



**IMPLEMENTACION DE UN BIODIGESTOR PARA EL APROVECHAMIENTO DE
LOS RESIDUOS DE LAS GRANJAS PORCINAS EN EL MUNICIPIO DE TIBANA**

ESTHER NAYIVE GÓMEZ LÓPEZ
JOSÉ SAMUEL RODRÍGUEZ REYEZ
ANGELA TORRES MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
ESPECIALIZACION FORMULACION Y EVALUACION SOCIAL Y ECONOMICA DE
PROYECTOS
BOGOTÁ
2017**

**IMPLEMENTACION DE UN BIODIGESTOR PARA EL APROVECHAMIENTO DE
LOS RESIDUOS DE LAS GRANJAS PORCINAS EN EL MUNICIPIO DE TIBANA.**

ESTHER NAYIVE GÓMEZ LÓPEZ
JOSÉ SAMUEL RODRÍGUEZ REYEZ
ANGELA TORRES MARTÍNEZ

PROYECTO DE GRADO

DIRECTOR:
GUSTAVO MAURICIO SOLER AVILA

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
ESPECIALIZACION FORMULACION Y EVALUACION SOCIAL Y ECONOMICA DE
PROYECTOS
BOGOTÁ
2017**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



A Dios, por darnos la oportunidad de vivir y por estar con nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestra mente y por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A nuestros familiares que fueron un apoyo fundamental en este reto tan maravilloso que emprendimos y hoy culminamos con la presentación de nuestro proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del trabajo queremos agradecer:

A Dios por permitimos escalar un peldaño más en nuestras vidas, por darnos aliento y animo cada vez que pensamos en desfallecer.

A nuestros familiares que fueron un apoyo fundamental en este reto tan maravilloso que emprendimos y hoy culminamos con la presentación de nuestro proyecto.

A la universidad Católica de Colombia y a cada uno de los docentes que con su apoyo y don de enseñar nos compartieron sus experiencias sembraron en nosotros un granito de arena para nuestra vida personal y profesional y especialmente al profesor Isaac Roque.



Aceptación

Jurado

Director

Bogotá, diciembre de 2017.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Antecedentes	13
1.1.1 Situación problema	13
1.2 Justificación	13
1.3 Objetivos.....	14
1.3.1 Objetivo General.....	14
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Hipótesis	15
CAPITULO II.....	17
ENTENDIENDO LA ENERGÍA	17
2.1 Fuentes de Energía.....	31
2.2 Panorama en el Mundo de las Energías Renovables	33
2.3 Actualidad de la Energía Renovable en Colombia.....	39
2.4 Biomasa	41
2.4.1 Producción de energía eléctrica	42
2.4.2 Beneficios del uso de las fuentes de energía renovable en Colombia	43
CAPÍTULO III.....	45
SITUACIÓN ACTUAL Y DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE CONTAMINACIÓN DEL MUNICIPIO DE TIBANÁ	45
3.1 Diagnóstico Actual.....	45
3.2 Información Pecuario del Municipio de Tibana.....	47



CAPÍTULO IV.....	52
PROPUESTA.....	52
4.1 Solución a la Problemática	52
4.1.1 Biodigestor.....	52
4.1.2 Capacidad tanque de recolección.....	54
4.1.3 Transporte de Mezcla.....	55
4.1.4 Operación del biodigestor	55
4.1.4.1 Rangos de temperatura para la operación del Biodigestor.....	55
4.1.4.2 Relación carbono hidrógeno	56
4.1.4.3 Valores de PH	56
4.1.4.4 Factores de los que depende la producción de biogás	56
4.2 Materiales para Construcción Biodigestor.....	59
4.2.1 Método de construcción de un Biodigestor	60
4.3 Ventajas Y Desventajas Del Biodigestor.....	61
4.3.1 Ventajas.....	61
4.3.2 Desventajas	62
4.4 Análisis Financiero.....	62
4.4.1 Costos de un Biodigestor	62
4.4.2 Costos Tanque De Recolección Y De Tanque De Salida	63
4.4.3 Costos para el Montaje de un Biodigestor	63
Costos directos	63
4.4.4 Costos Mantenimiento del Biodigestor.....	64
4.5 Estimación por Materia Prima	66
4.5.1 Caracterización y cuantificación del estiércol	66
4.5.2 Producción excretas de cerdo Año 2016.....	67
4.5.3 Producción de Bioabono	68
4.5.4 Estimación de energía para Sies Granjas en un día	68
4.5.5 Tarifas de energía Ebsa.....	69
4.6 Retorno de laInversión.....	69
4.7 Impacto Ambiental.....	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
ANEXOS	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Generadores de energía renovable	35
Tabla 2 . Inventario pecuario año 2000 en Tabaná – Boyacá.	47
Tabla 3. Producción porcina año 2016 (En unidades)	48
Tabla 4. Cantidad de excretas y orina de cerdos por día	49
Tabla 5. Materiales para la construcción de un Biodigestor	59
Tabla 6. Costos del biodigestor.....	62
Tabla 7. Costos tanque de entrada y salida.	63
Tabla 8. Costo para invernadero	64
Tabla 9. Costos directos montaje biodigestor tipo Cipav	64
Tabla 10. Nómina mensual	65
Tabla 11. Maquinaria y equipo	65
Tabla 12. Maquinaria y equipo	66
Tabla 13. Producción de excretas	67
Tabla 14. Necesidades de energía.....	68
Tabla 15. Tarifas de energía.....	69
Tabla 16. Tabla del IPC proyectada 5 años después.....	70
Tabla 17. Proyección ingresos venta de bioabono.....	71
Tabla 18. Proyección consume de KW y ahorro de dinero.. ..	72
Tabla 19. Proyección ahorros percibido.	72
Tabla 20. Flujo de Caja.....	72
Tabla 21. Evaluación financiera.	74
Tabla 22. Relación beneficio – Costo del Proyecto	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fuentes de energía	31
Figura 3. Generación de biogás y electricidad a partir de las excretas de los cerdos	36
Figura 4. Fuentes de energía renovable	40
Figura 5. Beneficios del uso de las fuentes de energía renovable	44
Figura 6. Censo poblacional de porcinos – Colombia 2016	48
Figura 7. Esquema del biodigestor.....	52
Figura 8. Medidas tanque de recolección	55
Figura 9. Medidas del biodigestor.	57
Figura 10. Bolsa de reserve de biogás	58
Figura 11. Fosa o zanja.	60
Figura 12. Válvula de biogás	61

INTRODUCCIÓN

Actualmente, los habitantes del Municipio de Tibana Boyacá se han manifestado ante las autoridades, por el aumento de enfermedades, de insectos y de los malos olores causados por la descomposición y por el manejo inadecuado de las porquerizas que actualmente existen en el Municipio.

Se pretende implementar un Biodigestor en el Sector, para aprovechar las excretas de los cerdos, ya que por medio de ellas se puede generar energía, así como actualmente lo están implementando en algunos países como Argentina, Chile, Perú, México, entre otros.

Países que tienen una visión clara para la utilización de energías propias y naturales que posee.

Uno de los mecanismos de tratamiento de los residuos orgánicos generados por este tipo de industria, se hace a través de los biodigestores, en donde los residuos orgánicos son fermentados, y por descomposición generan biogás y otros componentes que ayudan significativamente a disminuir el deterioro de los factores ambientales.

Al implementarse un biodigestor en el Municipio de Tibana, este será una opción con garantía de rentabilidad, ya que es una alternativa que no solamente resuelve una problemática ambiental al momento de darle un adecuado manejo a la materia orgánica, sino que representa para las granjas porcinas un posible ahorro económico al volverse auto sustentable en la generación de energía eléctrica.

El adecuado reaprovechamiento del metano que se genera por los residuos representa una forma significativa de disminución de emisiones de gases efecto-invernadero al medio ambiente. Así mismo, es una práctica que contribuye en la disminución de las reservas de combustibles fósiles.

Por lo tanto al colocar las excretas de los cerdos dentro del Biodigestor, representará una opción de importantes ventajas a pequeña, mediana y gran escala, con mecanismos adecuados para el tratamiento y disposición final de los residuos orgánicos que no sólo representa la oportunidad de reincorporarlos en forma de energía al proceso, sino que evita incurrir en sanciones legales por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente y evitar un posible cierre temporal o permanente de las granjas, por el incumplimiento de la normatividad nacional en materia de vertimientos, residuos sólidos entre otros.

En esta investigación se describe las características fisicoquímicas de las excretas porcinos, y a partir de dichas características, se establecen los parámetros de diseño, y funcionamiento del Biodigestor para la generación de energía.

Estos parámetros se toman con base en la generación de excretas proveniente de 14.760 porcinos que actualmente se tienen en 6 granjas del municipio de Tibaná.

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Tibaná es un municipio de la Provincia de Márquez, ubicado al sur oriente del departamento de Boyacá en Colombia, con una población aproximada de 9.186 habitantes, dentro de sus fuentes de economía encontramos la ganadería y la porcicultura.

En la actualidad el municipio se está viendo afectado por la contaminación que se produce por los malos olores que expelen las granjas porcícolas debido a que no se tiene conocimiento del manejo que se le puede dar a las excretas de los cerdos.

Como un mecanismo para mitigar el impacto ambiental y al mismo tiempo generar beneficios económicos y sociales, se propone aprovechar las excretas de los cerdos como materia prima para la generación de energía mediante un Biodigestor.

El no aprovechamiento de dichos desechos ocasionará un incremento en los niveles de fetidez, enfermedades, impacto ambiental, mala imagen para el sector turístico, afectado negativamente en el sector social y económico del municipio.

1.1.1 Situación problema

¿Cómo aprovechar los desechos de las granjas porcinas en el Municipio de Tibaná Boyacá?

1.2 Justificación

Con el planteamiento de un Biodigestor para el aprovechamiento de elementos biológicos generada en las granjas porcinas del Municipio de Tibaná, se formula como una opción para que

en el sector porcícola del municipio se reingrese la materia orgánica como generadora de energía y como abono orgánico.

Con este proyecto se desea obtener beneficios de:

Índole Económica. Servirá como ahorro de energía para las mismas granjas y el sobrante de Kwh un ingreso al ser vendido.

Índole Social: Servirá como prototipo a otros municipios o grupos atraídos en la implementación de este tipo de tecnologías.

Índole Ambiental: Disminuir significativamente los olores generados por las heces que producen los cerdos y las posibles enfermedades que estas atraen como enfermedades de la piel y tipo respiratorio y generar menos contaminación ambiental.

Con la generación de energía se pretende sustentar gran parte del consumo energético para el abastecimiento de las mismas granjas y veredas aledañas, inicialmente se pretende implementar un biodigestor por cada seis granjas en el municipio.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Fabricar un Biodigestor en el municipio de Tibaná con el fin de generar electricidad y reducir la contaminación ambiental que se presenta por los desechos orgánicos de las granjas porcinas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la viabilidad financiera de la puesta en marcha de un Biodigestor en el Municipio de Tibaná.
- Cuantificar los beneficios de utilizar las heces del cerdo como fuente de energía eléctrica y bioabono
- Medir el impacto ambiental mediante el manejo adecuado de los desechos orgánicos de las granjas porcinas.

1.4 Hipótesis

- ¿Es viable la implementación de un Biodigestor en el Municipio?
- ¿Qué rentabilidad me genera hacer energía y bioabono a través de los desechos orgánicos que general las granjas porcinas en el municipio?
- ¿Mediante el manejo adecuado de los desechos orgánicos se disminuye el impacto ambiental?



CAPITULO II ENTENDIENDO LA ENERGÍA

1.1 Conceptos de Energía

Una pequeña descripción de energías fósiles, energías alternativas y energías renovables, encontrando las dos últimas que como la opción número uno para cuidar el planeta.

Siendo uno de los mayores inventos de la humanidad la energía se ha ido transformando desde sus inicios y aún en la actualidad se siguen buscando nuevas formas de generarla de una manera más eficiente, sin atentar con el planeta gastando los recursos no renovables como lo son el carbón, el petróleo, recursos hídricos, etc., sino reutilizando los mismos desechos generados por el ser humano, dentro de los procesos industriales, agrícolas, pecuarios, y consumo diario.

Es así como ante el clamor de la naturaleza por evitar la devastación de sus recursos hídricos, no renovables, la humanidad se ha visto obligada a buscar nuevas alternativas de generación de energías llegando al concepto de energías renovables, generadas con la utilización de desechos orgánicos, no orgánicos, aprovechamiento del aire y la mayor fuente de energía como lo es el sol.

Ante el constante crecimiento de la humanidad y la necesidad de consumir más energía en los procesos industriales, agrícolas, de transporte, mineros y demás, también se ha visto afectado el orden natural del planeta aumentando los niveles de calor generando un deshielo de los glaciales por dicho calentamiento global el incremento de emisiones gas carbónico CO₂ a la atmosfera de una manera poco controlada. Lo que ha llevado a realizar diferentes cumbres a nivel mundial sobre el calentamiento global siendo las más conocidas la de Kioto, Ro de Janeiro (Brasil) y la más reciente en Paris, donde todos los países del mundo excepto tres se comprometen a controlar las emisiones de dicho gas carbónico CO₂ a la atmosfera.

Energía solar Aquella energía que se obtiene mediante la captura de la luz y el calor que emite el sol. Esa energía que emana del sol, los seres humanos la podemos convertir en energía

útil, es decir, ya sea para calentar algo o bien para producir electricidad, entre las aplicaciones más comunes y relevantes que se realizan con ella.

Todos los acontecimientos que ocurren a nuestro alrededor son el resultado de la intervención de alguna fuente de energía, la energía es lo que mueve el mundo y el universo y no deja de transformarse. Así, el sonido se puede transformar en energía eléctrica, los alimentos proporcionan energía a nuestro cuerpo y el motor de un vehículo transforma el combustible en energía cinética. Todas las fuentes de energía provienen de una u otra manera del Sol y, más concretamente, de la energía solar.

La idea fundamental de la energía solar es cuando tomamos el sol sentimos calor porque absorbemos los rayos solares de la energía térmica. Esta energía atraviesa más de cien millones de kilómetros a través del espacio y finalmente llega a la Tierra. El calor que emiten el Sol viaja hacia la Tierra en forma de rayos, los llamados rayos térmicos (esta propagación del calor es conocida con el nombre de radiación térmica).

Según diferentes estudios, cada año, el sol produce 4 mil veces más energía de la que los seres humanos somos capaces de consumir, por lo cual su potencial es realmente ilimitado y una de las energías renovables más desarrolladas y empleadas en casi todo el mundo.

La intensidad de la mencionada energía disponible en un punto determinado del planeta tierra dependerá del día del año, la hora y la latitud, aunque también incidirá en la cantidad de energía que pueda recogerse, la orientación que disponga el dispositivo receptor.

Las herramientas que se emplean para instancias de la energía solar son las estufas solares y los calentadores de agua, en cambio, para producir electricidad lo que se emplean son las células solares, que vienen a ser el alma de los paneles solares y que son las que en definitivas tienen la misión de transformarla en energía eléctrica.

Si bien los mencionados son los usos más recurrentes que observa, la energía solar no se limita a esto únicamente, sino que hay muchísimos otros usos tales como: potabilización del agua, secado, estufas solares, refrigeración, destilación y evaporación.

Como se desprende de lo comentado los usos de este tipo de energía son varios y muy importantes y además las nuevas tecnologías siguen investigando y cada día se descubre una nueva forma de aprovecharla. Así mismo, es una de las energías renovables en la cual más inversiones se están haciendo; son magníficas las decenas de granjas solares que se construyen en el mundo con el propósito de transformar dicha energía en electricidad.

Por otro lado, al tratarse de una energía verde al emplearla se está ayudando a combatir el peligroso calentamiento global que lamentablemente vive nuestro planeta por estos tiempos.

Energía solar fotovoltaica se puede aprovechar utilizando sistemas fotovoltaicos que transforman esta energía en electricidad. Esto se realiza a través de módulos fotovoltaicos, los cuales reciben la radiación solar y la transforman en energía eléctrica mediante el denominado efecto fotovoltaico. Hay que tener en cuenta que la luz solar está formada por partículas energéticas o fotones que se corresponden con las diferentes longitudes de onda de la radiación solar. Los fotones son absorbidos por una célula fotovoltaica y de ella la energía se transfiere a un circuito eléctrico en forma de electricidad y tiene dos tipos de instalaciones fotovoltaicas: aquellas que están aisladas de la red eléctrica (instalaciones remotas o en zonas rurales) y las instalaciones conectadas a la red eléctrica convencional.

Una central térmica convencional que produce electricidad se basa en la conversión de energía calorífica en energía eléctrica o termoeléctrica. Este aprovechamiento energético funciona utilizando la energía solar para producir vapor o aire caliente de alta temperatura. Así, esta fuente energética puede usarse en plantas eléctricas convencionales para la producción de electricidad.

En la actualidad existen tres tipos de tecnologías termosolares: centrales de colectores cilindro parabólicos o lineales, centrales de receptor central o torre y centrales de disco parabólico.

La energía eólica es la energía que se obtiene a partir del soplado del viento; las fuertes corrientes de aire transforman la energía en otras expresiones muy útiles para llevar a cabo las diferentes actividades humanas.

Energía que se logra a partir del viento El término eólico tiene un origen latín, del vocablo Eolo, que en la mitología griega significaba nada más y nada menos que el Dios de los Vientos.

Características y cómo se genera Este tipo de energía es una de las más abundantes y renovables que existen en nuestra naturaleza. Aunque debemos decir que el viento si bien es abundante también presenta variaciones y entonces esta situación genera una fluctuación en la llegada de la energía de los aparatos que se empleen para trasladar la energía eólica

Procede de la conversión de la energía cinética que nos acercan las grandes masas de aire que se mueven por los aires, pasándose a energía mecánica y finalmente se transformará en energía eléctrica disponible para ser utilizada, pero claro, con el beneficio de su origen absolutamente natural.

Para lograr la mencionada conversión es que se deben emplear unas máquinas especiales denominadas como aerogeneradores, que son dispositivos que cuentan con una superficie aerodinámica que expuesta directamente al viento generan un trabajo mecánico en un eje.

La tecnología ha permitido desarrollar eficientes diseños aerodinámicos para estos aerogeneradores y así adaptarlos a las necesidades climáticas de cada región. Desde allá lejos en el tiempo es que se viene empleando este tipo de energía, por ejemplo, para mover embarcaciones impulsadas a través de velas o en su defecto para movilizar las aspas de los molinos.

En tanto, en nuestros días, la cuestión no ha cambiado mucho, ya que la energía eólica es empleada mayormente para producir energía eléctrica a través de aerogeneradores, que son generadores eléctricos movilizadas por una turbina que es accionada a través del soplido del viento.

Hay diversos tipos de aerogeneradores: los tradicionales molinos y los aerogeneradores que a diferencia de los primeros disponen de pocas palas en su estructura y así les es posible lograr una mayor eficiencia en la transformación de la energía del viento. Están conformados por un rotor que dispone de un eje y las palas que accionan el viento.

En tanto, dentro de los aerogeneradores podremos distinguir entre los que se son de eje vertical y aquellos de eje horizontal, cada uno de estos con sus beneficios y complejidades.

Los de eje vertical no necesitan ser orientados a la dirección en la que sopla el viento. Cualquiera sea la dirección se accionan, en tanto, los equipos que los gestionan se encuentran situados en los pies de la estructura con lo cual el acceso es sencillo y los costes más económicos. Su principal desventaja se da en la conversión de energía que es menor a la que proponen los de eje horizontal que veremos a continuación.

Mientras tanto, la gran desventaja que se puede señalar al respecto de los horizontales es que su control está colocado a altura lo que no hace simple su acceso y tienen que contar con una estructura sólida que aguante el peso.

Las ventajas del uso de este tipo de energía son su posibilidad de renovación constante, la limpieza, su presencia abundante y sus efectos no contaminantes, ya que su uso ayuda a disminuir considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero. Por tanto, es que a esta energía se la denomina también energía verde. El principal y único defecto que se le podría achacar es la intermitencia que a veces presenta, especialmente en determinadas épocas del año, como ser el verano en el cual el soplar del viento es mucho menor.

Entonces, para poder aprovechar al máximo a este tipo de energía es que resulta muy importante conocer las variaciones tanto diurnas como nocturnas y estacionales de los vientos. Para poder emplear energía eólica es necesario que el viento alcance una velocidad mínima que oscilará, dependiendo del aerogenerador que se posea, entre 10 y 14,4 km/h.

Uso principal: Producción de energía eléctrica En nuestros días se le atribuyen dos usos bien concretos a la energía eólica, por un lado las instalaciones para producir electricidad y por otro lado las instalaciones que se ocupan del bombeo del agua.

La energía química*es otra de las manifestaciones de la energía y específicamente se trata de la energía interna que posee un determinado cuerpo y si bien siempre se podrá encontrar en la materia, solo se nos mostrará cuando se produzca una alteración importante de ésta. Poniéndolo en términos más sencillos, la energía química es aquella que está producida por reacciones químicas.

Entre los ejemplos más cotidianos que podemos dar de energía química se cuentan: la energía que emana del carbón cuando este se quema, las pilas, las baterías, entre otros. La energía química es una más de las tantísimas formas que ostenta la energía. Vale destacarse también que este tipo de energía se encuentra siempre presente en la materia, en tanto, se manifestará cuando se produce una modificación concreta de ella.

Entonces, la energía química es la que producen lisa y llanamente las reacciones químicas que desprenden calor o en su defecto, por la violencia que manifiestan, desarrollan algún tipo de movimiento o de trabajo.

Los combustibles una vez que son quemados producen reacciones químicas violentas que generan trabajo o movimiento. En la actualidad, la energía química es aquella que permite la movilización de los automóviles, los buques, los aviones y de cualquier otra máquina. Por ejemplo, la combustión del carbón, la del petróleo y la de la leña en las máquinas de vapor así

como los derivados del petróleo en el reducidísimo espacio de un cilindro de un motor de explosión, revisten reacciones químicas.

Por otro lado, el carbón y la gasolina gasificada se combinan con el oxígeno del aire, reaccionan con él y logran transformarse lenta y suavemente, tal es el caso del carbón, o de manera instantánea y brusca en el caso de la gasolina dentro de los cilindros de los motores; las mezclas gaseosas inflamadas se dilatan y en tan solo un instante estarán comunicándole a los pistones del motor su energía.

Para que un motor entre en funcionamiento requerirá de combustible que una vez reaccionado desprenderá energía. En los motores de combustión interna la energía del combustible empleado se transforma en potencia y en movimiento y esa fuerza justamente es la que sirve para hacer funcionar un vehículo, la hélice de un helicóptero, un generador, entre otros.

Los alimentos también pueden tomarse como un claro ejemplo de energía química, ya que una vez que son procesados por el organismo nos ofrecerán calor (calorías) o se convertirán en fuentes de energía natural (proteínas y vitaminas). Además, estos alimentos serán esenciales a la hora de formar y renovar los tejidos de nuestro cuerpo, de mantener la temperatura o para permitirnos la realización de un ejercicio muscular.

Porque los alimentos disponen de nutrientes como es el caso de los carbohidratos, vitaminas, proteínas y lípidos, denominados formalmente como biogénicos, por disponer de un origen orgánico. Mientras tanto, nutrientes de tipo inorgánico son el agua y algunos minerales como el sodio, el azufre, el fósforo, el zinc, el manganeso, el cloro, entre otros.

Ahora bien, la energía que obtendrán los organismos puede producirse de dos maneras: autotrófica o heterotrófica. Mientras que el primero es la típica nutrición de las plantas y de las algas, que a partir del dióxido de carbono y de la energía del sol generarán la glucosa y el oxígeno, el segundo, por su lado, es el propio de los organismos animales y del ser humano que ingieren el alimento que ha sido previamente elaborado, normalmente por organismos autótrofos,

y en tanto, serán sus células los que lo oxidarán por la transpiración y así producen vapor de agua, dióxido de carbono y sustancias de desecho.

Y una de las más recientes y espectaculares aplicaciones de la energía química ha sido sin dudas en lo que respecta a, por un lado el viaje de ida y vuelta al espacio exterior y la luna y por otro lado la instalación de diversos tipos de satélites artificiales en órbitas. Durante mucho tiempo constituyó una utopía pero hoy ya es posible gracias a este tipo de energía. Con esto descubrimos la importancia que este tipo de energía dispone en el desarrollo de diversas actividades y acciones humanas que tienden a la búsqueda de novedades.

Diferentes países han emprendido el camino hacia la generación de energías limpias para su abastecimiento industrial, transporte, minero... siendo los países del antiguo continente los más eficientes y adelantados en dicho proceso, para citar un ejemplo, Holanda y Suiza generan energía a partir de la basura que generan sus ciudades, contribuyendo con ello no solo a la reducción de contaminación por CO₂ sino a la sustitución de energías generadas a través de combustibles fósiles.

El petróleo se convierte en la fuente más importante de energía a partir del siglo XVIII con el invento del motor de combustión por Nicolaus August Otto y el descubrimiento de pozos de petróleo en Estados Unidos. Siendo los hidrocarburos la base de nuestra de sociedad, pero son energías no renovables. Es por ello que científicos de todo el mundo se han dedicado a investigar nuevas fuentes de energía, tomando como las más conocidas la energía nuclear y solar llamadas energías inagotables.

Energía mecánica es la energía que presentan los cuerpos debido a su movimiento (energía cinética), de su situación respecto de otro cuerpo, generalmente la tierra, o de su estado de deformación, en el caso de los cuerpos elásticos. Es decir, la energía mecánica es la suma de las energías potencial (energía almacenada en un sistema), cinética (energía que surge en el mismo movimiento) y la elástica de un cuerpo en movimiento.

Energía propia de los cuerpos en movimiento para que las cosas se movilicen es necesario siempre que medie algún tipo de energía, en tanto, la energía que nos ocupa es que se produce por la acción de diversas fuerzas, tal es el caso de la elasticidad y de la gravitación. Puesto en palabras más simples, en la energía mecánica se unen dos fuerzas, una que trae la energía cinética y por otro lado la que incorpora la energía de la gravedad.

Energía gravitacional y energía cinética Siendo más específicos debemos decir que la energía gravitacional potencial está dispuesta en cualquier cuerpo que se halle en estado de reposo y se la llama de ese modo porque en un cuerpo en reposo existe la presunción de su capacidad de movimiento. Por su parte, la energía cinética es la que manifiesta el movimiento concreto de un cuerpo, no el potencial, el que se presupone que ostenta, sino ciertamente el que desarrolla en la realidad. La misma está condicionada por la masa y por la velocidad de movimiento del cuerpo en cuestión. Para cualquier objeto que se movilice es necesario que sea influido por una fuerza, mientras tanto, el tiempo de esa fuerza sobre el cuerpo influirá en la velocidad que alcance el objeto. A mayor tiempo habrá una mayor velocidad desplegada.

La influencia de la fuerza, la fuerza es sin dudas una condición indispensable en este caso, y por eso siempre estará presente y asociada a la energía mecánica, La fuerza es justamente lo que permite que un movimiento se active o que deje de ser. En tanto, la fuerza podrá ser de diverso tipo, de fricción, de gravedad, elástica, y en todos los casos es medida en Newton, que es la unidad de fuerza a instancias del Sistema Internacional de Unidades, y que se denominó de ese modo en homenaje al científico e investigador Isaac Newton por sus aportes a la mecánica. A través de la misma se expresa la capacidad que tienen los cuerpos con masa de realizar tal o cual trabajo.

La energía mecánica se conserva, por tanto, no se crea ni se destruye. En el caso particular de sistemas abiertos conformados por partículas que interactúan a través de fuerzas puramente mecánicas o de campos conservativos, la energía se mantendrá constante con el correr del tiempo. De todas maneras, existen casos de sistemas de partículas en los cuales la energía mecánica no se conserva.

Entre los tipos de energía mecánica se cuentan los siguientes: energía hidráulica (se dejará caer el agua y se aprovechará la energía potencial que se obtiene de ello. Su uso recurrente es para producir energía eléctrica y para mover molinos de harina), energía eólica (la producen los vientos generados en la atmósfera terrestre. También se emplea a instancias de la producción de energía eléctrica como mecanismo de extracción de aguas subterráneas o de ciertos tipos de molinos para agricultura) y energía mareomotriz (producida por el movimiento de las mareas y de las olas del mar, también se puede transformar en energía eléctrica)

En definitivas cuentas, como podemos ver, la energía mecánica es súper importante a la hora de permitirnos generar energía eléctrica, una energía tan demandada e indispensable en la actualidad para la realización de actividades cotidianas y ni hablar de su aporte en el desarrollo y trabajo de las industrias.

Energía Cinética es la capacidad que presenta un cuerpo a la hora de producir un trabajo en un uso general se dice que la energía es la fuerza o el poder que ostenta algo o alguien, mientras tanto, en el ámbito de la física que es donde se usa el concepto que nos ocupará a continuación, la energía es la capacidad que presenta un cuerpo a la hora de producir, generar un trabajo. En el caso de la energía cinética, uno de los tantos tipos de energías con los que nos podemos topar, se trata de la energía que dispone cualquier cuerpo a causa de su movimiento, es decir la que se origina por moverse.

Aquella que poseerá cualquier cuerpo como consecuencia de su movimiento Se conoce como Energía Cinética a aquella que poseerá cualquier cuerpo como consecuencia de su movimiento y por caso dependerá de la masa y la velocidad que presenten el mismo. Entonces, se trata de la energía que está estrechamente vinculada con los cuerpos que se hallan en movimiento.

Los molinos de viento se mueven por energía cinética. Si tuviésemos que mencionar un ejemplo para comprenderlo claramente citaremos el del viento moviendo las aspas que

componen un molino de viento. Esta energía viene estudiándose y es vital para el desarrollo de muchas actividades desde hace varios siglos atrás. Los molinos de viento cuya principal misión es la de moler trigo hacen uso justamente de esta energía y resultan elementos fundamentales a instancias de esta tarea.

Se la suele denominar por escrito como E_c o E_k . ¿Cómo actúa esta energía? La energía cinética es la labor imprescindible para precipitar un determinado cuerpo de una masa desde lo que se entiende como su descanso hasta la velocidad que alcanza, entonces, una vez lograda la activación cualquier cuerpo mantendrá su energía cinética siempre y cuando no modifique su velocidad. En tanto, para que el cuerpo regrese al estado de reposo será imprescindible un trabajo pero al revés del cuerpo, en sentido negativo de la energía cinética.

Así como sucede con otras magnitudes físicas que son funciones de la velocidad, la energía cinética no solamente dependerá del objeto en sí, de la naturaleza interna que este manifiesta, sino que además dependerá de la relación que se establezca entre el objeto y el observador, que en la física, a no creer que se trata de una persona como en otros ámbitos en los cuales se emplea esta palabra, sino que aquí está encarnado por un sistema preciso de coordenadas.

Cálculo de la energía cinética Para llevar a cabo el cálculo de la energía cinética existen diversas maneras y las mismas dependerán del tipo de mecánica que se emplee, ya sea clásica, cuántica, relativista y también en el cálculo incidirán factores como ser el tamaño, la velocidad que presente el cuerpo y las partículas a través de las cuales se encuentra conformado.

Un ejemplo que nos ayudará a comprender mejor esta cuestión de la energía cinética y como esta se transforma en otros tipos de energía y a otros tipos de esta...los carritos que componen una montaña rusa logran el máximo de su energía cuando se hallan hacia el final del recorrido, al momento de tener que elevarse, la energía cinética inmediatamente se transformará en energía gravitacional, permaneciendo la energía constante, aún a expensas de fricciones u otros factores que impliquen retraso.

Adicionalmente existen diversos tipos de energía cinética, la de traslación, que se da cuando los componentes de un objeto continúan una misma dirección. Por su parte la energía cinética de rotación es aquella que se presenta cuando las partes del objeto giran y la energía cinética molecular es aquella que es posible de observar en moléculas de la materia.

El físico y matemático británico William Thomson, o Primer Barón Kelvin, luego de haber recibido la distinción por haber sido el creador de la escala de temperatura Kelvin, es uno de los que más aportes realizó en la materia de la energía cinética.

Energía Potencial es la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo de acuerdo con la configuración que ostente en el sistema de cuerpos que ejercen fuerzas entre sí, es decir, la energía potencial es la energía que es capaz de generar un trabajo como consecuencia de la posición de un cuerpo. A la misma puede considerársela como la energía almacenada en el sistema o la medida de un trabajo que el sistema puede ofrecer. Entonces, se supone que cuando un cuerpo se moviliza con relación a un cierto nivel de referencia estará en condiciones de acumular energía.

Cuando un cuerpo es levantado a una determinada altura adquiere lo que se conoce como energía potencial gravitacional; una vez que cae el cuerpo esa energía potencial se transformará de inmediato en energía cinética. Por ejemplo, los carros de una montaña rusa logran la energía potencial gravitacional en la parte más alta de su recorrido, una vez que comienzan a descender a la anterior energía se la convierte en cinética, como decíamos.

A la energía potencial de alguna manera se la reconoce como una magnitud escalar que se asocia a un campo de fuerzas. La diferencia entre los valores de campo de un punto A respecto a un punto B será igual al trabajo que realiza la fuerza para realizar un recorrido entre A y B.

Este tipo de energía podrá presentarse como: energía potencial gravitacional, que recién la explicábamos, energía química y energía potencial elástica.

La energía potencial química es la energía que se transforma en energía cinética a partir de un proceso de combustión interior. Los autos que están impulsados mediante gasolina aprovecharán la energía potencial química con la que cuenta ésta, la cual, al entrar en combustión generará la energía suficiente para hacer andar al vehículo.

Por su lado, la energía potencial elástica se produce cuando aumenta la energía interna acumulada en un sólido deformable, como consecuencia del trabajo que realizan las fuerzas que causan la mencionada deformación

Los alimentos que ingerimos los seres humanos disponen de la energía potencial en forma de energía química, la cual se liberará una vez que el organismo los libera.

Energía térmica Puede ser transformada tanto en energía eléctrica como en energía mecánica, tipo de energía que se libera en forma de calor. Proceso Al entrar en contacto dos cuerpos, uno caliente y otro más bien frío, es apreciable que el más frío se calentará, y viceversa, que es que el que más caliente tenderá a enfriarse. La causa de esto la encontramos en el hecho que el calor se aprecia en relación al movimiento que ostentan las partículas que integran al objeto en cuestión.

El movimiento de las partículas de aquel objeto caliente se ira deteniendo progresivamente mientras tanto que en el cuerpo que está frío se producirá un efecto inverso. Debemos destacar que estos cambios son perceptibles en un nivel microscópico.

¿Cómo obtener esta energía? Este tipo de energía puede ser obtenida a partir de diferentes situaciones o circunstancias como ser...de la naturaleza, del sol, a partir de una reacción exotérmica, tal es el caso de la combustión de algún tipo de combustible.

Otra manera de obtener energía térmica es mediante una reacción nuclear, ya sea de fisión (cuando la reacción nuclear tiene lugar en el núcleo atómico) o de fusión (varios núcleos atómicos que presentan una carga similar se unen para dar lugar a un núcleo mucho más pesado; está acompañado de la liberación de una gran cantidad de energía).

Asimismo, otra manera de obtener este tipo de energía es por lo que se conoce como efecto Joule, un fenómeno en el cual cuando en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transformará en calor como consecuencia de los choques que sufren con los átomos del material conductor a través del cual circulan.

Por otro lado, también es factible el aprovechamiento de la energía de la naturaleza que se halla en forma de energía térmica, tal es el caso de la energía geotérmica (la energía que se logra aprovechando el calor interno del planeta tierra) y de la energía solar fotovoltaica (electricidad renovable obtenida directamente de los rayos solares).

Relación directa con el trabajo Este tipo de energía tiene una relación directa con el trabajo y la productividad en esta área. Desde la Revolución Industrial, donde se impuso la utilización y fuerza de las máquinas fue imprescindible para el ser humano lograr fuentes de energía que mantengan a pleno la actividad económica. Así es que fue imprescindible la búsqueda de otras alternativas de energía calórica para luego traducirla en energía eléctrica.

La energía que nos provee el sol es una de las más preciadas y mejores opciones, pero claro, aún resta mucho para que se convierta en una opción rentable como consecuencia del alto costo que implica hoy el desarrollo de paneles fotovoltaicos.

De todos modos en nuestro planeta es la energía del sol, la energía térmica más importante que impacta en él y que permite que la vida se siga desarrollando.

Cabe destacar que la obtención de la energía térmica siempre provocará un impacto ambiental, porque la combustión libera dióxido de carbono y emisiones altamente contaminantes.

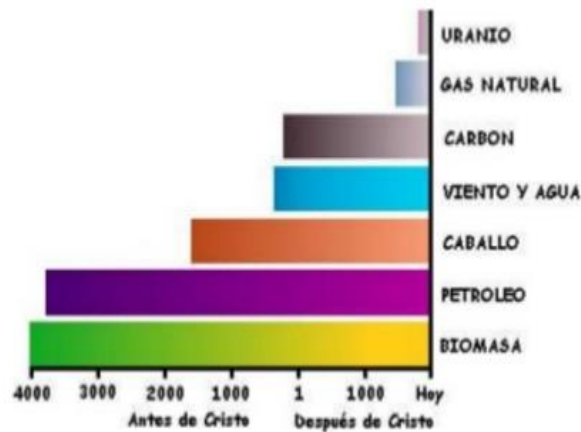
Esta modificación que se genera en la temperatura, llegando a niveles ciertamente altos es absolutamente perjudicial para la vida de las personas. Los seres humanos nos podemos ver

afectados por este tipo de contaminación a través de dos elementos que necesitamos elementalmente para vivir como son el agua y el aire.

En la actualidad este tipo de contaminación se ha vuelto un problema global y es la principal causa del calentamiento que está sufriendo nuestro planeta y que nos hace presenciar los más inéditos fenómenos climáticos, que en la mayoría de los casos se presentan abruptamente y dejan tremendos saltos en materia de destrucción material y víctimas humanas.

2.1 Fuentes de Energía

Figura 1. Fuentes de energía



Fuente. Recuperado de <http://www.areaciencias.com/fisica/fuentes-de-energia.html>

Hablar hoy de métodos alternativos a los combustibles fósiles para la consecución de energía es un tema cada vez más común, la preocupación mundial por asuntos como el calentamiento global, los desastres naturales, el agotamiento de los recursos del planeta, la crisis ambiental y de la producción de alimentos y las enfermedades relacionadas con la contaminación del aire han generado una necesidad urgente de invertir en el desarrollo de opciones que impacten en menor medida el medio ambiente y le permitan al hombre seguir avanzando.

Sin embargo, según cifras del Banco Mundial, todavía el 80 por ciento de la energía que se consume en el planeta proviene del petróleo, el carbón y el gas, situación que les ha planteado múltiples retos a los gobiernos de distintos países con el fin de contrarrestar las consecuencias del uso de la energía proveniente de los combustibles fósiles y así poder mover el mundo sin causarle más daño.

En el caso de Alemania, esta nación alcanzó en mayo del 2016 un hito mundial: las fuentes de energía solar, eólica, hidroeléctrica y de biomasa (obtenida a partir de desechos orgánicos) lograron el 87 por ciento de la generada en el país. Portugal pudo, en ese mismo mes, funcionar solo con la fuerza del viento, del agua y del sol durante cuatro días y su producción eléctrica ya proviene en un 75 por ciento de energía no fósil.

Latinoamérica, a su vez, no se queda atrás. Uruguay se convirtió en el país del continente con mayor proporción de electricidad generada a partir de energía eólica, con un 22 por ciento, y espera cerrar este año con un cubrimiento del 30 por ciento. Y Costa Rica consiguió durante los primeros 7 meses del 2016 que el 96,9 por ciento de su red eléctrica se abasteciera de energías limpias; de esto, el 75 por ciento se generó en sus 4 plantas hidroeléctricas, el 12 por ciento por geotérmicas y el resto por las eólicas, las solares y otras fuentes. Solo el 3,1 por ciento provino de plantas base de combustible fósil.

Un estudio de la Red de Políticas Renovables (REN21), que reúne a más de 500 organizaciones y gobiernos del mundo, reveló que el mercado de la energía solar en el planeta se incrementó en un 25 por ciento durante el año pasado, al pasar de 177 gigavatios de potencia global instalada en el 2014 a 227 gigavatios en el 2015, 10 veces el registro de hace una década. También destacó que durante el 2015 se registraron inversiones mundiales por 286.000 millones de dólares en energías renovables.

2.2 Panorama en el Mundo de las Energías Renovables

Al ubicarse en la zona ecuatorial y contar con climas y ecosistemas variados, Colombia cuenta con un gran potencial para desarrollar energías limpias a partir del agua, el viento, el sol y de los residuos de biomasa como los de la caña de azúcar, aceite de palma, arroz y plátano.

“Los recursos disponibles, como una irradiación solar promedio de 194 W/m² para el territorio nacional, vientos de velocidades medias en el orden de los 9 metros por segundo (a 80 metros de altura) en La Guajira, y potenciales energéticos del orden de 450.000 TJ (terajoules) por año en residuos de biomasa representan un atractivo importante comparados con los de países ubicados en otras latitudes del planeta”, destaca un informe de la Unidad de Planeación Minero-Energética (Upme).

Hoy, el 70 por ciento de la energía generada proviene de las hidroeléctricas (producida en los embalses). Sin embargo, este porcentaje se ve afectado por los fenómenos climáticos que terminan ocasionando largos periodos de sequía y por los efectos negativos por el represamiento de grandes ríos, por lo que depender de esta fuente se ha convertido en un riesgo nacional. Precisamente a principios de este año el país estuvo ad portas de un apagón por cuenta del fenómeno del Niño.

Por eso, a juicio de Alejandro Lucio, director Ejecutivo de la Asociación de Energías Renovables (Ser Colombia), resulta necesario complementar la generación de energía con alternativas independientes –eólica, solar, geotérmica, mareomotriz y de biomasa– para cubrir la demanda. En esto coincide Daniel Fernández, presidente de Siemens para Suramérica, quien considera que el país cuenta con potencial en casi todos los recursos energéticos, pero “se requiere actualizar la política energética del Gobierno para que defina de forma clara cuánto debe ser la participación de cada una de ellas en la matriz energética y aprovechar la complementariedad de las mismas”.

Fernández añade que aunque ha habido un trabajo importante en materia de regulación, el mercado ha cambiado drásticamente por el cambio climático, por lo que el país necesita celeridad en materia de regulación de energías renovables.

Esta compañía, de hecho, cuenta en la actualidad con uno de los proyectos más importantes en el país que promueve el desarrollo de energías limpias. Se trata de la planta industrial que la multinacional inauguró en Tenjo (Cundinamarca) en el 2009 y cuyos productos, entre los que se encuentran transformadores, paneles eléctricos y motores, son exportados a otros países de la región, Estados Unidos y Canadá.

Por su parte, el Ministerio de Minas y Energías anunció a principios de este año la construcción de una planta generadora de energía eólica con una inversión de 700 millones de dólares, la cual permitirá garantizar el abastecimiento eléctrico y aumentar su capacidad instalada en los próximos 15 años. En el 2004 entró en funcionamiento entre el Cabo de la Vela y Puerto Bolívar (La Guajira) el Parque Eólico Jepírachi, el primero en el país de este tipo de energía. El proyecto de EPM tiene una capacidad instalada de 19,5 megavatios de potencia nominal, con 15 aerogeneradores de 1,3 megavatios cada uno.

Según datos de Ser Colombia, que agrupa a más de 23 compañías que les apuestan a las energías renovables, el 93 por ciento de la explotación y producción energética está constituida por recursos de origen fósil, un 4 por ciento de hidroenergía y un 2 por ciento de biomasa y residuos. Aunque en el 2014 se aprobó la Ley 1715 para promover las energías no convencionales en el país, solo hasta marzo de este año la Comisión de Regulación de Energía y Gas (Creg) la reglamentó y estableció que industrias de diversos sectores que producen su propia energía puedan vender sus excedentes a precio de bolsa, que sube en épocas de sequía.

Los países que generan más energías renovables son: Noruega, Suecia, Letonia; las principales naciones que generan energías renovables, según la organización REN21. Noruega es el principal país que genera energías renovables, a pesar de ser considerado uno de las naciones más importantes de Europa y el mundo. Las energías renovables en el país nórdico componen el

65.5% de la capacidad de generación de energía, reveló el último estudio de la organización REN21. Uno de los avances de Noruega en energías renovables es el suministro de biocombustible para los aviones en los aeropuertos. Suecia es el segundo país que apuesta más por la generación de energías renovables, ya que éstas representan el 52% del total de su producción energética. El gobierno sueco es uno de los que más usan la calefacción natural de bajo consumo. Este tipo de energía se genera a través de paneles de biocalor que garantizan la calefacción natural gracias a su avanzada tecnología. Letonia es uno de los principales países que generan y utilizan las energías renovables en el mundo, según REN21. Este país apostó por la biomasa sólida, que es una forma para proporcionar calefacción en los ambientes y calentar el agua. La biomasa sólida incluye todo tipo de material vegetal seco, como son los materiales procedentes de plantas. REN21 mostró que las energías renovables componen aproximadamente el 27.7% de la capacidad de generación de energía en el mundo a finales de 2014.

Esta organización señaló que la energía renovable continuó creciendo en 2014 en contra del contexto de aumento del consumo mundial de energía y un dramático descenso en los precios del petróleo durante la segunda mitad del año.

La institución reconoció que el consumo final de energía mundial se ha incrementado en un 1.5% anual en los últimos años, impulsado principalmente por el aumento de la demanda en países.

Tabla 1. Generadores de energía renovable

<i>PAISES</i>	<i>INVERSIÓN (%)</i>
Noruega	65.5%
Suecia	52%
Letonia	37%
Finlandia	37%
Costa Rica	33%

Fuente: Recuperado de <http://michoacantrespuntocero.com/excremento-de-cerdo-convertido-en-energia>

Figura 2. Generación de biogás y electricidad a partir de las excretas de los cerdos



Fuente. Recuperado de <http://michoacantrespuntocero.com/excremento-de-cerdo-convertido-en-energia/>

La generación de biogás y electricidad a partir de excremento de cerdo, es la investigación académica que llevará a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a la Expo Ciencias Internacional, a realizarse en el mes de agosto del 2014 en la ciudad de Santiago de Chile. Juan Pablo Arriaga Villagrán y Jorge Alberto Rangel Arista, del programa de licenciatura y posgrado respectivamente de la Facultad de Ingeniería Mecánica, obtuvieron el segundo lugar en la Categoría Superior Expo Ciencias Nacional, luego de obtener la medalla de oro en la Expo Ciencias Michoacán 2013.

La investigación denominada “caracterización, compresión y almacenamiento del biogás”, consiste en generar energía eléctrica a partir del estiércol del cerdo y biogás. Una tecnología que permitirá un ahorro económico para donde quien la aplique.

Por ejemplo, explicaron, en el experimento se utilizó 200 litros de estiércol generado por cinco puercos grandes en cuatro días, con lo que se logró comprimir 8.3 metros cúbicos de biogás y se presume que cada metro cúbico de biogás se puede transformar a 6.25 kilowatts hora, por lo que se puede satisfacer durante una hora más de 100 focos ahorradores de 20 o 40 watts.

Y aunque se buscará hacer mejoras al proceso como por ejemplo, mejorar la manera de filtrar el biogás para que obtener un mejor poder calorífico y poder producir más electricidad, “el proyecto es 100 por ciento viable”, atajó Arriaga Villagrán.

Esto ya que Michoacán es un fuerte productor piscícola, “y nosotros queremos aprovecharlo para producir electricidad, logrando que todos los productores puedan ser pequeños generadores y sustentar sus propias granjas”, describió. Y es que enfatizó que este es resultado de investigaciones anteriores existentes en la facultad, que fueron enriquecidas pero en realidad tiene mucho tiempo realizándose, sin embargo reconoció en México estamos atrasados en esta tecnología.

De manera que para el concurso internacional; el proyecto es que como jóvenes emprendedores podamos realizar una empresa dedicada a la producción de energías renovables que coadyuve a bajar los niveles de contaminación y podamos lograr que todos los productores agrícolas sean pequeños generadores. Asimismo, el joven investigador destacó que la UMSNH se encuentra por su nivel académico entre las mejores del país, luego que en estos certámenes se conoce por los proyectos del buen o mal nivel académico de la Casa de Hidalgo, las demás universidades.

Los biodigestores, como sistema utilizado para convertir residuos orgánicos en gas metano y fertilizante natural, son resultado de un proceso de formación en cría y ceba intensiva de cerdos con alimentación alternativa, desarrollado a través del programa Jóvenes Rurales Emprendedores.

La iniciativa derivó en una solución ambiental y económica a las necesidades de estas personas, quienes encontraron una opción para detener el consumo de leña, disminuir la contaminación ambiental y dar valor agregado a su actividad agropecuaria.

"No sólo enseñamos la crianza de porcinos, sino que llevamos a los aprendices por el camino del uso alternativo de los subproductos o elementos contaminantes, para trabajarlos y

traducirlos en respuestas a sus necesidades", explicó el subdirector del Centro Agroempresarial y de Desarrollo Pecuario, Miguel Alirio Argote. El mecanismo permite, además de producir biogás, descontaminar las aguas residuales provenientes de las porquerizas y del beneficio del café, lo que contribuye a reducir la afectación directa sobre las fuentes hídricas. "

Este biodigestor nos presta un servicio muy importante, porque utilizamos el gas en la casa, manejamos los lixiviados del lavado del café y no deforestamos", comentó Israel Polo, uno de los aprendices comprometidos con este proceso.

Él asegura que tiene seis porcinos y que los desechos por ellos producidos son suficientes para abastecer a una familia integrada hasta por ocho personas: "Yo siempre he sido un convencido de este proyecto y mi esposa está muy feliz. Acá ha venido bastante gente, que se ha dado cuenta de que cuatro o cinco marranos son suficientes para el biodigestor".

La iniciativa les permite obtener beneficios de doble propósito: por un lado ganan alrededor de 150 mil pesos por cerdo y por otro aprenden a diversificar. Una familia campesina, conformada por cuatro personas, gasta en promedio 11 toneladas de leña e invierte alrededor de 26 jornales por año en la recolección; esto significa que los 22 biodigestores construidos por los aprendices, con el acompañamiento de su instructor, evitarán la quema de no menos de 242 toneladas de leña y garantizarán el ahorro de cerca de 572 jornales por año. "Ellos lavan las cocheras todos los días, recogen el estiércol y aseguran la alimentación del generador. Cada animal produce entre 0,25 y 0,33 metros cúbicos de biogás. Eso significa que se necesitan cinco o seis cerdos constantes para conseguir los dos metros cúbicos de combustible que diariamente se consumen en un hogar", aseguró César Augusto Pinzón, instructor del área pecuaria de Jóvenes Rurales Emprendedores.

Cada sistema tiene un costo de 1 millón de pesos para los aprendices que lo construyen con sus manos y de dos millones para la gente a la que le interese contratar la construcción. De esta forma, la propuesta se convierte en una nueva fuente de empleo. El biogás es considerado una Energía Renovable No Convencional (ERNC) y se obtiene a partir del gas metano que emanan

los desechos, en este caso, del estiércol de los cerdos. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a las cadenas productivas de la ganadería ascienden al 14,5 % de todas las emisiones de GEI de origen humano. Según el organismo internacional, un mayor uso de las tecnologías poco utilizadas actualmente –como generadores de biogás y dispositivos de ahorro de energía–, podría ayudar al sector ganadero mundial a reducir su producción de gases causantes del calentamiento global hasta en 30 %.

2.3 Actualidad de la Energía Renovable en Colombia

En la actualidad la energía no convencional a nivel mundial y en Colombia está ganando poco a poco participación de acuerdo a un artículo publicado el 26 de julio de 2017 en portafolio en nuestro país a través de seis decretos y cinco resoluciones, el Ministerio de Minas y Energía reglamentó la Ley 1715, con lo que abre el compás para que las energías no convencionales sean sincronizadas en la matriz energética del Sistema Interconectado Nacional (SIN).

La ley 1715 lo que busca es promover el desarrollo y utilización de las fuentes de energía renovable, de igual manera establece como se complementaran paulatinamente con los tipos de energía convencionales que se utilizan en el país.

En este mismo artículo el ministro de Minas y Energía, Germán Arce Zapata, destaca que el 70% de la canasta energética del país está conformada por hidroeléctricas gracias al aprovechamiento de los recursos naturales que tiene Colombia. “Por ello, complementar los recursos hidroeléctricos con las energías renovables permitirá un mercado mayorista más competitivo”.

Por su parte, Alejandro Lucio, director ejecutivo de la Asociación de Energías Renovables (Ser Colombia), advierte que aunque Colombia es líder en términos de confiabilidad con el esquema regulatorio actual, está rezagada en otorgarle un papel más preponderante a estas nuevas fuentes de generación no convencional en la matriz. “La oferta de Fuentes de este tipo

garantiza que en periodos de un día va a entregar tanta energía como las térmicas. Esto es una desventaja competitiva”, Así mismo, el Decreto 2143 y la Resolución 0456 fijan las políticas para la aplicación de los incentivos tributarios de las empresas que desarrollen proyectos con Fuentes renovables de energía.

A pesar de que el país ha avanzado, aún el camino es largo, por lo que Ser Colombia hace un llamado para que el Gobierno y los principales actores del sector energético definan una hoja de ruta concreta para el aprovechamiento de los recursos energéticos de origen renovable y recuerda que quedan reservas suficientes para cerca de 170 años en el caso de carbón, 7 para el petróleo y 15 años para el gas natural.

La energía no convencional se presenta Como una alternativa llamativa debido al agotamiento de las fuentes para generar la energía tradicional combustible, fósiles que se presentan a nivel mundial, razón por la cual los países han tenido que comenzar a pensar en desarrollar e implementar la energía renovable a partir de la utilización de los recursos inagotables como lo son el sol, el viento, los cuerpos de agua la vegetación, la vegetación y la calor interior de la tierra.

Figura 3. Fuentes de energía renovable



Fuente: Recuperado de <http://cuadroscomparativos.com/diferencias-entre-energia-renovable-y-no-renovable-cuadros-comparativos-e-imagenes/>

2.4 Biomasa

Es cualquier material de tipo orgánico proveniente de seres vivos que puede utilizarse para producir energía. Se produce al quemar biomasa, como madera o plantas.

Utilizan tecnologías que dependen de la cantidad y clase de biomasa disponible. Con los principales sistemas de transformación pueden obtenerse combustibles, energía eléctrica, fuerza motriz o energía térmica.

Este tipo de energía emite poco dióxido de carbono y podría ser una solución a los métodos alternativos para eliminar desechos (entierro de basura y quema al aire libre). La dificultad es que requiere alta inversión de capital y su rentabilidad sólo se vería a largo plazo.

En Colombia se tienen estudios de producción de biomasa con el bagazo de la caña, que se estima una producción anual de 1.5 millones de toneladas y de cascarilla de arroz, con la que se producen más de 457.000 toneladas al año. Las zonas más adecuadas para generar esta energía son los Santanderes, los Llanos Orientales y la Costa Atlántica.

La energía a través de la biomasa es básicamente utilizar la materia orgánica como fuente energética. Esta materia orgánica, es heterogénea. Pueden ser desde desechos de agricultura (huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos, restos de poda de vid...) a restos de madera, como pellets o serrín.

Se trata de un tipo de producción de energía más barata, renovable y con menos emisiones por su forma de combustión. Además, ayuda a mantener limpios los bosques por lo que ayuda en la prevención de incendios.

Los usos de los diferentes tipos de biomasa se pueden clasificar principalmente en dos: térmicos y eléctricos. En esta sección se tratará la generación de energía térmica y eléctrica obtenida mediante la combustión de biomasa sólida, sin olvidar que a través la combustión de

biogás también podemos generar ambos tipos de energía. Igualmente, mediante los biocarburos se obtiene energía aprovechable para hacer funcionar los motores de combustión térmica transformándola en energía mecánica.

Un generador eléctrico es la herramienta que transforma la energía mecánica a través de campo magnético y convierte el movimiento en energía eléctrica.

Dicha transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura, también llamada estator, que cuenta con diversas partes: El estator, armadura metálica cubierta en su interior por unos hilos de cobre, que forman diversos circuitos; y el rotor, parte interna del estator que gira accionado por la turbina. Formado por un eje y por unos circuitos, que se transforman en electroimanes cuando se les aplica una pequeña cantidad de corriente.

Cuando el rotor gira a gran velocidad, debido a la energía mecánica aplicada en las turbinas, se producen unas corrientes en los hilos de cobre del interior del estator. Estas corrientes proporcionan al generador la denominada fuerza electromotriz, capaz de producir energía eléctrica a cualquier sistema conectado a él.

2.4.1 Producción de energía eléctrica

El proyecto prevé un sistema de generación de energía en ciclo Brayton, buscando la mayor eficiencia en el aprovechamiento de la energía del biogás. La potencia mecánica del eje de la turbina de gas acciona un generador eléctrico trifásico. En intercambiadores de calor ubicados a la salida de los gases de escape, se recupera la energía térmica liberada en la combustión. Estos sistemas están condicionados por la rentabilidad final. Sin embargo representa la utilización más racional del biogás ya que se obtiene una forma de energía extremadamente dúctil como la electricidad al mismo tiempo que una fuente de calor muy necesaria para la calefacción.

Algunos requisitos para operación en una turbina a gas:

- Se requiere en el gas un valor calorífico superior a 4200 kJ/m³

- El gas debe estar libre de alquitrán y de polvo (para reducir al máximo el desgaste de la máquina) Bebefrío para lograr la máxima admisión de gas en la turbina y la mayor potencia de salida.

2.4.2 Beneficios del uso de las fuentes de energía renovable en Colombia

De acuerdo a la normatividad que busca fomentar e incentivar el desarrollo e implementación de energía renovable algunos de los beneficios que se podrán obtener son:

- Exoneración del pago de aranceles a quienes importen equipos para el montaje de una planta solar u otras de energías no convencionales como la eólica.
- Competitividad igualitaria con el sector de la energía convencional.

Otros beneficios que se pueden encontrar son los que se destacan por la Secretaría de Energía de México publicado en el libro “Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México 2009”, el uso y aprovechamiento de este recurso contribuye a la conservación y uso eficiente de los recursos energéticos no renovables (Valle, 2009).

De la misma manera, obteniendo así los diferentes beneficios que se pueden adquirir, entre los cuales podemos enlistar beneficios económicos, entre los cuales se pueden mencionar:

- Reducción de los costos y los riesgos económicos de la energía.
- Contribución a la soberanía energética.
- Aumento de la seguridad en el abasto de energía.
- Desarrollo rural e industrial.
- Mayor Acceso a servicios energéticos sustentables en áreas rurales.
- Fomento del desarrollo industrial y rural.
- Beneficios ambientales globales y locales.
- Mitigación del cambio climático.
- Reducción de los impactos del sector energía sobre la salud y el medio ambiente.
- Las energías renovables pueden contribuir a la protección de bosques y selvas.

Figura 4. Beneficios del uso de las fuentes de energía renovable en Colombia



Fuente. Recuperado de <<http://calefaccion-solar.com/5-ventajas-y-desventajas-de-las-energias-alternativas.html>>

CAPÍTULO III

SITUACIÓN ACTUAL Y DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE CONTAMINACIÓN DEL MUNICIPIO DE TIBANÁ

3.1 Diagnóstico Actual

En este capítulo se establece la problemática que aqueja a los habitantes del municipio de Tibaná Boyacá, la contaminación generada por el manejo inadecuado de los desechos orgánicos generados en las granjas porcinas, como ha afectado los cultivos, las fuentes hídricas, el turismo y el desarrollo del municipio.

El Municipio es de origen prehispánico. Lo gobernaba un Cacique, tributario del Zaque de Tunja. Fundado en 1537 por Gonzalo Jiménez de Quesada quien después de arribar con más de 500 hombres en su expedición en búsqueda de las esmeraldas de Somondoco fundó la Villa Hispánica, sus naturales fueron evangelizados por los Dominicos, desde 1556, años más tarde los dominicos en proceso de extender la religión católica evangelizaron Ramiriquí y Miraflores que pertenecían a la Villa de Tibaná.

Tiene 28 veredas, 3 pisos térmicos, posee yacimientos de petróleo, minas de hierro, carbón y azufre; actualmente no se explotan sus recursos minerales. Tiene aproximadamente 13000 habitantes. Sus actividades económicas se basan principalmente en ganadería y agricultura. Es el pueblo más antiguo de Boyacá, para el año 2013 cumple 476 años (la misma edad de Bogotá). El Municipio es turístico y visitado por los extranjeros quienes se dejan deslumbrar por los bellos lugares como:

- **Hacienda el Molino:** En esta casona de más de 400 años funcionaba el molino que fabricaba la mejor harina del país, en su interior está el Molino

- **Las Piedras de Bayeta:** Ubicadas en la parte alta de la vereda de Bayeta, son ocho columnas monolíticas, esculpidas y modeladas por los indígenas muisca para adornar el templo de Goranchacha, en Hunza.
- **Cerro la Mesa Alta:** Ubicado en Supaneca (Puerta de entrada al Altiplano cundiboyacense), desde su cumbre se puede observar varios pueblos de Boyacá y Cundinamarca.
- **El puente de San Joaquín:** En época de verano es uno de los lugares más visitados por los turistas. Se encuentra localizado a 500 metros del perímetro urbano.
- **Hotel Hacienda Baza:** Es uno de los hoteles más visitados de Boyacá debido al atractivo de su construcción colonial y al entorno natural.
- **Hacienda de las Delicias:** Construida en 1920 por Bernarda Bautista, y ha inspirado a otras haciendas en la creación de dulces con arequipe.
- **La catedral de San Laureano:** Está catalogada como uno de los más antiguos y representativos legados arquitectónicos de la Nueva Granada. El templo, de estilo barroco, fue erigido en 1638 y terminado a comienzos de la era Neogranadina.
- **Catedral de San Laureano:** Ubicada frente al parque General Santander.
- **El río Tibaná:** Con muchos balnearios naturales entre los cuales se destaca la roca, el portachuelo, san Joaquín, entre otros que atraen a turistas.

Para el año 2000 en el municipio de Tibaná registra explotaciones porcinas tecnificadas, una de ellas localizada en la vereda de Chiguatá del Señor Sarmiento que se dedica al engorde de cerdos y tiene una capacidad para 500 animales en ceba, posee instalaciones adecuadas, la alimentación de los cerdos se hace básicamente con concentrados y el manejo de residuos sólidos

se realiza mediante pozo estercolero y se utiliza para riego de praderas. En Pie de Peña y Lavaderos las porcinas, también poseen instalaciones adecuadas; la mayor parte de las explotaciones porcinas son tradicionales se utilizan productos de cosecha y lavazas para su alimentación, poseen instalaciones rudimentarias y son de carácter familiar. En los alrededores del casco urbano encontramos 10 explotaciones que se pueden caracterizar como semi-tecnificadas. En el perímetro urbano se encuentran tres de estas explotaciones que es necesario reubicar por las condiciones sanitarias.

Dentro del sector pecuario el segundo renglón lo ocupa el ganado porcino el cual es variable dependiendo directamente del mercado El comercio de los cerdos se realiza en la plaza de mercado de Tibaná el día martes, los grandes productores comercializan sus animales de manera directa con mercados de otros centros urbanos como Bogotá. En cerdos la raza predominante es el Landrace en cruces con criollos. Las explotaciones tecnificadas tienen la línea terminal de PIC y cruces con pietrain, landrace y york.

3.2 Información Pecuario del Municipio de Tibaná

Tabla 2 . Inventario pecuario año 2000 en Tibaná – Boyacá.

SECTOR PECUARIO	POBLACION
GANADO BOVINO	8200
GANADO PORCINO	2000
EQUINOS	384
CONEJOS	1623
OVINOS	467
CAPRINOS	79
GALLINAS	19650

5700 HEMBRAS
2500 MACHOS

13260 SON PONEDORAS

Fuente. Recuperado de <http://www.dapboyaca.gov.co/?page_id=887>

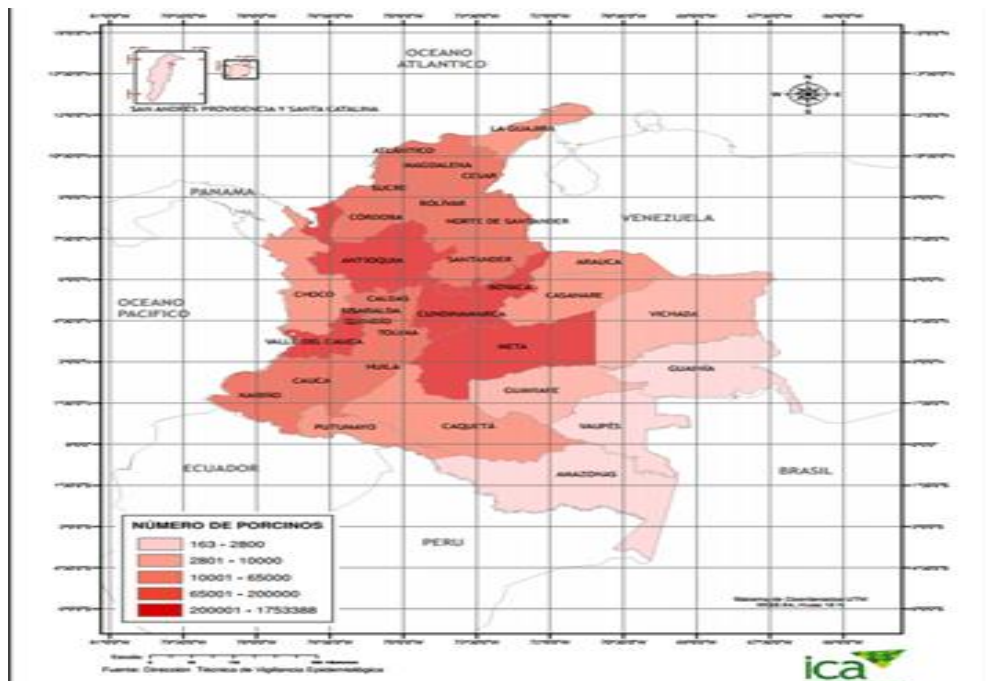
Colombia cuenta con una población porcina de 5'094.664 animales para el año 2016, distribuidos en 218.698 predios. Estos animales se encuentran localizados principalmente en los departamentos de Antioquia (34,42%), Cundinamarca (10,17%), Valle del Cauca (8,18%), Meta (4,64%) y Boyacá (4,62%) y Cauca (3,77%) en estos departamentos se concentra el 65,80% de la población nacional. Esta información, aunada a los flujos de movilización y al diagnóstico de enfermedades, se convierte en una herramienta esencial para el diseño de los programas sanitarios que involucran a esta especie. (ICA ,2008).

Tabla 3. Producción porcina año 2016 (En unidades)

MUNICIPIO	LECHONES 60 DIAS	LEVANTE 61 120 DIAS	CEBA 121 180 DIAS	HEMBRAS REEMPLAZO 120 - 240 DIAS	HEMBRAS CRIA >240 DIAS	MACHOS REPRODUCTORES REEMPLAZO > 180 DIAS	CERDOS DE TRASPATIO 2016	TOTAL PORCINOS 2016	TOTAL GRANJAS PORCINAS TECNIFICADAS - 2016	TOTAL PREDIOS TRASPATIO 2016	TOTAL PREDIOS PORCINOS 2016
TIBANA	4554	3400	4457	400	1000	49	900	14760	6	85	91

Fuente. Recuperado de <<https://www.ica.gov.co/>>

Figura 5. Censo poblacional de porcinos – Colombia 2016



Fuente. Recuperado de <<https://www.ica.gov.co/>>

Como se puede evidenciar en la Tabla 2 y 3, al comparar la producción porcina para el año 2000 era de 2000 animales siendo una producción artesanal y de baja escala, y al compararla con la producción del año 2016 de 14760 animales con granjas tecnificadas, hubo un crecimiento del exponencial del 638% en estos 16 años.

Al igual que el aumento en la producción también aumento los problemas de contaminación en el municipio, ya que no se le ha dado el manejo adecuado a los desechos producidos por dichas granjas (excretas y orina de cerdo).

Tabla 4. Cantidad de excretas y orina de cerdos por día

ESTADOFISIOLÓGICO	PROMEDIO (Kg)	RANGO (Kg)
Hembra vacía	4.61	3.3 – 6.4
Hembra gestante	3.00	2.7 – 3.2
Hembra lactante	7.72	6.0 – 8.9
Macho reproductor	2.81	2.0 – 3.3
Lechón Lactante	8.02	6.8 – 10.9
Precebos	7.64	6.6 – 10.6
Levante	6.26	5.9 – 6.6
Finalización	6.26	5.7 – 6.5

Fuente. Pedraza, G., Chará, J, Conde, N., Giraldo, S. & Giraldo, L. (2002).

Tomando como base los datos de la tabla N° 4 se evidencia que en promediada cerdo produce 5.75 kl de excretas por día lo que representa al año 2.098 kl, que para el año 2000 con la población animal de 2000 cabezas eran 4.197.000 kl de excretas al año, pero al compararlo con la producción del 2016 que es de 14.760 animales, arroja un total de 30.966.480 kl de excreta al año, lo cual representa un crecimiento del 638% en desechos de las granjas a las cuales no se les realiza el suficiente control sobre el tratamiento adecuado de dichas excretas.

Colombia cuenta con una gran cantidad de granjas productivas porcinas que generan desechos orgánicos, estos representan una condición desfavorable para el medio ambiente, causando un grave problema de contaminación y salud pública. Sin embargo, actualmente se ha visto una gran oportunidad para su aprovechamiento como una fuente de energía renovable, por el uso de las excretas para la producción de biogás, que puede ser utilizado para generar energía eléctrica y/o térmica.

En la actualidad se han visualizado una diversidad de usos y aplicaciones de estos sistemas, tales como la reducción de contaminantes en las descargas de aguas residuales de las unidades pecuarias y la generación de energía eléctrica. Ante este escenario, y al observar el potencial que aún existe para la incorporación de estos sistemas en las unidades pecuarias, se hace relevante el conocer la situación actual de los sistemas de biodigestión instalados a nivel nacional, para que en base en estas experiencias, en un futuro los proyectos a desarrollarse en este ámbito brinden seguridad en cuanto a la operación eficiente de los sistemas.

Por las razones expuestas se propone la puesta en marcha de nuestro proyecto donde se pretende implementar un Biodigestor mediante el cual se pueda generar energía limpia y el cual se pondrá en funcionamiento a través de la recolección de los desechos generados en las granjas porcinas, de esta manera se pretende enseñar a la comunidad la forma de utilizar los desechos de sus porcinos y como de esta manera se ayuda al medio ambiente y también se generan beneficios tanto para sus granjas como para la comunidad en general.

Son muchos los beneficios que se obtienen al utilizar los biodigestores, entre los más importantes se pueden mencionar los siguientes:

- Proporcionar combustible (biogás) para suplir las necesidades energéticas rurales, incrementando la producción de energía renovable (calor, luz, electricidad) y de bajo costo.

- Reducir la contaminación ambiental al convertir en residuos útiles las excretas de origen animal, aumentando la protección del suelo, de las fuentes de agua, de la pureza del aire y del bosque. Dichas excretas contienen microorganismos patógenos, larvas, huevos, pupas de invertebrados que de otro modo podrían convertirse en plagas y enfermedades para las plantas cultivadas.
- Se produce abono orgánico (bio-abono) con un contenido mineral similar al de las excretas frescas, pero de mejor calidad nutricional para las plantas y para la producción de fitoplancton. Este último es utilizado para la alimentación de peces y crustáceos.
- Mejora las condiciones higiénicas de las casas y las fincas a nivel rural y/o unidad de producción a través de la reducción de patógenos, huevos de gusanos y moscas, los que mueren durante el proceso de biodigestión.
- Produce beneficios micro-económicos a través de: la sustitución de energía no renovable y fertilizantes sintéticos por energía renovable y fertilizantes orgánicos; y el aumento en los ingresos debido al incremento de la productividad y producción agrícola y pecuaria.
- Se reduce el riesgo de transmisión de enfermedades (Mc Garry y Stainforth, 1978), ya que al reciclar en conjunto las excretas de cerdo en biodigestores que operan en rangos de temperatura interna entre 30 °C y 35 °C es posible destruir hasta el 95% de los huevos de parásitos y casi todas las bacterias y protozoarios causantes de enfermedades gastrointestinales.

Como se mencionó al comienzo de este capítulo el fin era mostrar una problemática que cada día aumenta con la producción de cerdos en y el manejo inadecuado de las excretas lo ha ocasionado un problema que no solo afecta el desarrollo económico, social sino que también genera un alto impacto ambiental y la salud de los turistas habitantes del Municipio.

CAPÍTULO IV PROPUESTA

4.1 Solución a la Problemática

Una vez identificada la problemática que se presenta en el Municipio de Tibana Boyacá, nace la necesidad de desarrollar un mecanismo que permita dar un adecuado tratamiento a los residuos orgánicos (excretas), producidas por las granjas porcinas que han presentado un incremento en su producción en los últimos 15 años de más del 600%.

Mediante la implementación de un Biodigestor en la vereda Suta abajo del Municipio de Tibaná Boyacá se busca mitigar el impacto económico, social y ambiental generado por los residuos orgánicos que producen los cerdos.

4.1.1 Biodigestor

Figura 6. Esquema del biodigestor



Fuente. Recuperado de <www.energizar.org.ar/energizar_desarrollo_humano_proyectos_biogas_familias_en_que_consiste.html>

La Figura 7 se aprecia un digestor de desechos orgánicos o biodigestor es un contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar, este puede ser excrementos de animales y humanos, desechos vegetales, 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.

Por lo tanto materiales que ingresan y abonan el Biodigestor se denominan afluente y efluente respectivamente. El proceso de digestión que ocurre en el interior del biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás.

Biodigestiones la fermentación realizada por bacterias anaerobias sobre la materia orgánica y posee las siguientes ventajas:

- Proporcionar combustible para suplir las principales necesidades energéticas rurales.
- Reducir la contaminación ambiental al convertir las excretas, que hacen proliferar microorganismos patógenos, larvas e insectos, en residuos útiles.
- Producir abono orgánico, con un contenido similar al de las excretas frescas e igualmente útil para los suelos, los cultivos y para el desarrollo del fitoplancton y del zooplancton utilizado por algunas especies acuáticas en su alimentación.

Los digestores anaeróbicos son para producir biogás se pueden emplearse diversos materiales orgánicos tales como residuos vegetales, estiércol, basura doméstica, algas, efluentes de las industrias de alimentos, bebidas, papel, y químicas.

Durante la bioconversión de materiales orgánicos a metano las distintas etapas tienen distinta velocidad: la degradación de la celulosa ocurre en semanas, la de las hemicelulosa y proteínas en días y la de las moléculas pequeñas, como azúcares, ácidos grasos y alcoholes, en horas, pero la lignina no es degradada en la mayoría de los sistemas de digestión anaeróbica.

El proceso en un digestor difiere de otros tipos de fermentaciones en que no es necesario utilizar cultivos puros de microorganismos. Las diversas bacterias capaces de descomponer las sustancias orgánicas y producir biogás están ampliamente distribuidas en la naturaleza.

Se encuentran, por ejemplo en los excrementos animales y humanos. Estas bacterias pueden activarse y mantenerse indefinidamente con un manejo adecuado.

4.1.2 Capacidad tanque de recolección

Para las dimensiones del tanque de recolección, se debe contemplar que en caso de tener algún problema con el biodigestor o con cualquier otro componente de la planta, es necesario, que la capacidad de dicho tanque sea mayor a tres veces el volumen de la carga diaria.

Para calcular la **carga diaria** del tanque de recolección se necesita:

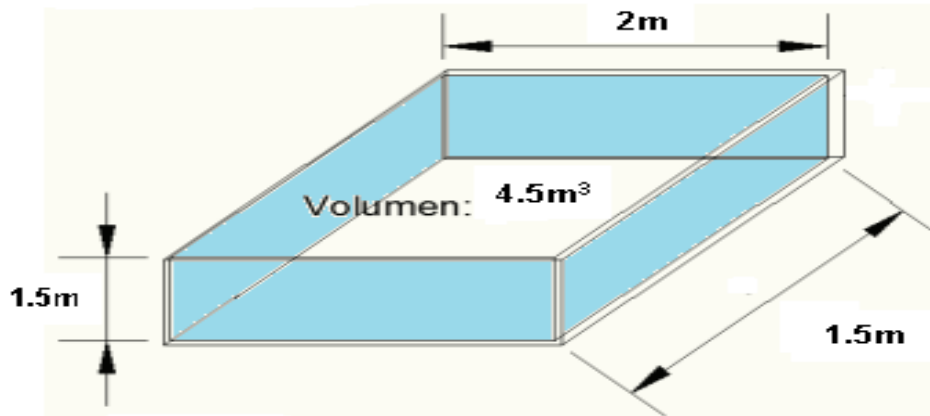
Estiércol + orina = 5.75 por cerdo al día según Tabla 3.

$$235.75 \text{ Kg} * 3 = 707.25 \text{ Kg}$$

$$707.25 \text{ Kg} / 1000 = 0,70725 \text{ m}^3$$

El material que se pretende utilizar para construir el tanque corresponde a concreto, porque es de mejor calidad y mayor vida útil, lo cual es más benéfico para los porcicultores. A continuación se presentamos las dimensiones del tanque de recolección el cual tiene una capacidad de 4.5 m³, que es mayor a la requerida previniendo un aumento en la carga diaria en los próximos años.

Figura 7. Medidas tanque de recolección



Fuente. Los autores

4.1.3 Transporte de Mezcla

El transporte de la mezcla desde el tanque de almacenamiento hasta el digester, se hará a través de una bomba sumergible de alto flujo, que evita el choque térmico que puede producirse si una gran masa de mezcla entra al digester, y la descarga del material digerido se hace de una forma mucho más gradual, evitando que salga material sin digerir.

El volumen del biodigestor, es de 31.83 m³.teniendo en cuenta que la carga diaria es de 0.70725 m³ y los días de retención para la producción del biogás es de 45 días, de igual manera se planea construir un biodigestor con una capacidad de 32 m³.

4.1.4 Operación del biodigestor

4.1.4.1 Rangos de temperatura para la operación del Biodigestor

La tasa de fermentación anaerobia de los sólidos orgánicos y su conversión parcial en biogás, están directamente relacionadas con la temperatura interna de operación. Aunque el proceso se lleva a cabo en un amplio rango de temperaturas, desde 15°C hasta 60°C, la mayor eficiencia de conversión se obtiene en los rangos de temperatura 30°C a 40°C y 55°C a 60°C.

La mayoría de las bacterias metanogénicas digieren la materia orgánica más eficientemente en el rango 30°C a 40°C, que puede ser alcanzado por la fase líquida, no solo por efecto de la temperatura ambiental, sino también porque la temperatura interna se incrementa debido a la generación de calor ocurrida durante la fermentación de la materia orgánica.

4.1.4.2 Relación carbono hidrógeno

Los carbohidratos y las proteínas son los nutrientes indispensables para el crecimiento, desarrollo y actividad de las bacterias anaerobias. El carbono contenido en el estiércol, es el elemento que las bacterias convierten en metano (CH₄). El nitrógeno es utilizado para la multiplicación bacteriana y como catalizador en el proceso de producción de biogás.

4.1.4.3 Valores de PH

Aunque el rango de pH óptimo, para alcanzar la mayor eficiencia en la fermentación anaerobia de la materia orgánica, puede variar, el proceso de digestión bacteriana produce biogás a valores de pH entre 6.7 y 7.5, un medio prácticamente neutro (Griffis, Mote y Kienholz, 1980). El pH se mantiene en ese rango, solo si, el Biodigestor está operando correctamente. Si el pH se torna muy ácido, la acción de las bacterias se inhibe, aumentando la proporción de gas carbónico en el biogás (Taiganides, 1963). Las causas por las que se puede acidificar la fase líquida contenida dentro del Biodigestor son:

- Un cambio excesivo de la carga.
- El permanecer por largo tiempo sin recibir carga.
- La presencia de productos tóxicos en la carga.
- Un cambio amplio y repentino de la temperatura interna
- En algunos casos la alta acidez puede corregirse adicionando cal.

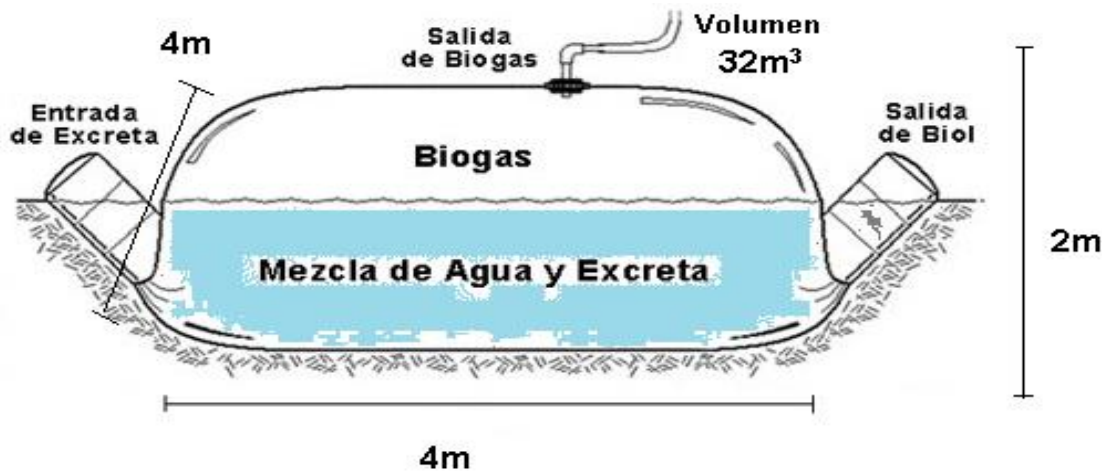
4.1.4.4 Factores de los que depende la producción de biogás

- Temperatura
- Tiempo de retención
- Porcentaje de sólidos

- Factor PH

Producción de biogás. Una vez realizado el cálculo del biodigestor nos da como resultado una producción de gas de aproximadamente 9,6 m³ diarios lo cual es el 30% del volumen total, para almacenar el gas producido se requiere que el digestor tenga una capacidad de volumen de almacenamiento igual a 9,6 m³, para un volumen total del biodigestor de 32 m³.

Figura 8. Medidas del biodigestor.



Fuente. Los autores

Para almacenar el gas se requiere 5 m² de hypalon debe sellarse con calor a las paredes del tanque, con resistencia a los rayos ultravioleta y las condiciones climáticas adversas.

Conducción del biogás La tubería que se va utilizar para la conducción del biogás es de cobre para gas natural de 2" pulgadas, se dispondrá de válvulas de bola al comienzo y al final de la línea, con los respectivos manómetros en las mismas posiciones, adicionalmente se instalara un sistema que nos permita controlar la temperatura y la presión con sensores que serán instalados en la salida de la cubierta del digestor y un sensor de caudal que será instalado a la entrada del motor. Para controlar la presión excesiva del globo se necesitara instalar una válvula de alivio y de igual manera un quemador de exceso de gas y una trampa de llama.

La producción de biogás en el biodigestor es constante, pero el consumo se hace durante ciertas horas al día, para ello se almacena dicho biogás cerca al sitio de consumo, este mecanismo es importante cuando se utiliza el biogás para el funcionamiento de motores. Para la construcción se puede emplear el mismo plástico que fue empleado para la construcción del biodigestor, pero para este caso se coloca la bolsa sencilla.

Figura 9. Bolsa de reserva de biogás



Fuente. Recuperado de <<http://www.cipav.org.co/publicaciones/publicaciones.html>>

La conducción de biogás hacia el sitio de consumo, se hace en manguera de polietileno de 1 ½”, es importante que a lo largo del recorrido de dicha manguera desde el biodigestor hasta el sitio de consumo, no quede enterrada para evitar la condensación interna de la humedad, además se deben evitar las ondulaciones porque se puede acumular agua e impide el paso de biogás.

Tanque del efluente: Este tanque es el encargado de recolectar la mezcla digerida, misma que será empleada como abono, el volumen que tendrá este tanque será superior al tanque de recolección.

Temperatura: La temperatura promedio del municipio de Tibaná (Boyacá) es de 25°C por lo cual se debe tener un tiempo de retención entre 30 a 60 días, que para efectos de nuestra propuesta contemplamos 45 días de retención, con el fin de tener una producción de gas eficiente y constante.

4.2 Materiales para Construcción Biodigestor

Tabla 5. Materiales para la construcción de un Biodigestor

Unidad	Descripción
500	Ladrillos
3	Bultos de Cemento
100	Paladas de Arena
2	Tubos de PVC de 1" metro
1	Un Acople macho roscado de PVC de 1½"
1	Un acople macho hembra roscado de PVC de 1½"
1	Arandelas en aluminio de 15cm de diámetro y agujero centran de 1½"
1	Tubo de PVC de 2"
2	"T" de PVC de 1½"
1	Galón transparente
1	"Y" Sanitaria de PVC de 4"

1	Tubo de 4" m
1	Reductores de 4" a 1½"
7	Metros de manguera roscada
67	Metros de plástico tubular calibre 8 con protección a los rayos UV

Fuente. Los autores

4.2.1 Método de construcción de un Biodigestor

Elaboración de fosa. Este tipo de biodigestor se ancla en una zanja o trinchera en donde se acomoda el polietileno tubular calibre 8 que luego se reduce a la mitad al introducir una dentro de la otra para formar finalmente una capa de calibre 16, teniendo en cuenta que dicha zanja debe tener las medidas mencionadas anteriormente en la figura 4, las medidas son:

Ancho: 4m - Profundidad: 1,5 m - Longitud: 4 m. La zanja puede ser en forma de U ó V, finalmente las dimensiones de esta zanja son las mismas que la del biodigestor, pero en la altura se debe dejar parte del polietileno a la vista, que para éste caso es de 0.5 m.

Figura 10. Fosa o zanja.



Fuente. Recuperado de <<http://www.cipav.org.co/publicaciones/publicaciones.html>>

En cada extremo de la zanja o fosa se construye una caja de ladrillo o cemento con un tubo de gres que es el que comunica la caja de entrada con el biodigestor, y en el otro extremo comunica al biodigestor con la caja de salida, que a su vez en estos tubos es donde se amarran los extremos del reactor.

Válvula de salida del biogás. Se instala la válvula de salida del biogás en el centro de la estructura del biodigestor. Para esta operación una persona se introduce en el plástico con el adaptador macho y de adentro hacia afuera, se hace presión con el adaptador sobre la pared de la

estructura, mientras que otra persona en la parte externa, con una navaja o bisturí, hace un corte por la cara interna del adaptador macho perforando el plástico figura 13, y permitiendo la salida de la porción roscada del macho, en el que previamente se coloca una arandela en aluminio de 15 cm de diámetro con agujero central de 1½ pulgadas con un empaque de neumático de mayor diámetro para evitar la fricción del aluminio con el plástico figura 14, y pueda generar daños en la estructura.

Figura 11. Válvula de biogás



Fuente. Recuperado de <<http://www.cipav.org.co/publicaciones/publicaciones.html>>

4.3 Ventajas Y Desventajas Del Biodigestor

4.3.1 Ventajas

- Las excretas de ganado porcino antes de su inclusión en el biodigestor no requieren tratamiento.
- Se minimiza el problema de fetidez en la zona, debido al almacenamiento de estiércol en las granjas porcinas sin un manejo adecuado
- El estiércol después de procesado contiene propiedades fertilizantes, que puede ser usado como abono orgánico.
- El manejo es sencillo y el cuidado y mantenimiento simple.
- Se protege al medio ambiente permitiendo en normal funcionamiento de las demás actividades, entre ellas el turismo que actualmente se ve afectado.

4.3.2 Desventajas

El abono orgánico obtenido en este tipo de tratamiento anaerobio es líquido, lo que puede generar que al regar dicho efluente en suelos permeables se pueda producir pérdida por lixiviación de algunos de sus componentes.

4.4 Análisis Financiero

4.4.1 Costos de un Biodigestor

Costos de materiales para la elaboración de un biodigestor tipo CIPAV con capacidad de 32m³.

Tabla 6. Costos del biodigestor

Unidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
500	Ladrillos	\$ 950	\$ 475.000
3	Bultos de Cemento	\$ 48.000	\$ 144.000
100	Paladas de Arena	\$ 1.000	\$ 100.000
2	Tubos de PVC de 1" metro	\$ 43.000	\$ 86.000
1	Un Acople macho roscado de PVC de 1½"	\$ 5.000	\$ 5.000
1	Un acople macho hembra roscado de PVC de 1½"	\$ 7.000	\$ 7.000
1	Arandelas en aluminio de 15cm de diametro y agujero centran de 1½"	\$ 6.200	\$ 6.200
1	Tubo de PVC de 2"	\$ 12.000	\$ 12.000
2	"T" de PVC de 1½"	\$ 8.000	\$ 16.000
1	Galón transparente	\$ 5.000	\$ 5.000
1	"Y" Sanitaria de PVC de 4"	\$ 29.000	\$ 29.000
1	Tubo de 4" m	\$ 30.000	\$ 30.000
1	Reductores de 4" a 1½"	\$ 13.000	\$ 13.000
7	Metros de manguera roscada	\$ 5.700	\$ 39.900
67	Metros de plástico tubular calibre 8 con protección a los rayos UV	\$ 9.000	\$ 603.000
TOTAL			\$ 1.571.100

Fuente. Las autoras

La metodología del Biodigestor de polietileno tubular calibre 8 protección contra los rayos ultravioleta (ofrecida por Coherplast Ltda.), se trabaja con temperatura ambiente, el plástico se convierte en muy buena opción para el tema de mantener la temperatura interna controlada.

4.4.2 Costos Tanque De Recolección Y De Tanque De Salida

Tabla 7. Costos tanque de entrada y salida.

Tanque	Valor
Tanque entrada	\$ 1.500.000
Tanque salida	\$ 4.500.000
Total	\$ 6.000.000

Fuente. Los autores.

Para la tubería en el mercado se encuentran materiales como: PVC, galvanizado, cobre, entre otros; siendo más favorable la tubería en PVC ya que evita los problemas de corrosión y el mantenimiento resulta de mayor facilidad.

4.4.3 Costos para el Montaje de un Biodigestor

Se determinó que el biodigestor para el tratamiento de las excretas porcinas con capacidad de 32 m³ cada uno tiene un costo de materiales es de \$1.571.100. Para el cálculo del valor de la inversión inicial es necesario sumar al valor del biodigestor, lo equivalente al montaje del invernadero para la protección del biodigestor, la mano de obra para la adecuación del terreno y el montaje. El terreno donde será ubicado el biodigestor se encuentra disponible en la misma granja en la vereda de Suta Abajo y no es necesario comprar terrenos. Para establecer el costo total del montaje tipo Cipav se toman los costos directos y los indirectos.

Costos directos. Están conformados por el costo de la mano de obra, los materiales. El

costo asociado a la mano de obra se genera debido al tiempo empleado para la adecuación del terreno, la excavación de la fosa, montaje del biodigestor y el invernadero que servirá como protección al mismo. Para este caso, se requiere el servicio de un contratista que disponga de dos personas por un tiempo de 4 semanas, se realiza un contrato por un valor de 3'000.000. El valor correspondiente a los materiales para el montaje del invernadero se estima en \$750.000 por cada uno.

Tabla 8. Costo para invernadero

Descripción	Valor
Polietileno	\$450.000
Listones	\$300.000
Total	\$750.000

Fuente. Los autores

Tabla 9. Costos directos montaje biodigestor tipo Cipav

Descripción	Valor
Mano de Obra	\$3.000.000
Materiales Biodigestor	\$1.571.100
Materiales Invernadero	\$750.000
Total	\$5.321.100

Fuente. Los autores

4.4.4 Costos Mantenimiento del Biodigestor

Para el mantenimiento y normal funcionamiento del Biodigestor se necesita de UN operario de tiempo completo, un administrador y un contador de tiempo parcial.

Tabla 10. Nómina mensual

COSTO NÓMINA			
Cargo	Unid	Valor Unitario	Valor Total
Administrador	1	\$2.000.000	\$2.000.000
Contador	1	\$800.000	\$800.000
Operarios	1	\$1.250.000	\$1.250.000
Total			\$4.050.000

Fuente. Los autores.

Tabla 11. Maquinaria y equipo

BALANCE DE EQUIPOS					
Ítem	Cantidad	Costo	Costo total	Vida Útil	Valor de liquidación
Moto bomba	1	\$350.000	\$350.000	5 Años	\$50.000
Calefactor	1	\$100.000	\$100.000	5 Años	\$20.000
Computador	1	\$1.500.000	\$1.500.000	3 Años	\$200.000
Carretilla	1	\$300.000	\$300.000	5 Años	\$50.000
Palas	3	\$20.000	\$40.000	5 Años	\$0
Equipo de ofic.	1	\$1.000.000	\$1.000.000	3 Años	\$50.000
Equip de Sonid	1	\$400.000	\$400.000	5 Años	\$50.000
TOTAL			\$3.690.000		\$420.000

Fuente. Los autores.

Costos indirectos. Son costos que complementan la acción para el montaje de los biodigestores, están representados por: puntillas, serrucho, pegante para PVC, entre otros (\$ 300.000). El valor asociado a estos costos lo representa la asesoría por un experto en el tema, en

cuanto al montaje y puesta en marcha del mismo, se estima un valor de 3.000.000. El valor del generador de energía eléctrica es de \$10'000.000.

Tabla 12. Maquinaria y equipo

Descripción	Valor
Costos Indirectos	\$3.000.000
Costos Directos	\$13.300.000
Total	\$16.300.000

Fuente: Las autoras

4.5 Estimación por Materia Prima

4.5.1 Caracterización y cuantificación del estiércol

Un manejo inadecuado de las excretas porcinas y vacunas se traduce en un grave y severo problema debido al alto impacto ambiental, contaminación por nitritos y nitratos, metales pesados y resto de nutrientes.

Teniendo en cuenta que las excretas de los porcinos que se generan en las granjas del Municipio de Tabaná – Boyacá, estos son la base de carga para el biodigestor y su respectivo tratamiento para la obtención principalmente de biogás y abono orgánico, se presenta a continuación, las características del sustrato en cuanto a parámetros físico - químicos, cantidad de estiércol generada por día. Cabe señalar que dichas excretas tienen la propiedad de que no contienen contaminantes, patógenos, ni metales pesados, lo que las hace denominarse como excelentes sustratos para la digestión anaerobia.

Las excretas porcinas para el proceso de digestión anaerobia se destacan por su alta capacidad para producir metano, además porque contienen alta concentración de nutrientes comparados con otros sustratos; dichas excretas gozan de esta propiedad debido a que los cerdos son ineficientes al asimilar los nutrientes, lo que genera que desperdicien altos porcentajes de alimento, por esta razón cerca del 1.3% de su excreta generada contiene nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales son considerados como fertilizantes primarios, y fertilizantes secundarios tales como el calcio, cloro, azufre, sodio, etc. que representan otro 1.2% de la misma.

4.5.2 Producción excretas de cerdo Año 2016

Tabla 13. Producción de excretas

Cantidad de cerdos 2016	Cantidad de excretas por cerdo (kl- año)	Cantidad de excretas por año - kl	Toneladas al año
14.760	2.099	30.981.240	30.981

Fuente. Las autores

La información contenida en la tabla N° 13 se realizó tomando como base la Tabla N° 3 del ICA 2016 VS la Tabla 4 de la cantidad de excretas producidas al día por cada cerdo, en los 365 días del año.

Para calcular el volumen de carga diaria tomamos la cantidad de cerdos al año y la dividimos en 365 días y lo multiplicamos por la cantidad de excretas que produce cada cerdo a diario.

$$14.760 / 365 = 41. \text{ Cerdos}$$

$$41 * 5.75 = 235.75 \text{ Kg. Carga Diaria}$$

4.5.3 Producción de Bioabono

Esta producción depende de un proceso de fermentación el cual pierde entre 5 al 30 % de sólidos totales y depende directamente de la producción de biogás, se calcula tomando el 70% de la carga diaria:

$$0.23575 \text{ m}^3 \times 0.7 = 0.165025 \text{ m}^3 \text{ de Bioabono solido.}$$

4.5.4 Estimación de energía para Sies Granjas en un día

Tabla 14. Necesidades de energía

Descripción	Cantidad x granja	No Granjas	Total Granjas	Consumo kw/h	Uso en horas	Total Consumo kw/Día
Bombillos	30	6	180	0,06	3	32
Motobomba	1	6	6	0,34	2	4
Hidrolavadora	1	6	6	1,7	1	10
Nevera	1	6	6	0,563	12	41
Computador	2	6	12	0,263	5	16
Impresora	1	6	6	0,263	2	3
Sonido	1	6	6	0,263	6	9
TOTAL KW REQUERIDOS AL DIA PARA 6 GRANJAS						116

Fuente. Recuperado <http://www.expansion.com/2014/08/ahorro/1407514104.html>

Como se observa en la Tabla 14 los requerimientos de energía al día son de aproximadamente 116 Kw. Para la generación de energía eléctrica a partir de la alimentación de biogás, se propone un generador que consume 9m³/día de biogás para generar 12 Kw/h. Para la generación de la energía se requiere de un generador de energía eléctrica alimentado por biogás, y así generar energía renovable.



4.5.5 Tarifas de energía Ebsa

Tabla 15. Tarifas de energía.

INFORMACIÓN							
SOBRE TARIFAS ENERGÍA ELÉCTRICA						NOVIEMBRE 2017	
SECTOR RESIDENCIAL							
CONEXIÓN AL NIVEL DE TENSIÓN 1							
ESTRATO	RANGO DE CONSUMO	ACTIVOS EBSA			ACTIVOS USUARIO		
		TARIFA	CU	S / C	TARIFA	CU	S / C
1	Entre 0 y CS *	235,0390	508,2859	-53,76%	207,6666	459,3370	-54,79%
	Mayor de CS *	508,2859		0%	459,3370		0%
2	Entre 0 y CS *	293,7988	508,2859	-42,20%	259,5832	459,3370	-43,49%
	Mayor de CS *	508,2859		0%	459,3370		0%
3	Entre 0 y CS *	432,0430	508,2859	-15%	390,4365	459,3370	-15%
	Mayor de CS *	508,2859		0%	459,3370		0%
4	Mayor de 0 kWh	508,2859	508,2859	0%	459,3370	459,3370	0%
5	Mayor de 0 kWh	609,9431	508,2859	20%	551,2044	459,3370	20%
6	Mayor de 0 kWh	609,9431	508,2859	20%	551,2044	459,3370	20%
AREAS COMUNES	Mayor de 0 kWh	508,2859	508,2859	0%	459,3370	459,3370	0%

* CS para alturas inferiores a 1.000 MSNM	173	184	kWh
* CS para alturas superiores a 1.000 MSNM	130	138	kWh

CONCEPTO	EBSA NT 1		USUARIO NT 1		NT 2		NT 3		NT 4	
	Comercial	Oficial Especial	Comercial	Oficial Especial	Comercial	Oficial Especial	Comercial	Oficial Especial	Comercial	Oficial Especial
ACTIVA	609,9431	508,2859	551,2044	459,3370	496,9247	414,1039	461,6017	384,6681	405,5358	337,9465
REACTIVA	193,5084	161,2570	134,7697	112,3081	109,9832	91,6527	76,7214	63,9345	23,9582	19,9652
ACTIVA A.P.	435,9161									

COMPONENTES DEL COSTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO

$$CU_{v,n,m,i,j} = G_{m,i,j} + T_m + D_{n,m} + C_{v,m,i,j} + PR_{n,m,i,j} + R_{m,i}$$

NIVEL DE TENSION CONCEPTO	NT 1		NT 2	NT 3	NT 4
	EBSA	USUARIO			
Generación - G _{m,i,j} (\$/kWh)	175,6490	175,6490	175,6490	175,6490	175,6490
Transmisión - T _m (\$/kWh)	30,4396	30,4396	30,4396	30,4396	30,4396
Distribución - D _{n,m} (\$/kWh)	161,2570	112,3081	91,6527	63,9345	19,9652
Comercialización - C _{vm,i,j} (\$/kWh)	84,2485	84,2485	84,2485	84,2485	84,2485
Pérdidas - PR _{n,m,i,j} (\$/kWh)	33,7567	33,7567	9,1790	7,4614	4,7091
Restricciones - R _{m,i} (\$/kWh)	22,9351	22,9351	22,9351	22,9351	22,9351
Costo Unitario C _{uvn,m,i,j} (\$/kWh) CALCULADO	508,2859	459,3370	414,1039	384,6681	337,9465
Componente Fija Cf _{j,m} (\$/factura)	9,904	9,904	9,904	9,904	9,904

Fuente: Recuperado de <<https://www.ebsa.com.co/web/2017/nuestra-empresa.html>>

El costo promedio actual por Kw/h emitido por la empresa de Energía de Boyacá EBSA es de \$ 459,3370 Kwh, lo que representa que con la generación de energía a través del dispositivo mencionado se obtiene un ahorro de \$5.512 por hora, es decir que al día es de \$53.284, al mes de \$1.598.520 y al año de \$19.448.329 para las 6 granjas objeto del estudio.

4.6 Retorno de la Inversión

Para realizar un estudio económico del proyecto, es necesario soportarlo en un análisis del retorno de la inversión, basado en elementos tales como: Cálculo de la tasa interna de retorno

(TIR), relación costo beneficio, cambios de flujo de caja, la incidencia de los efectos inflacionarios para la comparación de cifras y las proyecciones en el incremento del Kw h.

Con el fin de realizar la proyección de otros ingresos y gastos para el estado de resultados se revisaron las cifras de IPC, donde se toma como base las cifras reportadas mes a mes por el DANE a partir del 2016 y se proyecta a través de un promedio móvil simple hasta el año 2021, con lo cual se obtiene:

Tabla 16. Tabla del IPC proyectada 5 años después

Año	Salario	Incremento \$	Incremento IPC %
2.017	\$ 737.710		4,2%
2.018	\$ 759.841	\$ 22.131	3,0%
2.019	\$ 782.637	\$ 22.795	3,0%
2.020	\$ 819.420	\$ 36.784	4,7%
2.021	\$ 857.933	\$ 38.513	4,7%

Fuente: Recuperado de <<http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc>>

Los gastos operacionales destinados para mantener en actividad la empresa, corresponden a las variaciones del salario mínimo legal vigente de cada año proyectado a 5 años.

Se relaciona el histórico del salario mínimo año a año, así como el % de incremento del mismo, se espera que acorde al crecimiento de los últimos años que los valores para 2018 en adelante se comporten con aumentos de acuerdo a la tabla N° 16 proyectada.

Los ingresos no operacionales percibidos por la implementación, que corresponden a los ingresos recibidos por la venta de Bioabono tratado y en segundo lugar el valor que se dejaría de pagar a la empresa comercializadora de energía ESBA por el consumo para el desarrollo de la operación. A continuación se presenta la cuantificación de dicho sin egresos.

Para el caso del abono orgánico, cabe aclarar que actualmente en el mercado se vende Bioabono o Porcinaza a un valor de \$15.000 bulto de 36 kilogramos, es decir el valor del kg es de \$417 pesos. Tomaremos como base éste valor para calcular nuestros ingresos de acuerdo a la cantidad de bioabono producida (70% de la carga diaria), y proyectarla para los próximos 5 años.

Tabla 17. Proyección ingresos venta de Bioabono

Año	Valor kg/\$	Variación IPC	Cantidad Generada	Valor Mensual	Valor Anual
2017	417	7,00%	165	\$0	\$0
2018	417	3,00%	165	\$68.805	\$25.113.825
2019	430	3,00%	170	\$72.995	\$26.643.257
2020	442	4,70%	178	\$78.719	\$28.732.355
2021	463	4,70%	186	\$86.292	\$31.496.666
2022	485	4,70%	195	\$94.594	\$34.526.929

Fuente. Los autores

De igual manera se detalla crecimiento estimado de los valores del Kw h hasta el año 2021, basados en la inflación o IPC. Es importante tener en cuenta la deflactación en la proyección porque con esto se tendrá el valor real de ahorro.

Tabla 188. Proyección consume de KW y ahorro de dinero.

Año	Valor KW	Variación IPC	Consumo Granjas Día	Valor total Ahorro Día	Ahorro Anual
2017	459,337	7,0%	116	0	0
2018	473,117	3,0%	119,48	56.528	20.632.732
2019	487,311	3,0%	123,06	59.971	21.889.265
2020	510,214	4,7%	128,85	65.740	23.995.209
2021	534,194	4,7%	134,90	72.065	26.303.765
2022	559,301	4,7%	141,24	78.998	28.834.423

Fuente. Los autores

Como se observa en la tabla N° 18 las cifras relacionadas en la última columna corresponden a los valores total ahorrado por año, ya que esta energía sería suplida por la generación de biogás a través del biodigestor y convertida en energía a través de un generador de energía.

Tabla 19. Proyección ahorros percibido.

Concepto	2.018	2019	2.020	2021	2.022
Bioabono o Porcinaza	25.113.825	27.677.947	29.363.533	31.665.928	34.712.475
Ahorro energía	19.448.329	20.632.732	21.889.265	23.995.209	26.303.765
Total	44.564.171	48.312.696	51.254.818	55.663.158	61.018.261

Fuente. Los autores

Tabla 20. Flujo de Caja

FLUJO DE CAJA						
Nombre Cuenta	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022
Ingresos						
Venta abono o porcinaza		25.113.825	27.677.947	29.363.533	31.665.928	34.712.475
Ahorro Energía		19.448.329	20.632.732	21.889.265	23.995.209	26.303.765
Total ingresos		44.562.154	48.310.679	51.252.798	55.661.137	61.016.240
Egresos						
Gastos de administración		48.600.000	50.544.000	52.565.760	54.668.390	56.855.126
Total egresos		-4.037.846	-2.233.321	-1.312.962	992.747	4.161.114
Impuestos		-1.494.003	-826.329	-485.796	367.316	1.539.612
Utilidad		-5.531.849	-3.059.650	-1.798.758	1.360.063	5.700.726
Inversiones						
Montaje biodigestor	-5.321.100					
Maquinaria	-19.900.000					
Flujo de Caja Neto	-25.221.100	-5.531.849	-3.059.650	-1.798.758	1.360.063	5.700.726

Fuente. Los autores.

El objetivo fundamental del flujo de caja es apreciar, por período, el resultado neto de ingresos de dinero menos giros de dinero, es decir, en qué período va a sobrar o a faltar dinero, y cuánto, a fin de tomar decisiones sobre qué se hace, como observamos en los tres primeros años nos da un flujo de caja negativo, pero a partir del cuarto año empieza a generar saldos a favor.

Con base en la información anterior se procede a realizar la evaluación financiera, donde se calcula el VPN y la TIR.

Tabla 21. Evaluación financiera

Tasa de Oportunidad	10%	15%	20%
VPN	-29.661.480	-29.915.762	-30.049.790
TIR	-0,32		

Fuente. Los autores.

Se calculó el VPN en tres escenarios diferentes (10%, 15% y 20%), encontrando que los valores en los tres posibles escenarios son negativos.

El cálculo de la TIR permite evaluar la viabilidad del proyecto, para este caso se obtuvo una tasa interna de retorno del capital del -32% que se traduce que el proyecto NO es viable, ya que no dejaría utilidad sino pérdidas.

La relación Costo – Beneficio, tomando para un VPN la TIO de 20%, y una inversión inicial de \$25.221.100 se obtiene:

Tabla 22. Relación beneficio – Costo del Proyecto

BENEFICIO COSTO	
VPN	-30.049.790
Inversión	25.221.100
TIO	20%
Relación Costo Beneficio	-1,2

Fuente. Los autores.

Los resultados obtenidos en el cálculo costo beneficio, representa que por cada peso que se invierta en el proyecto se realiza una pérdida de 1,2, es decir que con la inversión de \$25.221.100 se genera una perdida de 30.049.790.

4.7 Impacto Ambiental

De acuerdo a los resultados obtenidos y teniendo en cuenta que la generación de excretas es de 30.981 toneladas al año lo cual genera un impacto ambiental de 3504m³ de gas metano causando una contaminación del medio ambiente afectando aire, suelo y agua en el Municipio de Tibaná Boyacá y teniendo en cuenta los estándares establecidos en la cumbre de Kioto y renovada recientemente en la cumbre de Paris podemos establecer un impacto de contaminación alto que afecta la parte socio-económica, Turística y ambiental.

Si bien es cierto que el retorno de la inversión del Biodigestor de acuerdo al ejercicio planteado no es rentable en el corto y mediano plazo si lo es en el largo plazo, es importante resaltar la reducción que se obtiene en la huella de carbono con la implementación del biodigestor dándole el manejo adecuado a las excretas que como lo mencionábamos anteriormente es de 3504m³ al año.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El objetivo principal de este proyecto corresponde a la fabricación de un Biodigestor en el Municipio de Tibaná y a la disminución de la contaminación generada por las excretas de cerdo, una vez realizado el estudio de investigación del proyecto y de haber analizado el estudio técnico, financiero y ambiental nos da como resultado que no es viable debido a :
- Evaluar la viabilidad financiera de la puesta en marcha de un Biodigestor en el Municipio de Tibaná. Se realiza la evaluación financiera y se establece que el ejercicio nos da una TIR de -0,32% y un VPN de -30.049.790 negativa en donde el retorno de la inversión que se estableció con la generación y venta de energía eléctrica y bioabono no es suficiente ya que el retorno de la inversión se comenzaría a ver a partir del cuarto año, en consecuencia el proyecto no es viable a corto y mediano plazo pero si se puede establecer que a largo plazo sería favorable la implementación del biodigestor.
- Cuantificar los beneficios económicos de utilizar las heces del cerdo como fuente de energía eléctrica y Bioabono. Se realiza la cuantificación teniendo en cuenta los datos de la Tabla No17 Bioabono y tabla No 18 ahorro de energía, notándose un ingreso anual considerable para los dos ítems siendo los ingresos por el Bioabono el más representativo pero esto no es suficiente para recuperar la inversión del Biodigestor a corto y mediano plazo.
- Medir el impacto ambiental mediante el manejo adecuado de los desechos orgánicos de las granjas porcinas. No obstante aunque el estudio financiero no es favorable se realizó una medición de impacto ambiental teniendo en cuenta el metano producido anualmente por la cantidad de excretas producidas por los cerdos tomando como referencia los datos de la tabla No 13 y estableciendo que con la puesta en marcha del biodigestor en el Municipio la

disminución de contaminación ambiental sería considerable, razón por la cual en el desarrollo del ejercicio sabemos que para mitigar el impacto ambiental la implementación del Biodigestor en la región sería favorable.

- Se hace necesario que el proceso productivo porcícola se rija por las normas establecidas para el cuidado del medio ambiente como lo planteo el ICA (instituto colombiano agropecuario) el 28 de septiembre de 2007 cuando emitió la resolución 2640 la cual hace referencia al manejo ambiental, es un instructivo que debe ser implementado en las explotaciones porcícolas para el cuidado de los animales, la gente y el medio ambiente.
- Como resultado de nuestro análisis en el proceso de elaboración de la viabilidad financiera, encontramos que la participación en los ingresos por parte del Bioabono o porcínaza es bastante considerable, por lo que podemos concluir que se puede realizar un tratamiento con cal para la eliminación bacteriana, el cual es mucho más económico y puede llegar a generar los mismos ingresos que con el tratamiento mediante el biodigestor.

Recomendaciones

Recomendamos que este trabajo sea utilizado como material de estudio y/o de referencia para próximos proyectos que tengan que ver con este mismo tema.

Se recomienda generar conciencia en la comunidad que tenga granjas porcícolas en el municipio de Tibaná de la importancia que se le debe dar al manejo de las excretas de los porcinos mediante capacitaciones y charlas en donde se les explique los impactos ambientales y los daños que se causan a raíz del mal manejo que se le dan a las excretas y de todo lo que se puede conseguir si se adoptan las buenas prácticas y de qué manera se pueden ver beneficiados por ello.

Es importante que los entes de control, Gobernación y Alcaldía incentiven y formar parte activa del cumplimiento de las normas que contribuyan y velen por el cuidado del medio ambiente y de la misma comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administración 1.998 - 2.000. (1998). <http://www.tibana-boyaca.gov.co>. Obtenido de <http://www.tibana-boyaca.gov.co>
- Agropecuario, I. C. A. (31 de 12 de 2016). <http://www.ica.gov.co>. Obtenido de <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>.
- Boyaca, E. D. (2017 de 04 de 20). <http://www.ebsa.com.co>. Obtenido de <http://www.ebsa.com.co/nue/tar/SitePages/Tarifas%20mes.aspx>
- Chile, U. D. (01 de 03 de 2010). <http://www.tesis.uchile.cl/>. Obtenido de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-perez_jm/pdfAmont/cf-perez_jm.pdf
- Corantioquia. (s.f.). <http://www.corantioquia.gov.co>. Obtenido de <http://www.corantioquia.gov.co>:
<http://www.corantioquia.gov.co/sitios/ExtranetCorantioquia/SiteAssets/Images/MenuSuperiorArchivos/CARTBIODIG.pdf>.
- DANE. (2017). <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc>. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc>: <http://www.dane.gov.co>
- Domínguez-Araujo, G. G.-B.-G.-C.-c.-G. (2014). *Las excretas porcinas como materia prima para procesos de reciclaje utilizados en actividades agropecuarias*. Jalisco Mexico: Talleres Gráficos de Prometeo Editores, S.A.
- Duque, J. B. (2008). <https://www.lasalle.edu.co/>. Obtenido de <https://www.lasalle.edu.co/programas-academicos/facultad-ciencias-agropecuarias>
- FADEM, J. C. (2008). *Guia comunitaria para la salud ambiental*. Berkeley, california, EE.UU: hesperian.
- Forbes. (20 de 10 de 2015). <https://www.forbes.com.mx>. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/los-5-paises-que-generan-mas-energias-renovab>
- Gabriel. (13 de 11 de 2008). *energia*. Obtenido de Definicion ABC: <https://www.definicionabc.com/ciencia/energia.php>
- Garrido, S. G. (2009-2012). <http://www.plantasdebiomasa.net>. En S. G. Garrido, "*centrales termoeléctricas de biomasa*". Obtenido de <http://www.plantasdebiomasa.net/que-es-la-biomasa.html>.

Herrero (s.f.). Recuperado de <www.ideassonline.org>. Obtenido de <http://www.ideassonline.org/public/pdf/BrochureBiodigestoresESP.pdf>

Hesperian. (2011). *Guia comunitaria para la salud ambiental*. Español. hesperian.org.

IDEAM. (04 de 2017). <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/operaciones-estadisticas>. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/operaciones-estadisticas>: <http://www.ideam.gov.co>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. (30 de 11 de 2014). www.inifap.gob.mx. Obtenido de http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4259/01020853700072306_CIRPAC.pdf?sequence=1

Jaime Martí Herrero, M. P. (2016). *Red de Biodigestores para Latinoamérica y el Caribe, RedBioLAC*. Cali: Impresos Socias Ltda.

Moreno, M. T. (2011). *Manual de biogas*. Chile: hernanromero@vtr.net.

Municipal, I. A. (26 de 05 de 2016). <http://www.tibana-boyaca.gov.co>. Obtenido de http://www.tibana-boyaca.gov.co/Nuestros_planes.shtml?apc=gbxx-1-&x=1829353

Plantas de biomasa. (01 de 01 de 2013). plantasdebiomasa.net. Obtenido de <http://www.plantasdebiomasa.net/tipos-de-biomasa.html>

Rensso, R. D. (2001). *Biodigestores recuperación de energía del estiércol planta de sacrificio Santa Rosa de Osos*. Medellín Colombia: Cooperativa Colanta Ltda.

Roque, D. I. (2012). Proyectos de Inversión de Parques de Energía Eólica. *Revista Cubana de Contabilidad y Finanzas*. COFIN HABANA.

Universoporcino.com. (01 de 11). Recuperado el 12 de 08 de 2017, de http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/internacionales_porcinas_01-2011_beneficios_en_el_uso_de_biodigestores.html.

<http://www.altonivel.com.mx>. (01 de 10 de 2013). Obtenido de <http://www.altonivel.com.mx/33339-los-5-proyectos-de-energia-renovable-mas-grandes-del-mundo/>

<http://www.cipav.org.co>. (1995). *Biodigestor Plástico de Flujo Continuo, Generador de Gas y Bioabono a Partir de Aguas Servidas*. Obtenido de <http://www.cipav.org.co>: <http://www.cipav.org.co/publicaciones/publicaciones.html>.

<http://www.cricyt.edu.ar>. (s.f.). Recuperado el 01 de 08 de 2017, de <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Energ.htm>

ANEXOS

I. Normatividad vigente en Colombia para la industria porcina.

Año	Ley \ Decreto	Tema
1973	Ley 23	Norma que recogió los principios de la cumbre sobre medio ambiente humano y actúa como fundamento para la adopción y expedición del código de los recursos naturales y de protección al ambiente.
1974	Decreto 2811	Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente. Estatuto que integra y sistematiza lo relativo a la biodiversidad, manejo, uso y administración de los recursos naturales renovables. Regula el desarrollo de las actividades económico – productivas en los medios urbanos y rurales. Clasifica como bienes públicos de interés general para efectos de uso y aprovechamiento, el suelo, el agua, el aire, la flora y la fauna que hacen parte de los diversos ecosistemas existentes en territorio colombiano.
1977	Decreto 1449	Establece obligaciones a los propietarios de predios ribereños sobre vegetación protectora y conservación y aprovechamiento de las aguas.
1978	Decreto 1741	Áreas de manejo especial

19 78	Decreto 1541	Normas relacionadas con el recurso del agua y los recursos hidrobiológicos.
19 79	Ley 9	Código Sanitario Nacional. Uso de agua y vertimientos.
19 80	Decreto 100	Código Penal colombiano. Art. 205 contaminación de aguas. Art. 242. Aprovechamiento ilícito de recursos naturales
19 95	Decreto 948	Control de la calidad del aire. Olores ofensivos. Estatuto que establece lo relativo a las emisiones atmosféricas y al control de ellas y del ruido en las áreas urbanas, suburbanas y rurales. Esta norma debe complementarse con la resolución 02 de 1982, para efectos de reglamentar las descargas permitidas en la atmósfera.
19 97	Decreto 901	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas.
19 98	Decreto 879	Por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los Planes de Ordenamiento
20 00	Acuerdo 15 CAR	Por medio de la cual se fija la meta de reducción de la carga contaminante por vertimientos puntuales en las Cuencas que hacen parte del territorio donde ejerce jurisdicción.