

# Optimización de la eficiencia energética en una EDAR

## El proceso de hidrólisis térmica en continuo EXELYS™

Juan Carlos Rodrigo\*, José de Castro\*\*

\* Veolia Water Technologies – Ibérica. C/ Electrodo 52, P.I. Santa Ana. 28522 Madrid. [Juanc.rodrido@veolia.com](mailto:Juanc.rodrido@veolia.com)

\*\* Veolia Water Technologies – Ibérica. C/ Electrodo 52, P.I. Santa Ana. 28522 Madrid. [Jose.decastro@veolia.com](mailto:Jose.decastro@veolia.com)

### INTRODUCCIÓN

Los lodos constituyen la mayor fuente de energía renovable disponible en una EDAR, lo que les convierte en un recurso muy importante que es conveniente aprovechar con la máxima eficiencia posible. La digestión anaerobia es considerada en la actualidad el sistema más eficaz de producción de biogás a partir de los lodos cuando se consigue mejorar en combinación con un proceso de hidrólisis térmica como pretratamiento. Sin embargo, los sistemas tradicionales de hidrólisis térmica - discontinuos o en *batch* -, son energéticamente muy intensivos y su implementación requiere también altas inversiones de capital. Para superar estas deficiencias KRÜGER A/S en colaboración con VEOLIA WATER TECHNOLOGIES ha desarrollado en los últimos años un sistema de hidrólisis térmica de lodos en continuo - denominado EXELYS™ -, que consigue un considerable ahorro de energía respecto a dichos sistemas tradicionales, obteniéndose el mismo nivel de rendimiento durante el proceso de tratamiento.

La tecnología EXELYS™ ha sido sometida a pruebas piloto tanto en Dinamarca como en Francia y actualmente el proceso cuenta con sendas referencias en la BIOREFINERÍA de BILLUND (Dinamarca) y en la EDAR de MARQUETTE-LEZ-LILLE (Francia), existiendo otras dos en fase de construcción. A través de su innovador diseño y el sistema de operación en continuo en modo flujo pistón de los lodos en el interior del reactor, EXELYS™ -en cualquiera de sus configuraciones- puede considerarse la tecnología energéticamente más eficiente disponible en la actualidad para conseguir la hidrólisis térmica de los lodos. Los resultados obtenidos indican que el proceso EXELYS™ tiene el potencial para convertirse en la piedra angular de toda EDAR que quiera avanzar hacia una autosuficiencia energética.

### GENERALIDADES DE LA HIDRÓLISIS TÉRMICA

Al considerar las opciones disponibles para reducir el coste energético y la huella de carbono en una EDAR, la digestión anaerobia de los lodos ha sido el proceso de referencia durante varias décadas, debido a que es un proceso relativamente simple y estable que produce gas metano (CH<sub>4</sub>), transformando una parte significativa de la energía de los lodos en calor y electricidad. La digestión anaerobia sigue cuatro etapas de proceso: la hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis, siendo la hidrólisis el paso limitante en la reacción. Mejorando el rendimiento de la etapa de hidrólisis, los sustratos sólidos son más accesibles a las bacterias anaerobias lo que acelera la digestión, aumenta el volumen de biogás producido y disminuye la cantidad de lodo a ser eliminado.

Una degradación anaeróbica más rápida también puede ahorrar volumen del digester. La vía principal para lograr esta digestión de biogás mejorada es aplicar un proceso de pretratamiento a los lodos antes de la digestión. Se han estudiado como posibles pretratamientos para acelerar la hidrólisis de lodos tanto procesos térmicos como químicos, biológicos y mecánicos, así como combinaciones de todos ellos, pero la digestión mejorada de lodos a través de un pretratamiento térmico es hoy en día considerada como el mejor sistema para la recuperación de energía a partir de los lodos.

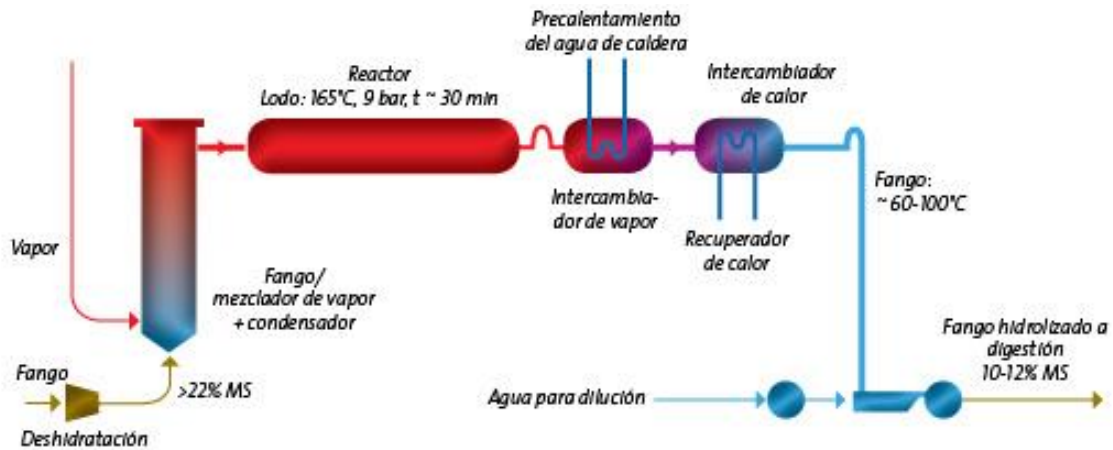
En el proceso de hidrólisis térmica se aplican a los lodos altas temperaturas y presiones durante un determinado período de tiempo. La hidrólisis térmica se logra generalmente cuando se aplican temperaturas de entre 140-200 °C y presiones de 6 a 25,03 bar durante al menos 30 minutos. El lodo térmicamente hidrolizado es un producto que cumple con los requisitos de higienización Clase A, tiene una viscosidad muy baja (similar a la de licor mixto a una concentración de 8-10% de sólidos totales) y una alta concentración de DQO soluble. Estas condiciones dan lugar en la digestión anaerobia posterior a una producción de biogás significativamente mayor permitiendo ahorrar de 3 a 5 veces la energía necesaria para la mezcla y bombeo y a su vez a una menor cantidad de lodos. Otro resultado clave de la hidrólisis térmica es que la deshidratabilidad de la torta de lodos final mejora sensiblemente.

Los sistemas actualmente disponibles operan en modo discontinuo o en *batch*, lo que conduce a una utilización ineficiente de la energía y al sobredimensionamiento del equipamiento principal. Aunque estos sistemas de tratamiento son probados y eficaces, la inversión y los costes de operación asociados han restringido su aplicación sólo a grandes EDAR. La hidrólisis térmica en continuo potencialmente podría proporcionar ventajas al proceso para así superar las limitaciones presentes en la hidrólisis térmica en *batch*. El desarrollo de un proceso de hidrólisis térmica en continuo más eficiente y rentable podría revolucionar la digestión mejorada de los lodos y hacer más atractiva su implementación en una gama más amplia de EDAR, contribuyendo de esta forma a un aumento de la producción de energía sostenible.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EXELYS™**

El proceso de hidrólisis térmica del lodo se lleva a cabo en el sistema EXELYS™ tal y como se ilustra en la Figura 1. En su configuración más habitual - colocado antes de la digestión anaerobia en la EDAR -, los lodos previamente deshidratados - con un 20% a 25% de concentración media en sólidos conseguida a partir de un sistema de deshidratación mecánica convencional -, son bombeados desde un silo de almacenamiento de forma continua al reactor de hidrólisis.

La capacidad única de EXELYS™ para hidrolizar lodos con tan alto contenido en sólidos presenta una ventaja significativa sobre la hidrólisis en discontinuo tradicional al haber menos agua que calentar. Por lo tanto, con EXELYS™ se puede lograr el mismo efecto de hidrólisis con al menos un 30% menos del vapor.



**Figura 1:** El sistema de hidrólisis térmica continua EXELYS™

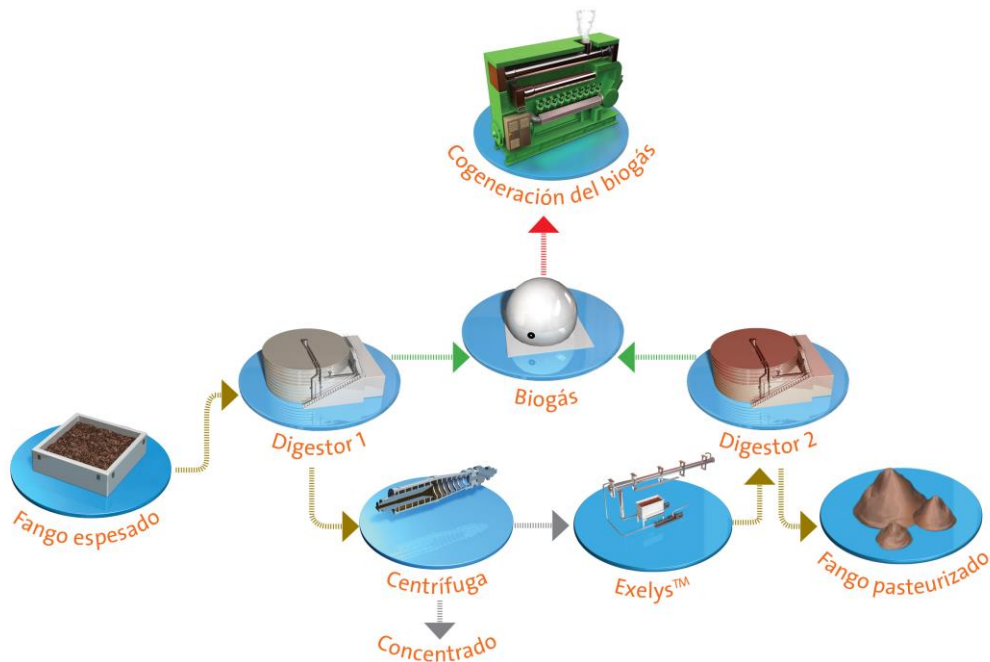
A medida que los lodos entran en el sistema, el vapor es inyectado continuamente en su interior a través de una boquilla, condensándose y transfiriendo su energía en forma de calor a los lodos. A continuación, el lodo calentado pasa a través de un mezclador estático auto-limpiable que asegura una distribución homogénea del calor a través de la masa de lodo, lo que asegura que toda la energía disponible en el vapor inyectado sea utilizada eficazmente en el EXELYS™, maximizándose así la eficiencia energética del proceso.

A continuación los lodos son conducidos en modo de flujo pistón a través del reactor, sometándose de forma controlada durante su traslado a una temperatura de 165 °C y 8 bares de presión durante un tiempo de residencia de aproximadamente 30 minutos, lo que permite alcanzar las condiciones de tratamiento adecuadas que se requieren para hidrolizarlos. A la salida del reactor, los lodos son enfriados, - primero a través de un intercambiador de calor y finalmente mediante la adición de agua - con el fin de reducir su temperatura y diluirlos convenientemente, de forma que puedan ser incorporados a continuación directamente al proceso de digestión anaerobia en la propia EDAR.

EXELYS™ puede ser utilizado en diferentes configuraciones de proceso. Normalmente, se instala antes de la digestión con todos los lodos o solamente con la fracción de lodos biológicos siendo hidrolizados antes de la digestión (EXELYS™- LD). En ambos casos, la capacidad de cualquier digestor existente puede ser incrementada de manera significativa, o reducida de igual modo la inversión en nuevos digestores. Esto podría proporcionar a un operador la posibilidad de importar lodos a la planta, lo que aumentaría la producción de biogás y la generación de ingresos tanto por la importación de lodos como por la exportación de la energía producida.

Sin embargo, si la capacidad del digestor no es un problema, EXELYS™ puede ser incorporado en una innovadora y patentada configuración de proceso, diseñada para optimizar la generación de electricidad y su cogeneración. La configuración del proceso se llama EXELYS™- DLD y consiste en la incorporación de EXELYS™ entre dos digestores, como se muestra en la

Figura 2. Después de la digestión primaria, el volumen de los lodos se reduce y se mejora su deshidratación. Esto permite una unidad de EXELYS™ más pequeña en comparación con EXELYS™- LD y una demanda de energía inferior. El lodo hidrolizado es entonces procesado por segunda vez, recuperando así el potencial de producción de biogás restante. El biogás puede utilizarse para la producción de electricidad, y el calor residual se recupera para operar el proceso EXELYS™. Con esta configuración del sistema, la capacidad de los digestores no se mejora en comparación con la digestión convencional, pero la recuperación de energía a partir de los lodos se optimiza.



**Figura 2:** Configuración del proceso EXELYS™- DLD

## CONCLUSIONES

A través de su innovador diseño y el sistema de operación en continuo en modo flujo pistón de los lodos en el interior del reactor, EXELYS™ -en cualquiera de sus configuraciones- puede considerarse la tecnología energéticamente más eficiente disponible en la actualidad a escala industrial para conseguir la hidrólisis térmica de los lodos. Gracias a la operación en continuo del sistema, el alto contenido en sólidos de los lodos a la entrada del reactor y a un control efectivo del proceso, la tecnología de hidrólisis térmica en continuo EXELYS™ consume considerablemente menos energía por unidad de lodo hidrolizada en comparación con los sistemas tradicionales en *batch*, ello sin mermar la eficiencia del proceso de hidrólisis.

De esta forma se consigue un importante aumento en la producción de biogás respecto a la digestión anaerobia convencional, a la vez que se genera una cantidad final de lodos a retirar de la EDAR considerablemente menor, lo que se traduce en una reducción significativa de los costes asociados a su disposición final. EXELYS™ es asimismo un sistema modular y muy flexible

que permite reducir los costes de inversión y de mantenimiento respecto a los de los sistemas en batch. Adicionalmente, las altas temperaturas y presiones a las que son sometidos los lodos en el interior del reactor aseguran su completa higienización, incrementándose de esta forma sus posibilidades de valorización.