

El presente documento tiene como objetivo resumir las *mejoras de rendimiento en la biometanización vía húmeda de un residuo orgánico proveniente de la recogida selectiva, del rechazo de un tratamiento mecánico o de la fracción resto, tras haber sido sometido al proceso de hidrólisis térmica patentado por ECONWARD TECH conocido como BIOMAK®.*

Las conclusiones que se exponen son el resultado de dos años de investigación, durante los cuales se ha llevado a cabo un protocolo de pruebas en diferentes etapas. Inicialmente, se han realizado ensayos a escala laboratorio en el centro tecnológico EnergyLab. Los buenos resultados obtenidos han permitido profundizar su estudio y ampliarlo, progresivamente, hasta llegar a una escala semiindustrial en las instalaciones de **ECONWARD TECH**, en Rivas Vaciamadrid (Madrid), y en la Biorrefinería de I+D CLAMBER en Puertollano (Castilla La Mancha), durante un período de cinco meses. Para estas nuevas pruebas, se ha utilizado el residuo proveniente del hundido de trómel de la recogida selectiva de la ciudad de Madrid, suministrado por la empresa FCC, en acuerdo con el Ayuntamiento de Madrid.

Asimismo, para este estudio se han considerado diferentes resultados que la empresa Genia Global Energy ha obtenido en la realización de la ingeniería básica para la integración del **BIOMAK®** en un proceso de digestión anaerobia estándar.

A continuación, se detallan las principales mejoras significativas logradas:

1. Incremento en la producción específica de biogás

El proceso de hidrólisis térmica facilita el acceso de los microorganismos anaerobios a la materia orgánica, ya que se encuentra parcialmente hidrolizada y, por tanto, degradada parcialmente. De esta forma se mejora el rendimiento de generación específica de biogás, por tonelada de residuo recibido en planta, en un rango comprendido entre un 25 y un 50% en comparación con una instalación estándar de biometanización de residuos en vía húmeda.

2. Alta calidad de biogás

El biogás obtenido de la biometanización del residuo hidrolizado es considerado de alta calidad por su alto contenido en metano y por su baja concentración de impurezas o contaminantes.

El contenido de metano presenta valores máximos superiores al 70% y una concentración media de metano entre el 65-68% ^[4]. Con respecto a las impurezas o contaminantes, el grado de concentración es el siguiente: de ácido sulfhídrico entre 120 y 1.500 ppm mol ^[4], de siloxanos entre 0,5-1,6 mg/Nm³ ^[4] y de silicio total entre 0,2-0,4 mg/Nm³ ^[4].

Dichos resultados surgen de la medición de los parámetros sobre el biogás bruto obtenido del proceso, es decir, directamente del digestor y sin haber utilizado ningún reactivo químico para el mantenimiento del pH o para el abatimiento del sulfhídrico. Esto hace que el biogás producido resulte muy adecuado para ser utilizado en sistemas de *upgrading* o para valorización energética en motores de cogeneración.

3. Alta biodegradabilidad

El BIOMAK® provoca cambios en la estructura química del residuo que incrementan el rendimiento de la digestión anaerobia. Estos cambios permiten obtener un residuo altamente biodegradable, de modo que se obtienen unos rendimientos de eliminación (tasa de conversión sólido a biogás) de entre el 87 y el 91 %^[4] de los sólidos totales que se envían a los digestores. Esto disminuye de manera directa la cantidad de digestato sólido que ha de ser madurado y gestionado después del proceso de biometanización.

4. Reducción de tiempo de residencia

El tiempo necesario para completar la digestión anaerobia se reduce de manera significativa debido a la hidrólisis realizada previamente en el BIOMAK®. En concreto, el residuo hidrolizado puede ser digerido en Tiempos de Residencia Hidráulicos (TRH) de entre 15 y 20 días^[4] (dependiendo de la composición del residuo) mientras que en digestión anaerobia estándar los tiempos se sitúan entre 25 y 30 días.

Es una mejora significativa dado que para una instalación de nueva construcción y a igualdad de volumen de digestión útil por cada digestor, se reduciría el número de digestores de 6 a 4 unidades, disminuyendo el CAPEX hasta un 30%^[2]. Por otra parte, tanto para la instalación de una nueva construcción como para una instalación en funcionamiento, la capacidad de tratamiento se vería incrementada, con la subsiguiente reducción del OPEX.

5. Robustez y estabilidad del proceso

El BIOMAK® elimina patógenos, biocidas y antibióticos y disgrega la materia orgánica, lo que genera una biomasa homogénea, higienizada y libre de sustancias inhibitorias.

La homogeneidad de la biomasa, unida a su hidrolización, permite operar -sin necesidad de añadir reactivos químicos al proceso- a una alta velocidad de carga orgánica de hasta 8 kg DQO/m³ día, sin que se produzca acidificación ni inhibición del sistema.

La inactivación de sustancias inhibitorias unida a la baja concentración de impropios del sustrato que se envía al proceso de digestión anaerobia proporciona mayor estabilidad, flexibilidad y robustez al proceso de biometanización en comparación con una biometanización de un residuo bruto que no se haya sometido a hidrólisis térmica^[2].

6. Sustrato con alto contenido en orgánico

La materia orgánica presente en el residuo sufre un proceso de disgregación durante la hidrólisis térmica, que disminuye el tamaño de partícula y afecta a sus propiedades físicas. Esta degradación física ayuda a la separación de la materia orgánica de los impropios y la hace más eficiente que en procesos convencionales. De esta manera, se minimiza la pérdida de materia orgánica durante el proceso de limpieza de impropios (inferior al 10%), y se mejora, también, el rendimiento de dicha separación.

El sustrato resultante que se envía a digestión tras la limpieza tiene un contenido medio de materia orgánica del 98% ^[4] en base húmeda. Esto minimiza la acumulación de impropios en el interior de los digestores que dificultan la operación de los mismos ^[1] y mejora el rendimiento del proceso biológico.

7. Incremento en la producción neta de biogás

La producción neta anual de biogás de la planta de biometanización se ve incrementada por cuatro razones:

- ▼ Estabilidad en el proceso de generación de biogás.
- ▼ Mayor producción específica de biogás por cada tonelada de materia orgánica recibida en la instalación.
- ▼ Mejor recuperación de materia orgánica durante el proceso de limpieza.
- ▼ Disminución del Tiempo de Residencia Hidráulico (TRH).

8. Mayor sencillez mecánica

El proceso de hidrólisis térmica disgrega la materia orgánica, lo que conlleva una mayor fluidez asociada a la disminución del tamaño de partícula y a una menor viscosidad. Estas características simplifican el diseño de la planta y reducen los costes de inversión y operación: bombeo, *piping*, agitación, etc. ^[2]

9. Calidad del digestato

El proceso de hidrólisis térmica mejora las propiedades del digestato. Durante los ensayos a escala semiindustrial se ha observado una disminución en el contenido de nitrógeno amoniacal en el digestato cuando el residuo se somete a un proceso de hidrólisis térmica. Adicionalmente, el digestato está libre de agentes patógenos sin necesidad de utilizar equipos complementarios (pasteurizador) ^[2].

Luego de someter al digestato a un proceso de maduración en pila, se obtiene un compost que cumple con los requisitos de clasificación del RD 506/2013 para ser considerado un compost de tipo B.

10. Producción de energía eléctrica

En el modelo planteado se estima que la producción de energía eléctrica, en caso de utilizar un proceso de hidrólisis térmica, es de 300-350 kWe/tonelada de materia orgánica recibida en el foso de la instalación. Si se trata de una planta convencional, la producción eléctrica se calcula alrededor de 150-175 kWe/tonelada de materia orgánica recibida en el foso de la instalación.

11. Reducción del CAPEX en Digestión Anaerobia

La utilización de una hidrólisis térmica disminuye el número de digestores, simplifica el diseño de bombas y agitadores, y permite eliminar equipos que se requieren en casos convencionales (pasteurizador, hidrolizadores...). Esta disminución necesaria del volumen útil de digestión supone una reducción del CAPEX de los digestores para una instalación de nueva construcción de alrededor del 30%.

12. Reducción del OPEX

El tratamiento de hidrólisis térmica mejora las características fluidodinámicas del sustrato, facilitando el bombeo y la agitación. Se estima un ahorro de entre el 45-60% de energía en ambos sistemas para el proceso de los digestores ^[2].

El sustrato alimentado al digestor posee un alto contenido orgánico, por lo que se reducen los trabajos de mantenimiento de los digestores debido a la acumulación de impropios. Adicionalmente, se reducen los gastos de calefacción en digestores debido a que la biomasa abandona la hidrólisis térmica a alta temperatura (55-65 °C).

El proceso de biometanización del residuo hidrolizado a escala semiindustrial se ha llevado a cabo sin la utilización de reactivos químicos, bien sea para el control del proceso como para la limpieza de impurezas del biogás ^[4]. Esto contribuye de manera significativa a una reducción de los costes de operación globales de la instalación.

El BIOMAK[®], integrado en una instalación de biometanización que valore todo su biogás en motores de cogeneración, se considera, en régimen nominal, autosuficiente a nivel energético, tanto de energía térmica como eléctrica.

Dada la alta automatización del BIOMAK[®] y debido a la alta estabilidad del proceso de biometanización, el proceso global requiere menor dedicación que una instalación convencional.

En conclusión, el BIOMAK[®] reduce la ratio costes de operación por tonelada tratada, ya que mejora los rendimientos globales de la instalación pudiendo procesar mayor cantidad de materia orgánica por volumen de digestión.

13. Limpieza eficiente de impropios

En las pruebas a escala semiindustrial se ha llevado a cabo un sistema de limpieza en dos etapas: en la primera se logra retirar los impropios ligeros (plásticos, metales ligeros, textiles y lignocelulósicos) y en una segunda fase, los impropios pesados (inertes, vidrios y arenas). El BIOMAK® produce una degradación física de la fracción orgánica y mejora sus características fluidodinámicas, lo cual facilita la limpieza de la materia orgánica. Esto permite recuperar entre el 90-95 % de la materia orgánica recibida en planta, frente a la recuperación de orgánica de sistemas convencionales, con ratios de recuperación inferiores al 82% [2].

De los impropios separados, los ligeros pueden revalorizarse como Combustible Sólido Recuperado (CSR) y los inertes desecharse en un vertedero apto para este residuo, debido a la casi ausencia de material orgánico. De esta forma se minimiza el envío de residuo orgánico a vertedero contribuyendo al cumplimiento de los Objetivos de Reciclaje de la Unión Europea y alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

14. Autoconsumo energético

Para una instalación que valore todo el biogás en motores de cogeneración, la demanda eléctrica del BIOMAK® supone menos de un 1% de la producción eléctrica de la planta de cogeneración. Por su parte, la demanda térmica supone un 89% del calor recuperado a alta temperatura de los gases de combustión [1], dependiendo de diversos factores como los porcentajes de humedad, contenido de materia orgánica o contenido de hemicelulosas. Además, el excedente de energía térmica a baja temperatura procedente de la refrigeración de las camisas de los motores de cogeneración podría utilizarse para otros procesos de la instalación o incluso exportarse a otras instalaciones (district heating). De esta forma, el BIOMAK® integrado en una instalación de biometanización con motores de cogeneración presenta autoconsumo energético.

15. Reducción de olores

Las plantas de biometanización emiten olores durante el almacenamiento de los residuos que reciben y su manipulación. El tratamiento con el BIOMAK® reduce los olores derivados de ambos casos, lo que supone una ventaja respecto a tratamientos convencionales [2].

16. Reducción de la huella de carbono

Al comparar el proceso de biometanización del residuo orgánico hidrolizado por el BIOMAK® y la valorización del biogás en motores de cogeneración, con el envío de ese residuo orgánico a vertedero y la producción de electricidad con gas natural, se estima una reducción de la huella de carbono de 12.000 ton CO₂ /año, equivalente a 3.400 hectáreas de bosque, por cada 60.000 toneladas de residuo tratadas.

Referencias

- [1]** Estudio de viabilidad e ingeniería conceptual para planta de tratamiento de RSU. Febrero 2020. Genia Global Energy. Referencia interna: R020-G-TS00-001V_00_AP.

- [2]** Ventajas competitivas TPH frente a otros tratamientos RSU. Febrero 2020. Genia Global Energy. Referencia interna: R020-G-TS00-002V_00_AP.

- [3]** Informe ratios modelo de integración hidrólisis térmica y biometanización. Febrero 2020. Genia Global Energy. Referencia interna R020-P-RE00-001V_00_AP.

- [4]** Informe CLAMBER 2020/2021 verificado por Bureau Veritas. Referencia interna R020-P-RE00-002V_00_AP