

## 1 INTRODUCCIÓN

Hace unos veinte años, un científico norteamericano llamado Herman Bouwer, acuñó el término geodepuración (geopurification) para referirse al conjunto de procesos mediante los cuales los contaminantes presentes en el agua residual urbana son eliminados, inactivados o inmovilizados al ponerse en íntimo contacto con un medio natural, como es el suelo. No obstante ya desde el comienzo de la agricultura, el uso de aguas residuales para el riego ha sido una eficaz forma de reciclado de nutrientes y de reutilización del agua doméstica. Sin embargo, la concentración de la población en las ciudades ha traído consigo la acumulación de los vertidos en unos pocos puntos singulares y la dificultad de deshacerse de ellos de forma eficaz y segura mediante los métodos tradicionales, que no son capaces de admitir las elevadas cargas puntuales de agua residual que incluso una población relativamente pequeña produce en determinados momentos.

La idea de utilizar el suelo como medio depurador de las aguas residuales procedentes de las ciudades data de la antigüedad clásica. El historiador griego Heródoto (484-425 a.C.) dejó escrito, que en Babilonia, el agua residual, en lugar de evacuarla a un río, se canalizaba a un sumidero donde decantaba y sedimentaba. Tras esta fase inicial de depuración, el agua, una vez liberada de las partículas más groseras, se filtraba en formaciones permeables.



**Foto 1.1.** Los vertidos producidos por pequeñas poblaciones en las que no existen industrias, son completamente biodegradables, por lo que pueden ser tratados por métodos sencillos reduciendo su impacto ambiental al mínimo.

Esta forma natural de resolver los problemas higiénicos de las ciudades se transmitió al pueblo heleno, que implantó y utilizó un sistema similar como vía de eliminación de las aguas domésticas de la ciudad de Atenas. La colonización romana, que trajo consigo la construcción de cloacas y el desagüe de aguas negras a los ríos, acabó con un procedimiento capaz de depurar y reintegrar en la naturaleza aguas contaminadas, pero que comenzaba a ser insuficiente al ser las ciudades cada vez más grandes.

Más de dos mil años tuvieron que transcurrir para que a finales del siglo XIX, concretamente en 1898, en Fresno County, California, se retomara la idea de utilizar el suelo como elemento capaz de depurar el agua residual de forma eficaz. No obstante, las grandes experiencias americanas se inician en la década de 1960. De esa época datan los primeros estudios que evalúan la viabilidad de construir una barrera de inyección con agua residual altamente tratada en el acuífero de Magothy (Long Island, Nueva York), o el proyecto de Flushing Meadows (Phoenix, Arizona) que es quizá, la experiencia más importante realizada en los Estados Unidos para investigar la acción depuradora del suelo.

En la actualidad, el país con el plan de aprovechamiento de aguas residuales más ambicioso es Israel. Su programa tecnológico más conocido es el denominado proyecto de reutilización de las aguas residuales de la región de Dan, que tiene como finalidad el tratamiento de las mismas, la recarga y el almacenamiento del efluente tratado en un acuífero y su reutilización posterior en las explotaciones agrícolas del Negev. Aunque este proyecto es el más elogiado, el éxito del plan se fundamenta en otra serie de proyectos, tecnológicamente más sencillos, que contemplan la depuración parcial en lagunas artificiales y la inmediata utilización del efluente en regadío.

Europa no ha mostrado hasta la fecha un excesivo interés por aplicar esta técnica natural de depuración. Francia es la nación donde se han construido un mayor número de instalaciones, aunque con la particularidad de no realizar la infiltración directamente sobre el terreno, sino sobre filtros de arena. Además, en las experiencias realizadas hasta la fecha, siempre se ha empleado agua residual con un alto grado de depuración consistente generalmente en un tratamiento secundario o terciario; se persigue de esta forma más el efecto almacén en el acuífero, que el de depuración.

## **Un problema, una solución**

En nuestro país, las poblaciones pequeñas, de menos de 20.000 o 25.000 habitantes, pero muy especialmente las que cuentan sólo con algunos cientos o miles de habitantes, se encuentran ante el grave problema de la eliminación de sus efluentes líquidos.

En primer lugar hay que considerar la necesaria adaptación a la Directiva Comunitaria 91/271, que obliga a cumplir un estricto calendario según el cual en el año 2005 todas las poblaciones mayores de 2.000 habitantes deberán dar a sus aguas residuales al menos un tratamiento primario, cuando no secundario si se asientan sobre zonas clasificadas como sensibles. Por otro lado en la Ley 7/1985 de 2 de abril de Bases del Régimen Local se establece textualmente que: "la depuración es un proceso técnico, administrativo y económico que asumen como competencia los ayuntamientos". Esta situación deja a los



**Foto 1.2** La ganadería intensiva plantea un problema similar a la concentración de la población humana, la producción de vertidos se produce en un espacio restringido y los métodos naturales de depuración no bastan para garantizar la calidad ambiental necesaria en el punto de vertido o su área de influencia.

pequeños ayuntamientos ante la paradoja de estar obligados a depurar, pero sin los medios económicos ni técnicos necesarios para ello.

Por otro lado, la instalación de sistemas tradicionales de depuración (lagunaje, fangos activos, lechos bacterianos) es económicamente inabordable para pequeñas poblaciones, y la tecnología blanda, fundamentalmente filtros verdes, tiene unos requerimientos de espacio que en la mayoría de las ocasiones suponen un obstáculo insalvable. Además, no hay que olvidar el inconveniente de la parada invernal en el ciclo vegetativo de los chopos, que es el cultivo más extendido en este tipo de instalaciones, lo cual supone un largo tiempo de inactividad –o al menos de muy bajo rendimiento- del filtro.

La solución para este difícil problema pasa por encontrar un sistema de eliminación de aguas residuales urbanas que garantice una depuración suficiente y cuyo costo de instalación y mantenimiento sean abordables por pequeños municipios de exiguo presupuesto, pues está demostrado que el empleo en estas situaciones de tecnologías de depuración de características sofisticadas, cuya construcción exige grandes inversiones económicas, conduce al abandono en el instante en el que se producen los primeros problemas técnicos. Además, no hay que olvidar que el consumo de energía y productos químicos encarecen sensiblemente el mantenimiento de este tipo de instalaciones.

Así pues, resulta evidente que los pequeños núcleos de población precisan de una tecnología de depuración de aguas residuales sostenible y que, en la medida de lo posible,

haga uso de la capacidad de depuración del medio natural. El suelo natural tiene unos límites ecológicos suficientemente amplios para depurar los residuos generados por una población dispersa o concentrada en pequeñas localidades, siempre que los vertidos generados sean totalmente biodegradables y la relación habitante equivalente/superficie de filtro sea la adecuada.

Además, como es preciso garantizar la protección del destino final del efluente, que en estos sistemas es el acuífero, el espesor y naturaleza de la zona no saturada se revela como el factor limitante de mayor importancia. Esto restringe en España la aplicación de la técnica a poblaciones de hasta unos cuatro o cinco mil habitantes. Sin embargo, el problema se agrava cuando se tienen en consideración las limitaciones impuestas por el propio medio receptor, cuya permeabilidad debe ser mayor de 60 cm/día, el contenido en arcillas inferior al 10% y la distancia al nivel freático superior a 3 metros.

En nuestro país ya existen o se están construyendo gran número de plantas de depuración de aguas residuales. Éstas han sido diseñadas para cumplir la normativa actual que sólo exige una disminución hasta límites determinados del contenido en ciertas sustancias en las aguas una vez depuradas (sólidos en suspensión, DBO<sub>5</sub>). Además, esta normativa recoge unos límites máximos para cada contaminante por separado, sin contemplar los efectos que puede causar su acción conjunta aún cuando se encuentren en sus límites máximos individuales permitidos por la legislación.

No obstante, el impacto sobre el ambiente de los efluentes depurados, los crecientes problemas de contaminación de las aguas continentales, así como la cada vez más exigente legislación europea y, como consecuencia, el de la legislación estatal, requieren el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías de tratamiento que permitan una mayor reducción de los contaminantes que la legislación actual no contempla, o lo hace de forma más somera, como ocurre con los nutrientes.

Para conseguir un efluente de alta calidad que pueda ser vertido al medio sin causar problemas, es necesario recurrir a la utilización de los denominados sistemas terciarios o avanzados de depuración. Sin embargo, en nuestro país, estos sistemas aún están poco desarrollados y su elevado coste los hace económicamente inviables en muchos casos.

A la vista de esta situación, los métodos naturales de tratamiento de aguas residuales urbanas se presentan como una alternativa de bajo coste y, en principio, de menor impacto sobre el medio que los sistemas convencionales; con el beneficio añadido de no tener que buscar donde verter el efluente una vez depurado, ya que en los métodos naturales de tratamiento de aguas residuales urbanas, el agua se depura en el propio medio receptor, que a la vez puede servir como sistema de almacenamiento.