

LAS EDAR COMO EJEMPLO DE ECONOMÍA CIRCULAR EN EL CICLO DEL AGUA.

Autor principal: Benigno López Villa. Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla.

Otros autores: Alfonso Cárdenas Domínguez, Enrique Baquerizo Rodríguez, Enrique Toro Baptista y Jorge Meneses García. Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla.

Resumen

Los residuos urbanos se enfrentan a una legislación cada más restrictiva con respecto a su disposición. Por otra parte, la valorización energética de estos residuos es uno de los objetivos recogidos en el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR), así como en el Plan de Energías Renovables.

La codigestión es una alternativa de tratamiento con serias posibilidades de desarrollo al amparo de la nueva legislación en un doble sentido. Por una parte, se facilita la gestión de unos residuos industriales no peligrosos y, por otra, se puede llegar a incrementar la producción de biogás, aumentando la cantidad de energía cogenerada y reduciendo por tanto la cantidad de energía consumida en la EDAR.

El término codigestión se emplea para expresar la digestión anaerobia conjunta de dos o más sustratos de diferente origen. La principal ventaja radica en el aprovechamiento de la sinergia de las mezclas, compensando las carencias de cada uno de los sustratos por separado. Ventajas adicionales del proceso son la obtención de un lodo valioso que puede utilizarse como enmienda orgánica siguiendo la legislación vigente y la unificación de la gestión de diversos residuos al compartir instalaciones de tratamiento, reduciendo costes de inversión y explotación.

El proceso de codigestión supone una solución para líquidos de alta carga orgánica que, a la vez, origina una mejora en la producción de biogás de las EDAR. Estas mejoras se traducen también en ventajas para el medio ambiente que pueden sintetizarse en dos puntos clave: Menos incidentes que puedan provocar vertidos de las depuradoras de las industrias fuera de límites, con afección a los cauces receptores y, sobre todo, menor consumo energético en las EDAR con el consiguiente empleo de energías renovables.

La misión de EMASESA como principal operador ambiental de la ciudad de Sevilla es desarrollar una actividad en todas las áreas relativas al ciclo integral del agua mediante la prestación de un servicio público de calidad al ciudadano y una actuación basada en los criterios de gestión que permitan el desarrollo sostenible.

1. INTRODUCCIÓN.

Residuos.

Nuestra sociedad se enfrenta desde hace años a unos desafíos económicos y ambientales tales como el cambio climático y la eutrofización de las aguas, así como a una escasez de recursos cada vez mayor debido a un ritmo de consumo de combustibles fósiles y de materias primas insostenible.

Estos problemas tienen su origen principalmente en la necesidad de abastecer la gran demanda de los diferentes sectores de la economía (industria comercio, transporte, etc) cuyo aumento se ha prolongado durante un periodo de bonanza económica de tres décadas. En este periodo de crecimiento sostenido, el uso que se ha hecho de los recursos del planeta ha sido el mas ineficiente desde el punto de vista de la sostenibilidad.

Un reflejo claro de los hábitos de consumo de una sociedad industrializada son los gastos de generación de residuos y es por ello que, uno de los pasos a dar para avanzar hacia un escenario mas sostenible es la gestión eficiente de los mismos que debe ir acompañada de cambio de paradigma por el cual el residuo pase a ser valorado como recurso. En este sentido, la Unión Europea ha desarrollado n marco legal con el fin de favorecer políticas de gestión de residuos cuyo objetivo es mitigar el impacto de los mismos sobre la salud y el medio ambiente, así como mejor a eficiencia en el uso de los recursos. A largo plazo, el marco legal europeo persigue la generación de residuos, o cuando su producción es inevitable, promover su reutilización o su reciclaje.

El marco legislativo español, se puede destacar la Ley 22/2011, de 28 de julio de residuos y suelos contaminados, que incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva comunitaria 2008/98/CE. El documento establece el orden de prioridad en la jerarquía de residuos.

En particular, la generación de residuos municipales es un reflejo representativo de la problemática de residuos. En España, la cantidad de residuos sometidos a reciclaje o tratados mediante compostaje y digestión anaerobia es notablemente superior que a finales de la década de los 90, pero sigue siendo el depósito en vertedero la vía de gestión más empleada.

Un tipo de residuos que presenta oportunidades atractivas de gestión son los residuos de naturaleza orgánica, tales como al fracción orgánica de residuos sólidos urbanos, los residuos de industrias agroalimentarias, los lodos de EDAR y los residuos de actividades ganaderas.

Con respecto a la gestión de los mismos, una normativa comunitaria que ha tenido gran influencia en las estrategias adoptadas por los diferentes países pertenecientes Unión Europea es la Directiva 1999/31/CE, relativa al vertido de residuos. Esta exige que los Estados miembros reduzcan progresivamente la cantidad de residuos biodegradables urbanos depositados en vertedero. Concretamente, el límite establecido implica que “la cantidad total (en peso) de residuos biodegradables destinados a vertedero no superará el 35% de la cantidad total de residuos urbanos biodegradables generados en 1995”.

Una opción que contribuye al cumplimiento de la directiva mencionada es la elección de alternativas de tratamiento biológico, como, por ejemplo, la digestión anaerobia o biometanización. Esta tecnología se encuentra extendida en Europa y se considera como una de las tecnologías de producción de bioenergía más eficientes, desde el punto de

vista energético y una de las más beneficiosas para el medio ambiente (Fehrenbach et al., 2008; Weiland et al., 2010).

En términos de sostenibilidad resulta ventajosa debido a una mejora en el balance energético como consecuencia de la obtención de biogás; un gas rico en metano, cuyo uso implica una reducción del consumo de combustibles fósiles y de las emisiones de gases de efecto invernadero (Edelman et al. 2000). Igualmente, gracias a esta tecnología se obtiene un biosólido estabilizado y se disminuyen los requerimientos de espacio para el almacenamiento o los gastos derivados del transporte, abaratando los costes de gestión.

Energía.

Las energías renovables se definen como toda forma útil de energía procedente de una fuente renovable cuyo aprovechamiento actual no limita la disponibilidad futura. Estas energías que se producen permanentemente, son inagotables, no consumen recursos y causan menos impactos medioambientales que los combustibles convencionales.

Asimismo, las energías renovables contribuyen de manera importante a la seguridad futura del suministro de energía, al crecimiento económico, a la creación de empleo, así como a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Además, son un sustituto de las energías fósiles y por otra parte, ofrecen los medios de producción de energía a escala local, reduciendo así la dependencia con respecto a los países exportadores de combustibles fósiles. Existen diversas fuentes de energías renovables, que son de naturaleza hidráulica, solar, geotérmica, eólica, biomasa, biogás, etc.

La reducción del consumo energético en las plantas de tratamientos de aguas residuales es un tema de creciente interés. Por un lado, la crisis económica junto con la volatilidad y aumento del precio de la energía, han situado la reducción del consumo de energía como un objetivo prioritario para los gestores de saneamiento. Por otro lado, la preocupación por la sostenibilidad y el cambio climático, impulsa a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, (Estrategia europea 20/20/20, apartado 8)

En 2010 se publicaron en España dos amplios estudios sobre el consumo energético del sector del agua. El Instituto de Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA, 2010) analiza el consumo energético de la desalación y la depuración en España, mientras que Hardy y Garrido (2010), estiman la huella energética del ciclo integral del agua. Ambos concluyen que el tratamiento de aguas residuales supone el 1% del consumo energético nacional.

El sector de la depuración ha experimentado un incremento en el consumo de energía en España debido al aumento de la población servida y a las nuevas exigencias de depuración, recogidas en la Directiva 91/271 y el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración.

La tendencia del sector es, por un lado, implementar medidas que reduzcan el consumo mediante medidas de eficiencia energética y por otros, maximizar el aprovechamiento energético de las aguas residuales. Ambas estrategias, que tienen una gran perspectiva de desarrollo, son complementarias y deben abordarse simultáneamente para alcanzar ahorros energéticos relevantes o incluso un balance energético neutro.

La producción de biogás a partir de la digestión anaerobia y su aprovechamiento es la estrategia más aplicada en la actualidad para la recuperación de energía.

Una alternativa técnica y económica interesante a la energía de origen fósil es la explotación de residuos orgánicos. Para la conversión de los residuos orgánicos en energía existen diversos procesos, entre ellos, la digestión anaerobia para la producción de metano puede considerarse, sin duda, uno de los más ventajosos. Todo ello es consecuencia de que el metano obtenido es un combustible limpio, si se compara con los combustibles fósiles convencionales, al producir menos contaminantes atmosféricos y dióxido de carbono por unidad de energía.

El uso creciente de la digestión anaerobia se inscribe así en una política de desarrollo sostenible. Los yacimientos de materia orgánica que puede utilizarse para producir biogás son numerosos. Los principales sustratos a partir de los cuales obtener esta fuente renovable de energía son: los residuos agrícolas, ganaderos y otros residuos agroindustriales, la fracción orgánica de los residuos domésticos y similares, los lodos de depuradora (EDAR) o los cultivos energéticos.

El uso controlado la digestión anaerobia natural permite valorizar los residuos orgánicos mediante la producción de biogás, una fuente de energía que puede ser utilizada con fines diversos (cogeneración, calor, motor a gas, combustible) y de producir electricidad. Por otra parte, el digestato resultante del tratamiento de residuos orgánicos es explotado como fertilizante agrícola, de ahí su interés a la vez económico y medioambiental.

La producción local de una fuente de energía como el biogás reduce la dependencia de los combustibles fósiles importados. Así, la recuperación de la materia orgánica y la sustitución de combustibles de origen fósil por el biogás contribuyen a los esfuerzos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Desde el punto de vista medioambiental, cabe destacar que la contribución neta de su proceso generación-consumo al incremento del contenido de CO₂ en la atmósfera es nula, lo que supone una importante ventaja de cara a cumplir los compromisos del protocolo de Kioto. En definitiva, la utilización de la digestión anaerobia para el tratamiento de los residuos orgánicos no solamente reduce su impacto ambiental, sino que permite el reciclado de la materia y de la energía contenidos en los mismos.

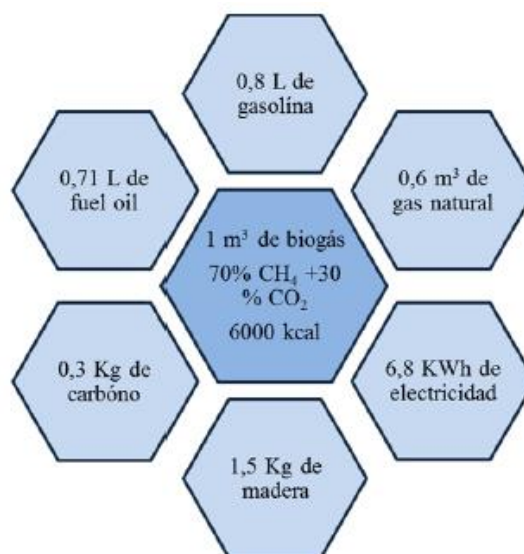


Figura 1. Equivalencia de biogás con otras fuentes de energía (MAPAMA, 2010)

2. GENERALIDADES SOBRE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA.

La digestión anaerobia es una de las técnicas más ampliamente utilizadas para la estabilización y reducción de los lodos generados en una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR). Esta tecnología permite tratar los lodos según el marco legal actual, minimizando el volumen de este residuo, y produciendo biogás útil para la generación de energía en una instalación de cogeneración, lo que se traduce en una reducción de los costes de operación de la instalación. La codigestión para optimiza el funcionamiento de las instalaciones de digestión anaerobia aprovechando las sinergias de los residuos digeridos.

En el marco de esta alternativa, las infraestructuras de digestión anaerobia son adecuadas para tratar de forma conjunta y en la misma unidad de digestión, lodos, productos, subproductos o residuos de origen agrícola, alimentario e incluso industrial (con fuertes limitaciones en cuanto a contenidos contaminantes o tóxicos), incrementando de forma notable la producción de biogás. En algunas situaciones el biogás generado, adecuadamente tratado, puede satisfacer la demanda eléctrica total de una EDAR e incluso superarla, permitiendo la exportación del excedente generado a la red eléctrica de distribución, según diferentes modelos de retribución económica.

El proceso de digestión anaerobia se desarrolla en cuatro etapas:

- Etapa hidrolítica, en la que los compuestos orgánicos complejos (lípidos, proteínas e hidratos de carbono) son despolimerizados por acción de enzimas hidrolíticas en moléculas solubles fácilmente biodegradables (aminoácidos, azúcares, ácidos grasos de cadena larga, alcoholes, etc.).
- Etapa acidogénica, en la que los compuestos solubles resultantes de la etapa anterior son transformados en ácidos grasos de cadena corta (ácidos grasos volátiles).
- Etapa acetogénica, en la que los compuestos intermedios son transformados por microorganismos acetogénicos, dando como producto final ácido acético, hidrogeno y dióxido de carbono.
- Etapa metanogénica, en la que el ácido acético, el hidrogeno y el dióxido de carbono son transformados en metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂).

La codigestión en EDAR más ampliamente extendida se basa en la inserción en el sistema de digestión anaerobia de productos en forma líquida que no han de ser hidrolizados (azúcares, alcoholes, etc.) y pueden entrar directamente en las etapas posteriores de acidogénesis, acetogénesis o metanogénesis, de esta forma evitamos una de las fases que es la hidrolisis y una vez tenemos suficientes bacterias metanogénicas en el sistema, después de transcurrido su periodo de crecimiento y estabilización (alrededor de diez días), la respuesta del sistema en cuanto a producción de metano respecto a alimentación de producto es muy rápida, siendo del orden de minutos.

La potencialidad de la digestión se justifica en la consideración de que en un sistema anaerobio la DQO es un parámetro conservativo (Energía de la Biomasa, IDAE, 2007) es decir, en un digestor anaerobio:

$$\text{DQO entrada} = \text{DQO fango salida} + \text{DQO de biogás}$$

Así pues y sabiendo que el biogás producido está formado mayoritariamente por metano CH₄ (65%) y CO₂ (35%) y que la DQO del CO₂ es nula, resultaría que:

DQO metano= DQO fango entrada-DQO fango salida

DQO metano= DQO eliminada en digestión =2,857 Kg DQO/m³ CH₄

Es decir, por cada Kg de DQO que se elimina en el proceso de digestión, se producen 0,35m³ de CH₄ en condiciones normales de presión y temperatura, lo que aplicando el poder calorífico inferior (PCI) típico del biogás de 6 Kwh/Nm³, nos da un potencial energético de 2 Kw/Kg DQO eliminada. Una vez justificado el potencial de generación de energía asociado a la codigestión queda claro que se trata de aportar a la instalación de digestión la mayor cantidad de Kg de DQO fácilmente eliminables, bien sea en forma sólida o líquida. Con la dosificación de residuos sólidos, por ejemplo para residuos alimentarios procedentes de supermercados como alimentos caducados o en mal estado o bien FORM (fracción orgánica) de las estaciones de clasificación de residuos sólidos urbanos, será necesario un pretratamiento de adaptación y trituración.

Con la dosificación en forma líquida, la más extendida en EDAR, es simplemente necesaria una instalación equipada con un silo de almacenaje y una bomba dosificadora con sus filtros de seguridad para impropios adecuados, siendo ésta el tipo de instalación que se describe en los apartados siguientes de este escrito.

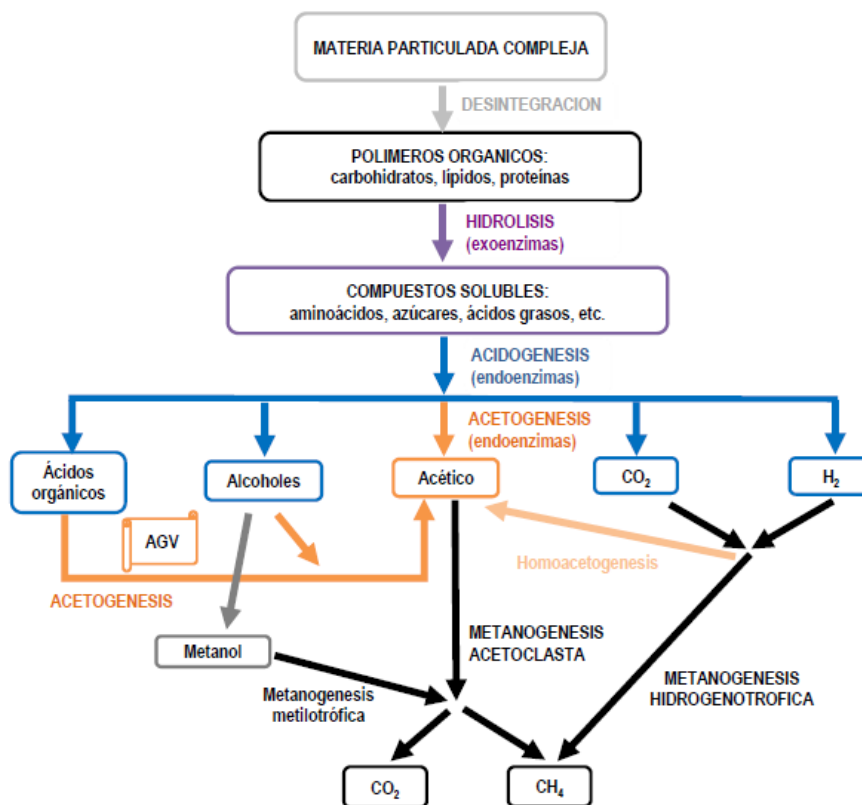


Figura 2. Principales etapas del metabolismo anaerobio (Esteban 2014).

3. LA CODIGESTIÓN COMO PROCESO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS CON ALTA CARGA ORGÁNICA.

Actualmente la Unión Europea (UE) realiza un gran esfuerzo en potenciar la transición a una economía circular en la que los recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible. Con ese objetivo, la Comisión Europea viene proponiendo una serie de medidas legislativa encaminadas a lograr una economía sostenible, baja en carbono y eficiente en el uso de los recursos.

En este marco de transición ecológica, Directivas como la 2018/820 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos, la 2018/851 de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE o la Directiva 2018/852 de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases, ahondan en la importancia de la prevención de residuos, la recuperación y reciclaje, siguiendo la jerarquía de residuos, de los recursos contenidos en los residuos generados, limitando al máximo su depósito en vertedero.

En este sentido, la codigestión es una alternativa de tratamiento que facilita la gestión de residuos industriales no peligrosos, produciendo por una parte energía renovable en forma de biogás, reduciendo por tanto las emisiones de gases de efecto invernadero, y por otra un lodo que tras un proceso de estabilización puede volver al medio en forma de enmienda, compost o fertilizante.

El término codigestión se emplea para expresar la digestión anaerobia conjunta de dos o más sustratos de diferente origen. La principal ventaja radica en el aprovechamiento de la sinergia de las mezclas, compensando las carencias de cada uno de los sustratos por separado. El hecho es que, aprovechando el volumen existente, el digestor de fangos de una EDAR de tamaño medio/grande ofrece la posibilidad de incorporar otros sustratos que compensen el balance de nutrientes y la humedad y aumenten, de manera muy importante, el rendimiento de producción de biogás de este proceso. Ventajas adicionales del proceso son la obtención de un lodo valioso que puede utilizarse como enmienda orgánica siguiendo la legislación vigente y la unificación de la gestión de diversos residuos al compartir instalaciones de tratamiento, reduciendo costes de inversión y explotación.

El proceso de codigestión supone una solución para líquidos de alta carga orgánica que, a la vez, origina una mejora en la producción de biogás de las EDAR. Se trata de un procedimiento de valorización de residuos no peligrosos y de difícil gestión, que puede facilitar el adecuado cumplimiento de la normativa ambiental a diversas industrias. Hay que tener en cuenta que la mayor parte de las industrias realizan una política de reducción de costes no productivos, entre los que se encuentran los destinados a la protección ambiental por lo que, cualquier alternativa viable económicamente, redundará en una mejora ambiental directa. Por otra parte, los vertidos industriales incontrolados incrementan los costes de explotación de las EDAR y las posibles incidencias en el control de vertido final, lo que incrementa los costes de la depuración.

La codigestión presenta indudables ventajas para la industria y para la depuradora de aguas residuales entre las que cabe señalar las siguientes:

Para la industria/productor del residuo:

- Aporta una solución a los problemas de gestión de efluentes de alta carga orgánica, así como de efluentes concentrados de carácter estacional
- Elimina la necesidad de disponer de una planta de tratamiento para los mismos en caso de ser los únicos líquidos producidos o pueden reducir los costes de explotación de sus propias plantas de tratamiento al disminuir en origen la carga a tratar.
- El coste asociado al transporte depende de la proximidad a la EDAR receptora pero se producirá una reducción del canon de saneamiento proporcional a las fracciones de mayor carga contaminante.
- Igualmente ofrece una posible solución a industrias ubicadas en entorno rural, sin fácil conexión a los sistemas urbanos de saneamiento.
- Además, se reducen los tiempos de almacenamiento en las instalaciones y la posibilidad de que se produzcan procesos degradativos que, a su vez, pueden generar olores y problemas sanitarios entre otros.
- Igualmente se minimizan las incidencias por vertidos incontrolados a cauces receptores

Para las EDAR las principales ventajas son:

- Disminución de la carga contaminante recibida a través de los sistemas de saneamiento, así como del número de episodios de vertidos incontrolados con lo que mejora la eficiencia de la depuración y la calidad del efluente
- Mayor garantía de cumplimiento de los objetivos de calidad fijados para la depuradora y disminución del coste del proceso.
- Aprovechamiento de la sinergia de las mezclas de sustratos para la producción de biogás, compensando las carencias de cada sustrato por separado (nutrientes, humedad, etc.)
- Mejora el balance de nutrientes, obteniéndose de esta manera un mejor rendimiento de la digestión y una mayor producción de metano.
- Incremento de la producción de biogás con el consiguiente aumento en la producción de energía eléctrica autoabastecida, lo que supone menor coste energético de la explotación.
- Además, se produce un aprovechamiento del calor generado en los motores por el biogás extra producido.
- En paralelo se produce una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero proporcional a la cantidad de energía eléctrica no consumida.

En definitiva, estas mejoras se traducen también en ventajas para el medio ambiente que pueden sintetizarse en dos puntos clave: Menos incidentes que puedan provocar vertidos de las depuradoras de las industrias fuera de límites, con afección a los cauces receptores y, sobre todo, menor consumo energético en las EDAR con el consiguiente empleo de energías renovables.

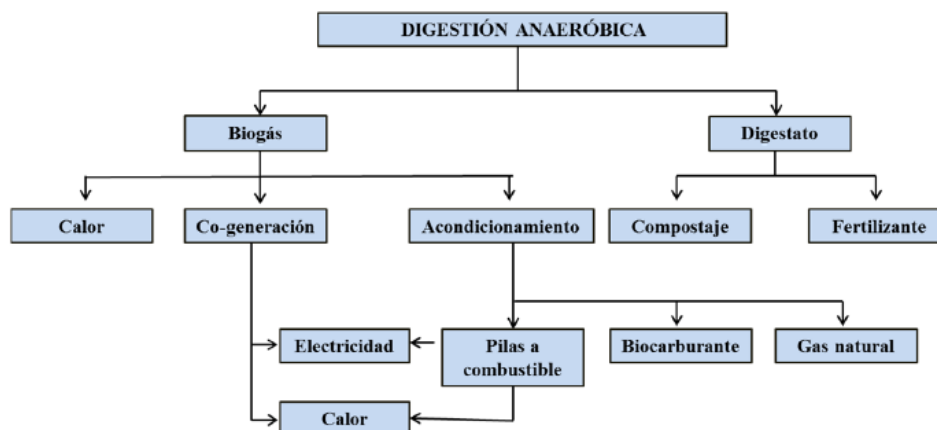


Figura 3. Principales opciones de conversión y de utilización del biogás y del digestato (Schön, 2009)

4. LA CODIGESTIÓN EN EMASESA.

Según lo recogido en la Ley 22/2011 y el Decreto 73/2012, las entidades que realicen valoricen residuos han de estar autorizadas por el órgano ambiental competente. En este sentido EMASESA cuenta con dicha autorización (GRU-260) en las EDAR Copero, San Jerónimo y Tablada que están incluidas en sus Autorizaciones Ambientales Unificadas conforme a lo establecido en la Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (“instalaciones para el tratamiento, transformación, o eliminación en lugares distintos de los vertederos, de residuos urbanos, asimilables a urbanos y no peligrosos en general, no incluidas en las categorías 11.3, 11.4, 11.5.”.)

La valorización de residuos de alta carga orgánica mediante codigestión está incluido como una operación de valorización **R3 “Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes (incluidas las operaciones de formación de abono y otras transformaciones biológicas) según anexo II de la ley 22/2011.**

En la siguiente tabla se detallan los residuos incluidos en la autorización como gestor de EAMSESA:

LER	Descripción del residuo
02 RESIDUOS DE LA AGRICULTURA, HORTICULTURA, ACUICULTURA, SILVICULTURA, CAZA Y PESCA; RESIDUOS DE LA PREPARACION Y ELABORACION DE ALIMENTOS	
02 01 Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca	
02 01 01	Lodos de lavado y limpieza
02 01 02	Residuos de tejidos de animales
02 01 03	Residuos de tejidos vegetales
02 01 99	Residuos no especificados en otra categoría
02 02 Residuos de la preparación y elaboración de carne, pescado y otros alimentos de origen animal	

02 02 01	Lodos de lavado y limpieza
02 02 02	Residuos de tejidos de animales
02 02 03	Materiales inadecuados para el consumo y la elaboración
02 02 04	Lodos del tratamiento in situ de efluentes
02 02 99	Residuos no especificados en otra categoría.
02 03 Residuos de la preparación y elaboración de frutas, hortalizas, cereales, aceites comestibles, cacao, café, té y tabaco; producción de conservas; producción de levadura y extracto de levadura, preparación y fermentación de melazas	
02 03 01	Lodos de lavado, limpieza, pelado, centrifugado y separación
02 03 02	Residuos de conservantes
02 03 04	Materiales inadecuados para el consumo y la elaboración
02 03 05	Lodos del tratamiento in situ de efluentes
02 03 99	Residuos no especificados en otra categoría
02 04 Residuos de la elaboración de azúcar	
02 04 03	Lodos del tratamiento in situ de efluentes
02 04 99	Residuos no especificados en otra categoría
02 05 Residuos de la industria de productos lácteos	
02 05 01	Materiales inadecuados para el consumo y la elaboración
02 05 02	Lodos del tratamiento in situ de efluentes
02 05 99	Residuos no especificados en otra categoría
02 06 Residuos de la industria de panadería y pastelería	
02 06 01	Materiales inadecuados para el consumo y la elaboración
02 06 02	Residuos de conservantes
02 06 03	Lodos del tratamiento in situ de efluentes
02 06 99	Residuos no especificados en otra categoría
02 07 Residuos de la producción de bebidas alcohólicas y no alcohólicas (excepto café, té y cacao)	
02 07 01	Residuos de lavado, limpieza y reducción mecánica de materias primas
02 07 02	Residuos de la destilación de alcoholes
02 07 04	Materiales inadecuados para el consumo y la elaboración
02 07 05	Lodos del tratamiento in situ de efluentes
02 07 99	Residuos no especificados en otra categoría
16 RESIDUOS NO ESPECIFICADOS EN OTRO CAPITULO DE LA LISTA	
16 10 Residuos líquidos acuosos destinados a plantas de tratamiento externas	
16 10 02	Residuos líquidos acuosos distintos a los especificados en el código 16 10 01
16 10 04	Concentrados acuosos distintos a los especificados en el código 16 10 03
19 RESIDUOS DE LAS INSTALACIONES PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS, DE LAS PLANTAS EXTERNAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA PREPARACION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL	
19 06 Residuos del tratamiento anaeróbico de residuos	

19 06 04	Lodos de gestión del tratamiento anaerobio de residuos municipales
19 06 06	Lodos de gestión del tratamiento anaerobio de residuos animales y vegetales
19 06 99	Residuos no especificados en otra categoría
19 08 Residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales no especificados en otra categoría	
19 08 09	Mezcla de grasas y aceites procedentes de la separación de agua/sustancias aceitosas que contienen solo aceites y grasas
19 08 12	Lodos procedentes del tratamiento biológico de aguas residuales industriales distintos a los especificados en el código 19 08 11
19 08 14	Lodos procedentes de otros tratamientos de aguas residuales industriales distintos a los especificados en el código 19 08 13
19 08 99	Residuos no especificados en otra categoría
20 RESIDUOS MUNICIPALES (RESIDUOS DOMESTICOS Y RESIDUOS ASIMILABLES PROCEDENTES DE LOS COMERCIOS, INDUSTRIAS E INSTITUCIONES), INCLUIDAS LAS FRACCIONES RECOGIDAS SELECTIVAMENTE	
20 01 Fracciones recogidas selectivamente (excepto las incluidas en el subcapítulo 1501)	
20 01 08	Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes
20 01 25	Aceites y grasas comestibles
20 01 99	Otras fracciones no especificadas en otras categorías
20 03 Otros residuos municipales	
20 03 02	Residuos de mercados
20 03 04	Lodos de fosas sépticas

4.1. Principales objetivos de EMASESA en el proceso de codigestión.

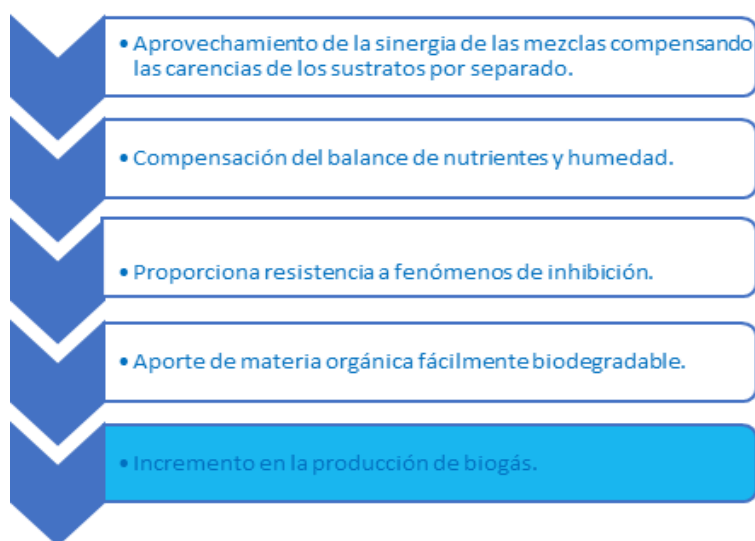
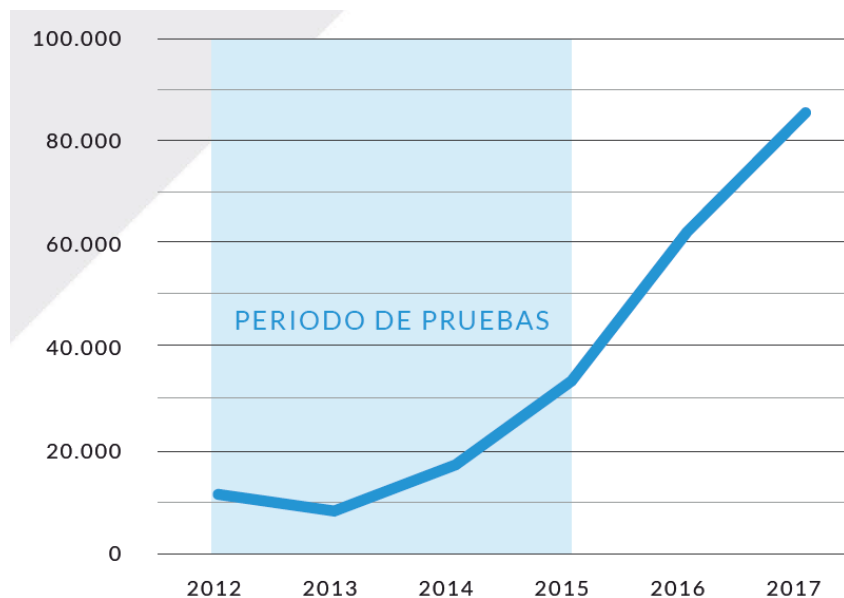


Figura 4. Principales objetivos de la codigestión.

4.2. Cantidades de residuos gestionadas (toneladas) y niveles de autosuficiencia.



	2014	2015	2016	2017
Energía consumida (KWh)	12.752.834	13.934.326	13.647.063	13.517.739
Energía generada (KWh/año)	8.650.685	10.127.431	10.408.500	11.052.432
% de autosuficiencia	58	73	76	83
% de autosuficiencia sin residuos	48	49	49	46

Tabla 1. Datos de autosuficiencia de la EDAR Copero.

4.3. Controles y seguimiento previsto: requisitos para las industrias, controles previos y garantías de trazabilidad.

EMASESA, en su relación con los productores de los residuos, establecerá una serie de condicionantes y requerimientos con objeto de dar respuesta a los requisitos ambientales que sean de aplicación, asegurar la trazabilidad de la gestión del residuo y minimizar los riesgos por posibles incidentes o accidentes. Además de éstos, una vez

obtenida la autorización correspondiente por parte de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, se incluirán los condicionantes que ésta establezca.

4.4. Condiciones y comprobaciones iniciales.

Las solicitudes de tratamiento de residuos a través del proceso de codigestión, irán remitidas a la Dirección de EMASESA. Éstas deberán ser realizadas por el titular de la empresa que genera el residuo, independientemente que sea gestionada por terceros y en ella se podrá incluir más de un tipo de residuo siempre que sea no peligroso y de alta carga orgánica.

La solicitud incluirá.

- Datos del centro productor del residuo. Indicando, actividad realizada, CIF, dirección y datos de contacto de la empresa.
- Autorizaciones ambientales de la instalación dentro del marco normativo de la Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (Autorización Ambiental Integrada, Autorización Ambiental Unificada, Calificación Ambiental, Productor de Residuos no Peligrosos, etc)
- Breve descripción de los procesos realizados, cantidad y procedencia en los procesos indicados de los residuos a autorizar.
- Identificación del tipo de residuo conforme a la lista incluida en la Orden MAM 304/2002, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Los residuos solicitados estarán incluidos en la autorización como gestor de EMASESA concedida por el órgano ambiental competente.
- Informe analítico con, al menos, los siguientes parámetros realizados por laboratorio debidamente acreditado. (No obstante, en los primeros contactos se recomendará al productor que, antes de realizar el análisis, confirme los parámetros que deberá incluir el informe, ya que en función del residuo a tratar, puede existir la necesidad de incluir parámetros adicionales):
 - pH
 - Sólidos en suspensión.
 - DQO
 - DBO5
- Información relativa al transporte del residuo. Los vehículos que realicen el servicio estarán debidamente autorizados por el órgano ambiental competente para la recogida y transporte de los residuos objeto de la solicitud (art. 41 y 44 del Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía)

Los servicios técnicos de EMASESA podrán realizar la comprobación de las instalaciones del productor al objeto de verificar cuantas cuestiones sean necesarias para garantizar el origen y composición de los residuos a tratar.

Será condición imprescindible para la formalización del acuerdo, que el productor disponga de las autorizaciones ambientales necesarias, en especial las que sean de aplicación según el Decreto 73/2012 de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.

4.5. Aprobación de la solicitud.

Una vez analizada la solicitud por parte de los Servicios Técnicos de EMASESA, se procederá a resolver en algunos de los siguientes sentidos:

- Autorizando la aceptación de la sustancia, en aquellos casos en los que se disponga de información suficiente para determinar la idoneidad del tratamiento por codigestión anaerobia.
- Denegando la aceptación de la sustancia.
- Autorizando provisionalmente la aceptación, al objeto de realizar un estudio de tratabilidad del residuo mediante codigestión anaerobia. A la finalización de dicho periodo se determinará la viabilidad del proceso, procediendo a autorizar definitivamente la solicitud o a su denegación.

La autorización tendrá una duración de un año, prorrogándose tácitamente por períodos de igual duración, salvo que sea denunciado por cualquiera de las partes manifestando su voluntad de resolverlo con dos meses de antelación a la fecha de terminación del plazo inicialmente pactado o de cualquiera de sus prórrogas.

La autorización del residuo no supone, en ningún caso, la aceptación de la totalidad de los volúmenes solicitados, estando estos limitados por la capacidad de la EDAR y por los condicionantes establecidos en la autorización como gestor de EMASESA.

Una vez autorizada la gestión del residuo solicitado, ya sea provisional o definitivamente, EMASESA remitirá al productor del residuo el correspondiente informe de admisión con las cantidades autorizadas. Junto con él se facilitará un extracto del Procedimiento de Actuación ante Emergencias Ambientales (GE.024.05) y el formato GE 175 de Comunicación Ambiental de aplicación a las EDAR de destino y que forma parte del Sistema de Gestión Ambiental de EMASESA.

El productor del residuo designará un responsable, con el que EMASESA pueda ponerse en contacto en cada momento, a efecto de poder recabar información sobre la evolución de los trabajos y transmitir a su personal las instrucciones recibidas de EMASESA.

4.6. Transporte

El transporte cumplirá con todos los requisitos exigidos por la legislación para la circulación de vehículos (permiso de circulación, tarjeta de inspección técnica en vigor, según la periodicidad correspondiente y documentación acreditativa del seguro del vehículo). Las consecuencias de incumplimiento de estas normas sólo serán imputables al productor del residuo. Así mismo, comprobará y mantendrá los vehículos, equipos y medios materiales en buen estado de conservación y limpieza, facilitando la relación de matrículas y conductores autorizados a EMASESA.

Los envíos se realizarán con los medios materiales, personales y bajo la dirección y exclusiva responsabilidad del productor del residuo, con arreglo a las indicaciones que reciba del responsable asignado por EMASESA para la ejecución del objeto de acuerdo y cumpliendo los requisitos de seguridad y prevención de riesgos laborales.

Los vehículos que realicen el servicio estarán debidamente autorizados por el órgano competente para la recogida y transporte de los residuos objeto de acuerdo (art. 41 y 44 Decreto 73/2012).

El transporte de residuos se hará en todo momento con las cisternas autorizadas, evitando cualquier tipo de derrame o vertido. El productor del residuo realizará los traslados de residuos acompañado de un documento de identificación, a los efectos de

seguimiento y control (documento que acredite el origen, cantidad y el destino de los residuos).

4.7. Gestión del residuo.

Previo a la descarga, la empresa productora de los residuos deberá hacer entrega del listado de matrículas y conductores autorizados para la autorización de acceso a la EDAR de los vehículos y personal.

El personal designado para efectuar las operaciones será experto en la realización de las tareas. Será obligación del productor del residuo la formación necesaria del personal a su cargo para la realización de los trabajos.

La descarga de los residuos se realizará en las fechas y horas que determinen los Servicios Técnicos de EMASESA. En la entrada a la Planta, el personal de la EDAR comprobará que el vehículo y la persona se encuentran debidamente autorizados.

Antes de la descarga, el personal de la EDAR o los Servicios Técnicos de EMASESA podrán efectuar cuantas comprobaciones se estimen oportunas. Así, si durante estas comprobaciones se observase cualquier anomalía que pudiera repercutir en el normal funcionamiento de la EDAR o se desprenda otra procedencia distinta a la autorizada, se procederá a detener la descarga.

En el momento de la descarga, si así lo determinan los Servicios Técnicos de EMASESA, se procederá a tomar una muestra del residuo y se cumplimentará una Ficha de Control de Descarga, que deberá ser firmada por el conductor del vehículo.

A la muestra, si procede, se le hará la siguiente analítica:

- pH y conductividad: De cada muestra
- DQO, MS y MV: De cada muestra.
- Alcalinidad, acidez, nitrógeno total, fósforo total y densidad.

La descarga del residuo, se realizará en la zona habilitada para ello, donde se mezclarán con los fangos mixtos procedentes de la depuradora en la arqueta de fangos mezcla. Se encuentran habilitadas dos sistemas de descarga:

- Para la descarga en cisternas existe una boca destinada para dicha conexión tipo brida de rótula para manguera.
- Para la descarga de contenedores y depósitos, se acopiarán de forma segura y que faciliten su carga y descarga a los vehículos de transporte y con una apertura suficiente para poder bombear el líquido.

Durante la descarga del residuo se deben cumplir las medidas de prevención y seguridad necesarias para evitar cualquier incidente ambiental y, en especial, se deben tomar las medidas necesarias para evitar derrames o fugas. Cualquier posible derrame se limpiará con agua enviándola a través de los imbornales a cabecera de Planta.

Con frecuencia mensual, el productor del residuo informará a los Servicios Técnicos de EMASESA de cada una de las operaciones realizadas, con indicación de fecha, tipología y kilogramos de residuo entregado.

El productor del residuo cumplirá con las normas y/o procedimientos, ambientales y de prevención de riesgos generales así como las establecidas en los recintos donde se realice el servicio.

Es obligatorio el uso de guantes de protección para riesgos biológicos, gafas de protección, ropa de trabajo y botas de seguridad, así como cualquier otro elemento de protección individual que el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de EMASESA considere necesarios

El personal designado para efectuar las operaciones será experto en la realización de las tareas. Será obligación del productor del residuo la formación necesaria del personal a su cargo para la realización de los trabajos.

Las consecuencias de incumplimiento de estas normas solo serán imputables al productor del residuo. Los envíos se realizarán con los medios materiales, personales y bajo dirección y exclusiva responsabilidad del productor del residuo, con arreglo a las indicaciones que reciba el responsable asignado por EMASESA para la ejecución del objeto del acuerdo y cumpliendo los requisitos de seguridad y prevención de riesgos laborales.

Serán responsabilidad del productor del residuo los incidentes y/o accidentes causados por el mismo que puedan producirse durante las operaciones que realice como consecuencia de los servicios objeto del acuerdo suscrito. El productor del residuo se verá obligado a reparar las consecuencias de cualquier incidente o accidente ambiental que, por su inadecuada actuación o mera negligencia, pueda generar durante el desarrollo de los trabajos, tanto en los recintos de EMASESA como in itinere.

Durante la prestación del servicio, EMASESA llevará a cabo, tantas veces como se estime necesario, la supervisión y control de los trabajos. Para la debida comprobación del cumplimiento de las condiciones acordadas y de las órdenes de los Servicios Técnicos, EMASESA designará a los técnicos que crea conveniente, dando cuenta de ello al productor del residuo. Durante la duración del convenio los Servicios Técnicos de EMASESA podrán visitar las instalaciones del productor del residuo, donde se realice el almacenamiento temporal o la gestión de los residuos.

4.8. Control documental.

De toda la documentación relacionada con este proceso se mantendrá archivo durante el tiempo que la correspondiente autorización como gestor indique, estableciendo en todo momento la trazabilidad de los residuos gestionados mediante codigestión. Dicha documentación será:

- Solicitud de gestión del residuo.
- Informe de admisión.
- Ficha de Control de Descarga
- Registro de la entrada del vehículo: se anotará matrícula del vehículo, conductor, empresa, hora de llegada y hora de salida.
- Registro de entrada de muestra en laboratorio, donde se indica la fecha, el origen de la muestra, código asignado a la muestra, persona o empresa que entrega la muestra, analíticas a realizar y la cantidad descargada.
- Informes analíticos.

- Seguimiento de la codigestión según el Procedimiento Operativo del proceso de depuración de cada una de las EDAR.

5. LA CODIGESTIÓN Y EL CAMBIO CLIMÁTICO.

5.1. Emisiones de gases de efecto invernadero evitadas.

La cogeneración en las EDAR de EMASESA ha generado en 2017 un total de 17.476 MWh, destinada en su totalidad al autoconsumo. Esto representa aproximadamente el **34%** del consumo eléctrico total de toda la compañía (50.664 MWh), que engloba la energía producida (sin incluir la producida en las minicentrales) y la energía importada, traduciéndose así en un ahorro de **6.815 toneladas de CO_{2eq}**.

5.2. Emisiones de gases de efecto invernadero mitigadas.

EMASESA ha desarrollado este proyecto con el objetivo de reducir emisiones GEI derivadas de la disposición en vertedero de residuos de alta carga orgánica mediante el cambio de su gestión, pasando a valorizarse mediante codigestión junto con lodos de EDAR.

Las tres EDARs presentes en el proyecto (Coper, San Jerónimo y Tablada) realizan ya la digestión de lodos (en solitario, sin codigestión de co-sustratos de ningún tipo) y la valorización del biogás generado.

Por tanto, el alcance del Proyecto Clima engloba la cantidad de residuos orgánicos adicionales que se estén introduciendo en los digestores durante los 4 años de compraventa de reducciones verificadas de emisiones gracias al cese de disposición en vertedero de dichos residuos, cuya metanización es el objeto de la reducción de emisiones de las 3 actividades individuales del proyecto.



La actividad de proyecto consiste en adaptar cada EDAR para posibilitar la digestión anaerobia de residuos distintos a los lodos propios de las EDAR, en codigestión con dichos lodos de depuradora usualmente ya digeridos en las estaciones, lo que redundará en una gestión sostenible de esos residuos de alta carga orgánica, y a su vez en una producción de biogás más eficiente debido a la sinergia de estos componentes en lo que a nutrientes se refiere, en relación con la dieta final de los digestores.

La reducción de emisiones se alcanza por tanto mediante la sustitución de la gestión menos sostenible (vertedero) de los residuos en el escenario base (nunca de los lodos procedentes de la depuración de aguas residuales urbanas, pues esto ya es una práctica habitual), a un escenario de proyecto en el que dichos residuos son valorizados mediante codigestión junto a lodos EDAR, mejorando además la producción de biogás de las estaciones. Lo que a su vez permite a las instalaciones alcanzar altos porcentajes de autosuficiencia energética al generar electricidad en motores de cogeneración con el biogás resultante.

El proceso de codigestión supone una solución para líquidos de alta carga orgánica que, a la vez, origina una mejora en la producción de biogás de las EDAR. Se trata de un procedimiento de valorización de residuos no peligrosos y de difícil gestión, que puede facilitar el adecuado cumplimiento de la normativa ambiental a diversas industrias.

Hay que tener en cuenta que la mayor parte de las industrias realizan una política de reducción de costes no productivos, entre los que se encuentran los destinados a la protección ambiental, por lo que cualquier alternativa viable económicamente (y en esto influyen los incentivos a recibir por parte de la iniciativa Proyectos Clima) redundará en una mejora ambiental directa.

Para calcular las emisiones reducidas como consecuencia de esta actividad, se ha empleado la metodología del MAPAMA establecida para los proyectos climas. Para los años 2016 y 2017, se han verificado las siguientes cantidades:

Emisiones reducidas	t CO ₂ eq. 2016	t CO ₂ eq. 2017	Totales
Emisiones reales verificadas	3.908	8.667	12.575
Emisiones adquiridas por el FES-CO2	2.063	8.667	10.730

Figura 5. Emisiones evitadas enmarcadas en el Proyecto Clima.

En definitiva, la codigestión encaja en la misión de EMASESA como principal operador ambiental de la ciudad de Sevilla es desarrollar una actividad en todas las áreas relativas al ciclo integral del agua mediante la prestación de un servicio público de calidad al ciudadano y una actuación basada en los criterios de gestión que permitan el desarrollo sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- Memorias de gestión y declaración de producción de residuos no peligrosos. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. 2015.
- Biomasa. Digestores anaerobios. Insituto para la Diversificación y el ahorro de la energía 2007.
- Registro de Industrias Agroalimentarias. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural 2018.
- Esteban, M., 2014. Co-digestión anaerobia de lodo de EDAR con residuos orgánicos de diferente naturaleza: combinación de técnicas experimentales y herramientas matemáticas (Tesis doctoral). Universidad de Navarra, Donostia – San Sebastián.
- Fierro, J., Gómez, X., Murphy, J.D., 2014. What is the resource of second generation gaseous transport biofuels based on pig slurries in Spain? Appl. Energy 114, 783–789. doi:10.1016/j.apenergy.2013.08.024.
- IDAE, 2011. Plan de Energías Renovables 2011- 2020. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- IDAE, 2005. Plan de Energías Renovables. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- Rodríguez-Abalde, Á., Flotats, X., Fernández, B., 2016. Optimization of the anaerobic codigestión of pasteurized slaughterhouse waste, pig slurry and glycerine. WasteManag. doi:10.1016/j.wasman.2016.12.022
- Ruiz, C., Torrijos, M., Sousbie, P., Martinez, J.L., Moletta, R., 2001. The anaerobic SBR process: basic principles for design and automation. Water Sci. Technol. 43, 201–208.