

# ¿Cómo dimensionar un biodigestor rural familiar?

Cápsula educativa



Mariano Butti<sup>a</sup> ; Ignacio Huerga; Leonardo Venturelli

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

<sup>a</sup>butti.mariano@inta.gob.ar

## Resumen

El objetivo general que persigue la siguiente publicación es mostrar las etapas del dimensionamiento para el diseño y la construcción de un modelo de biodigestor rural familiar de pequeña escala como tecnología accesible y apropiada para la población rural, en donde la energía es escasa, costosa y los residuos generan un problema que afecta a la calidad de vida de los pobladores.

### Palabras clave:

Biodigestores de pequeña escala; Biogás; Agricultura Familiar.

# ¿How to size a rural family biodigester?

## Abstract

The general objective pursued by the following publication is to show the stages of dimensioning for the design and construction of a small-scale family rural biodigester model as an accessible and appropriate technology for the rural population, where energy is scarce, expensive and the Waste generates a problem that affects the quality of life of the inhabitants.

### Keywords:

Small-Scale Biodigesters; Biogas; Family Farming.

**Forma de citar:** Butti, M., Huerga, I., & Venturelli, L. (2022). ¿Cómo dimensionar un biodigestor rural familiar?. RedBioLAC, 6(2), 38-42.

## Cálculos para el dimensionamiento del biodigestor

Se detalla a continuación el ejemplo de cálculo para un biodigestor familiar.

Generación diaria de residuos: 20 kg/d

Tipo de residuos generados: Restos de comida, estiércol bovino, cama de pollo.

**Tabla 1** | Características físicas de los desechos sólidos.  
Fuente: INTA (2014).

Tipo de residuo	Cantidad (kg/d)	% ST <sup>1</sup>	%SV <sup>2</sup>
Residuos de cocina	15	17,7	81,4
Estiércol bovino	3,3	24,2	71,8
Cama de pollo	1,7	50	92,2

Experimentalmente se ha demostrado que una carga en digestores semicontinuos no debe tener más de un 8 a 12 %

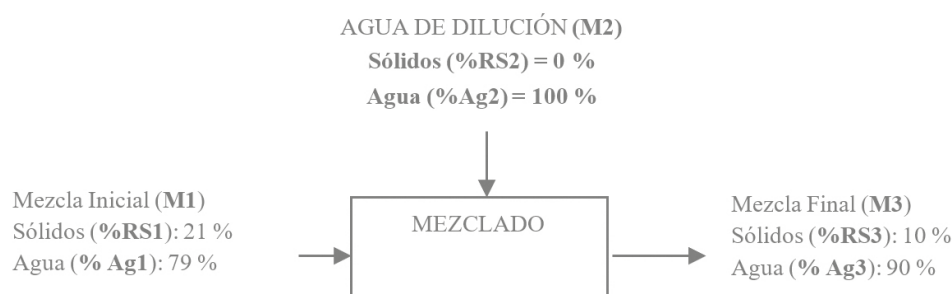
de sólidos totales para asegurar el buen funcionamiento del proceso (Ministerio de Energía de Chile, 2010). Para obtener un cálculo del total de agua a agregar, primero se debe calcular el contenido de sólidos de la mezcla:

$$\%ST = \frac{\sum_{i=1}^n kg_{-residuo_i} \times \%ST_{-residuo_i}}{kg_{-total} - residuos} \quad (1)$$

Para este caso:

$$\%ST = \frac{15kg/d \times 0,177 + 3,3kg/d \times 0,242 + 1,7kg/d \times 0,5}{20kg/d} = 21\%$$

Este resultado indica que en 100 kg de mezcla tengo 21 kg de materia seca y 79 litros de agua. Mediante un simple balance de masas puedo identificar la cantidad de agua a agregar. Se realiza el cálculo para llevar 1 kg de residuos con estas características al 10 % de ST:



Las ecuaciones del balance de masas son las siguientes:

Para la mezcla:

$$M1 = M2 + M3 \Rightarrow 1kg = M2 + M3 \quad (2)$$

Para el agua:

$$M1x\%Ag1 = M2x\%Ag2 + M3x\%Ag3 \Rightarrow 1kg \times 0,79 = M2 \times 1 + M3 \times \%Ag3 \quad (3)$$

Para los sólidos:

$$M1 \times \%RS1 = M2 \times \%RS2 + M3 \times \%RS3 \Rightarrow 1kg \times 0,21 = M2 \times 0 + M3 \times 0,1 \quad (4)$$

De (4) se obtiene que

$$M3 = 0,21 \times 1kg / 0,1 = 2,1kg \quad (5)$$

Reemplazando este valor en (2)

$$M2 = 2,1kg - 1kg = 1,1kg \quad (6)$$

Este valor se puede verificar en la ecuación (3)

Del balance de masas obtenemos que, por cada kilogramo de residuos, es necesario agregar 1,1 kg (o bien, 1,1 litros) de agua. En función de la cantidad de residuos (base húmeda) diarios generados, el total de agua por carga será:

Litros de agua = 1,1 L/kg residuo x 20 kg/d = 22 litros de agua

El volumen total de la carga, considerando que la densidad de los residuos orgánicos es similar a la del agua, es la siguiente:

$$\text{Volumen total} = \text{Volumen de agua} + \text{volumen de residuos} \quad \text{Volumen total} = 42 \text{ l/d} \quad (7)$$

<sup>1</sup>Sólidos totales: materia que se obtiene como residuo luego de someter a la muestra a un proceso de evaporación entre 103 y 105 °C. Desde otro punto de vista, representa el contenido de humedad.

<sup>2</sup>Sólidos volátiles: materia orgánica que desaparecerá luego de someter a la muestra a 550 °C. De esta depende la velocidad de carga.

Si se considera un tiempo de residencia de 45 días, se puede calcular el volumen del biodigestor con la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen} - \text{biodigestor} = TRH \times \text{volumen} - \text{residuos} \quad (8)$$

$$\text{Volumen Biodigestor} = 45 \text{ días} \times 42 \text{ l/d} = 2070 \text{ l} = 1,89 \text{ m}^3$$

Con este volumen obtenido, se verifica la velocidad de carga según la siguiente expresión:

$$\text{Velocidad carga} = \frac{\text{Material degradable (kg SV)}}{\text{Volumen}_{\text{BIODIGESTOR}}(\text{m}^3) \times \text{Tiempo}(d)} \quad (9)$$

El cálculo del material degradable se realiza de la siguiente manera:

$$SV_{\text{ por día}} = \sum_{i=1}^n \text{kg}_{\text{ residuo}_i} \quad (10)$$

$$\times \%ST_{\text{ residuo}_i} \times \%SV_{\text{ residuo}_i}$$

$$SV_{\text{ por día}} = 3,51 \text{ kg SV/d.}$$

$$\text{Velocidad de carga} = 3,51 \text{ kg SV/d} / 1,89 \text{ m}^3 = 1,85 \text{ kg SV/m}^3 \text{ biodigestor} \times \text{d.}$$

## Diseño y construcción del biodigestor

El biodigestor se diseñó y construyó con tanques plásticos, con agitación manual, sin calefacción, aislación de botellas plásticas y semienterrado). Se empleó un tanque de agua de 2500 litros, 80 % ocupado por la fase líquida y 20 % por la fase gaseosa. Para el caso del gasómetro, se estimó la cantidad (teórica) de biogás que se genera según los tipos de residuos a utilizar. En la [Tabla 2](#) se dan estos valores:

**Tabla 2** | Producción de biogás por tipo de residuo.

Tipo de residuo	Cantidad (kg/d)	Producción biogás (L/kg BH) <sup>3</sup>	Total
Residuos de cocina	15	75 – 120 <sup>4</sup>	1125
Estiércol bovino	3,3	15 – 40 <sup>5</sup>	49,5
Cama de pollo	1,7	80 - 120 <sup>6</sup>	136
TOTAL			1310,5

Como se puede ver se podrían generar alrededor de 1300 litros de biogás por día, que se destinaran a la cocción de alimentos y la producción de dulces. Como el biogás va a ser consumido en un momento específico del día necesita ser almacenado. Por lo que se diseñó y construyó un gasómetro de 1000 litros fabricado con tanques plásticos para poder almacenar el biogás a presión constante y para que esté disponible en los momentos del día donde necesita ser consumido.

Por otro lado, se diseñó y construyó una trampa de agua que también actúa como válvula de seguridad, un filtro

de sulfhídrico, un arrestallamas y un manómetro. En la [Figura 1](#) se puede ver el plano del biodigestor construido y en la [Figura 2](#) una imagen del mismo.

Por último, es importante mencionar que este tipo de modelo de biodigestor puede ser construido por las propias familias en poco tiempo y no requiere de mano de obra calificada para su construcción, además, todos los elementos requeridos son accesibles y pueden ser obtenidos localmente, ya que son los mismos que se utilizan para el agua corriente.

<sup>3</sup>Se tomaron los valores menores de este rango.

<sup>4</sup>Gropelli – Giampaoli 2001;

<sup>5</sup>Gropelli – Giampaoli 2001

<sup>6</sup>Ministerio de Energía de Chile, 2010.

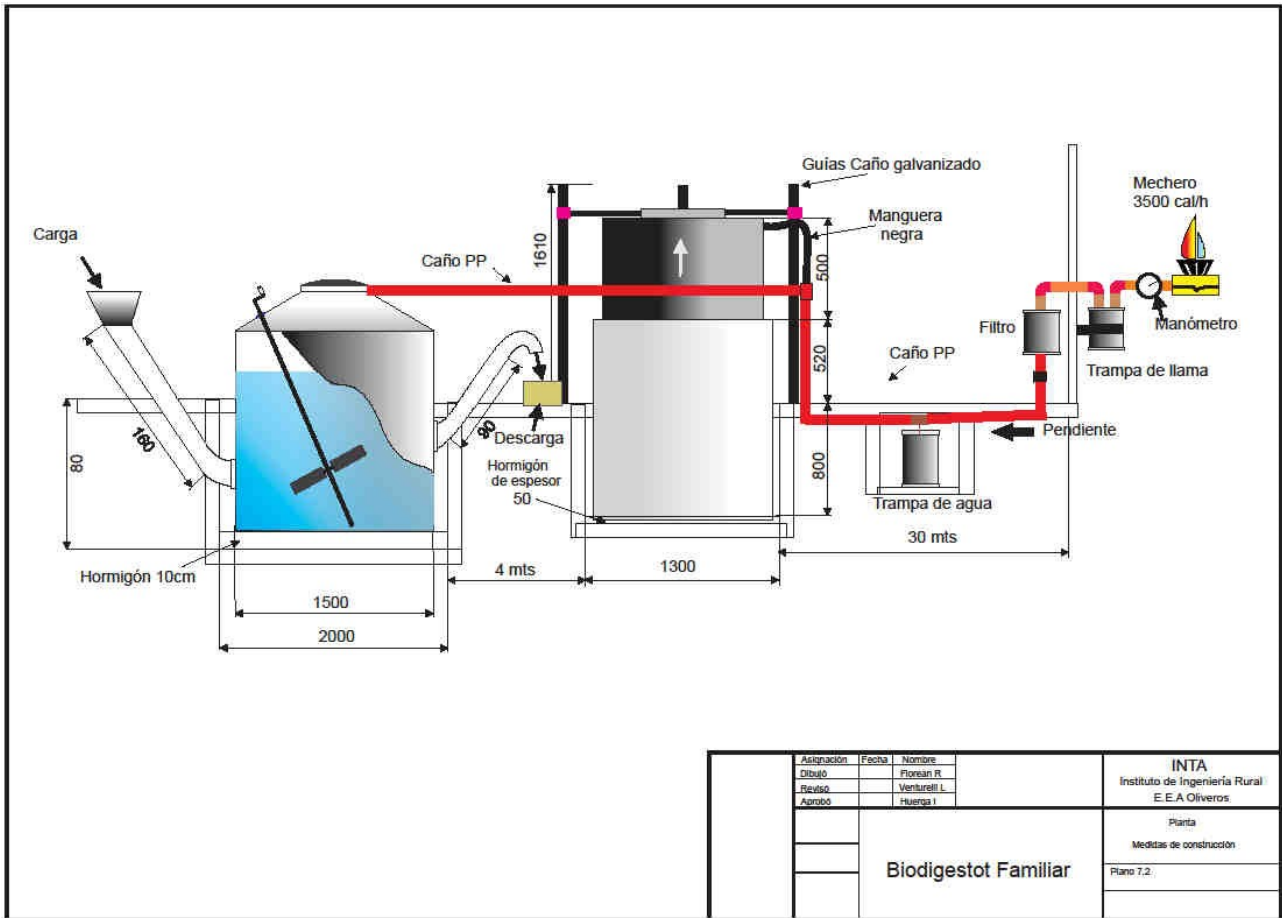


Figura 1 | Plano de Biodigestor Familiar.



Figura 2 | Imagen Biodigestor Familiar.

## Referencias

Venturelli, L.; Butti, M., & Huerga, I. (2014). Biodigestores de pequeña escala: un análisis práctico sobre su factibilidad.

Ministerio de Energía de Chile. FAO. (2011). Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables. Manual de Biogás Proyecto CHI/00/G32

Groppelli, E.; & Giampaoli, O. (2001). El Camino de la Biodigestión. Primera Edición. Editorial UNL: Santa Fe: 189 p.