producción hidroeléctrica, Aragón es un exportador neto de energía, pues sólo consume el 53% de la potencia total instalada, que incluye unos 1.200 Mw hidroeléctricos más unos 1.500 Mw térmicos más eólica. Pese a este hecho y pese a que algunos grandes embalses (como Yesa) no poseen aprovechamiento hidroeléctrico, todavía se plantean numerosos aprovechamientos nuevos, algunos de ellos afectando a hermosos y frágiles parajes de alta montaña, como ocurre con las minicentrales. En definitiva, Aragón ya ha tenido que pagar un alto tributo social y ambiental para proporcionar electricidad a otras zonas de España.

En cuanto a la laminación de avenidas, para que un embalse pueda cumplir esta misión, tendría que encontrarse parcialmente vacío, pero ocurre que ningún embalse se construye para tenerlo vacío, lo que hace que esta función teórica pocas veces se consiga satisfactoriamente. Además, hay que recordar que una buena parte de las estructuras afectadas por avenidas e inundaciones, se encuentran ocupando ilegalmente el Dominio Público Hidráulico, cuyo deslinde deber ser acometido sin más demora. Se trataría de una medida de gestión frente a la actual política de la Confederación Hidrográfica del Ebro que pretende minimizar daños mediante la construcción de infraestructuras diversas de gran coste económico, a veces por encima del valor de lo que se pretende proteger. Las ocupaciones ilegales del Dominio Público Hidráulico suponen no sólo un riesgo añadido en caso de avenidas, sino que además generan unos considerables impactos sociales, ambientales y estéticos.

El «Libro Blanco del Agua» de 1998 reconoce la nula utilidad de actuaciones estructurales fuera de los núcleos urbanos, donde se propone la utilización

de otras medidas no estructurales: *“los seguros constituyen un instrumento idóneo de protección cuando el coste de la defensa supera el valor del área protegida, en particular frente a los daños en agricultura y ganadería»*

En la misma línea, el art. 130 (Actuaciones Estructurales) del contenido normativo del Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro aprobado por el Real Decreto 1664/1998 indica *“El programa de obras necesarias para reducir el nivel de daños ocasionados por las avenidas y proteger zonas determinadas asociadas a los cauces se establecerá una vez que se hayan finalizado los estudios hidrológicos de avenidas y los hidráulicos de propagación de las mismas”* y que *“estas actuaciones deberán tener en cuenta medidas de protección ambiental en riberas y cauces, de conformidad con los criterios generales de recuperación de los ríos y zonas húmedas como áreas de interés científico, paisajístico, ambiental y lugares de uso recreativo”*.

Sobre el uso recreativo de los embalses, es cierto que muchos embalses tienen, además de su uso primordial, un destino turístico, aunque éste se ve muchas veces comprometido por el hecho de que en verano, la mayoría de los embalses de Aragón están muy bajos de nivel. Frente a un “turismo de embalse” que ha tenido y tiene muy poco desarrollo, el “turismo de río” aporta importantes beneficios económicos en Aragón.

Efectivamente, las actividades de tiempo libre en los ríos, son el motor de un sector económico en auge que acaba generando más riqueza que la que se generaba tradicionalmente con la agricultura. En Aragón, tenemos los ejemplos de los ríos de la Sierra de Guara (barranquismo) o los grandes ríos Gállego, Ara, Cinca y Ésera («rafting») cuyos usos deportivos han permitido la creación de una interesante fuente de ingresos, estableciéndose decenas de alojamientos hosteleros. Es interesante citar el caso de California donde, por ejemplo, se ha llegado a descartar la construcción de algún embalse destinado a regadío, tras demostrarse en un estudio beneficio-coste que se generaba más riqueza mediante un uso lúdico y turístico del río que mediante el regadío de unos productos agrícolas, quizás difíciles de colocar en un mercado saturado y excedentario.

En definitiva, Aragón alberga en sus embalses un riquísimo patrimonio hidráulico que debe ser gestionado con sabiduría. Como veremos después, su construcción ha supuesto costes sociales, económicos y ambientales tan grandes que no nos podemos permitirnos el lujo de no sacar el máximo partido a lo que ya está hecho. Lamentablemente, existen casos de embalses que se podrían haber evitado o planteado con menos impacto, con menos volumen y con menos costes económicos.

Impacto de los embalses sobre la población

Desde mediados del siglo XX se construyeron en Aragón gran cantidad de embalses en las zonas de montaña, muchos de ellos destinados a la producción de energía eléctrica y la mayoría para abastecer de agua a los grandes planes de regadío. De este modo se promocionó la agricultura de extensas zonas, mientras que otras zonas sufrieron con la inundación de sus pueblos y sus mejores tierras, pagan-

do así un alto tributo territorial y ecológico. En aquellos años, miles de personas fueron expulsadas de sus hogares, muchas veces de forma violenta, quedando varios pueblos sepultados bajo las aguas.

Muy poco se ha hablado del tremendo dolor que generó aquella política hidráulica tan triunfalista como insensible y poco se ha hecho para paliar el daño que se hizo entonces. Sólo en el Pirineo Aragonés, quizás la zona más castigada de España, fueron desalojadas unas 4.000 personas, despoblándose directamente más de 30 núcleos y anegando de 8 a 9 mil hectáreas de fondo de valle. El desalojo de unos pueblos provocó, a menudo, una reacción en cadena que llevó al abandono de cientos de pueblos más, cuya economía dependía de un núcleo principal. Junto a las viviendas desaparecieron edificios civiles y religiosos, fuentes, molinos, balnearios, lavaderos, iglesias y puentes románicos... La pérdida de territorio, de valores históricos, patrimoniales y arquitectónicos ha sumido en una profunda crisis de identidad a una buena parte de la población que todavía habita en la montaña. Actividades ligadas a los ríos, como el descenso de almadías o *nabatas* se perdieron para siempre y con ello la función del río como vía de navegación y comunicación.

La inundación de los fondos de valle ha supuesto la desaparición de un espacio esencial en la vida social y económica de la montaña. Estas superficies llanas de los fondos son básicas para el desarrollo de la actividad agropecuaria comarcal, al alojar la mayor parte de la superficie de cultivo y la de mejor calidad (por el tamaño y accesibilidad de las parcelas, la abundancia del regadío, la calidad de los suelos, el microclima favorable, etc...). Estos cultivos son, a su vez, fuente de forraje para la ganadería y por tanto una garantía para la provisión de alimento invernal. Por otro lado, las zonas bajas de los valles resultan fundamentales para la localización de las infraestructuras de comunicación, servicios y cabeceras de comarca y el desarrollo de la actividad comercial y turística.

La desorganización territorial no sólo ha afectado a las áreas que quedaron inundadas, sino que se ha hecho extensiva a amplias zonas que pasaron, por vía de la expropiación, a estar en manos del Estado, bien de las diferentes Confederaciones Hidrográficas o bien del antiguo *Patrimonio Forestal del Estado*. De este modo, no sólo no se favoreció una restitución del territorio, sino que se incidió en su desvertebración territorial.

En algunos casos, bastó la amenaza de la construcción de un embalse para paralizar la actividad económica y social de una comarca durante años. Otras veces, como pasó en Jánovas, se llegó expropiar y desalojar un pueblo con la excusa de un embalse que nunca llegó a construirse. Para evitar que sus habitantes tuvieran la tentación de volver a sus casas, Jánovas fue dinamitado y hoy no es más que un montón de ruinas y un monumento a la sinrazón.

Impacto de los embalses sobre el paisaje, la flora y la fauna

La construcción de embalses también ha modificado los paisajes, transformando hermosos valles en láminas de agua o lodazales, según el nivel del agua. A menudo, el *efecto de sustitución* se ha extendido más allá del vaso del

embalse, puesto que el abandono de cultivos o las repoblaciones forestales masivas a base de coníferas, han acompañado a la construcción de algunos embalses. Algunas de estas repoblaciones han sufrido diversos incendios forestales, como ocurrió en el entorno de Yesa en la década de los 90. Al mismo tiempo, la construcción de presas requiere grandes cantidades de hormigón, para cuya fabricación se necesita abrir enormes canteras en la montaña. Nuevas canteras o extracciones de áridos son precisas también para construir nuevas infraestructuras como carreteras y caminos o líneas de electricidad y teléfono que han quedado sepultados y que deben ser repuestos.

Como quiera que los embalses se suelen construir en lugares estrechos o *cerradas*. Estos estrechamientos constituyen a menudo enclaves singulares de gran belleza, con una vegetación característica y una vida silvestre rica y variada...son lugares con gran biodiversidad y con muchos elementos para el disfrute. Uno de los lugares más hermosos de Europa y hoy Parque Nacional, el cañón de Añisclo, en Aragón, estuvo a punto de ser anegado por un embalse en la década de 1970.

Otros ríos han corrido peor suerte, como el Noguera-Ribagorzana, en el límite entre Aragón y Cataluña, que ha sido totalmente transformado en una sucesión de saltos hidroeléctricos, embalses y derivaciones, constituyendo un caso extremo de desnaturalización. El río cumple así una misión como fuente de kilovatios y suministro de agua para la agricultura, habiendo perdido - por el contrario - muchos de sus valores paisajísticos, como espacio de contemplación y recreo y como elemento natural, soporte de la vida y ecosistemas ribereños.

Uno de los efectos más perniciosos de los embalses sobre la vida silvestre es el *efecto barrera* que conduce a la fragmentación de los biotopos. Las poblaciones quedan aisladas al perder el río su función de corredor ecológico con lo que algunas no alcanzan un tamaño mínimo para su viabilidad, acabando por desaparecer. Finalmente, los embalses causan alteraciones del microclima con incrementos de evaporación, nieblas y humedad ambiental.

Impacto de los embalses sobre el medio fluvial. La degradación de los cauces.

Las presas retienen material en suspensión que, de forma natural, transportan los ríos, acumulándose éstos en los vasos de los embalses. El efecto negativo es doble ya que, por un lado se acorta la vida media de un embalse por la colmatación, reduciéndose en muchos casos a 100-120 años y, por otro lado, se reduce drásticamente el aporte de sedimentos aguas abajo, lo que a la larga conduce a la desaparición de los suelos y ecosistemas ribereños y muy singularmente del Delta del Ebro, cuya subsistencia está hoy seriamente amenazada por la falta de estos aportes de sedimentos. Los embalses, además, determinan una disminución de los caudales punta, con lo que el río regulado tenderá a disminuir la pendiente erosionando el cauce. No obstante, si la reducción de caudales punta es notable se produce una sedimentación en el cauce por falta de capacidad de transporte.

Aguas arriba de los embalses, se eleva el nivel de base, aumentando la humedad del suelo en las orillas lo que hace disminuir su estabilidad. Al descender el nivel del agua en el embalse se producen fenómenos de erosión remon tante al disminuir el nivel de base de referencia.

El aprovechamiento de los caudales fluviales supone normalmente una disminución de los mismos, sobre todo cuando son empleados en la agricultura (usos consuntivos) si bien, puntualmente puede haber un aumento sobre el régimen normal (desembalses) alterándose así los ecosistemas fluviales y la propia dinámica fluvial natural.

alternativas a los embalses

Los beneficios que han reportado los embalses no siempre han compensado los grandes sacrificios humanos y medioambientales que han ocasionado. Una mejor planificación seguramente habría reducido la cifra de personas desalojadas (como el caso de Lanuza, por ejemplo) y habría permitido obtener los mismos beneficios con menos afecciones a nuestros ríos. En la actualidad, el único río en Aragón de cierta entidad que presenta un estado aceptable en todo su recorrido es el Ara, afluente del Cinca.

Las experiencias de California, con un clima y una problemática hídrica muy similar a la de España, demostraron que era posible un nuevo modelo de gestión del agua basado en la *gestión de la demanda* sin necesidad de tantas obras. En 1994, un alto dirigente estadounidense llegó a afirmar que «el tiempo de construir presas en Estados Unidos ya ha terminado». Si el siglo XX había sido el siglo de la construcción de presas, el siglo XXI se perfilaba en Estados Unidos como el siglo de su eliminación. En la actualidad ya se han retirado más de 500 presas en un esfuerzo colectivo que ha agrupado a políticos, científicos, ingenieros y asociaciones cívicas, creándose unas alianzas sin precedentes.

En Aragón, poco a poco se van planteando alternativas a la construcción de grandes embalses, con el convencimiento de que los mismos objetivos pueden alcanzarse mediante otro tipo de actuaciones, como las medidas administrativas y de gestión (introducción del contador, deslinde del Dominio Público Hidráulico, etc.). Este tipo de medidas no genera tantos efectos negativos indeseados como los ya comentados.

Existen también algunas soluciones intermedias, como la adoptada por los regantes del Canal de Aragón y Cataluña, donde se han construido balsas de regulación a pie de parcela, utilizando caudales de invierno. De este modo se tiende a repartir un poco las cargas de la regulación, de modo que no sólo sea la montaña la que vea anegada sus tierras.

Otra fórmula de utilización del agua en Aragón está basada en los embalses subterráneos o acuíferos, que constituyen un inmenso almacén de agua dulce y que se encuentran distribuidos ocupando extensos territorios de Aragón, como se verá más adelante.

En la actualidad, las aguas subterráneas suministran en Aragón, el agua urbana a un pequeño porcentaje de la población y además sirven para regar decenas de miles de hectáreas empleando mucha menos agua por hectárea que en el caso de los embalses. Los acuíferos proporcionan agua más barata y de mejor calidad, son embalses naturales sin problemas de aterramiento y no presentan apenas pérdidas por evaporación (se calcula que el embalse de Yesa recrecido perdería por evaporación tanta agua como la que consume Zaragoza capital). Los acuíferos tampoco presentan riesgos comparables a los de la rotura de una presa y, lo más importante, su explotación no genera prácticamente ninguna afección sobre el territorio, la población o el paisaje.

La gestión de los acuíferos también presenta importantes retos, pues hay que evitar llegar a situaciones de sobreexplotación. Además ésta debe ir asociada a una buena gestión del territorio: mantener una buena cubierta vegetal es la garantía para mantener una buena tasa de infiltración del agua en el terreno. Cuanta más agua se infiltra menos escorrentía superficial hay y, por tanto, menores son los daños en caso de riadas. Un estudio llevado a cabo en las Snowy Mountains de Australia, demostró que la escorrentía se había multiplicado por siete tras un incendio forestal. Se ha dicho que no hay mejor presa que un buen bosque. Los *llamados Planes hidrológico-forestales* sirven, precisamente, para aumentar y mejorar la masa forestal, consiguiendo así un mejor aprovechamiento del agua.

Lo cierto es que con todas estas fuentes alternativas, con toda el agua regulada en la actualidad y una buena gestión de los embalses existentes no debería darse ninguna situación de penuria de agua en Aragón. Afortunadamente, disponemos también de equipos humanos con una alta cualificación científica que nos permiten ser moderadamente optimistas de cara al futuro.

2.4. recursos hídricos subterráneos. humedales

Durante décadas, los recursos hídricos subterráneos han sido minusvalorados, e incluso han tenido una consideración legal diferente de la de las aguas superficiales. El hecho de que las aguas subterráneas no sean directamente «visibles» ha favorecido un esquema de pensamiento que ha conducido a algunos de los actuales planteamientos planificadores, claramente en la línea de la insostenibilidad, de los que el Plan Hidrológico Nacional es un ejemplo. Lo cierto es que todas las aguas forman parte de un ciclo unitario y con la excepción de las escorrentías que se producen en períodos de lluvias intensas, todas las corrientes fluviales tienen su origen, en última instancia, en los acuíferos. Estos acuíferos constituyen unos reservorios con gran capacidad de regulación.

Efectivamente, las aguas superficiales están íntimamente relacionadas con las subterráneas, de forma que en las zonas de cabecera los ríos son efluentes, (los acuíferos mantienen y alimentan a los ríos), mientras que en las zonas bajas los ríos pasan a ser influentes, de manera que son los propios ríos los que alimentan a los acuíferos. Es en las zonas bajas, donde se sitúan los principales acuíferos aluviales como los del Ebro, el Gállego o el sistema del Cinca y es allí donde habita la mayo-

ría de la población aragonesa. Para estos habitantes de las zonas bajas, una buena gestión de los ríos es fundamental, tanto si están utilizando aguas superficiales como aguas subterráneas de los acuíferos asociados a estos cursos bajos.

Cualquier modelo de gestión del agua tiene que tener en cuenta la interconexión entre los sistemas superficiales y subterráneos que, en definitiva, constituyen dos manifestaciones de un ciclo unitario que es el ciclo del agua. La gestión conjunta de recursos superficiales y subterráneos es una asignatura pendiente de los Organismos de Cuenca, típicamente controlados por Ingenieros de Caminos, excesivamente centrados en la construcción de infraestructuras relacionadas con los cursos superficiales. Hoy las cosas están cambiando y ya se plantean alternativas más audaces al clásico binomio embalse-canal que ha dominado la planificación hidráulica durante décadas. Sirva como ejemplo el proyecto de sustituir el embalse de Mularroya, en el Jalón, por un pequeño azud que permitiera una recarga del acuífero de Alfamen-Cariñena, del que dependen cientos de explotaciones agrícolas y que hoy muestra claros signos de agotamiento.

A título anecdótico hay que reseñar que existen ciertos trasvases naturales subterráneos que hacen que la divisoria de aguas superficial no coincida siempre con la divisoria subterránea. En Aragón destacan las pérdidas del Ésera al Garona (Forau d'Aiguallut) y las ganancias del Queiles desde el Duero (Vozmediano).

Según los distintos datos oficiales manejados en la década de 1990, las reservas reguladoras de aguas subterráneas en Aragón serían de unos 2.000 hm³/año de las que, aproximadamente, la mitad se localizarían en el Pirineo y la otra mitad se repartiría entre los acuíferos ibéricos y aluviales. Posiblemente la cifra real sea mucho mayor, pues los acuíferos de las zonas pirenaicas más altas apenas son conocidos, al tiempo que se han infravalorado tradicionalmente las capacidades acuíferas de los terrenos paleozoicos de la cordillera pirenaica que son, precisamente, el territorio más húmedo de Aragón.

Se han descrito y catalogado varias unidades acuíferas en las distintas unidades geográficas que conforman Aragón.

Dentro de los *acuíferos pirenaicos* destacan los de naturaleza calcárea, situados casi por completo sobre la Cuenca del Ebro, si bien la zona de crestas llega a limitar con la cuenca atlántica del Adour y el Garona. Precisamente este contacto favorece fugas muy importantes desde el macizo de Larra (casi todo él en Navarra) y menores en la zona de Monte Perdido. Hay que destacar la fuga que se produce hacia el Garona (Forau d'Aiguallut), de unos 250 hm³/año. Se trata de acuíferos muy poco estudiados y prácticamente sin aprovechar, dada la abundancia de aguas superficiales. Estos acuíferos son los mejor alimentados de todo Aragón y sus recursos conocidos no son más que un porcentaje de los totales, ya que, como se ha apuntado anteriormente, no se tienen en cuenta los acuíferos situados en la zona axial del Pirineo, donde las precipitaciones son mayores.

En cuanto a los *acuíferos ibéricos*, los más importantes, también se sitúan sobre materiales calcáreos, como los de Puertos de Beceite y Queiles-Jalón.

Dominan las calizas y dolomías mesozoicas y, en menor medida, también aparecen materiales detríticos plio-cuaternarios, retazos de detríticos aluviales y de piedemonte. A diferencia de los acuíferos pirenaicos, los ibéricos sí que sufren una intensa explotación, con una zona de importantes bombeos situada en torno a Alfamen, donde existen unas 3.500 hectáreas en regadío. El auge de estos regadíos, con la consiguiente explotación de las aguas subterráneas, ha provocado fuertes descensos de los niveles piezométricos en los últimos años, debido a unas extracciones muy superiores a la recarga.

Asimismo destaca, por su particular problemática, el acuífero de Gallocanta, en el que las continuadas extracciones de aguas subterráneas podrían comprometer el futuro de la laguna de Gallocanta, el más importante humedal de Aragón.

Por lo que respecta a los *acuíferos aluviales*, son estructuras que se sitúan en los fondos de los valles principales que tributan al Ebro, correspondiendo los principales al aluvial del Gállego, así como el sistema Cinca-Segre. No obstante, la mayor reserva se acumula en el propio eje del Ebro, con unos recursos estimados en más de 300 hm³/año. El principal problema de estos acuíferos es su mala calidad por contaminación

2.5. calidad de las aguas superficiales

La calidad de un agua queda definida por su composición y ésta, a su vez, determina su aptitud para diferentes usos. De esta manera, el concepto de calidad del agua queda vinculado al uso que se le vaya a dar.

Las aguas superficiales presentan, en general, una menor concentración mineral que las aguas subterráneas, ya que presentan menos contacto con el substrato litológico. Sin embargo, la materia en suspensión y la materia orgánica es mucho mayor en las aguas superficiales.

Los componentes del agua dependen, por un lado, de las condiciones naturales (litología, clima...) y por otro de las actividades humanas. En última instancia, la calidad del agua está determinada tanto por la calidad de los elementos abióticos del río (el propio río y su cauce, el substrato, acuíferos asociados, etc.) como de los elementos bióticos (la fauna y la vegetación asociadas a los cursos fluviales).

La determinación de la calidad de las aguas se verifica por una serie de parámetros:

- Físico-químicos
- Bacteriológicos
- Biológicos
- Radiactivos

que son medidos de forma más o menos habitual en las diferentes redes de control de calidad de las Confederaciones Hidrográficas.

Estos parámetros que caracterizan la calidad del agua son, entre otros: sabor, color, olor, oxígeno disuelto, demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), metales pesados, nitratos, nitritos, fosfatos, pesticidas, detergentes, materiales en suspensión, radiactividad, etc.

El Índice de Calidad General (ICG) de un agua está elaborado a base de las determinaciones de 23 de los parámetros antes mencionados, otorgándoles más o menos importancia según su incidencia en la calidad final del agua a valorar.

Este Índice, nos valora la calidad entre 0 y 100, de forma que:

ICG >85: Agua muy buena. Calidad C1 Agua apta para salmónidos y producción de agua potable con tratamiento A1.

ICG entre 75 y 85: Agua buena. Calidad C2 Agua apta para ciprínidos y producción de agua potable con tratamiento A2.

ICG entre 65 y 75: Agua utilizable según usos. Calidad C3 .Usos restringidos. Producción de agua potable con tratamiento A3 y riegos.

ICG entre 50 y 65: Agua mala. Calidad C4. Usos mínimos, industriales y riegos con precauciones.

ICG <50: Agua pésima. Calidad C5. No apta para ningún uso.

A la hora de valorar los datos de calidad, hay que tener en cuenta que en épocas de estiaje los índices son más bajos, mientras que mejoran cuando los caudales son mayores. Las crecidas producidas después de un largo período seco producen el arrastre de contaminantes, por lo que los índices de calidad descienden bruscamente de un modo temporal.

aguas con índices >85. [c-1]

En Aragón, se pueden considerar como aguas «muy buenas» a las de los ríos pirenaicos en gran parte de su recorrido, así como a las de la inmensa mayoría de los *ibones*. Se incluyen aquí las aguas de muy baja mineralización (cursos altos del Gállego, Ara, Zinqueta, Ésera y Noguera-Ribagorzana) que tienen su origen en macizos cristalinos y también las que tienen un cierto contenido en carbonatos, que son todos los ríos que nacen en las Sierras Interiores y Exteriores (Beral, Aragón Subordán, Aragón, Cinca). No obstante, ya se detectan problemas de contaminaciones fecales en las cabeceras del Aragón, Gállego y Ésera por efecto de las estaciones de esquí, al producirse los vertidos en épocas de bajos caudales.

En los tramos medios, todos los ríos pirenaicos aumentan su contenido en sales minerales, sobre todo carbonatos. En general son aguas bicarbonatadas cálcicas de baja dureza y escaso residuo seco (< 200 mg/l en cabecera).

Los contenidos en el resto de iones (sulfatos, cloruros, sodio y magnesio) son muy bajos y sólo cabe destacar la presencia de oligoelementos en las surgencias termales asociadas a los macizos cristalinos (Panticosa, Bielsa, Benás, etc.).

La escasez de población y la poca actividad industrial, agrícola y ganadera determinan una alta calidad. La única excepción la constituye el río Gállego a partir de Sabiñánigo, donde se produce el vertido de organo-clorados. Por otro lado, se detecta en las aguas más puras de alta montaña una incipiente acidificación de los sistemas acuáticos por lluvia ácida.

Los ríos prepirenaicos también presentan altos índices de calidad en sus tramos altos, aunque con mayor contenido en sales de origen natural (aguas bicarbonatadas-cálcicas), mientras que casi todos los ríos ibéricos presentan un pequeño recorrido en cabecera con alto ICG. Son aguas mayoritariamente bicarbonatadas-cálcicas o bicarbonatadas-cálcico-magnésicas, de baja dureza y residuo seco inferior a 400 mg/l.

aguas con índices entre 75 y 85. [c-2]

Presentan esta calidad los tramos medios de los ríos pirenaicos y prepirenaicos, con las excepciones que se citarán después. Las actividades agropecuarias (sobre todo en el Cinca), así como la eutrofización que se produce en los grandes embalses de regulación (Cinca y Noguera-Ribagorzana), contribuyen a empeorar algo el ICG. La eutrofización de ríos y embalses es un proceso degenerativo que conduce a la disminución de la oxigenación como consecuencia del vertido de compuestos con Fósforo y Nitrógeno, empleados fundamentalmente como abonos.

Los ríos ibéricos también presentan un ICG entre 75 y 85 en gran parte de su recorrido, con excepción de las cabeceras (mejor calidad), de las desembocaduras (bajo ICG) y del sistema Jalón-Jiloca en todo su recorrido dentro de Aragón.

aguas con índices entre 65 y 75. [c-3].

Presentan esta calidad los tramos bajos del Gállego (excepto sus kilómetros finales) y el Cinca, así como el Arba de Luesia en gran parte de su recorrido. Estos bajos ICG están asociados a los retornos de riego de los tres grandes sistemas de riego de la margen izquierda en Aragón (Bardenas, Alto Aragón y Canal de Aragón y Cataluña), que aportan nitratos, fosfatos, pesticidas, etc. además de sulfatos procedentes de la disolución de materiales yesíferos. A la actividad agrícola hay que sumar la ganadera (granjas porcinas sobre todo) y la contaminación industrial (Monzón en el Cinca) y urbana.

En cuanto a los ríos ibéricos, la gran mayoría del sistema Jalón-Jiloca presenta estos ICG, por efecto de la contaminación agropecuaria fundamentalmente (nitratos), unido a unos escasos caudales de dilución y a la influencia del zócalo triásico (sulfatos). También presenta estos ICG el Turia una vez que abandona la ciudad de Teruel, por efecto de vertidos industriales y urbanos. Se alcanzan valores de residuo seco superiores a 500 mg/l.

El Ebro tiene ICG entre 65 y 75 cuando entra en territorio aragonés (hasta recibir al Arba de Luesia) y cuando lo abandona (una vez que recibe las aportaciones del Cinca-Segre, de mejor calidad).

aguas con índices entre 50 y 75. (c-4).

Existen diversos tramos de muy baja calidad en los ríos Arba de Luesia, Flumen, Jalón y, en general, en las desembocaduras de los ríos ibéricos. En todos los casos existe una importante actividad agropecuaria y unos escasos caudales de dilución. Destaca el alto contenido en nitratos del Flumen (retornos de riegos del Alto Aragón), la alta mineralización del Arba de Luesia (>1.500 mg/l) y la contaminación del Río Martín procedente de los lixiviados de origen minero.

El río Gállego en su tramo bajo también presenta un ICG<65, ya que a los retornos de riego se suma el vertido industrial de una papelera, que provoca bajadas puntuales del ICG por debajo incluso de 50 (bajos niveles de DBO y DQO).

Finalmente, el río Ebro presenta un ICG<65 en gran parte de su recorrido, debido a retornos de riego, actividades ganaderas e industriales y vertidos urbanos. Presenta un residuo seco próximo a 1.000 mg/l, una dureza alta y una alta mineralización condicionada, sobre todo, por la abundancia de sulfatos.

Sus aguas se caracterizan por:

- Un alto contenido en sulfatos, superior a 500 mg/l.
- Elevados contenidos en cloruros, bicarbonatos, sodio, calcio y magnesio.
- Cantidades de nitratos superiores a 50 mg/l.
- Cantidades significativas de diversos metales (zinc, cromo...) y pesticidas.

En el caso del Ebro, hay que destacar el caso de Zaragoza como gran urbe, ciudad que genera además una contaminación térmica, provocando un aumento de la temperatura del río, muy singularmente por efecto de los efluentes procedentes de torres de refrigeración. En resumen, los recursos hídricos de Aragón presentan un grado de deterioro variable, pero en todo caso, hay que destacar que la mayoría de los tramos fluviales presentan una calidad del agua entre mediocre y mala, lo que implica que no puede ser utilizada ni como agua de boca ni como agua apta para el baño. No obstante, a lo largo de los últimos años, se han llevado a cabo una serie de actuaciones en los ríos aragoneses tendentes a mejorar la calidad del agua. La construcción de depuradoras o la creación de «filtros verdes» en las poblaciones pequeñas ha permitido cosechar pequeños éxitos en lo relativo a la mejora de la calidad del agua. Según la Ley de Aguas (Título V) el mantenimiento de la calidad corresponde al Organismo de Cuenca (en Aragón la Confederación Hidrográfica del Ebro y la Confederación del Júcar).

Por otra parte, la Ley 9/1997 de 7 de noviembre de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales de la Comunidad Autónoma de Aragón, estableció la creación de una Junta de Saneamiento que será la encargada de la gestión del sistema de depuración y control. El objetivo era el tratamiento de las aguas residuales urbanas antes del 31-12-2.000 para los municipios de más de 15.000 habitantes y antes del 31-12-2.005 para los núcleos de 2.000 a 15.000 habitantes, en consonancia con lo establecido por las Directivas comunitarias europeas.

2.6. calidad de las aguas subterráneas

En cuanto a la calidad de las aguas subterráneas, ya se ha apuntado su mayor concentración mineral, en general, aunque con menos materia en suspensión y materia orgánica que en las aguas superficiales.

La calidad general de las aguas subterráneas en los acuíferos pirenaicos es muy buena, tanto para el consumo humano como para regadío, dada su salinidad moderada y bajo contenido en sodio. Dominan las aguas bicarbonatadas cálcicas de baja dureza y un residuo seco que no sobrepasa los 400 mg/l. Se trata de acuíferos carbonatados, por lo que son muy vulnerables a la contaminación, si bien las elevadas cotas en los que se encuentran minimizan este riesgo. No obstante, la proliferación de infraestructuras en alta montaña (estaciones de esquí, refugios de montaña, etc.) ha comenzado a ocasionar problemas puntuales por vertidos, al utilizarse, por ejemplo, dolinas para almacenar residuos.

Los acuíferos ibéricos también suelen tener una buena calidad, especialmente los que se sitúan sobre zonas orográficas elevadas. En general se trata de aguas bicarbonatadas cálcicas y en ocasiones cálcico magnésicas. A veces aparecen altas concentraciones de sulfatos que provienen del contacto con los materiales yesíferos del Keuper y puede llegar a ser muy elevado en el Valle del Jiloca. El residuo seco es muy variable pasando de ser menor de 400 mg/l a valores máximos por encima de 1.500 mg/l en algunos puntos del Valle del Jiloca y en el subsistema Queiles-Jalón.

Existen altos valores de nitratos por contaminación agrícola en las zonas de cultivo más intensivo rebasándose los 100 mg/l, muy por encima de los límites de potabilidad (=50 mg/l). En ocasiones se detectan también elevados índices SAR desfavorables (problemas de salinización y/o alcalinización del suelo del suelo). A la contaminación de origen agrícola y ganadera, hay que sumar la urbana y la industrial, con altos contenidos de cloruros cerca de Cariñena (por una alcoholera) así como de sulfatos en las zonas de descarga de los acuíferos.

En cuanto a los acuíferos aluviales del Ebro y sus afluentes, son los que presentan mayores problemas de contaminación, tanto de origen agrícola (pesticidas y abonos químicos y orgánicos) como industrial (metales pesados) y urbano (residuos sólidos y aguas residuales). Las aguas de estos acuíferos aluviales son las de peor calidad de todo Aragón con gran diferencia. La calidad general es mala para el consumo humano y presenta problemas en su uso para riego. La zona más problemática es el eje del Ebro aguas abajo de Zaragoza, y la de mejor calidad el aluvial del Gállego.

Aparecen facies químicas muy diversas, predominando las sulfatadas-cálcicas, dada la presencia masiva de yesos. A la influencia negativa de la litología se superpone una agricultura intensiva y la mayor concentración urbana e industrial de Aragón. El residuo seco presenta valores muy altos, sobre todo asociado a las facies sulfatadas, registrándose entre 1.000 y 2.000 mg/l en muchas zonas. Al mismo tiempo la dureza es alta o muy alta, sobre todo en las partes bajas de los aluviales del Cinca y Segre, donde se superan los 100°F.

2.7. el uso sostenible del agua y el cambio climático

Según todas las informaciones disponibles, en las últimas décadas nuestro planeta se está calentando a un ritmo acelerado, lo cual no es una teoría, sino un hecho constatable que es bien conocido dentro del mundo científico. Para explicar este calentamiento existen diversas teorías y modelos matemáticos que, en la inmensa mayoría de los casos, apuntan como causa a la emisión de los llamados gases invernadero generados a gran escala desde la Revolución Industrial.

Según los últimos datos del cambio climático (3er Informe del IPCC, Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, de Naciones Unidas), la temperatura media de la superficie terrestre se ha incrementado en unos 0,6°C en el siglo XX, con una disminución de un 10% de la cubierta de hielo y nieve desde 1970. Se prevé un aumento promedio en el XXI entre 1,4 y 5,8°C, lo que podría significar un incremento de hasta 0,6°C adicionales hacia el año 2010.

Por otro lado, en España se ha documentado una disminución de la precipitación media anual superior al 5% en los últimos 60 años (Instituto Nacional de Meteorología) que se ha reflejado asimismo en el Pirineo Aragonés (García Ruiz *et al.* 2001). Según estos mismos autores existe además una tendencia al aumento de las temperaturas muy acusada entre los meses de noviembre a marzo. El efecto combinado de una disminución de precipitaciones y un aumento de temperaturas es la reducción del manto nivoso, que lleva aparejada una tendencia decreciente de los recursos hídricos, con una pérdida entre el 20 y el 30% en los últimos 30 años.

Según la mayoría de los expertos, las consecuencias de todos estos cambios podrían ser muy graves en nuestro ámbito, afectando a sectores tan diversos como el negocio del esquí o la Agricultura. Se estima que el entorno del Mediterráneo se vería afectado por una mayor torrencialidad, al calentarse más el mar durante el estío. Los veranos se prevén más secos y calurosos, lo que implica más incendios, mayor salinización de suelos, más erosión y menor retención del agua. Mayor erosión supone aterramiento de embalses y, por tanto, menor disponibilidad de agua, quedando afectada la Agricultura, tanto los cultivos de secano como de regadío, así como los usos urbanos, industriales e hidroeléctricos.

Ante esta nueva realidad, es preciso adaptar las políticas de gestión de agua, olvidando viejos modelos caducos que han conducido a una situación insostenible. El Plan Hidrológico Nacional (PHN) se ha presentado como la panacea que resolverá de una vez para siempre los problemas del agua en España. De una forma perversa, se razona a menudo que la disminución de recursos hídricos que augura el cambio climático no hace sino justificar la necesidad de más actuaciones estructurales y nuevas regulaciones. De este modo, el PHN no tiende sino a afianzar un modelo insostenible de desarrollo, basado en una interminable espiral de crecientes demandas de agua. Según

AYALA-CARCEDO (2001) «*el cambio climático, sino se acaba de una vez por todas con el insostenible concepto de «déficit estructural», precipitará un nuevo ciclo reivindicativo».*

Es preciso abordar con seriedad la gestión conjunta de aguas superficiales y subterráneas, como parte indisociable de un ciclo del agua unitario y, sobre todo, es urgente incidir en la preservación de la calidad de los recursos hídricos, aspectos fundamentales para garantizar un uso sostenible del agua.

2.8. Abastecimientos urbanos

Una de las principales competencias de los Ayuntamientos es garantizar agua potable a la población. Y la inmensa mayoría de los municipios aragoneses cumplen: ofrecen agua a sus vecinos. Sin embargo ¿es de la debida calidad en relación con la protección de la salud pública y en relación con el cumplimiento de los imperativos legales?. Más bien ocurre que el agua que llega a los domicilios aragoneses sufre una paradoja: no es tan buena para que el usuario la beba con ganas y es demasiado buena para utilizarla en el inodoro. Esa situación es común al resto de los municipios españoles.

Un indicador claro de ésto es el aumento del consumo de agua embotellada que como media cuesta unas 300 veces más cara que el “agua del grifo”. No se ajusta bien, por tanto, la calidad del agua a su uso. Ni en casa, ni fuera de los domicilios: todavía en muchos municipios españoles los parques y jardines se riegan con agua potable. Aunque se han dado pasos muy importantes de mejora en la ciudad de Zaragoza como lo prueba el hecho de que el 94,5% del agua utilizada en el riego de parques y jardines no sea agua de red*.

Esa iniciativa de la capital aragonesa es imitada por los municipios de Aragón. Es un ejemplo de una de las líneas más eficaces para lograr un uso eficiente del agua en las ciudades: ajustar la calidad del agua a su uso. Otros ejemplos serían el baldeo y limpieza de las calles, la creación de dobles redes de abastecimiento en las nuevas zonas urbanizadas, la utilización de agua reutilizada para determinados usos...

En Zaragoza, una política municipal anticipativa e inteligente de dotar a cada vivienda con un contador, cosa que no ocurre en muchas ciudades españolas, y, entre otros factores, la dinámica social y municipal generada a partir del proyecto “Zaragoza, ciudad ahorradora de agua” han contribuido a lograr que la ratio de consumo de agua por habitante y día en los hogares de la ciudad sea sólo de 96 litros. Una ratio que, como se ve en el gráfico 1 es muy meritoria.

El logro anterior, además, ha permitido que la ciudad de Zaragoza sea un referente mundial en el uso eficiente del agua. Así por ejemplo, ha sido elegido

* Véase Informe “Auditoría de gestión y uso del agua en Zaragoza”, realizado por la Comisión Municipal de Seguimiento del Programa Eficiencia del Agua en las Ciudades. Mayo, 2002.

por el programa HABITAT de Naciones Unidas como una de las mejores 84 Buenas Prácticas realizadas en el mundo en los últimos 10 años.

Además de este avance en el uso eficiente del agua se han producido otras iniciativas concurrentes. Entre otras señalamos: Instalación de una tarifa progresiva que penaliza el consumo, control de los vertidos y penalización de los más contaminantes, creación de Buenas Prácticas en la industria, sector servicios, edificios públicos, parques y jardines, renovación de redes...

cuadro 1

Ciudad	Consumo en litros/habitante.día
Barcelona ¹	129
Bilbao	116
Burgos	177
Logroño	145
Madrid	149
Málaga	129
Murcia	188
Pamplona ²	137
Santander	132
San Sebastián	178
Vitoria-Gasteiz	129
Zaragoza	96
Media consumo doméstico España	159
	147

1 para todo el ámbito de Aguas de Barcelona (ciudad de Barcelona+22 municipios).

2 para toda la Comarca de Pamplona.

Fuente: Elaboración propia a partir de Ayuntamiento de Zaragoza, Aguas Municipales de Vitoria (AMVISA), I.N.E. y Fundación Grupo Eroski.

Todas estas acciones explican de algún modo el gráfico 2 que es extraordinariamente positivo y que ilustra que el aumento demográfico y el crecimiento económico no implican inevitablemente el aumento de consumo de agua.

Estos hechos, que no niegan la necesidad de mejoras en los múltiples ámbitos en los que todavía es necesario y posible mejorar el uso del agua, ponen a Zaragoza en una buena posición de salida para lograr la EXPO 2008 con el lema: "Agua y Desarrollo Sostenible de las Ciudades". Al mismo tiempo, las acciones desarrolladas en Zaragoza constituyen una valiosa referencia para lograr un uso eficiente del agua en los municipios aragoneses.

Además, lógicamente, hay muchas asignaturas pendientes en la gestión del agua de los municipios aragoneses: la calidad del agua de boca, por ejemplo. En ese ámbito se produce en Aragón y España la confluencia de cuatro factores

esenciales: a) las fuentes de agua “buena” se reducen debido a la creciente contaminación de acuíferos y de aguas superficiales, b) la legislación europea e internacional cada vez es más estricta con el agua potable para garantizar la salud de los ciudadanos, c) con frecuencia las redes de distribución son más antiguas de lo deseable y fabricadas con materiales no suficientemente recomendables, y d) la capacidad técnica y presupuestaria de los municipios es muy limitada para enfrentarse con éxito a ese desafío.

Gráfico 1

consumo anual de agua por habitante y año.
m³/habitante x año



Fuente: Informe “Auditoría de gestión y uso del agua en Zaragoza”, realizado por la Comisión Municipal de Seguimiento del Programa Eficiencia del Agua en las Ciudades. Mayo, 2002.

En suma, el desafío de garantizar agua de calidad en todos los municipios aragoneses es uno de los mayores que habrá que afrontar en los próximos años.

2.9. tarifas poco incentivadoras de la eficiencia

En la declaración del último Congreso Mundial del Agua se afirma que uno de los siete retos claves para resolver la gestión del agua en el planeta es “valorar el agua... y avanzar en el sentido de que los precios que se fijan para los servicios hidrológicos reflejen los costes del suministro” (World Water Council, 2000).

En Aragón, como en España, estamos lejos de ganar ese reto. Ni en el campo ni en la ciudad. Y si no se pagan todos los costes que conlleva la “producción de agua” para ponerla en disposición de regar los cultivos, los parques o inyectarla en las redes urbanas, entonces ocurre lo inevitable: las infraestructuras envejecen porque no se pueden acometer las inversiones necesarias.

Además hay muchos otros problemas asociados: En una sociedad que, como denunciaba A. Machado, confunde valor y precio, es muy difícil que se per-

ciba el valor del agua si le damos un precio muy por debajo de bienes y servicios absolutamente superfluos. Por otra parte, tarifas del agua bajas imposibilitan o retrasan enormemente la generalización de tecnologías eficientes. Éstas en otros países son amortizadas con rapidez, pero en España pasan años antes que “compensar” económicamente la inversión.

Un factor adicional a considerar es cómo se factura el agua. En el regadío en ocasiones se paga por hectárea y no por el consumo. En los municipios y en muchas comunidades de regantes la modulación concreta de la factura binómica no incentiva suficientemente la eficiencia. Ocurre a veces que el regante o el consumidor urbano ahorra un 40% del agua y eso sólo significa un ahorro económico del 10%. No es racional.

2.10. Los regadíos en Aragón

Durante décadas crear regadíos era bueno per se, en cualquier lugar y de cualquier modo. Algo que no tenía sentido discutir. En los últimos años, en algunos sectores, casi lleva camino de fraguarse el enfoque opuesto: cualquier regadío es negativo. Ese enfoque maniqueo hace más difícil una reflexión serena sobre las potencialidades del regadío y sus limitaciones. Además suele ocurrir que, sin demasiados matices, no se distingue entre tipo de regadío y tipo de agricultura que se practica en ese regadío.

Por ejemplo la creciente contaminación de acuíferos con pesticidas y nitratos deriva, sobre todo, del tipo de agricultura que se hace, basada en los agroquímicos o ecológica.

Por otro lado bajo la expresión regadíos se cobijan realidades muy desiguales (regadíos históricos, regadíos de iniciativa y financiación estatal y realizados a partir de aguas subterráneas) y tecnologías muy distintas que conllevan grados de eficiencia diversa (por aspersión, goteo...)

Por tanto, para construir una opinión fundada hay que discriminar las distintas realidades, y ahí existe un déficit enorme de conocimiento (Naredo, 1997). Desconocemos muchas cosas. Para empezar ¿cuál es el regadío real? Necesitamos también que, al fin, funcione bien el registro de concesiones y estén también claras las cuentas del agua. Es necesario también realizar una gestión integrada de las aguas subterráneas y superficiales para atender las necesidades del regadío. Necesitamos afrontar con los ojos abiertos la incidencia de la salinización de una buena parte de las hectáreas de regadío. En un estudio (Pinilla, 1990) se señala que un 59% de Bardenas I tiene problemas de salinidad. En Monegros I el porcentaje es del 50% y en el Cinca el 54%.

Por otra parte, el desarrollo sostenible también implica viabilidad económica. Desde ese punto de vista ¿qué va a pasar con el regadío actual después de la reforma de la PAC si como afirman algunos autores (Arrojo, 1997) sólo un 21% de las superficies regadas se dedican a cultivos de alto rendimiento no afectados por subvenciones?. ¿Qué es prioritario?...¿convalidar la

viabilidad económica de las explotaciones agrícolas existentes o crear nuevos regadíos cuyas producciones competirán con los regadíos actuales tirando de los precios a la baja? No son respuestas fáciles en unos tiempos cambiantes en los que hay grandes presiones para que Europa deje de subvencionar sus producciones agrícolas.

2.11. Los nuevos actores en la gestión del agua

Antes, el pensamiento sobre el agua era menos complejo. El criterio, casi único, a partir del cual se valoraba la idoneidad de tal o cual alternativa en su factibilidad económica y su factibilidad técnica. En congruencia con este enfoque sencillo, los actores eran escasos.

Pero en las últimas décadas han cambiado mucho las cosas. Hemos entendido mejor el ecosistema, sus ciclos y sus interdependencias y los costes ambientales, económicos y sociales que tales o cuáles afectaciones a su dinámica natural pueden originar.

Hemos comprendido, sobre todo a partir de los errores cometidos, que el monocultivo de un uso del agua provoca perniciosos efectos a otros usuarios del agua. Si el río se entuba producimos más electricidad, pero sufren los peces, la vegetación, los usos turísticos y recreativos... si el agua de los embalses se usa sólo con criterios hidroeléctricos puede ocurrir que cuando las ciudades necesiten agua de boca, ya no haya..., o que tampoco haya para acabar la campaña de riego.

Así podríamos poner diversos ejemplos que prueban que una multiplicación de los usos del Agua, un proceso natural conforme las sociedades se hacen más complejas, provoca una emergencia de nuevos actores sociales que quieren afirmar su interés en participar en las estrategias y decisiones que se adoptan por parte de las autoridades e instituciones que gestionan el agua.

Esa pluralidad de nuevos actores no ha encontrado todavía su acomodo institucional, con lo cual una buena parte de los conflictos del agua adquieren una virulencia y una viscerabilidad infrecuente en otros ámbitos de la vida social. Las instituciones del agua no han incluido a los nuevos actores y no han logrado un consenso básico entre ellos, que no elimina los conflictos pero los acota y regula.

Las empresas de deportes de aventura, de apenas 10 años de existencia, que son viables en buena medida entorno a los ríos, quieren hacer oír sus intereses. Y las gentes preocupadas por el medioambiente quieren que los peces "hablen". Y las poblaciones y municipios ya no quieren sólo agua, quieren agua buena. Y conservar el agua en buenas condiciones quiere decir, en buena medida, regular los usos del territorio de las zonas de captación del río en cuestión.

El reconocimiento de nuevos actores en la gestión del agua no se ha producido satisfactoriamente. Y, por tanto, los nuevos actores no han acordado sus roles, interdependientes, en la compleja y apasionante gestión del agua.

2.12. conflictos entre el llano y la montaña

En el siglo XX el Pirineo se llenó de embalses. Los mejores valles fueron anegados y muchos pueblos se inundaron. Todo se hizo sin apenas debate. Dando por supuesto que eran actuaciones buenas per se.

Pero esas acciones dejaron en muchos de los habitantes del Pirineo el sentimiento de que sus territorios, sus esperanzas y sus mejores tierras habían sido sacrificadas en pro del desarrollo de las tierras llanas. Ese sentimiento cruza valles y cruza ideologías y partidos políticos.

En el otro extremo, los sistemas de grandes regadíos de Aragón se sienten, en los últimos tiempos, incomprendidos por la ciudad y aislados socialmente.

Esa brecha, que en el discurso de investidura el Presidente Marcelino Iglesias prometió cerrar no ha cicatrizado. Al contrario al enfrentamiento de discursos ha seguido el enfrentamiento en los tribunales y ante las instituciones europeas. Ese enfrentamiento se ha hecho visible también en el muy mayoritario rechazo al PHN y al trasvase del Ebro. Las manifestaciones antitransvase del Ebro no ocultan la gran división que existe en Aragón sobre qué hacer con el agua aquí. Ese enfrentamiento hace que muchos aragoneses asistan perplejos al constante cruce de argumentos y con frecuencia insultos entre ambas posiciones.

2.13. rigidez versus flexibilidad. La gran paradoja

Una de las cuestiones esenciales que dificultan la resolución de los problemas asociados a la gestión del agua es la siguiente paradoja. El Ciclo hidrológico, aun sin cambio climático, en Aragón es irregular. Años secos, años lluviosos. Unas veces lloviendo cuando necesitamos. Otras veces lloviendo a “destiempo”. A nuestro “destiempo”, claro. Pues bien, ante ese carácter irregular con una gran diversidad de situaciones según sea el territorio o el momento del año, el enfoque tradicional de gestión del agua, que todavía impera en Aragón y en España es tremendamente rígido. Rígidas son las obras, rígidas son las concesiones, rígidas son las instituciones, rígidas son las tarifas, rígidos son los procesos. Mientras esta paradoja subsista mucho nos tememos que será difícil encontrar soluciones a la crisis del enfoque y modelo de gestión tradicional del agua en nuestro país.

3. Principales estrategias y políticas para una gestión sostenible del agua en Aragón

Las crisis son el mejor indicador de la necesidad de cambiar. Los múltiples conflictos del agua que se están produciendo en España y Aragón prueban, desde nuestro punto de vista, que estamos viviendo momentos de transición en la cultura social e institucional del agua.

Federico Aguilera (Aguilera, 1997) siguiendo a Randal (Randal, 1981) habla del cambio de una fase “expansionista”, o de continuo aumento de la disponibilidad de agua, a una fase de “economía madura del agua” más preocupada por la gestión correcta de su uso. Aguilera reproduce en un trabajo el siguiente cuadro de Randal que describe las características de estas dos fases.

cuadro 2

Características	Fase expansionista	Fase madura
1. Disponibilidad a largo plazo de contar con nuevos embalses	Elástica	Inelástica
2. Demandas de agua.	Baja pero creciente; elástica con bajos precios e inelástica con precios altos	Alta y creciente; elástica con bajos precios e inelástica con precios altos
3. Condiciones físicas de los sistemas de embalse y suministro de agua	La mayoría es reciente y está en buen estado	La mayoría es antiguo y su mantenimiento y reparación son costosos.
4. Competencia por el agua entre usos agrícolas, urbanos e industriales y el mantenimiento de la calidad del caudal	Mínima	Intensa
5. Externalidades y problemas ambientales.	Mínimos	Crecientes: salinización del suelo, flujos de retornos salinos, salinización del agua subterránea, contaminación del agua, etc.
6. Costes sociales de subsidiar el aumento en el uso del agua	Bastante bajos	Elevados y crecientes

En esa fase “madura”, en la que desde nuestro punto de vista nos encontramos, varias son las estrategias que parecen especialmente pertinentes para alcanzar un uso sostenible del agua en Aragón.

3.1. gestión de la demanda

Durante décadas, como señala Leandro del Moral (Moral, 2000) en España y Aragón ha dominado un enfoque de oferta: hay que proporcionar agua suficiente para todos aquellos agentes sociales dispuestos a utilizarla en el desarrollo de la producción. Por esa razón en Aragón y España somos líderes mundiales en el porcentaje de espacio geográfico ocupado por embalses artificiales (Naredo, 1999).

Los discursos en los últimos tiempos van cambiando. Sin embargo, como ha puesto de manifiesto Antonio Estevan (Estevan, 2000) en el Libro Blanco del

Agua, de 855 páginas se dedican 6 a la gestión de la demanda. Y en la Ley del Plan Hidrológico Nacional (PHN) la situación es peor: el concepto de gestión de la demanda no se cita ni una sola vez.

Sin embargo, tenemos que adoptar el enfoque de gestión de la Demanda no como una herramienta momentánea para momentos de crisis sino como una fuente de nuevo abastecimiento de agua. En vez de buscar agua en el subsuelo o en un pantano, busquémosla en el consumo (Maddaus, 2001).

3.2. proteger la calidad ante todo

Proteger la calidad del agua para boca, del agua para baño, del agua subterránea, del agua de los ríos, es la mejor inversión ambiental, la mejor inversión económica. Donde hay agua contaminada hay hipoteca económica. Vamos sabiendo ya lo fácil que es contaminar un acuífero, pero también estamos intuyendo lo difícil que es descontaminarlo. En Estados Unidos, que lo han intentado, han comprobado dos cosas: su dificultad y su enorme costo.

Para el Pacto del Agua la calidad del agua es un tema y no el mayor. Para la Directiva del Agua de la Unión Europea, la calidad del agua es el tema. En Aragón tenemos pues que ponernos al día en lo legal y en lo real.

3.3. La revolución del contador

El consumo debe ser medido. En el campo y en la ciudad. Hacia allí va la normativa. Pero queremos insistir en que sin esa revolución del contador no habrá cambio. Los dos móviles del cambio social son el prestigio y el dinero. Para que funcionen ambos es necesario tener datos de los consumos. Eso hace sonrojar a unos y enorgullecer a otros. Eso permitirá introducir tarifas incentivadoras. Y, sobre todo, permitirá saber con facilidad que ocurre realmente.

3.4. apoyo a las minorías innovadoras

La difusión tecnológica de lo nuevo tiene un gran componente imitativo. En situación de incertidumbre la resistencia y escepticismo ante las ventajas del cambio se vencen con mayor facilidad si un homólogo ya lo ha hecho (Aronson, 1990).

Este apoyo a las minorías más innovadoras que están señalando el horizonte hacia el que debería caminar la sociedad entera se debe establecer de tres maneras: 1). Otorgando reconocimiento y prestigio, 2). Subvencionando económicamente determinadas acciones de los usuarios finales y 3). Apoyando con asesoría técnicas/auditorías. a los usuarios que quieran usar el agua con mayor eficiencia.

De este modo se establece una red social de cómplices por el cambio que es fundamental para la generalización de buenas prácticas.

3.5. Lo público debe ser ejemplar

Difícilmente los ciudadanos se van a comprometer seriamente en un programa de uso sostenible del agua si constatan que sus instituciones públicas no lo hacen. Por eso son importantes iniciativas como la que desarrolla el gobierno mexicano "Uso eficiente del agua en los edificios federales" que fija por ejemplo el rango razonable de consumo por funcionario y día.

La administración pública debe ser coherente y practicar lo que dice que hay que hacer.

En esa dirección es positivo el camino que transita el Ayuntamiento de Calviá, combinando las ayudas a la eficiencia de los usuarios finales con programas de realizaciones en las infraestructuras y redes de distribución del municipio (Ayuntamiento de Calviá, 2001). La Generalitat de Cataluña, por otra parte, ha publicado la primera orden que obliga a la instalación de dispositivos de ahorro en los edificios públicos de nueva construcción (Fernández, 2001). Es necesario generalizar este tipo de iniciativas en Aragón.

3.6. participación cívica e información

En la gestión de agua influyen tanto las tecnologías empleadas como los hábitos y conductas de la población. Por eso cualquier campaña tiene que incluir programas y presupuestos para desarrollar iniciativas de educación y de información, para organizar la participación (CONAMA 2001). De este modo la participación de las entidades sociales refuerza la colaboración de la sociedad en las iniciativas que se desarrollan.

En la gestión del agua existe un gran déficit de participación. Y lo cierto es que la realidad enseña que, cuando no se asegura la participación de los ciudadanos en el momento de la definición de fines, no es extraño que luego se generen conflictos en el momento de ejecutar las acciones contempladas en los planes. Dicho en términos coloquiales: cuando la voz de los ciudadanos no entra educadamente por la puerta, entra por la ventana, sin la debida compostura.

En el Consejo de Conservación del Agua Urbana de California participan a partes iguales las compañías de agua y los grupos ecologistas, teniendo cada grupo derecho de veto. Todas las decisiones se toman por consenso (Dickinson, 2000).

Esa cultura de participación y diálogo es especialmente necesaria en Aragón. Los conflictos internos del agua que nos desagarran son una prueba de esta necesidad.

3.7. proteger el territorio de captación de agua «buena»

Las ciudades, las industrias y los campos no pueden tener agua de buena calidad si no se protegen los territorios en los que se "produce" esa agua. Ahora estamos hablando de la calidad del agua del Pirineo que Zaragoza va a tener y no están ordenando los usos del territorio de captación que son los que, en definitiva, determinan con que calidad de agua vamos a contar finalmente.

Los habitantes de las ciudades deben comprender que el agua que consumen proviene de un territorio que hay que proteger y cuidar. Este enfoque está en el Acuerdo de las Cuencas de Nueva York (enero, 1997) firmado por la ciudad de Nueva York, el Estado, la Environmental Protección Agency (EPA) y otras comunidades locales (Echevarría, 1999). Este acuerdo compromete una inversión de 1400 millones de dólares en los próximos 10 años, con el objetivo de garantizar la calidad del recurso para uso humano.

La protección de los espacios naturales tiene, así, un argumento de peso: los ecosistemas naturales sin contaminar son las mejores fuentes de agua potable para las ciudades y de agua de calidad para el resto de usos.

3.8. normativas operativas adecuadas

En cada nivel competencial debería haber normativas que estimulasen un uso sostenible del Agua. Es cierto, como hemos señalado en otras ocasiones (Viñuales, 2001), que es preferible que las normativas vayan precedidas de una primera fase en la que se impulsan acciones voluntarias realizadas por la minoría más activa de la sociedad. Una fase que puede ser muy útil para la construcción de consenso social, la difusión de un conocimiento operativo y la formación de prescriptores.

Es fundamental que las regulaciones de las administraciones públicas sean adecuadas y congruentes entre sí (Farwell y Minton, 2001) y adecuadas a la realidad competencial y funciones de cada una. En todas estas regulaciones deben estar presentes, al menos, los siguientes elementos: normativas, presupuestos y programas educacionales.

Por otra parte, estas regulaciones tienen que combinar prohibiciones, obligaciones y asistencia financiera y técnica para ayudar a aquellos que quieren realizar acciones que vayan más allá de las obligaciones que señalan las leyes. En el Estado de California, por ejemplo, sólo pueden beneficiarse de subvenciones y préstamos aquellas empresas gestoras del agua que pongan en marcha las buenas prácticas que promueve The California Urban Water Conservation Council.

Una de las funciones esenciales de las administraciones públicas es fijar un horizonte común y deseable para el conjunto social y estimular, prohibir, asesorar y ayudar para que la sociedad civil vaya caminando en esa dirección.

3.9. construcción de un modelo flexible

Si el ciclo hidrológico es irregular y cambiante es necesario articular un modelo de gestión flexible, congruente con la variabilidad del recurso que se quiere usar. Hay que estudiar con profundidad como introducir la flexibilidad en un modelo que desde el punto de vista físico e institucional es muy rígido. Y lo rígido, como saben muy bien los arquitectos que diseñan edificios antisísmicos no aguanta, enseguida se resquebraja. Los edificios que soportan los terremotos son edificios que se mueven, que son flexibles.

Tenemos que crear una "arquitectura" del agua (tanto física como institucional) que se adopte a las variaciones climáticas y que tenga una respuesta propor-

cional adecuada. Por qué no propiciar, como ya se ha hecho en alguna población madrileña en el verano del 2002, acuerdos entre comunidades de regantes y poblaciones urbanas vecinas para situaciones de déficit hídrico. Siempre serán más fáciles y baratos estos "trasvases" entre vecinos que las grandes infraestructuras para trasvases lejanos dentro de la misma cuenca o entre cuencas.

3.10. beneficios personales y beneficios sociales

Con frecuencia el cambio social y ambiental se dificulta porque el sacrificio que se pide a la población es personal pero el beneficio es social. Este dilema ya fue puesto de manifiesto, como señala J. Riechmann, en el famoso artículo de Garret Harding "The Tragedy of the Commons", "La tragedia de los espacios colectivos" (Harding 1989) a propósito de los pastos comunales para los ganados privados.

Es muy importante, por tanto, alinear el interés personal y el interés particular. Por ejemplo, creando incentivos económicos particulares para estimular las prácticas correctas desde el punto de vista del uso sostenible del agua. Por ejemplo, si las tarifas, tanto en el campo aragonés como en los municipios, estuvieran más correlacionados con el consumo, aún sin subirlas, animarían a los usuarios a un uso más eficiente del recurso.

En esa misma línea los precios del agua en alta deberían ser más altos de modo y manera que los ayuntamientos y empresas abastecedoras estuvieran más claramente interesadas en el ahorro. Por que no pensar, por ejemplo, en que quienes desarrollan agricultura orgánica o prácticas ganaderas extensivas, tengan mejor tratamiento fiscal porque los perjuicios que su actividad causa al ecosistema y a la sociedad son mucho menores que las prácticas convencionales.

El objetivo de estas acciones sería que el funcionamiento del mercado potencie y estimule la sostenibilidad.

3.11. un enfoque sistémico

La gestión del agua está condicionada por un conjunto de agentes y factores interdependientes entre sí. Todos son distintos, pero conforman un círculo de dependencias recíprocas.

Dicho de otro modo la gestión insostenible del agua se produce por un encadenamiento de problemas. Por tanto, la generalización de un modelo de gestión sostenible del agua en Aragón será la resultante de un encadenamiento de las soluciones. Además esas soluciones alcanzan su verdadera potencialidad cuando se realizan de forma complementaria y coincidente en el tiempo.

Este enfoque sistémico exige que quienes forman parte del problema forman parte de la solución. De otro modo lo que se haga con una mano se deshará con la otra. La clave para crear un uso sostenible del agua en Aragón es crear un clima cívico en que los agentes más activos de la comunidad (instituciones, empresas y entidades sociales) compartan un horizonte común: hacer las paces con la biosfera y, muy excepcionalmente, con el agua.

4. bibliografía y referencias

- AEDENAT (1994) *La bajada del Ebro, una llamada a la sensatez, la racionalidad y la imaginación desde la acción*. Fundación Ecología y Desarrollo.
- AGUILERA KLINK, F. (1995) *Economía y medio ambiente: un estado de la cuestión*.
- AGUILERA KLINK, F. (1997) *Economía del agua: reflexiones ante un nuevo contexto* en López Salver, J. y Naredo, J.M (Eds.). *La gestión del agua de riego*. Fundación Argentaria. Madrid.
- AGUILERA KLINK, F. (2000) *¿Más embalses y trasvases o gestión del recurso?* en la revista *El Ecologista*, número 23, diciembre de 2000.
- ALMEIDA, M., Melo Baptista, J., Vieira, P., Moura e Silva, A. (2001) *Saving urban water in Portugal: Assessing the potential of measures and strategies for implementation*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II, Madrid.
- ARONSON, E. (1990) *El animal social. Introducción a la psicología social (quinta edición)*. Alianza Editorial. Madrid.
- ARROJO, P y NAREDO, J.M. (1997) *La gestión del agua en España y California*. Ed. Bakeaz
- AYUNTAMIENTO DE CALVIÁ. (2001) *Gestión de la demanda*. Calviá, *Agenda local 21*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II. Madrid, 2001.
- BARRAQUÉ, B. y Vergés, J. (2000) *La sostenibilidad de las empresas de agua: aplicaciones al caso español de los indicadores de "Eurowater"*, en Estevan, A. y Viñuales, V. (comps.) *La eficiencia de agua en las ciudades*. Bakeaz. Bilbao.
- BOE (1985) *Ley 29/1985 de Aguas*. BOE nº 189, de 8 de agosto de 1985. (1985).
- BOE (1999) *Ley 46/1999, de 13 de Diciembre, de Modificación de la Ley 29/1985, de 2 de Agosto, de Aguas*. BOE nº 298, de 14 de diciembre de 1999.
- BOE (2000). *Real Decreto-Ley 9/2000 de 6 de octubre, de modificación del RDL 1302/1986 de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental*. BOE nº 241, de 7 de octubre de 2000.
- BRUINS, H. (2000) *La eficiencia en la gestión del agua en Israel y en la ciudad de Beersheba* en Estevan, A. y Viñuales, V. (comps.) *La eficiencia de agua en las ciudades*. Bakeaz. Bilbao, 2000.
- BURRILL, A. (1997) *Assessing the societal value of water in its uses*. Institute for Prospective Technological Studies. European Commission.
- CABRERA, E. (2000) *Estado general de los abastecimientos de agua en España*, en Estevan, A. y Viñuales, V. (comps.) *La eficiencia de agua en las ciudades*. Bakeaz. Bilbao.
- COBACHO, R., Cabrera, E., Marcet, E., Arregui de la Cruz, F. y Cabrera Rochera, E. (2001) *Modelo para la evaluación de opciones de la oferta y la demanda en la gestión de un abastecimiento urbano*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II, Madrid.

- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO. (1996) *Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro*.
- DEL MORAL, L. et al. (2001) *Planificación hidrológica y eficiencia*. Fundación Ecología y Desarrollo (Zaragoza) y Federación de Servicios y Administraciones Públicas de CC.OO (Madrid).
- DÍAZ PINEDA, F. (1997) *El agua a debate: Plan Hidrológico Nacional, Pacto del Agua y Trasmases*, en Rolde de Estudios Aragoneses. Col. Cuadernos de Cultura Aragonesa, Zaragoza.
- DICKINSON, M. (2000) *La conservación del agua en Estados Unidos, los avances de una década*, en Estevan, A. y Viñuales, V. (comps.) *La eficiencia de agua en las ciudades*. Bakeaz. Bilbao.
- DICKINSON, M. (2001) *Water resources management in the age of the internet*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II. Madrid.
- DICKINSON, M, Maddaus, L.A., Maddaus, W.O. (2001) *Benefits of the United States Nationwide Plumbing Efficiency Standards.*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II, Madrid.
- ECHAVARRÍA, (2001) M. *El fondo para la protección del agua y las cuencas de Quito (Ecuador)*. The Nature Conservancy. Arlington (USA).
- ECOLOGISTAS EN ACCIÓN (2000) *Documentos para una gestión alternativa del agua en la Cuenca del Segura*.
- ESTEVAN, A. (2000) *Planes Integrales de la Demanda de Agua* en Estevan, A. y Viñuales, V. (comps.) *La eficiencia de agua en las ciudades*. Bakeaz. Bilbao.
- ESTEVAN, A. (2001) *Obstáculos para el desarrollo de la gestión de la demanda en España*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II. Madrid.
- FAY, P. (2000) *Gestión del agua en Fráncfort*, en Estevan, A. y Viñuales, V. (comps.) *La eficiencia de agua en las ciudades*. Bakeaz. Bilbao.
- FERNÁNDEZ, A. (2001) *Estrategias para la gestión de la demanda en ciudades: técnicas de incidencia en pautas de consumo.*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II, Madrid.
- FERRER, Ch.(2000) *Embalses del Pirineo*, en la revista *El Ecologista*, número 23, diciembre de 2000.
- FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO, *Ponencia Marco "Uso, eficiencia y ahorro de agua en las ciudades"* en V Congreso Nacional de Medio Ambiente, Madrid 2000.
- FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO, *La ecoauditoria del agua en el centro educativo. La ecoauditoria del agua en oficinas. La ecoauditoria del agua en hospitales. La ecoauditoria del agua en hoteles* Fundación Ecología y Desarrollo. Zaragoza, 2001.
- GARCÍA RUIZ et al. (2001) *Los recursos hídricos superficiales del Pirineo Aragonés y su evolución reciente*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón.

- GRACIA, J.J.; MARCUELLO, A. Y MARTÍNEZ, F.J. (1998) *La degradación de los principales ríos pirenaicos de Aragón*. Comunicación presentada al I Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Aguas, Zaragoza, septiembre de 1998.
- HERRANZ, A. (1995) *La construcción de pantanos y su impacto sobre la economía y la población del Pirineo Aragonés*, en Fanlo, A. Y Pinilla, V. (1995): *Pueblos abandonados: ¿un mundo perdido?*. Ed. Rolde de estudios Aragoneses. Zaragoza.
- HARTUNG, H. (2000) *Propuestas para garantizar el abastecimiento de agua en Hamburgo a largo plazo*, en Estevan, A. y Viñuales, V. (comps.) *La eficiencia de agua en las ciudades*. Bakeaz. Bilbao.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2001) *Estadísticas de Medio Ambiente. Estadísticas del agua. Año 1999*. Madrid.
- LANZ, K y SCHEUER, S (2001) *EEB Handbook on EU Water Policy under the Water Framework Directive*, EEB, Brussels.
- LLAMAS, M.R. (2000) *Las aguas subterráneas*, en la revista *El Ecologista*, número 23, diciembre de 2000.
- MADDAUS, W. (2001) *Demand management planing in Australia, Thailand and the United States*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II, Madrid.
- MARTÍNEZ GIL, F.J. (1993) *Aportaciones al debate sobre el Plan Hidrológico Nacional*, en Revista Aragonesa de Administración Pública, nº 3. Gob. de Aragón, Presidencia y Relaciones Institucionales, Zaragoza, pp.65-138.
- MARTÍNEZ GIL, F.J. (1997) *La nueva cultura del agua en España*. Ed. Bakeaz.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1998) *Libro Blanco del Agua en España*.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, (2000) *Plan Hidrológico Nacional*, Madrid.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, *Libro Blanco del Agua en España*, Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría de Estado de Aguas y Costas, Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas.
- MINTON, J. y Farwell, L. (2001) *The regulatory framework and water use-efficiency*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II. Madrid.
- MORAL, L. (2000) *Problemas y tendencias de la gestión del agua en España: del proyecto Borrell al proyecto Matas*, en Estevan, A. y Viñuales, V. (comps.) *La eficiencia de agua en las ciudades*. Bakeaz. Bilbao.
- NAREDO, J.M. (1992) *Fundamentos de la economía ecológica*. Ponencia presentada al IV Congreso nacional de Economía, Desarrollo y Medio Ambiente. Sevilla, 12/92.
- NAREDO, J.M. (1999) *El agua y la solidaridad*. Ciudades para un futuro más sostenible. El Boletín de la Biblioteca, nº 11. 1999.
- PADILLA, A. (2001) *Conservación del agua en la ciudad de El Paso (Texas), una región con recursos hidráulicos limitados*. en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II. Madrid.
- RIECHMANN, J. (2000) *Un mundo vulnerable*. Catarata. Madrid.

- SAENZ de Miera, G. (2001) *El sistema tarifario como elemento de gestión de los servicios urbanos del agua*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II. Madrid.
- SKARDA, B. C. (2000) *Las experiencias de Suiza y Zúrich en la gestión de un abastecimiento eficiente de agua*, en Estevan, A. y Viñuales, V. (comps.) *La eficiencia de agua en las ciudades*. Bakeaz. Bilbao.
- SKEEL, T. (2001) *Water conservation potential assessment: A tool for strategic resource management*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II, Madrid.
- SMITH, V.K.; DESVOUSGES, W.H. y MCGIVNEY (1983). *Estimating water quality benefits: An econometric analysis*. Southern Economic Journal, 50 (2), pp.422-437.
- TELLO, E. (2000) *El precio del agua*, en la revista *El Ecologista*, número 23, diciembre de 2000.
- VILLARROYA, F. (1993) *Críticas de los hidrogeólogos al Plan Hidrológico Nacional*, en *Ecosistemas* n° 5, pp.38-40.
- VIÑUALES, V. (2001) *Un modelo de enfoque sistémico para promover la revolución de la eficiencia en las ciudades. La experiencia de Zaragoza*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II. Madrid.
- WHITE, S. (2001) *Demand management and integrated resource planning in Australia*, en Conferencia Internacional sobre uso y gestión eficiente del agua en los abastecimientos urbanos, Fundación Canal Isabel II. Madrid.
- WORLD WATER COUNCIL. (2000) *Second World Water Forum*. World Water