

## Depurador AFADS

# Un nuevo concepto de tratamiento biológico de aguas residuales



El tema de la depuración biológica de las aguas residuales orgánicas (ARO), sean éstas industriales o urbanas, siempre despierta expectativas y acaloradas discusiones entre partidarios y detractores. ¿Cuál es el verdadero potencial de esta tecnología? ¿Se pueden mejorar los esquemas clásicos de digestores? ¿Son aplicables a la realidad de España? Antes de entrar en tema, pasaremos brevemente revista de los distintos tipos de procesos biológicos de ARO.

## El proceso anaeróbico

Consiste en introducir el ARO a tratar, en un recipiente estanco a la entrada de aire, llamado digestor. La temperatura que favorece el crecimiento de bacterias tiene que mantenerse constante, y el ARO debe permanecer en el digestor un determinado tiempo, hasta que la digestión de la materia orgánica sea completa.

Dicho lapso se denomina Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) y puede variar desde unas horas hasta un mes, dependiendo del contenido de materia orgánica del vertido, de la temperatura y de la tecnología de digestor utilizada. El resultado de la digestión anaeróbica es fango estabilizado (utilizable en agricultura) y biogás, una mezcla de metano ( $\text{CH}_4$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ), y sulfhídrico ( $\text{SH}_2$ ). La ventaja de este proceso es la de producir un gas utilizable como combustible. Sus desventajas son:

· La necesidad de elevados TRH (varios días, incluso semanas), que comporta volúmenes enormes de instalaciones. Es válido para digestores tradicionales tipo CSRT (Continuously Stirred Reaction Tank, tanque reactor continuamente revuelto).

Los digestores de nueva generación tipo UASB (Upflow Anaerobic

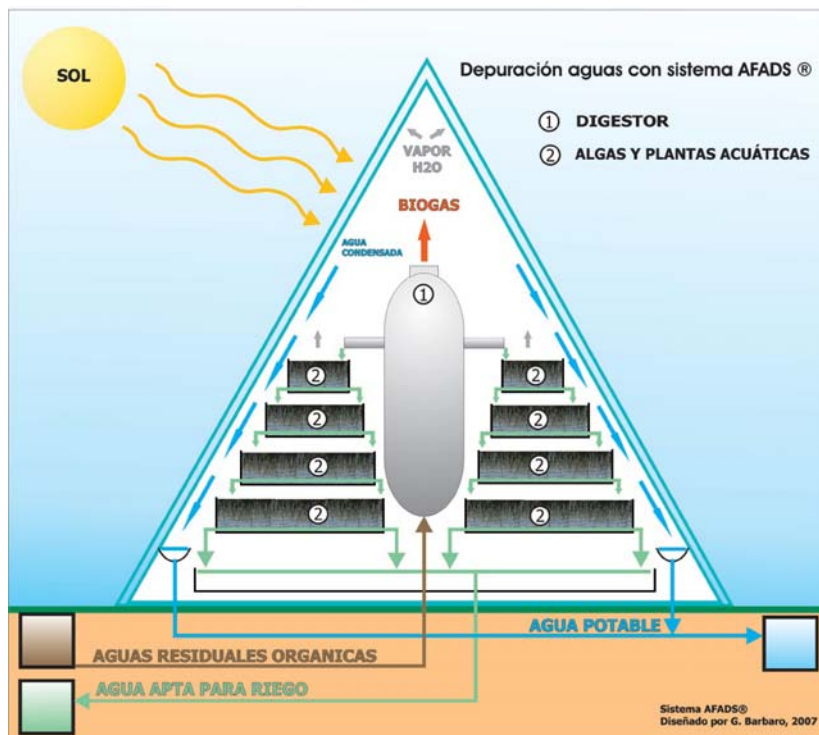


Figura 1: El depurador AFADS consiste en un invernadero piramidal o prismático, dentro del cual se instala un digestor de última generación tipo UASB o EGSB.

Sludge Blanket, digestor anaeróbico de manto de fangos a flujo vertical) o EGSB (Expanded Granular Sludge Bed, lecho de fango granular expandido) resuelven brillantemente las limitaciones del CSRT, y presentan TRH del orden de horas a pocos días.

- . La necesidad de mantener el digestor a temperatura (30 a 45°C) a expensas de consumir parte del biogás o tener que recurrir a paneles solares o a biomasa externos.

- . El consiguiente costo de instalación.

- . La sensibilidad de las bacterias metanogénicas a agentes contaminantes o cambios bruscos de temperatura, pH o composición del ARO.

- . Abate hasta un 95% la materia orgánica, pero no los nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), que son precisamente los que causan eutrofización de los ríos o lagos.

- . La cantidad de biogás producido depende de la proporción de materia orgánica acarreada en las ARO. Aguas "débiles" como las de tipo urbano producen poco o casi nada de biogás.

### El proceso aeróbico

Consiste en airear las ARO para favorecer la oxidación de la materia orgánica mediante la acción de bacterias aeróbicas. Sus principales ventajas son la velocidad del proceso, la simplicidad y robustez de los equipamientos y la capacidad de eliminar tanto la materia orgánica como parte de los nutrientes. La gran desventaja que tiene es el elevado consumo de electricidad para obtener una aireación adecuada.

Además, tratándose de instalaciones al aire libre, y siendo imposible obtener el 100% de aerobiosis, inevitablemente se desarrollan subprocesos fermentativos que producen malos olores, especialmente en verano. En el caso concreto de España, país mayormente seco, la pérdida del agua por evaporación es otra gran desventaja, muchas veces no considerada.

### La fitodepuración

Consiste en crear lagunas o humedales artificiales en los cuales simplemente se hace fluir el ARO. La materia orgánica y los nutrientes son absorbidos por las plantas acuáticas (juncos, cañas, carrizos,

flotantes), que actúan de filtro biológico. La gran ventaja de estos sistemas es su absoluta simplicidad y ausencia de mantenimiento.

En ocasiones se cosecha la biomasa para emplearla como combustible y en todos los casos se trata de dar un carácter paisajístico y biotópico a la obra, eliminando las instalaciones de la clásica central depuradora para sustituirlas con un parque fluvial. Las desventajas son:

- . Imposibilidad de controlar el proceso, debido a la distinta actividad metabólica de las plantas durante el día/noche o invierno/verano.

- . Necesidad de grandes extensiones de suelo.

- . Enorme cantidad de agua perdida por evapotranspiración, lo cual es contraproducente porque en ciertas condiciones aumenta la concentración de los contaminantes.

### El depurador AFADS®

Las siglas caracterizan una nueva tecnología, desarrollada íntegramente por una empresa española, que combina varios métodos en una unidad: anaeróbico, fitodepu-

ración, aeróbico, destilación solar.

Se trata de una síntesis de las mejores tecnologías de biodepuración disponibles hasta hoy, con el objetivo de maximizar la valorización de las ARO, minimizando al mismo tiempo los consumos energéticos necesarios para el proceso y la superficie de las instalaciones.

Un depurador AFADS consiste en un invernadero de forma piramidal o prismática, (Figura 1) dentro del cual se instala un digestor de última generación tipo UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, digestor anaeróbico de manto de fangos a flujo vertical) o EGSB (Expanded Granular Sludge Bed, lecho de fango granular expandido).

El invernadero mantiene la temperatura del digestor dentro del rango óptimo para la producción de metano en breves tiempos (12 a 48 horas, dependiendo del tipo de ARO a tratar). El efluente del digestor es agua con un bajo contenido de materia orgánica, pero muy cargada de N, P y K.

La misma cae en forma de cascada en bandejas sembradas con plantas acuáticas, hasta el estanque que forma la base de la pirámide, también cubierto de plantas acuáticas. Los nutrientes son absorbidos por las mismas, y el agua resultante es apta para riego.

El invernadero sirve, en este caso, para estabilizar la temperatura del digestor y la actividad depuradora

**El depurador AFADS es una síntesis de las mejores tecnologías de biodepuración disponibles hoy en día. Permite maximizar la valoración de las ARO, minimizando los consumos energéticos necesarios para el proceso y la superficie de las instalaciones**

de las plantas, pero esto no es todo. El metabolismo de las plantas unido a la energía solar, capturada por toda la estructura, produce un ambiente saturado de humedad, que inevitablemente se condensará contra la cubierta transparente.

Como ésta es inclinada, el agua resbalará hacia una canaleta dispuesta a lo largo de todo el perímetro de la base, de donde se envía a una cisterna. Se recupera, pues, una fracción de agua pura, que normalmente en los otros sistemas se perdería a la atmósfera.

El resto del agua queda libre de materia orgánica y contiene aún una cierta cantidad de nutrientes. Por lo tanto dicha agua no será apta para su vertido en ríos o lagos, pero sí para el riego de cultivos. Se economizan así fertilizantes químicos y se reduce la presión que la agricultura ejerce sobre los ecosistemas fluviales y acuíferos.

### Simbiosis de ambiente urbano y rural

El ciclo industrial del agua en nuestra sociedad es realmente irracional. Se la extrae de pozos o cuerpos superficiales para, con crecientes costos de energía y materiales químicos, eliminar nutrientes y materia orgánica hasta hacerla potable.

Luego utilizamos ingentes cantidades de esta agua potable para usos en los que realmente no hace falta que lo sea (lavar establos, coches o materias primas industriales; des-

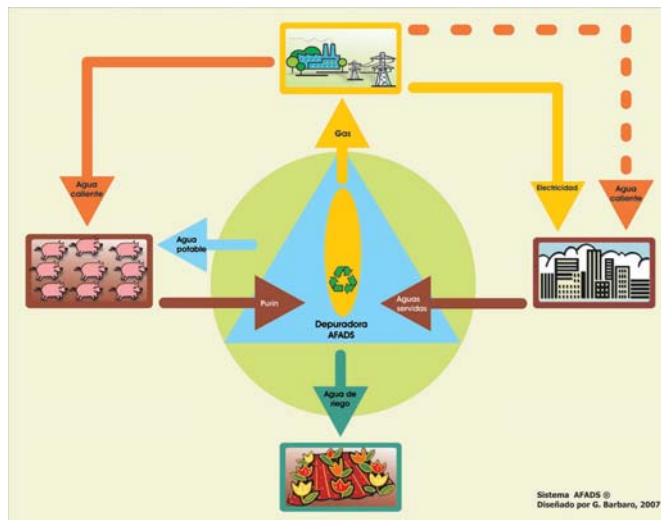
carga del WC, e incluso el riego de jardines).

Peor aún, gastamos dinero en adicionarla con nutrientes industriales (¡químicamente equivalentes a los que quitamos previamente!) para regar jardines, o incluso en agricultura (aunque oficialmente está prohibido). Las aguas municipales son relativamente "limpias": su contenido en materia orgánica es muy bajo, lo cual paradójicamente hace costosa su depuración. Una vez depuradas, las volvemos a dispersar en el ambiente, donde se pierden en parte por evaporación.

El depurador AFADS se propone como sistema innovador que conjuga funcionalidad y estética; ambiente urbano y agrícola, complejidad de procesos involucrados (digestión, fotosíntesis, nitrificación / desnitrificación) y simplicidad constructiva y operativa. El objetivo de sus creadores refleja en cierto modo la filosofía Zen: el agua fluye siempre por el camino que le resulta más fácil –el de mínima energía– aunque sea aparentemente más largo y tortuoso.

AFADS constituye el núcleo de un sinnúmero de posibles ciclos integrados agrícolas, urbanos o mixtos. La Fig. 1 muestra un ejemplo de sistema integrado urbano – agrícola: el tratamiento conjunto de aguas urbanas provenientes de un pueblo y purines de un criadero de cerdos.

Esta técnica, llamada codigestión, potencia la producción de metano al mejorar la relación C/N/P/K de



**Figura 2: La biomasa generada desde el interior del invernadero se puede utilizar como pienso, combustible o materia para fabricar papel.**

que dispondrán las bacterias, precisamente por la mezcla de residuos heterogéneos. Hablamos de ciclo integrado porque el depurador AFADS es la pieza clave que permitirá la reutilización de los subproductos del tratamiento en procesos que, en sí, pertenecen a ambientes - entornos completamente distintos.

El biogás generado (mayormente gracias al purín) se puede purificar para su uso doméstico o para generar electricidad y agua caliente en una planta de cogeneración / telecalefacción para usos agrícolas y urbanos.

Las aguas domésticas servirán para diluir el contenido de materia orgánica del purín, reduciendo el TRH de la mezcla, y beneficiando en última instancia la agricultura, porque a la salida del depurador se dispondrá de más agua para riego.

La fracción no metanizable de la materia orgánica formará el fango del digestor, que luego se podrá utilizar como compost. La biomasa generada en el interior del invernadero (Fig. 2) se puede utilizar como pienso, combustible o materia prima para fabricar papel. El agua pura destilada por el sol es, en principio, potable para humanos o animales.

Vemos así que el depurador AFADS valoriza lo que para la ingeniería actual – heredera de la edad de los derroches - representaría sólo dos partidas de costos de gestión de dos instalaciones independientes (tratamiento del purín por un lado, y de las aguas servidas por otro). Lo más interesante es que se logra

la depuración siguiendo un camino de mínima energía: el depurador AFADS utiliza la acción biológica de bacterias y plantas, cuyo motor es en definitiva el sol. El aporte de energía eléctrica es mínimo: unos pocos kW para el bombeo de las aguas y los sistemas de gestión y control.

### El depurador AFADS en cifras

Una granja de cerdos mediana, de 7.000 cabezas, produce unos 100.000 l de purín al día.

Un depurador AFADS para dicha capacidad de depuración se caracterizará por:

- . 625 m<sup>2</sup> de terreno ocupado.
- . Digestor UASB de 150.000 l de capacidad.
- . Producción de biogás: 1000 kg/día (capaces de producir 3.650 kWh/día de energía eléctrica, el consumo medio de unas 50 familias).
- . Producción de agua destilada. Variable, de 1 a 3 m<sup>3</sup> /día, dependiendo de la latitud y de la estación.
- . Producción de agua de riego: aprox. 98.000 l/día.
- . Producción de biomasa: 3 a 10 ton/año, dependiendo de la especie utilizada para la fitodepuración.

**Abatimiento de contaminantes:**

- . 99% de la DQO (Demanda Química de Oxígeno). Es decir, el efluente casi no contiene materia orgánica.

- . 60% del N total.
- . 53% del P total.
- . Potencia eléctrica instalada: 5,5 kW.

### Conclusiones

Esta nueva tecnología permite depurar las ARO hasta obtener del 1 al 3 por ciento de agua potable y el resto de agua apta para riego. El proceso utiliza la energía del sol como motor, y puede producir hasta 30 veces más energía eléctrica de la que se consume en el mismo. Una planta tipo puede producir de 3 a 10 ton/año de biomasa apta para diversos usos.



La lenteja de agua (*Lemna sp.*) es una de las plantas flotantes más usadas en fitodepuración por su elevada capacidad filtrante. Se caracteriza por crear un manto continuo sobre la superficie del agua que impide el pasaje de la luz y evita la proliferación de algas. Su gran contenido de fibra de almidón la hace apta para alimentación de animales, especialmente aves.



**Giovanna Barbaro**

ARQUITECTO  
info@green-box-design.com