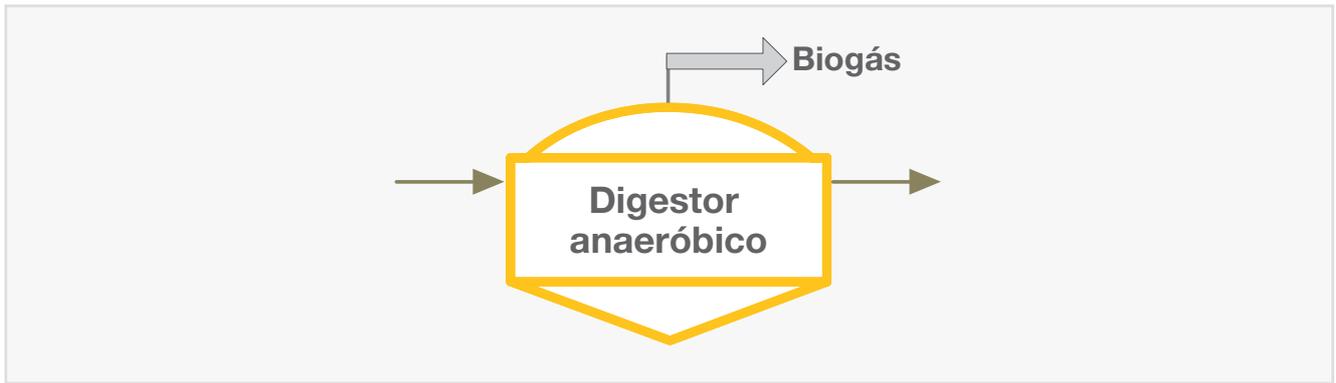


## 4.6. DIGESTIÓN ANAEROBIA



La digestión anaerobia, también denominada biometanización o producción de biogás, es un proceso biológico, que tiene lugar en ausencia de oxígeno, en el cual parte de la materia orgánica de las deyecciones se transforma, por la acción de microorganismos, en una mezcla de gases (biogás), constituido principalmente por metano y dióxido de carbono.

Se trata de un proceso complejo en el cual intervienen diferentes grupos de microorganismos. La materia orgánica se descompone en compuestos más sencillos, que son transformados en ácidos grasos volátiles, que son los principales intermediarios y moduladores del proceso. Estos ácidos son consumidos por los microorganismos metanogénicos que producen metano y dióxido de carbono. Todos estos procesos tienen lugar de manera simultánea en el reactor.

El esquema de una instalación tipo para residuos ganaderos se muestra en la figura 4.15.

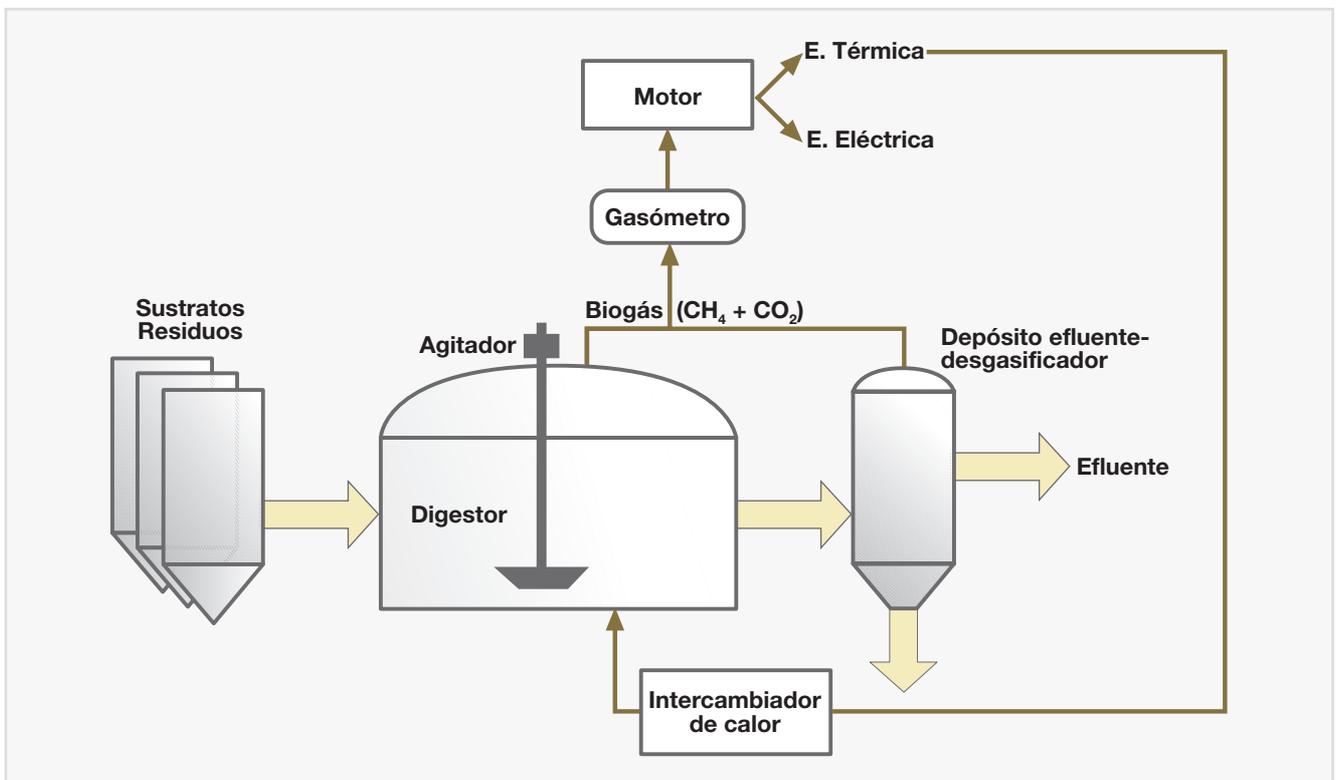


Figura 4.15. Esquema de una instalación tipo para residuos ganaderos

El biogás es combustible, y un metro cúbico de biogás corresponde energéticamente a unos 0,6 L de gasoil. El proceso se puede hacer alrededor de los 35° C (régimen mesofílico) o alrededor de los 55° C (régimen termofílico). Parte del biogás producido se utiliza para mantener esta temperatura.



**Figura 4.16. Planta centralizada de digestión anaerobia**



**Figura 4.17. Planta de digestión anaerobia en una explotación ganadera**

## ¿A qué afecta?

- Reduce la concentración de materia orgánica.
- Reduce los malos olores de las deyecciones.
- Reduce el contenido de sólidos.
- Reduce el contenido de microorganismos patógenos (especialmente si se realiza a 55° C, es decir, en régimen termofílico).
- La fracción de nitrógeno en forma amoniacal aumenta.

## Ventajas

- Producción de energía si se aprovecha el biogás producido. Balance energético positivo.
- Estabilización parcial de la materia orgánica.
- Mineralización parcial de la materia orgánica (carbono y nitrógeno).
- Homogeneización.
- Higienización parcial.
- Control y reducción de malos olores.
- Disminución de emisiones incontroladas de gases de efecto invernadero.
- Mejora de la eficacia de otros procesos de tratamiento a los que pueden someterse las deyecciones después de pasar por la digestión anaerobia, como puede ser concentración/evaporación o stripping (arrastre) de amoníaco.

## Inconvenientes

- Por ser sistemas cerrados, estancos, y con la infraestructura necesaria para el control y el aprovechamiento del gas producido, requiere inversiones elevadas.
- Debido al equilibrio necesario entre poblaciones bacterianas, necesita supervisión técnica periódica.
- Baja velocidad de crecimiento de microorganismos (requiere tiempos elevados de retención -de 15 a 20 días- y grandes volúmenes de reactores).
- Sensible a la presencia de muchos compuestos inhibidores o tóxicos (nitrógeno amoniacal, metales pesados, ácidos grasos volátiles, ácidos grasos de cadena larga, pH, antibióticos y desinfectantes, sulfuros, etc.).
- No se elimina nitrógeno.

## Rendimientos

A parte de la producción de biogás, el proceso afecta al contenido de materia orgánica del efluente digerido y a la transformación de nitrógeno orgánico en amoniacal. En la tabla 4.10 se muestran algunos datos típicos.

**Tabla 4.10. Rendimientos típicos que se pueden obtener en la digestión anaeróbica de purines de cerdos de engorde a 35° C con un tiempo de retención de 20 días**

Parámetro	Salida del digestor (% del valor de entrada)
Caudal	95-98
Sólidos totales	20-45
Sólidos volátiles	40-60
Nitrógeno orgánico	60-40
Nitrógeno amoniacal	140-160
Nitrógeno nítrico	0
Fósforo	100
DQO	40-60

## Ejemplos de cálculos de rendimientos

Para purines de cerdo de engorde con el 6,5% de MS y 55 g DQO/L, pueden obtenerse entre 11 y 18 m<sup>3</sup> de biogás por tonelada de purín, con un contenido de metano entre el 65 y el 70%. A partir de los valores de la tabla 2.2 se pueden hacer estimaciones con los valores de potencial de producción de biogás de la tabla 4.11. Se tiene que contar siempre con un tiempo de retención mínimo entre 15 y 20 días. De esta manera, si mediante la tabla 2.2 se concluye que cada día se produce 20 m<sup>3</sup> de purines, y el tiempo de retención es de 20 días, el volumen necesario del digestor será de 400 m<sup>3</sup>.

**Tabla 4.11. Potenciales de producción de biogás por gramo de sólido volátil del influente**

Origen del residuo	G <sub>0</sub> (L biogás/g SV) <i>Plan de energía de Cataluña</i>	G <sub>0</sub> (L CH <sub>4</sub> /g SV) <i>Hill, 1982</i>
Bovino de carne	0,300	0,35
Vacuno de leche	0,300	0,20
Porcino	0,410	0,45
Aves de corral	-	0,39

Si los purines o los estiércoles se han almacenado durante bastante tiempo, su potencial de producción de biogás es muy inferior a los valores indicados, ya que se ha iniciado la transformación de la materia orgánica en biogás de una manera incontrolada, y parte de este gas ya se ha perdido previamente.

## Opciones para aumentar el potencial de producción de biogás

- Aplicar el proceso de digestión anaerobia tan pronto como se produzcan las deyecciones, y almacenar después de la digestión.
- Codigestión de los purines con otros residuos de mayor potencial de producción.
- Someter los purines a un proceso previo (térmico o físico) para mejorar la descomposición de las partículas.

## Intervalo de costes

En la tabla 4.12 se indican valores aproximados para la inversión según el volumen necesario de reactor. Cabe apuntar que el coste por unidad de volumen del digester baja cuanto mayor sea. Esto quiere decir que se necesita un caudal de purines mínimo para asegurar un cierto grado de rentabilidad.

**Tabla 4.12. Costes orientativos de instalaciones dependiendo del tamaño de la instalación y de motores y/o calderas según la potencia necesaria para el aprovechamiento de la energía producida**

Coste obra civil e instalaciones		Coste motores cogeneración		Coste caldera	
Volumen del reactor (m <sup>3</sup> )	Presupuesto de ejecución/volumen digester (€/m <sup>3</sup> )	Potencia eléctrica (kW)	COSTE (€)	Potencia nominal (kW)	COSTE €
50	1.999,85	30	46.000	35	579
200	910,60	70	86.000	100	1.422
800	413,47	100	112.000	300	2.567
1.200	356,39	300	252.000	2.000	11.135

El uso de un motor de cogeneración o una caldera dependerá de las características y tamaño de la instalación, de los requerimientos de energía térmica o eléctrica, así como también de los costes asociados. Siempre se tiene que solicitar un estudio económico a las empresas suministradoras.

La normativa sobre producción de energía eléctrica en régimen especial fija anualmente el precio de venta de la energía eléctrica producida a partir del biogás.

Los costes de explotación se encuentran alrededor del 2,5% de la inversión inicial. En cuanto a los beneficios, dependen de la producción de gas, del aprovechamiento de éste y de las necesidades de la granja. En el caso de aprovechamiento de la energía térmica en caldera, el ahorro equivale a 9 L de gasoil por metro cúbico de purines tratados (suponiendo una producción de biogás de 15 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de purines), es decir, un ahorro de 4 euros/m<sup>3</sup> de purines tratados.

Los plazos de amortización varían mucho dependiendo del tipo de instalación, del tamaño y de las necesidades energéticas, pero de media están alrededor de 10 años. Algunos datos económicos orientativos se muestran en la tabla 4.13.

**Tabla 4.13. Ejemplo para una granja de ciclo cerrado de 500 madres, con una producción de purines de 9.000 m<sup>3</sup>/año**

Inversión instalaciones (€)	211.900
Costes de mantenimiento (€/año)	4.895
Ahorro energético (€/año)	19.993
TIR sin subvención	4,78 %
Payback sin subvención	13 anys
TIR con 20% de subvención	7,41 %
Payback con 20% de subvención	10,4 anys

Otra opción más asequible es el cubrimiento de balsas, con aprovechamiento del biogás producido. El coste de cubrimiento para una balsa de 1500 m<sup>2</sup> de capacidad, con un área de 375 m<sup>2</sup>, es de alrededor de los 18.000 euros. El coste total de la instalación, incluyendo la balsa cubierta, un reactor pequeño para inocular la balsa y las instalaciones de recogida y aprovechamiento del biogás, es de alrededor 3,77 euros /m<sup>3</sup> de purines producidos. La producción de gas en estas instalaciones es mucho más baja que en un reactor de mezcla completa, y esta en torno a 4-6 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de purines, por lo cual el ahorro energético máximo teórico será de 3 l. de gasoil / m<sup>3</sup> de purines tratados. Las producciones de biogás más importantes se darán en el verano, cuando la posibilidad de aprovechar la energía térmica sea más baja.