

## Anexo A Digestores de polietileno.

### ANEXO A Digestores de Polietileno Tubular<sup>5</sup>

Antes de instalar un digestor es necesario conocer la cantidad de estiércol diario al que se tiene acceso, y a partir de éste dato calcular la cantidad de biogás al día que se puede producir. Una vez conocido esto se puede dimensionar el digestor, si bien los datos específicos para cada granja se deben actualizar mediante estudios concretos en el sitio, esta guía ejemplifica un método de diseño.

Para este tipo de digestores se usara una bolsa de polietileno tubular que se amarra por sus extremos a tuberías de conducción, de forma que la instalación sea hermética. Una de las tuberías servirá como entrada de la mezcla de estiércol con agua; todos los días hay que cargar el digestor con una carga de estiércol mezclada 1:4 con agua. A esto se le llama mezcla de carga diaria (estiércol más agua). Se agrega una válvula de seguridad. También se añade un almacén de biogás, y una tubería para la salida del fertilizante. Al ser flexible el polietileno es necesario construir un lugar que lo albergue, ya sea una zanja para aprovechar la inercia térmica del suelo, o dos paredes paralelas de adobe laterales. Al ser el digestor de polietileno tubular se formará una campana de biogás que almacenara el gas en la parte superior.

Suponiendo una granja pequeña de 100 cerdos, por la tabla 5.3 sabemos que la producción diaria de biogás alcanza los 16.5 m<sup>3</sup>. El volumen total del digestor ha de albergar una parte líquida y otra gaseosa.

El volumen total es la suma del volumen gaseoso y el volumen líquido.

$$V_T = V_G + V_L$$

Y por lo tanto el volumen líquido es tres cuartas partes del total:

$$V_L = V_T \times 0.75$$

Y el volumen gaseoso:

$$V_T = V_G / 0.25$$

Para nuestra granja:  $V_T = 16.5 / 0.25 = 66 \text{ m}^3$ . Se dividirá en 3 digestores con un volumen de 22 m<sup>3</sup>.

#### *Dimensionamiento de digestor tubular*

Conociendo el volumen total de un digestor se deberá determinar las dimensiones del mismo. Las dimensiones primeras a determinar son la longitud y radio del digestor tubular.

#### *Ancho de rollo y radio de la manga*

Se puede comprar el polietileno tubular en rollos de 50 metros, con un ancho de rollo que varía normalmente entre 1, 1.25, 1.50, 1.75 y 2 metros. Este ancho de rollo equivale a la mitad de la circunferencia total del plástico y determina el diámetro y radio de nuestro digestor. Según el ancho de los rollos más comunes en el mercado encontramos:

---

<sup>5</sup> Biodigestores familiares. Guía de diseño y manual de instalación. Martí Herrero Jaime. Bolivia 2008

Ancho de rollo (m)	Perímetro de la circunferencia (m)	Radio(m)	Diámetro (m)
1	2	0.32	0.64
1.25	2.5	0.40	0.80
1.50	3	0.48	0.96
1.75	3.5	0.56	1.12
2	4	0.64	1.28

Tabla A1. Parámetros según el ancho del rollo

*Volumen de una manga, sección eficaz y longitud.*

El volumen total de esta manga (plástico amarrado por ambos extremos) equivale al volumen de un cilindro (en m<sup>3</sup>) que se calcula:

$$V_{\text{cilindro}} = (\pi \times r^2) \times L$$

$$\text{Sección eficaz} = \pi \times r^2$$

Donde:  $\pi = 3.1416$ ,

$r =$  radio del tubo [m]

$L =$  longitud del digestor [m]

Ancho de rollo (m)	Sección eficaz (m <sup>2</sup> ) ( $\pi \times r^2$ )
1	0.32
1.25	0.50
1.50	0.72
1.75	0.97
2	1.27

Tabla A2. Sección eficaz según el ancho del rollo

Conociendo el volumen total del digestor y las secciones eficaces de los plásticos disponibles (según su ancho de rollo), es fácil determinar la longitud necesaria. Si el volumen del digestor es  $V_{\text{cilindro}} = (\pi \times r^2) \times L$ , y conocemos todos los parámetros excepto la longitud, despejando de la anterior fórmula se obtiene:

$$L = V_{\text{cilindro}} / (\pi \times r^2) = V_t$$

Para nuestra granja  $L = 22 / (1.27) = 17$  m

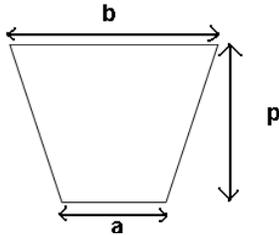
De esta manera se genera un cuadro en el que se ponen los resultados de la longitud para cada ancho de rollo.

Ancho de rollo (m)	Sección eficaz ( $\pi \times r^2$ ) (m <sup>2</sup> )	Longitud del Digestor (m)
1	0.32	$V_t / 0.32$
1.25	0.50	$V_t / 0.50$
1.50	0.72	$V_t / 0.72$
1.75	0.97	$V_t / 0.97$
2	1.27	$V_t / 1.27$

Tabla A3. Longitud del digestor según el ancho del rollo

*Dimensiones de la zona de resguardo del digestor.*

Si se opta por una zanja ésta queda determinada por la longitud del digestor y el ancho de rollo empleado en la construcción del digestor la misma. De forma general se pueden emplear las siguientes dimensiones para la zanja:



Dimensiones de la zanja					
<b>AR (m)</b>	2	1.75	1.5	1.25	1
<b>a (m)</b>	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
<b>b (m)</b>	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
<b>p (m)</b>	1	0.9	0.8	0.7	0.6

Si se construye una zanja sin considerar el ancho empleado puede suceder que la cúpula de biogás sea demasiado pequeña o incluso grande. En caso de que la cúpula ocupe más de un 25% del volumen, se estará restando volumen a la fase líquida y por tanto reduciendo el tiempo de retención.

## Anexo B Motor Stirling.

El motor Stirling está clasificado como motor de combustión externa, convierte el calor en trabajo, a través de un ciclo termodinámico regenerativo, con compresión y expansión cíclicas del fluido de trabajo, usualmente entre helio o hidrogeno; operando dicho fluido entre dos temperaturas, una máxima alta, y una máxima fría. Su eficiencia eléctrica es de 24% a 28%.

En el motor Stirling un gas está confinado en una cámara cerrada. El gas se desplaza de un extremo a otro de la cámara, cuando está en un extremo, una fuente de calor externa lo calienta; esto hace que se expanda y así se produce la fuerza del motor. Una vez que alcanza su máxima expansión, el gas se traslada al otro extremo de la cámara, donde se enfría, lo que provoca que se comprima. Después se lleva nuevamente al extremo caliente para iniciar un nuevo ciclo

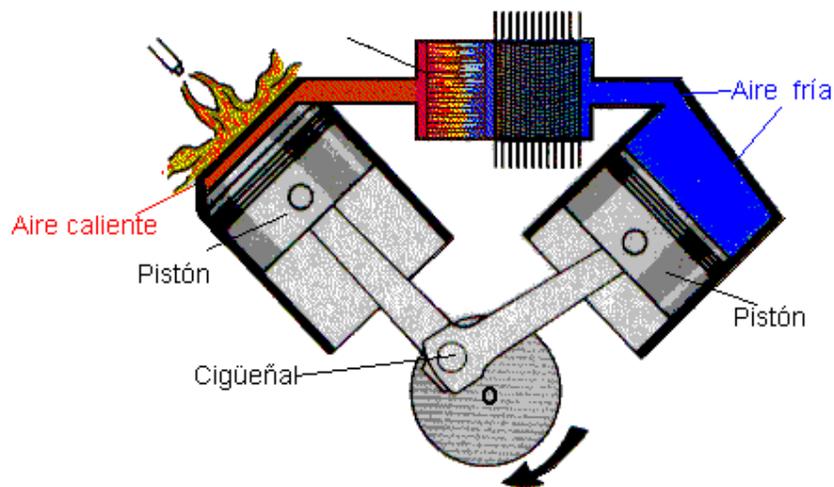


Figura B.1 Motor Stirling

Generalmente encontrados en pequeños tamaños de 1 a 25kW. El motor Stirling es el único capaz de aproximarse, al menos teóricamente, al rendimiento máximo teórico conocido como rendimiento de Carnot.

Aunque no es una tecnología muy usada, es interesante por su alto rendimiento térmico, se puede quemar el biogás para que sea la fuente de calor que éste motor necesita para trabajar, en unidades pequeñas donde la producción del biogás sea poca pero constante, y los requerimientos de energía eléctrica puedan cubrirse con unidades de pequeña capacidad.