

## Modelamiento plantas de biogás utilizando estructuración de datos

Modeling of biogas plants through data structuring

Modelagem de usinas de biogás usando estruturação de dados

**Alejandro Javier Martínez-Peralta**

amartinez8875@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1176-5001>

**Byron Fernando Chere-Quiñónez**

bchere8077@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1886-6147>

**Raúl Clemente Ulloa-de Souza**

raul.ulloa@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1885-0161>

**Jorge Daniel Mercado-Bautista**

jmercado0070@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6055-1670>

**Luis Ernesto Charcopa-Paz**

luis.charcopa@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6186-9074>

**Christian Paul Restrepo-Lemache**

christian.restrepo@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2898-1184>

### RESUMEN

Este artículo está con base en una visión universitaria de cómo edificar una planta de generación eléctrica por biogás, para esto se planea utilizar un tipo de programación llamada programación por estructuración de datos el cual recogerá los datos suficientes para conformar una central a biogás en cualquier parte de todo el mundo solo usando datos del área simples y disponibles, esto reducirá la época de planificación y pondrá un mejor enfoque al proyectista de la central a biogás. Esto se lo ejecuta por el cariño que poseemos por el medio ambiente y la recuperación de ríos y fauna silvestre, nuestro objetivo es que existan facilidades gubernamentales en generar plantas de biogás para intentar la basura y desperdicios.

**Palabras Claves:** Biogás, Biogestor, Estructura de datos, Planificación.

### ABSTRACT

This article is based on a university vision of how to build a biogas power plant, for this it is planned to use a type of programming called programming by data structuring which will collect enough data to form a biogas plant in anywhere in the world just using simple and available area data, this will reduce the planning time and put a better focus on the biogas plant designer. This is done because of the love we have for the environment and the recovery of rivers and wildlife. Our goal is for government facilities to generate biogas plants to deal with garbage and waste.

**Index Terms:** Biogas, Bio Manager, Data structure, Planning.

### RESUMO

Este artigo é baseado em uma visão universitária de como construir uma usina de biogás, para isso está previsto usar um tipo de programação chamada programação por estruturação de dados que coletará dados suficientes para formar uma usina

de biogás em qualquer lugar. mundo usando apenas dados de área simples e disponíveis, isso reduzirá o tempo de planejamento e colocará um foco melhor no projetista da usina de biogás. Isso é feito pelo amor que temos pelo meio ambiente e pela recuperação dos rios e da vida selvagem, nosso objetivo é que haja instalações governamentais para gerar usinas de biogás para lidar com lixo e resíduos.

**Palavras-chave:** Biogás, Biomanager, Estrutura de Dados, Planejamento.

## I. INTRODUCCIÓN

En este documento se diseña un programa el cual proveerá datos de construcción de una planta ecológica de biogás o landfill gas; que es “una mezcla o potaje de diferentes clases de gases creados por la acción de microorganismos dentro de desechos humanos o animales” (Crisanto 2013) . Se dice que el waste o desechos a utilizar como materia prima son “desechos agrícolas y forestales, plantas acuáticas, desechos animales y basura urbana”(Crisanto 2013). Se proyecta hacer una forma más simple de planear un plan biogases de generación de energía, para ello requerimos conocer el proceso de organización de una planta, para la planeación son necesarios diagramas y pruebas de calidad.

El gas de vertedero (landfill gas que lleva por siglas LFG) es un subproducto natural de la descomposición del material orgánico en los vertederos. El biogás se compone de aproximadamente un 50 % de metano (el componente principal del gas natural), un 50 % de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y una pequeña cantidad de compuestos orgánicos distintos del metano (Sanitarios 2021).

Para comprometernos un poco más con la generación de energía renovable me capacite para conocer cómo se realiza un proceso de esto en nuestra región. Un caso muestra de eso es ver como se planifico una de las primeras plantas de biogás en nuestra región que se haya en la metrópoli de Quito en el relleno sanitario de Inga, esta región ha sido cambiada para generar 2MW de energía desde la recolección de 2100 toneladas de basura (solo parte de ella es usada para producir energía). Realizo mi artículo utilizando esta composición:

- 1) Obtención de datos
- 2) Proceso matemático
- 3) Análisis de resultados
- 4) Adquisición de equipos, métodos e instrumentos a utilizar en la planta

Según (Diario la Hora 2019) “Cada día se recogen 96 toneladas de desecho, que son arrojadas al botadero a cielo abierto”. El manejo de los desechos en Esmeraldas, es un tema en el que intervienen autoridades y ciudadanos, un ejemplo de ello fue el feriado de fin año, en donde se corroboró que las calles amanecieron repletas de basura. Según la última estadística de información ambiental, publicada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), cada ecuatoriano produce 0,58 kilogramos de residuos sólidos al día. En la provincia como tal, existen más de 500 mil habitantes, lo que reflejaría, 250 toneladas de basura diaria que debe ser tratada de una manera eficiente. En la provincia de Esmeraldas la recolección de basura no es eficiente por lo cual bastantes personas en los campos optan por lanzar sus desperdicios a los ríos o acuíferos, contaminando las aguas, además se reportan incendios provocados por pobladores de las metrópolis lejanas a la urbe debido a que se queman compuestos nocivos a la salud, como plásticos, llantas, cartón, papel etcétera. Una buena administración de la basura además tiene mucho que ver con la recolección y con la enseñanza de los pobladores para aguardar al recolector de basura y no impacientarse y lanzar su basura a los ríos o quemarla.

Lo cual deseamos hacer es apresurar el proceso de descomposición de las sustancias putrefactas habitualmente provistas en la basura o desperdicios de alcantarilla para un uso adecuado como lo es la generación eléctrica.

## II. PROCEDIMIENTO DEL TRABAJO

### A. Evaluación de la producción de biogás

Para conocer cuanta energía necesitamos se debe hacer cálculos para conocer variables importantes como lo son potencia instalada, caída de voltaje, cantidad de metano necesario para generar dicha electricidad. Según la tesis realizada para la obtención de una planta de biogás en Inga ciudad de Quito nos dice que “La biomasa es la que se produce en la naturaleza sin ninguna intervención humana como los bosques naturales”(Crisanto 2013). El más grande problema es juntar y mover el recurso al sitio de implementación. Esto puede ocasionar que nuestro plan sea económicamente poco posible. Se necesita evaluar la proporción de biogás producido por un relleno sanitario, en esta situación poseemos el relleno sanitario “El Paraíso” de la localidad de Esmeraldas. Este relleno consta con el problema de que está localizado en una ladera con tierra poco estable que puede llegar a desmoronarse en cualquier instante con el clima lluvioso de la urbe siendo esto una labor que especialmente es guiada por la vivencia. No obstante, la Agencia de Defensa Ambiental por sus siglas en ingles EPA indica 2 metodologías de cálculo aproximado para conocer el volumen de gas creado.

$$\text{BiogasGenerado} = \text{Factor ecenario} \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}} * \frac{\text{ton}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{\$25600 \text{ min}} \quad (1)$$

### B. Recursos de biomasa en el Ecuador

Los recursos de biomasa en el Ecuador son bastante grandes y extensos al ser un país con gran capacidad de recursos agrícolas y forestales los cuales pueden generar gran cantidad de desechos estos se los puede usar en la generación de energías alternativas.(Carmen and García 2018)

### C. Ventajas de usar biogás en el país

La producción y utilización del biogás proporciona beneficios ambientales y socioeconómicos para la sociedad en su conjunto, así como para los agricultores involucrados. Utilización de la cadena de valor interna de la producción de biogás mejora la capacidad económica local, protege los empleos en las zonas rurales y aumenta el poder adquisitivo regional. Mejora la vida y contribuye al desarrollo económico y social (INIAP 2019).

### D. El alto precio del petróleo

El actual suministro mundial de energía depende en gran medida de las fuentes fósiles (petróleo crudo, lignito...), carbón, gas natural). Estos son restos fosilizados de plantas y animales muertos, que han estado expuestos al calor y la presión de la corteza terrestre durante cientos de millones de años. Por

esta razón, los combustibles fósiles son recursos no renovables cuyas reservas se están agotando mucho más rápido que los nuevos que se están formando. Las economías del mundo dependen hoy en día del petróleo crudo. Hay algunos desacuerdos entre científicos sobre cuánto tiempo durará este recurso fósil, pero según los investigadores, el "pico del petróleo producción" ya ha ocurrido o se espera que ocurra en el próximo período de tiempo (Trujillo 2021).

### **E. Reducción de desechos orgánicos**

Una de las principales ventajas de la producción de biogás es la capacidad de transformar el material de desecho en un recurso valioso, usándolo como sustrato para la planta. Muchos países europeos se enfrentan enormes problemas asociados con la sobreproducción de desechos orgánicos de la industria, la agricultura y los hogares. La producción de biogás es una excelente manera de cumplir con reglamentos nacionales y europeos cada vez más restrictivos en este ámbito y utilizar residuos para la producción de energía, seguido del reciclaje del sustrato digerido como fertilizante. Además, también puede contribuir a reducir el volumen de los desechos y los costos de su eliminación (Información ambiental 2020).

### **F. Mitigación del calentamiento global**

La utilización de combustibles fósiles como el lignito, la hulla, el petróleo crudo y el gas natural convierte el carbono, almacenado durante millones de años en la corteza terrestre, y lo libera como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera. Un aumento de la actual concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera provoca que el calentamiento como el dióxido de carbono es un gas de efecto invernadero (GEI). La combustión del biogás también libera CO<sub>2</sub>. Sin embargo, la principal diferencia, cuando se compara con los combustibles fósiles, es que el carbono en el biogás fue recientemente sacado de la atmósfera, por la actividad fotosintética de las plantas (IPCC 2006).

El ciclo del carbono del biogás se cierra así en un tiempo muy corto (entre una y varios años). La producción de biogás por AD reduce también las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) del almacenamiento y utilización de estiércol animal no tratado como fertilizante. El GEI El potencial del metano es mayor que el del dióxido de carbono en 23 veces y el del óxido nitroso en 296 doblar. Cuando el biogás desplaza a los combustibles fósiles de la producción de energía y el transporte, una reducción de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, contribuyendo a mitigar el calentamiento global (IPCC 2006).

## **III. CREACIÓN DE PLANTA DE BIOGÁS**

Para gestionar un proyecto cualquiera, primero es necesario conocer temas como: La viabilidad, inversión, recursos y mano de obra calificada. Para empezar una planta de biogás es igual. Solo que se deben tener en cuenta el control de calidad de cada proyecto, así como la seguridad, que es necesario ofrecer al operador de la planta.

Para la construcción de una planta de biogás son necesarios 2 meses de planificación, y aun así en ocasiones no es tiempo suficiente. Pues en la ciudad de Esmeraldas estuvo en mente implementar una planta de biogás en el relleno sanitario el paraíso (Diario La Hora 2019) pero se llegó a la conclusión de que no es posible implementar una planta de esta magnitud, ya que en esmeraldas, actualmente se

recolectan 96 toneladas de basura por día según(INEC 2018) y para gestionar una planta se debe recolectar 200 toneladas de basura por día según la entidad internacional contratada.

Pero esto no es una excusa para no tratar la basura ya que estos desechos contaminantes generan lixiviados según (Paredes 2020). Pues es posible construir plantas de biogás de menor tamaño, y tratar la basura al mismo tiempo que se ejecuta un plan de desarrollo sostenible que nos permita sacar el mayor beneficio económico-ambiental de la recolección de basura en la ciudad de esmeraldas. Pues la basura que se puede utilizar en una planta de biogás puede provenir tanto de las industrias como de los RSU (Residuos sólidos urbanos). Entonces la propuesta de implementar plantas de biogás en todos los rellenos sanitarios de cielo abierto del país es muy tentadora para los inversionistas que buscan sacar provecho a su dinero en algún proyecto viable. Pues las plantas de biogás son rentables no solamente para los inversionistas sino para el medio ambiente en general; no por nada es la base de la energía en Alemania y una de las que se está dando minuciosos estudios es toda Europa. Pero existe el problema de muchos empresarios y gobiernos de turno; que no saben si puede o no puede llegar a ser rentable en su país o en su zona, las condiciones de generación de biogás varían según el lugar y la población, y si una localidad no produce los niveles de basura deseado aun así es posible implementar una planta que no represente ganancias económicas pero que si represente una buena manera de tratar los desechos humanos, así como se hacía en la india, Inglaterra y china que fueron pioneros en biogás, los cuales utilizaban estos métodos por salubridad y por productividad de gases que fueron utilizados como combustibles de antorchas que iluminaban lugares públicos durante la noches según (Magaña R. et al. 2006).

Pues existe capital de riesgo y no quieren invertir en ello, no se conoce si son capaces de generar la cantidad de MW necesarios para tener una buena retroalimentación económica, y pagar altos costos por una gestión de proyecto de una planta no les conviene, entonces deciden dejar el proyecto.

#### **IV. MODELAMIENTO DE UNA PLANTA DE BIOGÁS**

Para modelar una planta como tal, es responsabilidad de los especialistas en gestión de proyectos, pero es posible crear una aplicación informática que pueda develar:

- 1) Costos de operación.
- 2) Costos de adquisición de waste.
- 3) Costos de material.
- 4) Dimensiones del terreno a implementar el proyecto.
- 5) Costos de maquinaria diseñadas a la medida de la zona.
- 6) Tiempo de recuperación de la inversión.
- 7) Expansibilidad del proyecto.

Esto ahorrara tiempo y dinero antes de implementar una verdadera gestión de proyectos de una planta, obtendríamos resultados tan pronto obtengamos las características esenciales de generación de biogás. Para conocer todos estos datos es necesario que el usuario digite datos básicos como el país y la ciudad donde se implementara el proyecto, altitud en que se encuentra dicha zona respecto al mar, que tipo de waste quiere utilizar, cantidad de toneladas de waste que dispone por día y puede recolectar, salinidad del ambiente etc. Estos son datos que se pueden obtener tan solo haciendo cálculos sencillos y revisando páginas de estadísticas oficiales de la zona pues en ecuador el ente encargado de realizar las

estadísticas es el NEC (Instituto nacional de estadísticas y censos). Para conocer cuanta energía necesitamos se debe hacer cálculos para conocer variables importantes como lo son potencia instalada.

## V. ESTRUCTURACIÓN DE DATOS

La estructura de datos es “La colección de datos cuya organización se caracteriza por las funciones de acceso que se usan para almacenar y acceder a elementos individuales de datos” (Loiseau 2007). Para llegar a utilizar esto en la producción de biogás es necesario crear grandes listas de componentes claves que ayudaran a la determinación de los costos de operación. Cada producto viene a conformar un espacio en memoria el cual va a ser utilizado cuando el usuario este llamando a operar por medio de la aplicación informática. Lo que nos permite controlar los datos que entran y salen como un flujo de información que atraviesa por un sistema, para entregar el producto final al cliente.

Un tipo de estructura de datos que puede ser interesante implementar en este proyecto es la estructura tipo árbol que nos permite acceder a la información y gestionarla a nuestra conveniencia en el menor tiempo posible, haciendo optimo el proceso en cuestiones de velocidad y en ahorro de memoria RAM en nuestro sistema operativo. La estructura tipo árbol no funciona sola, ya que necesita de variables informáticas que efectuaran el proceso de cálculo dentro de la arquitectura de software a implementar.

1. Un árbol es una estructura de datos enlazada que organiza elementos en forma jerárquica. Es decir, hay una relación padre/hijos
2. Cada nodo puede tener más de un hijo, pero un solo padre
3. Existe un nodo que no tiene padre denominado raíz
4. Los nodos que no tienen hijos se denominan hojas
5. Un árbol es de orden N (o N-ario) cuando la máxima cantidad de hijos que puede tener un nodo es N
6. La profundidad de un árbol es la distancia (saltos entre nodos) desde la raíz hasta la hoja más lejana.

Según (Loiseau 2007) las estructuras tipo árbol se usan principalmente para representar datos con una relación jerárquica entre sus elementos, como son árboles genealógicos, tablas, etc. Un árbol A es un conjunto finito de uno o más nodos, tales que:

- 1) Existe un nodo especial denominado RAIZ( $v_1$ ) del árbol
- 2) Los nodos restantes ( $v_2, v_3, \dots, v_n$ ) se dividen en  $m \geq 0$

## VI. LA PRODUCCIÓN AERÓBICA Y ANAERÓBICA DE BIOGÁS

La producción de biogás puede cambiar dependiendo varios factores como lo son el tipo de material y el tipo de proceso escogido para producirlo, este puede ser por producción Aeróbica o Anaeróbica.

La biodegradación es un proceso natural, ventajosa no sólo por permitir la eliminación de compuestos nocivos impidiendo su concentración, sino que además es indispensable para el reciclaje de los elementos en la biosfera, permitiendo la restitución de elementos esenciales en la formación y crecimiento de los organismos (carbohidratos, lípidos, proteínas).

## A. Producción aeróbica

“La digestión aeróbica es un proceso mediante el cual los lodos son sometidos a una aireación prolongada en un tanque separado y descubierto. El proceso involucra la oxidación directa de la materia orgánica biodegradable y la auto oxidación de la materia celular (Storey et al. 2017)”. El proceso aeróbico es un proceso en el cual necesita oxígeno para que los microorganismos crezcan y puedan generar compuestos químicos útiles y aprovechables para los seres humanos. Según (Storey et al. 2017) “la principal ventaja del proceso aeróbico es la simplificación en las operaciones de disposición de los lodos comparada con la relativa complejidad operativa del proceso de digestión anaeróbica.”.

## B. Production anaeróbica

La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo y degradativo en el cual parte de los materiales orgánicos de un substrato (residuos animales y vegetales) son convertidos en biogás.

Utilizando el proceso de digestión anaeróbica es posible convertir gran cantidad de residuos, residuos vegetales, estiércoles, efluentes de la industria alimentaria y fermentativa, de la industria papelera y de algunas industrias químicas, en subproductos útiles. En la digestión anaerobia más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, consumiéndose sólo un 10% de la energía en crecimiento bacteriano frente al 50% consumido en un sistema aeróbico. Sin embargo, el biogás generado suele estar contaminado con diferentes componentes, que pueden complicar el manejo y aprovechamiento del mismo. El proceso anaeróbico se clasifica como fermentación anaeróbica o respiración anaeróbica dependiendo del tipo de aceptores de electrones (Samer 2010).

Prácticamente toda la materia orgánica es capaz de producir biogás al ser sometida a fermentación anaeróbica. La calidad y la cantidad del biogás producido dependerán de la composición y la naturaleza del residuo utilizado. Los niveles de nutrientes deben de estar por encima de la concentración óptima para el metano bacterias, ya que ellas se inhiben severamente por falta de nutrientes El carbono y el nitrógeno son las principales fuentes de alimentación de las bacterias metano génicas. El carbono constituye la fuente de energía y el nitrógeno es utilizado para la formación de nuevas células. Estas bacterias consumen 30 veces más carbono que nitrógeno, por lo que la relación óptima de estos dos elementos en la materia prima se considera en un rango de 30:1 hasta 20:1 según (Storey et al. 2017).

## C. Productos finales de la digestión anaeróbica

pues estos son dos compuestos, el primero es metano producido por las bacterias y el otro es un abono resultante del proceso de descomposición de la basura que sirve para fertilizar el suelo de los agricultores, en muchos países este resultante es vendido a los agricultores por ser rico en nutrientes que favorecen a la producción agrícola.

TABLA II  
 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE BIOGÁS

Composición Química	Propiedades gaseosas
Contenido energético	6.0 – 6.5 Kw h m <sup>3</sup>
Equivalente de combustible	0.60 – 0.65 L petróleo/m <sup>3</sup> biogás
Límite de explosión	6 – 12% de biogás en el aire

El biogás producido es una mezcla de metano y dióxido de carbono que suele contener ciertas impurezas y debe ser filtrada a Trávez de una tubería de filtración de gases y otros procesos propios del uso de le des perdz de un químico.

“Las características del bioabono, dependen en gran medida del tipo de tecnología y de las materias primas utilizadas para la digestión. Durante el proceso anaeróbico, parte de la materia orgánica se transforma en metano, por lo que el contenido en materia orgánica es menor al de las materias primas. Gran parte de la materia orgánica de este producto se ha mineralizado, por lo que normalmente aumenta el contenido de nitrógeno amoniacal y disminuye el nitrógeno orgánico (Storey et al. 2017).”

TABLA III  
 CLASIFICACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA DIGESTIÓN ANAERÓBICA  
 BIOGÁS

Características	Clase	Tipo de sustrato	Características cuantitativas
Sólido	1	Basura domestica	40 – 70% Fraccion orgánica
		Estiércol solido	
		Restos de cosecha	
Lodo altamente contaminado	2	Heces de animales	100 – 150 g/l , 5 – 10% ST
Fluidos con alto contenido de solidos suspendidos	3	Heces animales de cría y levante diluido con agua de lavado	3 – 17 g/l 1-2 g/l SS
		Aguas residuales de mataderos	

TABLA I  
 COMPOSICIÓN DEL BIOGÁS

Elemento Químico	Porcentajes de compuestas en el volumen
CH <sub>4</sub> Metano	40 – 70% volumen



```
#Ejemplo de identificación de los materiales para ser buscados  
  
Mangueras_flexibles = precio_pormetro * metros_demanuera_requeridos  
flujometro = distancia * tiempo  
filtro_desidratador = cant_deaqua * biogas_producido  
filtro_desulfuriador= flujometro * cant_biogas  
Manometro = presion_biogestor * (cant_flujo / tiempo)  
.  
.  
.  
#listado de materiales a utilizar en el prorama
```

Fig. 3. Ejemplo de cómo se realizarán el listado de componentes

## VIII. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Una explicación para entender este proceso es comprender este sistema como un algoritmo que se resume de la siguiente manera:

- 1) Introducción de listados al programa. Lo cual nos indicara los precios de los productos, tipo de material, y características de los productos.
- 2) Implementación del algoritmo de estructuración de datos tipo árbol, que nos servirá para encontrar los recursos correspondientes a nuestra planta; en pocas palabras es un buscador que nos ayuda a encontrar y a producir los datos.
- 3) Resultados; estos deben mostrar una proforma de los equipos asignados a la planta, así como mencionar las mediciones del terreno que se debe emplear y cuantos MW de electricidad puede llegar a producir la planta.

Se recomienda que el comensal se asegure de que los datos iniciales que va ingresar al programa sean verídicos porque de eso dependerá la precisión de los resultados reales con los del programa.

## IX. CONCLUSIONES

Una planta de biogás es un espacio donde operan varios componentes como lo son los biogestores que pueden procesar materia sólida fecal y los RSU, para producir un compuesto de varios gases donde el gas mayoritario es el metano y el dióxido de carbono, y gracias a esto podemos aprovechar esta energía como combustible que va dirigido a un conjunto de generadores eléctricos con inducción a gas. Esto es el principio de funcionamiento de una planta, y para realizar la planificación de ella utilizamos un programa compuesto de una serie de algoritmos que nos permiten conocer la proforma de los materiales y costos y recursos que se va a utilizar en la planta. Esto producirá que cualquier entidad privada o pública pueda acceder de manera fácil y segura a una planificación de planta en tiempo récord.

## REFERENCIAS

- Carmen, Del, and Alonso García. 2018. "Master En Energías Renovables y Mercado Energético EL GENERADOR FOTOVOLTAICO." 4-6.
- Crisanto, Luis. 2013. "Estudio De Factibilidad Para Implementar Una Central Eléctrica Aprovechando El Biogás Generado Por El Relleno Sanitario Del Inga."
- Diario la Hora. 2019. "10.950 Toneladas de Basura No Son Tratadas Correctamente Esmeraldas : Noticias Esmeraldas : La

Hora Noticias de Ecuador, Sus Provincias y El Mundo.”

- Diario La Hora. 2019. “Esmeraldas 12 de Junio de 2019 by Diario La Hora Ecuador - Issuu.”
- INEC. 2018. “Según La Última Estadística de Información Ambiental: Cada Ecuatoriano Produce 0,58 Kilogramos de Residuos Sólidos Al Día.” *El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)* 1–15.
- Información ambiental. 2020. “Información Ambiental Residuos.” 1–30.
- INIAP. 2019. “Hacia Un Sector de Biodigestores Sostenible En Ecuador : Insumos Para Un Componente de Biodigestores de PNABE.” 83.
- IPCC. 2006. “Mitigación y Adaptación.” *Manual De Ciudadanía Ambiental Global* 24–27.
- Loiseau, Irene. 2007. “Algoritmos y Estructuras de Datos III.” *Tzulberti.Googlecode.Com* 1–62.
- Magaña R., J. L., Ernestina Torres, Martín T. Martínez G., and Rosalía Hernández Cantero. 2006. “Producción de Biogás a Nivel Laboratorio Utilizando Estiércol de Cabras.” *Acta Universitaria* 16(2):27–37. doi: 10.15174/au.2006.185.
- Paredes, Nicolas. 2020. “Lixiviado - Wikipedia, La Enciclopedia Libre.”
- Samer, M. 2010. “A SOFTWARE PROGRAM FOR PLANNING AND DESIGNING BIOGAS PLANTS.” 53(4):1277–85.
- Sanitarios, Rellenos. 2021. “Información Básica Sobre El Gas de Vertedero.” 1–10.
- Storey, Alice A., José Miguel Ramírez, Daniel Quiroz, David V. Burley, David J. Addison, Richard Walter, Atholl J. Anderson, Terry L. Hunt, J. Stephen Athens, Leon Huynen, and Elizabeth A. Matisoo-Smith. 2017. “Radiocarbon and DNA Evidence for a Pre-Columbian Introduction of Polynesian Chickens to Chile.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104(25):10335–39.
- Trujillo, Edwin. 2021. “El Precio Del Petróleo Se Acerca a USD 80 Por Barril.” 1–7.