

Construyendo la problemática de la gestión de las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Duero, Michoacán (México).

José Luis Pimentel Equihua.

Cita:

José Luis Pimentel Equihua (2007). *Construyendo la problemática de la gestión de las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Duero, Michoacán (México)*. XXVI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. Asociación Latinoamericana de Sociología, Guadalajara.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/000-066/1093>

CONSTRUYENDO LA PROBLEMÁTICA DE LA GESTIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL RÍO DUERO, MICHOACÁN (MÉXICO)

PIMENTEL*, J.L.; VELÁZQUEZ, M.**

**Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5 Montecillo, Estado de México. jequihua@colpos.mx*

***CIIDIR-IPN-U-Michoacán. Justo Sierra No. 28 Jiquilpan, Michoacán, México. mvelazquezm@ipn.mx*

Resumen

En el presente trabajo se identifican problemas, actuaciones sociales e institucionales en torno a los usos y formas de apropiación del agua de la cuenca del río Duero, las cuales permiten identificar algunos elementos que intervienen en la construcción de los conflictos por el recurso en este territorio. Los datos de campo y laboratorio señalan niveles crecientes de contaminación química y bacteriológica de las aguas superficiales y subterráneas provocados por las descargas directas de aguas residuales domésticas al río y a los drenes y canales de usos agrícolas, limitando el uso de esta agua a cultivos de menor valor en el mercado; a los problemas de contaminación, se suma la creciente urbanización - particularmente de la zona conurbada Zamora-Jacona-, el escaso abasto de agua potable a comunidades rurales, el abandono u operación intermitente de infraestructura de saneamiento de aguas residuales y la contaminación bacteriológica de origen fecal en las fuentes de agua potable con sus potenciales efectos sanitarios. Estos elementos presionan las fuentes de agua limpia, fomentan el uso de aguas subterráneas para uso agrícola y constituyen la base de los conflictos potenciales en el manejo del agua en la cuenca.

Palabras clave: *aguas residuales, acuíferos, actuaciones institucionales, gestión del agua.*

1. Introducción

De acuerdo con los reportes de documentos de la ONU, resolver la crisis del agua es uno de los grandes retos de la humanidad (<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>), por lo tanto la gestión de este recurso es clave: La crisis del agua comprende dos grandes vertientes: la cantidad de agua disponible y su creciente deterioro en calidad. Estos son elementos clave en la gestión del recurso. En México la gestión del agua manifiesta múltiples problemas, desde el excesivo centralismo con la Comisión Nacional del Agua que muestra un control casi total en la toma de decisiones, hasta la improvisación de organizaciones locales que

proporcionan a la población servicios de agua deficientes -distribución desigual e ineficaz del vital líquido, baja calidad por contaminación-; a esto se suma la falta de mecanismos de participación ciudadana y una carga financiera desproporcionada para los más pobres (Barkin, 2005) Desde esta perspectiva, el presente trabajo muestra actuaciones sociales e institucionales alrededor del recurso hídrico que contribuyen a construir la escasez, la competencia, la contaminación y la conflictividad hídrica. Los resultados ayudan a reflexionar acerca de los mecanismos de construcción de conflictos en la gestión del agua.

2. La unidad territorial de observación: la cuenca del río Duero

Localizada al noroeste del estado de Michoacán, la cuenca del Duero tiene una extensión territorial de 5,110.13 km² y su columna vertebral es el río del mismo nombre. En este espacio participan total o parcialmente 20 municipios con unos 40 asentamientos urbanos y rurales, en los cuales viven alrededor de 635,076 habitantes (INEGI, 2005). Destacan por su tamaño las poblaciones de Zamora (122,880 habitantes), Jacona (48,197), Purépero (13,900), Tangancicuaro (9,719), Tangamandapio (9,710), Pajacuarán (9,364), Vista Hermosa (9,344), Chilchota (6,920), e Ixtlán (4,888).

Las actividades económicas predominantes en el espacio de la cuenca son la agricultura, el comercio, los servicios y la agroindustria. El 27.6% de la población económicamente activa depende directamente de las actividades agrícolas, ganaderas y de silvicultura.

Las actividades agrícolas bajo condiciones de riego se desarrollan en cuatro zonas que conforman –por sus características geomorfológicas y agroclimáticas- otras tantas sub-cuencas: i) Cañada de los Once Pueblos, ii) valle de Tangancicuaro o valle de Guadalupe, iii) valle de Zamora-Jacona y iv) Ciénega de Chapala (Ixtlán-Pajacuarán-La Luz). Estos valles son cultivados intensamente todo el año gracias a la presencia de riego e infraestructura hidráulica, ésta última conformada por una intrincada red de canales y drenes, presas de derivación y dos presas de almacenamiento (Urepetiro y Álvarez) que aseguran cierto abastecimiento de agua a los terrenos agrícolas durante la época de estiaje.

3. Las fuentes de agua: aspectos cuantitativos y cualitativos

3.1. Aguas superficiales

En este apartado incluimos las aguas de los manantiales, ríos y arroyos principales de la cuenca.

El río Duero nace en las inmediaciones de La Cañada de los Once pueblos, fluye en dirección sureste-noroeste y desemboca en el río Lerma a la altura del poblado de Ibarra. Desde su nacimiento varias corrientes y manantiales se van incorporando a su cauce a partir del pueblo de Carapan. En este lugar, los manantiales principales que surten al Duero son el Ostácuaro, Echong'aricho, Cuinio, Sapicho, Cuinio grande, Queréndaro, Machúporo y Trombita; aguas abajo se suman los caudales de los manantiales de Zopoco, Tanaquillo, Ojo de Agua de Chilchota (municipio de Chilchota), Los Nogales, Etúcuaro, Junguarán, Cupátziro, Camécuaro (municipio de Tangancícuaro). Cerca de Camécuaro se une al Duero la corriente del río Tlazazalca; éste último conduce los flujos almacenados en la presa Urepetiro - conformados por las aguas de manantiales locales, aguas torrenciales y drenajes domésticos de las poblaciones de Tlazazalca y Puréper- y las aguas de retorno agrícola generadas en los terrenos aledaños al río.

En la parte media de la cuenca o sub-cuenca valle de Zamora-Jacona se encuentra otra zona importante de manantiales, con los veneros de La Luz o Presa Verduzco, El Bosque, El Santo Entierro, El Espíritu, La Estancia, Orandino y otros de menor caudal. En algunos de los pueblos del valle de Zamora-Jacona se cuenta con ojos de agua que regularmente se utilizan para consumo humano. En el municipio de Tangamandapio se localizan los manantiales de Santiago, La Pila y Ojo de Agua (los dos últimos en Telonzo) con caudales importantes que se usan en el abastecimiento de agua potable, industria de agua embotellada y para riego de cultivos.

El cauce del río Duero es natural hasta su ingreso al valle de Zamora, donde ha sido modificado en algunos tramos; la zona ribereña que ha sufrido más modificaciones es el tramo correspondiente a San Cristóbal-Ibarra, donde el río fue desviado para formar la presa "Barraje de Ibarra". El flujo anual del río Duero es de 390.364 hectómetros cúbicos (hm^3) o millones de metros cúbicos (Mm^3) -promedio de los años 1973-2006 en la estación

Las Adjuntas, poco antes del ingreso del río a la sub.cuenca valle de Zamora-Jacona- (datos de archivo de CONAGUA, 2007). El caudal mínimo registrado en este punto del río fue de 288.02 hm³ (periodo 2005-2006).

En el aspecto de calidad del agua, los estudios realizados en distintas fechas (Velázquez, 2005, Velázquez y Pimentel, 2006) muestran que la salinidad de las aguas del río Duero se incrementa en dirección del flujo o aguas abajo, pasando de 166 a 311 microsiemens por centímetro (µS/cm) en el inicio y final del río, respectivamente. Este aumento en el contenido de sales solubles es causado por el vertido de las aguas residuales domésticas a la red hidrográfica, principalmente. Las aportaciones de sales a partir de los drenajes agrícolas -aunque a la fecha no se han cuantificado- se presume sean también importantes en la elevación de la salinidad de las aguas del río Duero. Otros contaminantes que se han detectados en las aguas del río son el fósforo (P), algunos metales pesados como el hierro (Fe), el manganeso (Mn) y el zinc (Zn) y bacterias del tipo coliformes fecales y *Escherichia coli*.

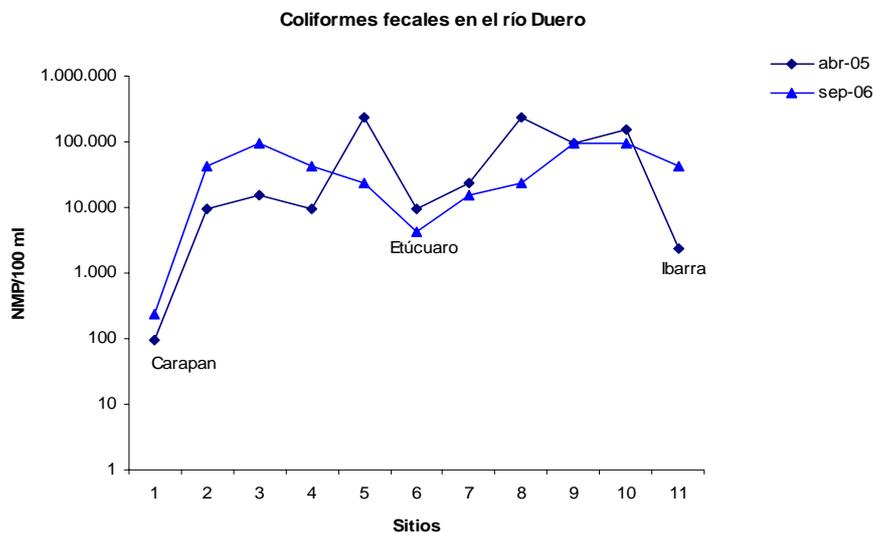
El fósforo (P) en parte final de la corriente se incrementa cuatro veces en relación con el punto de origen del río debido al vertido de aguas residuales y una situación similar se observa con los metales pesados enunciados líneas arriba. El efecto más severo del vertido de las aguas residuales domésticas e industriales a las red de canales y al río, es la alta concentración de bacterias enteropatógenas del tipo de las coliformes fecales y la especie *Escherichia coli* en las aguas del río. La normativa sanitaria para el uso del agua en riego de cultivos hortícolas que se consumen en fresco marca un límite de 1000 unidades bacterianas por 100 mililitros (NMP/100 ml); si tuviera que aplicarse tal normativa solamente podrían utilizarse en esta actividad los flujos del manantial Carapan (Figura 1).

3.2. Aguas subterráneas

En el balance hidrológico en la zona acuífera “Zamora” (CONAGUA, 2002) se calculó una recarga anual de 308 hm³, con una descarga natural comprometida –que incluye básicamente los caudales de manantiales y ríos- de 180.176 hm³ y un volumen concesionado de aguas subterráneas de 77.59 hm³, restando entonces 50.73 hm³ de agua subterránea disponible de ser explotada. En base a estos datos, el acuífero “Zamora” se ha clasificado como sub-explotado, con un potencial de extracción de 128.32. hm³ anuales.

Sin embargo, la escasez de información detallada sobre el número y caudal de las explotaciones subterráneas en la cuenca y de los acuíferos que las surten, indica que tal situación de sub-explotación debe tomarse con precaución. A esto se suma la posible reducción en la tasa de infiltración del agua hacia los acuíferos causada por la deforestación a que está sometida la parte alta de la cuenca, que constituye el área de recarga principal de dichos acuíferos.

Figura 1. Concentración de bacterias coliformes fecales en 13 sitios del río Duero. Año 2006.



Los problemas de calidad de agua subterránea en la cuenca del Duero se circunscriben básicamente al contenido de sales solubles y boro (B). En general, el contenido de sales y B se incrementan en dirección sur-norte, siguiendo aproximadamente el curso del río; la mayor concentración de estos contaminantes se ha detectado en los pozos de la sub-cuenca Ciénega de Chapala. El origen de las sales y el B en esta área se relaciona con la presencia de la zona geotérmica de Ixtlán, caracterizada por la alta salinidad de las soluciones que circulan en el subsuelo. Otros contaminantes que se han detectado en algunos pozos para uso doméstico son el hierro (Fe), manganeso (Mn) y el fósforo (P), asociados a niveles freáticos someros y contaminación con materiales orgánicos.

Un reconocimiento de la calidad bacteriológica de las aguas subterráneas para consumo humano (Velázquez y Pimentel, 2007) mostró que 6 de 27 pozos bajo estudio presentaron contaminación por coliformes fecales; algunos de estos pozos fueron ubicados en las cercanías de la ribera del río Duero y de canales de riego, por donde circulan aguas contaminadas con efluentes domésticos y agrícolas. Esta condición aumenta el riesgo sanitario para la población debido a que en la temporada de lluvias, muchos de los contaminantes presentes en las aguas del río y en los suelos agrícolas pueden ser transportados a estos pozos a través de la escorrentía o la inundación. Aunque no se descarta una posible relación entre los contaminantes en las aguas superficiales y aquellos presentes en las aguas subterráneas, a la fecha no se cuenta con información precisa en estos aspectos.

De acuerdo con los análisis físico-químicos y bacteriológicos de las aguas subterráneas analizadas, los contaminantes mostraron una tendencia similar a la de las aguas superficiales, es decir, una mayor concentración de éstos en la parte media y baja de la cuenca.

4. Problemática social e institucional en torno al agua para riego

La agricultura de riego vive en la región del valle de Zamora la paradoja de la abundancia del agua superficial y su escasez en la distribución para determinados territorios. En el aspecto agrícola, si consideramos que los flujos mínimos que se han registrado en Las Adjuntas son de 288 hm³ (periodo 2005-2006) y que las asignaciones de agua superficial para los cuatro módulos de riego que operan en la región son de 200 hm³, tal volumen mínimo debería ser suficiente para abastecer las necesidades de los cultivos agrícolas. Sin embargo, la baja capacidad de almacenamiento en la región, la concentración de las necesidades hídricas de los cultivos en ciertos meses del año (marzo-mayo) y la posición aguas-arriba/aguas abajo, donde los usuarios situados aguas abajo, reciben menor cantidad y calidad de agua en relación con los usuarios situados aguas arriba, hacen de la abundancia una relativa escasez.

Los agricultores que se abastecen directamente de las aguas que corren por los canales de riego están sujetos a un “tandeo” en los turnos para regar; el tandeo es más acusado aguas abajo donde la disponibilidad del agua es menor. En una situación de demanda urgente de

riego, los agricultores regularmente optan por solicitar que el canalero (autoridad del agua en un canal de riego) les envíe el agua por el canal correspondiente y esperan a que surta efecto su demanda; si ésta falla simplemente “aguantan hasta donde se pueda”. Algunos productores reportan pérdidas totales de los cultivos por escasez de agua en años críticos.

En la parte media y baja del valle de Zamora, desde las tierras que rodean a La Rinconada hasta la Ciénega de Chapala, el paisaje hortícola cambia paulatinamente a una predominancia de granos (maíz, sorgo, trigo). La ausencia de un flujo de agua permanente en la red hidrográfica y la mayor contaminación de esta agua son factores que explican en parte el cambio en el paisaje agrícola en esta zona (los granos generalmente requieren menos agua y pueden cultivarse con agua de baja calidad). Es de notar que en la zona cierto número de agricultores dispone de aguas subterráneas para el riego, regularmente sin problemas de cantidad y calidad de los flujos.

En cuanto a los flujos subterráneos explotados, en doce municipios de la cuenca (Briseñas, Chavinda, Chilchota, Ixtlán, Jacona, Pajacuarán, Purépero, Tangamandapio, Tangancícuaro, Tlazazalca, Vista Hermosa y Zamora) se tienen autorizados 551 pozos para uso agrícola, con un caudal de 119.109 hm³ anuales que son utilizados preferentemente para producir hortalizas de exportación con altos valores en el mercado; al parecer, la calidad del agua se está conformando como un factor limitante para la producción agrícola altamente redituable, dejando a los agricultores cuyas fuentes de agua son superficiales y que sufren la escasez y la mala calidad del recurso con menores posibilidades de mercado.

Actualmente existe un fuerte impulso institucional para utilizar agua subterránea en el riego y que es justificado, al parecer, por la abundante cantidad de agua en el subsuelo y la baja calidad del agua superficial en la región. Estos apoyos institucionales son inversiones que financian la adquisición de tecnologías “ahorradoras” de agua –sistemas de riego presurizado- y en la perforación y equipamiento de pozos. Sin embargo, hemos detectado que en algunos casos, los apoyos institucionales- por ejemplo el caso de la perforación de pozos de uso agrícola- se otorgan a cambio de que los agricultores acepten ceder parte de sus derechos sobre volúmenes de agua superficial; esto aparentemente responde a una política hidráulica regional que busca garantizar un abasto continuo de agua al lago de Chapala. Sin embargo, el acceso a las fuentes de agua subterránea es también limitado a

ciertos grupos de agricultores debido a los altos costos de inversión, mantenimiento y gasto energético de los modernos sistemas de riego.

5. El estrés hídrico en los pueblos y comunidades

El abastecimiento de agua potable a las poblaciones en la parte alta de la cuenca –Cañada de los Once Pueblos- se lleva a cabo a través de los manantiales que ahí emergen, en tanto que en la parte media y baja de la cuenca predomina el uso de pozos profundos.

Contrario a la imagen de abundancia de agua en la región del valle de Zamora, hemos localizado un conjunto de pueblos o comunidades que tienen un precario abastecimiento de agua potable en hogares. Estos son pueblos “estresados” porque el agua les llega unas cuantas horas al día (Cuadro 1) y regularmente sólo cuentan con un pozo de abastecimiento. El pozo generalmente es administrado por un Comité comunitario local, elegido anualmente por los habitantes de los pueblos respectivos.

El estrés observado no significa la falta total de agua, sino el abasto por horas; este mecanismo de administración de los flujos de agua permite el ahorro de costos de energía eléctrica para los pueblos, reflejado en bajas cuotas anuales a los usuarios que se deciden comunitariamente. Estos bajos costos y la administración comunitaria del recurso, que no necesariamente conlleva a una eficiente y eficaz distribución del agua en la comunidad, son causa de la renuencia de los pueblos a aceptar que la administración del recurso hídrico pase a manos del municipio o de una empresa privada.

En algunos casos al problema de escasez de agua se agrega el de la mala calidad; tal es el caso de algunos pueblos (Cuadro 1) cuyas aguas para consumo doméstico contienen ciertos elementos químicos y bacteriológicos que los invalidan para tal uso.

A pesar de la escasez las actuaciones institucionales privilegian la oferta de agua, la necesidad del abasto a la población y a los pueblos; por lo tanto se registra la construcción de obras para la conducción de agua a los usuarios y de alcantarillado para los drenajes. En los asentamientos urbanos mayores como las ciudades de Zamora, Jacona, Chilchota, Tangancicuaro, Ixtlán y Pajacuarán, actúan organismos operadores del agua potable, y en los pueblos pequeños generalmente el abasto de agua potable está a cargo de grupos

locales autogestivos. Aunque por parte de autoridades del agua, las declaraciones en la prensa son alarmantes “Escasea el agua, 42 pozos sobreexplotados en la zona de Zamora, a pesar de eso la CNA da largas a las solicitudes de permisos para perforar otros pozos” (El Sol de Zamora, 23 de abril de 2007).

Cuadro 1. Relación de pueblos “estresados” y tandeos u horarios de abasto de agua

Comunidad (municipio)	Frecuencia de abasto a los hogares	Duración del turno (horas)	Observaciones
La Saucedá (Zamora)	Cada tercer día	3	Agua de buena calidad, pozo administrado por la comunidad
La Luz (Ixtlán)	Todos los días	4 o 5	Agua con problema de boro, pozo administrado por la comunidad
El Valenciano (Ixtlán)	Todos los días	3 o 4	Agua con problema de boro, pozo administrado por la comunidad
Atacheo (Zamora)	Todos los días	1	Agua con problema de coliformes fecales, 1 Pozo administrado por la comunidad
El Limón (Ixtlán)	Todos los días	8	Agua con problema de boro. 1 Pozo administrado por la comunidad
Rinconada (Zamora)	Cada tercer día	4	1 Pozo administrado por la comunidad
Romero de Torres (Zamora)	Cada tercer día	10	1 Pozo administrado por la comunidad
La Labor (Zamora)	Sin servicio de agua potable		
Ojo de Agua (Zamora)	Todos los días	2-3	1 Pozo administrado por la comunidad

Las observaciones de campo nos señalan que en general la población espera que salga agua de la llave; cuando falta el agua, salen los comentarios y la comunicación entre los vecinos y parientes “no hay agua”, “nos avisaron de la presidencia que no vamos a tener agua en la semana porque van a arreglar el pozo”, “dicen que nos van a mandar pipas para que nos surtan agua”, “de por si ese pozo no sirvió, no da suficiente agua”. Sin embargo hay expresiones de organización social para obligar a las autoridades a resolver los problemas

de abasto cuando éstos se presentan, como el caso de los vecinos de las colonias La Pradera, Valencia y Valle Dorado, de la ciudad de Zamora.

Otra actuación social alternativa para el abasto de agua potable es la creciente demanda por agua embotellada de marcas comerciales, aunque según declaraciones del Presidente de Productores de Agua Purificada, el 70 de las empresas unas 376, no emplean medidas sanitarias, (El Sol de Zamora 24 de abril de 2007).

6. Actuaciones sociales e institucionales en torno a las aguas residuales

El tratamiento institucional que se da a las aguas residuales en la región es regularmente la conducción a través de la red de drenaje y alcantarillado y su descarga en la red hidráulica. En algunos casos, las autoridades municipales manifiestan que su compromiso con el saneamiento de las aguas residuales se ha cumplido al haber logrado que estos desechos se descarguen convenientemente en el río o en los canales de riego, lejos de la ciudad.

En cuanto a sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales, cabe mencionar que algunas poblaciones cuentan con plantas de tratamiento (Cuadro 2), aunque la mayoría de ellos opera a bajos niveles de eficiencia y otros se han abandonado.

Los proyectos de instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en la región iniciaron en los 80's. Vista Hermosa fue la primera población que buscó soluciones al problema de las aguas residuales o aguas negras instalando una serie de pequeñas lagunas de oxidación en las inmediaciones del poblado. Estas lagunas, sin embargo, no se diseñaron apropiadamente para alcanzar altos niveles de eficiencia en la remoción de contaminantes; actualmente la eficiencia de las lagunas de Vista Hermosa, medida a través de la reducción en coliformes fecales, es del 78 % lo que significa una concentración de 2 400 000 unidades (en NMP/100 mL) en los efluentes tratados (Velázquez, 2005). En Briseñas se instaló un sistema lagunar más pequeño que el de Vista Hermosa el cual solo permite una sedimentación parcial de los materiales sólidos y orgánicos; las aguas residuales se vierten prácticamente sin tratamiento al río Lerma.

En Zamora se instaló un sistema lagunar (Lagunas de estabilización) en 1997 con capacidad para tratar 495 l/s, aunque en 2005 sólo trataban 330 l/s (datos del SAPAZ,

2005). En 2006 se amplió la red de colectores y se incrementó el volumen de aguas residuales tratadas, aunque se ignora con precisión la cifra debido a que el sistema no cuenta con un medidor de flujo. De acuerdo con el análisis de coliformes fecales que se realizó al influente y efluente de esta planta, la eficiencia de este sistema en la eliminación de bacterias es del 99.8%, lo que sitúa a esta sistema lagunar como uno de los más eficientes en la remoción de contaminantes bacteriológicos, con gastos energéticos mínimos y usando procesos físico-químicos naturales. Sin embargo, la planta se dejó de operar a partir de febrero de 2007 y el argumento fue que se iban a iniciar los trabajos de rehabilitación y desasolve de los lodos, cosa que a la fecha no se ha llevado a cabo. Habría que pensar en que probablemente estamos en una situación que corrobora lo señalado por otros autores, en el sentido de que las administraciones locales del agua carecen de recursos para cumplir normas ambientales, sanitarias y sociales (Balanyá, 2005).

En Carapan se construyó en 2004, con fondos de la Secretaría de Desarrollo Social, un reactor anaeróbico tipo Tanque Imhoff para tratar una parte de las aguas residuales de este poblado. La eficiencia parece ser muy baja puesto que los afluentes provenientes del tratamiento anaeróbico son de un color muy oscuro, propio de las aguas anaeróbicas, con fuerte desprendimiento de malos olores. Un sistema similar fue iniciado en Jamandúcuaro municipio de Tlazazalca, en 2003 pero la obra se abandonó debido al incumplimiento de las autoridades municipales en la aportación de recursos. Es importante mencionar que la población aportó su cuota para la construcción del tanque y la instalación de tuberías, recursos que prácticamente se dilapidaron al no continuar con las obras el ayuntamiento.

Atacheo (municipio de Zamora) fue dotada de un sistema de tratamiento tipo aereación extendida que funcionó solamente un corto tiempo y después fue abandonado. La causa fue una falla en el diseño, el cual al parecer no contemplaba la eliminación de lodos en uno de los tanques y la sobrecarga inutilizó el sistema de bombeo.

En 2004 se inició en Camécuaro un tratamiento de las aguas residuales del parque basado en la aplicación de sulfato de cobre. El producto se adiciona al tanque de agua potable y de ahí circula hacia los sanitarios. El producto parece ser muy eficiente en la reducción de los materiales orgánicos y en la eliminación de las bacterias anaerobias responsables de la producción de sulfuro de hidrógeno, de tal manera que el efluente (agua tratada) presenta un color poco turbio y sin malos olores. Sin embargo, la concentración de coliformes

fecales en estos efluentes es todavía demasiado alta (más de 1 100 000/100 ml) para que puedan ser utilizados en el riego de hortalizas.

Cuadro 2. Infraestructura de tratamiento de aguas residuales y situación actual

Sistema de tratamiento	Ubicación	Situación
Aireación extendida	Central de Abastos (Zamora)	Problemas de mantenimiento en el sistema de oxigenación, altos requerimientos tecnológicos, eficiencia media en la eliminación de olores, de la carga orgánica y de las coliformes fecales
Aireación extendida	Atacheo (Zamora)	Abandono de la planta
Aireación extendida	Ex Hacienda El Refugio (Zamora)	Baja eficiencia en la eliminación de carga orgánica y coliformes fecales, con funcionamiento intermitente
Reactor anaeróbico	Carapan	Baja eficiencia en la eliminación de carga orgánica, malos olores y coliformes fecales
Reactor anaeróbico	Jamandúcuaro (Tlazazalca)	Abandono de la planta
Lagunas de estabilización	Zamora	Paralización del sistema a partir del febrero de 2007, aparentemente por rehabilitación del sistema y desasolve de los lodos
Laguna de oxidación	Vista Hermosa	Baja eficiencia en la eliminación de carga orgánica, malos olores y coliformes fecales, bajo nivel de mantenimiento del sistema
Laguna de oxidación	Briseñas	Baja eficiencia en la eliminación de carga orgánica, malos olores y coliformes fecales

6. Los usos y la urbanización del entorno de lagos y manantiales

Contrario al recomendado tratamiento ecosistémico de las cuencas y fuentes de agua (Zuñiga, 2001), en la cuenca del Duero se ha privilegiado el uso turístico y recreativo de los lagos y manantiales (Cuadro 3). Esta nueva situación implica la formulación e implementación de planes de reordenamiento territorial donde estas fuentes de agua son convertidas en piscinas rodeadas de comercios estacionales en sus alrededores, así como la generación de abundante basura; se han documentado situaciones donde estos lugares, ya convertidos al turismo local, se alquilan para la celebración de eventos sociales, bailes y fiestas nocturnas y se acusa a los administradores de hacer negocios particulares en estos espacios (El Sol de Zamora 24 de abril de 2007). Los lagos y manantiales son “protegidos”, en esta nueva condición, con muros y cercados, rompiendo con ello la

continuidad de las cadenas tróficas y corredores de vida silvestre. Esta urbanización de lagos y manantiales se da principalmente en aquellos que son administrados por el ayuntamiento.

Cuadro 3. Manantiales y sus usos en la cuenca del río Duero

Nombre	Ubicación	Observaciones
Ostácuaro	Carapan	Cercado, uso recreativo y doméstico, manejado por el municipio
Cuinio	Carapan	Uso doméstico, manejado por las comunidades
Tanaquillo	Tanaquillo	Uso doméstico, recreativo, manejado por la comunidad
Chilchota	Chilchota	Uso doméstico y recreativo. Manejado por el municipio
Los Nogales	Los Nogales	Uso doméstico y agrícola; manejado por la comunidad
Junguarán	Tangancícuaro	En proceso de secamiento, para riego y uso urbano, manejado por los vecinos
Cupátziro	Tangancícuaro	Uso doméstico, riego; área protegida manejada por el municipio
Camécuaro	Tangancícuaro	Uso recreativo (parque nacional), riego, manejado por un consejo ciudadano
El Bosque	Jacona	Buen estado, manejado por municipio, buena calidad el agua, utilizado para uso doméstico
La Luz (Verduzco)	Jacona	En proceso de urbanización, utilizado para ocio y turismo, riego, manejado por el municipio
Orandino	Jacona	Con signos de contaminación, utilizado con fines recreativos y para riego, manejado por el municipio.
La Estancia	Jacona	Turismo, riego, manejado por el municipio
Ojo de Agua	Ojo de Agua (Zamora)	Uso agrícola y doméstico, manejado por la comunidad
La Saucedá	La Saucedá	En proceso de secamiento, manejado por la comunidad

7. A manera de conclusión

Con los elementos observados podemos decir que la cuenca del río Duero es un espacio hídrico cuyo referente central es el río Duero; sin embargo los lagos y manantiales tienen una función clave en el abasto de agua de la cuenca, de tal manera que se corrobora la unidad hidrológica entre aguas superficiales y aguas subterráneas.

Las actuaciones sociales e institucionales se caracterizan por la tendencia extractora del agua limpia y el depósito de las aguas residuales directamente en el río y las redes de

infraestructura hidráulica, sin una política clara de tratamiento y reúso de las aguas residuales, y donde los principales afectados son los agricultores de bajos recursos y los jornaleros agrícolas. Asimismo, la falta de acciones tendientes a propiciar la recarga de los acuíferos y la presunción de una sub-explotación del agua subterránea en la región están contribuyendo a un acelerado desecamiento de manantiales; la extracción de agua en sitios que por su naturaleza geológica aportan elementos que constituyen un riesgo sanitario para la población complica el panorama. Como corolario, los pueblos “estresados” siguen sufriendo la escasez del recurso, los costos del almacenamiento, el cuidado de la infraestructura y el mantenimiento del sistema, obstaculizando con ello su desarrollo y participación en la posibilidad de gestión sostenible del recurso hídrico de la cuenca del río Duero.

8. Bibliografía

Balanyá *et al*, *Por un modelo público del agua. Triunfos, luchas y sueños*. Editorial El Viejo Topo, España.

<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>

Barkin, D. 2005. *La gestión del agua urbana en México*. En: Balanyá *et al*. Por un modelo público del agua triunfos, luchas y sueños. Editorial El Viejo Topo, España.

Velázquez, M.M.(Coord.) 2005. *Diagnóstico para el saneamiento del río Duero*, SAGARPA-Consejo Estatal de la Fresa de Michoacán, A.C. Zamora, Michoacán. 201 pp.

Velázquez, M., Pimentel, J.L. y E. Hernández. 2006. Patrones de contaminación en las aguas subterráneas y superficiales de la cuenca del río Duero y Ciénega de Chapala. Informe de Proyecto CGPI 20061346, CIIDIR-IPN Michoacán. 85 pp.

Velázquez, M.M. y J.L. Pimentel. 2007. *Contaminación química y bacteriológica en las aguas del río Duero*. SAGARPA-Consejo Nacional de la Fresa, A.C. Informe interno. 85 pp.

Zuñiga, C. R. 2001. *Enfoque holístico del agua y manejo de cuenca hidrográficas como ecosistemas*. En: Barkin, D. Innovaciones mexicanas en el manejo del agua UAM Xochimilco/ Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. México.