

PROCESO BIOTHANE: TRATAMIENTO ANAERÓBICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA CERCERA CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

JOAN SANZ (1), JUAN CARLOS RODRIGO (2), SILVIA MONGE (3), JORIEN VAN GEEST (4) Y CHRISTIAN KIECHLE (5)

(1) DIRECTOR TÉCNICO DE VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES IBÉRICA (VWSI). (2) DIRECTOR DIVISIÓN AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE VWSI Y PERSONA PARA MANTENIMIENTO DE CORRESPONDENCIA CON RESPECTO A ESTE TRABAJO. (JUANC.RODRIGO@VEOLIAWATER.COM). (3) INGENIERO DE PROCESOS DIVISIÓN AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE VWSI. (4) INGENIERO DE PROCESOS DE BIOTHANE (GRUPO VEOLIA). (5) INGENIERO DE VENTAS AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE AQUANTIS (GRUPO VEOLIA)

RESUMEN

El tratamiento anaerobio es un proceso contrastado y eficiente para depuración de aguas residuales industriales en la industria cervecera. Bajo consumo energético, baja producción de fangos, reducida superficie de implantación, bajo consumo de productos químicos y reducción de los costes de tratamiento son algunas de las ventajas que presentan los procesos anaerobios frente a tratamientos aerobios. Además, la generación del biogás producido en el tratamiento anaerobio puede ser aprovechada como fuente de energía renovable. En este artículo se describen 3 casos estudio en la Industria Cervecera que han elegido realizar la depuración de sus aguas residuales mediante un tratamiento anaerobio avanzado.

Palabras clave:

Agua residual industrial, tratamiento anaerobio, Biobed EGSB, Biothane UASB.

ABSTRACT

Biothane anaerobic industrial wastewater treatment Anaerobic treatment is a proven and energy efficient way to clean high loaded industrial wastewater. Low energy use, a small reactor footprint, lower chemical usage as well as low sludge production and no sludge handling costs are advantages for this technology over aerobic alternatives. Furthermore, biogas is produced during anaerobic treatment which can be used by the industry as a renewable energy source to replace part of the fossil fuel use. Three breweries, spread-out over the world that chose for high rate anaerobic technology are described in this article.

Keywords:

Industrial wastewater, anaerobic treatment, Biobed EGSB, BiothaneUASB.

INTRODUCCIÓN

Las industrias cerveceras tienen una producción media de 2 – 6 hl de agua residual por cada hectolitro de cerveza producida. La Demanda Química de Oxígeno (DQO) de esta agua residual puede variar entre 2.000 - 6.000 ppm, con un ratio de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) respecto de la DQO de 0,5 – 0,7.

La DQO consiste mayoritariamente en componentes orgánicos fácilmente biodegradables como son azúcares, etanol y almidón soluble. Debido a esta alta biodegradabilidad, los procesos biológicos, tanto aerobios como anaerobios, son los más empleados en la industria cervecera.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO DEL AGUA RESIDUAL EN LA INDUSTRIA CERCERA

En el tratamiento aeróbico se emplean bacterias en presencia de aire, para la oxidación de los compuestos orgánicos en dióxido de carbono y agua. La energía requerida en este proceso es de 0,7 – 1 kWh/kg DQO y la carga volumétrica que se emplea es de 0,5 – 2,0 Kg DQO/m³/d.

Por el contrario, en el tratamiento anaeróbico los compuestos orgánicos son reducidos a gas metano mediante el empleo de bacterias anaeróbicas en ausencia de oxígeno. El consumo de energía se reduce hasta 10 veces la energía requerida respecto a los procesos aeró-

Biogás y energía producida a partir del agua residual de la industria cervecera:

- Se producen entre 0.4-0.5 Nm³ de biogás por cada kg de DQO eliminada en el reactor anaerobio.
- El biogás producido a partir de este tipo de agua residual contiene entre 70-85% de metano (CH₄), 15-30% de CO₂ y trazas de H₂S.
- 1 Nm³ de CH₄ contiene 35 MJ de energía.
- Como ejemplo, una industria cervecera con una concentración media de DQO de 4000 mg/l, puede producir aproximadamente 39 MJ de energía por cada m³ de agua residual.

bicos (0,07 – 1 kWh/kg DQO), ya que no son necesarios sistemas de aireación. Además, la carga volumétrica empleada puede llegar hasta los 25 Kg DQO/m³/d, lo que implica la reducción del volumen del reactor.

Por último, los procesos anaeróbicos también presentan la ventaja de poder valorizar en el mercado la biomasa producida, como siembra en los reactores para la puesta en marcha en otras plantas, por lo que se reduce de forma significativa el coste asociado al tratamiento de lodos.

Para conseguir un rendimiento máximo de eliminación de materia orgánica, la industria cervecera suele emplear una combinación de ambos procesos en sus plantas de tratamiento de agua residual. De esta forma, en una primera etapa anaeróbica, que requiere menor espacio de implantación, se elimina la mayor parte de la DQO, entre 70-85%, generándose biogás. Y en una segunda etapa, el efluente se afina con un postratamiento aeróbico/ anóxico para conseguir hasta un 98% de reducción de la DQO y eliminación de nutrientes.

LA VALORIZACIÓN DEL BIOGÁS

El biogás producido en la etapa anaeróbica se puede quedar en una caldera o en una unidad de cogeneración, donde se produce energía eléctrica y térmica, pudiendo crear un balance energético positivo. Se deberá evaluar en cada caso y bajo las condiciones específicas de cada proyecto, la opción más económica para la utilización de biogás.

La cogeneración puede ser la opción más rentable, aunque su inversión inicial sea mayor, si existe subvención por parte del Estado. Sin embargo, para la industria cervecera, la opción más frecuente es la utilización directa del biogás en una caldera, ya que requiere un tratamiento previo menos exigente y menor inversión.

El biogás se valoriza sustituyendo total o parcialmente el combustible convencional empleado en las calderas, reduciendo así los costes de operación, permitiendo a la industria tener independencia de los recursos fósiles disponibles y contribuyendo a la reducción de la huella de carbono.

LA TECNOLOGÍA BIOTHANE UASB Y BIOBED EGSB. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

De entre todos los procesos anaeróbicos existentes basados en tecnología de biomasa granular compacta los procesos Biothane UASB y Biobed EGSB tienen una alta aceptación en el mercado.

Ambas tecnologías utilizan bacterias anaeróbicas que crecen en un medio granular sin la necesidad de utilizar soportes y permiten eliminar la DQO convirtiéndola en biogás (metano + dióxido de carbono).

Biothane, perteneciente a Veolia Water Solutions & Technologies, es una de las compañías líderes en el mundo en el tratamiento biológico de aguas residuales para la industria, con más de cien referencias en la industria cervecera con instalaciones basadas en reactores Biothane UASB, de media carga y Biobed EGSB, de alta carga (ver figura nº 1).

Como primera etapa, se realiza un acondicionamiento del afluente consistente en el ajuste de pH y temperatura, la dosificación de nutrientes y la mezcla con el agua tratada recirculada del reactor anaeróbico, para alcanzar el nivel de crecimiento óptimo de la biomasa anaeróbica.

Una vez acondicionada, el agua residual es bombeada en continuo y a caudal constante al reactor biológico. El

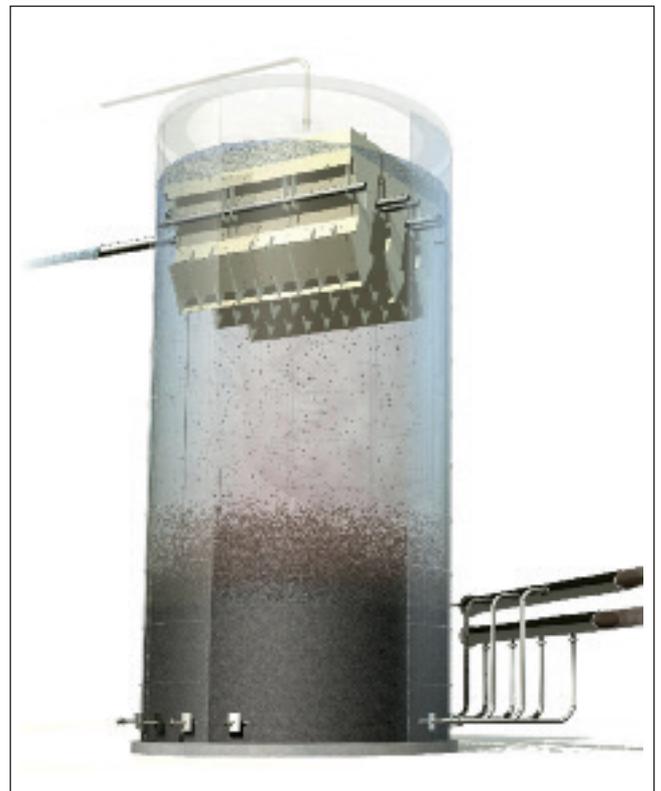


Figura 1. Vista seccionada del reactor Biobed EGSB.

sistema de distribución, especialmente diseñado para tal fin, permite que el afluente sea uniformemente distribuido por toda la superficie del reactor.

A continuación el agua residual acondicionada pasa al lecho de biomasa granular anaeróbica donde tiene lugar la conversión biológica de la DQO en biogás. El lecho de biomasa anaeróbica consiste en gránulos de biomasa con un diámetro de 2-4 mm. Este medio granular se caracteriza por una velocidad de sedimentación elevada (> 50 m/h) y una densidad de 40-80 kg sólidos secos/m³.

En la parte alta del reactor, se encuentra el separador de fases patentado donde se produce la separación del biogás producido, el efluente tratado y la biomasa generada.

El efluente tratado se descarga en el tanque de acondicionamiento donde parte se mezcla con el afluente y es recirculado al reactor Biobed. El biogás producido se recoge en una cámara del tanque de acondicionamiento para su posterior tratamiento y aprovechamiento.

Mediante la recirculación del efluente tratado y la eliminación del CO₂ con el biogás, el consumo de sosa cáustica para la neutralización se reduce por la recirculación de la alcalinidad.

Como tanto el tanque de acondicionamiento, como el reactor Biobed, operan como sistemas cerrados y presurizados, no se producen olores y no es necesario un gasómetro para el almacenamiento del biogás.

Después de la compresión, el biogás puede usarse directamente en la caldera o en la unidad de cogeneración. Adicionalmente como sistema de seguridad, siempre se incluye una antorcha.

CASOS ESTUDIO DONDE SE APLICA LA TECNOLOGÍA BIOBED

1) UNICER- LEÇA DO BALIO

La planta de Unicer se localiza en Leça do Balio, cerca de Oporto, Portugal. La tecnología anaeróbica es una buena solución en este caso debido a las limitaciones de espacio de la instalación. El reactor anaeróbico Biobed EGSB instalado (ver figura 2) puede tratar hasta 19.8 toneladas de DQO y 12.6 toneladas de DBO₅ al día con una superficie de tan sólo 113 metros cuadrados.

El agua residual antes de entrar en el reactor anaerobio pasa a través de un tamiz donde se retienen los granos de cereal del proceso de fabricación de cerveza. Tras el tamizado, el agua pasa a través de un separador de placas inclinadas.

Después del pretratamiento, el agua se almacena en un tanque de homogeneización y posteriormente pasa al tanque de acondicionamiento. Una vez acondicionada, el agua se introduce en el reactor Biobed EGSB, donde se produce la eliminación de la mayor parte de la DQO y la producción de biogás.

El efluente anaerobio pasa a un postratamiento basado en un reactor aerobio SBR para conseguir mayor eliminación de la DBO₅, la DQO y los nutrientes. La concentración final de vertido al río Leça es de una DQO total <150 ppm.



Figura 2. Reactor Biobed EGSB en las instalaciones de Unicer en Leça do Balio, Portugal.

Desde su puesta un marcha en el verano de 2007, el reactor ha eliminado una media de un 80% de la DQO total del agua residual. En 2008, el valor medio de eliminación alcanzó ya un 82% para la DQO total y un 86% para la DQO soluble.

2) CESU ALUS- LETONIA

La industria cervecera de Cesu Alus se localiza en Cesis, Letonia, desde 1590, y es la industria cervecera más antigua en los Estados Bálticos. En la planta de Cesu Alus se produce el 30% de la cerveza que se consume en Letonia.

En 2006 Alus decidió invertir en la versión modular del proceso Biobed EGSB para el tratamiento de su agua residual (ver figura 3 y 4) por su flexibilidad para futuras extensiones. El tiempo de montaje fue de tan sólo unas pocas semanas, gracias a la modularidad.

En la primera fase del proyecto, sólo fue necesaria la instalación de dos reactores modulares, con un volumen de 50 m³ cada uno, conectados con un tanque de acondicionamiento de 10 m³. En la segunda fase, en el año 2008, debido al incremento de carga de DQO de la planta de producción, se instalaron dos reactores adicionales, igualmente con una capacidad unitaria de 50 m³. Los cuatro reactores fueron conectados al mismo tanque de acondicionamiento.

El biogás producido se utiliza en las calderas para producir vapor para el proceso de fabricación de la cerveza. En 2008, se alcanzó una eliminación de DQO soluble del 88% del 80% de la DQO total.



Figuras 3 y 4. Vistas de la planta modular EGSB en las instalaciones de la cervecería Cesu Alus, Letonia.

3) ANHEUSER BUSCH – ESTADOS UNIDOS

Anheuser Busch opera doce plantas en Estados Unidos y la mayoría de estas instalaciones basan su tratamiento de agua residual en tecnología anaerobia. En 2004 Anheuser Bush en su planta de Merrimack, New Hampshire, invirtió en una instalación basada en tecnología anaeróbica de alta carga, capaz de tratar 28,4 toneladas de DQO de media y 51 toneladas de DQO máxima (diarias).

Como en el proceso de fabricación ya se eliminan de manera eficaz las levaduras y los granos de cereal, como pretratamiento sólo fue necesaria la instalación de tamices rotativos. La parte anaeróbica de la planta consiste en dos tanques de homogeneización/almacena-



Figura 5. Reactores Biobed EGSB en la cervecería Anheuser Busch, Merrimack, Estados Unidos.

miento de 1350m³ y dos reactores Biobed EGSB de 950 m³ cada uno (ver figura 5).

El biogás producido se presuriza y se envía a las calderas del proceso de fabricación de la cerveza. La planta de tratamiento de agua residual produce suficiente biogás para disminuir en un 10-15% la demanda de combustibles fósiles en las calderas.

El efluente anaeróbico pasa por una etapa de aireación flash donde se eliminan los olores por oxidación de los sulfuros, antes de la descarga a colector. En 2008-2009, se alcanzó una eliminación de DQO total del 75% y del 88% de la DQO soluble en el reactor anaeróbico.

En la tabla 1 se comparan los parámetros de diseño de las tres plantas descritas anteriormente.

RESUMEN

El tratamiento anaeróbico es un proceso contrastado y eficiente para la depuración de las aguas residuales de la industria cervecera: bajo consumo energético, reducida superficie de implantación, bajo consumo de productos químicos y reducción de los costes de tratamiento de lodos son algunas de las ventajas que presentan los procesos anaeróbicos. Además el biogás producido en el tratamiento anaerobio puede ser aprovechado como fuente de energía renovable en la propia industria cervecera, sustituyendo parcialmente a los combustibles fósiles. En este artículo se describen tres industrias cerveceras que se han decantado por el proceso Biothane para la depuración de sus aguas residuales con unos rendimientos promedios globales de eliminación de DQO del 75 al 80%.

Planta	Caudal (m ³ /d)	Carga orgánica (kgDQO/d)	Tipo de proceso	Tamaño del reactor (m ³)
Unicer	6000	19.800	Biobed EGSB	1320
Cesu Alus	600	3.600	Biobed MP	200 (4x50)
Anheuser Busch	8000-10.700	28.400-51000	Biobed EGSB	1900 (2x950)

Tabla 1. Características de diseño de las plantas con reactores Biobed EGSB de Unicer, Cesu Alus y Anheuser Busch.