FORO NACIONAL

DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS



Experiencia en la producción de biogás a partir de residuos orgánicos y su aplicación en áreas rurales

Dr. Santiago Gutierrez Vargas Fecha 27/10/2026

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE, MEDIO AMBIENTE Y AGUA
VICEMINISTERIO DE SEGURIDAD HÍDRICA, AGUA, SANEAMIENTO BÁSICO Y RIEGO

cooperación alemana DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Cofinanciado por la Unión Europea

Implementada por: giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Dr. Santiago Gtz-V

- Ingeniero Mecánico Campus Irapuato--Salamanca en 2008.
- En 2010 obtiene el Grado de Maestro en Ingeniería Mecánica.
- En el 2016 obtiene el Grado de Doctor en Ciencias en Ingeniería Química.
- Concluye su segunda Maestría en Gestión e Innovación Tecnológica.
- 2017 realiza una estancia Posdoctoral en la División de Ciencias de la Vida de la Universidad de Guanajuato.
- 2018-2021 en el programa de doctores incorporado a la industria. Director del departamento de Innovación.

Red BioLAC
Red de Biodigestores para Latino América y el Caribe

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO



FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Donde esta Guanajuato



FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Donde esta Guanajuato



FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

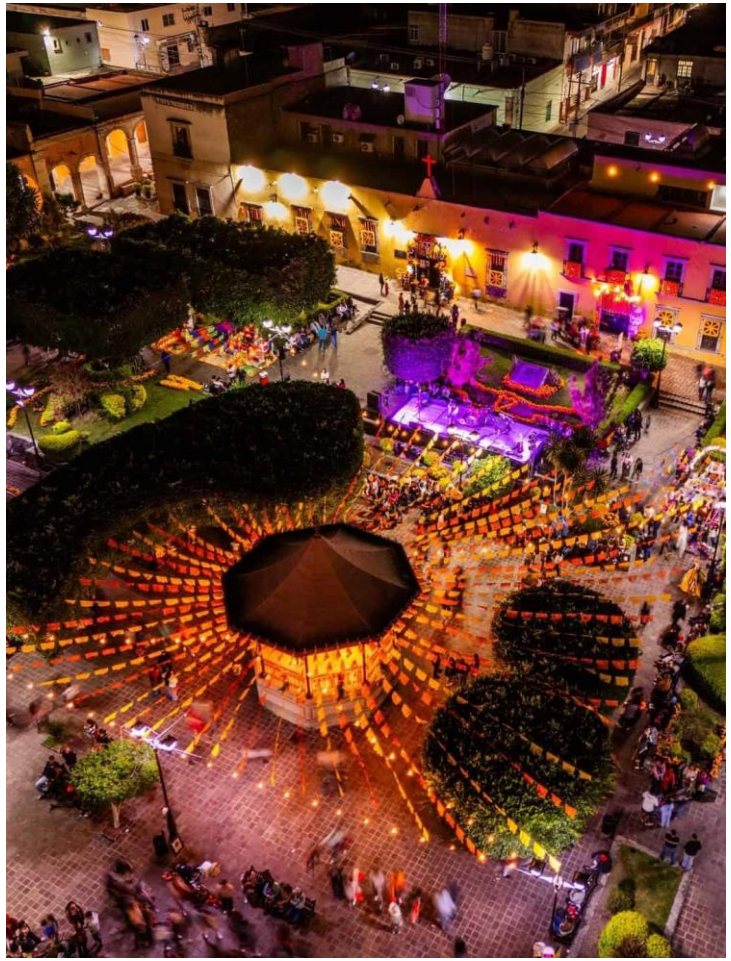
Donde esta Guanajuato



FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Donde esta Guanajuato





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Inicio









1. Lirio acuático.
2. Suero de leche.
3. Nopal.
4. Vinazas.
5. Lodos de Curtiduria.
6. Jitomate.
7. Central de abastos.
8. Brócoli.
9. Cuero.
10. Cebo.
11. Mango









FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

La ciencia



FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

La ciencia

Cuando no tienes nada… lo tienes todo

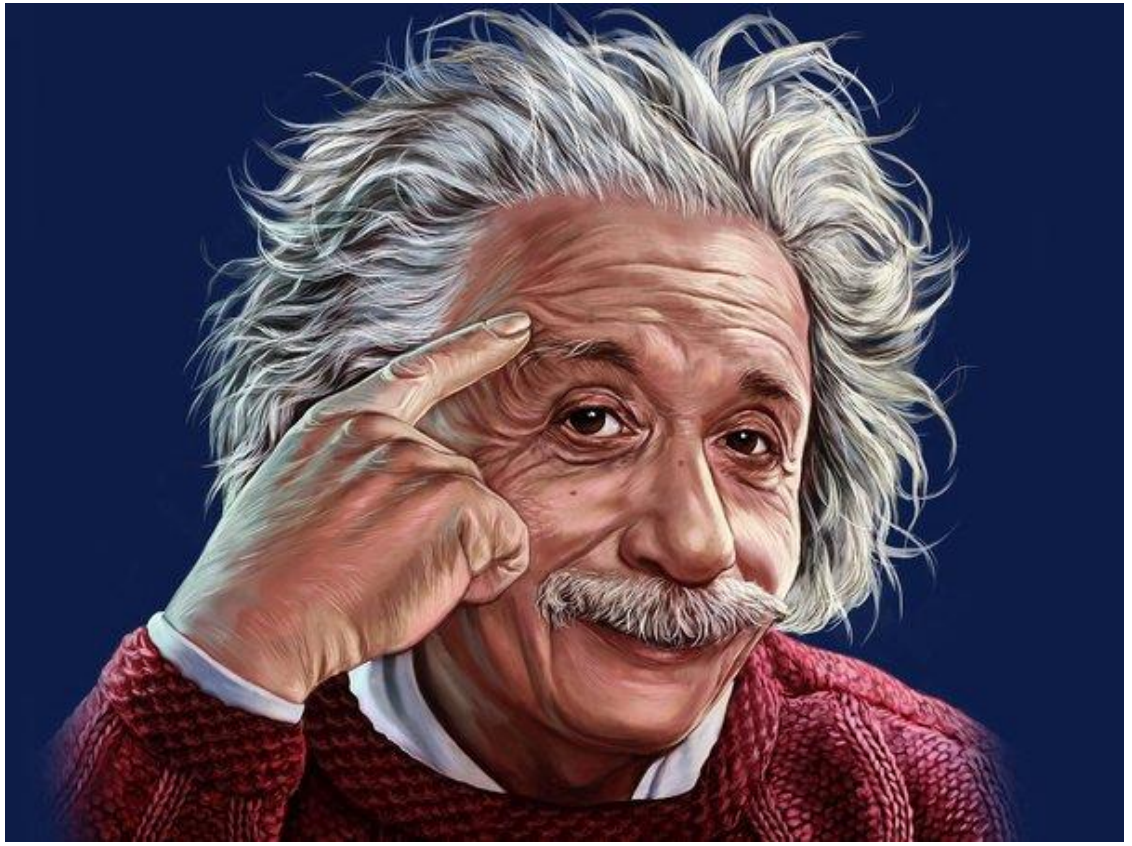


FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

La mentefactura



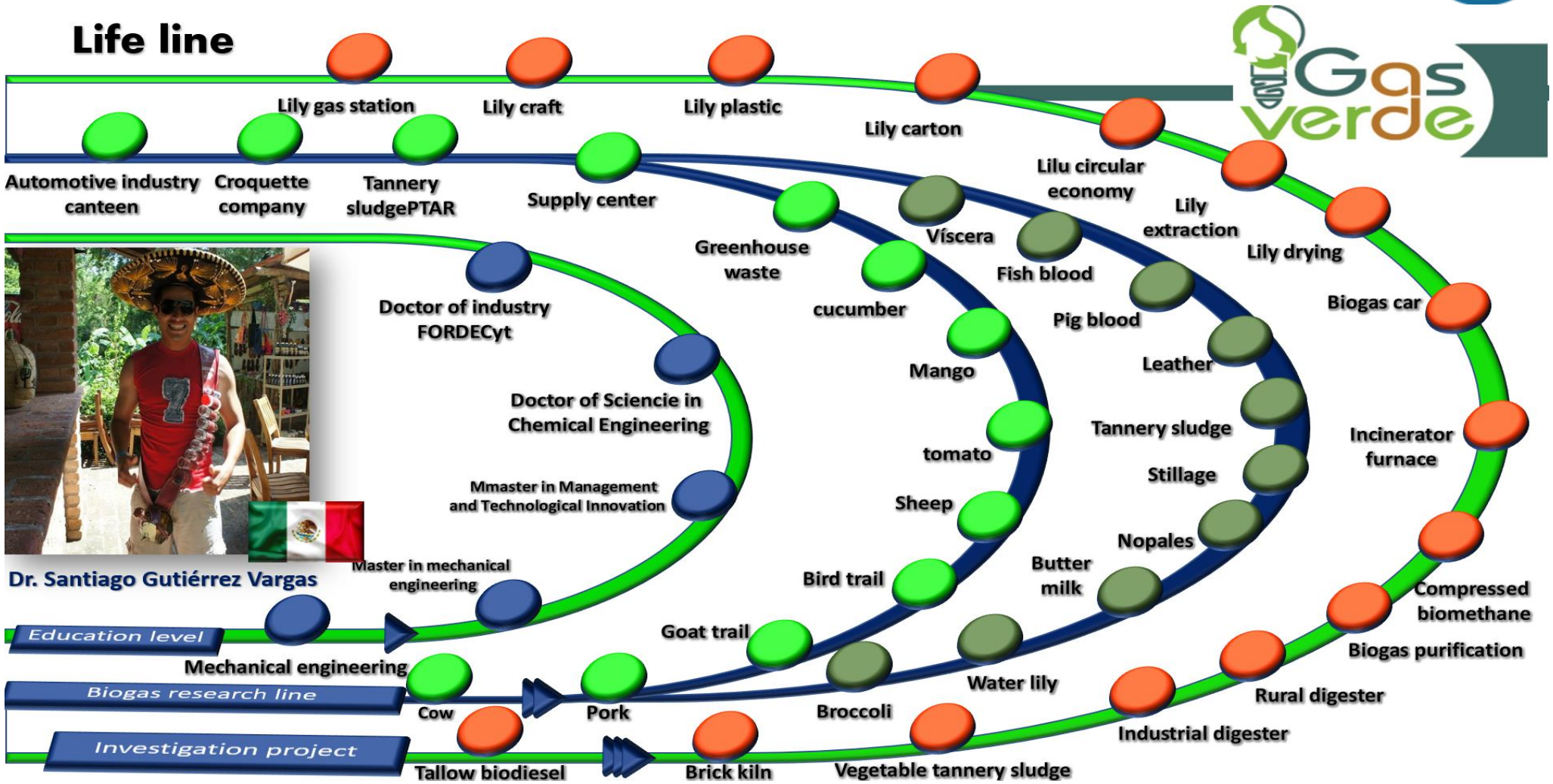


FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

Cuando no tienes nada… lo tienes todo

giz

Camino Gas Verde



FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Visión



Cambiar de sustentable a

- ✓ **Rentable**
- ✓ **Asequible**
- ✓ **Sostenible**

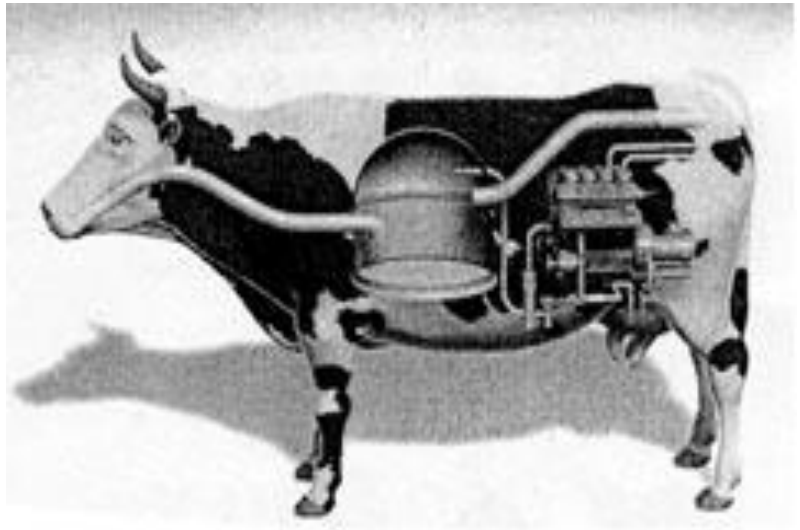
RAS de Santiago

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

Gas verde

giz

Inicio





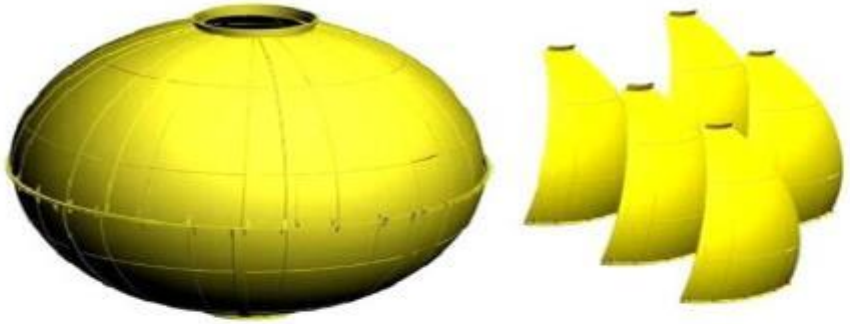
FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Inicio



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Prototipos de biodigestores prefabricados. a) Digestor casero para cocina de plástico reforzado, Dr. Johny Joseph. b) Digestor desmontable de fibra de vidrio, Shikun Cheng. c) Digestor domestico de Vietnam, Le Thi Thoa. d) Digestor de domo flotante, Rural Technology Institute. e) Digestor portable cilíndrico, Shikun Cheng. f) Digestor portable triangular, Karthink Rajendran. (Cheng et. al. 2014).

Inicio



Tubos de alimentación y extracción de materia



Biodigestor fuera de zanja

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Inicio



Polietileno de baja densidad



Polietileno de alta densidad

1981---1987---2008

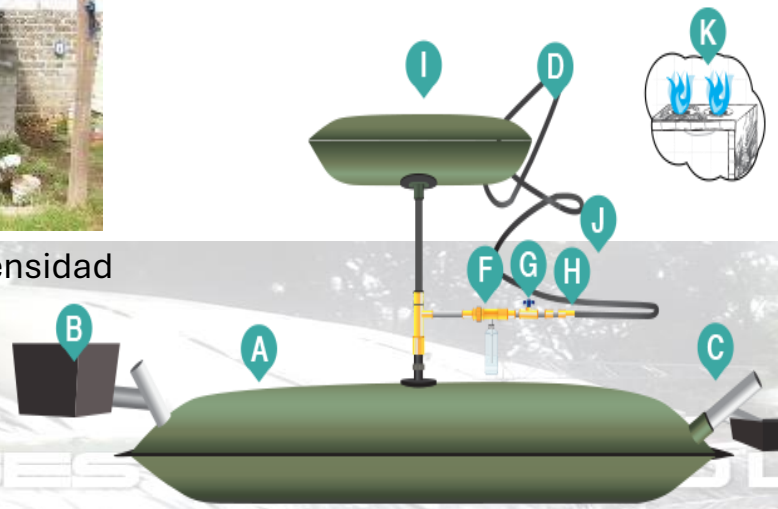




Imagen de un biodigestor tipo Taiwán operando en México



Sistema en batería

Ya sea de geomembrana de PVC o de polipropileno de baja o alta densidad, el diseño de un biodigestor tubular de bajo costo, basado en el diseño del biodigestor tipo “TAIWAN” desarrollado por Chung Po e implementado por Botero, presenta dos constantes problemas de operación, el primero se sitúa en el componente empleado para la extracción de biogás y el segundo en la válvula de seguridad del biodigestor.



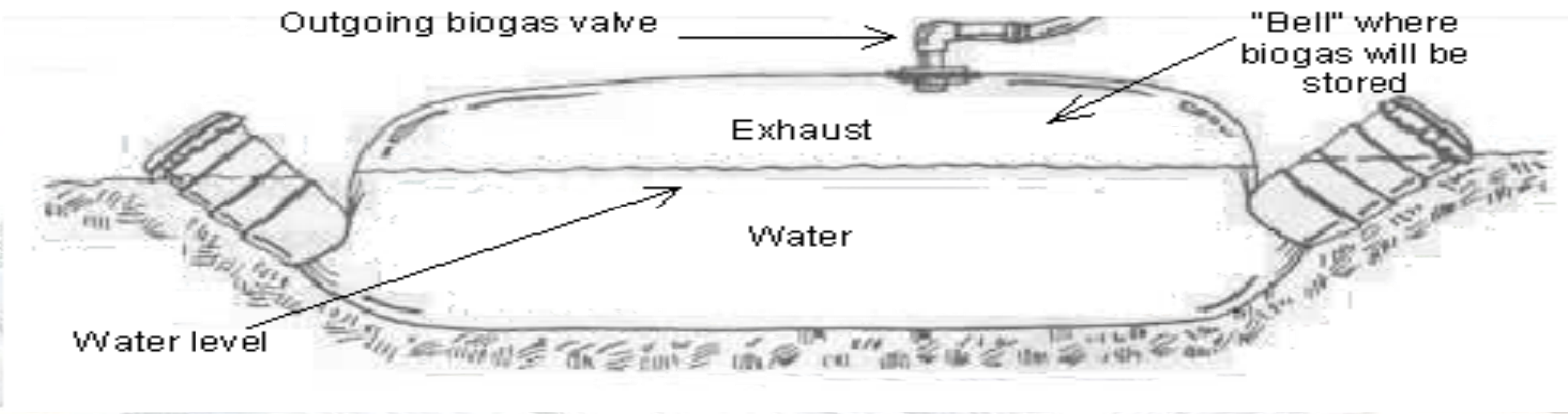
Válvula de seguridad

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Inicio

¿Que demonios es un biodigestor?









Es un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de animales y humanos, desechos vegetales-no se incluyen cítricos ya que acidifican-, etcétera) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Inicio



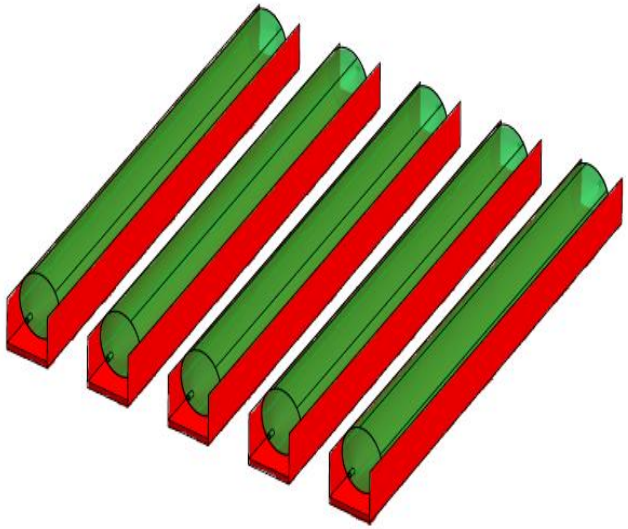


- ✓ Se realizó un viaje a Costa Rica por parte de Ernesto Camarena (asesor de tesis) y se aprende de la tecnología de biodigestores.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Inicio







- ✓ Se modifica el material a geomembrana de PVC con un primer prototipo de 5 biodigestores de 100,000 litros.

- ✓ Primer fracaso (100,000 litros).

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Inicio

✓ Se especializa en manufactura de PVC (siguen fallando los prototipos).







✓ Se buscan accesorios de PVC.

✓ Se logra implementar la tecnología para el pequeño ganadero de máximo 500 vacas.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Inicio





- ✓ Se busca el escalamiento de 100,000 litros hasta 500, 000 litros.
- ✓ Se inicia la era de biodigestores en Guanajuato y la generación de energía eléctrica a partir de biogás.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Inicio



✓ Se reinicia la tecnología.



✓ Se buscan accesorios de PVC.



✓ Se culpara al material… se repite el error.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

El camino



✓ Construcción.



✓ Transporte.



✓ Instalación.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

El camino



✓ Prototipo para exhibición rural.



✓ Biodigestor para ahorro de Gas LP de trabajadores.



✓ Biodigestor para productor de cajeta “Cabras”.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

El camino







✓ Biodigestor 17,000 litros.

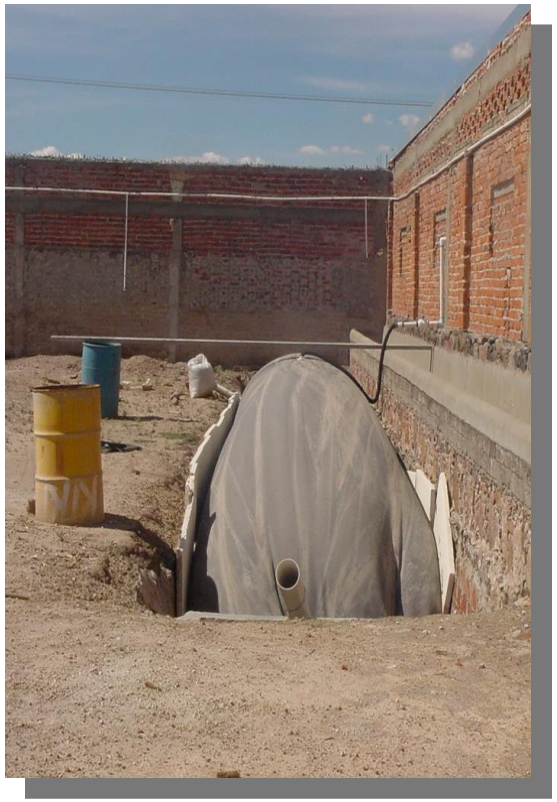
✓ Ahorro de Gas LP en producción de cajeta.

✓ Vermicomposta de efluentes de biodigestor.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

El camino



✓ Biodigestor de 50,000 litros.



✓ Biodigestor 10,000 litros.



✓ Nuevo prototipo.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

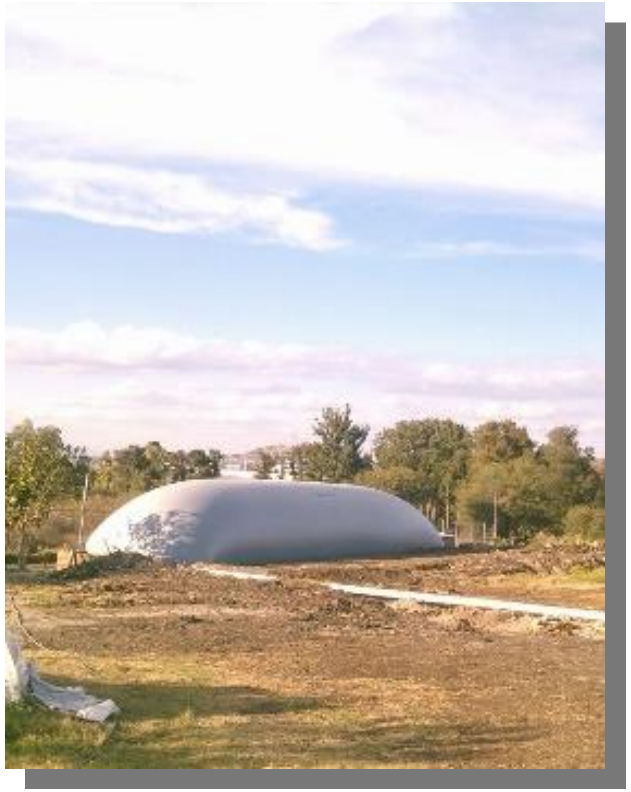
El camino



✓ Biodigestor de 50,000 litros.



✓ Biodigestor 10,000 litros.

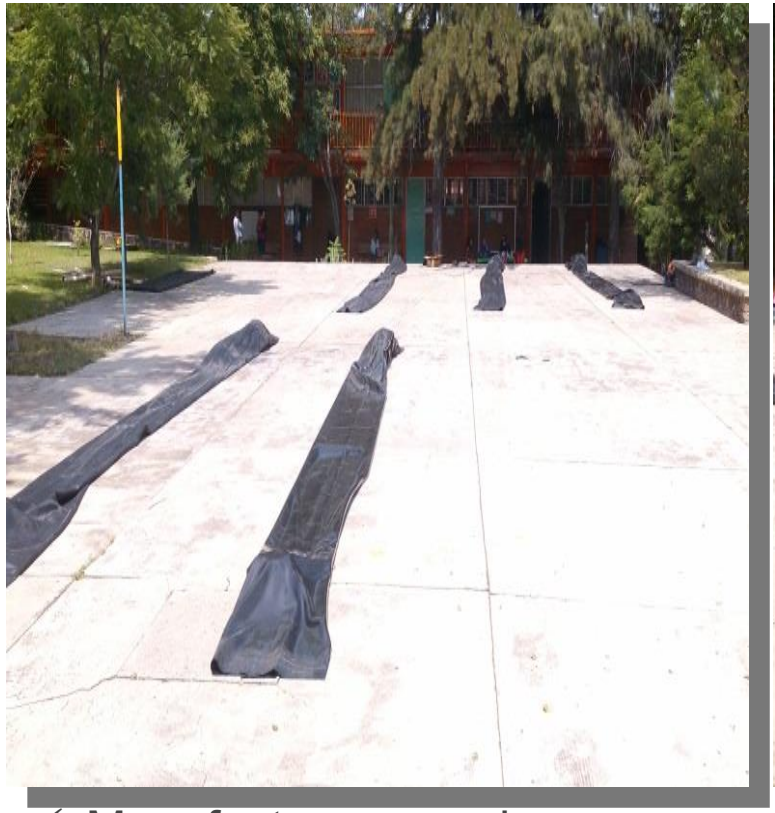


✓ Nuevo prototipo.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

El camino



✓ Manufactura en serie.



✓ Biodigestor 10,000 litros.



✓ Transporte.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

El camino



✓ Rápida manufactura.

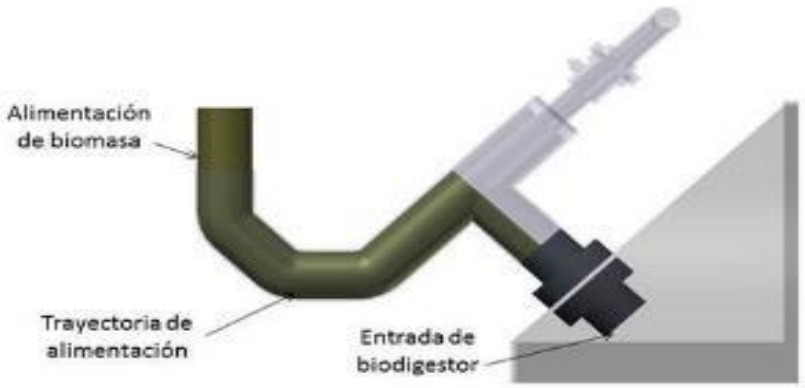


✓ Rápida instalación.

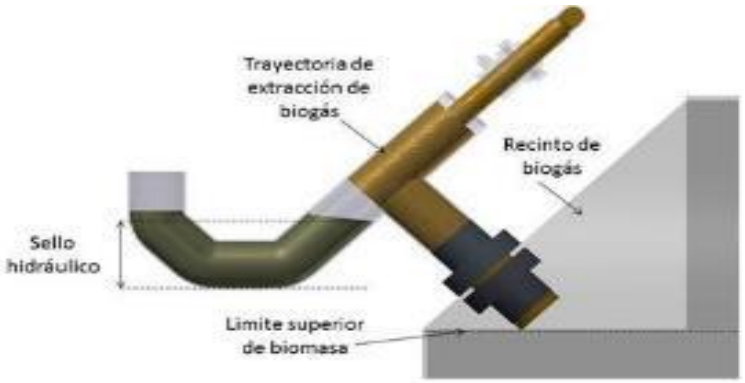
FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

El camino



(a)



(b)



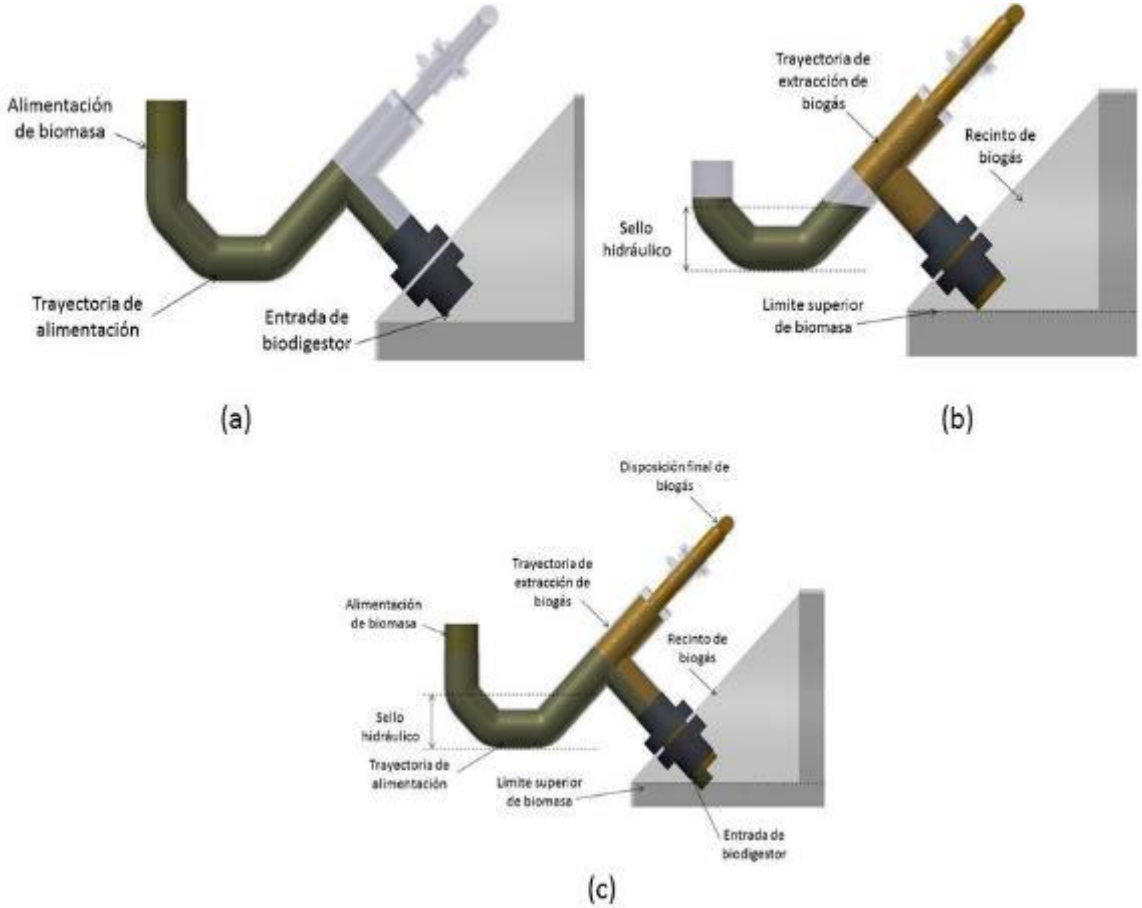
(c)

- ✓ Solución de fallas simples.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Inicio



Diseño del mecanismo de alimentación de biomasa y extracción de biogás para biodigestores tubulares de bajo costo.



Instalación de biodigestor.



Cimiento de alimentador.



Registro de alimentación.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

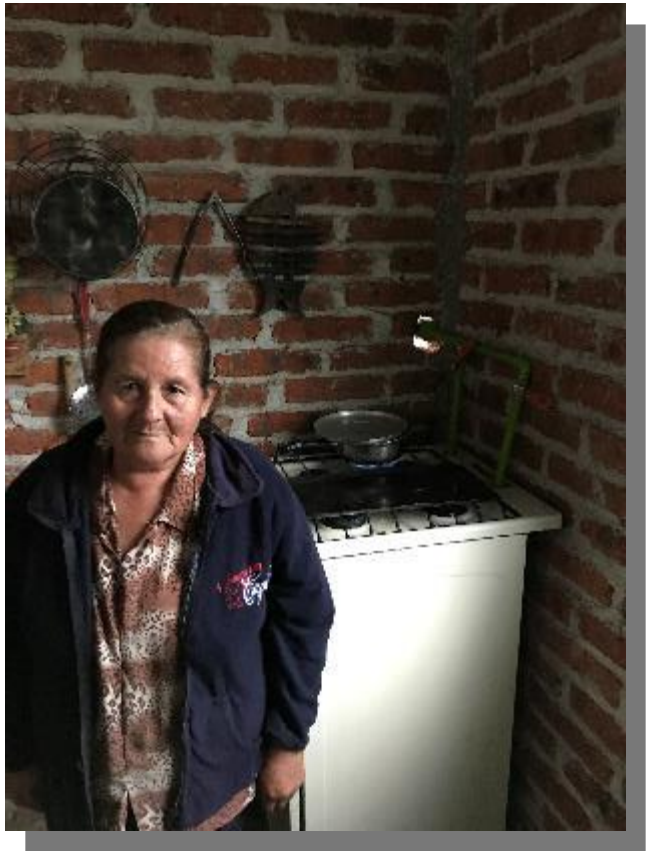
giz

Éxito





✓ Solución inmediata.



✓ Beneficiario final.



✓ Beneficiarios colaterales.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito

Registro de alimentación

Biodigestor

Materia prima

Usuario

Tubería de biogás

Cadena superior



Registro de salida

Extracción liquido

Extracción solido

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito



Registro de alimentación



Biodigestor





Almacén externo

FORO NACIONAL DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito



Tubería de biogás



Almacén de biogás



Usuaria final



Comal de biogás

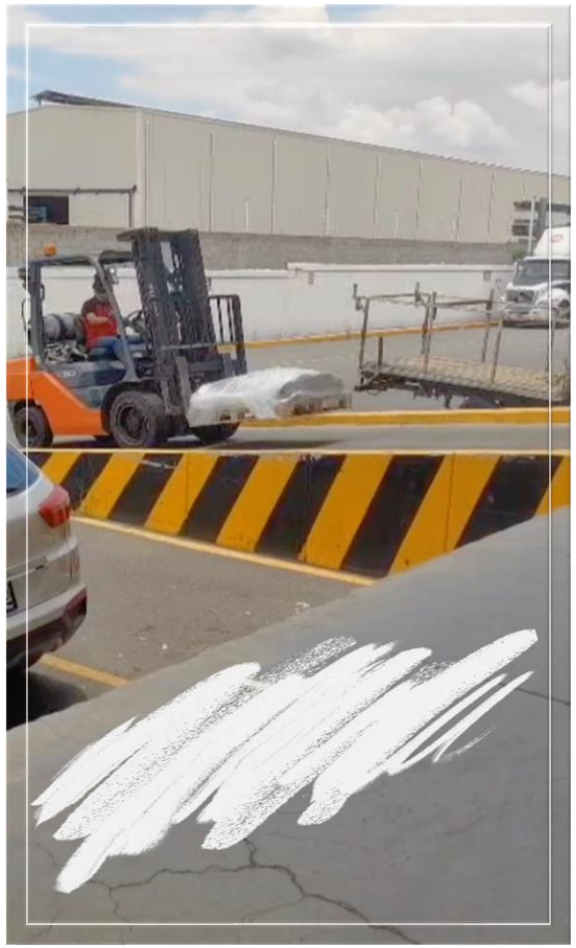


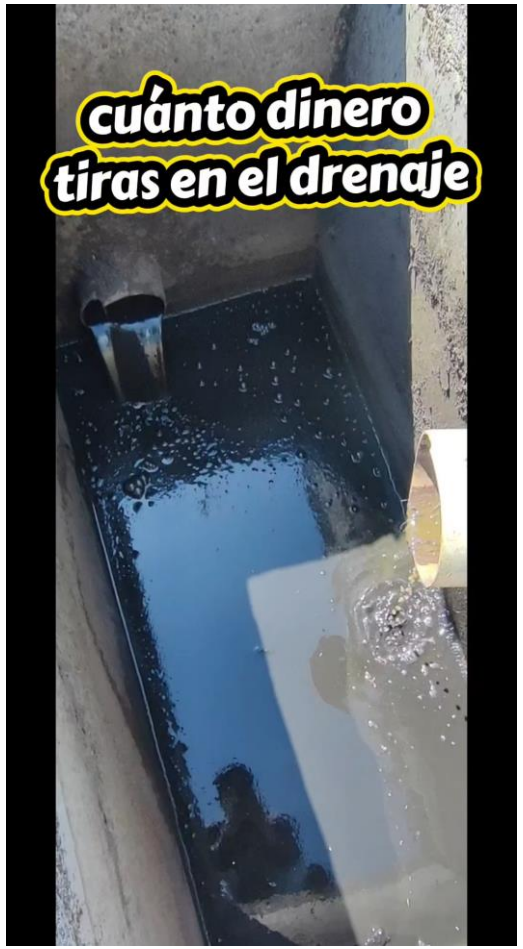
Estufa de biogás

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito post-covid





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito



✓ Análisis a escala laboratorio.



✓ Escalamiento en plantas demostrativas.



✓ Demostrar en campo la tecnología.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito



✓ Trabajar con el gobierno.



✓ Capacitar al gobierno y demostrar la tecnología.



✓ Garantizar al gobierno la tecnología.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

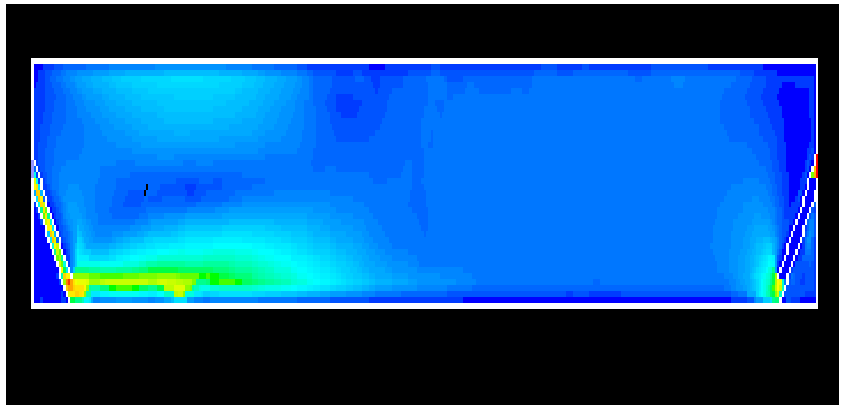
Éxito



✓ Capacitar a la siguiente generación.



✓ Implementar nuevos modelos.





✓ Pensar en la sociedad y el beneficio.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito





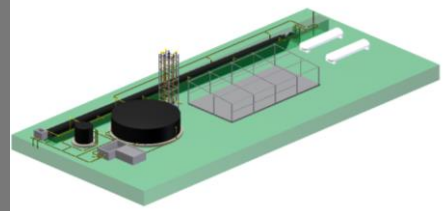




Figura 1. Mapa de proyectos exitosos implementados por el alumno.

Vinculación

- ✓ Trabajar en lo imposible.
- ✓ Dejar madurar la ciencia para la aceptación de la sociedad.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito







Operación en continuo “mezcla heterogénea”.

Por este motivo el estudio se concreto en la molienda del mango para sacar el máximo consumo de combustible y rendimiento del molino. Se obtuvo un promedio **80 kilogramos de mango por litro de gasolina empleado en un tiempo de 47 minutos**, por lo tanto para moler un kilogramo de mango se necesitaron 12.5 mililitros de gasolina y durante el escalamiento se consumieron **12.5 litros de gasolina por tonelada**. Las repeticiones de los datos de la molienda se muestran en la Tabla 1.

Éxito





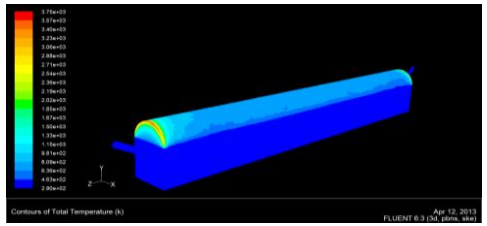
✓ Residuos de central de abastos.

✓ Cinco años en desarrollar la tecnología.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito















Biodigestor 2015









Central de abastos

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito





Biogás



Papel



Lancha de biogás



Electricidad



Estufa de biogas



Restaurantes

- ✓ Desarrollo de tecnología de biogás a partir de lirio acuático en 10 años.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito





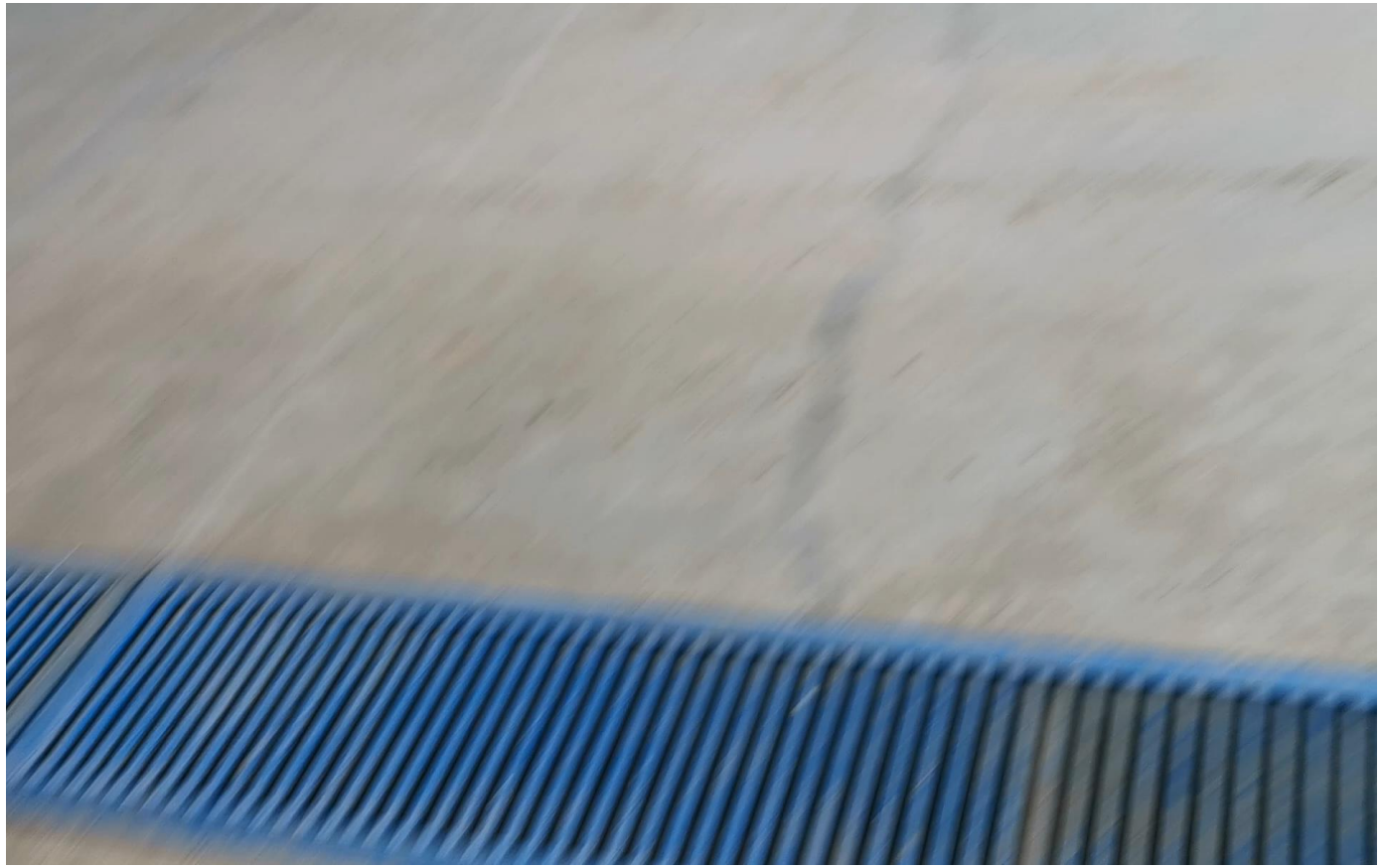


FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

- ✓ Desarrollo de tecnología de biogás a partir de purines de cerdo en 5 años.

giz

Éxito

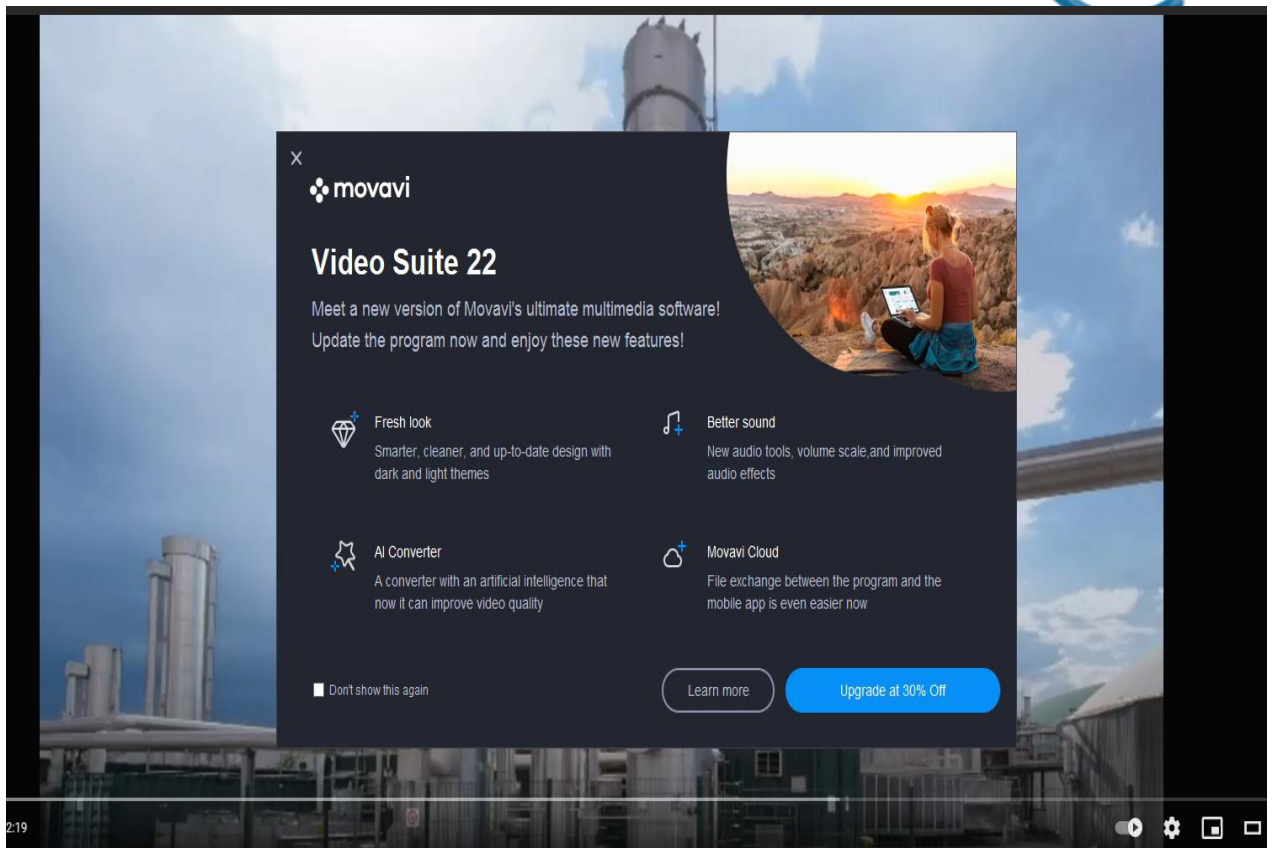




- ✓ Desarrollo de tecnología de biogás para esterilización de camiones en dos años.

Éxito





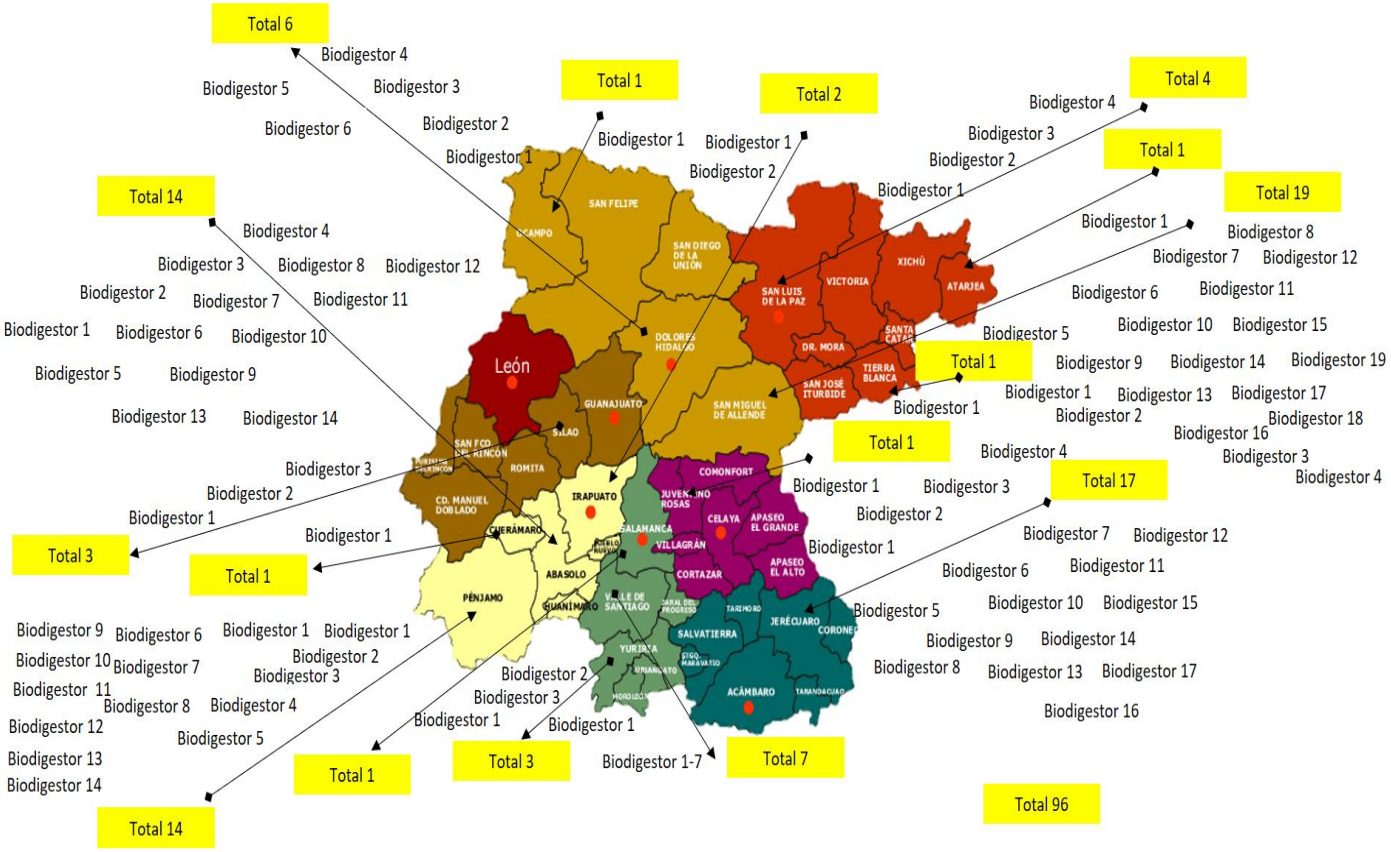
Asesor industrial.

Biometano

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito





✓ Desarrollo de tecnología de biogás en el sector rural en 6 años.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito

Indicadores logrados

Investigación

- Proyectos de vinculación
- Proyectos de vinculación internacional
- Formación de recursos humanos posgrado
- Articulo JCR
- Articulo congreso
- Línea de investigación

Desarrollo

- Diseño industrial
- Desarrollo tecnológico
- Formación de recursos humanos licenciatura
- Vinculación con organismos gubernamentales

Innovación

- Patentes
- Articulo de congreso
- Concurso de innovación
- Venta de productos
- Venta de servicios

Divulgación

- Video de divulgación
- Talleres
- Libros
- Congresos

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito

EnergyMet

TRANSFORMACION DE ENERGIAS RENOVABLES S.A. DE C.V.



GOBIERNO DE MÉXICO

Información importante Coronavirus COVID-19 | Trámites | Gobierno

Documentos | Comunicados y discursos | Galería y multimedia | Transparencia

› Secretaría de Economía › **Prensa**

Anuncian la Unión Europea y ProMéxico proyecto “Low Carbon Business Action in Mexico"

Aa+ Aa-

Tiene como meta concretar 40 acuerdos de cooperación entre empresas mexicanas y de la Unión Europea.

DIRECCIÓN GENERAL DE COMUNICACIÓN SOCIAL



Anuncian la Unión Europea y ProMéxico proyecto “Low Carbon Business Action in Mexico

Autor
Secretaría de Economía

Fecha de publicación



Fondo Internacional
“LOW CARBON”

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

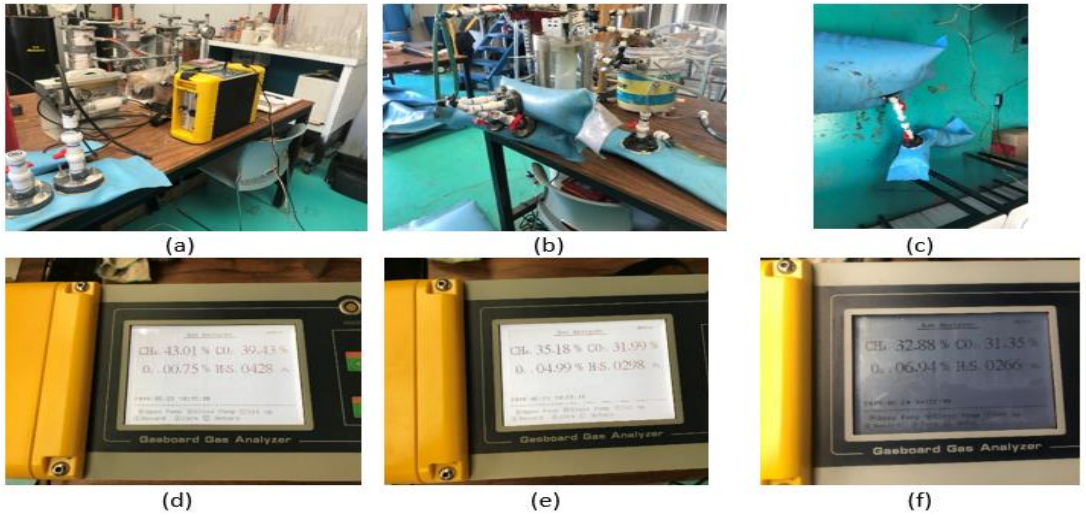
Éxito



IMPACTA 2018



Biogás de residuos viscerales

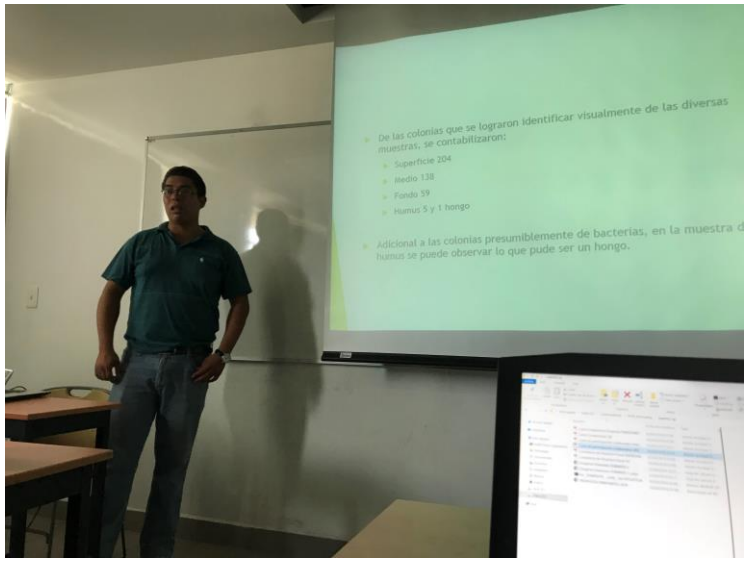


Inyección de oxigeno

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito



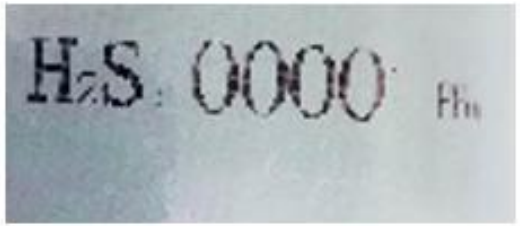
Colaboración
Posgrado en Biociencias
Universidad de Guanajuato



(a)



(b)



(c)

Prototipo de
purificación de biogás

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito



FORO NACIONAL DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

Fundación Guanajuato Produce



Vinculación con Porcicultores

giz

Éxito



Premio de Innovación 2019



1er Congreso de Energía UPG

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito



a) Biolite. b) Darfur. c) Ecocina. d) Envirofit. e) Stove Tec.

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito



Red Latino Americana



Platicas



Universidad Antonio Nariño
"Colombia"

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito

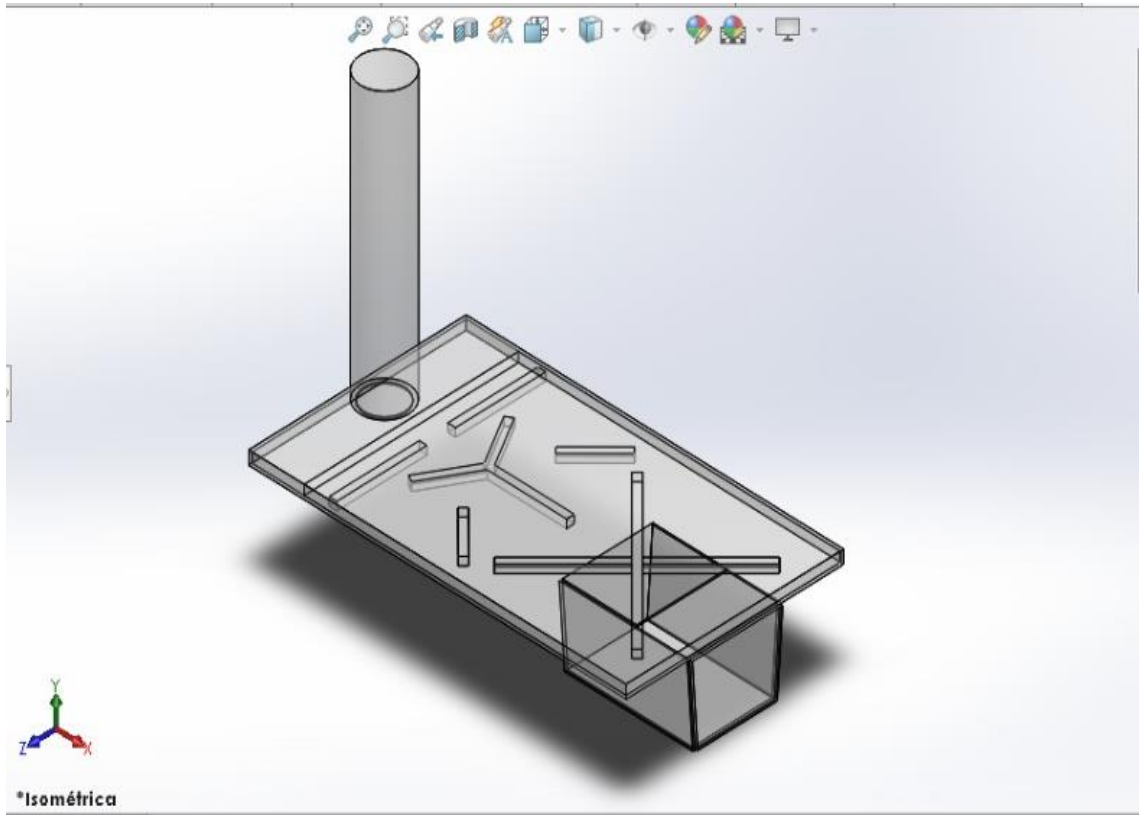


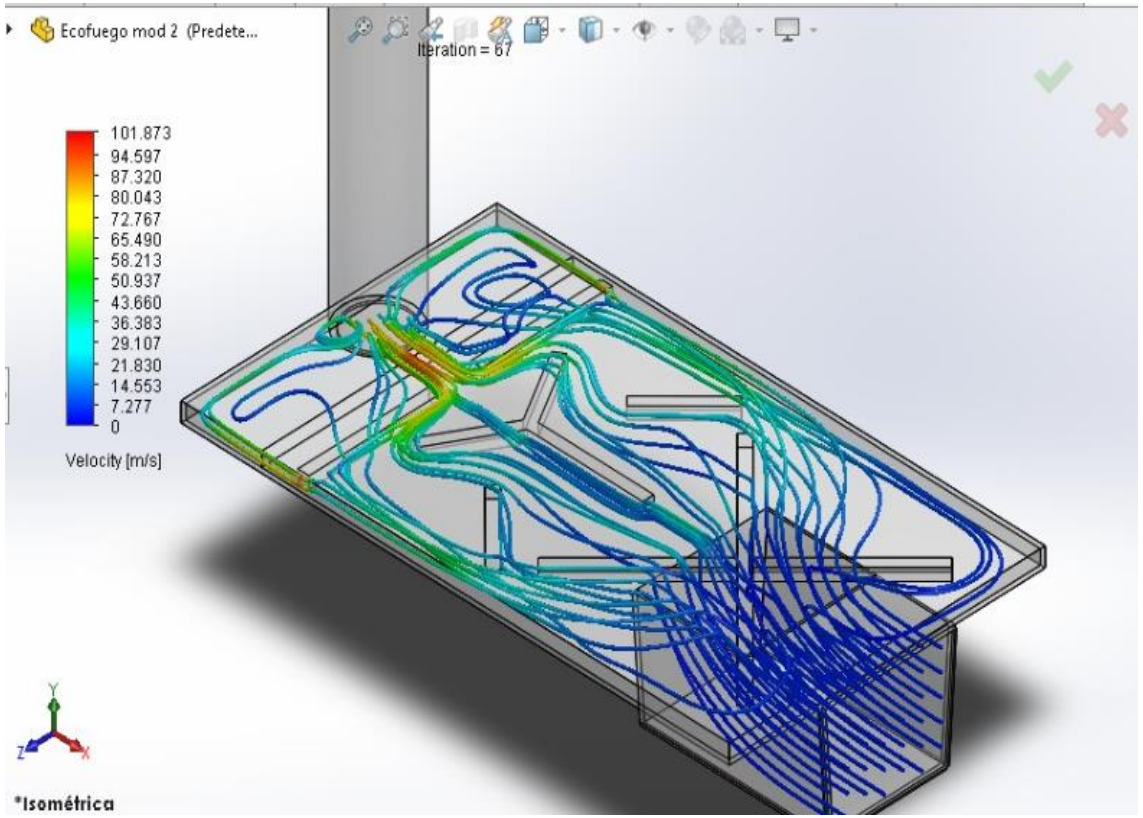


FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito

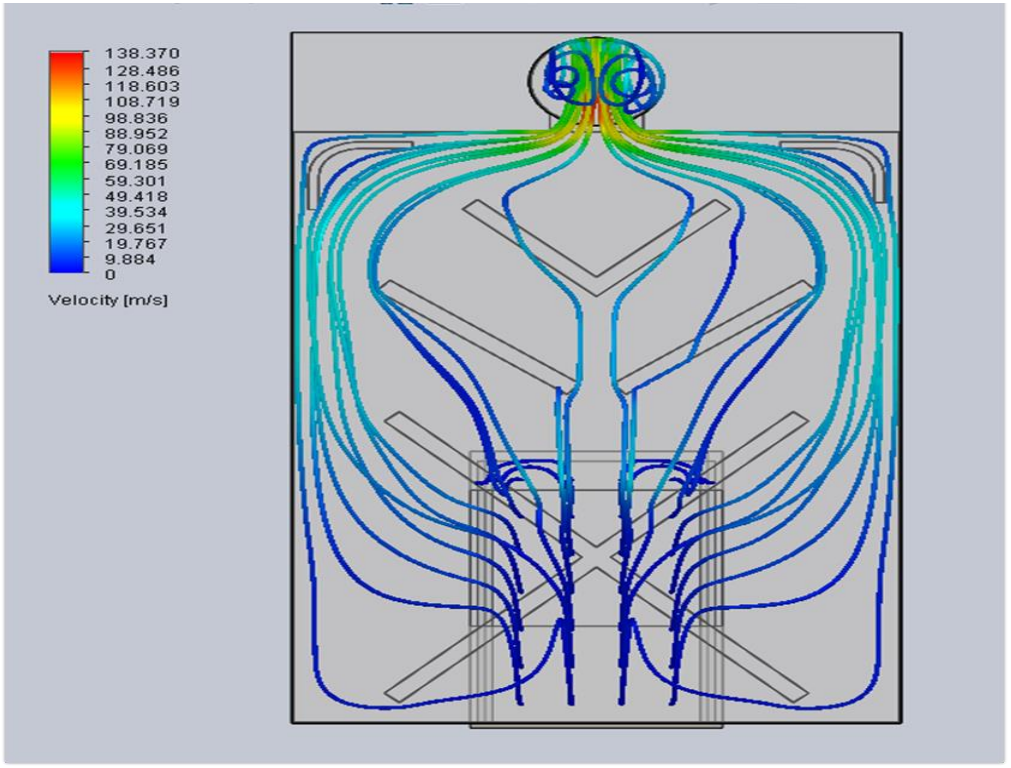


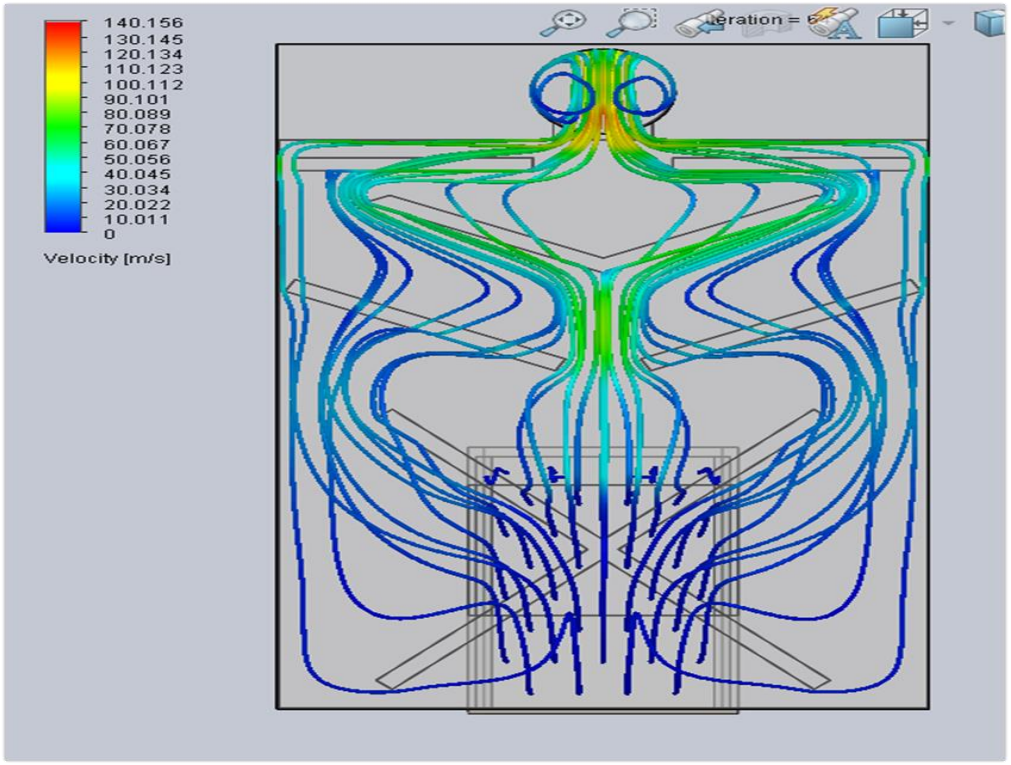


FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Éxito



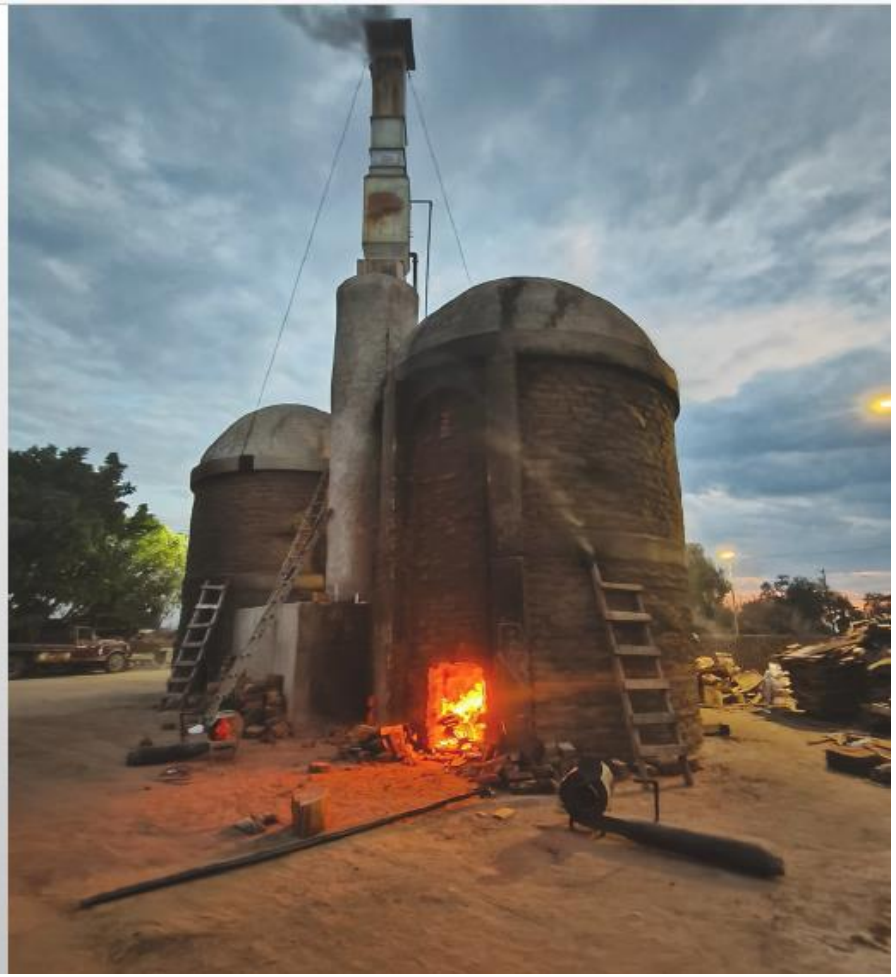


AGUA Y MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DEL AGUA Y MEDIO AMBIENTE

Horno MK-2

MANUAL



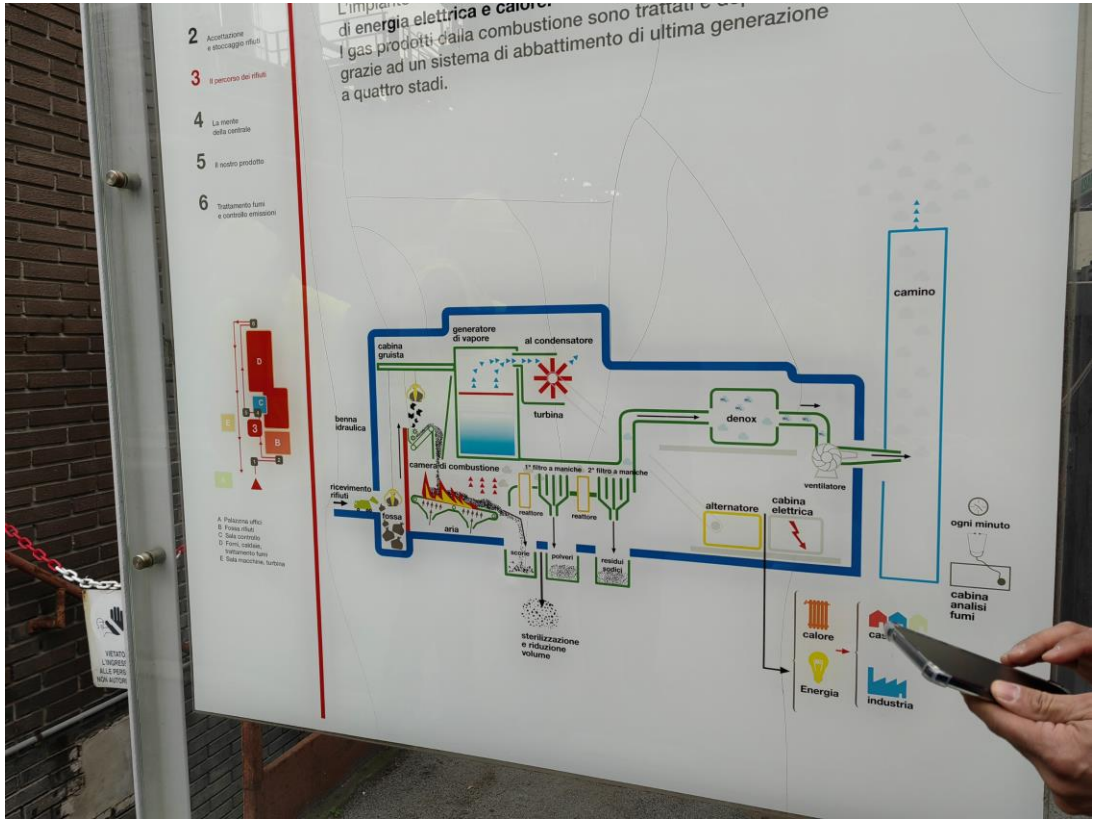
FORO NACIONAL

DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Europa





FORO NACIONAL

DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

Europa





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

Europa





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

Europa





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

Europa





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

Europa





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

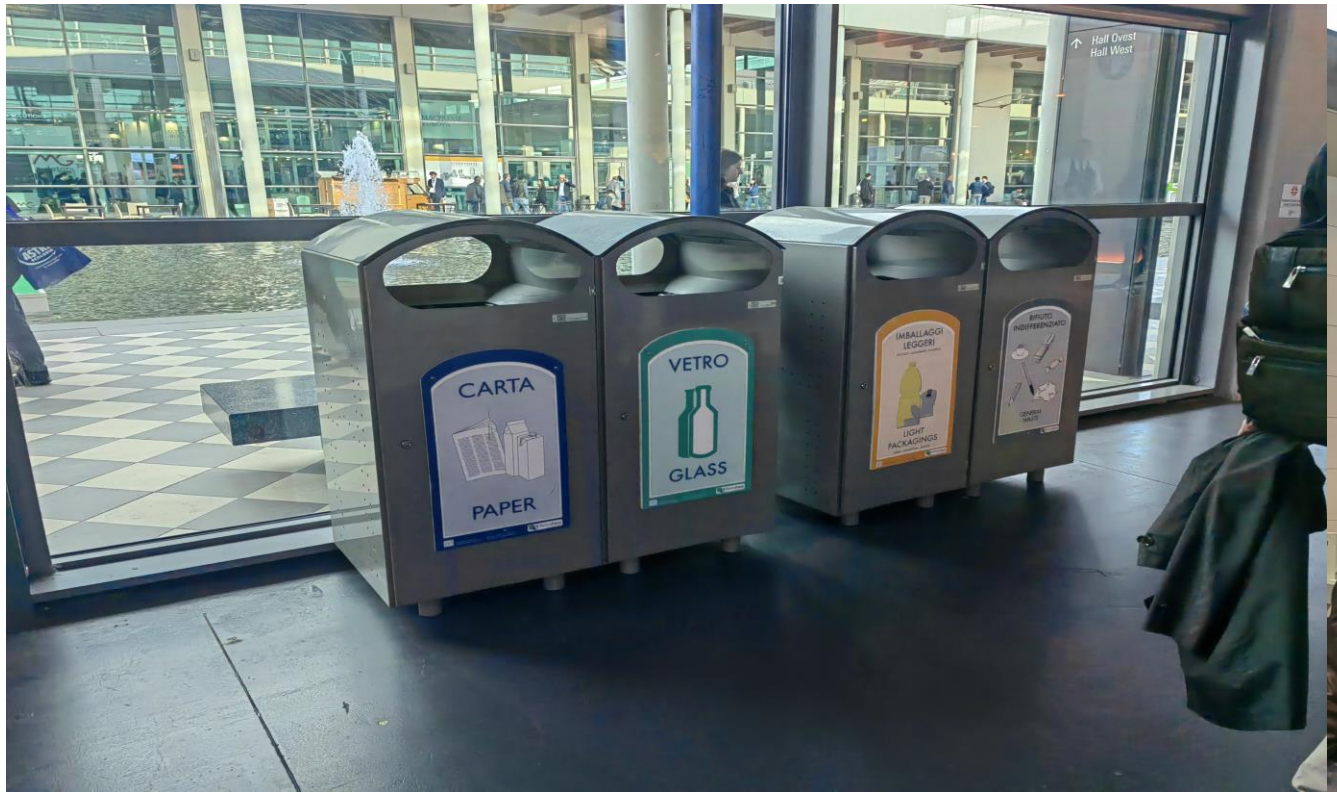
Europa





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

Europa





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

Europa





FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE RESIDUOS

Llenar el mapa







FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

Llenar el mapa



https://santiagogtz619.wixsite.com/drsantiago

FORO NACIONAL
DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

giz

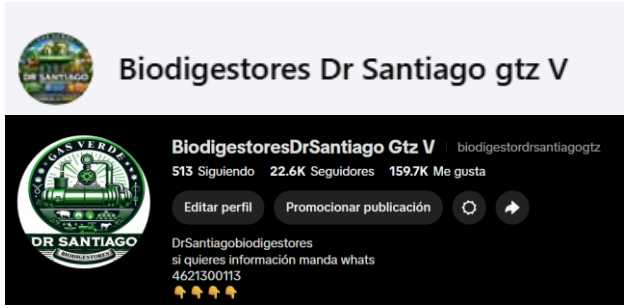
FORO NACIONAL

DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS

GRACIAS POR LA ATENCIÓN DISPENSADA

Contacto:
Dr Santiago Gutierrez Vargas
Email: santiagogtz619@gmail.com
s.gutierrez@ugto.mx
celular: +52 4621300113





MINISTERIO DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE, MEDIO AMBIENTE Y AGUA
VICEMINISTERIO DE SEGURIDAD HÍDRICA, AGUA, SANEAMIENTO BÁSICO Y RIEGO

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Cofinanciado por la Unión Europea

Implementada por:
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH