



ECONOMIA DE AGUA. ECONOMIA DE INSTALACIONES

(WATER SAVING, ECONOMY OF WATER INSTALLATIONS)

Julián Salas Serrano, Dr. Ing. Industrial
Luis Fernández Rodríguez, Ing. de Caminos
(EQUIPO "VIVIENDAS DE MUY BAJO COSTE". IETcc - CSIC)

330-1

RESUMEN

El agua es un recurso escaso y por lo tanto se considera cada vez más importante optimizar su uso. En este artículo se exponen algunas técnicas y estrategias desarrolladas, en diversos países, para minimizar las pérdidas y el consumo inútil de agua en usos domésticos y evitar los gastos que supone, a la colectividad, la depuración de agua innecesariamente contaminada, así como el sobredimensionamiento de equipos e instalaciones.

También se presenta, de un modo general, el estado de la cuestión en cuanto a posibles ahorros económicos en saneamiento (entendido como las instalaciones sanitarias interiores de la vivienda y la red de evacuación exterior) y en depuración de aguas residuales.

SUMMARY

Water is a scarce resource and for this reason it is necessary to use it wisely. This paper puts forward some techniques and strategies which have been developed in different countries, to minimize wasteful water consumption for domestic use. The reason for this is to avoid considerable public expense which is caused by the purifying of unnecessarily polluted water and by equipment and pipes which are too large for their purpose.

Also this paper deals with the state of art on techniques saving money on sanitation and treatment of sewage.

1. ECONOMIA DE AGUA

Una regla de oro de universal aceptación, en lo que se refiere a la depuración de aguas servidas, es la de evitar a toda costa la contaminación en origen de las mismas. Este principio se concreta de forma práctica, en el caso del saneamiento para uso doméstico, evitando el inútil dispendio de consumo de agua, que posteriormente ha de ser transportada y depurada en menor o mayor grado.

Coincidimos plenamente con Fernando Tudela (1) cuando afirma:

“En primer lugar, puede cuestionarse la irracionalidad que supone el alto consumo de uno de los recursos más escasos y más caros: el agua potable. El inodoro convencional consume entre el 30 % y el 40 % del agua que se suministra con fines de usos domésticos. El sistema hidráulico de procesado de excreciones, comporta que cada usuario contamina, por lo menos, 50.000

litros de agua potable por año. Solamente un 1,2 % de las aguas negras está constituido por residuos corporales. La eliminación de un litro de excrementos, exige la inutilización de unos 80 litros de agua, generalmente potable, cada vez más cara y más difícil de obtener.”

La asimilación de la bibliografía que hemos podido recopilar y que se ocupa del tema específico “*economía de agua*”, aporta varias enseñanzas que merecen ser destacadas. En primer término se constata un interés creciente en los países más desarrollados (EE.UU., Suecia, Reino Unido, Alemania y Francia) por la temática de la economía de agua consumida en usos domésticos. Este interés se explicita en acciones diversas, una de ellas, común a los países mencionados, es la del ahorro de agua en el uso del W.C. mediante la reducción paulatina de la capacidad de las cisternas, contemplada incluso en normas de obligado cumplimiento.

Este trabajo es un resumen del Proyecto de Investigación que, por encargo del Instituto de la Vivienda de Madrid (IVIMA), a través de la Arquitecta M.ª Pilar Riocabo, se está realizando en el IETcc con el título «Búsqueda de tecnologías alternativas y/o racionalización de las existentes en materia de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas, para pequeños núcleos en la provincia de Madrid, tendentes al abaratamiento de las soluciones».

Resulta doblemente sorprendente la falta de sensibilización sobre este tema en la colectividad de los técnicos españoles. Doble en el sentido de que, en grandes zonas de la geografía española, la escasez de agua es manifiesta y mucho más si se compara con la situación en cualquiera de los cinco países mencionados más arriba. Escasez agravada en algunos momentos por fuertes períodos de sequía, como el que sufrimos durante algunos años, a principio de los 80, con restricciones de consumo en casi toda España.

Siguiendo la idea de François Perrier, coordinador del Grupo de Trabajo W-62 del CIB, "Water Supply and Drainage for Building"; el agua debe utilizarse en las mejores condiciones posibles, pues el agua perdida o consumida inútilmente se vuelve cara para la colectividad (operaciones de abastecimiento y tratamiento; instalaciones sobredimensionadas;...), (2).

Para afrontar el problema de la economía del agua existen tres grupos de soluciones a tener en cuenta:

- Reducción de los consumos.
- Supresión de pérdidas de agua.
- Utilización de agua reciclada.

1.1. Reducción de los consumos

Para la *reducción de consumos* se puede incidir en aspectos sociológicos, económicos o técnicos.

En lo sociológico se pueden disminuir consumos intentando variar hábitos de higiene y la mentalidad de los consumidores. Eso sí, siempre sin alterar las condiciones higiénicas existentes, es decir, sin disminuir el nivel de calidad de vida conseguido.

Diversos autores proponen soluciones de cómo reducir volúmenes de instalaciones, utilizar programas económicos de lavadoras y lavavajillas, mayor uso de la ducha frente al baño, etcétera.

En el aspecto económico la estrategia para conseguir reducir consumos hay que dirigirla a que el consumidor tome conciencia del volumen de agua que utiliza y que pague un precio en función de la cantidad consumida.

El uso de contadores, preferentemente individuales, contribuye a la reducción de consumos.

Y por último, en los aspectos técnicos, hay que ir a nuevas concepciones de equipamientos sanitarios, principalmente la cisterna del W.C., teniendo en cuenta que es un aparato que consume entre el 30 y el 40 % del agua utilizada en la vivienda.

Actualmente se trabaja sobre todo en la reducción del volumen útil de la cisterna; y en otros puntos, como mejoramiento de la concepción de la cubeta, utilización de depósitos de doble volumen o con posibilidad de regular el volumen de agua deseado.

Partiendo de un volumen útil de 15 litros y volúmenes superiores en algunos casos (en EE.UU. hasta 30 litros), hay países que en sus experimentaciones han bajado a 12, 9, 6 e incluso 3 litros. Con estas nuevas consideraciones se pueden llegar fácilmente a obtener reducciones del 20 % del consumo interno.

Uno de los problemas principales en el desarrollo de estos trabajos es la puesta a punto de métodos de ensayo que permitan juzgar la eficacia de las cubetas de W.C. Algunos países han sacado conclusiones y han establecido normas al respecto, como Alemania (DIN-1385) o Francia (NF D 12-201). El Comité Técnico (TC 7) del Comité Europeo de Normalización (CEN) ha creado igualmente un grupo de trabajo (WG 1) encargado de la realización de un proyecto de norma europea: "Cubetas de WC-Ensayos de cisterna".

Pero existe otro inconveniente importante, y es que si la reducción de volumen de agua útil para la cubeta de W.C. es *considerable* para el plan de economías de agua, pueden originarse incidencias molestas en la instalación de evacuación de aguas tales como: transporte imposible de materias fecales en colectores de pequeña pendiente, alimentación insuficiente en fosas sépticas o problemas biológicos con incidencia sobre la sanidad.

También se desarrollan trabajos orientados a evitar estos problemas y entre ellos se pueden citar:

- El estudio de sistemas con un equipamiento especial que acumule un volumen suficiente para verter al colector (sistema Gustavsberg, por ejemplo).
- El estudio de la concepción de instalaciones de evacuación para que puedan evacuar las materias fecales sin problema.

Por temor a problemas de evacuación, algunos países han prohibido la utilización del W.C. de volumen reducido en los edificios existentes, por no autorizarles que en los edificios tengan instalaciones de evacuación estudiadas especialmente.

Como simple reseña se pueden citar también otros equipamientos y soluciones que han sido estudiados para la reducción de consumos como son:

- El uso de grifos de consumo limitado.
- La reducción de presión de alimentación por medio de reductores de presión.

- La utilización de sistemas “gota a gota” para el riego, etcétera.

1.2. Disminución de pérdida de agua

Uno de los puntos más importantes a considerar para la economía de agua es intentar *disminuir al máximo las pérdidas de agua* en las instalaciones domiciliarias y sobre todo en la red de distribución.

La relación entre el volumen de agua consumido y el distribuido está generalmente entre el 80 y el 90 %; aunque este valor puede descender al 50 %, lo que da una idea de la importancia cuantitativa que tiene la disminución de las pérdidas.

Como medidas importantes para afrontar el problema de las pérdidas de agua se pueden citar las siguientes:

- Emplear solamente equipamientos de buena calidad (canalizaciones, grifos, aparatos sanitarios,...).

Muchos países han hecho un gran esfuerzo en sus instituciones para establecer y prescribir particularmente normas de calidad de productos. Asimismo a la ISO (Organización Internacional de Normalización) y el CEN (Comité Europeo de Normalización) han creado Comités Técnicos para preparar normas sobre este tema.

- Proceder a una puesta en obra indicando instalaciones, en particular el nivel de las uniones en el caso de canalizaciones enterradas o empotradas.
- Efectuar regularmente el mantenimiento y la conservación de las instalaciones.

Se puede establecer otra serie de acciones particulares que contribuyen a asegurar un buen servicio de mantenimiento y conservación, y a disminuir pérdidas de agua por lo tanto; como son:

- vigilar la calidad de agua distribuida. Si es dura, por ejemplo, puede provocar un mal funcionamiento de los equipos, dando lugar a fugas;
- vigilar las canalizaciones con el fin de detectar las fugas eventuales y preferentemente los riesgos de fugas. Actualmente existen técnicas que lo permiten: endoscopios, cámaras de TV., etcétera;
- proceder al reemplazamiento de juntas de grifería;
- vigilar particularmente los equipamientos de depósitos de cisterna, que son causa de fugas de agua a tener en cuenta. En especial, el problema de la

concepción del rebosadero del depósito es importante. Si en caso de fuga de alimentación, el agua del rebosadero sale al exterior del depósito, el usuario rápidamente lo reparará. Por el contrario, si el agua pasa a la cubeta, el usuario será menos sensible.

En ciertos países como Francia, existen sociedades que se ocupan regularmente del mantenimiento de las instalaciones sanitarias de los inmuebles y que son remuneradas en proporción de las economías que se logran gracias a ese mantenimiento.

1.3. Utilización de aguas recicladas y de recuperación

Finalmente, existe una última posibilidad de realizar economías de agua mediante el empleo ya sea de aguas utilizadas, ya sea de aguas no potables.

Una de las soluciones con una cierta vigencia es la llamada “doble canalización”, es decir, que se dota a un inmueble o incluso a una ciudad de una red doble: una red de agua “limpia”, pero no potable, y una red de agua potable. Esta solución, aplicable sin grandes riesgos en la industria, resulta compleja para los inmuebles de habitación. Independientemente del costo más elevado que entraña dicha realización doble, existe un riesgo no desechable en lo referente a higiene y sanidad. Es por esto que esta solución está prohibida en algunos países.

A pesar de los riesgos potenciales, se han realizado experiencias en muchos países y en particular en Japón. Las aguas, sean pluviales o usadas, solamente se utilizan después de haber sufrido un tratamiento.

Se debe dar por entendido que los controles de la calidad del agua (características físicas, químicas, biológicas, orgánicas,...) deben realizarse regularmente en todos los casos.

Las aguas recicladas no son utilizadas para el consumo humano aunque hayan sido convertidas en potables. Y todavía no está previsto que sean utilizadas, salvo para situaciones de emergencia.

Estas aguas sirven para usos tales como:

- alimentación del W.C.,
- refrigeración de instalaciones de aire acondicionado,
- red de riego, etcétera.

1.4. Dos aportaciones concretas en el ahorro de agua

Son ciertamente escasas las aportaciones consolidadas existentes en materia de ahorro de agua. Se han seleccionado dos aportaciones de interés: de una parte, el sistema "Gustavsberg", y de otra, la práctica del INFONAVIT, Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, de México, en base a equipos canadienses suministrados por Flush-o-Matic.

1.4.1. El sistema de ahorro de agua "Gustavsberg"

Se trata de una patente sueca bastante experimentada, cuya prestación fundamental es la de permitir de forma eficiente, el empleo de descargas del W.C., con un consumo de 3,0-3,5 litros y conectando directamente con la red municipal.

Se basa en el principio de gravedad y exteriormente es muy semejante a cualquier sistema convencional. Las diferencias más notables del "Gustavsberg Water Saving System" se localizan en el tipo de cisterna-W.C., que presenta modificaciones motivo de patente, y fundamentalmente, el aparato sifónico que hay que ubicar bajo algunas de las columnas de bajantes, donde ha de preverse su alojamiento (Figura 1).

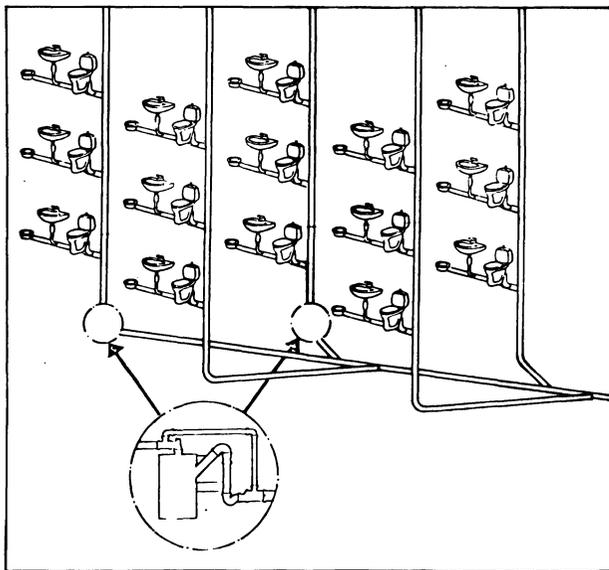


Figura 1. Sistema de ahorro de agua "Gustavsberg".

El sistema "Gustavsberg" asegura un correcto empleo en edificios ya construidos, utilizando las condiciones existentes y con pequeñas variantes respecto a una instalación tradicional.

El ahorro de agua aparece asegurado mediante el empleo de este sistema. Sería de interés evaluar su rendimiento económico, en base a un caso real, de acuerdo con la normativa española y costes de construcción reales.

1.4.2. La práctica del INFONAVIT

Las acciones de esta Institución en materia de ahorro de agua han sido:

- Instalación de equipos Flush-o-Matic, que son tazas sanitarias que utilizan menos de un litro para su descarga y están fabricadas en plástico rígido.

Presentan algunos problemas funcionales como insuficiente presión para desaguar el W.C. y necesidad de cuidados especiales para su limpieza. Por otra parte su aceptación social se califica de buena en los estudios hechos por el INFONAVIT.

- Paquete de instalaciones para economizar agua potable en W.C.

Se recurre al sistema más económico para lograr el ahorro de agua, que es introducir uno o varios recipientes de plástico rellenos de arena y completamente sellados, a los tanques de agua de los inodoros.

Chequeando dos grupos de viviendas con economizadores y sin ellos, el ahorro de agua conseguido de unas viviendas a otras fue del 20 % sobre el consumo total.

- Recomendaciones sobre la necesidad del buen funcionamiento de las válvulas automáticas para inodoros y de la reducción de la capacidad de las cisternas por parte de los fabricantes.

1.5. El ahorro de agua en la normativa internacional

En la Comunidad Económica Europea actualmente se está trabajando en la elaboración de un código-modelo sobre sistemas de suministro de agua y saneamiento, con nuevas consideraciones acerca de los consumos.

También en Estados Unidos, donde se dan los consumos más elevados, hay un intento de cambiar la normativa y reducir los consumos.

A continuación, y por su gran desarrollo respecto del resto de los países, se contemplan algunos aspectos de la normativa en Alemania y Reino Unido.

1.5.1. La Norma alemana DIN-19542

La antigua norma alemana DIN-19542 de 1970, no contemplaba interrupción posible en el flujo de la cisterna; cada flujo suponía una descarga de 9 litros de agua. Todos los W.C., hasta bien recientemente, tenían que suministrar dicha cantidad de agua y recibían una certificación oficial cuando superaban en ensayo los requere-

rimientos funcionales e higiénicos, basados en dicho volumen de 9 litros.

El cambio reciente de actitud, se basa en que no es necesario el empleo de 9 litros en todos los casos, sino en caso de eliminación de excrementos. Se estima que de una media de cinco usos por persona y día, sólo uno necesitaría 9 litros y que en los restantes cuatro, sería suficiente con 3 litros, lo que supondría un ahorro de unos 24 litros/persona y día. Este argumento ha sido suficiente para la aparición en el mercado alemán de un buen número de equipos con estas características.

El tipo de ensayos de esta norma, se encuentra en período de debate dentro del Comité de Normalización de la C.E.E., para su extensión a todos los países miembros.

1.5.2. La Norma británica "Model Water Byelaws"

La reciente reglamentación británica sobre agua para usos domésticos, "Model Water Byelaws", data de 1986.

El gran interés de esta reglamentación estriba en el hecho de que se exija a Gran Bretaña el cumplimiento, a partir de enero de 1991, de la instalación de cisternas de 7,5 litros de capacidad máxima para usos distintos al de la vivienda; en el caso de viviendas esta regulación se pospone a 1993.

2. ECONOMIA DE INSTALACIONES

Dentro de la Ingeniería Sanitaria y con el objetivo primordial de rebajar costes y/o racionalizar sistemas, la problemática aparece en forma muy diferente en saneamiento y depuración de aguas residuales. Entendiendo por saneamiento el conjunto de instalaciones sanitarias en el interior de la vivienda y la red de conducción de las aguas residuales (alcantarillado) desde la vivienda hasta la planta depuradora, donde tiene lugar el proceso de depuración de dichas aguas.

En el saneamiento podemos distinguir dos partes: la interior de la vivienda, con los aparatos domésticos, sanitarios y desagües correspondientes; y la red de alcantarillado.

Las opciones existentes en materia de saneamiento están muy normalizadas tanto para los elementos sanitarios como para los materiales empleados en ellos y en la red de alcantarillado. Son escasos los nuevos estudios sobre sistemas alternativos o de mejora de los existentes.

En los aspectos técnicos de los elementos sanitarios utilizados en la vivienda, no hay innovaciones en lo que respecta a su tipología, pues son elementos sencillos por la función que desempeñan: aporte de agua (suministro mediante tubos y grifería); depósito (lavadoras, cocina, cisternas, lavabos, bañeras,...) y evacuación (tubos de desagüe, W.C.,...). Ahora bien, por otro lado hay que tener en cuenta que es posible establecer nuevos criterios de suministro y economía de agua a través de dispositivos y elementos adecuados, tal como se ha reflejado en el apartado anterior "Economía de agua"; pero de cualquier forma estos ahorros de agua no significan economía en el coste de las instalaciones sanitarias.

En el tipo de red de saneamiento exterior a adoptar, hay dos posibles alternativas dependiendo de las características del núcleo poblacional (separación entre viviendas, dimensión de parcelas, número de viviendas,...): red individual o colectiva.

El saneamiento colectivo es el más implantado debido a sus ventajas económicas y sus mayores garantías sanitarias frente a los sistemas individuales, en el caso más común de núcleos de viviendas agrupadas, pues el saneamiento colectivo centraliza la zona de tratamiento de las aguas residuales cualquiera que sea el sistema de depuración adoptado, mientras que en el saneamiento individual, también denominado autónomo, la depuración se realiza en la misma parcela mediante sistemas que generalmente no tienen grandes rendimientos.

Pero a este respecto conviene hacer algunas puntualizaciones acerca de los sistemas de depuración locales ("on site") como fosas sépticas, infiltración y sus distintas combinaciones; y las posibles ventajas de su desarrollo futuro.

La tradicional impopularidad, en nuestro contexto, de los sistemas de depuración conocidos genéricamente como locales, se debe principalmente a la proliferación de realizaciones inadecuadas de este género, por lo que parece pertinente profundizar en las posibilidades de estas soluciones, máxime cuando concurren algunos aspectos de interés como son:

- proliferación de las urbanizaciones de poca densidad (conjuntos de viviendas duplex adosadas y en general urbanizaciones de media y baja altura),
- economía y adecuación al entorno físico de estas soluciones en realizaciones con parcelas de gran superficie,
- sospecha, cuando no práctica seguridad en muchos casos, de que la alternativa será el vertido sin tratamiento alguno.

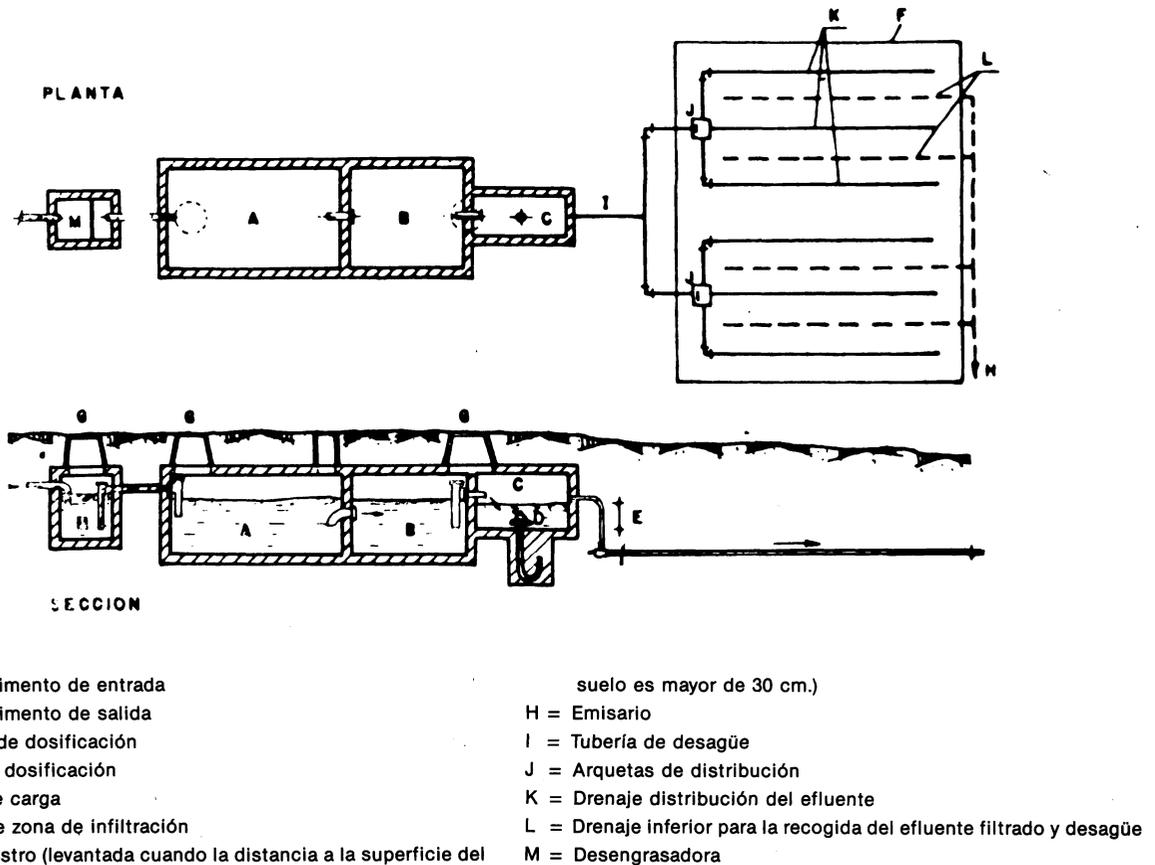


Figura 2. Saneamiento autónomo. Fosa séptica con zanja de nitrificación.

El saneamiento autónomo, bien sea con carácter individual (figura 2) o reagrupado (número reducido de viviendas), constituye en la actualidad un tipo de saneamiento reconocido que incluso coexiste con los de tipo colectivo clásico.

Las realizaciones en uso actualmente asocian, en general, obras de tratamiento anaerobio, fosas sépticas, con dispositivos de vertido por infiltración al terreno. Esta infiltración utiliza el suelo, cuando sus características lo permiten, o un suelo reconstituido como medio de depuración y de evacuación de efluentes.

Los resultados de depuración a base de fosas sépticas, aún siendo modestos, desde el punto de vista cuantitativo, presentan como contrapartida importante la simplicidad de su ejecución y la facilidad de su mantenimiento.

La aparición en el mercado europeo de equipos industriales compactos, con rendimientos técnico-económicos encomiables, capaces de recoger en un mismo recinto las fases anaerobia y aerobia del proceso de saneamiento autónomo, permiten vislumbrar soluciones muy prometedoras de dicho saneamiento. Mediante el empleo de este tipo de equipos, se libe-

ran las alternativas autónomas de los condicionantes procedentes del terreno: necesidad de superficies importantes para la distribución subterránea de suelos naturales, así como de los límites de aplicación de estas técnicas, cuando los suelos no son favorables y necesitan ser reconstituidos.

En Francia, el CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) trabaja en el tema de las fosas sépticas como alternativa de saneamiento y han desarrollado dos sistemas compactos que han industrializado y comercializado; son los sistemas denominados Miniflo y Maxiflo. El primero es un dispositivo de tratamiento aerobio para colocar a continuación de una fosa convencional, y el segundo agrupa los tratamientos aerobio y anaerobio sustituyendo por tanto la fosa séptica (figura 3). Los resultados de la depuración de este último equipo son excelentes, según informes de CSTB (3).

Con referencia al capítulo de la depuración de aguas residuales, se observa que presenta una temática más estudiada y rica en opciones, entre las que coexisten sistemas convencionales, soluciones naturales o "blandas" y una extensa gama de alternativas mixtas; y por supuesto las soluciones de saneamiento autónomo incluyendo depuración, mencionadas anteriormente.

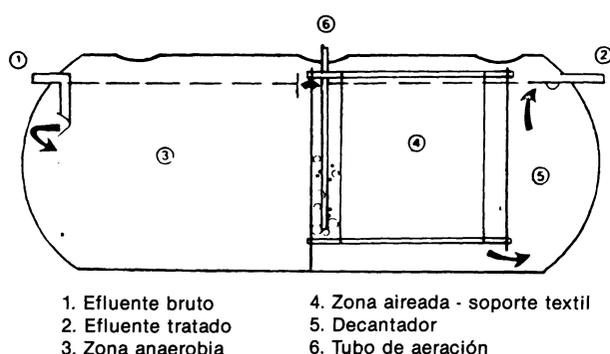


Figura 3. Equipo compacto de depuración. Esquema de funcionamiento.

- | | |
|---------------------|----------------------------------|
| 1. Efluente bruto | 4. Zona aireada - soporte textil |
| 2. Efluente tratado | 5. Decantador |
| 3. Zona anaerobia | 6. Tubo de aeración |

Se pueden citar entre otros: procesos de fangos activos; aeración prolongada; lechos bacterianos; bio-discos; lagunaje natural; infiltración al terreno; tanques de decantación-digestión; lechos de turba; fosas sépticas, etcétera.

El sistema de depuración a implantar en cada caso debe ser adecuado a las características del núcleo de población y de su entorno.

En grandes núcleos parece evidente que hasta el presente no hay otra alternativa más viable que los sistemas de depuración convencionales, pero en núcleos de menos de 20.000 habitantes la oferta se abre y se pueden considerar sistemas alternativos con posibilidad de costes menores que los sistemas convencionales tradicionales.

Para la depuración de las aguas residuales en el medio rural, y en general en municipios pequeños y medianos, deberán evitarse las instalaciones intensivas y no integradas en su contexto, propias del modelo urbano de grandes núcleos, las cuales, en muchos casos, se han implantado en el medio rural con resultados nada positivos y, con frecuencia, sin que cumplan su cometido. Es bastante ilustrativo al respecto el artículo "Las depuradoras de aguas residuales municipales en España: pocas y en mal estado", aparecido en la revista del Ministerio de Obras Públicas en marzo de 1987 (4); donde se expone que el 74 % de las depuradoras municipales existentes no funcionan o lo hacen deficientemente, y con el dato de que ese número de depuradoras corresponde al 19 % de la población total servida, lo que significa que no funcionan o lo hacen mal, las depuradoras pertenecientes a pequeños municipios; generalmente debido a la falta de medios técnicos y económicos para realizar un mantenimiento y explotación adecuados.

En las conclusiones de dicho artículo, con las que coincidimos, se establece como una de las soluciones, en el futuro, el considerar la conveniencia de acudir a otros sistemas de tratamiento más sencillos y adecuados al entorno rural.

En el cuadro n.º 1 se presenta una comparación entre distintos sistemas de depuración de aguas residuales para pequeñas comunidades.

También queremos advertir sobre la necesidad de estudios rigurosos en la implantación de los sistemas denominados "naturales" o "blandos", pues a menudo en los últimos años algunos han sido adoptados con el criterio político de dar una "imagen ecológica" acorde con la creciente sensibilización popular con los temas de medio ambiente, cuya expresión más radical está en grupos minoritarios supuestamente ecologistas y con escaso conocimiento de los sistemas de depuración de aguas residuales (la lucha ecológica no debe cuestionar los sistemas de depuración tanto como presionar para conseguir su implantación general). El resultado de estas acciones ha sido el establecimiento de sistemas con escaso funcionamiento efectivo.

Estos sistemas de depuración "naturales" o "blandos" son sistemas que, una vez comercializados, se venden como la panacea de la depuración: "bajo costo de construcción, nulo costo de mantenimiento y rendimientos altos de depuración" y todo bajo la etiqueta de "sistema natural y ecológico". Y podemos mencionar como ejemplo de ello la depuración de aguas residuales mediante lagunaje; que efectivamente tiene buenas cualidades de depuración, sobre todo en el tratamiento terciario para eliminación de nutrientes; pero normalmente se venden como sistema completo y sin tener casi nunca en cuenta los graves problemas complementarios que acarrea la evacuación y disposición de lodos en este sistema, que suponen un costo muy considerable a incluir en el presupuesto de mantenimiento y explotación.

Durante las Jornadas sobre Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas a Bajo Costo, celebradas en mayo de 1987 en La Manga del Mar Menor (Murcia), se realizó una visita a la estación depuradora mediante lagunaje del Ayuntamiento de los Alcázares, y se observaba un pobre estado de conservación y funcionamiento de la misma (abundantes matojos en los taludes, encharcado en el exterior de las lagunas por mal funcionamiento de las instalaciones,...); y esto ocurría durante una visita formal y programada.

En algunos países europeos (Bélgica, Holanda,...) no se admite el lagunaje en los tratamientos primario y secundario; en otros países, en cambio, y Francia es un buen ejemplo de ello, la utilización del lagunaje como proceso completo se está desarrollando bastante y, al parecer, con buenos resultados.

La breve conclusión de estas afirmaciones puede ser la sentencia: lagunaje, sí; charcas, no.

CUADRO N.º 1

Comparación de opciones tecnológicas de depuración de aguas residuales para pequeñas comunidades. Fuente: «Appropriate technology for the treatment of wastewaters for small rural communities». Informe de la Organización Mundial de la Salud. Lyon. Junio, 1982.

Grado de tratamiento del efluente doméstico			Naturaleza y frecuencia de operaciones de mantenimiento	Necesidad de mano de obra		Costes		Coste de la energía de operaciones (Wh/usuario/día)	Adaptación del sistema a las fluctuaciones de carga		Posibilidad de trat. conjunto de aguas residuales domésticas e industriales	Posibilidad de instalar el sistema cerca de viviendas (sin olores)
DBO (mg/l)	MS (mg/l)	qualif.		no qualif.	< 1.000 hab.	> 1.000 hab.	Presión del agua		Carga orgánica			
Filtros	30	30	Extracción de los fangos cada 6 meses. Limpieza de rejillas 3 veces por semana.	Medio	Alto	Alto	Muy alto	20 (15-20 %) del coste de operación	Mala	Media	Mala	Media
Percoladores	50	100		Medio	Bajo	Alto	Muy alto		40 (20-30% del coste de operación)	Buena	Media	Media
Aeración prolongada	15 30	10 40	Regulación del sistema 2-5 veces al año. Evacuación de lodos cada 15 días. Atención al pretratamiento c/ 2 días.	Alto	Bajo	Alto	Alto	80-100 (25-40 % del coste de operación)	Mala (muy mala en sistemas combinados)	Buena (mala en sistemas combinados)	Buena	Buena
Lagunaje con aeración	30 50	20 100		Medio	Alto	Bajo	Bajo		70	Muy buena	Muy buena	Buena
Lagunaje natural Aerobio total	30	50 ?	Evac. lodos c/ 5-10 años. Limp. de rejillas 1-2 veces/semana.	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Nulo	Muy buena	Muy buena	Buena	Media
Aerobio y anaerobio	30	?		Bajo	Medio	Bajo	Medio	Nulo	Muy buena	Muy buena	Muy buena	Limitada
Tanque de digestión-decantación con sup. de irrigación	?	?	Extrac. fangos c/ 6 meses. Limp. rejillas y espumas 2-3 veces/sem. Limp. veget. 1-2 veces al año.	Bajo	Medio	Medio	Medio	Nulo	Media	Buena	Media	Limitada
Fosa séptica con sup. de irrigación	?	?		Bajo	Medio	Medio	Alto	Nulo	Media	Buena	Muy mala	Muy buena
Sistemas de macrofitas			Atenc. pretrat. 2 veces/semana. Extraer macrofitas	Bajo	Alto	Medio	Alto	Nulo	Buena	Muy Buena	Media	Buena

Estas cuestiones son traspasables en su problemática a cualquiera de los "sistemas de bajo costo" que vienen implantándose últimamente.

Así pues, insistimos que es necesario un estudio riguroso de la problemática de la depuración en cada caso y, a partir de ello, establecer una *solución ingenieril* adecuada a las necesidades y posibilidades del lugar de instalación de la estación depuradora y no limitarse a escoger alguno de los productos de la gama del mercado (convencional o no), práctica que ha sido usual en los últimos años.

Finalmente, no queremos dejar de mencionar la problemática de la economía de instalaciones en los países subdesarrollados, que es bien diferente de lo expresado hasta ahora.

Se trata de resolver necesidades *básicas* con pocos recursos. En la mayoría de los casos la acción mínima necesaria es la de establecer un sistema de evacuación de las aguas residuales que asegure unas condiciones sanitarias adecuadas en la zona de actuación. Las soluciones son sencillas, con tendencia a la autoconstrucción y con menos comodidades y garantías sanitarias, aunque estas últimas siempre deben ser aceptables y suficientes.

3. CONCLUSIONES

Llama poderosamente la atención, especialmente si se tienen en cuenta las extensas áreas de la geografía nacional azotadas sistemáticamente por la escasez de agua para uso doméstico, la casi nula sensibilización sobre las posibilidades reales y prácticas que presentan las distintas acciones encaminadas al tema de la economía de agua.

Desde la situación de hecho, descrita en el párrafo anterior, puede parecer casi una paradoja la sensibilidad y contendencia en sus acciones, por parte de los países avanzados (Suecia, Alemania, Gran Bretaña, Francia,...) por minimizar las pérdidas, el consumo inútil de agua en usos domésticos y evitar los gastos que para la colectividad supone la depuración de agua innecesariamente contaminada, así como el sobredimensionamiento de equipos e instalaciones.

En España, la falta de información colectiva sobre el agua como materia prima escasa y cara, hace que raras veces se tenga conciencia de que el uso doméstico del agua supone previamente: captación, conducción, tratamiento(s), acumulación, distribución... Basta un simple análisis de su utilización en la vivienda propia, en la vía pública o en la industria, para observar el derroche y mal uso que hacemos de ella. Se estima necesario arbitrar acciones de sensibilización, es-

tudio, normativa, investigación y comprobación de experiencias ajenas con el fin último de "economizar agua".

El problema de la economía de las instalaciones aparece en forma diferente en saneamiento y depuración de aguas residuales.

En el apartado de saneamiento, tanto en las instalaciones sanitarias del interior de la vivienda como en la red de alcantarillado, las soluciones están muy normalizadas y hay escasos estudios de alternativas económicas al respecto.

Pero en determinadas condiciones (pequeñas colectividades, grandes parcelas, etc.) el sistema convencional de saneamiento colectivo puede resultar muy oneroso frente a otras soluciones de saneamiento autónomo, que disponen conjuntamente y de forma local el sistema de desagüe y el de depuración de las aguas; por lo que no hay que olvidar esta segunda alternativa de saneamiento en los estudios previos.

En lo que respecta a depuración de aguas residuales, existe gran variedad de concepciones diferentes, dependiendo de las características del núcleo poblacional y de su entorno.

Actualmente, en España, se constata el escaso o mal funcionamiento de los sistemas de depuración existentes en el medio rural, a causa generalmente de la falta de medios técnicos y económicos para el mantenimiento y explotación de dichos sistemas.

Estos problemas demandan la consideración futura de sistemas de tratamiento sencillos y adecuados al entorno rural, y sobre todo, estudios rigurosos en la implantación de un sistema de depuración, con evaluación de diferentes alternativas, para establecer en cada caso la solución que mejor se adapte a las condiciones del núcleo poblacional considerado; es decir, dar una *respuesta ingenieril* al asunto (solución abierta, adopción y posible combinación de distintos sistemas y técnicas, comercializados o no, con el objetivo de optimizar la solución), y no limitarse a una mera elección entre la gama de sistemas comercializados existentes en el mercado (solución cerrada, menor capacidad de adaptación idónea a condiciones concretas).

En la búsqueda de economía de agua y de instalaciones, hemos encontrado dos bloques con una problemática muy diferenciada: el de los países desarrollados y el de los subdesarrollados.

En el caso extremo de regiones devastadas con escasa o ninguna infraestructura de suministro de agua ni de saneamiento, la prioridad al respecto es la de proveer al menos el suministro de agua mínimo necesari-

rio para la población con las debidas garantías sanitarias, y establecer sistemas de evacuación de las aguas residuales que aseguren unas condiciones de higiene adecuadas. Con esta perspectiva de necesidades básicas, evidentemente la economía de agua no tiene el mismo objetivo ni se puede plantear en los mismos términos que en los países desarrollados.

Igualmente sucede con la consideración de economía de instalaciones, ya sean correspondientes al suministro de agua o al saneamiento y depuración de las aguas residuales. En los países desarrollados se realizan inversiones importantes en infraestructura sanitaria de tecnología acorde con la calidad de vida, y la economía va dirigida al mantenimiento y explotación de los sistemas, mientras que en los países subdesarrollados, la falta de recursos limita a veces incluso la implantación de una infraestructura básica, por lo que la tendencia es intentar proporcionar soluciones sencillas y económicas tanto de construcción como de mantenimiento y explotación.

Es deseable que para ambos grupos de países se continúen desarrollando trabajos encaminados a conseguir las economías y dotaciones de infraestructura expuestas, para que la década 1981-1990 no haya sido procla-

mada en vano por las Naciones Unidas como la "Década para el Suministro de Agua Potable y el Saneamiento".

BIBLIOGRAFIA

1. TUDELA, Fernando. "Tecnologías apropiadas para Saneamiento Básico". Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina. Enero, 1982.
2. PERRIER, François. "Les Economies d'Eau". XIV Congreso de la Asociación Brasileña de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Sao Paulo, Brasil, septiembre, 1987.
3. COCHET, Christian y DAUTAIS, Jean-Pierre. "Assainissement autonome et semi-collectif". Activités 1985 des Services Techniques. CSTB. Junio, 1986, págs. 198-202.
4. RODRIGUEZ PARADINAS, Eduardo. "Las depuradoras de aguas residuales municipales en España: pocas y en mal estado". Revista MOPU. Marzo, 1984, págs. 38-43.

* * *

publicación del IETcc / CSIC

La experiencia nacional en construcción industrializada en la última década, aunque no abundante, puede resultar paralizante. Como reacción, este trabajo trata de elaborar y ordenar la información que, pegado al terreno, se ha acumulado durante los sesenta.

Auscultando tendencias avanzadas en otros países y apoyándose en nuestra realidad cotidiana, el autor de este trabajo apuesta por la industrialización, presintiendo un futuro con pocos puntos en común con lo que en general, hasta bien reciente, se ha conocido como construcción industrializada.

Se abre el trabajo con un prólogo del Profesor Ciribini en el cual, con rigor conceptual y desde su rica experiencia, analiza algunos de los conceptos más polémicos del fenómeno de industrialización del sector construcción. El autor recopila un conjunto de aportaciones de maestros de la arquitectura al lento proceso de evolución tecnológica y conceptual, continuando con un intento de respuesta realista a la interrogante que flota en el sector nacional: ¿requeim por la industrialización?

Se dedican otros capítulos a revisar lo realizado y a encarar el futuro inmediato: el concepto de componente, su repercusión económica, la dificultad del proyecto a base de productos industriales, la nueva vigencia embrionaria de la construcción por medio de catálogos, los conceptos de flexibilidad e intercambiabilidad desde una óptica práctica... Especial atención dedica este trabajo a la exposición de lo que podíamos llamar nuevos derroteros de la coordinación dimensional, aportando una visión actualizada y pragmática de los enfoques más implantados en Europa.

Las siempre problemáticas interrelaciones entre normativa, calidad e industria se detallan de forma documentada y realista. Finaliza el trabajo con unas reflexiones dirigidas al ámbito empresarial y un esbozo de «reglas de juego» que faciliten al subsector la salida del «impasse» actual.

Un volumen encuadernado en rústica, de 24 x 16,5 cm, compuesto de 160 páginas, con 109 figuras, 19 tablas y 86 referencias bibliográficas. Madrid, junio, 1981.

Precios: España 1.200 PTAS. Extranjero 19 \$ USA.

