

BIOGAS SOSTENIBLE A PEQUEÑA ESCALA A PARTIR DE RESIDUOS DE LA AGROINDUSTRIA PARA LA AUTOSUFICIENCIA ENERGÉTICA



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union
Contract No:IEE-13-477



> **MANUAL** <



MANUAL BIOGAS³

**una herramienta para promocionar la producción
sostenible de energía renovable a partir de plantas
de biogás de pequeña escala para buscar la autosuficiencia**

> AUTORES

Remigio Berruto
Patrizia Busato
Alessandro Sopegno
Lorenzo Venudo
Daniele Rossi

> COLABORADORES

Dionysis Bochtis	Cristophe Cotillon	Katharina Hartmann	Ulf Nordberg	Jaensch Volker
Angelo Caffaro	Radomir Dyjak	Małgorzata Kachniarz	Mark Paterson	
Angela Calvo	Marianna Faraldi	Pascal Levasseur	Gustav Rogstrand	
Andrea Chiabrando	Elisabeth Gabor	Mar Mesas	Alexandre Rugani	
Javier Claros	Paz Gomez	Federico Morais	Begoña Ruiz	

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este manual, por cualquier medio o procedimiento con fines comerciales, sin la autorización por escrito del editor. El editor no se responsabiliza de la exactitud e integridad de la información aquí contenida.

> BIOGÁS³

Biogas³ quiere fomentar la producción sostenible de energía renovable a pequeña escala a partir del biogás obtenido de residuos agrícolas y de la industria de alimentación y bebidas (residuos agro-alimentarios) para lograr la autosuficiencia energética. De esta forma se contribuirá a una energía segura, sostenible y competitiva para Europa promoviendo fuentes de energías nuevas y renovables y apoyando la diversificación energética.

Este proyecto está cofinanciado por el Programa Europeo de Inteligencia Energética de la Unión Europea, Contrato Nº:IEE/13/SI2.675801.

Biogas³ parte del hecho de que, a pesar de sus múltiples ventajas, la DA no se encuentra lo suficientemente implementada en el sector agroalimentario, o su implementación varía considerablemente entre los 27 miembros de la UE. El concepto de DA a pequeña escala (<100 kW),

aplicado totalmente en las zonas apropiadas, es una solución sostenible desde el punto de vista económico (ahorro de energía gracias al autoconsumo, ahorro en la gestión de residuos), energético (autoconsumo y menores pérdidas por la cercanía) y medioambientales (menores costes de transporte de las materias primas y del digestato, o incluso coste cero, disminución de las emisiones de CO₂).

> SOCIOS

El consorcio incluye representantes de todos los actores clave: asociaciones de la industria agroalimentaria (FIAB, ACTIA, TCA), centros de investigación dedicados a la industria agroalimentaria y a la bioenergía (AINIA, JTI, DISAFA, IFIP), asociaciones de bioenergía (IrBEA), y en formación y divulgación orientados hacia las energías renovables (RENAC, FUNDEKO). No incluye a proveedores de tecnología de biogás ni a vendedores de componentes para plantas de biogás.

Biogás ³	3
Socios	3
Dónde encontrar información	4
Por qué biogás para las industrias agroalimentarias	6

> INTRODUCCIÓN



> DÓNDE ENCONTRAR INFORMACIÓN

- Qué es Biogas³?
- Cuáles son sus objetivos?
- Quién está detrás del proyecto?

- Qué es el biogás?
- Cómo pueden utilizarse el biogás y el digestato?
- Cuáles son las ventajas para el medioambiente?
- Cuáles son las necesidades energéticas de la industria agroalimentaria?

- Se pueden aprovechar mis subproductos y residuos para la producción de biogás?
- Cuáles son los sustratos que produce la industria agroalimentaria?
- Cuánta energía podría obtener de mis sustratos?

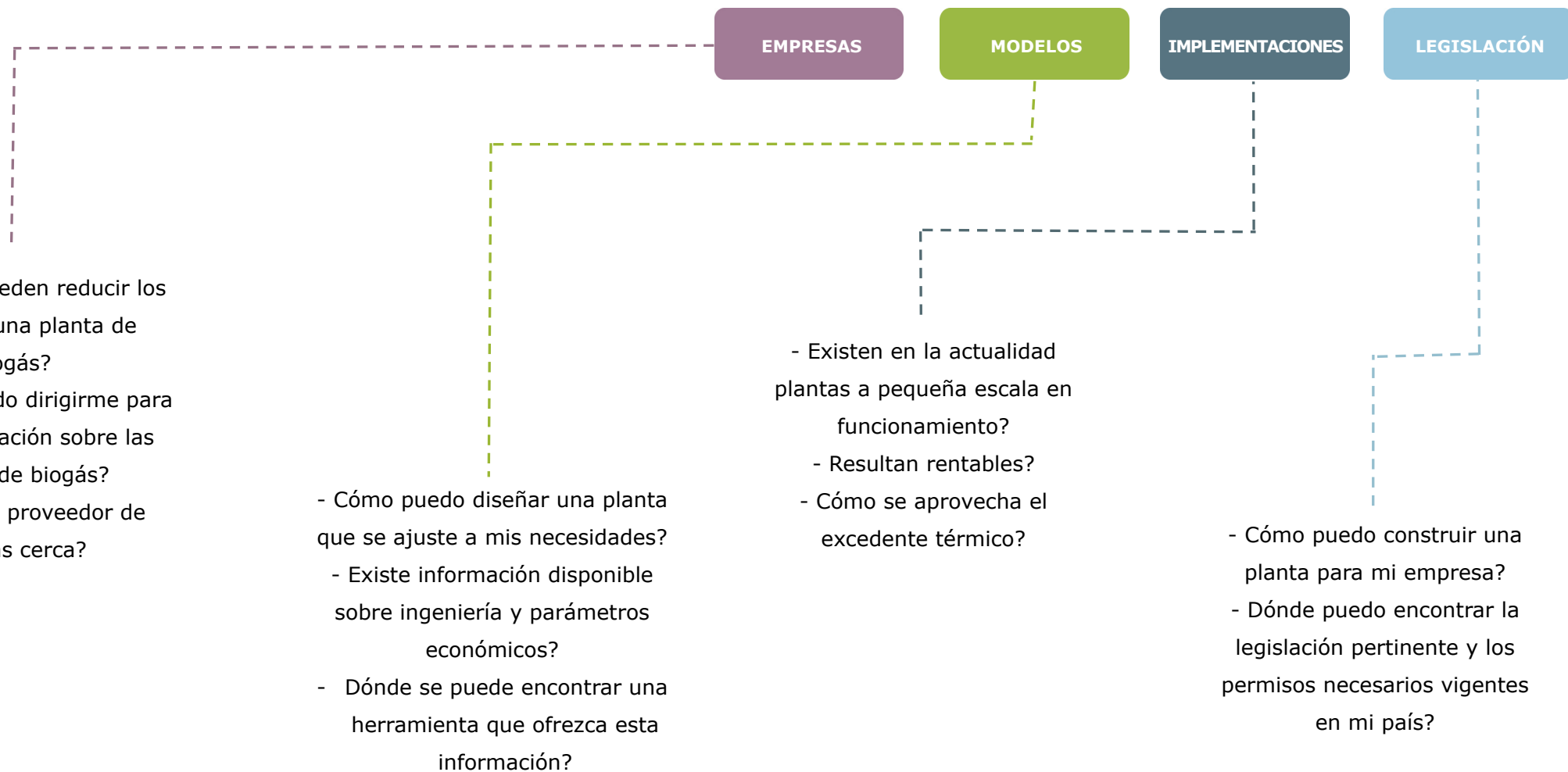
- Qué tecnología necesito para tratar mis sustratos y producir biogás?
- Cuáles son las tecnologías disponibles en el mercado?
- Cómo puedo gestionar el excedente de energía térmica?

INTRODUCCIÓN

BIOGÁS

SUSTRATOS

TECNOLOGÍA



PARA MÁS INFORMACIÓN USTED PUEDE CONSULTAR:
WWW.BIOGÁS3.EU O POR TWITTER @BIOGÁS3PROJECT



> POR QUÉ BIOGÁS PARA LAS INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS

El Biogas³ producirá un impacto significativo en términos de consumo de energías renovables, actuando como catalizador y multiplicador del éxito, e impulsando la inversión para la producción de energía renovable a partir de residuos de la industria agroalimentaria. La transferibilidad total entre los países participantes queda garantizada, cubriendo las regiones más relevantes de Europa en términos de generación de residuos agroalimentarios. La gran relevancia de los participantes y su capacidad de divulgación aseguran una importante difusión de las actuaciones, acercando esta tecnología de energía inteligente lo más ampliamente posible.

La formación para formadores garantiza el impacto más allá de la duración actual del proyecto.

Las plantas de DA de biogás a pequeña escala pueden resultar rentables para la industria

agroalimentaria, ya que ésta dispone de residuos orgánicos con un gran potencial de producción de metano, así como por la posibilidad de utilizar el excedente térmico procedente del cogenerador y de los gases de escape.

La asociación entre granjas e industrias agroalimentarias facilita en gran medida la obtención de bonificaciones por la utilización del estiércol. El uso agronómico del digestato en suelos agrícolas representa otra ventaja de dicha asociación. Por otra parte, la gran industria agroalimentaria se encuentra en desventaja en lo que concierne a la gestión del digestato ya que, en general, carece de acceso físico a las tierras cultivables.

La utilización de residuos para producir biogás mediante un digestor reduce los costes de disposición de los mismos.

La DA es una tecnología madura ampliamente conocida en el sector del tratamiento de aguas y de residuos municipales. Se encuentra lista para

su uso comercial y presenta múltiples ventajas (ahorro de energía, reducción del impacto medioambiental, reducción de la huella de carbono, etc.). El mismo principio de valorización puede aplicarse a otros residuos orgánicos como los residuos agrícolas y los generados por las industrias de alimentación y bebidas.

La tecnología de la DA se aplica ya en más de 8000 plantas de biogás en Alemania. Sin embargo, la sostenibilidad de dichas plantas incluso puede mejorarse equipándolas con un sistema PCCE y situándolas cerca del consumidor externo de calor. Solo así, podrá romperse la dependencia de los costosos combustibles fósiles.

Otro problema a tener en cuenta es el transporte de las materias primas a las plantas: dicho transporte supone un gran impacto medioambiental en el caso de plantas de biogás a gran escala.

> BIOGÁS

El biogás es una mezcla de gases combustible producida por la fermentación de la biomasa. El componente más valioso del biogás es el metano, que puede utilizarse para producir electricidad, calor y biocombustible. Otras moléculas presentes en el biogás son el CO₂, los sulfuros, el oxígeno, el nitrógeno, el amoníaco y el vapor de agua.

> DIGESTIÓN ANAERÓBICA

El biogás se produce a partir de biomasa mediante un fenómeno biológico: la digestión anaeróbica. Anaeróbico significa que el proceso tiene lugar en ausencia de oxígeno. Los microorganismos reducen y convierten el material orgánico de los sustratos en biogás.

El proceso consta de cuatro etapas, cada una de las cuales es llevada a cabo por diferentes grupos de bacterias:

- **HIDRÓLISIS:** en esta fase, los grandes polímeros orgánicos como los carbohidratos, las grasas y las proteínas se dividen en componentes más pequeños, como simples azúcares, aminoácidos, ácidos grasos y agua.
- **ACIDOGÉNESIS:** La siguiente división de los componentes restantes. La bacteria acidogénica convierte la materia en ácidos grasos de cadena corta, alcoholes, CO₂, hidrógeno y amoníaco.

- **ACETOGÉNESIS:** se forman los ácidos orgánicos. Son la base de la posible metanogénesis. La bacteria responsable de la tercera fase, la bacteria acetogénica, es muy sensible a las variaciones de temperatura. La metanogénesis en sí misma comienza lentamente durante la tercera fase.
- **METANOGÉNESIS:** En esta fase se forma el metano (biogás) a partir del acetato (alrededor de 70%), así como un 30% de CO₂ y de H₂. Se libera CO₂ y, en menor proporción agua, H₂S y N₂. El contenido de metano en el biogás varía entre el 50% y el 60%, según el tipo de sustrato utilizado.

Biogás	7
Digestión anaeróbica	7
Condiciones ambientales para la bacteria	8
Parámetros del proceso	8
Uso del biogás	9
Uso del digestato	10
Ventajas medioambientales	10
Requisitos energéticos de la industria agroalimentaria	11
Plantas a pequeña escala	12

> BIOGÁS

> CONDICIONES AMBIENTALES PARA LA BACTERIA

El proceso reacciona sensiblemente a los cambios (input, pH, etc.) y ciertas inhibiciones pueden alterarlo fácilmente (desinfectantes, oxígeno, sulfuro, metales pesados, concentraciones demasiado altas de ácidos). Por lo tanto, la temperatura del fermentador debe mantenerse dentro de un intervalo determinado con el fin de evitar la muerte de la bacteria. En la práctica, la bacteria mesofílica y la bacteria termofílica se separan. La bacteria mesofílica necesita una temperatura entre 37°C y 42°C, normalmente unos 38°C. La bacteria termofílica sin embargo requiere una temperatura entre 50°C - 60°C o más. La termofílica actúa como desinfectante y es adecuada para sustratos como los producidos a altas temperaturas. La bacteria termofílica es más sensible a las variaciones de calor que la mesofílica. Por ello, la digestión termofílica resulta más difícil de controlar.

> PARÁMETROS DEL PROCESO

Los tres principales parámetros que configuran el proceso de la digestión anaeróbica son los siguientes:

- **MOS-CARGA:** Carga de Materia Orgánica Seca. Es decir, cuántos kilogramos de MOS por m³ de volumen del fermentador se cargan al día en el digestor. Los valores habituales se sitúan entre 2 y 3 kg de MOS/m³/día. Como regla general, el valor máximo sería de 4 kg/m³/día. Por encima de esta cantidad, la actividad bacteriana disminuye.
- **TIEMPO DE RETENCIÓN (TRH):** El llamado tiempo de retención hidráulica es el tiempo teórico durante el cual el sustrato permanece en el fermentador y en el post-digestor. En el caso de fermentadores continuos con agitador vertical, el valor viene ya dado. En el caso de fermentadores de flujo pistón (plug-flow), el tiempo de

retención hidráulico equivale con bastante exactitud al tiempo de retención real. Habrá que tener en cuenta el periodo de generación de los microorganismos; la tasa de crecimiento de la bacteria metanogénica fluctúa entre 5 y 15 días; un TRH menor la mataría.

- **PORCENTAJE DE DEGRADACIÓN:** Refleja el porcentaje de Materia Orgánica Seca total que se descompone durante el tiempo de retención, y que suele ser del 60% aproximadamente. Es posible alcanzar porcentajes mayores aumentando considerablemente el tiempo de retención. En la práctica, nunca se llega a transformar toda la MOS.

> USO DEL BIOGÁS

La industria agroalimentaria necesita gran cantidad de energía eléctrica y térmica, así como de vapor para la transformación de los alimentos. Por ejemplo, la industria quesera necesita energía eléctrica para calentar la leche, los mataderos necesitan electricidad para las cámaras frigoríficas así como gran cantidad de agua caliente para limpieza.

Cada sector de la industria alimentaria presenta unas necesidades energéticas determinadas, que la tecnología de la digestión anaeróbica puede satisfacer.

El biogás producido en los digestores se utiliza como fuente de energía de diversas formas.

El biogás puede utilizarse como combustible en una instalación de Cogeneración de Energía Eléctrica y Térmica (PCCE). Básicamente, se trata de un motor de gasolina conectado a un generador. El motor activa el generador que a su vez produce la electricidad. Como resultado de la combustión interna, el motor a gas genera también calor.

El motor libera dicho calor a través de los gases de escape y del agua refrigerante. Los intercambiadores permiten capturar y utilizar esta energía térmica de forma productiva ya que la temperatura del agua alcanza los 90°C.

El biogás puede ser también utilizado para generar electricidad y calor en una PCCE, o destinarse a alimentar la red de distribución de gas (biometano), opción especialmente atractiva cuando no pueda utilizarse el calor generado por la PCCE. En este caso, deberá mejorarse la calidad del biogás hasta alcanzar la del gas natural, antes de inyectarlo a la red de distribución. El biogás mejorado puede utilizarse asimismo como combustible para el transporte (p.ej. para flotas). Actualmente, por causas económicas, las pequeñas plantas no pueden producir biometano. El biogás puede utilizarse también para generar calor para viviendas y en procesos industriales que produzcan energía térmica mediante calderas.

> USO DEL DIGESTATO

El digestato es el residuo del proceso de digestión anaeróbica. Contiene fibra, nutrientes, minerales y carbón no degradado.

El digestato puede procesarse de diversas formas: como tratamiento aeróbico, seco, separando la parte líquida de la sólida, compostado y utilizado como fertilizante agrícola. Aunque cada digestato es diferente, todos presentan innumerables ventajas, siendo las más comunes:

- **LOS NUTRIENTES SE PRESENTAN BAJO FORMA MINERAL**
- **MENOR PÉRDIDA DE AMONÍACO DURANTE SU APLICACIÓN**
- **MENOR FILTRACIÓN**
- **MÁS CARBÓN QUE EN EL ESTIÉRCOL;**
- **COMPOST LÍQUIDO**

La legislación de cada país fija el tiempo de almacenado del digestato y la cantidad a extender.

> VENTAJAS MEDIOAMBIENTALES

El cambio climático es uno de los retos más importantes a los que tenemos que enfrentarnos, y la cadena agroalimentaria puede contribuir a reducir su impacto.

El tipo de energía utilizado determinará si nuestro sistema alimentario será capaz de alcanzar modelos de sostenibilidad en el futuro. A tal efecto, las energías renovables se presentan como sustitutos de los combustibles fósiles.

Los sistemas agroalimentarios necesitan energía, pero también pueden producirla.

El excedente de energía genera ingresos extra a los propietarios y beneficia a la comunidad (propietarios, proveedores, ciudadanos). Es más, el biogás contribuye a evitar o minimizar las emisiones generadas por el estiércol almacenado a cielo abierto.

Las plantas de biogás benefician a la agricultura y al medioambiente, generan rendimientos económicos a los operadores y a los residentes próximos:

- **PRODUCCIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES LOCALES (CALOR Y ELECTRICIDAD)**
- **REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO**
- **INGRESOS DE LA VENTA DE ENERGÍA Y DE FERTILIZANTES**
- **RECICLADO DEL ESTIÉRCOL Y DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS BARATO Y SEGURO PARA EL MEDIOAMBIENTE**
- **SEGURIDAD VETERINARIA MEJORADA MEDIANTE LA RECOGIDA DEL DIGESTATO**
- **MEJORA DE LA EFICACIA DE LA FERTILIZACIÓN**
- **REDUCCIÓN DE OLORES Y DE LA MOLESTIA DE LAS MOSCAS**

> REQUISITOS ENERGÉTICOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

La demanda de energía de la industria agroalimentaria se distribuye entre demanda de energía eléctrica, térmica y procesos de enfriado.

Algunos productos necesitan mayor demanda de energía que otros. Por ejemplo, la leche necesita ser refrigerada, calentada antes de su transformación en productos lácteos, y el producto final puede ser sometido a secado o congelarse.

Muchos países europeos utilizan combustibles fósiles para producir

energía, el biogás es una solución para reducir las emisiones de GEI y alcanzar la autosuficiencia energética.

El coste energético es otro de los principales problemas de la industria agroalimentaria: la demanda de energía eléctrica del sector es muy alta, es el caso de las fábricas de queso, de pan y bollería, de féculas y de las explotaciones ganaderas. En algunas cadenas alimentarias el gasto en energía es superior incluso al coste de la materia prima.



Los procesos que utilizan una gran cantidad de calor, como las destilerías de alcohol, de producción de malta, de productos lácteos y de alimentos envasados, necesitan grandes cantidades de energía.

La industria de la alimentación y las bebidas necesita energía térmica para esterilizar equipos y tanques.



Los procesos que se desarrollan a bajas temperaturas demandan gran cantidad de energía eléctrica: por ejemplo la conservación en frío de carne en canal, los productos congelados (con un alto gasto energético para la cadena de frío).

Las plantas de biogás pueden proporcionar frío mediante unidades PCCE con sistema de trigeneración.



El vapor se utiliza generalmente en los procesos de cocinado de alimentos, como para el jamón cocido o las verduras.

Incluso puede utilizarse para esterilizar los alimentos: por ejemplo en el caso de la producción de leche UHT. También se utiliza para esterilizar equipos y tanques.

> PLANTAS A PEQUEÑA ESCALA

El tipo de digester predominante es el de depósito con agitador continuo, y las plantas a pequeña escala no son una excepción. Sin embargo, las plantas de digestión anaeróbica a pequeña escala (<100kW_{el}) presentan ciertas particularidades y tres enfoques diferentes:

- **AUTO-CONSTRUCCIÓN:** Plantas de biogás de baja tecnología. Se encuentran sobre todo en el sector agrícola. Los costes de inversión, operación y gestión (O&M) son mínimos, reduciendo por lo tanto la eficacia del proceso.
- **PLANTAS DE BIOGÁS ESTÁNDAR A PEQUEÑA ESCALA:** Existen diversos proveedores en el mercado especializados en soluciones estándar para las plantas de biogás a pequeña escala (<100kW_{el}). Dichas

soluciones son o bien productos comerciales consistentes en plantas contenerizadas transportadas e instaladas in situ muy rápidamente (generalmente <30kW_{el}) o en pequeñas plantas entregadas listas para ser usadas (30-100kW_{el}). En ambos casos los costes de inversión son de tipo medio al tratarse de soluciones estandarizadas.

- **PLANTAS DE BIOGÁS A ESCALA REDUCIDA:** Algunos constructores de plantas de biogás “convencionales” también ofrecen soluciones a pequeña escala. Se trata de soluciones “a medida”, y por lo tanto los costes de inversión son mayores que en el caso de las plantas contenerizadas estándar. La mejor opción tecnológica depende de las condiciones particulares de cada usuario final

(características de los residuos, destino final de la energía producida, etc.). Algunas de estas plantas de biogás a pequeña escala no están optimizadas en este sentido, ya que algunas de ellas no operan de forma continua (se encuentran sobredimensionadas para la cantidad de residuos disponible). No obstante, los periodos de amortización son similares a los de las plantas de mayores dimensiones (5-8 años).

> RESIDUOS AGROALIMENTARIOS Y SUBPRODUCTOS

El biogás se produce a partir de diversos sustratos, ya sean residuos agrícolas o de la transformación de alimentos.

Aprovechar los subproductos y los residuos para alimentar el digestor resulta mucho más justo para el medioambiente que hacerlo con productos nobles como los cultivos energéticos.

Las posibles alternativas en cuanto al uso de los residuos agrícolas o alimentarios y de las bebidas son actualmente cuatro:

- **ELIMINACIÓN EN VERTEDERO**
- **GESTIÓN A TRAVÉS DE EMPRESAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS AUTORIZADAS**
- **ALIMENTACIÓN PARA ANIMALES**
- **COMPOSTAJE/USO AGRÍCOLA**

Los primeros dos usos no se consideran competitivos puesto que implican un coste para la empresa, mientras que su utilización para la producción de biogás proporciona beneficios económicos.

Sin embargo, la utilización para la alimentación de animales, en los casos permitidos, sí puede resultar una alternativa viable en el caso de residuos como el bagazo de

cerveza o los restos de frutas y verduras de las cooperativas.

En cuanto al compostaje/uso agrícola, el digestato resultante de la digestión anaeróbica de los residuos es un sustrato adecuado para dichos usos.

La mayoría de los sustratos agroalimentarios para la digestión anaeróbica provienen de la ganadería, de las industrias de alimentos de origen animal, de las industrias de frutas y verduras, de bodegas y viticulturas, de molinos de aceite y de la industria de los cereales.

Los residuos son resultado de la naturaleza específica de la empresa, sin embargo transversalmente a toda la producción/cadenas de transformación, existen ciertos productos no vendidos y/o invendibles como tales.

No todos los subproductos ni residuos industriales pueden utilizarse para alimentar un digestor. La distinción entre subproductos y desechos depende de la legislación de cada país.

Es más, existen otros parámetros a tener en cuenta, como el ratio C/N, la cantidad de NH_4 y de grasa.

A veces el metano producido a partir de dos sustratos por separado es diferente a la suma de ambos. Es necesario probar en el laboratorio el biogás potencial de la biomasa antes de planificar una planta.

Residuos agroalimentarios y subproductos	13
Sustratos de la:	
ganadería	14
industria alimentaria y de las verduras	15
producción de alcohol	16
industria aceitera	16
industria de los cereales	17
industria de alimentos de origen animal	18

> SISTRATOS



> SISTRATOS DE LA GANADERÍA

Las explotaciones ganaderas producen gran cantidad de materia orgánica como estiércol y purines: los excrementos animales son una fuente importante de biomasa para las plantas de biogás y son uno de los sustratos más utilizados. El estiércol estabiliza asimismo el proceso microbiológico (tampón de pH, minerales, etc).

En particular el estiércol y los purines de las aves de corral, de los conejos, del ganado porcino, bovino, ovino, caprino y equino son los sustratos más comunes procedentes de la ganadería.

El estiércol ofrece buenos rendimientos en la producción de biogás dependiendo de las especies animales, de la frescura y del valor de la materia seca. Sin embargo, el estiércol y los purines poseen baja densidad energética debido a su alto contenido en agua y a la escasa proporción de materia orgánica seca.

Los purines poseen un potencial más bajo para la producción de metano que el estiércol, aunque contribuyen en gran medida con oligoelementos, muy útiles para la metanogénesis. Además, los purines actúan como diluyente y como efecto tampón en el digestor. Las plantas de tratamiento de aguas residuales de las explotaciones ganaderas proporcionan un lodo muy interesante con un gran potencial como sustrato de fermentación para la producción de biogás.

Con los excrementos de 100 vacas lecheras, una planta de biogás puede producir hasta 238 MWhel y 360 MWhth al año

Con los excrementos de 2000 porcinos, una planta de biogás puede producir hasta 248 MWhel y 375 Mwhth al año

Con los excrementos de 40 bovinos, 40 porcinos y 300 pollos, una planta de biogás puede producir hasta 111 MWhel y 168MWhth al año.

***INFORMACIÓN EN LOS RECUADROS ESTÁ TOMADA DE SMALLBIOGAS®**



> SUSTRATOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y DE LAS VERDURAS

La cadena alimentaria de las frutas y las verduras produce diferentes subproductos aprovechables para la producción de biogás del campo a la fábrica, hasta los minoristas.

Se trata de productos perecederos que tienden a generar desechos. Algunos procesos crean incluso gran cantidad de subproductos, por ejemplo las pieles de tomate en el caso de la producción de salsa, residuos de la industria de envasado y transformación de frutas y verduras, y subproductos de la industria azucarera y de la transformación de la patata.

Otras biomásas consumibles para los digestores son las frutas y verduras que no alcanzan los estándares exigidos para su transformación. De este modo, los productos agrícolas alterados o dañados pueden utilizarse para alimentar el digestor, siempre que no se encuentren en malas condiciones ni inadecuadamente almacenados. Las hojas y los tallos de los cultivos también pueden utilizarse, pero no así el material leñoso.

El mayor problema relacionado con este tipo de industria es la estacionalidad de la producción de los desechos. Sin embargo, procesos adicionales como el secado o ensilado (por ejemplo el ensilado de las pieles de tomate) podrían evitar este problema.

**Con 500 toneladas de
mondas de patatas,
una planta de biogás
puede producir hasta
372 MWhel y 564
MWhth**

**Con 600 toneladas de
pulpa de remolacha
azucarera, una planta
de biogás puede
producir hasta 527
Mwhel y 799 MWhth**

**Con 3000 toneladas
de pieles de tomate,
una planta de biogás
puede producir hasta
908 MWhel y 1376
MWhth**



> SUSTRATOS DE LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL

Los sustratos más comunes en este sector provienen de los residuos de la industria de la cerveza, de industria de la sidra, de las pieles del lúpulo y de la uva y de otros desechos de las destilerías, del hollejo y de la poda de las vides de la industria vinícola.

Algunos de estos sustratos son generados en un corto periodo del año, como es el caso de los que provienen de las bodegas y de los viticultores, mientras que en el caso de destilerías o fábricas de cervezas el problema es menos significativo. En el caso de otras industrias, la estacionalidad puede evitarse mediante la conservación de los sustratos; un ejemplo es el ensilado del hollejo.

Con 80 toneladas de residuos de fábricas de cerveza, una planta de biogás puede producir hasta 63 MWel y 95 MWth

Con 60 toneladas de hollejo, una planta de biogás puede producir hasta 46MWel y 60 MWth



> SUSTRATOS DE LA INDUSTRIA ACEITERA

La producción de aceite vegetal depende ampliamente del clima y de las costumbres del país productor.

Por lo tanto, el tipo de residuo producido depende principalmente de la zona en que se encuentren los molinos de aceite.

Los sustratos más comunes son los residuos y subproductos de la producción de aceite de ricino, cacahuete, colza, lino, coco, cáñamo, palma, soja, girasol y aceituna.

Con 100 toneladas de residuos del prensado de aceite de oliva, una planta de biogás puede producir hasta 240 MWel y 364 MWth



> SUSTRATOS DE LA INDUSTRIA DE LOS CEREALES

Actualmente los cereales y el estiércol son la materia orgánica más utilizada para alimentar el digestor. Para producir biogás no deben utilizarse productos nobles como los granos de cereal o del ensilado, sino productos como los desechos de las cosechas de los cultivos, la paja y otros productos residuales de los procesos industriales.

En el sector del cereal los principales desechos son la paja de los cereales, del forraje y de las oleaginosas, los residuos de almacenado como el polvo de silo, los residuos del proceso de secado de los cereales, los granos descartados y los subproductos de la transformación como la cascara del arroz y del salvado. Hay que tener en cuenta que estos sustratos pueden requerir un tratamiento tecnológico previo.

La producción de fécula se basa principalmente en los cereales y produce grandes cantidades de subproductos y residuos, ya que los volúmenes manejados son muy elevados. Los sustratos aprovechables para la digestión anaeróbica de esta industria son: aguas residuales procesadas, harina de maíz forrajera, pulpa de remolacha azucarera y gluten de maíz.

**Con 200 toneladas de
grano descartado,
una planta de biogás
puede producir hasta
164 Mwhel y 248
MWhth**

**Con 300 toneladas de
polvo de silo, una
planta de biogás
puede producir hasta
95 Mwhel y 144
MWhth**

**Con 350 toneladas de
paja de cereal, una
planta de biogás
puede producir hasta
202 Mwhel y 306
MWhth**



> SUSTRATOS DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL

Los productos procedentes de las industrias de alimentos de origen animal son muy variados y generan muchos subproductos y residuos aprovechables para la producción de biogás.

Las principales industrias relacionadas con el sector cárnico son los mataderos, charcuterías y productores de carne; los sustratos más comunes son las vísceras, el contenido del rumen, las grasas y los desechos animales procedentes de mataderos, los lodos de depuración de las plantas industriales de tratamiento, los huesos y la sangre.

Otro sector crucial en cuanto a los productos de origen animal es la industria láctea; los sustratos más comunes relacionados con esta industria son el suero de leche, los residuos del queso, los residuos de la nata y de la leche.

La industria piscícola proporciona asimismo subproductos de la transformación del pescado.

Con 1200 toneladas de suero de leche y de 60 toneladas de queso fresco no vendido, una planta de biogás puede producir hasta 104 MWeI y 158 MWth

> BIOGÁS A PEQUEÑA ESCALA

La DA a pequeña escala resulta bastante cara. Es importante señalar que las unidades de DA a pequeña escala necesitan utilizar tecnologías lo más sencillas posible con el fin de reducir los costes de inversión manteniendo los estándares de seguridad, medioambiente y emisiones. Cuanto más complicada es la tecnología utilizada, más mantenimiento y trabajo son necesarios. Para que una pequeña unidad de biogás sea rentable, es necesario aprovechar al máximo las estructuras ya existentes y construir por cuenta propia las faltantes, reduciendo así los gastos de ingeniería civil, así como intentar depender mínimamente de los sustratos utilizados y utilizar sustratos la más simples posible.

> ADVERTENCIA

Esta sección contiene información de empresas que proporcionan componentes o servicios para las plantas a pequeña escala.
Hemos incluido en este manual únicamente a aquellas

que han contactado con los participantes en el proyecto, y su elección es absolutamente independiente de las actividades comerciales de los mismos.

No se ha exigido pago alguno para la publicación de la información de las empresas incluidas en este manual.

No nos hacemos responsables de la integridad de la información aquí publicada.

> CONTENIDOS

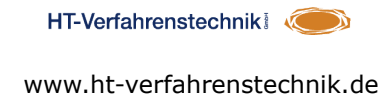
Esta sección contiene información tecnológica. Los principales temas son:

- **PRETRATAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA**
- **DIGESTIÓN ANAERÓBICA**
- **ACONDICIONAMIENTO DEL DIGESTATO**
- **VALORIZACIÓN DEL BIOGÁS**

Biogás a pequeña escala	19
Advertencia	19
Contenidos	19
Materia prima	22
Digestión anaeróbica	23
Bombeo y mezcla	24
Acondicionamiento del digestato	25
Problemas logísticos relacionados con la distribución del digestato	29
Valorización del biogás	30
Ingeniería y servicios	34

> TECNOLOGÍA

El consorcio Biogas³ expresa su gratitud a todas las compañías involucradas en el proyecto. Los proveedores de plantas y componentes siguientes han contribuido especialmente a la sección de tecnología de este manual.





www.kub-process.fr



www.laserindustries.it



www.malmberg.se



www.mapner.com

MMG Konsult

www.mmgkonsult.se



www.mspsp.com



www.nanosens.pl



www.norup.se



www.rossow.de



www.redekon-energie.de



www.rotageagri.se

T&B - Die Biogasoptimierer

www.die-biogasoptimierer.de



www.uts-biogas.com

> MATERIA PRIMA

> PRETRATAMIENTO PARA FERMENTACIÓN LÍQUIDA

Una parte esencial del sistema de fermentación suele ser el pretratamiento del sustrato. La mayor parte de la electricidad consumida por una planta de biogás corresponde al pretratamiento del sustrato y al sistema de agitación de los digestores. El pretratamiento a menudo incluye:

- **RETIRADA DE LOS ENVOLTORIOS:** Los residuos alimentarios suelen ser sustratos con un gran potencial para la producción de biogás, sin embargo, la retirada de los envoltorios puede llegar a ser complicada. En el caso de plantas de pequeña escala, la rentabilidad de los residuos más complejos (en lo que concierne a la retirada de los envoltorios) puede verse significativamente comprometida al elevarse excesivamente el coste del pretratamiento.
- **DESINTEGRACIÓN:** Los sustratos sólidos como el estiércol sólido, los residuos de las cosechas, los cultivos energéticos y algunos residuos procedentes de la industria alimentaria deben ser sometidos a un proceso de desintegración a fin de evitar problemas durante el bombeo y la agitación. La desintegración contribuye igualmente a incrementar la tasa de degradación de los sustratos, ya que implica mayor superficie reactiva. Es más, la desintegración puede ser uno de los requisitos exigidos por las normativas sobre higienización (p.ej. las normativas

regulan a menudo el tamaño máximo de las partículas). La tecnología de la desintegración puede dividirse en desintegración húmeda o seca. En ambos casos es necesario almacenar los sólidos así como un sistema de dosificación, y en muchos casos el sistema ofrece suficiente desintegración para alimentar directamente el digestor. Estos sistemas posibilitan asimismo la eliminación de impurezas como gravilla y piedras. La siguiente tabla muestra el equipo necesario para el proceso de desintegración.

Húmeda		Seca	
Bombas cortadoras	Trituradoras	Molino de martillos	Extrusor
Maceradores	Trituradoras cortadoras	Molino de cadenas	Molino de cuchillos
Bombas mezcladoras		Picadora	Mezcladores alimentadores

- **HIGIENIZACIÓN (O PASTEURIZACIÓN):** La función de la pasteurización es prevenir el riesgo de contaminación cruzada en la cadena de producción de los alimentos. Muchos co-sustratos de gran valor como los residuos de los mataderos, los restos de alimentos de las empresas de catering, y el estiércol sólido como el de las gallinas procedentes de granjas externas, requieren someterse a pasteurización o a otro tipo de higienización. El proceso se consta de unos tanques de pasteurización y de un sistema de recuperación de calor.

> DIGESTIÓN ANAERÓBICA

Biogás consists mainly of methane (50 - 75 Vol. %), carbon dioxide (20 - 45 Vol.%), water, hydrogen sulphide (0,01 - 0,4 Vol.%), and contains traces of ammonia, hydrogen, nitrogen and carbon monoxide. Suspended solids are possibly found.

Type of fermentation are shown below.

Fermentación Húmeda:

- **DIGESTOR DE MEZCLA COMPLETA**
- **DIGESTOR TIPO FLUJO PISTÓN (PLUG FLOW)**

Fermentación Seca:

- **DIGESTOR TIPO FLUJO PISTÓN (PLUG FLOW)**
- **DIGESTOR CONTINUO TIPO GARAJE**

Los aspectos a considerar durante la alimentación del digestor son los siguientes:

Cantidad máxima diaria de entrada

- **TIEMPO DE RETENCIÓN**
- **CARGA VOLUMÉTRICA**

Ciclo de entrada continuo

- **PORCIONES PEQUEÑAS SIEMPRE QUE SEA POSIBLE**
- **SIN COMPACTACIÓN, EN SU LUGAR ALIMENTAR CON SUSTRATO SUELTO**

Evitar cambios en el sustrato y en la

temperatura ambiental superiores a 2°C/día, así como los inhibidores.

> TIPOS DE TECNOLOGÍA EN DIGESTORES: **DIGESTOR DE HORMIGÓN CON CUBIERTA DE HORMIGÓN**

Ventajas:

- Controlable (alimentación sólida...) soporta ciertas presiones (20 mbar)
- Reparación sencilla del sistema de agitación
- Escasa pérdida de calor
- Protección contra el viento

Inconvenientes:

- Gasómetro no integrado
- Dificultad para la reparación del digestor interno
- El hormigón no es completamente estanco a los gases, dificultad en la detección de fugas
- Requiere mínimo espacio si se instala a nivel del suelo;

DIGESTOR DE HORMIGÓN CON CUBIERTA DE MEMBRANA ÚNICA

Ventajas:

- Alternativa económica
- Revisión del digestor sencilla
- Gasómetro integrado

Inconvenientes:

- Sensible al viento y al clima

- No es 100% estanco a los gases
- Dificultad en determinar el nivel de gas

DIGESTOR DE HORMIGÓN CON CUBIERTA DE MEMBRANA DOBLE

Ventajas:

- Reparación del digestor sencilla y facilidad para determinar el nivel de gas
- Gasómetro integrado
- Resistente a la intemperie

Inconvenientes:

- Mayor coste que con una sola cubierta
- No es 100% estanco a los gases
- Consumo permanente de energía

DIGESTOR HORIZONTAL CON AGITADOR DE PALETAS

Ventajas:

- Digiere alto contenido de sólidos
- Alta tasa de carga
- Corto recorrido del flujo
- Drenaje automático de arena
- Mezcla completa
- Alta productividad y adecuado para digestión seca

Inconvenientes:

- Precio elevado
- Necesidad de post-digestión
- Tamaño limitado

> BOMBEO Y MEZCLA

> BOMBAS PARA EL TRANSPORTE DE LA MATERIA PRIMA Y DEL DIGESTATO

Se utilizan dos tipos principales: bombas centrífugas y de desplazamiento. Una bomba centrífuga es una bomba rotodinámica que utiliza un impulsor rotatorio para incrementar la presión y el flujo de un fluido. Las bombas centrífugas se encuentran a menudo sumergidas (no autoaspirante).

Una bomba de desplazamiento toma una cantidad fija de fluido y después fuerza su salida por la tubería de descarga, provocando así el movimiento de dicho fluido. Estas bombas son autoaspirantes con presión estable. El, buflujo depende de la velocidad de rotación (dosis precisa).

Por razones de mantenimiento, las bombas están equipadas con válvulas de cierre, son fácilmente accesibles y ofrecen un espacio suficiente de trabajo. La función es normalmente controlada por un Controlador Lógico Programable (PLC) o por un temporizador. En algunas plantas de biogás, el transporte del digestato es completamente llevado a cabo por una o dos bombas, situadas en una estación central de bombeo.

> ELIMINACIÓN DE SEDIMENTOS Y DE MATERIAS FLOTANTES

En caso de ser necesario eliminar los sedimentos, el rascador de fondo se ocupa de barrerlos hasta una salida desde la que son bombeados a un clasificador.

Para eliminar las capas flotantes se puede utilizar un sistema de separación resistente al gas. Las materias flotantes son separadas de la superficie y bombeadas hasta un tamiz. La unidad de separación está autorregulada y es resistente al gas.

> AGITADORES

La bacteria del metano no puede moverse, y por lo tanto para acceder a los nutrientes es necesario transportarlos. Este proceso se realiza por convección termal y gracias a las burbujas generadas por la mezcla de los sustratos, aunque generalmente se utilizan asimismo otros sistemas adicionales:

- **AGITADOR MECÁNICO**
- **AGITADOR NEUMÁTICO**
- **AGITADOR HIDRÁULICO**

Los agitadores mecánicos son los más instalados (90% de las plantas de biogás), cuentan con varias velocidades y formas diferentes (de paletas, axiales y axiales sumergibles).

> ACONDICIONAMIENTO DEL DIGESTATO

El digestato producido por DA es una sustancia rica en nutrientes que se utilizará posteriormente como fertilizante agrícola, para sustituir a los fertilizantes sintéticos y/o acondicionadores del suelo. El digestato contiene los principales nutrientes que necesitan las plantas y en cantidades suficientes, como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), azufre (S) y oligoelementos.

El contenido en nutrientes de cualquier digestato refleja la naturaleza de las materias primas utilizadas en su obtención.

> SEPARACIÓN

El digestato puede aplicarse a la tierra “entero” o separado en sólidos y líquidos, generalmente llamados “fibra” y “licor”. Separar el digestato mediante procesos mecánicos, biológicos o térmicos ofrece ciertas ventajas que podrían justificar la inversión en equipamiento adicional, como por ejemplo:

- **ALMACENAMIENTO SELECTIVO DE MATERIALES FLUIDOS Y APILABLES;**
- **MEJORA DE LA BOMBEABILIDAD DEL LICOR SEPARADO;**
- **PARTICIÓN DE LOS NUTRIENTES EN PROPORCIONES DIFERENTES EN LAS FASES LÍQUIDO/SÓLIDO;**
- **REDUCCIÓN DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LOS LÍQUIDOS COMPARADO CON EL DEL DIGESTATO ENTERO.**

La separación suele llevarse a cabo en las instalaciones de DA ya que los dos

productos se expulsan por salidas diferentes. Como los sistemas húmedos de DA reciben sobre todo aguas residuales y lodos, la deshidratación suele generar relativamente pocos materiales sólidos, con una proporción típica de >5:1 licor: sólido.

> TÉCNICAS DE SEPARACIÓN

- **PRENSA DE TORNILLO:** comprime el digestato haciéndolo circular dentro de un tambor por medio de un tornillo sinfín gradualmente decreciente y a través de un tamiz, extrayendo el líquido. Se pueden utilizar diferentes filtros y presiones para obtener diferentes resultados. Mediante este método se puede obtener entre 30–38% de digestato sólido. Conviene señalar que las prensas de tornillo suelen tener una eficacia de captura de sólidos entre 10% y 40% dependiendo de las características de la materia prima.
- **PRENSAS DE CORREA:** funcionan de manera similar a las prensas de tornillo. El digestato es atrapado entre dos correas en tensión que pasan entre rodillos de diámetros decrecientes para extraer el agua. Este tipo de prensas suele ofrecer una mejor separación y suele utilizarse para producir torta más que fibra.
- **CENTRIFUGADO:** se trata de un dispositivo de alta velocidad que utiliza la fuerza centrífuga para separar las partículas finas y el líquido. Normalmente se añade un polímero con el fin de aglomerar las partículas finísimas antes del centrifugado. El tipo de polímero y la proporción empleada tienen gran influencia en el resultado. El centrifugado consigue generalmente una eficacia de separación >95% de los sólidos, produciendo una torta de entre 18% y 35% de materia sólida seca, y un licor de menos del 0,3% de sólidos secos.

> TÉCNICAS DE SEPARACIÓN

- **BIOSECADO:** utiliza las bacterias aerobias del inicio del proceso clásico de compostaje. Dichas bacterias calientan el digestato y eliminan el contenido en agua. Este proceso requiere calor auxiliar adicional para ser efectivo, como el que proporcionan los gases de escape de una unidad combinada de calor y electricidad (PCCE), o puede requerir un agitador debido a la alta inercia térmica de la humedad y a las finas partículas del digestato.
- **EVAPORACIÓN:** se trata de una tecnología relativamente nueva en Reino Unido aunque bien conocida en la Europa continental desde hace años. Los sistemas de evaporación generalmente se basan en dos efectos: primero, el digestato se calienta mediante agua caliente o vapor; segundo, se expulsa el vapor a baja presión mediante un separador ciclónico y una bomba de vacío. Sometiendo el líquido caliente al vacío (la presión se reduce por debajo de la atmosférica), el punto de ebullición del agua también se reduce permitiendo la formación de vapor a baja temperatura.

> ALMACENAMIENTO DEL DIGESTATO

- **DEPÓSITOS DE HORMIGÓN:** Al igual que los digestores, los tanques para el digestato son depósitos cilíndricos de hormigón armado o de madera. Comparado con otras instalaciones, este tipo de depósitos requiere poco espacio.
Si fuera necesario, los tanques pueden cubrirse para ser impermeables a los gases y deben disponer en tal caso, tal y como establece la legislación, con un sistema de detección de fugas en las zonas de aguas protegidas. El gas residual resultante también puede recogerse y utilizarse, y aumentar así la rentabilidad de la planta de biogás aún más.
- **BALSA:** una balsa de tierra, sellada con una barrera de plástico contra el vapor en el fondo y en las laderas. La ventaja de este sistema de almacenamiento es el ahorro en hormigón, ya que no necesita construcción. Sin embargo, la balsa requiere generalmente más espacio y solo puede utilizarse en zonas en las que las aguas subterráneas se encuentren a gran distancia.
Esta tecnología, sin embargo, se prohibirá probablemente en algunos países en el futuro.

> TÉCNICAS DE COBERTURA

Todos estos métodos reducen las emanaciones de amoníaco y de olores.

- **CUBIERTAS SÓLIDAS:** es el sistema más eficaz para reducir las emisiones de amoníaco aunque también el más costoso. Aunque la cubierta debe estar adecuadamente sellada con el fin de minimizar el intercambio de aire, también debe contar con pequeñas aberturas o con un sistema de ventilación para prevenir la acumulación de gas metano inflamable, especialmente en las estructuras con carpa.
- **CUBIERTAS FLOTANTES:** generalmente están hechas de láminas de plástico y son menos eficaces que los techados, aunque más económicas. Las láminas dobles de poliestireno retráctil se utilizan sobre todo para evitar la formación de burbujas de gas y el hundimiento de parte de las láminas. De esta forma, se evita que la cubierta se mueva durante el mezclado del estiércol y que el viento la levante. Los techados correctamente contruidos y algunas cubiertas flotantes protegen asimismo de la lluvia permitiendo almacenar un volumen mayor de purines.
- **CUERPOS PLÁSTICOS FLOTANTES (HEXACUBIERTAS):** los cuerpos flotantes hexagonales de plástico forman una cubierta flotante cerrada en la superficie de los purines. Sus costillas evitan que se monten unos sobre otros. Deben utilizarse únicamente con purines de porcinos o con otros estiércoles líquidos sin corteza natural. No son adecuados para purines ricos en material orgánica.

- **CORTEZAS NATURALES:** el digestato generalmente genera una corteza natural de materia orgánica flotante, que únicamente se forma si existe la suficiente materia orgánica seca (>7%) y se minimiza la agitación. La corteza cubre la totalidad de la superficie del estiércol. El depósito debe llenarse desde abajo para evitar romper la corteza.
- **CORTEZAS FLOTANTES:** introduciendo paja, granulados (arcilla expandida o perlita) u otros materiales flotantes en la superficie de los tanques o lagunas que contienen purines, se crea una corteza artificial y se reducen las emisiones.

Paja. El sistema más efectivo es introducir paja troceada de 4 cm de largo con una cosechadora autopropulsada (cosechadora de forraje). El conductor, debidamente formado y experimentado, deberá introducir 4 kg paja/m² en el tanque, ya sea lleno o vacío. Así, la materia seca del purín aumentará y por lo tanto las emisiones de NH₃ también lo harán tras la aplicación del purín.

Granulados (bolas LECA/ Perlita). Los granulados son muy sencillos de introducir. Aunque más caros que la paja, sin embargo su coste es tres veces menor que el de una carpa. Alrededor del 10% del material se pierde cada año al vaciar el depósito. Para reducir las pérdidas se recomienda agitar un día antes de la aplicación y brevemente antes del vaciado.

> APLICACIÓN DEL DIGESTATO

El equipo utilizado para la aplicación en la tierra del purín no procesado y del líquido separado es igualmente adecuado para la aplicación del digestato. De igual manera, el equipo utilizado para extender el estiércol sólido puede utilizarse para extender los sólidos separados. La aplicación del digestato en la tierra puede llevarse a cabo mediante diferentes métodos incluyendo el tractor y el tractor cisterna, los automotores cisterna o alimentados por manguera. Sea cual sea el método utilizado, se recomienda inyectar la totalidad del digestato para evitar los olores generados por la volatilización del NH_3 .

> RIESGOS DE LA APLICACIÓN

Las tecnologías actuales permiten extender de manera precisa el digestato mediante sistemas GPS de monitorización y control que, junto con los medidores de caudal, ayudan a analizar y a

ajustar el digestato a las exigencias de las diferentes cosechas y suelos. También permiten al operador llevar a cabo evaluaciones de riesgos, descargar aplicaciones precisas y bien documentadas, facilitando el cumplimiento de las normativas regionales y nacionales así como de las relativas a las NVZ.

> TÉCNICAS DE APLICACIÓN

- **APLICACIÓN MEDIANTE MANGUERA DE ALIMENTACIÓN:** consta de una tubería flexible de alimentación conectada al tractor y al aplicador, que es arrastrada por el campo mientras se va extendiendo el digestato. Se trata de un método eficaz y rápido, con escasa compactación de la tierra, comparado con la cisterna, y con tasas de trabajo realizable de 100 m^3 a 130 m^3 o más por hora. Se puede aumentar la distancia con el almacén añadiendo bombas auxiliares. Las mangueras pueden utilizarse para bombear

hacia el exterior el digestato directamente desde la planta de DA/almacén, o desde el tanque principal si va a transportarse por carretera. El principal inconveniente de utilizar mangueras es que reducen la consistencia del digestato. Este tipo de aplicadores son el método más adecuado, ya que reducen significativamente la pérdida de nutrientes

- **CISTERNA:** resulta útil cuando la aplicación mediante manguera de alimentación aspersión no es viable. La utilización de tractores cisterna tiene un coste elevado debido a la cantidad limitada de producto que puede moverse por carga. La compactación del suelo también puede representar un problema debido al peso del tractor y de la cisterna cargada. Se recomienda un equipamiento que ejerza poca presión sobre el suelo.

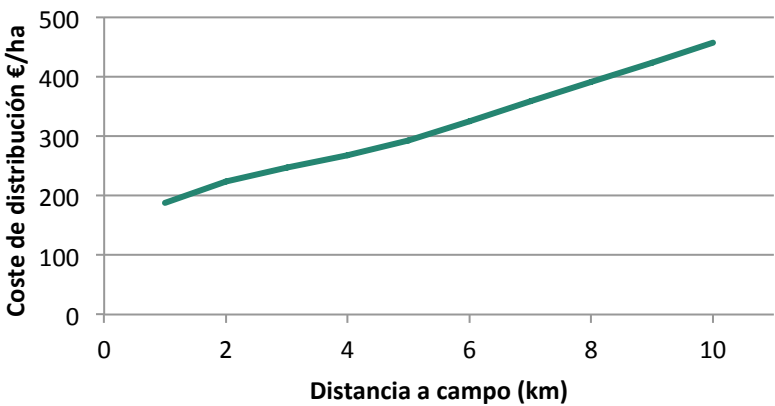
> PROBLEMAS LOGÍSTICOS RELACIONADOS CON LA DISTRIBUCIÓN DEL DIGESTATO

Los sustratos tras la digestión anaeróbica pierden parte de la materia sólida en forma de biogás. El subproducto que queda una vez realizada la digestión es el digestato, cuya composición varía en función de la mezcla de sustratos utilizados para alimentar el digestor. En el caso de la granja Bisalta, uno de los ejemplos del manual, se conoce la cantidad de digestato realmente producido al año. Tras la digestión anaeróbica, el 94% de la masa permanece, es decir, 8.788 toneladas de digestato al año.

Parámetro	Unidad	Valor
Potencia eléctrica	kW _{el}	100
Carga de sustrato	t/año	9.300
Producción de digerido	t/año	8.788
Contenido en nitrógeno	kgN/t	3,72
Nitrógeno total en el digerido	KgN/año	32.693
Nitrógeno permitido	kg/ha	340
Eficiencia de distribución	%	0,64
Área requerida	ha	61,64
Área específica	ha/kW _{el}	0,62

El contenido medio de nitrógeno varía asimismo en función de los sustratos. En el ejemplo antes citado, se utilizó el contenido medio de nitrógeno sugerido por Negri & Maggiore, 2010. El contenido de nitrógeno es importante ya que la legislación nacional y europea establece los límites de nitrógeno que pueden aplicarse a la tierra. Se trata pues de un parámetro importante ya que limita la cantidad de digestato por ha. En este caso, se dispone de 62 ha sobre las cuales aplicar el digestato, lo que equivaldría a

0,62 ha/kW_{el} de potencia instalada en la planta. Esta cifra puede oscilar entre 0,5 y 0,7 ha/kW_{el}. La planta necesita negociar con los granjeros para disponer de suficiente tierra para la aplicación del digestato producido. Los costes de aplicación por ha se incrementan de forma lineal con la distancia, tal y como se muestra en la figura, donde los costes de distribución por ha están representados en función de la misma. Para una planta de 100 kW_{el}, con distribución a 5 km de distancia, el coste es de unos 13.850 €/año, alrededor de 1,58 €/m³, o 138,5 €/kW_{el}.



> VALORIZACIÓN DEL BIOGÁS

> SECADO DEL GAS

El secado del gas optimiza el proceso de combustión del motor PCCE, consiguiendo mayor eficacia y menor consumo de combustible.

Reducir la contaminación del aceite del motor mediante condensación, significa menos cambios de aceite y más ahorro. Además, algunos componentes del Metil Ciclo Siloxano y del Amoníaco son sustancias perjudiciales que se liberan en parte de forma natural con la condensación. Dado que el amoníaco es soluble en agua, el contenido en NH_3 se reduce durante

la eliminación del vapor de agua/proceso de enfriamiento y secado. Durante el secado, el biogás es enfriado, generalmente mediante un refrigerador, en intercambiadores de calor y el agua condensada se separa del gas. El punto de condensación únicamente puede reducirse en 1°C aproximadamente para evitar que la superficie de los intercambiadores de calor se hiele. Para menores puntos de condensación, el gas debe comprimirse antes de enfriarse y expandirse después, hasta alcanzar la presión deseada.

> REDUCCIÓN DEL H_2S Y DEL SILOXANO

El mayor contaminante del biogás es el H_2S , que es a la vez venenoso y corrosivo, y que causa daños significativos en las tuberías, el equipamiento y los instrumentos. La concentración de ciertos componentes del biogás influye en su utilización final. Mientras que las calderas pueden soportar concentraciones de H_2S de hasta 1000 ppm, y presiones relativamente bajas, los motores de combustión interna funcionan mejor manteniendo el H_2S por debajo de 100 ppm.

- **DESULFURACIÓN BIOLÓGICA INTERNA MEDIANTE ADICIÓN DE AIRE**
- **DESULFURACIÓN BIOLÓGICA EXTERNA**
- **SALES DE HIERRO AÑADIDAS A LA BIOMASA**
- **DESULFURACIÓN FINA CON CARBÓN ACTIVADO**
- **ELIMINACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS (PURIFICADORES)**

> REFINADO DEL BIOGÁS

Esta práctica se utiliza generalmente para convertir el biogás en el metano adecuado para sustituir al gas natural o para ser utilizado como combustible de vehículos.

La etapa más importante del proceso de refinado es la eliminación del CO₂, que permite conseguir una alta concentración de metano. Los métodos más utilizados son los siguientes:

- **PSA – ADSORCIÓN POR CAMBIO DE PRESIÓN**

Bajo presión elevada, el CO₂ se separa del biogás mediante adsorción en una superficie (el típico rango de presión oscila de 4 a 7 bar). El biogás circula generalmente por varios conductos. El carbón activado o la zeolita adsorben el CO₂, y cuando la materia alcanza el nivel de saturación, el gas fluye al siguiente conducto. Durante el proceso, la presión se reduce y el gas fluye hacia adelante.

- **PWS – LAVADO CON AGUA A PRESIÓN**

El PWS es un método de absorción basado en que el CO₂ posee mayor solubilidad en el agua que el metano. En la columna de lavado, el dióxido de carbono se disuelve en el agua mientras aumenta la concentración de metano en la fase del gas. El gas después del lavado posee por lo tanto mayor concentración de metano.

- **ABSORCIÓN QUÍMICA MEDIANTE DISOLVENTES ORGÁNICOS**

Este método es similar al del lavado con agua, solo que el CO₂ es absorbido mediante un disolvente orgánico en lugar de agua. Generalmente se utiliza polietilenglicol, ya que el dióxido de carbono es más soluble en este disolvente que en el agua. Así, el proceso ofrece una reacción más eficaz y el tamaño de las plantas puede ser menor.

- **ABSORCIÓN FÍSICA MEDIANTE DISOLVENTES QUÍMICOS**

Con este método el CO₂ es absorbido en el líquido y reacciona químicamente con la amina. La reacción es muy precisa, por lo que las pérdidas de metano son inferiores al 0,1%. Los dos disolventes más utilizados en este proceso son la monoetanolamina (MEA) y la dimetiletanolamina (DMEA).

- **MEMBRANAS**

Las membranas son un método prometedor para las plantas de biogás a pequeña escala, y es de prever que su precio se reduzca en un futuro. Las membranas se componen generalmente de fibras huecas agrupadas y permeables al CO₂, al agua y al amoníaco. El sulfuro de hidrógeno y el oxígeno atraviesan en cierta medida la membrana, mientras que el nitrógeno y el metano lo hacen ligeramente. Las tecnologías disponibles más utilizadas son dos: alta presión y baja presión.

> VALORIZACIÓN DEL BIOGÁS

> GESTIÓN DE LA ENERGÍA

El problema de la fluctuación en la producción de biogás puede resolverse mediante un sistema de almacenamiento, que puede utilizarse siempre que la producción y el consumo de biogás no se solapen.

Por ejemplo la industria agroalimentaria puede no necesitar energía eléctrica durante todo el día y por lo tanto almacenar el excedente producido. Igualmente, el biogás también puede almacenarse si el digestor produce más gas del que puede aprovechar, en lugar de quemarlo. Los sistemas de almacenamiento pueden ser instalaciones temporales, por lo que las soluciones son muy flexibles.

Las tecnologías disponibles más utilizadas son:

- **ALMACENAMIENTO A BAJA PRESIÓN:** se trata de la solución más utilizada. Los gasómetros flotantes, bolsas de gas y cubiertas flotantes son típicos de esta tecnología y funcionan a muy baja presión (generalmente <138 mbar)
- **ALMACENAMIENTO A MEDIA PRESIÓN DEL BIOGÁS DEPURADO:** en este caso, el biogás debe almacenarse ya depurado, puesto que el H₂S podría corroer los componentes del tanque. Esta solución se utiliza raramente debido a que requiere bastante cantidad de energía para la compresión. (generalmente entre 138 y 138.000 mbar)
- **ALMACENAMIENTO A ALTA PRESIÓN DEL BIOMETANO COMPRIMIDO:** este sistema de almacenamiento se utiliza para transportar el biometano y ahorrar espacio. Se utiliza una presión de entre 138.000 y 350.000 mbar. Debido a que la compresión requiere gran cantidad de energía, el biometano siempre se purifica previamente.

> UTILIZACIÓN DEL GAS

Tal y como hemos visto en las secciones precedentes, el biogás puede utilizarse de diversas formas para satisfacer la demanda de energía. Los motores PCCE son la mejor solución en los casos en que se requiere energía térmica y eléctrica. Cuando únicamente se necesite energía térmica, serán las calderas la solución más adecuada.

- **SISTEMA PCCE:** los sistemas combinados de calor y energía producen al mismo tiempo energía eléctrica y térmica. Los sistemas PCCE cuentan con un rango total de eficacia energética de hasta un 85% (eléctrica + térmica). Se trata de un sistema más rentable que la producción de electricidad y calor producidos separadamente en las estaciones eléctricas y calderas convencionales.

Los sistemas PCCE ofrecen entre 28-47% de eficiencia en la producción de energía eléctrica. Generalmente las plantas de biogás no aprovechan totalmente el calor producido. En la sección de "Implementación", se muestran algunos ejemplos reales de utilización inteligente del calor. La energía producida puede autoconsumirse, y el excedente venderse a la red de distribución nacional (eléctrica) y utilizarse para calentar construcciones civiles (térmica).

Actualmente los sistemas PCCE de pequeño tamaño son bastante costosos comparados con los más grandes, debido a las economías de escala. El objetivo de Biogas³ es difundir esta tecnología y reducir los costes.

- **CALDERAS:** esta es la tecnología que se adecua mejor a los casos en los que únicamente se necesite energía térmica. Las plantas de gas de calderas son más económicas que las de PCCE.

Estas plantas están diseñadas para calentar viviendas, instalaciones para el ganado y el agua de los procesos de transformación de alimentos.

El ahorro de energía resulta considerable, ya que la energía térmica puede producirse a partir de residuos y subproductos en lugar de comprar gas.

Las plantas de calderas son una solución interesante para queserías, fábricas de cerveza y muchas otras industrias alimentarias que necesitan grandes cantidades de energía térmica para calentar las materias primas.

El calor puede utilizarse también para las construcciones civiles. El coste medio de las tuberías de agua caliente, incluidas las zanjas y la ingeniería civil, desde la unidad de biogás hasta el consumidor, es de unos 200 €/metro lineal para una planta de DA a pequeña escala.

Por ejemplo, en Francia, para una planta de 100 kW, un sistema de tuberías de 100 metros lineales representa alrededor del 2% de la inversión total y puede ser muy rentable.

> INGENIERÍA Y SERVICIOS

Los proveedores de ingeniería y servicios pueden ser o bien una compañía especializada o bien el mismo proveedor de la planta.

Una planta de biogás necesita asistencia una vez el sistema terminado y durante la puesta en marcha del mismo, así como el mantenimiento posterior necesario para el mayor nivel de eficacia.

Los proveedores de servicios proporcionan ayuda y soporte en esta etapa para garantizar los mejores resultados en el menor espacio de tiempo, y ofrecen experiencia y competencia.

Estos servicios contribuyen a que la planta funcione a pleno rendimiento, es decir, mayores beneficios y mayor producción de metano. Los servicios de control y monitorización de procesos pueden ofrecerse en diferentes paquetes.

En cuanto a los servicios de ingeniería, afectan a toda la vida útil de la planta y los más habituales son:

- **ASISTENCIA PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA ECOLÓGICA**
- **PROGRAMAS DE ASISTENCIA PARA ALCANZAR LA MÁXIMA PRODUCCIÓN**
- **PLANIFICACIÓN DE ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS**
- **MONITORIZACIÓN DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN PARA GARANTIZAR EL MAYOR RENDIMIENTO EN EL TIEMPO**
- **PROFESIONALIDAD PARA GARANTIZAR EL RENDIMIENTO ÓPTIMO DEL SISTEMA**
- **ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DEL PRODUCTO Y ASESORAMIENTO PRÁCTICO SOBRE NUTRICIÓN**
- **OPTIMIZACIÓN DE LA COMBINACIÓN DE VARIOS SUSTRATOS**
- **SELECCIÓN DE LOS FERMENTOS MÁS ADECUADOS PARA LA PLANTA**
- **ASISTENCIA EN GESTIÓN DE SITUACIONES DE EMERGENCIA Y/O CRÍTICAS**
- **ASISTENCIA TELEFÓNICA**
- **ASISTENCIA EN LA MISMA PLANTA**
- **ANÁLISIS QUÍMICOS ESPECIALES Y ESPECÍFICOS**
- **ASESORAMIENTO INDIVIDUAL**
- **ASESORAMIENTO PRÁCTICO**
- **ACCIONES PREVENTIVAS**
- **TERAPIAS Y MEDIDAS DE EMERGENCIA**

> PROPÓSITO

El propósito de Biogas³ es crear una red de explotadores de plantas de biogás a pequeña escala con el fin de fomentar la tecnología y los conocimientos que permitan alcanzar la autosuficiencia energética.

Las siguientes páginas recogen algunos ejemplos de proveedores de plantas con el fin de promover la conexión entre clientes y proveedores.

La elección de compañía está orientada hacia los proveedores todo en uno, ya que son los que ofrecen los servicios más habituales y completos.

> ADVERTENCIA

Este manual facilita información de las compañías que fabrican plantas de biogás a pequeña escala (<100 kWel) y ofrecen servicios relacionados con dicha tecnología. Es evidente que no incluye todas las compañías del mercado, pero sí aquellas en contacto con los participantes en este proyecto. Las compañías seleccionadas no están involucradas en modo alguno en las actividades comerciales de los socios.

No se ha exigido pago alguno por la publicación de la información de las compañías que aparecen en este manual. No podemos garantizar la integridad de toda la información publicada en este manual. Biogas³ consortium shall not be responsible for any errors or omissions contained in the translations. All the translations were provided by a translation firm.

> QUÉ VA USTED A ENCONTRAR

En las páginas siguientes encontrará información sobre las compañías que ofrecen servicios completos, en particular:

- **NOMBRE Y DATOS HISTÓRICOS**
- **CANTIDAD DE PLANTAS A PEQUEÑA ESCALA VENDIDAS**
- **DIRECCIÓN Y CONTACTOS (INCLUSO CÓDIGO QR PARA ENLAZAR CON LA WEB)**
- **PAÍSES EN LOS QUE PUEDEN VENDERSE LAS PLANTAS**
- **INFORMACIÓN SOBRE LA TECNOLOGÍA SUMINISTRADA**

Propósito	35
Advertencia	35
Qué va usted a encontrar	35
Cómo ahorrar algo de dinero	36
Empresas italianas	37
Empresas francesas	48
Empresas irlandesas	54
Empresas polacas	55
Empresas españolas	60
Empresas alemanas	64
Empresas suecas	75

> EMPRESAS

> CÓMO AHORRAR ALGO DE DINERO

Es posible ahorrar en la construcción de la planta. Pregunte al proveedor de su planta si puede ejecutar usted mismo la obra o reutilizar alguna construcción previa.

Si decide construir una planta, compruebe si existen otras plantas que

utilicen sustratos similares al suyo y en cantidades parecidas.

A continuación encontrará algunos consejos para ahorrar en la construcción de la planta y qué exigir a su proveedor:



Generalmente la compañía todo en uno construye todo lo relacionado con la digestión anaeróbica, aunque muchos otros trabajos de ingeniería civil pueden ser llevados a cabo por el cliente, como por ejemplo, los trabajos de tierras y caminos, o incluso la conexión eléctrica desde el motor PCCE a la red.



Pregunte a su proveedor de planta si es posible visitar otras instalaciones ya existentes con el fin de comparar.



Reutilice edificios ya existentes para pozos de preparación o post digestores si los volúmenes y las distancias son los apropiados para la planta. Es necesario que las estructuras existentes respeten el medioambiente y los estándares de seguridad.

> RESIDUOS AGRÍCOLAS

Propuesta de Austep para plantas de pequeña escala:

- Varios niveles de producción de biogás, desde 100 hasta 300 kwh

Diferentes tipos de plantas:

- De estiércol de bovinos (aguas residuales y estiércol);
- De estiércol de porcino (purín y estiércol)

producidos directamente en la granja.

- Máximo aprovechamiento de los productos propios
- Ninguna contratación de superficie para el cultivo de biomasa agrícola, y ninguna compra adicional en el mercado de biomasa para alimentar la planta

> RESIDUOS INDUSTRIALES

AUSTEP diseña y fabrica equipamiento capaz de aprovechar la energía potencial de los desechos de los mataderos (como el rumen, intestinos, sangre, fluidos y grasas) mediante la digestión anaeróbica y la recuperación del biogás.

Ventajas:

- Tratamiento de aguas residuales y del aire;
- Optimización del espacio gracias a contenedores que contienen el cuadro de mandos, las bombas, el intercambiador de calor y el sistema de pretratamiento
- Sin paradas incluso durante el vaciado;
- Mínima intervención de los empleados y mantenimiento mínimo



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
51 - 75	n.a.	n.a.
76 - 100	n.a.	n.a.



all-in-one



Austep Spa
Establecido desde: 1995



Via Mecenate 76/45 – 20138
Milano (MI) – ITALIA



Tel: +39 02 509947.1



www.austep.com
info@austep.com



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 10 - 50



> PLANTA CILÍNDRICA TIPO UP-FLOW Y SISTEMA DE MEZCLADO

Para granjas cuyo objetivo sea obtener el máximo beneficio en términos de energía y económicos; ya que, gracias al fraccionamiento de los sólidos durante la deyección, la producción de biogás aumenta. Adecuada asimismo para granjas con disponibilidad de biomasa limitada o discontinua para añadir al digestor junto con las deyecciones. Esta planta presenta asimismo múltiples ventajas medioambientales.

Para explotaciones agrícolas y ganaderas con suficiente disponibilidad de biomasa durante todo el año. Permite incrementar la producción de biogás y por lo tanto de energía eléctrica, optimizando el rendimiento del proceso.

> PLANTA DE CANAL DE TIPO PLUG-FLOW



Esencialmente indicada para granjas grandes o medianas cuyo objetivo sea la producción de energía para satisfacer sus propias necesidades, y que puedan suministrar el excedente a un operador de la red en su caso. También para aquellas que se vean obligadas a reducir el impacto de su actividad sobre el medioambiente.

> PLANTA TIPO SUPER- FLOW PARA BIOMASAS SUPER DENSAS

Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
76 - 100	500.000 - 700.000	2,5 €/h work of plant



all-in-one



Rota Guido
Establecido desde: 1964



Via 1° Maggio,3 – 29017
Fiorenzuola d'Arda (PC) – ITALIA



Tel: +39 0523 944 128
Fax: +39 0523 982 866



www.rotaguido.it
info@rotaguido.it



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 10 - 50



> LINEA FARMER

Las pequeñas plantas de FARMER han sido especialmente diseñadas para el empleo de fertilizantes derivados de la agricultura. El tamaño de las plantas se adapta a las dimensiones medias de los productos.

A tal fin, la tecnología de las plantas de grandes dimensiones se ha simplificado y adaptado todo lo posible a las medidas de los productos. En la categoría 25 – 300 kW, FARMER ofrece la posibilidad de utilizar de forma eficiente y rentable los purines y el estiércol producidos por empresas agrícolas de pequeñas y medianas dimensiones.

LineaFARMER está compuesta únicamente por los elementos

esenciales e imprescindibles para una planta de biogás.

- Pre-tanque: generalmente ya existente
- Contenedor técnico "CONECTAR Y PRODUCIR": sistema de bombeo, automatización y visualización, tecnología de

desulfuración, intercambiador y distribuidor de calor

- Fermentador y acumulador de presión del biogás y gasómetro
- Unidad PCCE: para motor y generador
- Tanque de almacenamiento: generalmente ya existente



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
25 – 50	150.000 – 300.000	2.500 – 5.000
51 – 75	300.000 – 400.000	5.000 – 7.500
76 – 100	400.000 – 600.000	7.500 – 10.000



all-in-one



BTS[®]
part of
TS energy GROUP



BTS Biogás Srl/GmbH
Establecido desde: 2008



Via San Lorenzo, 34 – 39031
Brunico (BZ) – ITALIA



Tel: +39 0474 370119
Fax: +39 0474 552836



www.bts-biogas.com
info@bts-biogas.com



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 10 - 50



> RESIDUOS Y SUBPRODUCTOS

Biogas Engineering gestiona desde 2005 casi 30 proyectos de biogás que trabajan con diferentes materiales, como el estiércol animal, el ensilado, los residuos/ subproductos vegetales y animales, las fracciones orgánicas de los residuos sólidos municipales. El tamaño de las plantas abarca desde 60 a 1.500 kW de potencia eléctrica; desde el inicio de nuestras actividades, la construcción de plantas a pequeña escala constituye una característica importante de nuestra compañía. Las construcciones de Biogas Engineering, de base reforzada, reducen el impacto

medioambiental.

La especialidad de Biogas Engineering es suministrar sistemas específicos de biogás adaptados a las necesidades del cliente y a su empresa. Sin embargo, la compañía ofrece varios "estándares" a pequeña escala para el tratamiento de los residuos agropecuarios:



Las plantas eléctricas de 63 kW y 100 kW corresponden a los dos tamaños más habituales de motores de biogás.

La elección de la tecnología depende de la elección de la biomasa y de las necesidades específicas del cliente. Los residuos animales pueden necesitar pretratamiento térmico.

Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
63	330.000 - 400.000	15.000 - 20.000
100	475.000 - 575.000	17.000 - 23.000



all-in-one

BIOGAS ENGINEERING S.r.l.
TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE E RECUPERO ENERGETICO



Biogás Engineering Srl
Establecido desde: 2005



Via Corte Ferrighi, 11 - 36025
Novanta Vicentina (VI) - ITALIA



Tel: +39 0444.760571
Fax: +39 0444.760530



www.biogasengineering.it
federico.gavagnin@biogasengineering.it



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 10 - 50



> ENVIFARM COMPACT

Gran tecnología en pequeño formato, con una producción de 75 kW_{el} o más, las plantas compactas EnviFarm ofrecen máxima eficiencia y mínimo espacio de instalación. La flexibilidad de las plantas permite que el espacio requerido sea especialmente pequeño si se instalan en contenedores de acero. Además pueden alimentarse con cualquier tipo de biomasa, y no sólo con purines.

Características técnicas específicas:

- Contenedor PCCE: desde 75 kW_{el} incluyendo contenedores de tecnología periférica.
- Contenedor técnico: contenedor high-cube con aislamiento de acero de 20", con tecnología de

bombeo y cámara de control, o con aislamiento de acero de 40" y con extractor, zona de mezclado con tecnología Kreis-Biogas Dissolver y de bombeo, tecnología "atornillar y deslizar" y cámara de control (según el sistema de alimentación)

- Sistema de alimentación/ tecnología de mezclado: Kreis-Biogas-Dissolver, mezclador vertical o alimentación directa de purines.



Ventajas probadas:

- Plantas compactas de biogás en contenedores diseñadas desde 75 kW_{el} y más
- Bajos costes de inversión y de mantenimiento
- Instalación fácil y rápida mediante componentes modulares prefabricados – instalados permanentemente, sin necesidad de construcción técnica

Potencia nominal (kW _{el})	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
76 – 100	600.000 – 800.000	5.000 – 40.000



all-in-one



EnviTec Biogás Italia Srl
Establecido desde: 2007



Via J. Monnet, 17 – 37136
Verona (VE) – ITALIA



Tel: +39 045 8969813
Fax: +39 045 8969818



www.envitec-biogas.it
info-it@envitec-biogas.com



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: < 5



> IPF 100

Las plantas POWER FARM, muy compactas, consisten en digestores de hormigón armado, resultado de la experiencia en construcción de Corradi & Ghisolfi, con losa de vaciado o cubierta gasométrica y subestructura de madera, ambas con fuerte aislamiento térmico que durante todo el año mantiene la temperatura estable durante el proceso y reduce las pérdidas de calor para cualquier otro uso o valorización.

La parte correspondiente a ingeniería de la planta se suministra dentro de un contenedor previamente montado en nuestras instalaciones, así como la unidad de cogeneración. Esta solución permite la construcción y la puesta en

marcha de la planta en un tiempo récord. La atención a la calidad y fiabilidad de la ingeniería de la planta se combina con el deseo de minimizar el autoconsumo de la planta a fin de garantizar una mayor eficiencia energética. Los sistemas son totalmente automáticos y permiten por lo tanto minimizar los riesgos asociados a los errores de gestión. El sistema de supervisión permite

controlar y guardar todos los datos de producción.

La IPF 100 es una planta comercial diseñada para procesos biológicos de una sola etapa y con tiempos de retención cortos (menos de 40 días), alimentada principalmente por aguas residuales procedentes directamente del tanque receptor de la granja. PFP 100 es adecuada para plantas de más de 100 kW.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
76 - 100	400.000 - 800.000	5.000 - 15.000



all-in-one



Corradi&Ghisolfi Srl
Establecido desde: > 12 años



Via Don Mario Bozzuffi 19
26010 - Corte dé Frati (CR)
ITALIA



Tel: +39 0372 93187
Fax: +39 0372 930045



www.corradighisolfi.it
info@corradighisolfi.it



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: < 5



> MITO

IES BIOGAS permite a las explotaciones ganaderas pequeñas y medianas, obtener beneficios económicos convirtiéndose en proveedores de biogás. Incluso usted. Hoy mismo.

No necesita disponer de plantas especialmente grandes, ya que actualmente las plantas de biogás aun siendo más pequeñas, son más eficientes y mejor desarrolladas. IES BIOGAS las ha llamado MiTO, y abarcan de 100 a 300 kW.

Ventajas características:

- Bajo coste de alimentación de la planta
- Generación de biogás mediante estiércol y subproductos agrícolas

- Máximos beneficios gracias a las subvenciones legales
- Proceso biológicamente estable para la matriz orgánica utilizada
- (micro y macro elementos, potencia tampón)
- Perfectamente integrada en su granja
- 100% made in Italy
- Construcción "llave en mano"
- Completamente "a medida"
- Plantas y tecnologías del más alto nivel
- Rendimiento constante
- Eficiencia superior
- Fácil de manejar
- Máxima seguridad
- Costes operativos mínimos
- Producción de energía renovable sin necesidad de modificar la estructura agrícola de la granja



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
n.a.	n.a.	n.a.



all-in-one

IESBIOGAS[®]
NUOVA ENERGIA DALLA NATURA



IES Biogás
Establecido desde: 2008



Via T. Donadon, 4 – 33170
Pordenone (PN) - ITALIA



Tel: +39 0434 363601
Fax: +39 0434 254779



www.iesbiogas.it
info@iesbiogas.it



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: n.a.



> AGRIPOWER

- IDROPULPER garantiza una gran homogenización de las mezclas incluso con diferentes biomasa.
- El precalentamiento de la mezcla evita el shock térmico en el momento de la entrada y simplifica el proceso anaeróbico.
- La utilización de materiales de calidad garantiza una mayor vida útil.
- Los diversos bypass y las piezas de recambio contribuyen a que el trabajo en la planta nunca se detenga incluso en caso de avería.
- El sistema de mezclado es de bajo consumo, y puede concentrar su potencia tanto en la superficie como en el fondo.
- El programa de control mejora

la capacidad existente y reduce el consumo de biomasa.

- La inversión es proporcional a la rentabilidad de la planta.
- La transformación de las aguas residuales zootécnicas en materia orgánica estable reduce las emanaciones de olores y permite llevar a cabo un tratamiento de reducción de nitrógeno.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
51 - 75	400.000 - 500.000	15.000 - 20.000
76 - 100	500.000 - 600.000	20.000 - 25.000

> PLANTAS

Las plantas Idro disponibles son: saccogas, silogas, bovigas, piugas, u-biogas e idrogas.

Consulte con los idro-expertos para encontrar la mejor solución a sus necesidades.



all-in-one



Idrodepurazione Srl
Establecido desde: 1977



Via Comina, 39 - 20831
Seregno (MB) - ITALIA



Tel: +39 0362 27511
Fax: +39 0362 2751511



www.idro.net
info@idro.net



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 10 - 50



Manni Energy ofrece a las granjas la posibilidad de producir electricidad y energía térmica utilizando residuos animales y vegetales. Gracias a su instalación Manni Energy de biogás, su granja conseguirá ser autosuficiente energéticamente hablando.

> MANNIEASY

64 kW_{el} de potencia, producción de energía eléctrica 512.000 kWh/año, y de energía térmica 650.000 kWh/año.

> MANNISMART

100 kW_{el} de potencia, producción de energía eléctrica 800.000 kWh/año, y de energía térmica 1.113.000 kWh/año

> VENTAJAS

- Gestión sencilla de los planos;
- Volúmenes amplios de fermentación;
- Calidad y fiabilidad de los cogeneradores MAN;
- Nuevas tecnologías para la monitorización y la gestión de la planta con alertas de mantenimiento programadas;
- Sistema ecológico para el filtrado y desulfuración del biogás;



Potencia nominal (kW _{el})	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
51 – 75	480.000 – 650.000	2.500 – 3.500
76 – 100	595.000 – 700.000	3.000 – 4.500



all-in-one



MANNIENERGIE
Establecido desde: 3 – 6 años



Via Augusto Righi, 7 – 37135
Verona (VE) – ITALIA



Tel: +39 045 8088911
Fax: +39 045 581254



www.mannienergy.it
info@mannienergy.it



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 5 - 10



> EUCOMPACT®

Una planta sencilla, potente y rentable. Es simple y flexible y se adapta a las necesidades de cualquier empresa.

El digestor puede alimentarse con diferentes combinaciones de biomasa (de 0 a 100% de deyecciones animales).

La potencia de los motores de cogeneración así como el tamaño de los digestores (200 y 400 m³) varían en función de la dieta de la planta (de 50 a 100kW).

> COCCUS®MINI

Plantas para granjas pequeñas, la planta se compone de un fermentador con un volumen de entre 500 y 1200 m³ y de un

mini-contenedor todo en uno.

Ventajas:

- Instalación y puesta en marcha sencillas: EUCompact se entrega al cliente ya montada en fábrica y cumple con todas las normas de seguridad y calidad;
- Adecuada para espacios pequeños;
- Utilización flexible de las biomasas;
- Tecnología testada y calidad Viessmann;
- Gran rentabilidad.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
51 - 75	300.000 - 450.000	n.a.
76 - 100	450.000 - 600.000	n.a.



all-in-one



Irci Spa
Establecido desde: 1976



S.P. 258 Marecchiese, 60
47865 - Pietracuta di S. Leo
(RN) - ITALIA



Tel: +39 0541 923550
Fax: +39 0541 92 34 14



www.ircispa.com
info@ircispa.com



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: n.a.



> DISEÑO DE LA PLANTA

Las plantas de Sebigas constan de 5 componentes principales:

- Pre-tanque: diseñado para recibir la biomasa en la primera etapa del proceso, mezclándola y bombeándola dentro del digestor.
- Digestor: el volumen del digestor depende del tiempo de retención hidráulica a fin de digerir completamente todos los sustratos.
- Sistema de mezclado: es el resultado de profundos estudios sobre dinámica de fluidos. Los mezcladores pueden extraerse, están fabricados con materiales de alta calidad, y cuentan con sistemas de rotación avanzados que permiten optimizar el consumo de energía eléctrica.
- Contenedor: una solución compacta que contiene el cogenerador, el sistema de tratamiento del biogás y de recuperación de energía térmica, los sistemas de bombeo para la distribución del agua caliente y los paneles de control.
- Sistema de control: Sencilla monitorización y gestión gracias a los sensores que controlan los parámetros de los procesos. Este sistema garantiza un alto nivel de automatización.

El digestor está conectado al interruptor de presión de un acumulador de doble capa. El sistema térmico toma la energía térmica del cogenerador a través de un sistema de tubos de acero inoxidable corrugado situados dentro del digestor para un mayor rendimiento.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
76 – 100	Around 650.000	Around 25.000



all-in-one

 **SEBIGAS**



SEBIGAS (Gruppo Maccaferri)
Establecido desde: 2008



Via Santa Rita, 14 – 21100
Olgiate Olona (VA) – ITALIA



Tel: +39 0331 428 441
Fax: +39 0331 428444



www.sebigas.it
info@sebigas.it



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 5 - 10



> DIGESTOR TIPO FILTRO ANAEROBIO

MATHEOZ es un proceso de digestión anaeróbica a pequeña escala que utiliza efluentes de explotaciones ganaderas (de una granja) y produce electricidad y calor a partir de un microgenerador de biogás. La tecnología MATHEOZ está compuesta por elementos extraíbles y por dos digestores combinados (filtro anaerobio), permitiendo la máxima producción de biogás en un tiempo de retención hidráulica mínimo (dos o tres veces más corto que con la digestión anaeróbica clásica). Los costes de inversión de MATHEOZ son reducidos (7–10€/W), por lo que incluso las unidades pequeñas (35kW) resultan fáciles de amortizar. El

proceso es adecuado para efluentes líquidos (granja o AFI) desde 2 a 10% de materia seca, aunque también puede utilizarse un separador de fases.

> VENTAJAS

- Digestor tipo filtro anaerobio en un contenedor sin necesidad de tecnología de mezclado
- Reutilización de tanques preexistentes

- Muy pocos trabajos de ingeniería civil y hormigón
- Tecnología de digestión de líquidos con bajo consumo de energía
- Tecnología de poco volumen integrada en el paisaje
- El proceso requiere una única bomba (1kW).
- La previsión de tiempo de trabajo es de 240 a 480 horas/año.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
36	360.000 – 400.000 call included	17.000 – 22.500



all-in-one



AGREOLE DEVELOPPEMENT
Establecido desde: 3-6 años



17 Allée Evariste Galois – 63170
AUBIERE - FRANCE



Tel: +33 (0)9 82 41 61 20



www.agreoledeveloppement.fr
contact@agreoledeveloppement.fr



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: < 5



> REACCIONES BIOLÓGICAS SEPARADAS

ARKOMETHA suministra dos tipos de tecnología, una seca llamada "ARKOMETHA" y una líquida llamada "NOVIS".

Ambos procesos de ARKOLIA ENERGIES aíslan la etapa de la hidrólisis del resto del proceso, facilitándolo y optimizándolo. Esta tecnología mejora la degradabilidad de los sustratos y reduce los tiempos de permanencia incrementando al mismo tiempo la producción de biogás.

El proceso NOVIS es un sistema automatizado probado que ya existe desde hace tiempo. Este proceso trabaja con una amplia gama de sustratos orgánicos (alrededor de 12% de materia seca en el digestor).

El proceso ARKOMETHA trabaja con 18-30% de materia seca. El volumen del digestor se divide en dos y el potencial de biogás aumenta un 20-30% en comparación con la tecnología líquida continua.

El encargado del proyecto puede ocuparse de la auto-construcción, excluyendo todo lo relacionado con el proceso técnico: la construcción representa alrededor del 30% de los costes



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
ARKOMETHA 76 - 100	800.000 - 1.300.000	40.000 - 55.000
NOVIS 76 - 100	800.000 - 1.200.000	40.000 - 55.000

totales de inversión, 50% para el material y 20% para la ingeniería del proyecto o la conexión a la red de distribución.

ARKOLIA ENERGIES desarrolla otros procesos contenerizados adaptados a las unidades de DA a pequeña escala: el proceso ARKOBLOC, rápido de instalar, estandarizado y con poco trabajo de construcción (losa de hormigón).



all-in-one

arkolia
ENERGIES



ARKOLIA ENERGIES
Establecido desde: 3-6 años



ECOPARC Départemental, 65
rue de la Gariguette - 34130
SAINT AUNES - FRANCE



Tel: +33 (0)4 6740 4703



www.arkoliaenergies.fr
asfiligoi@arkoliaenergies.fr



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 10 - 50



> PROYECTOS SOLO PARA GRANJAS

ARIA ENERGIES diseña y construye unidades de biogás a pequeña escala solo para granjas. Este proveedor interviene en el proyecto desde el estudio de viabilidad hasta el mantenimiento de la unidad durante su funcionamiento. ARIA ENERGIE está especializado en operaciones en las que el granjero participa en la construcción y no en aquellas estrictamente llave en mano, ya que es éste el que tendrá que trabajar con la planta. ARIA se centra en la utilización de los residuos orgánicos de la granja y prescinde de los cultivos energéticos así como de los

residuos externos. La empresa ofrece dos tipos de procesos: la tecnología líquida clásica y la seca llamada SILOGAZ. La tecnología líquida se utiliza con sustratos bombeables (purines) mientras que la seca se utiliza con

sustratos manipulables con horcas mecánicas. La principal preocupación de ARIA ENERGIE es construir unidades de biogás manejables para el granjero y adaptadas al tamaño de la granja y de los efluentes disponibles.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
25 - 50	n.a.	n.a.
51 - 75	n.a.	n.a.
76 - 100	n.a.	n.a.



all-in-one



ARIA ENERGIES
Establecido desde: more than 12 años



ZA Ballufet 5 – 31300
TOULOUSE - FRANCE



Tel: +33 (0)5 34 56 93 07



www.aria-enr.fr
aria@aria-enr.fr



Número de plantas de pequeña escala vendidas hasta el momento: 10 - 20



> TECNOLOGÍA

El objetivo de EVALOR es aportar soluciones eficientes y sostenibles para las granjas, colectividades e industrias agroalimentarias.

Una de las principales tareas de EVALOR es la valorización de los efluentes orgánicos. La empresa desarrolla sus propias unidades de biogás con tecnología líquida común. En la parte inicial del digestor, se instala un pozo de premezcla con un sistema de molienda de los sustratos entrantes con el fin de mejorar su biodegradabilidad, reducir el tamaño del digestor y adaptar la potencia del agitador. Utilizar un pozo de premezclado evita la instalación de una costosa tolva y reduce la necesidad de mantenimiento.

Los digestores están fabricados con hormigón con un agitador mecánico simple y una cubierta de membrana única. El PCCE se encuentra en un contenedor para un montaje rápido. Se recomienda la auto-construcción y la reutilización de estructuras existentes.

Una unidad de biogás no es la respuesta para el exceso de

Nitrógeno o de Fósforo.

EVALOR ha desarrollado un proceso de tratamiento adaptado a la granja o a la AFI para el tratamiento de ambos elementos. Algunos de estos tratamientos pueden utilizar el calor producido con el sistema PCCE (NUEVO) y son una forma excelente de valorizar la energía térmica en una zona vulnerable.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
51 – 75	550.000 – 750.000	n.a.
76 – 100	750.000 – 900.000	n.a.



all-in-one

evalor
Terre > Eau > Energie



EVALOR
Establecido desde: more than 20 años



1 rue Georges GUYNEMER
22440 – PLERIN – FRANCE



Tel: +33 (0)2 9674 5657



www.evalor.fr
julien.mansuy@evalor.fr



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: < 5



> MÓVIL Y AMPLIABLE

Esta tecnología patentada llamada "ERibox" puede instalarse en una granja o en un pueblo, y puede procesar entre 500 y 5000 toneladas de residuos orgánicos anuales (10 a 100 kW_{el}). ERibox es un proceso seco (10 a 40% de Materia Seca) consistente en la adición en serie de varios digestores. Cada digestor funciona de forma independiente y alternativamente con el fin de mantener una producción continua de biogás. El tiempo de retención es de unos 30 días, es decir, que con 4 digestores se llena y se vacía un digestor cada semana con horcas mecánicas. En cuanto a la construcción, únicamente se necesita una losa

de hormigón. Todo el sistema de tuberías se instala en superficie, el sistema ERibox puede reconfigurarse fácilmente adaptándose a la evolución de la granja. Si la cantidad de materia entrante crece, el propietario puede ir añadiendo digestores según sus necesidades. Este proceso estandarizado es



adecuado para las granjas de DA a pequeña escala que utilizan estiércol sólido.

Los precios indicados a continuación no incluyen la losa de hormigón.

ERIGENE examina en su propio laboratorio las características de los sustratos para los proyectos de sus clientes.

Potencia nominal (kW _{el})	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
10	120.000 - 150.000	6.000 - 9.000
25 - 50	250.000 - 480.000	19.000 - 29.000
51 - 75	480.000 - 640.000	24.000 - 27.000
76 - 100	640.000 - 800.000	25.000 - 35.000



all-in-one



ERIGENE SA
Establecido desde: 3-6 años



19 rue Pierre WAGUET - 60000
BEAUVAIS - FRANCE



Tel: +33 (0)3 6419 4717



www.erigene.com
contact@erigene.com



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: < 5



> DIGESTOR TIPO SILO

VALOGREEN es una compañía francesa especializada en el diseño y construcción de plantas de biogás en la misma granja.

Su objetivo es suministrar a la comunidad agrícola soluciones eficientes y accesibles para los cultivadores y granjeros.

VALOGREEN desarrolla un proceso llamado VALOKIT que consiste en una gama de plantas de biogás de procesos líquidos de media y pequeña potencia, adaptadas a la gestión de efluentes de las granjas.

El proceso Valokit consiste en:

- Un micro molidor en el inicio del proceso en un tanque de pre-mezclado para que el

sustrato sea más accesible a las bacterias. Valokit es capaz de tratar sustratos con hasta un 25% de materia sólida. Los sustratos sólidos se vierten en dicho pozo, y son homogenizados y diluidos con la recirculación del digestato líquido.

- Una estructura de digestión en un silo de acero galvanizado para reducir los

costes de inversión (construcción, hormigón).

- Sin mezclado mecánico en el interior del digestor para facilitar el mantenimiento. La unidad utiliza únicamente la recirculación del biogás y del digestato.

VALOGREEN fue premiada en la feria SPACE 2013 por el proceso VALOKIT.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
51 – 75	450.000 – 700.000	30.000 – 35.000
76 – 100	650.000 – 890.000	45.000 – 55.000



all-in-one



valogreen



VALOGREEN SAS
Establecido desde: 1-3 años



4 rue de la vignette – 60240
REILLY – FRANCE



Tel: +33 (0)9 8144 8667



www.valogreen.fr
info@valogreen.fr



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: < 5



> WIS GROUP – UNA NUEVA GENERACIÓN

Especialistas en plantas de biogás a escala para granjas de 50kWe – 150kWe

- Diseño modular innovador – los controles y el equipo de bombeo son de fábrica y están totalmente probados en unidades portátiles y contenerizadas, que permiten mayor rapidez en la construcción y menos trabajo sobre el terreno
- Materias primas primarias – purines de bovinos/porcinos y cualquier ensilado de cultivos como cofermentos primarios
- Múltiples materias primas – para aprovechar la

estacionalidad de las diversas materias primas disponibles en diferentes épocas del año.

- Fácil implementación, rápida puesta en marcha
- Máxima eficiencia de funcionamiento (>90% de tiempo de uso)
- Máxima calidad, componentes de primera clase: mezcladores, bombas,

maceradores, equipos de refinado del gas y sistemas de cogeneración PCCE

- Fácil mantenimiento con monitorización total por web y asistencia técnica
- En su caso, pueden aprovecharse las instalaciones ya existentes de almacenamiento de purines



Potencia nominal (kWe)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
50 – 150	800.000 – 1.200.000	20.000 – 35.000



all-in-one

WIS
Williams Industrial Services



WIS Group
Establecido desde: 1989



Units 5-7, Hydepark Commercial Centre, 10, Hydepark Road, Mallusk, BT36 4PY, IRLANDA



Tel: +44(0)2890838999
Fax: +44(0)2890842211



www.wis-group.com
sales@wis-group.com



Número de plantas de pequeña escala vendidas hasta el momento: < 5



> PLANTA DE BIOGÁS EN CONTENEDOR BK-1

Se trata de una planta de biogás en contenedor totalmente automatizada y diseñada para procesar los residuos de las granjas. Construida en acero inoxidable, puede alcanzar de 5 a 50 kW dependiendo del material de entrada y de la configuración de la planta.

Unidades principales:

- Chasis de soporte integrado en un contenedor marítimo de 40 pies (fabricado en acero de construcción pintado)
- Cámara de entrada con agitador molidor y balanzas
- Sistema de alimentación por transportadoras de tornillo que trasladan el material desde la cámara de entrada hasta el digestor

- Digestor con barra en espiral, aislante de agua caliente y sensores de temperatura y nivel
- Sistema de tuberías con medidor de flujo y bomba para suministrar estiércol líquido
- Sistema de tuberías con bomba para suministrar el aislante de agua caliente
- Sistema de control consistente en dispositivos eléctricos y

electrónicos dentro de una cámara de control en un lateral de la máquina

- Revestimiento compuesto de paneles con puerta de acceso al interior del dispositivo
- Revestimiento y armazón fijos de protección

Capacidad: $\pm 29.000 \text{ m}^3/\text{año}$

Volumen digestor: $\pm 30 \text{ m}^3$

Espacio biogás: $\pm 6 \text{ m}^3$ +

capacidad del tanque flexible

Potencia instalada: 20 kW



Potencia nominal (kW)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
25 - 50	100.000 - 130.000	n.a.



all-in-one



MEGA Sp. z o.o.
Establecido desde: 1996



Przemysłowa 52, 24-200
Bełżyce – POLONIA



Tel: +48 81 516 20 03
Fax: +48 81 517 22 63



www.megabelzyce.pl
biuro@megabelzyce.pl



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: <5



> GÜLLEKOMPAKT

Potencia: 30-75 kW

Materia prima: 100% purines

El pre-pozo alimenta con purines el digestor vertical mediante un sistema de bombeo. El bajo contenido en materia seca de los purines permite que un agitador motorizado sumergible sea suficiente para mezclar adecuadamente el sustrato, así como tiempos de retención de únicamente 25 a 30 días.

Dependiendo de la distancia, el sustrato alimenta el almacén de fermentación de residuos ya existente por inundación por gravedad o con una bomba de estiércol.

> GÜLLEWERK

Potencia: hasta 120 kW.

Materia prima: 80% de estiércol agrícola sólido o líquido; 20% residuos agroindustriales, restos de pienso, material de regeneración.

Se entrega en un camión y se conecta al sistema de purines ya existente. Está equipado con "Vielfraß" con el fin de utilizar

materia sólida de regeneración.

Ventajas: Ideal para la fermentación de forrajes, hierba y estiércol; económico en cuanto a autoconsumo de energía; Ahorro de tiempo gracias a su gran capacidad de entrada; Alimentación uniforme y automática con control a intervalos – también disponible con balanzas; construcción sólida de alimentación por tornillo.



Potencia nominal (kW)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
25 - 50	280.000 - 300.000	20.000 - 25.000
51 - 75	300.000 - 450.000	22.000 - 27.000
76 - 100	450.000 - 680.000	23.000 - 29.000



all-in-one



agriKomp Polska sp. z o.o.
Establecido desde: 2010



Marciniaka 43,
63-500 Ostrzeszów, POLONIA



Tel. +48 693 199 951



www.agrikomp.pl
info@agrikomp.pl



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 10-50



> MICRO PLANTA CONTENEDOR AGRÍCOLA DE BIOGÁS KMR-7

La planta contenedor transportable de biogás a micro escala ha sido diseñada para adaptarse fácilmente a las características locales.

Los materiales de entrada incluyen subproductos agrícolas y de explotaciones ganaderas (p.ej. estiércol de porcinos y bovinos, residuos de las plantas de producción, cultivos energéticos) o subproductos agrícolas o de la transformación de alimentos así como residuos domésticos. Contenido de materia orgánica seca de los materiales de entrada: de 5 a 15%.

Parámetros técnicos más importantes:

- Tanque de acero al carbono rectangular, soldado y estanco (dimensiones interiores: 2,5 x 2,5 x 12 m;
- Volumen cúbico del tanque: 75 m³, capacidad efectiva aproximada 60 m³;
- Capa externa de aislamiento térmico;
- Tanque de biogás integrado en la cámara de fermentación (montado en el techo de la cámara);
- Sistema de calor interno que mantiene la temperatura correcta para el proceso;
- Sistema de rebose para extracción del digestato;
- Solución innovadora para el sistema de mezclado del material fermentado (sin agitador);
- Posibilidad de integrar la cámara en el sistema PCCE;
- Producción de biogás de 3,5 a 5 m³ por hora (metano 55%)



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
10	75.000 – 100.000	3.000 – 6.000



all-in-one



eGmina, Infrastruktura, Energetyka Sp. z o.o.
Establecido desde: 2006



Złota 54, 45-643 Opole
POLONIA



Tel/Fax: +48 77 416 70 84
Mobile: +48 662 389 472



www.egie.pl
kontakt@egie.pl



Número de plantas de pequeña escala vendidas hasta el momento: < 5



> MOBIGAS

La planta de biogás MobiGas es un sistema integrado que utiliza la tecnología de fermentación seca 3A. La planta consiste en un contenedor técnico (una cámara de control, una unidad de cogeneración, un tanque de filtrado, un tanque de gas, un sistema de análisis del gas, un compresor, bombas, etc.) y tres contenedores de fermentación (digestores). El sistema de digestores puede ampliarse añadiendo nuevos digestores (hasta un máximo de 9), lo que permite incrementar la energía potencial del sistema y por tanto la producción de biogás, así como la gestión de una mayor cantidad de residuos. La planta

está conectada a una red eléctrica de baja tensión. El biogás se utiliza in situ en un contenedor técnico equipado con un sistema PCCE que convierte el biogás en electricidad y en calor. El material procesado (digestato) de los digestores se somete a estabilización anaeróbica. La superficie total necesaria para el funcionamiento de la planta es

de aproximadamente 400 m² (losa de hormigón de 20x20 metros), de los cuales alrededor de 100 m² quedan bajo el contenedor de la planta de biogás. Los restantes 300 m² se utilizan para la carga y descarga de los contenedores. Las dimensiones de cada contenedor son de aproximadamente (Largo x Ancho x Alto) 8x3x3 metros.



Potencia nominal (kW)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
25 - 50	Around 400.000	n.a.



all-in-one



EkoInnowacje



Manufacturer: Pöttinger
Entsorgungstechnik GmbH
AUSTRIA



Distributor:
EkoInnowacje Sp. z o.o.
Leśna 2, 42-286 Koszęcin
POLONIA



+48 608 403 047



www.ekoinnowacje.net
biuro@ekoinnowacje.net



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 5-10



> MICRO PLANTA AGRÍCOLA DE BIOGÁS

Los 2 depósitos integrados con capacidad de trabajo de 60 m³ y sistemas de calor interno y de agitación, se fabrican y montan en la planta, y se transportan a continuación al lugar de actividad mediante vehículos de carretera ordinarios (con un semi trailer/plataforma).

El tanque del digestor de PEHD está fabricado con tecnología SPIRO y cumple con la norma SN4 de rigidez anular.

El mezclador con bomba transporta el sustrato a los digestores y el contenedor consta en su interior de un cogenerador con conexión eléctrica; en la parte superior del contenedor se encuentra una

membrana que mantiene el biogás. El biogás se recoge en un contenedor estanco de plástico externo.

La micro planta de biogás es modular. Puede estar compuesta de múltiples módulos, cada uno con 2 digestores situados verticalmente sobre losa, un contenedor con sistema de dosificación y un cogenerador de baja potencia (8-12 kW).



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
8 – 12	100.000 – 250.000	n.a.



all-in-one



MIKROBIOGAZ Sp. z o.o.
Establecido desde: 2013



ul.Ligocka 103, bud.8; 40-568
Katowice - POLONIA



Tel: +48 695 200 189



www.mikrobiogaz.pl
wojciechkurdziel@mikrobiogaz.pl



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: < 5



> EMPRESAS

Dabar está especializada en el diseño y construcción de instalaciones de biogás que optimizan la producción consiguiendo unos resultados óptimos. Dabar proporciona asistencia al cliente en todas las etapas del proceso durante la vida útil de la planta, desde la viabilidad, pasando por el diseño, la financiación, la compra, la construcción, la puesta en marcha, la formación, el mantenimiento, el funcionamiento, etc. Ofrecemos todos los servicios en un proyecto llave en mano, o simplemente la contratación de nuestros servicios en las etapas que el cliente estime convenientes.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
25 – 50	150.000 – 250.000	15.000 – 17.500
51 – 75	250.000 – 350.000	17.500 – 20.000
76 – 100	350.000 – 550.000	20.000 – 23.000



all-in-one



Dabar Ingenieros C.B.
Establecido desde: 6-12 años



C/Luis García Berlanga no11 pta 1
46023 – Valencia – ESPAÑA



Tel: + 34 963220544



www.dabaringenieros.com
info@dabaringenieros.com



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: < 5



Ecobiogas es una compañía joven y dinámica especializada en el sector del biogás, que cuenta con un equipo capaz de cubrir todas las áreas relacionadas con el biogás. Creemos en el gran futuro del biogás como fuente de energía renovable. Nuestra compañía ha construido 9 plantas de biogás en España, el 30% del total de la energía eléctrica del país generada por digestores agro-industriales de biogás. Nuestra empresa ha sido la primera en desarrollar con éxito una planta de biogás en el sector ganadero y agrícola, que opera desde 2006. Nuestra propia planta de biogás nos ayuda a mejorar día a día nuestra experiencia y conocimientos.

Nuestros servicios incluyen:

- Tramitación de subvenciones
- Asistencia para la obtención de capital y financiación
- Anteproyectos, cálculos de rentabilidad y estudios técnico-económicos.
- Tramitación de permisos y licencias.
- Planificación, diseño y proyectos de plantas de biogás
- Licitaciones y puesta en marcha
- Construcción de plantas – proyectos llave en mano
- Puesta en marcha y supervisión del proceso biológico.
- Mantenimiento y ayuda en la operación de las plantas.
- Asesoramiento global en biogás.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
76 - 100	300.000 - 500.000	10.600 - 14.000



all-in-one

ECObiogas
especialistas en plantas de biogás



ECOLOGIC BIOGÁS S.L.
Establecido desde: 6-12 años



Plaza Mayor 12 B – 25245
Vila Sana – ESPAÑA



Tel: +34 973 070 608
Fax: +34 973 606 001



www.ecobiogas.es
info@ecobiogas.es



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 5 - 10



BIOVEC es una de las empresas españolas de ingeniería líder en plantas de biogás agrícolas, que participa en más de 10 instalaciones

Nuestro equipo de ingenieros experimentados proporciona las soluciones y los servicios específicos para cada proyecto. El objetivo es transformar los purines y los residuos agrícolas e industriales en fertilizantes de calidad y en energía.

Nuestras soluciones abarcan todas las etapas del diseño así como la construcción y la supervisión de los proyectos relacionados con el biogás y con los residuos orgánicos.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
51 - 75	200.000 - 300.000	20.000 - 35.000



all-in-one

biovec ingeniería ambiental



Biovec Medio Ambiente S.L.
Establecido desde: 6-12 años



Calle Aviador Franco 5 – 12540
Villareal – ESPAÑA



Tel: + 34 964 524 965



www.biovec.net
info@biovec.net

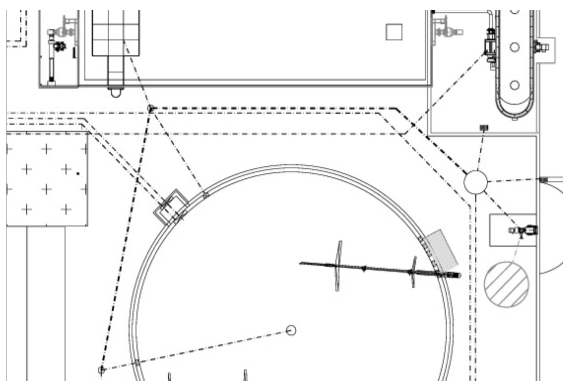


Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: <5



Empresa de ingeniería especializada en plantas de biogás para residuos agro-industriales y ganaderos. La gama de servicios abarca desde el diseño, proyectos, licencias y construcción, hasta la puesta en marcha de la planta, ofreciendo un servicio integral. El tipo de contrato se acuerda con el cliente: Gestión del Proyecto, Gestión de Adquisiciones, Llave en mano, etc., garantizando siempre calidad, plazos y precio. INPER ha entregado una planta de 500 kW llave en mano, y está desarrollando otros proyectos en diferentes etapas en el norte de España.

La compañía está asociada con ARDITECNICA, empresa de ingeniería española, para la ejecución de los proyectos. El diseño de ambos proyectos se realiza en cooperación con técnicos alemanes.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
n.a.	n.a.	n.a.



all-in-one



INPER S.L.
Establecido desde: 6-12 años



Calle Rafael Calvo 30 – 28010
Madrid – ESPAÑA



Tel: +34 917001624
Fax: +34 913197628



www.inpper.es
ialburquerque@inpper.es



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: <5



> BERT

Bert es un productor de energía on site que utiliza como combustible biomasa fuera de lo común. La producción alimentaria suele generar residuos alimentarios/aguas residuales que contienen biomasa susceptible de ser utilizada como combustible. Bert produce biogás para la producción directa de calor, de agua caliente o de electricidad para ser utilizadas in situ. El bajo impacto ambiental de Bert permite su instalación cerca de cualquier industria. El pequeño tamaño del fermentador, a partir de 200m³, lo hace económicamente accesible para prácticamente cualquier industria agroalimentaria. La biomasa de la industria alimentaria suele ser un coste más de la cuenta de

Pérdidas y Ganancias, con Bert este coste desaparece. Bert consolida los costes de energía del usuario.

> Bio4Gas EXPRESS

Bio4Gas EXPRESS desarrolla y opera pequeñas plantas de biogás rentables para el aprovechamiento de la energía generada por la biomasa. Nuestro sistema de DA está diseñado para la utilización de materias primas como:



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
30 - 250	350'000 - n.a.	20'000 - n.a.

Estiércol de las explotaciones ganaderas (purines y estiércol)

- Efluentes y líquidos de procesos (granjas e industria)
- Restos alimentarios (residuos agrícolas orgánicos)
- Residuos alimentarios (viviendas, comerciales, industriales)
- Subproductos animales (residuos mataderos)

La biomasa seca puede licuarse.



all-in-one

bert
GÜLLE-VEREDELUNGSANLAGEN
www.bio4gas.eu



Bio4Gas EXPRESS GmbH
Establecido desde: 2010



Kolpingstraße 26 – 86916
Kaufering – ALEMANIA



Tel: +49 (0) 8191 33 11 510
Fax: +49(0) 8191 33 11 512



www.bio4gas.eu
info@bio4gas.eu



Número de plantas de pequeña escala vendidas hasta el momento: > 40



> RESIDUOS INDUSTRIALES Y DE FABRICACIÓN

La producción de alimentos y bebidas genera una gran cantidad de residuos orgánicos o de aguas residuales orgánicas altamente contaminantes que se destinan generalmente a la producción de energía y a la digestión anaeróbica.

Dichas plantas están diseñadas y adaptadas a las necesidades de las fábricas, dado que la transformación de los residuos producidos por las mismas pasan a formar parte de los procesos de producción.

Únicamente las plantas adecuadamente y cuidadosamente diseñadas pueden operar de manera eficaz y segura sin poner en riesgo la producción.

La interconexión entre los procesos de producción y las plantas de biogás puede ser de diversas formas:

- Recolección y eliminación de los residuos.
- Utilización de la energía generada.
- Tratamiento de los residuos de la digestión.

Somos expertos desde hace más de 20 años en aplicaciones para la

industria de la alimentación y las bebidas, como

- Destilerías y fábricas de cerveza
- Fabricantes de productos lácteos y de queso.
- Transformación de frutas y verduras y patatas.
- Plantas de secado para hierbas y cebollas.
- Mataderos e industrias de productos vacunos.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
n.a.	n.a.	n.a.



all-in-one



INNOVAS – Innovative Energie und Umwelttechnik GbR
Establecido desde: 1994



Margot-Kalinke-Strasse 9
80939 - Munich – ALEMANIA



Tel: +49 (0) 89 16 78 39 73
Fax: +49 (0) 89 16 78 39 75



www.innovas.com
info@innovas.com



Número de plantas de pequeña escala vendidas hasta el momento: n.a.



> IDEA CON GRAN FUTURO: PLANTA COMPACTA DE BIOGÁS DE HASTA 150 KW

La tecnología de la planta de biogás de hasta 150 kW Kleinvieh con Genset, con sistema de entrada para sólidos y estiércol, bombas, calor y estación de control se encuentra alojada en un contenedor estándar 40. Esta solución ahorra espacio y permite la implementación de la planta de biogás en espacios limitados. Kleinvieh dispone de un controlador online en su web con recogida de datos en tiempo real. La monitorización incluye la transmisión automática y continua de más de 50 parámetros por planta.

Todas las funciones del sistema pueden controlarse mediante la tableta incluida. Los datos son recogidos de forma centralizada y permiten determinar de forma rápida y eficiente la causa de cualquier problema así como su solución.

En circunstancias complejas, puede añadirse otra tecnología de monitorización, p.ej. la tasa de producción real, o el pH actual en tiempo real.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
75 – 150	n.a.	n.a.

> CONCEPTO MODULAR

El sistema es modular, por lo que puede adaptarse a las necesidades específicas del cliente gracias a la adopción de diferentes diseños o de componentes adicionales.



all-in-one

kleinvieh
macht auch Watt



CJB Energieanlagen GmbH & Co.KG
Establecido desde: 2005



Lohberg 10 – 49716
Meppen – ALEMANIA



Tel: +49 (0) 5931 883870



www.kleinvieh.eu
info@kleinvieh.eu



Número de plantas de pequeña escala vendidas hasta el momento: < 5



> WELTEC BIOPOWER

Fundada en 2001, WELTEC es una empresa pionera en la construcción de plantas de biogás. Se trata de un enfoque moderno basado en la experiencia de sus ingenieros. La compañía de Vechta, Alemania, con la experiencia de sus casi 80 empleados, ofrece plantas de biogás completas, erigiéndose en líder mundial en este campo.

WELTEC fabrica sus digestores en acero inoxidable con el fin de evitar la corrosión provocada por el sulfuro de hidrógeno y el amoníaco contenidos en el biogás. De esta forma se garantiza una mayor vida útil de la planta. Los servicios ofrecidos por

WELTEC garantizan la estabilidad técnica y económica de las plantas de biogás. El servicio de PCCE permite un producto estable, la supervisión biológica garantiza una monitorización continua de los parámetros relevantes, y la repowering sistemática mantiene la planta de biogás siempre actualizada.

Uno de los puntos fuertes de WELTEC es su capacidad de suministrar soluciones individuales y flexibles en todo el mundo – desde plantas compactas a grandes plantas controladas por ordenador en la gama de megavatios, plantas de reciclado de residuos, y parques de biogás con tecnología de tratamiento del gas.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
n.a.	n.a.	n.a.



all-in-one



WELTEC BIOPOWER GmbH
Establecido desde: 2001



Zum Langenberg 2 – 49377
Vechta – ALEMANIA



Tel: +49 (0) 4441 999 78-0



www.weltec-biopower.de
info@weltec-biopower.de



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: > 50



> SAUTER BIOGAS SYSTEM

El sistema de Sauter Biogas consiste en bombear a la superficie en lugar de agitar todo el contenido del digestor mediante un agitador.

Es decir, que el material líquido del fondo del digestor se bombea y proyecta a la superficie del digestor. La experiencia demuestra que de esta forma se obtiene una mejor homogenización, más segura y más fácil.

El sistema Sauter Biogas se basa en la sencillez de la instalación, que consiste en un digestor y en un depósito de digestato impermeable a los gases. Al tratarse de máximo dos tanques no se necesita una red complicada

y por lo tanto vulnerable, y toda la planta puede manejarse de forma sencilla.

Todo el equipamiento técnico se encuentra alojado en un único contenedor. Todos los componentes resultan fácilmente accesibles y los dispositivos como el agitador o el conductor de calor, etc, que generalmente necesitan de un alto nivel de mantenimiento

resultan innecesarios.

Además el sistema de control está automatizado. La carga de la materia prima se realiza cada día o en días alternos. Se recomiendan inspecciones diarias. La gran resistencia de su tecnología y de la carga volumétrica, confieren al proceso gran estabilidad y flexibilidad para cualquier tipo de materias primas.



Potencia nominal (kW)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
50 - 100	350.000 - 700.000	10.000 - 30.000



all-in-one



Sauter Biogás GmbH
Establecido desde: 2010



Am Berg 1, - Klipphausen
01665 - ALEMANIA



Tel. +49 (0)351-658 774-0
Fax. +49 (0)351-658 774-14



www.sauter-biogas.de
info@sauter-biogas.de



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 5 - 10



> LA INNOVACIÓN ES LA CLAVE PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

MT-Energie es uno de los productores líderes de plantas altamente eficientes de DA, de refinado de biogás y de sistemas de inyección.

Ofrecemos toda la variedad de tecnologías y conocimientos necesarios para la transformación de la biomasa en energía de biogás, centrándonos y trabajando especialmente en el sector de las granjas. Nuestros sistemas están diseñados para tratar una amplia gama de sustratos orgánicos incluidos los residuos alimentarios.

MT-Energie cuenta con una amplia experiencia: 650 plantas de DA construidas por todo el mundo y 30 sistemas de refinado

de gas en Europa. Somos una empresa de confianza que ofrece soluciones a medida a granjeros y agricultores, industrias de transformación de residuos alimentarios, compañías de gestión de residuos, desarrolladores de proyectos, inversores y todos los profesionales que desean producir energía mediante materiales orgánicos.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
51 – 75 and bigger	n.a.	n.a.

> Nº1 EN CUANTO A SERVICIO

Nuestros servicios incluyen un laboratorio de procesos biológicos profesional con un sistema de control totalmente computerizado, con asistencia las 24 horas, los 7 días de la semana y los 365 días del año. MT-Energie ofrece sus productos en varios países europeos.



all-in-one

MT-ENERGIE
Biogas-Technologie



MT-Energie GmbH
Establecido desde: 2001



Ludwig-Elsbett-Straße 1
27404 - Zeven – ALEMANIA



Tel: +49 (0) 4281 9845-0
Fax: +49 (0) 4281 9845-100



www.mt-energie.de
info@mt-energie.com



Número de plantas de pequeña escala vendidas hasta el momento: > 50



DynaHeat-HPE ha desarrollado una planta de biogás universal para explotaciones agrícolas desde 50 a 350 unidades destinadas a la producción en serie. Desde 2012, esta línea de producto se ha completado con un fermentador capaz de procesar aproximadamente 1.000 m³ de residuos con contenido de materia seca (DS) >25.

Las ventajas de las plantas de biogás son: producción en serie, necesidad de poco espacio, puesta en marcha flexible, bajo consumo de energía y bajo coste gracias al diseño especial de una serie de elementos y procesos. La actividad principal de DynaHeat-HPE es actualmente el desarrollo de pequeñas

instalaciones de calefacción central rápida. DynaHeat-HPE desarrolla tres tipos de instalaciones de calefacción central: 3–12 kW_{el}, de 9–25 kW_{el}, y de 15–50 kW_{el}. Estas instalaciones de calefacción central son una parte importante de las plantas de biogás. DynaHeat-HPE ofrece la

posibilidad de una producción de energía económica, eficiente y descentralizada mediante la utilización de residuos agrícolas, plantas de depuración de aguas o residuos industriales. Se trata de una contribución importante a la revolución energética europea y un beneficio espectacular para el cliente.



Potencia nominal (kW _{el})	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
10 - 75	250.000 - 700.000	4.000 - 15.000



all-in-one



DynaHeat-HPE GmbH & Co.KG
Establecido desde: 2012



Eichenweg 1 – 86573
Obergriesbach - ALEMANIA



Tel: +49 (0) 8251 888423-0
Fax: +49 (0) 8251 888423-50



www.dynaheat-hpe.com
info@dynaheat-hpe.com



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 5 - 10



> PLANTAS DE BIOGÁS PEQUEÑAS Y MEDIANAS POR BWE BIOGAS-WESER-EMS GMBH & CO. KG

- Plantas de biogás llave en mano con los más altos estándares de calidad
- 2 tipos de construcción: sistema de ahorro de espacio pot-in pot o sistema con dos digestores
- Los tamaños varían de 50 kWel a 250 kWel
- Entrada de sustrato flexible, desde estiércol a cultivos energéticos
- Tecnología ampliamente probada y de confianza
- Digestato con bajas emisiones de olores
- Digestato con bajo potencial de biogás

> INGENIERÍA DEL SISTEMA

- Gran capacidad de almacenaje del gas
- Mayor retención
- Entrega a tiempo gracias a sus componentes prefabricados
- Sistema de construcción ampliable
- Funcionamiento eficiente garantizado



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
75	585.000	14.125

> RENTABILIDAD

- Tiempo de funcionamiento: 8500 h/a, entrada de sustrato para 8760 h/a
- Alto factor de carga >95 %
- Producción de gas realista en relación al sustrato de entrada
- Bajo mantenimiento y bajos costes operacionales



all-in-one



bwe biogas-weser-ems GmbH & Co. KG
Establecido desde: 2000



Zeppelinring 12-16 - 26169
Friesoythe – ALEMANIA



Tel: 04491 / 93 800 - 0
Fax: 04491 / 93 800 - 44



www.biogas-weser-ems.de
info@biogas-weser-ems.de



Número de plantas de pequeña escala vendidas hasta el momento: > 50



> UDR-TECHNOLOGY Y SUS COMPONENTES FERMENTACIÓN AL MÁS ALTO NIVEL

Energie-Anlagen Röring ofrece soluciones innovadoras y la posibilidad de optimizar la eficiencia de las plantas de fermentación anaeróbicas. El secreto reside en el Sistema UDR, un tipo de fermentación basada en tecnología de lecho fijo. Los materiales orgánicos se convierten en electricidad utilizable y en energía térmica gracias a los principios bióticos. Gracias a la tecnología patentada UDR-MonoTube, la eficacia y el rendimiento pueden adaptarse a las circunstancias económicas. Se pueden añadir a tal efecto,

componentes realmente innovadores. El desintegrador seco de alto rendimiento PlurryMaxx corta y muele la superficie de los sustratos mejorando así la fermentación. El agitador inteligente

CircumMaxx permite trabajar con materiales sumergidos y en superficie. La combinación única de sentido de giro y potencia del agitador permite una mezcla en 3 dimensiones sea cual sea la forma del contenedor.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
n.a.	n.a.	n.a.



all-in-one

RÖRING
ENERGIE-ANLAGEN



Energie-Anlagen Röring GmbH
Establecido desde: 2006



Rudolf-Diesel-Straße 3b – 48691
Vreden – ALEMANIA



Tel: +49 (0) 2564 3949390



www.energieanlagen-roering.de
info@energieanlagen-roering.de



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: > 100



> TECNOLOGÍA MEDIOAMBIENTAL / BIOGÁS

Gracias a sus muchos años de experiencia en proyectos de construcción llave en mano, a su tradicional know-how en ingeniería, acero estructural, instalación de tuberías y construcción de plantas, la compañía SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH ofrece proyectos tecnológicos medioambientales desde hace más de 20 años.

El área de actividad principal de la división de biogás incluye los siguientes servicios:

- Desarrollo del proyecto, planificación, licencias, ejecución llave en mano, puesta en marcha y repowering de las plantas de biogás, así como mantenimiento

- Construcción de la planta, construcción del sistema de tuberías (acero, acero inoxidable, PE) así como entrega y montaje de parte del equipo y de los componentes de plantas de cualquier tamaño
- Construcción / fabricación de componentes especiales
- Digestor de acero con agitador central ($d/h\text{-ratio} \leq 1$)
- Picadora de materia sólida y dosificador de alimentación (MOLARES y MULTIPLANTAS)
- Contenedor técnico (incl. intercambiador de calor, bombas y sistema de control del proceso)
- Componentes en acero inoxidable para todo tipo de aplicaciones (accesorios para tuberías, colectores de condensación, válvulas de seguridad de alta o baja presión, etc.)

> PRODUCTOS PROPIOS PARA PLANTAS DE BIOGÁS



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
75 - 100	850.000	14.125



all-in-one



SCHACHTBAU NORDHAUSEN GmbH
Establecido desde: 1898



Industrieweg 2a - 99734 Nordhausen - ALEMANIA



Tel: +49 (0) 3631 632463
Fax: +49 (0) 3631 632578



www.schachtbau.de
biogas@schachtbau.de



Número de plantas de pequeña escala vendidas hasta el momento: 5 - 10



> SNOW LEOPARD PROJECTS

Snow Leopard Projects es una pequeña empresa familiar con una tecnología única, situada en la baja Baviera.

Sus plantas de biogás de alto rendimiento son capaces de trabajar con las materias primas más duras y complicadas de manejar. Esta tecnología es el resultado de la mejora constante de sus productos, fruto de sus proyectos de investigación y desarrollo, y es el orgullo de la empresa.

Además de la mejora tecnológica, la creación de valor añadido regional es el motor que permite a Snow Leopard Projects ofrecer las mejores soluciones posibles para cada cliente.

> PLANTAS DE REFERENCIA

Nuestras plantas están implementadas y en funcionamiento en todo el mundo.

Ruanda: 1 Planta de biogás PCCE

India: 2 Plantas de biogás PCCE

Kenia: 5 Plantas de biogás PCCE

Zanzíbar: 1 Planta de biogás PCCE

Tanzania: 1 Planta de biogás PCCE



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
10	99.000 – n.a.	n.a.



all-in-one



Snow Leopard Projects GmbH
Establecido desde: 2011



Marktplatz 23 – 94419
Reisbach – ALEMANIA



Tel: +49 (0) 8734 939770
Fax: +49 (0) 8734 9397720



www.snow-leopard-projects.com
info@strohvergaerung.de



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: 10 - 50



Midroc Europe es una empresa que abarca áreas tecnológicas tales como propiedad, construcción, industria y medioambiente. Nuestra meta es mejorar la competitividad de nuestros clientes y contribuir a un mejor futuro mediante la implementación de soluciones sostenibles e innovadoras.

Desde Suecia, nuestras operaciones se extienden por todo el mundo. Midroc cuenta con 3000 empleados y una facturación en 2013 de 4,3 mil millones de coronas suecas. En cuanto al biogás, Midroc ha diseñado y construido dos granjas para la producción de biogás en Suecia. Ambas plantas están equipadas para la producción combinada de calor y energía. Nuestro diseño se basa en la durabilidad,

flexibilidad y confianza. Además de plantas completas ofrecemos sistemas de control, unidades PCCE, balizas y otros componentes.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
50 – 100	n.a.	n.a.



all-in-one



MIDROC ELECTRO AB
Establecido desde: > 12 años



Svampgatan 2 - 57343
Tranås - SUECIA



Tel: +46 10 471 33 09



www.midroc.se
info@midroc.se



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: < 5



> REFLEXIÓN SOBRE LA TECNOLOGÍA DEL BIOGÁS

Suministramos soluciones de biogás de próxima generación orientadas a impulsar el ahorro y el esfuerzo medioambiental por todo el mundo. La combinación del know-how de la industria textil sueca y la I+D mundial en desarrollo en materia de biogás (Europa, Asia del Sur y del Sudeste, África, Sudamérica), nos permite ofrecer reactores de biogás que transforman los residuos en energía, fabricados con materiales avanzados y diseñados para un ahorro de costes extraordinario. Garantizamos una alta productividad a través de toda la vida útil de nuestros sistemas, y

facilitamos un servicio completo para una producción de biogás fiable, gracias a nuestro personal experimentado, tanto en el sector universitario como empresarial, y que le brindará toda la ayuda necesaria. Más importante aún es la extraordinaria durabilidad de nuestros reactores prefabricados y de rápida instalación.



Potencia nominal (kWel)	Rango de precios (€)	Coste de O y M (€/año)
25 - 50	n.a.	n.a.

> INVERSIONES FIABLES EN ENERGÍA PROCEDENTE DE RESIDUOS

Nuestros sistemas de biogás ofrecen producción de biogás fiable, simple y duradera con rápida amortización (≤ 2 años) y tiempos de ampliación reducidos (≈ 2 días). En breve, ofreceremos nuevas posibilidades de mayor rentabilidad.



all-in-one

FOV Biogas Swedish cleantech
rethinking biogas technology



FOV Biogás
Establecido desde: 6 - 12 años



Norrby Långgata 45, Box 165,
SE - 50114 - SUECIA



Tel: +46 (0)33-20 63 33
Fax: +46 (0)33-20 63 50



www.fovbiogas.com
fredrik.johansson@fov.se



Número de plantas de pequeña
escala vendidas hasta el
momento: n.a.



> SMALLBIOGAS

Smallbiogas es una aplicación web que permite analizar la viabilidad técnica, económica y medioambiental de las plantas de biogás a pequeña escala. Para ello, la herramienta genera un informe completo, esencial para la toma de decisiones.

Consta de cuatro etapas:

• SELECCIÓN DEL SUSTRATO O RESIDUO

El sistema permite seleccionar el tipo y cantidad de sustrato suministrado, es decir, la materia prima para la producción de biogás.

• INDICAR EL USO QUE SE PREVÉ DAR AL BIOGÁS

Es necesario incluir en el análisis el uso que se prevé dar al biogás resultante (calor, combustible para vehículos, electricidad, etc.). Seleccione la opción más apropiada según el perfil y deje que smallbiogas se encargue del resto.

• INDICAR EL USO QUE SE PREVÉ DAR AL DIGESTATO

En la producción de biogás, se genera un material de salida llamado digestato, rico en nutrientes (nitrógeno, fósforo, etc.) que una vez reciclado puede utilizarse en agricultura. Smallbiogas permite seleccionar el caso que mejor se adapte a cada planta.

• INFORME DE VIABILIDAD

Finalmente, smallbiogas genera un informe técnico completo que permite analizar la viabilidad de la planta de biogás a pequeña escala y que contribuye a la toma de decisiones.

A continuación se muestran algunos de los modelos de plantas de biogás fabricados por DISAFA. Se trata de tres tipos de plantas: 30 kW_{el}, 60kW_{el} y 100 kW_{el}, para diferentes industrias agroalimentarias y tecnología (húmeda y seca).

> INFORME

Los modelos que se muestran a continuación lo son a título puramente informativo. Para los parámetros económicos de estos modelos se han tenido en cuenta las subvenciones existentes en Italia. Aún con los mismos sustratos y tecnología, los resultados pueden ser diferentes dependiendo del país, ya que los parámetros calculados por la herramienta dependen de las diferentes políticas de subvenciones.

Al final de esta sección se muestra una comparativa entre los diferentes países.

Smallbiogas	77
Informe	77
Modelo húmedo	
30 kW	78
60 kW	80
100 kW	82
Modelo seco	
30 kW	84
60 kW	86
100 kW	88
Comparativa de periodos de retorno	90

> MODELOS



> MODELO HÚMEDO - 30 kW_{EL}

Se estudia un modelo para una granja de queso. Los sustratos disponibles son las deyecciones de cien vacas lecheras (estiércol y purín) así como los subproductos industriales y los residuos de la producción de queso de dichas vacas (suero de queso y residuos del queso).

Estos sustratos alimentan un digestor de tecnología húmeda. El biogás obtenido se utilizará como combustible en un motor PCCE, cuya producción de energía eléctrica y térmica se venderá a la red de distribución. A continuación se muestran los datos económicos y de la planta.

Los sustratos introducidos anualmente en el digestor son:

- **785 t DE ESTIÉRCOL DE VACA LECHERA**
- **1.507 t DE PURÍN DE VACA LECHERA**
- **819 t DE SUERO**
- **6 t DE RESIDUOS DEL QUESO**

Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material fresca)	3.117 t/año
Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material seca)	391 t/año
Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material orgánica)	319 t/año
Volumen del digestor	401 m ³
Tiempo de retención hidráulico	45 days
Producción bruta de metano (anual)	77.753 Nm ³ año
Uso del biogás	Cogeneration
Potencia instalada del motor de cogeneración	30 kW
Energía eléctrica obtenida del motor de cogeneración	232 MWht/año
Energía térmica obtenida del motor de cogeneración	352 MWh/año
Cantidad total del digerido production (material fresca)	2.953 t/año

Inversión total	290.000 €
Planta del biogás	208.000 €
Biogás valorization system	82.000 €
Ingresos (venta o uso de la energía y el digerido)	57.150 €/año
Gastos (operación y mantenimiento, personal, transporte, sustratos)	20.100 €/año
Periodo de recuperación	7,8 años
Ahorro de emisiones de CO ₂	90 t/año





> MODELO HÚMEDO - 60 kW_{EL}

Se estudia un modelo para una explotación ganadera con diferentes especies animales. Los sustratos disponibles son las deyecciones de 140 bovinos (estiércol y purín), 3000 gallinas y 200 cerdos de engorde. Estos sustratos alimentan un digestor de tecnología húmeda. El biogás obtenido se

utilizará como combustible para un motor PCCE, cuya producción de energía térmica y eléctrica se venderá a la red de distribución. A continuación se muestran los datos económicos y de la planta. Los sustratos introducidos anualmente en el digestor son:

- **903 t DE ESTIÉRCOL DE PORCINOS**
- **33 t DE ESTIÉRCOL DE GALLINAS**
- **1.541 t DE ESTIÉRCOL DE VACAS LECHERAS**
- **2.939 t DE PURÍN DE VACAS LECHERAS**
- **434 t DE ENSILADO DE MAÍZ**

Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material fresca)	5.850 t/año
Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material seca)	847 t/año
Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material orgánica)	695 t/año
Volumen del digestor	870 m ³
Tiempo de retención hidráulico	51 days
Producción bruta de metano (anual)	153.000 Nm ³ año
Uso del biogás	Cogeneration
Potencia instalada del motor de cogeneración	60 kW
Energía eléctrica obtenida del motor de cogeneración	463 MWh/año
Energía térmica obtenida del motor de cogeneración	702 MWh/año
Cantidad total del digerido production (material fresca)	5.641 t/año

Inversión total	466.000 €
Planta del biogás	322.000 €
Biogás valorization system	144.000 €
Ingresos (venta o uso de la energía y el digerido)	114.100 €/año
Gastos (operación y mantenimiento, personal, transporte, sustratos)	56.400 €/año
Periodo de recuperación	8 años
Ahorro de emisiones de CO ₂	176 t/año





> MODELO HÚMEDO - 100 kW_{EL}

Se estudia un modelo de granja de vacas lecheras.

Los sustratos que alimentan el digestor son principalmente deyecciones animales (purín y estiércol), así como ensilado del maíz.

Esta planta trabaja casi exclusivamente con deyecciones de bovinos.

A continuación se muestran los datos económicos y de la planta.

Los sustratos introducidos anualmente en el digestor son:

- **2.610 t DE ESTIÉRCOL DE VACAS LECHERAS**
- **9.263 t DE PURÍN DE VACAS LECHERAS**
- **196 t DE ENSILADO DE MAÍZ**

Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material fresca)	11.619 t/año
Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material seca)	1.519 t/año
Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material orgánica)	1.228 t/año
Volumen del digestor	1542 m ³
Tiempo de retención hidráulico	46 days
Producción bruta de metano (anual)	254.935 Nm ³ año
Uso del biogás	Cogeneration
Potencia instalada del motor de cogeneración	100 kW
Energía eléctrica obtenida del motor de cogeneración	762 MWh/año
Energía térmica obtenida del motor de cogeneración	1.154 MWh/año
Cantidad total del digerido production (material fresca)	10.900 t/año

Inversión total	726.000 €
Planta del biogás	511.000 €
Biogás valorization system	215.000 €
Ingresos (venta o uso de la energía y el digerido)	187.400 €/año
Gastos (operación y mantenimiento, personal, transporte, sustratos)	77.500 €/año
Periodo de recuperación	6,5 años
Ahorro de emisiones de CO ₂	305 t/año





> MODELO SECO - 30 kW_{EL}

Se estudia un modelo de fábrica de cerveza. Los sustratos fermentables son residuos de cereales cerveceros y estiércol de vacas lecheras.

La biomasa alimenta un digestor de tecnología seca. El biogás obtenido se utilizará como combustible en un motor

PCCE, cuya producción de energía eléctrica se venderá a la red de distribución, mientras que la térmica se reutilizará en el proceso. A continuación se muestran los datos económicos y de la planta.

Los sustratos introducidos anualmente en el digestor son:

- **280 t DE CEREALES CERVECEROS**
- **74 t DE ESTIÉRCOL DE VACAS LECHERAS**

Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material fresca)	354 t/año
Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material seca)	276 t/año
Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material orgánica)	254,5 t/año
Volumen del digestor	160 m ³
Tiempo de retención hidráulico	100 days
Producción bruta de metano (anual)	76.600 Nm ³ año
Uso del biogás	Cogeneration
Potencia instalada del motor de cogeneración	30 kW
Energía eléctrica obtenida del motor de cogeneración	228 MWh/año
Energía térmica obtenida del motor de cogeneración	346 MWh/año
Cantidad total del digerido production (material fresca)	194 t/año

Inversión total	135.000 €
Planta del biogás	54.000 €
Biogás valorization system	81.000 €
Ingresos (venta o uso de la energía y el digerido)	56.300 €/año
Gastos (operación y mantenimiento, personal, transporte, sustratos)	12.400 €/año
Periodo de recuperación	3 años
Ahorro de emisiones de CO ₂	77 t/año





> MODELO SECO - 60 kW_{EL}

Se estudia un modelo de industria molinera. Los sustratos disponibles son los residuos de las cosechas (granos desechados y residuos del polvo de silo), residuos vegetales de la industria molinera como el salvado de trigo y las deyecciones de la explotación ganadera. Estos sustratos alimentan un digestor, y el

biogás obtenido se utiliza como combustible en un motor PCCE, cuya producción de energía eléctrica y térmica se dedica al autoconsumo de la misma empresa. A continuación se muestran los datos económicos y de la planta.

Los sustratos introducidos anualmente en el digestor son:

- **302 t DE SALVADO DE TRIGO**
- **50 t DE GRANO DESECHADO**
- **43 t OF DE RESIDUO DE SILO**
- **3.580 t DE PURÍN DE VACAS LECHERAS**

Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material fresca)	3.975 t/año
Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material seca)	686 t/año
Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material orgánica)	593 t/año
Volumen del digestor	747 m ³
Tiempo de retención hidráulico	55 days
Producción bruta de metano (anual)	152.845 Nm ³ año
Uso del biogás	Cogeneration
Potencia instalada del motor de cogeneración	60 kW
Energía eléctrica obtenida del motor de cogeneración	457 MWh/año
Energía térmica obtenida del motor de cogeneración	692 MhW/año
Cantidad total del digerido production (material fresca)	4.294 t/año

Inversión total	241.000 €
Planta del biogás	99.000 €
Biogás valorization system	142.000 €
Ingresos (venta o uso de la energía y el digerido)	112.500 €/año
Gastos (operación y mantenimiento, personal, transporte, sustratos)	82.400 €/año
Periodo de recuperación	8 años
Ahorro de emisiones de CO ₂	156 t/año





> MODELO SECO - 100 kW_{EL}

Se estudia un modelo de matadero. Los sustratos disponibles son los restos del procesamiento de las canales de los animales (vísceras y grasa), lodos de depuradora de las plantas de tratamiento industrial y paja de cereal de los residuos de las cosechas. Estos sustratos alimentan un digestor, y el

biogás obtenido se utiliza como combustible en un motor PCCE, cuya producción de energía eléctrica y térmica se dedica al autoconsumo de la misma empresa. A continuación se muestran los datos económicos y de la planta.

Los sustratos introducidos anualmente en el digestor son:

- **2.913 t DE CONTENIDO RUMINAL**
- **2.407 t DE LODOS DE DEPURADORA DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO**
- **49 t DE GRASA DE MATADERO**
- **633 t DE PAJA DE CEREAL**

Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material fresca)	6.002 t/año
Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material seca)	1.121 t/año
Cantidad anual de residuos introducida en el digestor (material orgánica)	922 t/año
Volumen del digestor	1.163 m ³
Tiempo de retención hidráulico	52 days
Producción bruta de metano (anual)	254.898 Nm ³ año
Uso del biogás	Cogeneration
Potencia instalada del motor de cogeneración	100 kW
Energía eléctrica obtenida del motor de cogeneración	762 MWh/año
Energía térmica obtenida del motor de cogeneración	1.154 MWh/año
Cantidad total del digerido production (material fresca)	6.989 t/año

Inversión total	541.000 €
Planta del biogás	326.000 €
Biogás valorization system	215.000 €
Ingresos (venta o uso de la energía y el digerido)	187.500 €/año
Gastos (operación y mantenimiento, personal, transporte, sustratos)	106.400 €/año
Periodo de recuperación	6,5 años
Ahorro de emisiones de CO ₂	273 t/año



	PERIODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)						
	Italia	España	Irlanda	Francia	Suecia	Alemania	Polonia
Modelo húmedo (con CHP)							
30 kW sin subsidios autoconsumo	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*
30 kW sin subsidios venta de energía	4,56	>15	11,40	>15	>15	>15	>15
30 kW 30% subsidios autoconsumo	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*
30 kW 30% subsidios venta de energía	3,19	>15	7,98	11,01	>15	10,54	13,36
60 kW sin subsidios autoconsumo	8,80	8,29	>15	>15	>15	14,14	>15
60 kW sin subsidios venta de energía	5,33	>15	13,30	>15	>15	14,37	>15
60 kW 30% subsidios autoconsumo	6,16	5,80	12,26	>15	>15	9,90	>15
60 kW 30% subsidios venta de energía	3,73	>15	9,31	12,90	>15	10,06	>15
100 kW sin subsidios autoconsumo	10,94	6,47	12,79	>15	>15	9,01	>15
100 kW sin subsidios venta de energía	7,00	>15	10,17	>15	>15	9,09	>15
100 kW 30% subsidios autoconsumo	7,66	4,53	8,96	>15	>15	6,31	>15
100 kW 30% subsidios venta de energía	4,90	>15	7,12	11,71	>15	6,37	>15
	PERIODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)						
	Italia	España	Irlanda	Francia	Suecia	Alemania	Polonia
Modelo seco (con CHP)							
30 kW sin subsidios autoconsumo	3,56	3,08	4,83	5,94	10,27	7,57	3,82
30 kW sin subsidios venta de energía	2,25	6,40	3,82	2,90	9,97	6,68	3,09
30 kW 30% subsidios autoconsumo	2,49	2,15	3,38	4,16	7,19	5,30	2,68
30 kW 30% subsidios venta de energía	1,58	4,48	2,67	2,03	6,98	4,68	2,16
60 kW sin subsidios autoconsumo	>15	>15	>15	>15	>15	>15	>15
60 kW sin subsidios venta de energía	3,15	>15	>15	8,34	>15	>15	>15
60 kW 30% subsidios autoconsumo	>15	>15	>15	>15	>15	>15	>15
60 kW 30% subsidios venta de energía	2,21	>15	>15	5,84	>15	>15	>15
100 kW sin subsidios autoconsumo	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*
100 kW sin subsidios venta de energía	3,73	>15	10,93	11,21	>15	11,72	>15
100 kW 30% subsidios autoconsumo	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*	sin datos*
100 kW 30% subsidios venta de energía	2,61	>15	7,65	7,85	>15	8,21	>15

* Las necesidades definidas de energía son más altas que la producción de energía a partir del biogás (los SmallBiogás software no genera los resultados en estos casos)

> CASOS TIPO

A continuación se estudian tres plantas de diferentes tamaños. Estos ejemplos son meramente informativos; actualmente existen pequeñas plantas de biogás en funcionamiento por toda Europa, éstas han sido seleccionadas por su utilización inteligente de la energía. Estos digestores se encuentran actualmente en funcionamiento, por lo que se dispone de información real sobre las plantas, los sustratos utilizados, costes, energía, producción y utilización, gastos e ingresos.

También se analizan los puntos débiles y fuertes de la planta y de la tecnología.

Los ejemplos mostrados a continuación se refieren a la producción primaria, ya que hoy en día existen muy pocas plantas de biogás a pequeña escala en la industria alimentaria. El objetivo de Biogas³ es promocionar y difundir esta tecnología.

Estos 3 ejemplos se refieren a:

- **PLANTA EN FRANCIA DE 50 KW_{el}**
- **PLANTA EN ALEMANIA DE 75 KW_{el}**
- **PLANTA EN ITALIA DE 102 KW_{el}**

> ADVERTENCIA

Los siguientes ejemplos son pequeñas plantas de biogás sugeridas por los socios.

Las compañías seleccionadas no están involucradas en modo alguno con las actividades comerciales de los socios.

No se ha exigido pago alguno a las compañías por la publicación en este manual de información sobre las mismas.

> SUBVENCIONES

Las políticas de subvenciones para plantas de biogás varían según los países.

Los siguientes casos de ejemplo pueden haber recibido subvenciones diferentes de las que se ofrecen en otros países o beneficiarse de planes de subvenciones que ya no se encuentren en vigor.

Casos tipo	91
Advertencia	91
Subvenciones	91
50 kW	92
75 kW	94
102 kW	96

> IMPLEMENTACIONES



> CASOS TIPO – 50 KW_{EL}

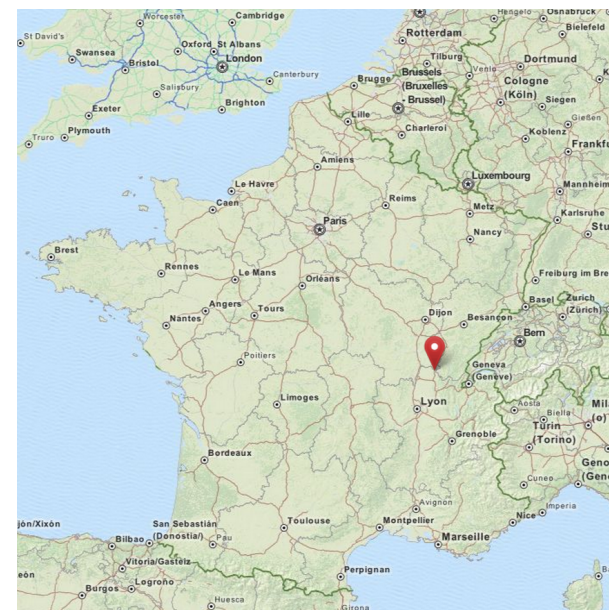
SSCEA Robin - Granja – Tecnología líquida – Motor PCCE de 50kW

Proveedor: BiO4GAS

La granja opera con una planta de DA (tecnología líquida), construida en 2013, con un motor PCCE de 50 kW_{el} (potencia media de trabajo: 43kW), 1.162.000 kWh producidos en 1 digestor (600 m³). El sustrato utilizado para alimentar el digestor se compone de 10.000 m³/año de purines de porcinos. La originalidad de esta unidad de DA es precisamente que únicamente utiliza como sustrato los purines de porcinos, cuyo potencial de biogás es más bien bajo.

Esta unidad de DA produce 368.000 kW_{el} y 588.000 kWh_{th}, que se utilizan para calentar los edificios de la granja. No se necesita destilador: se utiliza un sistema de convección entre el sustrato y el agua caliente que rodea el digestor, suficiente para mover el sustrato dentro del digestor y optimizar la digestión (ahorro en operación y mantenimiento).

Para incrementar el potencial de biogás de los purines, se alimenta el digestor únicamente con purines frescos: se utiliza un sistema de descarga situado en los edificios bajo los animales que permite evacuar rápidamente los purines. Cuanto más fresco es el purín, mayor es el potencial de biogás, ya que la materia orgánica no tiene tiempo de degradarse antes de entrar en el digestor (el potencial de biogás de los purines frescos es 2,5 veces mayor que el de los purines almacenados).



El proveedor de esta tecnología (Bio4gas) es especialista en unidades de DA a pequeña escala. El motor PCCE se entrega llave en mano, y contenerizado para determinadas potencias (25kW, 50kW, 80kW, 100kW).

La inversión de SCEA Robin es de alrededor de 480.000€ (100.000€ para el motor PCCE), 10.000 €/kW_{el}. Las subvenciones del gobierno francés y de las agencias medioambientales alcanzan el 29% (7.000 €/kW_{el} después de subvenciones). La inversión no sería sostenible sin las subvenciones. Los gastos anuales son de unos 17.500€ y los beneficios de 85.000€ (69.000€ de la venta de electricidad y 16.000€ del ahorro en combustible). Sin embargo, hay que tener en cuenta que la unidad empezó a funcionar en Abril de 2013 por lo que la estimación de los gastos no es del todo fiable puesto que los gastos operativos y de reparación son en este momento bastante bajos.

> DISCUSIÓN

Este tipo de unidades de biogás resulta interesante por varios motivos:

- Un solo tipo de sustrato (sin necesidad de premezcla con otras sustancias, simplificando así la organización y el trabajo)
- Independencia de los sustratos externos (autosuficiencia)
- Utilización de la energía térmica para calentar los edificios de la granja (en este caso el ahorro en combustible alcanza los 16.000€).

Sin embargo, la inversión no resulta rentable sin las subvenciones, incluso considerando los ingresos por electricidad. Tras consultar con el proveedor, Bio4gas nos comunica que actualmente ofrecen un descuento del 15% en todos los costes de inversión, gracias al aumento del volumen de ventas y al desarrollo de este tipo de unidades de biogás.

Esta tecnología puede ser interesante, especialmente con la tarifa regulada de 2011 y el descuento del 15% en la inversión. La baja inversión en trabajo dedicado a la planta es muy valorada por los granjeros que prefieren seguir siéndolo, y no convertirse en proveedores de biogás.



> IMPLEMENTACIONES



> CASOS TIPO – 75 KW_{EL}

Granja in Gießen (Alemania) – Tecnología líquida – motor PCCE de 75kW

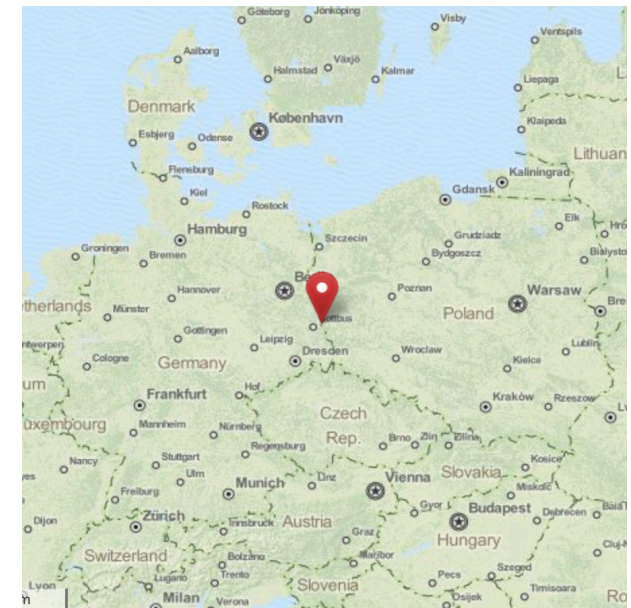
Proveedor: Bio4Gas Express GmbH

La utilización de energías renovables para la autosuficiencia energética es parte del concepto de estos dos granjeros de Gießen, Alemania, que explotan una granja con 420 cabezas de ganado lechero. Su objetivo para el futuro: el condicionamiento del estiércol.

La granja consta de 290 vacas lecheras, 300 bovinos jóvenes y 50 toros de cría, separados en tres establos. Además la granja cultiva 400 ha de tierra cultivable y 200 ha de pasto. La granja está gestionada por ambos hermanos y sus familias, junto con cinco empleados y un aprendiz.

Desde septiembre de 2013, la granja posee una planta de condicionamiento de estiércol. La planta dispone de un digestor de 600 m³, de un motor PCCE de 75 kW de capacidad instalada. El predigestor se llena cada tres días y la planta toma el estiércol automáticamente del predigestor. Cada año se introducen casi 11.000 m³ de estiércol en el digestor.

La unidad PCCE produce 630 MW_{el} y 740 MWh_{th} anuales.



Gracias a la planta PCCE, el gas producido se utiliza para calentar tres edificios residenciales de la granja, siendo suficiente para el invierno alemán. Incluso pueden ahorrarse 10.000 litros de aceite para calefacción cada invierno. En el futuro el excedente de calor será aprovechado por uno de sus vecinos. Toda la electricidad producida alimenta la red nacional.

La inversión total de esta planta es de alrededor de 500.000 €, y proviene de los mismos granjeros, con un periodo de amortización de 6 años.

> DISCUSIÓN

Esta planta de biogás resulta interesante por varios motivos:

- Gran extensión de tierra en la que utilizar el digestato;
- La energía térmica se aprovecha para calefacción en viviendas;
- Todos los sustratos se producen en la granja;



> IMPLEMENTACIONES



> CASOS TIPO – 102 KW_{EL}

Granja Boves (Piamonte, ITALIA) – Tecnología líquida – motor PCCE 102kW

Proveedor: Rota Guido Srl

La granja dispone de una planta de DA (tecnología líquida) con un motor PCCE de 102kW_{el} (2g-cenergy). La planta consta de un digestor de hormigón con una cámara y funciona en un entorno mesotérmico. Los purines y el estiércol de las vacas lecheras se utilizan principalmente para alimentar la planta (98%) así como una pequeña parte de su ensilado.

Cada día se introducen en el digestor 19 m³ de purines, 6 toneladas de estiércol y media tonelada de ensilado.

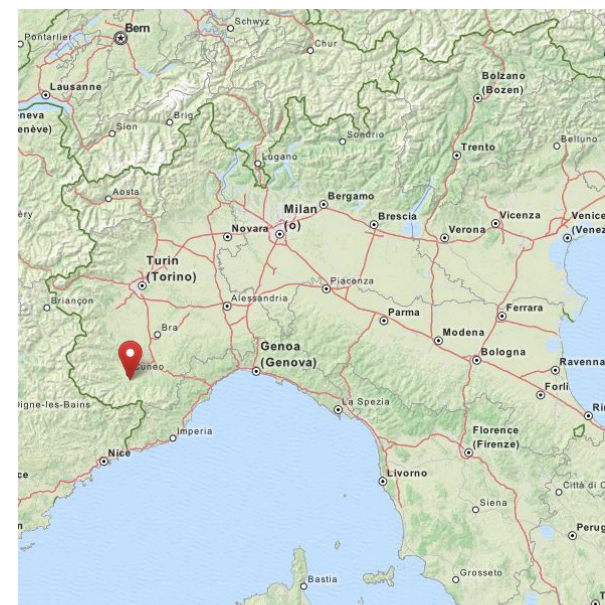
El biogás es procesado antes de utilizarse en el motor PCCE, mediante desulfurización microbiológica, deshidratación física, refrigeración de 37°C a 7°C y filtros de carbono.

El motor PCCE produce 881.400 kW_{el}/año y trabaja 8.706 horas.

Parte de la energía eléctrica producida se autoconsume en el pretratamiento de los purines y en las necesidades de la empresa (8-11%), el resto se vende a la red a 0,28 €/kW_{el}.

Esta granja cuenta con un sistema eficiente para valorizar el calor producido por el motor PCCE.

El calor se utiliza para el pretratamiento del sustrato, para calentar el digestor y la vivienda del granjero, y proporciona aire caliente para el secado del heno.



La inversión total en esta planta es de unos 800.000 €, los costes de funcionamiento son de 20.000 €/año (sin tener en cuenta el trabajo del granjero ni el coste del sustrato, ya que se produce internamente) a los que hay que añadir 20.000 €/año por la asistencia completa suministrada por el constructor de la planta de biogás

Las subvenciones del gobierno italiano y de las agencias medioambientales se basan en la energía producida. En este caso, cada kW_{el} se paga a 0,28€. Como la licencia de la planta data de antes de Enero del 2013, la planta se beneficia de la anterior subvención italiana, con una tarifa regulada de 0,28€/kW para las plantas con un valor energético nominal menor de 1MW.

> DISCUSIÓN

Esta planta de biogás resulta interesante por varios motivos:

- Trabaja principalmente con residuos agroalimentarios, solo utiliza un 2% de cosechas energéticas;
- La energía térmica no se pierde, se aprovecha;
- Independencia de los sustratos externos, ya que se producen en la misma granja;

La inversión no es sostenible sin subvenciones, es más, esta planta disfruta de las antiguas subvenciones más elevadas que las actuales.

Con las antiguas subvenciones la empresa obtiene 280 €/MW, en lugar de los actuales 236 €/MW (planta con <300 kW de potencia nominal y al menos 70% de subproductos) y otros 10 €/MW para el motor PCCE.



> WEBSITE

Para más información consulte el apartado “Casos de éxito” en la web de Biogas³ WWW.BIOGAS3.EU, en la que encontrará ejemplos de más plantas en funcionamiento de diferentes tamaños en otros países.



> LEGISLACIÓN

Se ofrece información relativa a la legislación en vigor en los países de los participantes en el proyecto.

El objetivo de la ley europea es proteger las aguas y las tierras de la contaminación, para lo cual es necesario un uso correcto del digestato que evite la lixiviación del nitrato y que proteja las aguas subterráneas.

Estas legislaciones regulan las emisiones máximas, la capacidad de almacenamiento, los requisitos de seguridad, los incentivos para la valorización del calor producido y los riesgos para la población.

La tecnología de las plantas a pequeña escala no se encuentra demasiado extendida en todos los países de la UE, por lo que la legislación puede variar (al igual que en lo relacionado con las plantas autoconstruidas o con los subproductos y residuos utilizables).

For more information you can visit the website of Biogás³, where a detailed legislative and financial framework for all the countries involved in the project can be found.

Law	99
España	100

> LEGISLACIÓN



100



LEGISLACIÓN ESPAÑOLA



> REGULACIONES MEDIOAMBIENTALES

Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

Real Decreto 949/2009, de 5 de junio, por el que se establecen las bases reguladoras de las subvenciones estatales para fomentar la aplicación de los procesos técnicos del Plan de biodigestión de purines.

> USO DEL DIGERIDO

Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.

Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.

> REGULACIONES SANITARIAS

Real Decreto 1528/2012, de 8 de noviembre, por el que se establecen las normas aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano.

> USO DEL BIOGÁS

Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.



> FERIAS EUROPEAS DE BIOGÁS



102





Biogaz Europe

FIERAGRICOLA
International Agricultural Technologies Show



EuroTier

The world's top event for animal production



key Energy
the platform for green solutions

**FIERA INTERNAZIONALE
DEL BOVINO DA LATTE**

biogas
expo & congress



RENEXPO®

biogas³

sustainable
small-scale biogas
from agri-food waste
for energy self-sufficiency



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

ainia
centro tecnológico

FLAB
ALIMENTAMOS
EL FUTURO
2020

irbea | irish
bioenergy
association



ACTIA



TECNOALIMENTI
Società consortile di ricerca scientifica
e tecnologica per il settore agroalimentare

renac
renewables academy



JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik
JTI – Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering

FundEko