

## **Tema: Programa para el diseño y dimensionamiento de biodigestores.**

### **AUTORES:**

- ❖ Ing. Químico Orlando Marquetti Lafargue ([marquetti@catedes.gtmo.inf.cu](mailto:marquetti@catedes.gtmo.inf.cu) )
- ❖ Ing. Químico Herguenis Gamboa Domínguez

### **RESUMEN.**

En la provincia Guantánamo se ha producido últimamente un incremento sustancial de la masa porcina y ganadera y con ello un incremento de la carga contaminante que genera la deposición de los residuales sólidos que se producen diariamente, dígase excreta animal, la cual no se trata adecuadamente y cuyo fin es un foso común mal llamado laguna de oxidación, que no cumple con ninguno de los requisitos técnicos para su operación. Esta situación provoca además la reducción o eliminación de ecosistemas debido a la agresividad de las sustancias químicas que caracteriza a estos residuales. Teniendo en cuenta que los biodigestores son una solución a este problema, creamos un biodigestor de cúpula fija tipo GBV a partir de la elaboración de un programa de computación que permite diseñar de forma rápida y sencilla un sistema de tratamiento de residuales, el que puede ser generalizado por entidades estatales y privadas del país.

### **SUMMARY.**

In the county Guantánamo has taken place a substantial increment of the swinish mass and cattleman lately and with it an increment of the polluting load that generates the deposition of the residual solids that you take place daily, say animal it is excreted, which is not appropriately and whose end is a moat common not well called lagoon of oxidation that doesn't fulfill none of the technical requirements for its operation. This situation also causes the reduction or elimination of ecosystems due to the aggressiveness of the chemical



substances that characterizes to these residual ones. Keeping in mind that the biodigestores is a solution to this problem, let us believe a biodigestor of dome fixed type GBV starting from the elaboration of a calculation program that allows to design in a quick and simple way a treatment system of residual, the one that can be generalized by state and private entities of the country.

## **INTRODUCCION.**

Durante los últimos años ha habido un incremento significativo de los convenios porcinos y vacunos no solo en Guantánamo, sino en todo el país, provocado por la necesidad de aumentar las importaciones, las que ahorran a la economía nacional gran cantidad de capital y reducen la necesidad de encontrar y contratar con empresas capitalistas cuyo estabilidad comercial se hace en ocasiones inestable, provocando la búsqueda constante de nuevos suministradores con los que no siempre se logran convenios económicamente factibles.

Las ventajas económicas que favorecen la creación de estos convenios con el estado han provocado un aumento sustancial de la masa porcina y ganadera en toda la provincia y con



**Fig. 1 Foso usado como laguna de oxidación.**

ello un incremento de la carga contaminante que genera la deposición de los residuales

sólidos que se producen diariamente, dígame excreta animal, la cual no se trata adecuadamente y cuyo fin es un foso común mal llamado laguna de oxidación, que no



**Fig. 2 Fermentación espontánea de metano.**



cumple con ninguno de los requisitos técnicos para su operación, además de desbordarse durante las épocas de intensas lluvias, mezclándose con las aguas superficiales y con las aguas contenidas en el manto freático, haciéndolas no aptas para muchos usos.

Debido a la necesidad de tratar estos residuales muchas instituciones como la Universidad de Oriente, organizaciones religiosas, ONG, PNUD, CATEDES, el Instituto de energía de Ha Noi, Viet Nam, entre otras, han propuestos diversas metodologías para su tratamiento que tienen el inconveniente de ser muy complejas, lo cual hace difícil su realización por técnicos que no conozcan a profundidad el tema.

El diseño de digestores de primera generación para el tratamiento de las excretas de porcinos y vacunos es conocido por campesinos y pequeños productores no solo en Cuba, pues su construcción y operación favorece al medio ambiente, ya que al introducir la tecnología se reduce o eliminan las emisiones de metano a la atmósfera. Por otro lado se favorece el hogar por la adquisición de manera gratis de un combustible que posibilita a través del uso de otras tecnologías la obtención de iluminación, refrigeración y energía eléctrica. Se logra, además, una reducción o eliminación del uso de leña para la cocción de alimentos a partir del empleo del gas producido en cocinas de gas licuado. Todo esto favorece al país ya que se ahorra cantidades significativas de combustibles derivados del petróleo para los fines antes mencionados.

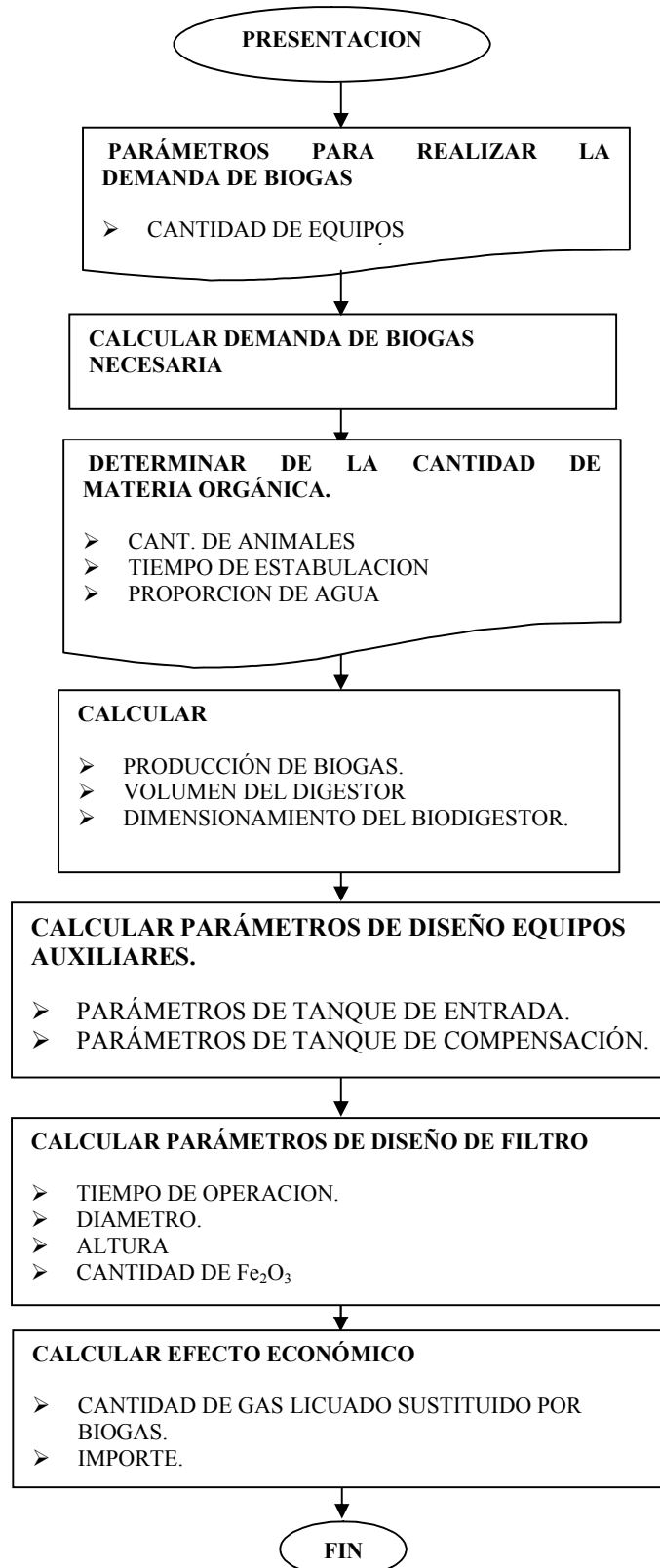
Teniendo en cuenta todos estos aspectos fue propósito de los investigadores crear un programa en Microsoft Excel para el diseño constructivo y de operación de biodigestores de cúpula fija para el tratamiento de residuales de pequeñas industrias y de las excretas porcinas y vacunas como materias primas fundamentales para la producción de biogás.



## DESARROLLO.

### MATERIALES Y MÉTODOS:

#### ALGORITMO DE CÁLCULO





## METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE COMPUTACIÓN EN MICROSOFT EXCEL.

- ANEXOS .1** *Hoja “Presentación”*. Aparece el nombre de la entidad donde se realizó el software, así como los autores del mismo.
- ANEXOS .2** *Hoja “Demanda de Biogás”*. Se introducen la cantidad y el tiempo de uso de los consumidores y se calculará la cantidad de biogás necesario para satisfacer la demanda.
- ANEXOS .3** *Hoja “Producción de Biogás”*. Se determina la cantidad de biogás que genera una cantidad determinada de animales y/o algunos desechos industriales.
- ANEXOS .4** *Hoja “Volumen del digestor”*. Permite determinar la cantidad de agua para la dilución de la materia orgánica, así como el volumen del biodigestor.
- ANEXOS .5** *Hoja “Dimensionamiento”* Determina todos los parámetros constructivos para la construcción de un biodigestor.
- ANEXOS .6** *Hoja “Tanques auxiliares”* Realiza el diseño de los tanques auxiliares con que cuenta la instalación.
- ANEXOS .7** *Hoja “Diseño de filtros de biogás”* Permite determinar las características fundamentales de un filtro de virutas de hierro para la eliminación del sulfuro de hidrógeno contenido en el biogás.
- ANEXOS .8** *Hoja “Efecto económico”* Permite conocer las toneladas de combustibles convencional sustituida por el uso de biogás, así como el efecto económico que esto genera.



## **CONCLUSIONES.**

La realización de este programa permitió:

- ❖ Contar con una herramienta para cuantificar las emisiones de metano que se pueden remover del medio ambiente a partir de la modelación matemática de las operaciones y dimensiones fundamentales de un biodigestor de cúpula fija.
- ❖ Diseñar de forma rápida y sencilla biodigestores anaeróbicos tipo GBV mediante la determinación de sus dimensiones fundamentales y variables de operación.
- ❖ Prever si es satisfactorio o no la construcción de biodigestores teniendo en cuenta las posibilidades de materias primas para su operación.
- ❖ Determinar la producción de biogás, su equivalencia a toneladas de petróleo combustible, así como el ahorro financiero que genera.

## **RECOMENDACIONES.**

- ❖ Realizar evaluaciones a biodigestores construidos en la provincia para mejorar los parámetros de cálculo del programa.
- ❖ Generalizar el diseño y construcción de biodigestores a productores porcinos de la provincia Guantánamo para el tratamiento de los residuales sólidos y líquidos, así como para el aprovechamiento del biogás producido para la cocción de alimento animal además de la producción de electricidad para el alumbrado y la refrigeración en zonas no electrificadas por el sistema eléctrico nacional.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

**ANEXOS 1.** Doan, Nguyen y Pham: Cálculo, diseño y construcción del equipo de biogás a gran escala con estructura de hormigón y acero. Método de filtración a H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> en el biogás. Instituto de Energía de Viet Nam, Ha noi, 10/ 2007.



**ANEXOS 2.** Grupo provincial de biogás Las Tunas: Conferencia Diseño de Biodigestores. Las Tunas. Cuba. 2008.

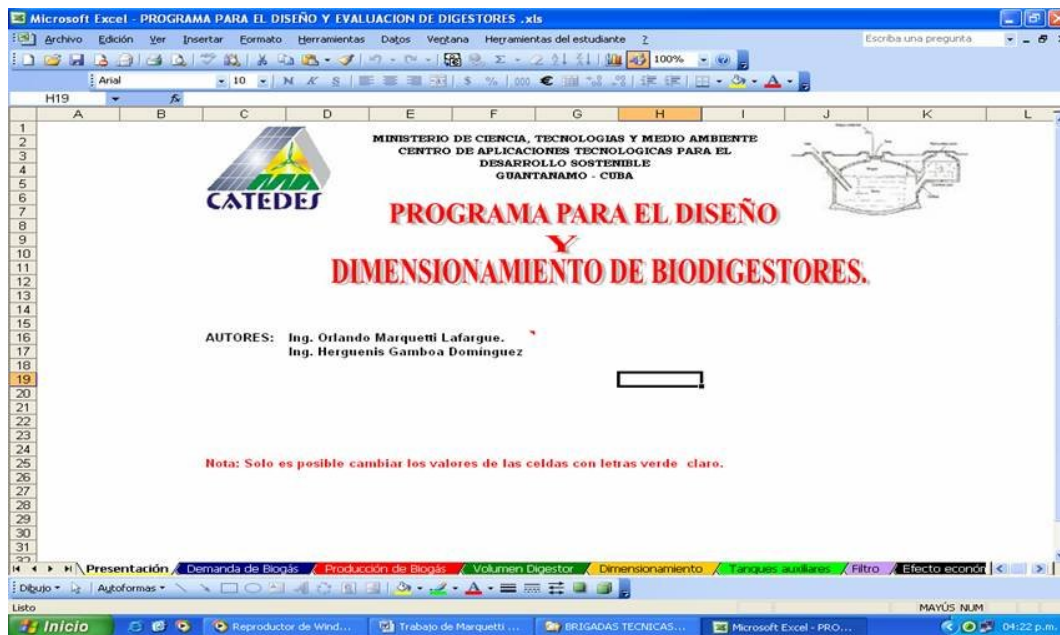
**ANEXOS 3.** Guardado, José Antonio: Diseño y construcción de plantas de biogás sencillas. Editorial Cuba solar.

**ANEXOS 4.** Hoan Chinh, Ban: Tecnología de biogás.

**ANEXOS 5.** Sánchez, José V.: Manual de Biogás. Centro Cristiano de Reflexión y Diálogo (CCRD).

## **ANEXOS.**

**ANEXOS 1. Hoja “Presentación”.** Aparece el nombre de la entidad donde se realizó el software, así como los autores del mismo.



**ANEXOS 2. Hoja “Demanda de Biogás”.** Se introducen la cantidad y el tiempo de uso de los consumidores y se calculará la cantidad de biogás necesario para satisfacer la demanda.







Microsoft Excel - PROGRAMA PARA EL DISEÑO Y EVALUACION DE DIGESTORES .xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Herramientas del estudiante ?

Esciba una pregunta

Arial 10

Barra de fórmulas

## Volumen del Digestor

ANIMALES	Tiempo retención Propuesto	Tiempo retención
Cerdo	40	40
Gallina	30	30
Vaca	40	40
Toro	40	40
Ternero	40	40
Caballo	30	30
Carnero	40	40
Persona	40	40
TOTAL	40	40

DILUCION	UM	Cantidad
Agua necesaria	m <sup>3</sup> /día	
Biomasa	m <sup>3</sup> /día	
Volumen carga diaria	m <sup>3</sup> /día	
Volumen del Digestor	m <sup>3</sup>	

Presentación Demanda de Biogás Producción de Biogás Volumen Digestor Dimensionamiento Tanques auxiliares Filtro Efecto económic

Inicio Reproductor de Wind... Trabajo de Marquetti... BRIGADAS TECNICAS... Microsoft Excel - PRO... 04:27 p.m.

**ANEXOS 5. Hoja “Dimensionamiento”** Determina todos los parámetros constructivos para la construcción de un biodigestor.

Microsoft Excel - PROGRAMA PARA EL DISEÑO Y EVALUACION DE DIGESTORES .xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Herramientas del estudiante ?

Esciba una pregunta

Arial 10

## Dimensionamiento

Radio básico	m
Unidad en metro	m
Altura de la Cúpula	m
Altura de la pared	m
Radio de la Cúpula	m
Diámetro	m
Altura del cono base	m
Volumen 1	m <sup>3</sup>
Volumen 2	m <sup>3</sup>
Volumen 3	m <sup>3</sup>
Volumen total	m <sup>3</sup>
Comprobación Vtotal	m <sup>3</sup>
% Error	#DIV/0!

Presentación Demanda de Biogás Producción de Biogás Volumen Digestor Dimensionamiento Tanques auxiliares Filtro Efecto económic

Inicio Reproductor de Wind... Trabajo de Marquetti... BRIGADAS TECNICAS... Microsoft Excel - PRO... 04:28 p.m.

**ANEXOS 6. Hoja “Tanques auxiliares”** Realiza el diseño de los tanques auxiliares con que cuenta la instalación.



SECCION	UM	CANTIDAD
Tanque de Entrada	m <sup>3</sup>	
Diámetro	m	
Altura útil	m	
Altura Total	m	0.200
Tanque de Compensación (Tipo GBV)	m <sup>3</sup>	
Diámetro	m	#DIV/0!
Altura útil	m	#DIV/0!
Altura Total	m	#DIV/0!
Tubos (preferentemente Plástico PVC)		
Entrada	mm	150 -200
Salida	mm	90-100

**ANEXOS 7. Hoja “Diseño de filtros de biogás”** Permite determinar las características fundamentales de un filtro de virutas de hierro para la eliminación del sulfuro de hidrógeno contenido en el biogás.

5	FLUJO DE BIOGAS	m <sup>3</sup> /día		
6	CONCENTRACION INICIAL H <sub>2</sub> S	%		
7	Masa a remover (H <sub>2</sub> S)	kg		
8	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	kg		
11	TIEMPO DE OPERACIÓN	Días	30	
12	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (durante el Periodo de operación)	kg		
15	<b>DIMENSIONES DEL FILTRO TUBULAR</b>		<b>UM</b>	<b>DIMENSIONES</b>
16	Diámetro interior	m	0.152	
17	Volumen específico de (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	kg/m <sup>3</sup>	1100	
18	Altura (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	m		



**ANEXOS 8. Hoja “Efecto económico”** Permite conocer las toneladas de combustibles convencional sustituida por el uso de biogás, así como el efecto económico que esto genera.

MAGNITUD	U.M.	CANT.
PRODUCCION DIARIA DE BIOGAS	m <sup>3</sup>	
EQUIVALENTE EN COMBUSTIBLE CONVENCIONAL	Ton.	
PRECIO ACTUAL DE PETRÓLEO	USD/Barril	
AHORRO ECONOMICO ANUAL	USD/Año	