

Sensibilización y Prueba Piloto para Obtención de Energía a Partir de Biomasa con los estudiantes de la Institución Educativa Antonio Nariño, del Técnico en Sistemas Agropecuarios Ecológicos del Municipio de Fuente de Oro Meta.



Jhenny Marcela Ortiz Garzón

Código: 1.121.864.351

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
INGENIERIA AMBIENTAL
ACACÍAS, META
2018

Sensibilización y Prueba Piloto para Obtención de Energía a Partir de Biomasa con los estudiantes de la Institución Educativa Antonio Nariño, del Técnico en Sistemas Agropecuarios Ecológicos del Municipio de Fuente de Oro Meta.

Jhenny Marcela Ortiz Garzón

Código: 1.121.864.351

**TRABAJO DE GRADO PROYECTO APLICADO
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

DIRECTOR

ANGELA PATRICIA ALVAREZ RODRIGUEZ

INGENIERA AMBIENTAL – MSC ENERGIAS RENOVABLES

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE**

INGENIERIA AMBIENTAL

ACACÍAS, META

2018

Nota de aceptación

Jurado

Asesor

Acacias, 21 de septiembre de 201

Dedicatoria

Dedico este Logro a primero Dios quien me dio la posibilidad de haber cursado los semestres de esta hermosa carrera; a mi tía Nelly Garzón quine me impulso no solo económicamente sino moralmente para ser mejor cada día y dar lo mejor de mi como persona, mujer y profesional, a mi madre quien me apoyo en lo que más pudo dándome la fuerza en los momentos que me sentía desfallecer, a mi esposo quien desde el inicio de mi formación profesional estuvo allí brindándome sus conocimientos, guiándome académicamente en la teoría dada por mis docentes y tutores a quienes también les agradezco por hacer de este proceso de aprendizaje una experiencia completa y enriquecedora, especialmente a la Ingeniera Angela Álvarez quien en este último escalafón de mi carrera me brindo todo su apoyo y conocimiento para sacar este proyecto adelante.

Agradecimientos

Primero quiero agradecer a Dios por permitirme desarrollar mi carrera profesional con el Apoyo de mi Tía Nelly Garzón quine me brindó su apoyo incondicional, junto con mi madre, que siempre confió en mí y en mi posibilidad de terminar mi carrera profesional.

Agradezco a la Ingeniera Angela Álvarez quine me impulso y me apoyo en el transcurso de este proyecto, para sacarlo adelante; agradezco también a la Docente Steffania Correal del Colegio Antonio Nariño quien me permitió desarrollar el proyecto junto con sus estudiantes y a ellos también quienes tuvieron toda la disposición de participar en este proyecto.

Por ultimo y no menos importante quiero agradecer a mi esposo y compañero de vida que siempre me apoyo desde el inicio de mi carrera apoyándome y fortaleciéndome para que no me rindiera ante las dificultades que se me presentaban.

Contenido

Dedicatoria.....	4
Agradecimientos.....	5
Glosario	10
Resumen	12
Abstract.....	13
1. Introducción	14
2. Justificación.....	16
3. Estado del Arte	18
4. Definición del Problema	21
5. Objetivos	22
5.1 Objetivo General	22
5.2 Objetivos Específicos:	22
6. Marco Conceptual	23
6.1.2 Energía Hidráulica.	28
6.1.3 Energía Eólica.	29
6.1.4 Energía de las olas.	31
6.1.5 Energía Geotérmica.	33
6.1.6. Energía de la Biomasa.	34
7. Antecedentes	39
7.1 Descripción del Problema	41
7.1.1 Descripción de la Propuesta	42
7.1.2 Localización Geográfica:	43
Veredas de Fuentedeoro.....	44
7.2 Análisis Técnico	44
7.2.1 Importancia de la Biomasa.	44

7.2.2 Distintos tipos de residuos.....	46
7.2.3 Tipos de Biomasa.....	46
7.3 Análisis Social	48
7.3.1 Población objetivo y muestreo.	49
7.3.2 Diseño del Formato de la Encuesta	50
7.3.3 Tabulación de la Encuesta	51
7.4 Análisis Financiero:	52
7.5 Cuadro de Costos	53
7.6 Análisis Ambiental:.....	53
8. Resultados, Conclusiones y Recomendaciones	66
8.1 Resultados	66
8.2 Conclusiones.....	67
8.3 Recomendaciones	68
9. Referencias.....	69
10. Anexos	71

Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Veredas de Fuentedeoro</i>	44
<i>Tabla 2. Cuadro resumen de principales propiedades de los combustibles de biomasa.</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Tabla 3. Potencial Energético de los Residuos Agrícolas en Colombia. ¡Error! Marcador no definido.</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Tabla 4. Cuadro de Costos Prueba Piloto Energía a Partir de Biomasa.....</i>	53
<i>Tabla 5. Matriz DOFA Prototipo 1.....</i>	58
<i>Tabla 6. Matriz DOFA Prototipo 2.....</i>	64
<i>Tabla 7. Metodología y Aplicación del Proyecto</i>	64

Lista de Figuras

<i>Ilustración 1: Mapa Veredas Fuentedeoro</i>	43
<i>Ilustración 2. Formato de Encuesta</i>	50
<i>Ilustración 3. Tabulación de Encuesta Edades Estudiantes INEAN</i>	51
<i>Ilustración 4. Tabulación de encuesta ¿Realiza Labores de Agricultura?</i>	51
<i>Ilustración 5. Tabulación de la encuesta ¿Conoce el Termino de Energías Alternativas?</i>	52
<i>Ilustración 6 Temáticas desarrolladas en Capacitación.</i>	56
<i>Ilustración 7. Prototipo 1 Fallido</i>	57
<i>Ilustración 8. Motor Stirling</i>	59
<i>Ilustración 9. Prototipo para Proyecto - Motor Stirling</i>	60
<i>Ilustración 10. Materiales Prototipo Motor Stirling</i>	61

Glosario

Aerobomba. Equipo de bombeo de agua accionado por la energía del viento.

Aerogenerador. En general, son máquinas rotativas de diferentes tipos, tamaños y conceptos, en los que el dispositivo de captación (rotor) está unido a un eje.

Batería. Pila reversible que almacena energía durante la carga y la restituye parcialmente durante su descarga.

Bioclimático. Referido a la vivienda bioclimática, es el hábitat que intermedia entre el hombre y el medio ambiente exterior.

Biogás. Es una mezcla de hidrocarburos livianos, semejante al gas natural y está compuesto principalmente por 60-70% de metano, dióxido de carbono y otros gases.

Calor. Una de las formas como se manifiesta la energía. No confundir con temperatura.

Campo fotovoltaico. Se indica con este término al módulo o conjunto de módulos fotovoltaicos de una instalación de generación de electricidad con energía solar fotovoltaica.

Carga. Cantidad de energía eléctrica necesaria para poner en funcionamiento cualquier dispositivo o aparato eléctrico. A veces se asume que la carga es el aparato mismo que recibe la energía.

Celda fotovoltaica. Dispositivo compuesto de varios elementos semiconductores que convierte directamente la irradiancia solar en energía eléctrica. Se le denomina también "celda solar".

Colectores. Elementos que captan la radiación solar, disminuyen las pérdidas de calor y aumentan la energía absorbida y, en algunos casos, cuentan con seguidores de sol para mejorar este propósito.

Combustible. Material que tras un proceso químico irradia calor.

Conducción. Conjunto de conductos para el paso de fluidos.

Fuentes energéticas convencionales. Son aquellas energías que estamos acostumbrados a usar, en las cuales se emplea tecnología de uso común, desde la extracción del recurso energético natural hasta transformarlo en un producto útil para el consumidor final. A esta energía convencional pertenecen: petróleo, carbón mineral, gas natural, y electricidad.

Fuentes energéticas no renovables. Las fuentes de producción de energía NO renovables, es decir que agotan sus reservas a medida que son consumidas, incluyen el carbón, el petróleo y el gas natural conocidos también como combustibles fósiles.

Fuentes energéticas no convencionales. Son aquellas fuentes que no usamos comúnmente, su uso no contamina el medio ambiente y utilizan recursos naturales renovables e inagotables, como el viento y el sol. Las principales fuentes de energía son la solar, eólica, geotermia, biodigestión y oceánica.

Generador. Elemento encargado de convertir la energía mecánica en energía eléctrica.
Intercambiador de calor. Dispositivo de diseño apropiado para facilitar el transporte de calor desde un material o sistema a otro.

Proceso termoquímico: Es aquel en el que la biomasa es transformada a través de distintos procesos de oxidación, bajo algunas condiciones de presión y temperatura, que permiten obtener de la biomasa, combustible sólido, líquido o gaseoso dependiendo del proceso utilizado.

Sistema fotovoltaico (SFV). Instalación de módulos fotovoltaicos que tienen asociados otros componentes, proyectada para generar potencia eléctrica a partir de la energía de la radiación solar.

Resumen

En el segundo semestre del año 2017, con apoyo de la Ingeniera Angela y en búsqueda de crear un proyecto que involucrara las Energías Alternativas y su aprovechamiento, se presentó la propuesta para la Implementación de una prueba piloto de Generación de Energía Eléctrica A Partir de Biomasa ante la ECAPMA de la UNAD CEAD Acacias, quienes dieron vía libre para llevar a cabo este proyecto.

Proyecto enfocado en un sector apartado del Departamento y que contara con las características Agrícolas y carencias básicas de Servicios Públicos y acceso a los mismos; se desarrolló con grupo de personas interesadas en adquirir y formar parte de la experiencia de una prueba piloto que incluyera temas ambientales, mejoramiento de calidad de vida y manejo de recursos disponibles; es así como con ayuda de los directivos de la INEAN (Institución Educativa Antonio Nariño), del municipio de Fuentedeoro se logró encontrar en los estudiantes de Formación Técnica en Sistemas Agropecuarios Ecológicos los candidatos idóneos para llevar a cabo el desarrollo de la iniciativa.

Se realizo sensibilización y concientización en Energías Alternativas a Los estudiantes de la Institución Educativa Antonio Nariño de la Margen derecha del Municipio de Fuentedeoro en el Meta, quienes a partir del grado Decimo (10°) de su formación académica tienen como opción de Grado la Técnica en **SISTEMAS AGROPECUARIOS ECOLOGICOS**, con apoyo del **SENA**, por medio de estrategias didácticas, materiales audiovisuales y competencias le proporciona a estudiantes el conocimiento en Energías renovables su fabricación y uso para la inclusión dentro de procesos Agropecuarios; para luego diseñar un plan piloto y un modelo a escala con la implementación del método por COMBUSTION dentro de las Instalaciones del Colegio.

Abstract

In the second semester of 2017 with the support of the Angela Alvarez Engineering and in search of creating a project that would involve the Alternative Energies and their use, the proposal for the Implementation of a pilot test of Electric Power Generation was presented. Biomass before the School of Environmental Engineering of the UNAD CEAD Acacias, who gave free rein to carry out this project.

During the process, it was decided to implement this project in a sector separated from the Department and that would have the basic agricultural and basic characteristics of Public Services and access to them; and that there was also a group of people who are interested in ring acquiand being part of the experience; that is, with the help of the directors of the INEAN (educational institution Antonio Nariño), of the municipality of Fuentedeoro, it has been possible to find the students of the Technical Training in Ecological Agricultural Systems, the ideal candidates to carry out the development of The initiative.

It is obtained to provide training and awareness in Alternative Energies to the students of the Antonio Nariño Educational Institution of the right margin of the municipality of Fuentedeoro in Meta, who from the tenth grade (10th) of their academic formation have the option of Technical Degree in ECOLOGICAL AGRICULTURAL SYSTEMS, with support from SENA, through lectures and competitions for students in the knowledge of renewable energies for their manufacture and use for inclusion in agricultural processes; to then design a pilot plan and a scale model with the implementation of the COMBUSTION method within the College Facilities. Knowledge of the students can be maximized and at the end of the process, the library of the College and the teacher in charge are offered, an instruction manual that allows socializing this knowledge to future generations of students of the Institution and to implement a macro system. inside the school

1. Introducción

El ser humano se ha convertido en un ser consumista que destruye todo a su alrededor, en búsqueda de proporcionar soluciones a sus necesidades, llegando al punto de cambiar el entorno de especies animales y la suya propia, la quema de combustibles fósiles para generar energía eléctrica ha generado un acelerado cambio climático (efecto invernadero), que día a día avanza de manera significativa, generando cambio en los ciclos biogeoquímicos, aumento de temporadas de lluvia y de calor que alteran la vida como es conocida. Crear estrategias de mitigación frente a esta problemática ha sido la lucha que han emprendido entes gubernamentales y ONG's alrededor del mundo, que han encontrado en la implementación de energías renovables una gran estrategia de mitigación para el cambio climático.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende, crear estrategias de disminución de huella de carbono e impacto ambiental ocasionado por la generación de Energía Eléctrica mediante combustibles Fósiles, siendo uno de los grandes desafíos en el mundo Actual. Proporcionar soluciones es el reto y responsabilidad como Ingeniera Ambiental y persona consciente del deterioro ambiental en el mundo de hoy, brindando conocimiento a las personas de sectores apartados y habitantes en general.

Mediante la selección de un sector rural y apartado con poco conocimiento en energías renovables, pero que cuenta con los recursos físicos de materia prima como los residuos agrícolas generados de su labor agricultura que emplean como sustento económico; y humanos necesarios para crear un plan de ayuda y mitigación se llegó a la Vereda Puerto Nuevo en el Municipio de Fuentedeoro en el Departamento del Meta y más exactamente a los estudiantes y futuros agricultores de la zona, se inició un proceso de concientización y sobre la problemática ambiental y sensibilización sobre la generación de energías renovables, que beneficia no solo de manera económica a sus habitantes proporcionando recurso energético para sus hogares y el mantenimiento de sus cultivos sino al medio ambiente logrando disminuir la huella de carbono, mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona y la disposición adecuada de residuos agrícolas sólidos (Biomasa), propia de la labor agrícola realizada en la vereda.

Hacer un recorrido de las tecnologías existentes para la generación de energía eléctrica y como se llevan a cabo, se logra encontrar la fuente y tipo de energía adecuada para la zona rural en la que se desarrolla el proyecto de prueba Piloto de Generación de Energía Eléctrica a Partir de Biomasa, con el apoyo de los estudiantes y la docente de formación técnica Steffania Correal de la Institución educativa Antonio Nariño del Municipio de Fuentedeoro.

2. Justificación

Una de las principales problemáticas y retos del mundo actual a nivel ambiental es la huella de carbono dejada por el ser humano y su afán de generar soluciones a sus necesidades diarias, la generación de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles es una de las principales fuentes de contaminación del medio ambiente acelerando el cambio climático, distintos entes de control y empresas privadas han decidido crear cumbres que incentiven la implementación de Energías Renovables, como la cumbre del Futuro Energético, realizada desde hace diez años en Abu Dabi, que invita a diferentes empresas del sector privado y premia a los proyectos de generación de energías Renovables (Perez, 2017), promoviendo la disminución de uso de combustibles fósiles y destacando la implementación de las Energías Alternativas que hoy en día son más económicas de llevar a cabo.

Proporcionar estos conocimientos a los estudiantes de la Institución Educativa Antonio Nariño que como habitantes del sector del Ariari contribuir de manera significativa encaminar al trabajo de campo y agricultura brindándoles la información y herramientas cognitivas adecuadas para su contribución al medio ambiente, disminución de la huella de carbono y cambio climático, ayudando además al mejoramiento de su calidad de vida y costos debido a su falta de apoyo estatal y gubernamental por ser un sector apartado del Departamento del Meta.

Proporcionar el conocimiento y bases a los futuros agricultores de la región del Ariari y generar en ellos un cambio de mentalidad sobre las alternativas que pueden desarrollar para mejorar sus condiciones de vida actuales sino que contribuyen de manera significativa a disminuir los efectos del cambio climático que día a día crece, emplear métodos de producción de energías limpias, no solo permitirá a los habitantes de el Corregimiento de Puerto Nuevo (Gobernacion del Meta, 2011) obtener conocimiento sino poner en práctica todo aquello que se desarrolló en este proyecto.

Las energías alternativas y la producción de las mismas permiten generar opciones de producción de energía eléctrica que para territorios alejados y rurales se convierte en una problemática latente , cubrir necesidades básicas como el suministro de energía eléctrica para

riego de cultivos, abastecimiento de gas para la cocción de alimentos y electrificación de hogares y colegios con todos los recursos que se pueden obtener en el medio ambiente sin generar repercusiones ambientales que afectan directamente a individuos y animales; proporcionar este conocimiento a los futuros y actuales habitantes de la zona que logren replicar este conocimiento y aplicarlo en su vida diaria, dándole un uso adecuado a los residuos agrícolas (biomasa) generados de la producción económica de la vereda.

3. Estado del Arte

3.1 Investigaciones Internacionales

Generación de Energía Eléctrica a Partir de Biomasa

Figuroa, E. (2014). Estudio Técnico – *Económico para la implantación de una planta de Generación de Energía Eléctrica a partir de Biomasa en Andalucía* (tesis de Maestría). Universidad de Sevilla, España. pp 56 -57.

Objetivo. Realizaron un estudio económico y técnico para la implementación de una planta de producción de energía eléctrica a partir de biomasa.

Muestra. Realizaron un estudio sobre el potencial de producción de Biomasa en diferentes provincias de Andalucía y encontraron que El total de producción de toneladas de biomasa en Andalucía son 20159,199; el porcentaje de producción más elevada corresponde a la provincia de Sevilla (23%), seguida muy de cerca por la provincia de Jaén (22%). El resto de las provincias muestran menores porcentajes de producción entre el 4 y el 16%, que corresponde a Córdoba. (Lupe, 2014)

Biomasa: Señalaron qué importancia tiene en Andalucía la generación de Energía Eléctrica a Partir de Biomasa y los tipos de Biomasa Existentes en las provincias de Andalucía, y la importancia de implementar plantas de producción de los distintos tipos de Residuos que son indispensables para la puesta en marcha de una planta de generación de energía Eléctrica a partir de biomasa.

Potencial Energético: Atendieron a los datos ofrecidos por el Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (IDAE) y la potencia instalada bruta en España en 2010 procedente de biomasa sólida era de 533 MW y según el Plan de Energías Renovables 2011-2020 se ha de alcanzar para el año objetivo 1350 MW, el doble de lo que había instalado el año pasado, que son 721 MW (Pérez, J.M, 2014).

Tratamientos Termoquímicos: encontraron diferentes procesos apropiados para el aprovechamiento de la biomasa y como se desarrollarían cada uno, verificando cual sería el más adecuado para implementar en la planta. Los distintos tipos de tratamientos termoquímicos analizados fueron: Reacciones sólido-gas, pirolisis, gasificación, combustión.

Conclusiones: Encontraron en la implementación de energías renovables una alternativa para disminuir el impacto medioambiental y la huella de carbono además que la implementación de plantas de producción de energía eléctrica a partir de biomasa, ayuda a mejorar el desarrollo económico y social de Andalucía, proporcionándoles alternativas rurales sostenibles a los sectores agrícolas de la región.

3.2 Investigaciones Nacionales

Generación de Energía Eléctrica a Partir de Biomasa

Anchique, J. (2014). *Estudio de factibilidad técnico y financiero, de la implementación de una planta gasificadora de generación eléctrica, a base de biomasa residual, en la empresa PALMA DE ACEITE DEL META (PAM)* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Objetivo. Realizaron un estudio económico y técnico para la implementación de una planta de producción de energía eléctrica a partir de biomasa. gasificador “POWER PLANT®” para que las empresas del sector palmero

Muestra. Realizaron un estudio sobre el potencial de producción de Biomasa en Colombia específicamente en el cultivo de palma, específicamente en la Empresa de Palma de Aceite del Meta.

Tipos de Biomasa: Mencionaron las distintas fuentes de biomasa para la obtención de energía Eléctrica: Biomasa Natural, Biomasa Residual, Cultivos Energéticos.

Técnicas de Conversión de biomasa: Detallaron las distintas maneras de aprovechar la biomasa, identificados para la producción de energía eléctrica a partir de biomasa. Dichas técnicas son: Combustión, pirolisis, Gasificación, Mejora hidrotermal, Fermentación aeróbica, fermentación anaeróbica.

Conclusiones: encontraron que los residuos de biomasa generados en el proceso de extracción de palma, tienen el suficiente potencial energético para ser aprovechado y disminuir los costos de producción, generando energía sustentable y económica para las empresas palma.

4. Definición del Problema

La falta de conocimiento sobre energías alternativas y su generación en lugares alejados y rurales del Municipio del Departamento del Meta, implementando los recursos de su entorno que pueden suplir la necesidad de energía eléctrica en la zona, es el problema que se desea atacar con la implementación de este, ya que el desconocimiento de la temática genera que estas comunidades deban depender de una única fuente que provee este servicio (EMSA); que debido a sus condición económica precaria, eleva los costos de vida de los habitantes de la Vereda Puerto Nuevo, una zona donde la única fuente de sustento es la Agricultura y los monocultivos de Plátano, Arroz y maíz, y donde la cabeza de hogar se convierte en el único proveedor, se hace necesario generar espacios donde los futuros agricultores de la zona, quienes son los estudiantes del Único Colegio del sector (INEAN) logren obtener el conocimiento para satisfacer con su propios recursos (biomasa), las necesidades Energéticas de sus hogares y parcelas, brindándoles las herramientas cognitivas de como poder generar Energía Eléctrica Limpia que disminuya el impacto Ambiental y además disminuya los costos en viviendas y cultivos, que emplean energía para sus motobombas y sistemas de riego.

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

Sensibilizar e implementar una Prueba Piloto para obtención Energía a Partir de Biomasa por medio del sistema de COMBUSTION, en la Institución Educativa Antonio Nariño del Municipio de Fuentedeoro.

5.2 Objetivos Específicos:

- Sensibilizar a los estudiantes del TECNICO EN SISTEMAS AGROPECUARIOS ECOLOGICOS de la Institución Educativa Antonio Nariño sobre el uso y la importancia de las Energías Alternativas.
- Sensibilizar a estudiantes del TECNICO EN SISTEMAS AGROPECUARIOS ECOLOGICOS y cuerpo docente de la Institución Educativa Antonio Nariño sobre el aprovechamiento de la Biomasa generada en los cultivos de la zona.
- Profundizar en la generación de energía a partir de biomasa con el método de combustión e implementar un modelo a escala del motor Stirling.

Marco Teórico

6. Marco Conceptual

La energía eléctrica se obtiene mediante el movimiento de cargas eléctricas (electrones) que se produce en el interior de materiales conductores (por ejemplo, cables metálicos como el cobre).

El origen de la energía eléctrica está en las centrales de generación, determinadas por la fuente de energía que se utilice. Así, la energía eléctrica puede obtenerse de centrales solares, eólicas, hidroeléctricas, térmicas, nucleares y mediante la biomasa o quema de compuesto de la naturaleza como combustible. (Twenergy, 2018)

6.1 Energías Renovables

Energía renovable es la que se aprovecha directamente de recursos considerados inagotables como el Sol, el viento, los cuerpos de agua, la vegetación o el calor del interior de la Tierra.

La energía que utilizamos convencionalmente proviene de recursos NO RENOVABLES (combustibles fósiles), de los cuales se dice que están "almacenados" y cuyas reservas se agotan a medida que se utilizan. El caso contrario ocurre con las energías RENOVABLES, las cuales provienen de recursos que están relacionados con los ciclos naturales de nuestro planeta, haciendo posible que dispongamos del recurso de manera permanente. (FOCER, 2002)

La dependencia del petróleo, el carbón y el gas ha generado conflictos de orden político (guerras entre naciones) y ambiental (emisiones de dióxido de carbono, azufre, etc.); por esta razón, en los últimos años se ha hecho necesario invertir en el desarrollo y aplicación de tecnologías alternativas de producción de energía que funcionen con recursos renovables. Para el ser humano es claro que estas fuentes de energía están disponibles en su entorno, entonces su interés por explotarlas también radica en una mejor administración de los recursos locales. Es importante saber

que a nivel mundial la disminución de los gases contaminantes se obtiene un medio ambiente más apropiado y limpio para actuales y futuras generaciones.

Las energías renovables se han clasificado en seis grupos principales:

- Energía Solar
- Energía Hidráulica
- Energía Eólica
- Energía De Los Océanos
- Energía De La Biomasa
- Energía De La Geotermia (Unidad de Planeacion Minero Energetica UPME - Subdireccion de Planeacion Energetica, 2012).

Los recursos renovables están en nuestro entorno; sin embargo, las investigaciones que se han hecho durante años, en todo el mundo, han permitido evaluar y determinar en qué regiones puede aprovecharse mejor un determinado recurso. Es así como en nuestro país encontramos regiones donde la radiación solar por metro cuadrado es mayor que en otras.

Por medio de la actual información proporcionada en este documento se da claridad para analizar el recurso presente en cada región y determinar cuál tipo de energía se puede desarrollar; como el caso de la zona de Fuentedeoro que se decidió trabajar en este proyecto.

6.1.1 Energía Solar

La energía solar se define como la energía producida por reacciones nucleares al interior del Sol, que son transmitidas en forma de ondas electromagnéticas a través del espacio (radiación solar). (Unidad de Planeacion Minero Energetica UPME - Subdireccion de Planeacion Energetica, 2012)

Radiación solar en la Tierra. El Sol irradia energía a una tasa de 3.9×10^{26} vatios, y perpendicularmente, sobre la parte superior de la atmósfera, nuestro planeta recibe una radiación solar promedio de 1 367 vatios por cada metro cuadrado. Las variaciones en la cantidad de radiación solar recibida dependen de los cambios en la distancia al Sol como consecuencia de la

órbita elíptica que recorre la Tierra alrededor del mismo. Otras variaciones son ocasionadas por pequeñas irregularidades en la superficie solar en combinación con la rotación del Sol y posibles cambios temporales de su luminosidad. (Unidad de Planeación Minero Energética UPME - Subdirección de Planeación Energética, 2012)

La radiación solar directa no tiene cambios en su dirección desde el Sol hasta la superficie terrestre. Una vez dentro del planeta, las características físicas y la composición química de la atmósfera afectan la cantidad y el tipo de radiación que alcanza la superficie, razón por la cual, durante períodos de abundante nubosidad o bruma, la radiación que incide es esencialmente dispersada por partículas y moléculas del aire (radiación difusa).

Cantidad de radiación solar. Para conocer la cantidad de energía que se puede obtener del Sol, es necesario medir la cantidad de radiación solar (directa más difusa) que recibe realmente una región. Esta cantidad de radiación disponible para convertir en energía útil en una localidad depende de varios factores: posición del Sol en el cielo, que varía diaria y anualmente; condiciones atmosféricas generales y del microclima; altura sobre el nivel del mar y la duración del día (época del año). La máxima cantidad disponible sobre la superficie de la Tierra en un día claro, fluctúa alrededor de 1 000 vatios pico por metro cuadrado.

Para transformar la energía solar se utilizan principalmente tres tipos diferentes de tecnologías: energía solar fotovoltaica, energía solar térmica y energía solar pasiva. (Unidad de Planeación Minero Energética UPME - Subdirección de Planeación Energética, 2012)

Energía solar fotovoltaica

La luz del Sol se puede convertir directamente en electricidad mediante celdas solares, conocidas también como celdas fotovoltaicas, que son artefactos que utilizan materiales semiconductores. La corriente eléctrica puede ser utilizada inmediatamente o puede ser almacenada en una batería para utilizarla cuando se necesite. Una celda fotovoltaica típica puede ser cuadrada y medir 10 centímetros por lado y producir cerca de 1 vatio de electricidad, más que suficiente para que un reloj de pulsera funcione, pero no para encender un radio. (Unidad de Planeación Minero Energética UPME - Subdirección de Planeación Energética, 2012) Las celdas individuales se ensamblan para formar módulos (40 celdas); si se necesita generar más electricidad los módulos se

agrupan para formar lo que se conoce como arreglo (10 módulos). (Unidad de Planeación Minero Energética UPME - Subdirección de Planeación Energética, 2012)

Funcionamiento. Un sistema solar fotovoltaico funciona cuando el campo de módulos fotovoltaicos convierte en corriente eléctrica directa la energía solar que recibe durante el día. Dicha corriente transporta y almacena la energía eléctrica en la batería para ser utilizada en el momento que el usuario lo requiera para el televisor, radio o iluminación. La energía eléctrica que los módulos fotovoltaicos envían a la batería y que ésta suministra a la carga pasa por el controlador de carga, cuya función es proteger a los otros elementos del sistema contra sobrecargas o descargas excesivas, altas corrientes y bajos voltajes. Todos los módulos se conectan en serie o en paralelo para obtener las tensiones y corrientes que provean la potencia deseada. Los módulos se fabrican, generalmente, para tener una salida de 12 Vdc, varían desde unos cuantos vatios fotovoltaicos (2.8 Vatiospico, Wp) hasta 300 Wp, y su voltaje y corrientes son variables según la configuración de los paneles. (Unidad de Planeación Minero Energética UPME - Subdirección de Planeación Energética, 2012)

Usos. Los sistemas simples (sin almacenamiento de energía) producen energía donde y cuando se necesita; por lo tanto, no se necesitan cables, almacenamiento o sistemas de control.

Los sistemas fotovoltaicos con batería de almacenamiento pueden diseñarse para equipos que utilicen corriente del tipo directa (dc) o alterna (ac). Si se quiere utilizar un equipo que funciona con corriente a.c, debe acondicionarse un inversor para alimentar la carga. Entre los usos más frecuentes que se dan en hogares, fincas, industria, comercio, transporte, edificios, comunicaciones se encuentran:

Iluminación interior o exterior.

Señales de advertencia: luces, sirenas.

Monitoreo: agua, aire, temperatura, flujo, movimiento.

Batería para vehículo.

Protección catódica contra la corrosión.

Interruptores: eléctricos, válvulas, apertura compuertas.

Control de encendido, radio, teléfono, telemetría.

Bombeo de aceite y combustible.

Refrigeración.

Energía solar térmica

El aprovechamiento de la energía solar térmica basa su tecnología en la captación de la radiación por medio de elementos denominados colectores o concentradores, los cuales disminuyen las pérdidas de calor y aumentan la energía absorbida y, en algunos casos, cuentan con seguidores de Sol para mejorar este propósito.

Estos sistemas están diseñados para proveer energía eléctrica a la red o para usos térmicos de naturaleza industrial, a través de la transferencia de calor a un fluido térmico; se destinan a suplir grandes demandas y no se utilizan en aplicaciones que requieran bajas capacidades de carga o calor.

Usos directos. Los sistemas de calentamiento con colector de placa plana (temperaturas medias) utilizan la radiación solar para su uso directo en diversas aplicaciones como:

Calentamiento de agua. El agua fría almacenada en un tanque circula a través de un colector solar que calienta el agua cuando pasa a través de él. El agua caliente sube y regresa al tanque por el efecto de termosifón. Este ciclo se repite continuamente durante las horas de Sol.

Estos sistemas de calentamiento están compuestos por un colector solar, un tanque de almacenamiento y un sistema de circulación de agua. El colector de placa consiste de un vidrio que permite la entrada del 90% de los rayos solares, estos calientan la placa colectora (de absorción), la placa emite rayos infrarrojos, que al no atravesar el vidrio quedan atrapados en el interior y contribuyen a calentar el agua.

Potabilización de agua. Una de las aplicaciones más sencillas y benéficas de la energía solar térmica es la potabilización (desalinización o purificación) del agua. Es una construcción simple, consta de una cubeta de poco fondo, pintada de color negro (para absorber la radiación solar), cubierta con un material transparente (vidrio o plástico), de tal manera que la cubeta quede herméticamente sellada. El fondo negro de la caja absorbe la radiación solar y calienta el agua, ésta se evapora y condensa sobre el vidrio que permanece más frío por estar en contacto con el exterior. El agua condensada rueda a un canal y por último a un depósito.

Secador solar. Se aplica industrialmente al secado de granos, frutas y otros productos. El colector calienta el aire, éste sube pasando a través de las cubetas que contienen el producto, retirándoles parte de la humedad.

Energía solar pasiva

Comprende elementos que se aprovechan en la construcción o adecuación de una vivienda con el fin de calentarla o refrescarla; estos elementos pueden ser muros o cubiertas que actúan como colectores solares, contruidos con materiales acumuladores de calor, como el ladrillo, la piedra y la teja de barro.

Además, el ambiente que se debe lograr al interior de una vivienda está relacionado con tres factores que son cada vez más determinantes en la vida de diaria: salud, confort y uso racional de la energía, los cuales definen el concepto de calidad de vida de las personas.

La salud, en relación con la prevención de enfermedades, depende de variables como son la temperatura, la aireación, la humedad relativa, la iluminación y el ruido. Éstas, junto con otros elementos como espacio (área o volumen por persona), dispositivos tecnológicos (electrodomésticos), suministros de consumo (agua, energía, información, etc.) deberán tenerse en cuenta en el diseño de la vivienda.

El uso racional de la energía, en el sentido de aprovechar toda la luz natural posible en el día, de adecuar la vivienda para sentir calor o frío según se necesite sin emplear aire acondicionado para evitar el uso de elementos adicionales que consumen energía.

La arquitectura bioclimática pretende, entonces, conseguir la justa relación entre clima, hombre y arquitectura. (Unidad de Planeacion Minero Energetica UPME - Subdireccion de Planeacion Energetica, 2012, págs. 10-17)

6.1.2 Energía Hidráulica.

Energía Hidráulica. La energía hidráulica es aquella que proviene del agua y que se manifiesta como energía cinética en el caudal de las corrientes, y como energía potencial en la altura de las caídas de los ríos.

La energía hidráulica es el segundo recurso renovable más utilizado en el mundo. Colombia, debido a su situación privilegiada desde el punto de vista hidrológico, tiene un gran potencial para desarrollar proyectos que impliquen aprovechamientos hidráulicos. Como una primera aproximación para establecer el potencial físico hidro energético se han tomado como base las características del territorio, en este caso, el agua y las posibilidades del terreno para aprovecharla, a partir de dos variables:

1. La esorrentía, caudal (Q) o cantidad de agua que el río transporta en un tiempo determinado.
2. La pendiente del terreno, cabeza hidráulica o altura disponible entre el nivel de la superficie del fluido y el lugar inferior de la caída.

Mediante las plantas o centrales de generación hidráulica se aprovecha la energía potencial almacenada en el agua contenida en un embalse, con base en una diferencia de nivel, para transformarla inicialmente en energía mecánica o cinética, haciéndola pasar por una turbina hidráulica a la cual se le ha acoplado un generador que finalmente es el encargado de transformar la energía mecánica en eléctrica.

6.1.3 Energía Eólica.

La energía eólica es la que está presente en forma de energía cinética en las corrientes de aire o viento.

Para el aprovechamiento energético del viento es esencial realizar una valoración energética del recurso disponible en una localidad y una caracterización de su comportamiento. Las estimaciones del recurso eólico se basan en algunas estrategias útiles como son la colección de información de manera empírica, anemómetros totalizadores, por factores de correlación, o por adquisición de datos en tiempo real.

La información empírica se recoge con base en visitas realizadas al lugar, donde se examinan las características de topografía y vegetación y se indaga el conocimiento de los habitantes de la región con el fin de obtener información valiosa en la identificación de lugares con altos niveles de velocidad de viento. Por ejemplo, la constante incidencia del viento en los árboles a lo largo del tiempo, o sobre la vegetación, hace que estos crezcan inclinados en la dirección predominante desde donde sopla el viento.

Análogamente, la presencia de algunos molinos de viento, instalados de años atrás, dan un verdadero indicio de que el lugar presenta un régimen adecuado de viento, para profundizar en su evaluación. Es claro que la información empírica, así recogida, no permite conocer un valor aproximado de velocidad promedio anual del viento, pero sí permite prospectar sitios para evaluación futura del recurso.

Para conocer la velocidad del viento observando los efectos de éste en la naturaleza, se estableció la Escala de Beaufort, con la que se puede obtener una medida aproximada de su velocidad en metros/segundo. Mientras mayor sea el conocimiento de la velocidad que el viento tiene en su región, los costos de explotación del recurso disminuyen.

Energía eólica en Colombia. Una aproximación al valor del recurso eólico en el país permite establecer que la zona norte cuenta con los mejores potenciales para el aprovechamiento de este recurso. Las escalas planteadas están normalizadas en una superficie de rugosidad plana estableciendo la velocidad del viento en metros por segundo a 10 metros de altura.

¿Cómo aprovechar la energía eólica?

La energía eólica puede transformarse principalmente en energía eléctrica por medio de aerogeneradores, o en fuerza motriz empleando los comúnmente llamados molinos de viento.

Generación eléctrica.

Bajo el nombre de turbinas eólicas (aerogeneradores) se designan diferentes sistemas para aprovechar mecánicamente la energía contenida en el viento. En general, son máquinas rotativas de diferentes tipos, tamaños y conceptos, en los que el dispositivo de captación (rotor) está unido a un eje.

Hay varios criterios para clasificar estas turbinas. Si se clasifican por la posición del eje, se agrupan como de eje horizontal o eje vertical. Si se clasifican por el tipo de aprovechamiento de la energía del viento, entonces se tienen rotores de accionamiento por arrastre y por sustentación.

De los sistemas empleados para la generación de energía eléctrica, los más utilizados son los de eje horizontal por sustentación y, en menor grado, los de eje vertical, accionado también por sustentación.

Las plantas de generación eléctrica con sistemas eólicos a gran escala se denominan parques eólicos. Estos son lugares en donde se instalan varios aerogeneradores y se conectan de manera apropiada para suministrar energía eléctrica que puede ser interconectada a una red.

En Colombia, los sistemas de Aero bombeo han sido ampliamente utilizados en el sector rural; entre los usos más comunes están:

Abastecimiento de agua limpia para uso doméstico.

Suministro de agua para ganadería.

Irrigación.

Drenaje.

Movimiento de agua en granjas piscícolas.

Vale la pena mencionar que en algunas ocasiones los equipos de Aero bombeo se utilizan para el suministro de agua en pequeñas comunidades rurales. La demanda típica de una población de 500 habitantes puede ser del orden de 20 m³ por día, la cual generalmente no cambia a lo largo del año. Para una condición de bombeo con unos 20 metros de altura hidráulica, el requerimiento energético será de 400 m⁴ o cerca de 1 kWhhid por día.

Los sistemas de Aero bombeo se caracterizan por una larga vida útil de los equipos, son de fácil operación y mantenimiento, aunque dependen de la disponibilidad del recurso eólico local.

6.1.4 Energía de las olas.

Es posible acceder al potencial de energía de las olas de varias maneras (flotadores, columnas oscilantes de agua y aparatos focalizantes); sin embargo, es importante precisar que dado que las olas son producidas por los vientos, la disponibilidad del recurso tiende a ser impredecible. Se prevé que la tecnología para obtener energía de las olas podrá lograr costos competitivos alrededor del año 2005, cuando varios proyectos de tipo demostrativo ofrezcan resultados que permitan ser evaluados.

Energía de las mareas

Esta tecnología tiene que ver con el aprovechamiento de la elevación de nivel ocasionado por las mareas, de tal manera que se construye un gran lago artificial mediante el cual, posteriormente, se obtiene energía a partir de la tecnología tradicional de plantas hidroeléctricas. Una variante es la tecnología que aprovecha las corrientes marinas, la cual ayuda a explotar las fuertes corrientes que se encuentran en los océanos no tan profundos, particularmente donde existen estrechos naturales, por ejemplo, entre islas. Los equipos son muy similares a turbinas eólicas sumergidas las cuales se utilizan para explotar la energía cinética contenida en estas corrientes. En el mundo solo existe un equipo de este tipo, el cual opera en Japón desde 1990 produciendo 5 kW. La energía de las mareas está en la etapa inicial de desarrollo y de experimentación. Sin embargo, se espera que su desarrollo sea muy rápido, con proyectos de tipo demostrativo en el 2005.

Conversión de la energía térmica de los océanos

Varias técnicas se han propuesto para utilizar este recurso térmico del océano. Sin embargo, actualmente parece que solo el ciclo cerrado y los esquemas de ciclo abierto tienen un fundamento teórico sólido, así como trabajo experimental. En el sistema cerrado, el agua de mar superficial que se encuentra caliente y el agua de mar fría se utilizan para vaporizar y para condensar un líquido de funcionamiento, tal como amoníaco anhidro, el cual se utiliza en un turbogenerador, en un ciclo cerrado que produce electricidad. En el sistema abierto el agua de mar se evapora rápidamente en un compartimiento vacío.

El vapor de baja presión que resulta se utiliza en un turbogenerador. El agua de mar fría se utiliza para condensar el vapor después de que haya pasado a través de la turbina. El ciclo abierto se puede configurar para producir el agua desalinizada, así como electricidad. La tecnología OTEC ("Ocean Termal Energy Conversión") todavía no ofrece valores de referencia proyectados de los costos de inversión, puesto que la tecnología todavía está en la fase de diseño teórico.

Un primer inventario en el Pacífico colombiano arrojó un potencial de energía mareomotriz de 500 MW.

El potencial estimado para los 3 000 km de costas colombianas respecto a la energía de las olas es de 30 GW. (Unidad de Planeacion Minero Energetica UPME - Subdireccion de Planeacion Energetica, 2012)

6.1.5 Energía Geotérmica.

Por cada 100 metros bajo la superficie la tierra la temperatura se incrementa cerca de 3 grados centígrados. Por lo tanto, a 3000 metros de profundidad la temperatura sería lo suficientemente alta como para hacer hervir agua.

El agua algunas veces hace su recorrido cerca de rocas calientes que se encuentran muy por debajo de la superficie y retorna en forma de agua caliente a temperaturas de más de 148°C (agua termal) o en forma de vapor.

¿Cómo se aprovecha el calor de la tierra?

La extracción y transformación del agua caliente o el vapor de los yacimientos geotérmicos para generar energía eléctrica en superficie implica la aplicación de tecnología avanzada. Pero existe otra forma de aprovechar esta energía a la cual se le conoce como usos directos.

Generación eléctrica

De acuerdo con las características de producción del campo geotérmico, se puede seleccionar tanto el tamaño como el ciclo térmico de la planta de generación.

La capacidad instalada de generación de la planta puede determinarse con base en el mercado de energía y la productividad actual del yacimiento. El ciclo térmico se selecciona de acuerdo con las características del fluido, pero también tomando en consideración las condiciones económicas del proyecto.

En general, se tienen tres ciclos para la producción de energía eléctrica:

Ciclo con unidades de contrapresión

Ciclo con unidades de condensación

Ciclo binario.

Comúnmente el agua caliente que proviene de estos yacimientos se utiliza en piscinas termales con fines recreativos.

Otros usos directos de naturaleza residencial incluyen calentar invernaderos para las plantas y a nivel industrial incluyen calefacción, procesamiento de alimentos, lavado y secado de lana, fermentación, industria papelera, producción de ácido sulfúrico, manufactura de cemento, etc.

El Atlas Geotérmico de Colombia destaca como zonas de mayor potencialidad:

La zona de frontera con el Ecuador, en los volcanes Chiles - Cerro Negro.

En el departamento de Nariño, volcán Azufral.

Parque Natural Nacional de Los Nevados. Área geotérmica de Paipa - Iza en Boyacá.

(Unidad de Planeación Minero Energética UPME - Subdirección de Planeación Energética, 2012)

6.1.6. Energía de la Biomasa.

La mayoría de seres vivos, como las plantas y los animales que están en nuestro entorno, dependen de la luz del sol, el agua y el aire para vivir. Las plantas, por su parte, transforman y almacenan la energía que reciben del sol; esta energía bien puede ser utilizada para producir electricidad, combustibles, químicos o servir de alimento a otros seres vivos. Al recibir este alimento (energía) o al morir, los animales y los seres humanos producen residuos orgánicos que al descomponerse generan gases. Estos ciclos, al repetirse continuamente, aseguran que la energía de la biomasa esté disponible permanentemente y que, según su manejo, se logre un verdadero autoabastecimiento energético. ¿Qué es energía de la biomasa?

La biomasa es cualquier material proveniente de organismos vivos tales como vegetación, bosques, selvas, cultivos acuáticos, bosques naturales, residuos agrícolas, desechos animales y desechos urbanos e industriales de tipo orgánico que puede utilizarse para producir energía.

6.1.6.1 Biomasa en Colombia

De todas las energías renovables la biomasa es la que mejor se aprovecha en el mundo ya que representa el 14% del consumo energético mundial. En Colombia solamente se tienen estudios preliminares de los cuales existen los siguientes datos de interés:

Bagazo de la caña: se estima una producción anual cercana a los 7.5 millones de toneladas de bagazo, gran parte de la cual se emplea en actividades de producción de calor. La capacidad

instalada de sistemas (calderas cogeneración) que aprovechan el bagazo de caña se estima en 25 MW.

¿Cómo se aprovecha la energía de la biomasa?

Para transformar la energía contenida en la biomasa se 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.

6.1.6.2 Digestión anaerobia

Es el proceso de descomposición de residuos animales y vegetales que, sin aire, hace que se produzca gas y lodo. El gas resultante en este proceso se conoce como biogás y el lodo se usa como fertilizante orgánico. Para lograr que se realice bien este proceso se construye un sistema de producción de biogás, que se compone principalmente de la recolección de los residuos, un biodigestor, un almacén para el gas, un almacén para los fertilizantes, y de una tubería de conducción del biogás. (Unidad de Planeación Minero Energética UPME - Subdirección de Planeación Energética, 2012)

Los residuos orgánicos que se utilizan para que el sistema de biogás funcione se encuentran en granjas o fincas; estos son:

Residuos de animales: estiércol y orín de ganado (vacuno, porcino, equino, aves, etc.).

Residuos del procesamiento de vegetales: del café, del fique, de la cabuya, del almidón de yuca, de la producción de caña de azúcar, etc.

Otros materiales, cuya composición debe ser evaluada ya que puede afectar el funcionamiento del sistema: residuos industriales orgánicos (de industrias de bebidas, piscícolas, de papel y textiles, de hatos, etc.), excrementos humanos.

Si se conoce el tipo de material de desecho por utilizar y la cantidad y calidad de dicho material, se puede calcular la producción de biogás. En el caso de desechos animales, las cabezas necesarias para producir un metro cúbico de biogás que equivale a 2.2 kilovatios hora son: 2 a 3 cabezas de ganado vacuno, 5 a 6 cabezas de ganado porcino ó 90 a 100 aves.

Con una planta de biogás puede producirse:

Energía térmica en una estufa de gas.

Energía mecánica en un motor de explosión.

Iluminación con una lámpara de gas.

Producción alterna de fertilizantes.

Gasificación (Unidad de Planeación Minero Energética UPME - Subdirección de Planeación Energética, 2012)

Son los procesos térmicos que convierten la materia prima sólida o líquida en una mezcla de gases (hidrógeno, monóxido de carbono y metano). Este gas es luego utilizado como combustible en plantas de ciclo combinado, las cuales combinan turbinas de gas y turbinas de vapor para producir electricidad. El material que se utiliza comúnmente como combustible es madera y sólo algunos tipos de residuos agrícolas (mazorcas de maíz, cáscaras de coco, carbón vegetal). A escala mundial, aunque ya existe este tipo de plantas y están produciendo energía eléctrica, se considera como tecnología de demostración.

6.1.6.3 Combustión

Se refiere a las reacciones químicas que se establecen entre cualquier compuesto y el oxígeno. A esto también se le llama reacciones de oxidación. De este tipo de proceso se desprenden energía lumínica y calórica y se llevan a cabo rápidamente. Cabe destacar que los organismos vivos, para producir energía, utilizan una combustión controlada de los azúcares. (Ambientum, 24)

Entendemos por ignición el valor de temperatura que debe presentar el sistema fisicoquímico para que se pueda dar la combustión de manera natural. El proceso termina cuando se consigue el equilibrio entre la energía de los compuestos que reaccionan y la de los productos de la reacción. Con el punto de ignición se alcanza la temperatura de inflamación, activado por la energía de una chispa o por la llama de un fósforo

El carbono y el hidrógeno, hidrocarburos, son elementos que entran en combustión más fácilmente. El heptano, propano y el metano, entre otros, son sustancias que se utilizan como combustibles, es decir, como fuentes de calor proporcionados por la combustión. En síntesis, la combustión se produce cuando convergen los siguientes factores:

- El combustible, es decir, el material que arde, carbón, madera, plástico.
- El comburente, el material que hacer arder, oxígeno.
- La temperatura de inflamación, la temperatura más baja a la cual el material inicia la combustión para seguir ardiendo.

La energía emanada por la combustión es aprovechada en los procesos industriales para obtener fuerza motriz e iluminación -entre otros- así como productos oxidados específicos y eliminación de residuos.

Los combustibles son, en su mayoría, de origen orgánico y su valor depende de la proporción de carbono e hidrógeno que contienen en su composición química. El valor principal de un combustible radica en su capacidad de liberar calor durante la combustión. Igualmente, hay combustibles sólidos, líquidos y gaseosos que pueden ser naturales y artificiales.

Por orden de potencial calorífico, los combustibles sólidos más comunes son el carbón, el coque, la madera, el bagazo, la caña de azúcar y la turba. Entre los líquidos se encuentran el petróleo crudo y sus derivados como la gasolina, el alcohol, el aceite y la bencina. Los combustibles gaseosos más utilizados son el gas natural, mezcla de metano, etano, propano y butano, el acetileno que se utiliza en el soplete y el hidrógeno, empleado para impulsar vehículos espaciales.

(Ambientum, 24)

Para nuestro caso en específico se trabajo con la biomasa, que es quemada en una caldera para producir vapor, el cual es introducido en una turbina conectada a un generador eléctrico; el flujo de vapor hace rotar la turbina, el generador eléctrico se acciona y se produce electricidad. En el mundo es una tecnología ampliamente utilizada, en Colombia su aplicación se hace en pequeña escala y con poca tecnología, en complejos azucareros y en el sector panelero. Otra opción consiste en quemar parte de biomasa con parte de combustibles fósiles (co-combustión) pero se limita a utilizarse en áreas donde existan plantas de carbón.

Biocombustibles

Los biocombustibles líquidos son combustibles para transporte (principalmente biodiesel y bioetanol) procesados de cosechas agrícolas y otras plantaciones renovables. En menor escala, pero igualmente importantes, se encuentran biometanol y biocrudo o crudo de pirólisis. La utilización de biocombustibles reduce la dependencia del petróleo como combustible.

Fermentación alcohólica. El bioetanol se obtiene por fermentación de ciertos azúcares, especialmente glucosa, y se utilizan como materias primas melazas azucareras, maíz, almidón de trigo y residuos de papa.

Esterificación. Los bioaceites (biodiesel) son aceites vegetales obtenidos de plantas oleaginosas, ésteres metílicos o etílicos derivados de estos, o de ácidos grasos de otras procedencias. Algunas materias primas utilizadas en los procesos de obtención de bioaceites son: especies con semillas oleaginosas (girasol, colza, soja), especies con frutos oleaginosos (coco, palma), cultivos no tradicionales (brassica carinata, camelina sativa, cynara cardunculus) y otras (aceites de fritura usados, grasas animales).

El biodiesel funciona en cualquier motor diesel, el cual puede ser adaptado o utilizado sin ninguna modificación, produce bajas emisiones de óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, CO₂ y CO, es biodegradable y no tóxico; su manejo, transporte y almacenamiento son seguros.

Pirólisis. El calor puede ser usado para la conversión química de la biomasa en combustible crudo. Después del pirólisis, la biomasa se torna líquido aceite de pirólisis- el cual puede ser tratado como el petróleo para generar electricidad.

La aplicación del producto líquido (combustible de pirólisis) en motores y/o en turbinas o incluso en calderas aún necesita ser demostrada para obtener más información sobre sus propiedades, estabilidad, esquemas de producción y manejo. Es una tecnología en investigación. (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, pp, 8 - 49)

7. Antecedentes

El cultivo del arroz es el principal generador económico en la zona del ariari pues con sus 18.000 hectáreas contribuirá con 100.000 toneladas del cereal y \$28.000 millones en 1996, los cuales rotan e irrigan todos los sectores. Las 5.000 hectáreas de maíz aportarán 4.200 millones y la soya 2.100 durante el mismo período. (Morales, El Potencial del Ariari, 1996)

Los cultivos de plátano, yuca y papaya, así como la ganadería tienen una gran participación en la provisión de recursos permanentes a sus productores, al igual que a las explotaciones avícolas y piscícolas.

El 35% de la producción agrícola del Meta está en el Ariari y se sostiene gracias a la vocación de su gente que ha sido capaz de sobreponerse a todo tipo de calamidades naturales y humanas, que van desde las inundaciones y los vientos fríos del sur que vanean el arroz a mediados del año, hasta la centralización departamental que ha abandonado por un largo tiempo las obras del puente de Puerto Palma, sobre el río Ariari, el cual hubiera integrado ya a todo el territorio de Fuentedeoro, prestándosele un invaluable servicio a una parte de la zona rural del Puerto Lleras que, dicho sea de paso, es el municipio con mayores necesidades básicas insatisfechas.

Servicios como el alcantarillado, agua y energía son, por decir lo menos, deficientes en todas las localidades, los primeros por cuenta de las alcaldías municipales y el fluido eléctrico por cuenta de la Electrificadora del Meta que los tiene sometidos a permanentes interrupciones por sobrecargas en el sistema.

La presencia del Estado ha sido decisiva en algunos momentos críticos, y corresponde a los proyectos del orden nacional la mayor influencia en el desarrollo regional, como la pavimentación de las vías que conducen a los municipios de San Juan de Arama, Fuentedeoro, Cubarral y en otras ocasiones se ha dejado a la deriva a los productores en lo que se refiere a crédito y comercialización agrícola, esta última por la no utilización de una infraestructura que le costó al Idema \$3.000 millones.

La reciente terminación de los viaductos sobre el río Ariari y la Cubillera subsana definitivamente el colapso del Guillermo León Valencia y ahora se impone el reto de adecuar los

pequeños puentes sobre los caños de su cuenca, para permitir que las cosechas se transporten en vehículos de más ejes y así disminuir los costos por este concepto.

El proyecto más esperado y que tendrá un impacto de trascendencia en el futuro regional será la construcción del Distrito de Riego y Drenaje del Ariari, que, aprovechando el caudal del río Guape, beneficiará algo más de 40.000 hectáreas ubicadas en la margen derecha, con una inversión que supera los US\$100 millones en los próximos 5 años, financiados por el gobierno japonés. Esta obra se encuentra en su etapa de diseño. La diversificación, el uso de semillas certificadas, la utilización de asistencia técnica agrícola, un programa serio y coherente de transferencia, prácticas agronómicas apropiadas, la inspección y mantenimiento de los bosques naturales de la cuenca del Guape, la reforestación obligatoria de las áreas cercanas a caños y ríos que pertenecen a la vega del Ariari y la aplicación de normas fiscales que incentiven la conservación del medio ambiente, determinarán seguramente en el largo plazo la viabilidad de las obras de irrigación, ya que los caudales y los niveles freáticos han descendido drásticamente en los últimos 10 años. Estos aspectos requieren una pronta evaluación y medidas urgentes para garantizar una agricultura sostenible. De la preservación de la Amazonia dependen las lluvias del piedemonte y en especial las del Meta y del Ariari. Faltan por verse las acciones de Coporinoquia, Cormacarena y el Ministerio del Medio Ambiente.

Empresas asociativas y gremiales, así como compañías de fumigación aérea y la banca local mantienen su presencia y liderazgo soportando la carga directa del crédito agrícola ante la ausencia de la Caja Agraria. La industria arrocera ha entendido muy bien el porvenir y algunos molinos son hoy ejemplo y modelo de eficiencia, absorbiendo en su conjunto cerca del 90% de la producción anual. El gran objetivo para alcanzar por parte de los transformadores es la creación de marcas que compitan en el mercado nacional del blanco, dejando de proveer únicamente a los mayoristas que se quedan con un valor agregado que podría ser para nuestros procesadores. Quien esté dispuesto a invertir en este campo logrará romper el esquema actual.

La actividad comercial tiene un alto desempeño zonal, básicamente en Granada, gracias al empuje de empresarios que creen en el futuro y esperan que la Cámara de Comercio de Villavicencio pueda vencer rápidamente su centralismo ejerciendo funciones de capacitación y asesoría en mercadeo y asuntos fiscales, para retribuir en parte los \$50 millones anuales que, a cifras de 1995, le aportaron sus establecimientos afiliados.

Una de las barreras más grandes que tiene el progreso de la región es el alto índice de analfabetismo pues en las áreas urbanas y rurales, éste supera el promedio departamental del 26 por ciento que arrojó el último censo del Dane. Paradójicamente existe el número suficiente de centros docentes básicos o secundarios en los municipios que conforman el Ariari. No se conoce la construcción de planes departamentales o locales que ataquen este problema.

El analfabetismo moderno consiste indudablemente en el desconocimiento de la informática y el Sena podría cumplir un papel preponderante en este campo si empieza por construir su propia sede y amplía sus servicios con personal calificado. Después de muchos años de espera Telecom ha instalado su nueva planta en Granada y Cofrem se ha vinculado por fin a la región, al igual que múltiples entidades financieras. (Morales, EL POTENCIAL DEL ARIARI , 1996)

7.1 Descripción del Problema

EL municipio de Fuentedeoro en el departamento del Meta, pertenece a la zona del bajo Ariari que es la despensa agrícola del Departamento, aporta este municipio con sus cultivos de manera significativa económicamente a los que viven de ella, y a los consumidores de la canasta familiar del Departamento, realizar estas labores sin el conocimiento técnico adecuado genera una alta repercusión en el impacto ambiental negativo por parte de los agricultores de la zona; debido a esto se hace necesario sensibilizar y concientizar a los actores principales de esta problemática (campesinos y agricultores) para que tengan conocimiento en sistemas Energéticos sustentables y de fácil acceso a los campesinos, empleando los recursos que les ofrece su entorno, que para el caso son los residuos agrícolas, generados por el cultivo de plátano, lograr crear estrategias que lleven a minimizar el impacto producido por esta labor y además conocer de manera personal la generación de energía eléctrica mediante estos residuos y poder transmitirlo y ponerlo en práctica en sus hogares y en las comunidades donde ellos viven, empezar a transmitir esta información a los futuros Agricultores y habitantes de campo es una de las vías para lograr avanzar en la mitigación y disminución de impactos ambientales negativos en la región.

Resumen

La implementación de energías alternativas como la biomasa y las distintas formas de obtención de energía eléctrica a partir de ella.(Combustión), logrando ayudar al medio ambiente, y proporcionar a comunidades apartadas la posibilidad de lograr obtener los servicios básicos que satisfagan sus necesidades básicas como la energía eléctrica, empleando los residuos agrícolas solidos resultantes del trabajo diario de Agricultura y del monocultivo del plátano propio de la vereda; es por eso que se desarrolló este proyecto con esta comunidad del departamento del Meta.

Estudiantes de la zona participaron en este proyecto debido a que son los futuros habitantes de esta zona y lo pueden llevar a cabo en sus hogares.

7.1.1 Descripción de la Propuesta

Siendo las Energías alternativas una de las principales herramientas de mitigación para combatir el cambio climático, lograr implementar un proyecto que incluya la propagación de información sobre ellas y como se deben ejecutar, se llegó a la zona de Puerto Nuevo en Fuentedeoro y Brindar capacitación y sensibilización en Energías Alternativas a Los estudiantes de la Institución Educativa Antonio Nariño de la Margen derecha del municipio de Fuentedeoro en el Meta, quienes a partir del grado Decimo (10°) de su formación académica tienen como opción de Grado la Técnica en SISTEMAS AGROPECUARIOS ECOLOGICOS, con apoyo del SENA, por medio de charlas y competencias se le proporcionara a estudiantes el conocimiento en Energías renovables su fabricación y uso para la inclusión dentro de procesos Agropecuarios; para luego diseñar un modelo a escala con la implementación del método de COMBUSTION dentro de las Instalaciones del Colegio.

7.1.2 Localización Geográfica:

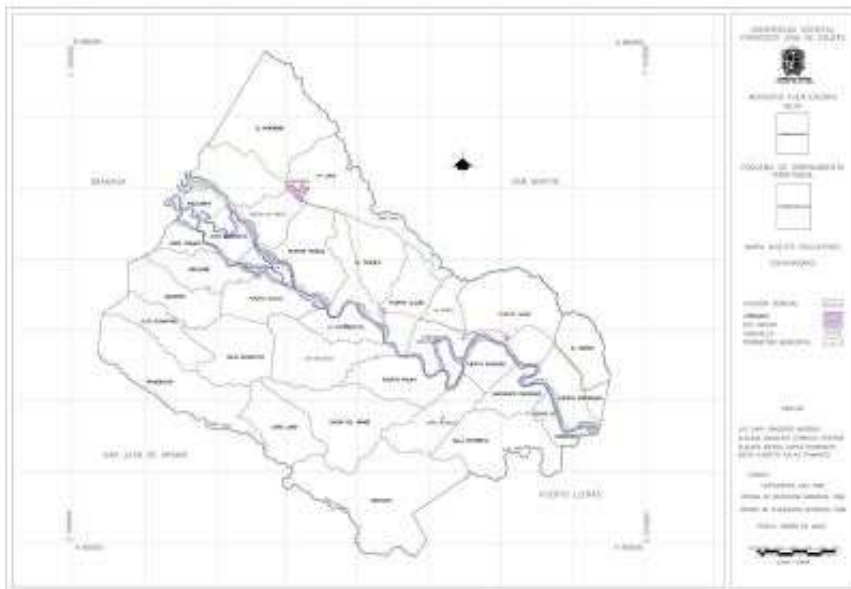


Ilustración 1: Mapa Veredas Fuentedeoro

Fuente: Tomado de Alcaldía de Fuentedeoro, recuperado de www.micolombiadigital.gov.co

Fuentedeoro hace parte de la subregión del Ariari, la cual se encuentra localizada en el occidente del departamento del Meta. Su territorio es utilizado en su mayor parte a las actividades agropecuarias, siendo el arroz y el plátano los cultivos de mayor preponderancia para el municipio.

Otros cultivos tradicionales que se ubican dentro del territorio son la palma africana, yuca, maracuyá, piña, papaya, maíz y soya.

El municipio se encuentra a 15 minutos de Granada por una excelente vía donde tienen acceso a bienes y servicios como educación y comercio. Por otra parte, sus principales mercados se encuentran constituidos por las ciudades de Villavicencio y Bogotá, las cuales demandan la mayor parte de sus productos, en especial tratándose del plátano y del arroz.

Según proyecciones DANE, la población del municipio a 2011 es de 12.392 habitantes, de los cuales 6.436 son hombres y 5.956 son mujeres y 6.732 están ubicados en la cabecera municipal y 5.660 en el resto del territorio municipal. Fuentedeoro cuenta con siete centros poblados y treinta y dos veredas.

Los barrios de los centros poblados de Fuentedeoro son: La Primavera, El Lago, El Centro, El Libertador, Villa Margarita, El Triunfo, Las Brisas, Buenos Aires y Bogotá. Centros poblados: La Cooperativa, Puerto Nuevo, La Unión del Ariari, Caño Blanco, Puerto Aljure, Puerto Santander, Puerto Limón. (Gobernación del Meta, 2011)

Veredas de Fuentedeoro.

Tabla 1. Veredas de Fuentedeoro

Veredas de Fuentedeoro		
Urichara	La Shell	Tranquitas
Puerto Esperanza	Puerto Aljure	Alto Guanacas
Villa Restrepo	Bajo Guanacas	Puerto Poveda
El Kiosco	Mogotes	La Luna
Caño Blanco	Las Delicias	Zanja de Raya
Puerto Limon	Urichare	El Porvenir
Caño Loro	Puerto Nuevo	Policarpo
La Cooperativa	Alto Sardinata	Puerto Palma
Bajo Sardinata		

Fuente: Tomado de Gobernación de Meta – Sistema Integral de Información Departamental

7.2 Análisis Técnico

7.2.1 Importancia de la Biomasa.

Aún hacen falta estudios concretos sobre el potencial de cultivos y de producción de residuos vegetales, así como también censos sobre la población animal, que permitan saber con exactitud en qué regiones está la posibilidad de implementar sistemas para el aprovechamiento de este recurso. Como una primera y básica aproximación a partir del Mapa de cobertura vegetal, realizado por el IGAC en 1987, se establece la siguiente clasificación a partir del tipo de vegetación, de acuerdo con su aporte de biomasa:

1. Bajo: pastos, pajonales, páramos y nieves perpetuas, vegetación xerofítica, pantanos y ciénagas, arbustos, ciudades, áridos.
2. Medio: pastos densos, pastos con cobertura rala, cultivos, rastrojos, misceláneos, banano, café, palma africana, frutales. (Comisión mixta de la biomasa forestal de Navarra, Gobierno de Navarra, 2015)
3. Alto: bosques primarios, intervenidos, plantado y caña. (Unidad de Planeacion Minero Energetica UPME - Subdireccion de Planeacion Energetica, 2012)

La Biomasa, siendo una fuente de energía renovable no convencional –ERNC-, presenta algunas ventajas, fuera de las que toda energía renovable presenta, tales como:

Poseer un balance energético muy positivo, ya que la energía neta contenida en ella es superior a la gastada en la obtención del cultivo y en los procesos de obtención de biocombustible.

Evitar el desplazamiento de la población rural hacia las centrales urbanas, permitiendo su desarrollo económico local.

Presencia de un componente ambiental bastante interesante, en el sentido de que por sí mismo el proceso de extracción de energía de esta fuente permite la eliminación de residuos que de otra forma son considerados basura, alimentando rellenos sanitarios en las urbes.

Al ser sometida a procesos térmicos de combustión, las emisiones de dichos procesos no representan un factor contaminante al encontrarse en un ciclo renovable; es decir, cuando la biomasa libera CO₂ a la atmosfera, esto no es más que la devolución al medio del CO₂ que fue tomado por la planta durante su crecimiento, por lo que, si se hiciera un balance anual de dicho ciclo, éste sería neutro. Adicionalmente, las emisiones no contienen contaminantes sulfurados o nitrogenados, lo cual es muy amigable con el medio ambiente.

- Cuando la biomasa proviene de cultivos energéticos, estos tienen el potencial de sustituir cultivos excedentarios en el mercado de alimentos; es decir, cuando una zona tiene sobreproducción de un cierto cultivo debido a que la oferta comercial sólo es alimenticia, tener una alternativa de cultivo diferente con fines energéticos que iguale o supere la rentabilidad de su comercialización, podría ser una oportunidad no explorada en el sector agrícola, creando mercados complementarios, sin suponer un gran cambio de las costumbres del agricultor. (Arevalo, 2016).

7.2.2 Distintos tipos de residuos.

En función de su origen y de las aplicaciones y procesos de transformación posterior encontramos distintos productos.

Residuos forestales: Son los residuos procedentes de los tratamientos y aprovechamientos de las masas forestales, obtenidos tras las operaciones de corta, saca y transporte a pista, es decir, en todo el proceso de gestión y mantenimiento de las plantaciones de árboles.

Residuos agrícolas leñosos. Residuos procedentes principalmente de las podas y tratamientos de olivos, frutales y viñedos. Se caracterizan por ser un producto estacional ya que solo se pueden obtener en determinadas épocas del año.

Residuos agrícolas herbáceos: Se incluyen las pajas de cereal y los cañotes de maíz. Con un marcado carácter estacional. Muy utilizados en grandes plantas de generación eléctrica. Precisan de una logística muy cuidada. (Naturgy, 2018)

Residuos de industrias forestales y agrícolas: Son los generados en las industrias de primera y segunda transformación de la madera y de las industrias conserveras, de envasado de frutos secos o de las almazaras. Son productos muy heterogéneos. (Naturgy, 2018)

Cultivos energéticos: Cultivos destinados principalmente a la producción de materiales aprovechables energéticamente. Requiere de una adecuada planificación de los cultivos destinados a producir energía y los enfocados al consumo de las personas y animales.

Se presentan normalmente en forma procesada, astillas, pellets o briquetas compactadas y son muy utilizadas en obtención de energía calorífica, quemándolas en calderas, y de energía eléctrica mediante generadores eléctricos acoplados. Algunos tipos como las pajas y algunos cultivos se utilizan directamente en distintos procesos de transformación.

7.2.3 Tipos de Biomasa

Pellets 1: Los pellets de biomasa son un biocombustible estandarizado a nivel internacional. Se conforman como pequeños cilindros procedentes de la compactación de serrines y virutas molturadas y secas, provenientes de serrerías, de otras industrias, o se producen a partir de astillas y otras biomásas de diversos orígenes, como los agropellets. Se recomienda el uso de pellets de

madera natural, por ser los más adecuados para la climatización de viviendas y grandes edificios. (Comisión mixta de la biomasa forestal de Navarra, Gobierno de Navarra, 2015)

En general, un buen pellet de madera presenta menos de un 10% de humedad y una durabilidad mecánica mayor del 97,5%. Considerando un poder calorífico cercano a 4.300 kcal/kg, puede establecerse que de 2 a 2,2 kg de pellets equivalen energéticamente a un litro de gasóleo.

Una de las características a considerar de los pellets es su posible degradación para ciertos porcentajes de humedad, por lo que siempre deben estar almacenados en recintos impermeabilizados y donde no se generen condensaciones, tanto en los puntos de suministro como en el almacenamiento en los puntos de consumo, tales como edificios y viviendas.

Astillas: Las astillas de madera son trozos pequeños de entre 5 y 100 mm de longitud cuya calidad depende fundamentalmente de la materia prima de la que proceden, su recogida y de la tecnología de astillado. (Comisión mixta de la biomasa forestal de Navarra, Gobierno de Navarra, 2015)

Tabla 2.

Cuadro resumen de principales propiedades de los combustibles de biomasa

Combustible	PCI (poder calorífico inferior)		Humedad (%)
	(kJ/kg)	(kWh/kg)	
Pellets	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	<15
Astillas	10.000 – 16.000	2,8 – 4,4	<40
Leña	14.400 – 16.200	4,0 – 4,5	<20
Briquetas	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	<20
Hueso de aceituna	18.000 – 19.000	5,0 - 5,3	7-12
Cáscara de frutos secos	16.000 – 19.000	4,4 – 5,3	8-15

Fuente: Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia (2008), recuperado de <https://biblioteca.minminas.gov.co/pdf/ATLAS%20POTENCIAL%20ENERGETICO%20BIOMASA%20RESIDUAL%20COL.%20UPME.pdf>

En el Departamento del Meta existen diferentes tipos de cultivos que producen una cantidad considerable de residuos agrícolas aprovechables para la producción de Energía, y a través de este estudio y la selección adecuada de residuos, uno de estos cultivos es el de plátano las cuales generan

244.749 Ton/año, generando 859,2 TJ/año (Potencial energético de la biomasa residual, por sector y especie, Tera Joules). (Humberto Escalante Hernandez , Janneth Orduz Prada, Henry Josue Zapata Lesmes, Martha Duarte Ortega, 2008)

Tabla 3.

Potencial Energético de los Residuos Agrícolas en Colombia

Cultivo	Producción (T/año) ¹	Tipo de Residuo	Origen del residuo	Factor de Residuos ²	Masa de residuo (t/Año)	Potencial energético (TJ/ año)
Palma de aceite	872.117	Cuesco	RAI	0,22	189.074	2.627,44
		Fibra		0,63	546.381	6.778,89
		Raquis de Palma		1,6	924.618	6.607,31
Caña de azúcar	2.615.251	Hojas de Cogollo	RAC	3,26	8.525.718	41.707,22
		Bagazo		2,68	7.008.873	76.871,65
Caña Panelera	1.514.878	Bagazo	RAC	2,53	5.680.790	62.305,56
		Hojas-cogollo	RAI	3,75	3.832.640	18.749,01
Café	942.327	Pulpa	RAI	2,13	2.008.192	7.206,79
		Cisco	RAI	0,21	193.460	3.338,57
		Tallos	RAC	3,02	2.849.596	38.561,52
Maíz	1.368.996	Rastrojo	RAC	0,93	1.728.642	12.573,18
		Tusa		0,27	369.629	3.845,88
		Capacho		0,21	288.858	4.383,73
Arroz	2.463.689	Tamo	RAC	2,53	5.789.669	20.699,41
		Cascarilla	RAI	0,2	492.738	7.136,53
Banano	1.878.194	Raquis de plátano	RAC	1	1.878.194	806,31
		Vástago de plátano	RAC	5	9.390.968	5.294,27
		Plátano de rechazo	RAI	0,15	281.729	495,34
Plátano	3.319.357	Raquis de plátano	RAC	1	3.319.357	1.425,00
		Vástago de plátano	RAC	5	16.596.783	9.356,64
		Plátano de rechazo	RAI	0,15	497.903	875,43
Total	14.974.807				71.943.8134	331.645,71

Fuente: Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia (2008), recuperado de <https://biblioteca.minminas.gov.co/pdf/ATLAS%20POTENCIAL%20ENERGETICO%20BIOMASA%20RESIDUAL%20COL.%20UPME.pdf>

7.3 Análisis Social

Mediante la línea de profundización de Energías Alternativas de la carrera de Ingeniería Ambiental de la UNAD en el CEAD Acacias, se desarrolló este anteproyecto denominado implementación prueba piloto mediante energía a partir de biomasa con los estudiantes de la

institución educativa Antonio Nariño del técnico en sistemas agropecuarios ecológicos, para desarrollar la alternativa de Grado por Proyecto Aplicado.

En un trabajo conjunto con la institución educativa del Municipio de Fuentedeoro, las directivas y la docente Steffania Correal encargada del área de formación Técnica de la Institución se llevó a cabo la capacitación a los estudiantes del Grado Once (11), sobre energías alternativas, implementación de sistemas de producción de Energías alternativas y su aporte al mejoramiento de la calidad de vida de las zonas rurales y disminución de la producción de CO₂.

7.3.1 Población objetivo y muestreo.

La población elegida conformada por 12 estudiantes del Técnico en Sistemas Agropecuarios ecológicos de la Institución educativa Antonio Nariño ubicada en la zona Rural del Municipio de Fuentedeoro, estos estudiantes son habitantes de las veredas, La Cooperativa y Puerto Nuevo de este Municipio, la mayoría actuales y futuros agricultores de la zona.

7.3.2 Diseño del Formato de la Encuesta



ENCUESTA SOBRE CONOCIMIENTOS PARA LOS ESTUDIANTES DE LA INSTITUCION EDUCATIVA ANTONIO NARIÑO DEL MUNICIPIO DE FUENTE DE ORO VEREDA PUERTO NUEVO

Fecha: _____

Nombre: _____

Grado: _____ Edad _____ Lugar de Residencia: _____

Basado en sus conocimientos previos responda de manera abierta las siguientes preguntas:

1. ¿Realiza labores de Agricultura, dentro de sus labores diarias?:

Si ___ No ___

2. ¿Conoce usted el Concepto de Desechos Agrícolas?

Si ___ No ___

3. Si respondió afirmativamente, defina con sus propias palabras el concepto:

3| ¿Conoce usted el concepto de Energías Alternativas?

Si ___ No ___

3. ¿conoce el concepto de Biomasa?

Si ___ No ___

4. Si respondió afirmativamente la anterior pregunta, defina el concepto de Biomasa.

Gracias.

Ilustración 2. Formato de Encuesta

Fuente: Estudiante UNAD de Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz

7.3.3 Tabulación de la Encuesta



Ilustración 3. Tabulación de Encuesta Edades Estudiantes INEAN

Fuente: Estudiante UNAD de Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz



Ilustración 4. Tabulación de encuesta ¿Realiza Labores de Agricultura?

Fuente: Estudiante UNAD de Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz



Ilustración 5. Tabulación de la encuesta ¿Conoce el Termino de Energías Alternativas?

Fuente: Estudiante UNAD de Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz

Después de realizar la tabulación de las encuestas encontramos que los estudiantes del INEAN, del técnico en sistemas agropecuarios ecológicos, son 12 estudiantes de la zona de Puerto Nuevo en el Municipio de Fuentedeoro donde esos 12 se encuentran entre las edades de 16 y 19 años repartidos así: 3 estudiantes de 16 años que representan el 23%; 5 estudiantes de 17 años representan el 24%; 2 estudiantes de 18 años que representan el 26% y 2 estudiantes de 19 años que representan el 27%.

De la totalidad de estudiantes del Técnico el 83% (10 estudiantes), realizan labores de agricultura diariamente y ninguno conoce el concepto de Energías Alternativas.

7.4 Análisis Financiero:

El valor por kW/h para esta región del Ariari se encuentra en \$230.22, con solo el vástago de plátano logramos producir anualmente 9356,64 TJ/año (Humberto Escalante Hernandez , Janneth Orduz Prada, Henry Josue Zapata Lesmes, Martha Duarte Ortega, 2008) es decir que mensualmente la incineración de vástago de plátano nos produce 779,75 TJ/mes, equivalente a 300,8179 kW la energía suficiente para proveer de electricidad por un mes a un hogar colombiano, sin ningún costo más que la elaboración del sistema de generación y recolección inicial de Energía Eléctrica a partir

de Biomasa que se aproxima a una inversión inicial de aproximadamente \$10.000.000. (Alfred Roca Valiente, INNERGY HEVY INDUSTRIES, 2018)

7.5 Cuadro de Costos

Para poder desarrollar el proyecto de la prueba piloto fue necesario emplear

Tabla 4.

Cuadro de Costos Prueba Piloto Energía a Partir de Biomasa

RECURSO	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO
Equipo Humano	Profesional en ingeniería Ambiental Tesisista Ingeniería Ambiental Asesoría Ingeniero Electrónico	NA 100.000
Equipos y Software	Materiales para modelo a escala Alquiler de Equipos de Medición de Voltaje	400.000
Viajes y Salidas de Campo	Transporte intermunicipal (Viáticos)	800.000
Materiales y suministros	Útiles y papelería	150.000
Bibliografía	Documento de la UPME	NA
TOTAL		1.450.000

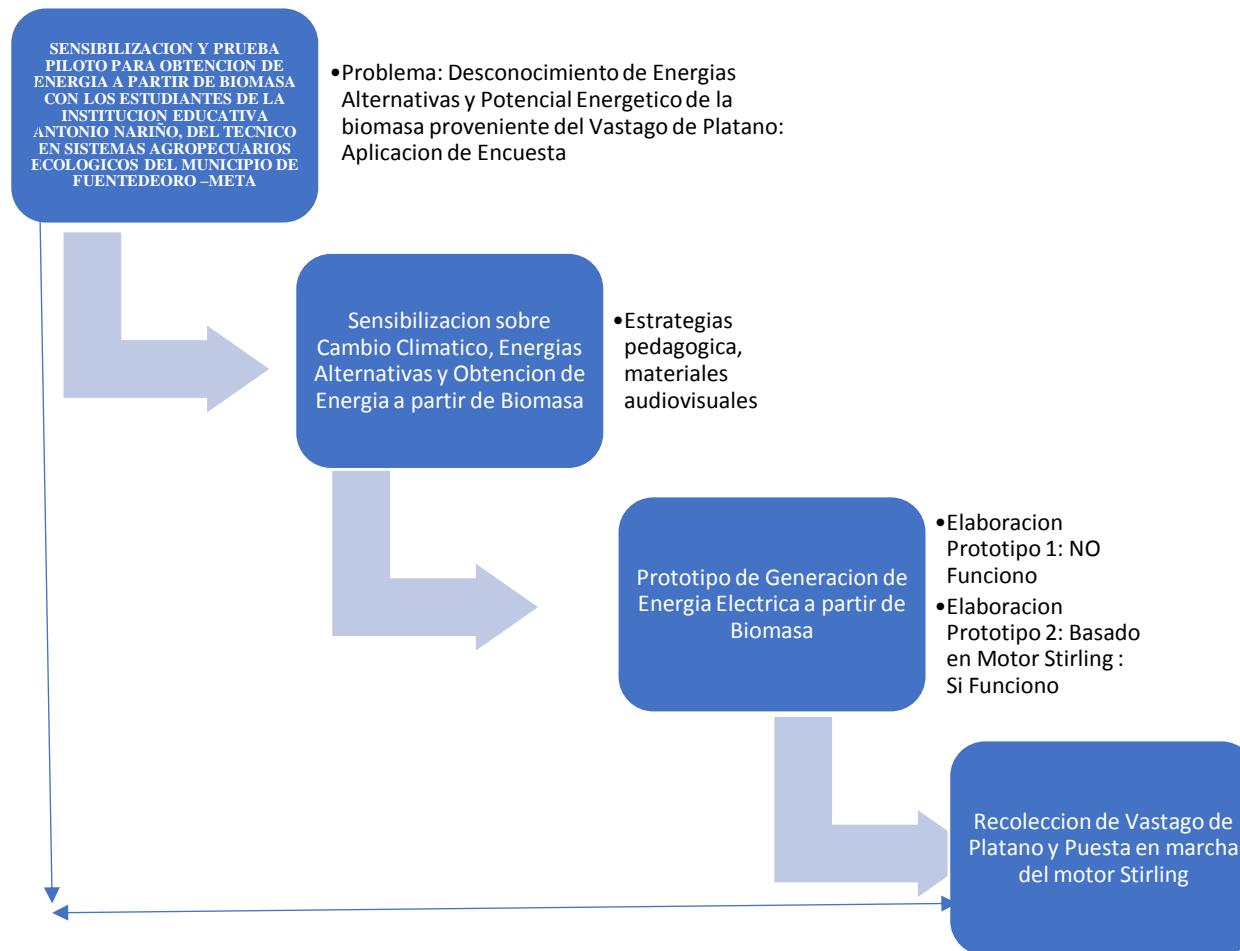
Fuente: Estudiante UNAD de Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz

7.6 Análisis Ambiental:

Este Proyecto se desarrolla en pro de la disminución de la huella de carbono dejada por la obtención de energía eléctrica con combustibles fósiles, además de proporcionar una solución para los residuos agrícolas (biomasa), capacitar a los futuros agricultores de la zona en prácticas ambientales amigables es la parte vital de este proyecto porque mediante estas prácticas ellos no solo lograran disminuir los costos habitacionales y de producción, además ellos lograran disminuir la huella de carbono que se calcula en 0.03 Toneladas por persona en la zona de Puerto Nuevo. (NativEnergy, 2018)

7.7 Metodología:

Tabla 5. Mapa de Metodología



Fuente: Estudiante UNAD de Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz

Para el desarrollo de SENIBILIZACION IMPLEMENTACION PRUEBA PILOTO MEDIANTE ENERGIA A PARTIR DE BIOMASA CON LOS ESTUDIANTES DE LA INSTITUCION EDUCATIVA ANTONIO NARIÑO DEL TECNICO EN SISTEMAS AGROPECUARIOS ECOLOGICOS; se inició con un análisis del contexto de la Vereda Puerto Nuevo del Municipio de Fuentedeoro en donde se encuentra la Institución Educativa Antonio Nariño donde se identificó la falta de conocimiento por parte de los estudiantes de la institución frente a la producción de Energía Eléctrica a partir de Energías Alternativas y se propuso la implementación de una serie de Actividades que se dieron desarrolladas en (4) etapas:

Primera etapa: En esta esta etapa se estructuro y diseño la capacitación a los estudiantes de la institución Educativa Antonio Nariño, sobre la importancia de la implementación de energías Alternativas en los Sistemas Agropecuarios y en la vida diaria. En la primera parte de este proyecto se diseñó la temática a trabajar en cada clase con los estudiantes, se hizo enfoque en enseñar a los estudiantes y al cuerpo docente sobre energías alternativas se crearon exposiciones dinámicas con material audiovisual apoyado de diapositivas y teoría para involucrar a los estudiantes.

Temáticas a Tratar:

1. Película sobre cambio Climático – Antes que sea tarde
2. Diapositivas y material Audiovisual sobre Energía Eléctrica y como se produce.
3. Diapositivas y material audiovisual sobre Tipos de Energías: Renovables y No Renovables
4. Diapositivas y material audiovisual sobre Energías Renovables Existentes:
 - Energía Solar
 - Energía Hidráulica
 - Energía Eólica
 - Energía De Los Océanos
 - Energía De La Biomasa
 - Energía De La Geotermia (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, s.f, p. 7 - 8)

Segunda Etapa: Se dictaron las capacitaciones sobre energías alternativas y su beneficio Ambiental; a los estudiantes de la institución Educativa Antonio Nariño, y analizando el tipo de energía Renovable se adapta a las necesidades de la zona y se considera más viable para su ejecución dentro de la institución, llegando a la conclusión de que la Energía a Partir de Biomasa por sistema de Combustión es la opción más adecuada para ejecutar nuestro proyecto piloto a escala. En esta parte llegue al Corregimiento de Puerto Nuevo en el municipio de Fuentedeoro, ingresamos al establecimiento educativo y se hizo entrega formal de documento de ingreso y solicitud al rector de la institución, se desarrollaron las clases por sesiones de seis horas semanales repartidas de lunes a miércoles a dos horas diarias, tomando asistencia de los estudiantes, las clases estuvieron enfocadas en poner en contexto a las estudiantes, se inició por conceptos base sobre Energía, definiciones y videos sobre el cambio climático, luego de aclarar los conceptos de Energía, avanzamos en explicar una a una los tipos de Energías Existentes (Renovables y NO Renovables).



Ilustración 6 Temáticas desarrolladas en Capacitación.

Fuente: Estudiante UNAD de Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz

Tercera Etapa: Se llevó a cabo el desarrollo y la implementación de la Prueba Piloto a Escala de un Sistema de Energía a Partir de Biomasa por Combustión en la Institución Educativa Antonio Nariño de Fuentedeoro Meta con los Estudiantes del TECNICO EN SISTEMAS AGROPECUARIOS ECOLOGICOS, de esta institución, dentro de esta etapa se desarrolló una prueba con el Prototipo 1 desarrollado en Villavicencio, construida, antes de ser presentada a los estudiantes que no dio resultado debido a sus materiales ornamentales y el escape de vapor. Este prototipo sirvió de apoyo para la prueba con el Prototipo 2.

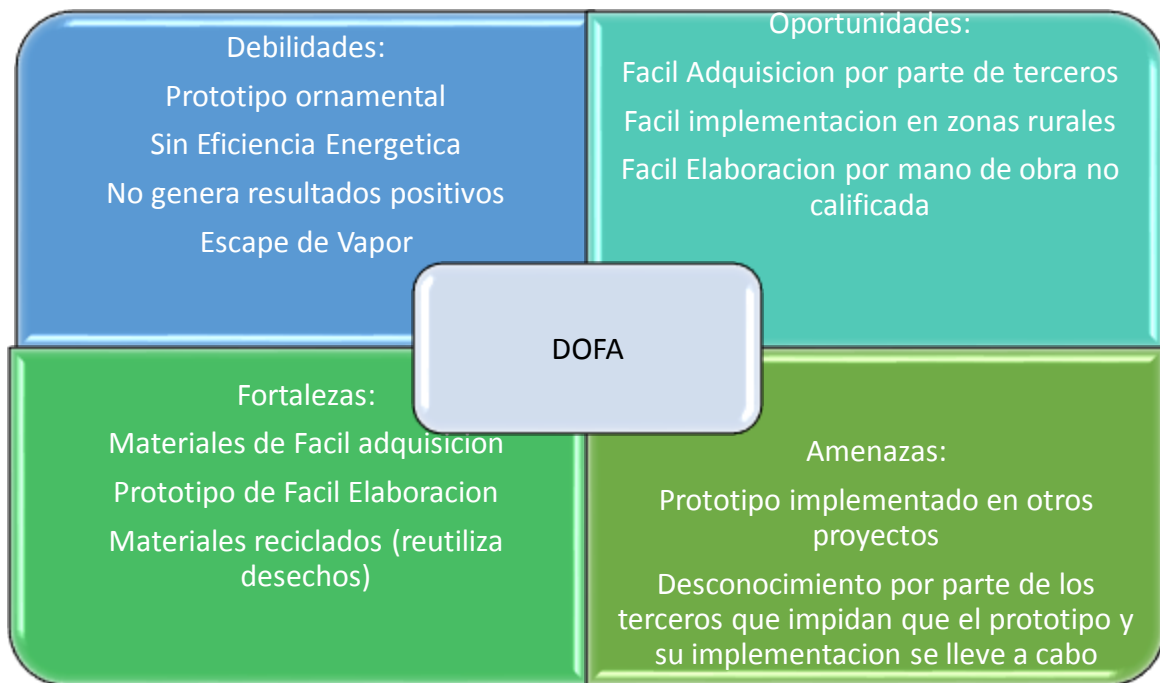


Ilustración 7. Prototipo 1 Fallido

Fuente: Estudiante UNAD de Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz

Tabla 6.

Matriz DOFA Prototipo 1



Fuente: Estudiante UNAD de Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz

Después de realizar ensayos prueba y error, se encontró un modelo de Motor que es más eficiente para las pruebas necesarias, el Motor se llama Motor Stirling: Un motor Stirling es un aparato mecánico que funciona en un ciclo regenerativo termodinámicamente "cerrado", con compresión cíclica y expansión cíclica del fluido de trabajo a diferentes niveles de temperatura.

El motor es un motor térmico que funciona a través de un ciclo de compresión y expansión de un gas. Se utilizan dos niveles de temperatura que hace que haya una conversión neta de energía térmica en trabajo mecánico.

Al igual que la máquina de vapor, el motor Stirling se clasifica tradicionalmente como un motor de combustión externa, ya que todas las transferencias de calor con el gas de trabajo se hacen a través de la pared del motor. En cambio, en un motor de combustión interna la entrada de calor se hace por la combustión de una combustible dentro del cuerpo del fluido de trabajo.

A diferencia de un motor de vapor el motor Stirling cierra una cantidad fija de fluido en estado permanentemente gaseoso como es el aire. En cambio, en el motor de vapor el fluido de trabajo sufre un cambio de fase de líquido a gas. (Energía Solar , 2018)

Como es típico en los motores térmicos, el ciclo general consiste en comprimir el gas frío, calentar el gas, expandir el gas caliente, y finalmente enfriar el gas antes de repetir el ciclo. La eficiencia del proceso queda muy restringida por la eficiencia del ciclo de Carnot, que depende de la diferencia de temperatura entre el depósito caliente y el frío. (Energía Solar , 2018)

El motor Stirling se caracteriza por su alta eficiencia en comparación con las máquinas de vapor, un funcionamiento silencioso, y la facilidad con que se puede utilizar casi cualquier fuente de calor. Esta compatibilidad con las fuentes de energía alternativas y renovables ha sido cada vez más importante a medida que subía el coste de los combustibles convencionales, y también a la luz de las preocupaciones, como el pico de producción de petróleo ya pasado y el cambio climático. Este motor es actualmente de interés como núcleo de las unidades micro combinados de calor y energía, es decir de cogeneración, en las que es más seguro y eficiente que una energía de vapor. (Energía Solar , 2018)

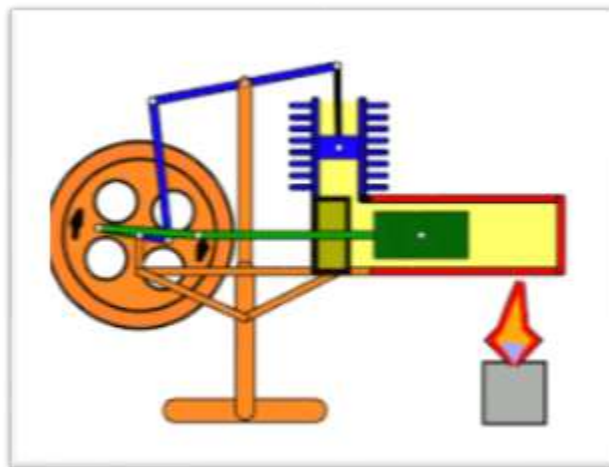


Ilustración 8. Motor Stirling

Fuente: Motor Stirling Copyright 2018 por Tendencias Media



Ilustración 9. Prototipo para Proyecto - Motor Stirling

Fuente: Tomado de Estudiante UNAD Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz

Este prototipo está basado en un motor Stirling a Dos Cilindros, que utiliza como fundamento la primera ley de la Termodinámica o principio de conservación Térmica, que establece que, si se realiza trabajo sobre un sistema o bien este intercambia calor con otro, la energía interna del sistema cambiara. Es decir que si se suministra calor a una maquina térmica se obtendrá un trabajo de salida, debido a la existencia de fuerzas no conservativas y la imposibilidad de tener un sistema cerrado, una parte de la energía de entrada se pierde o es cedida al medio. (Santos Castillo, 2013)

Los Materiales Empleados fueron:

- Dos tubos de ensayo
- Dos tubos galvanizados de 18 cm de ½"
- Dos tubos galvanizados de 7 cm de ½"
- 1 tubo galvanizado de 5 cm de ½"
- Dos soportes metálicos
- Tubo de Pvc de ¾"
- Cuatro codos de tubo galvanizado
- Dos ruedas
- Dos engranes
- 1 motor convencional
- Termo reductor
- Teflón Térmico

- Base de Madera



Ilustración 10. Materiales Prototipo Motor Stirling

Fuente: Tomado de Estudiante UNAD Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz

- Todos los materiales fueron de fácil acceso y fácil adquisición en el mercado, teniendo como premisa que las personas que lo van a desarrollar deben obtener los materiales de manera fácil por sus costos y la zona donde viven.

Para la elaboración del motor se empezó con la creación del depósito de agua con los tres tubos de 7 cm unidos a los codos y teflón térmico, que fueron unidos a los tubos de 15 cm que están fijos a la tabla de madera por los soportes metálicos, para realizar el sistema de pistones, se emplearon los tubos de ensayo introducidos en los tubos galvanizados de 18 cm, para cada pistón se empleó tubo de PVC y los tubos de ensayo unidos con termo reductor que hacen la labor de tapas, esto permite que se deslice de manera fácil y rápida en los tubos galvanizados de 18 cm.

Para el giro o sistema de transmisión, se emplearon los dos ruedas presionadas por dos tornillos y arandelas; los dos engranes sujeto a la base de madera con soportes de codo, apretados con dos tornillos, las ruedas unidas de lado a lado con un alambre, pasando por los orificios de un engrane de 5 cm de radio que trabaja con otro engrane de 3 cm de radio fijo a la tabla de madera, todo este sistema de engranes va conectado a un motor convencional que permite hacer una lectura de voltaje mediante un multímetro.

Los tornillos puestos en las ruedas que están unidas a los pistones mediante guaya, los tornillos se ubicaron de manera invertida en cada lado, esa disposición permite que cuando un pistón se encuentra cerrado el otro se encuentra abierto y viceversa.

Al calentar el depósito de agua con la combustión de biomasa 5kg que produce la llama suficiente durante 7 minutos que producen la ebullición de la reserva de agua en el motor, lo que genera la presión suficiente en la tubería de 18 cm que impulsa el pistón cerrado y despresuriza el pistón abierto, el ciclo se repite generando que el sistema de giro o sistema de transmisión se mantenga girando constantemente.

En conclusión, el calor de entrada en el reservorio de agua dado por la llama generado por la biomasa da como resultado el trabajo del sistema de pistones y transmisión convirtiendo la energía mecánica en energía eléctrica medida por el multímetro. (Santos Castillo, 2013)

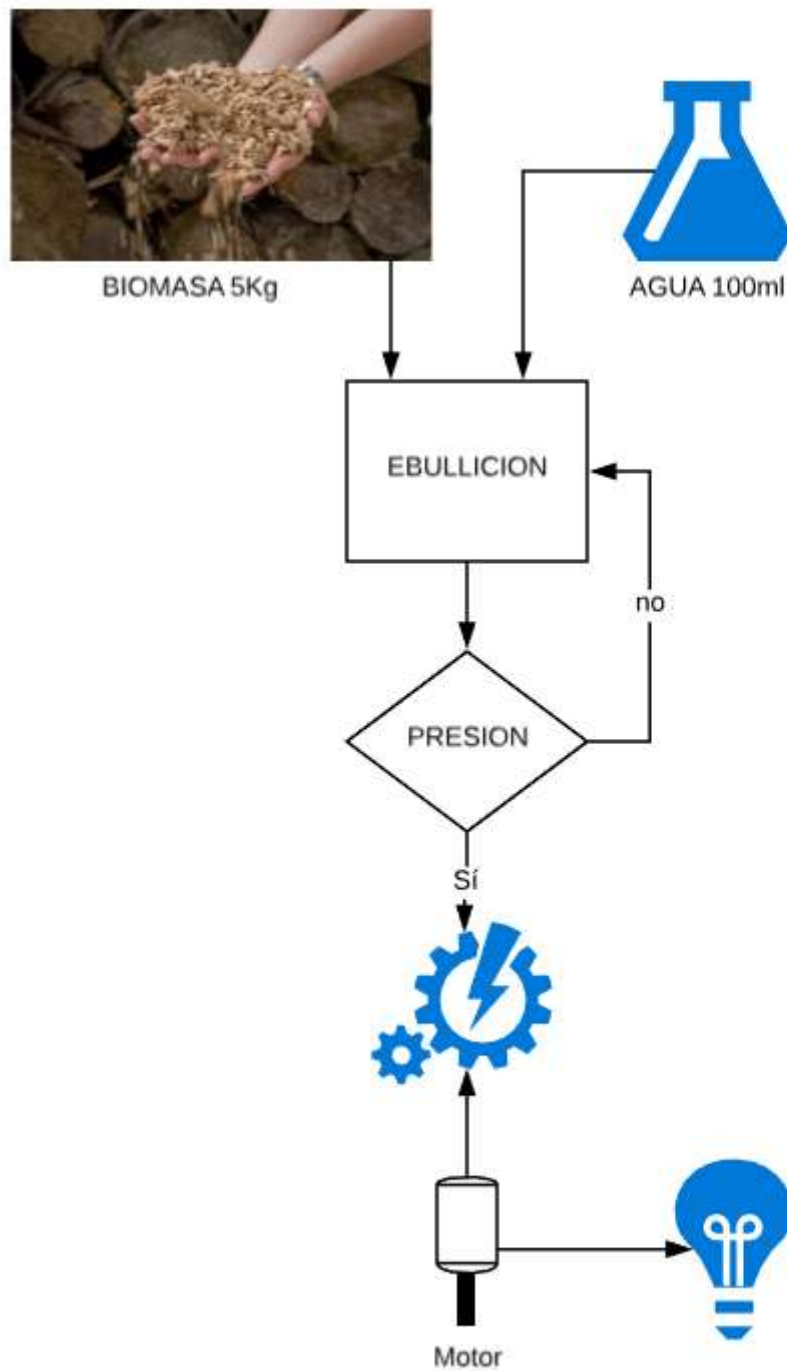
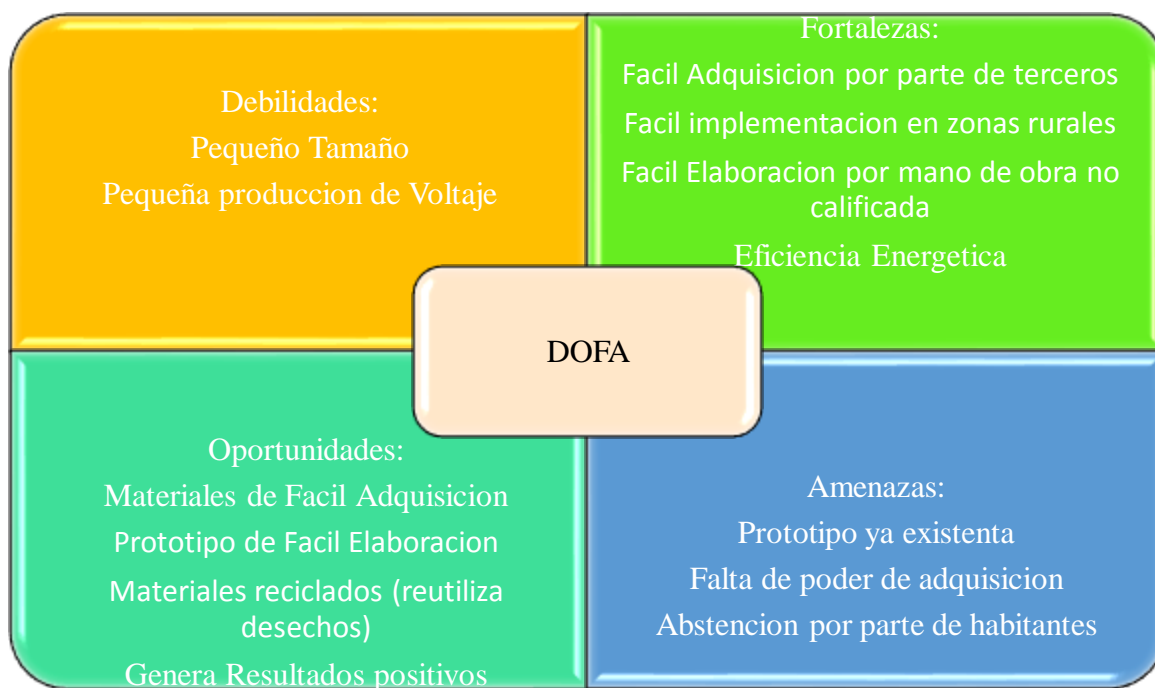


Ilustración 11: Entradas y salidas Motor Stirling

Fuente: Estudiante UNAD Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz

Tabla 6.

Matriz DOFA Prototipo 2



Fuente: Estudiante UNAD Ingeniería Ambiental Autor: Jhenny Ortiz

Cuarta Etapa: Consolidación de documento final, posterior a la recolección de datos e información.

Tabla 7.

Metodología y Aplicación del Proyecto

Actividad	Mes (1)	Mes (2)	Mes (3)	Mes (4)	Mes (5)
1. En esta etapa se estructurará y diseñará la capacitación a realizar a los estudiantes de la institución Educativa Antonio Nariño, sobre la importancia de la implementación de energías Alternativas en los Sistemas Agropecuarios y en la vida diaria.					
2. Se dictarán las capacitaciones sobre energías alternativas y su beneficio Ambiental; a los estudiantes de Grado once					

de la institución Educativa Antonio Nariño, y analizando el tipo de energía Renovable se adapta a las necesidades de la zona y se considera más viable para su ejecución dentro de la institución, llegando a la conclusión de que la Energía a Partir de Biomasa por sistema de Combustión es la opción más adecuada para ejecutar nuestro proyecto piloto a escala.					
3. Se llevará a cabo el desarrollo y la implementación de la Prueba Piloto a Escala de un Sistema de Energía a Partir de Biomasa por Combustión en la Institución Educativa Antonio Nariño de Fuentedeoro Meta con los Estudiantes de Grado Once (11°)					
4. Formalización de Documento; después de la recolección de información y evidencias., teniendo en cuenta posibles modificaciones o correcciones que sean pertinentes realizar para cumplir en totalidad con los objetivos propuesto					
5. Entrega informe Final y sustentación.					

Fuente: Autor Jhenny Ortiz

8. Resultados, Conclusiones y Recomendaciones

8.1 Resultados

Al implementar el primer modelo, no se obtuvieron resultados en cuanto a la generación de energía, por ello se implementó el segundo prototipo, en donde al ser modelo a escala de un motor Stirling, como se mencionó en la metodología, comprobando allí su funcionamiento, con los residuos generados en la institución, demostrando que si es posible su utilización y beneficios en el día a día de cada uno de los estudiantes y miembros de la comunidad en estudio.

Se realizó la recolección de vástago de plátano por parte de los estudiantes y se tomaron 5 kg de este residuo para realizar Combustión abierta de biomasa para poner en funcionamiento el motor Stirling generando energía de movimiento y convertirla en energía eléctrica.

Se aprovechó de manera adecuada los residuos agrícolas generados de la labor de agricultura en la zona, generando espacios de recolección por parte de los estudiantes, para poder comprender el ciclo de desarrollo de la producción de Energía Eléctrica a partir de biomasa, que, para el caso de la Vereda en estudio, es el de residuo del cultivo de plátano (vástago), uno de los más comunes en esta zona del Ariari.

Se dio a conocer el nombre del estudiante Unadista en la trocha 7 del municipio de Fuentedeoro Meta, y la calidad que puede ofrecer la Universidad a los futuros estudiantes universitarios de la Región, estableciendo presencia como universidad, brindando capacitaciones y conocimientos apropiados a la actividad agrícola y pecuaria de la región.

Se proporcionó información para la implementación de Energías Alternativas que generen un cambio positivo en su entorno social, ambiental, económico y cultural de los habitantes de la Trocha Siete Fuentedeoro Meta, en especial a los estudiantes, futuros agricultores de la región.

Se compartió con los estudiantes la información necesaria para conocer al detalle el desarrollo de la generación de Energía Eléctrica mediante fuentes renovables, para que ellos logren dentro de su entorno productivo generar un impacto ambiental positivo.

Se demostró a los estudiantes de la institución Educativa, que es posible generar energía eléctrica mediante recursos que son encontrados dentro de su entorno, como los residuos sólidos generados por el cultivo de plátano propio de su región.

Se concientizo al cuerpo estudiantil sobre el manejo adecuado de residuos sólidos que contribuyen a la contaminación y problema ambiental actual de la región.

8.2 Conclusiones

Se logro sensibilizar e implementar una Prueba Piloto para obtención Energía a Partir de Biomasa por medio del sistema de COMBUSTION, en la Institución Educativa Antonio Nariño del Municipio de Fuentedeoro.

El proyecto cumplió con los objetivos propuestos, se desarrolló un modelo a escala que permitió que los estudiantes conocieran de primera mano el desarrollo y producción de Energía Eléctrica a partir de Biomasa mediante un Motor Stirling

Se logro sensibilizar a los estudiantes del TECNICO EN SISTEMAS AGROPECUARIOS ECOLOGICOS de la Institución Educativa Antonio Nariño sobre el uso y la importancia de las Energías Alternativas.

Se logro sensibilizar a estudiantes del TECNICO EN SISTEMAS AGROPECUARIOS ECOLOGICOS y cuerpo docente de la Institución Educativa Antonio Nariño sobre el aprovechamiento de la Biomasa generada en los cultivos de la zona.

Se logro profundizar en la generación de energía a partir de biomasa con el método de combustión e implementar un modelo a escala del motor Stirling.

La UNAD genero espacios en zonas apartadas y demostró que los estudiantes provocaran un cambio en la mentalidad de agricultores, demostrando que se puede mejorar en entorno social y económico con los conocimientos necesarios.

Se generó una conciencia colectiva mediante pedagogía sobre generación de Energía Eléctrica empleando Residuos Agrícolas, producidos por la fuente de ingresos de la zona del Ariari donde se encuentran ubicados.

Se demostrar que la educación a Distancia de la UNAD proporciona a la sociedad profesionales capacitados, para ofrecer soluciones ambientales sostenibles que mejoran la calidad de vida de los sectores apartados, de las regiones, en especial la del Ariari.

Se proporcionó el conocimiento adecuado a los estudiantes de LA INEAN, sobre cambio climático y energías renovables, creando una conciencia, y cultura, con algo tan simple y sencillo como el aprovechamiento de los residuos solidos inorgánicos.

Se espera que al aplicar los conocimientos adquiridos con todas las fuentes de Generación de Energías Alternativas los habitantes logren disminuir costos de vivienda y producción en los hogares agricultores de esta zona.

8.3 Recomendaciones

Los estudiantes junto con sus familias y grupos de vecinos tomen la iniciativa de seguir generando alternativas que mejoren su calidad de vida creando estrategias de generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables.

La UNAD mediante sus líneas de formación siga generando procesos a poblaciones que necesitan intervención social y económica y que no tiene apoyo constante del gobierno departamental y que apoya de manera significativa a la economía de la región.

El proyecto sirva como referente y que genere eco en distintas comunidades y futuras generaciones logren proporcionar soluciones de vida y socio económicos.

9. Referencias

- Alfred Roca Valiente, INNERGY HEVY INDUSTRIES. (2018). *Innergy Global*. Obtenido de <https://innergy-global.com/es/el-impacto-social-de-la-biomasa-la-importancia-de-la-energia-que-aporta-bienestar>
- Ambientum. (2018 de Octubre de 24). *Enciclopedia Medioambiental Ambientum*. Obtenido de https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/la_combustion.asp
- Arevalo, W. (2016). La Biomasa: Una alternativa Energetica proveniente de la vida misma. Pasto, Nariño.
- Camargo, D. W. (2011 - 2012). *Uso de Residuos Agricolas para la produccion de Biocombustibles en el Departamento del Meta*. Villavicencio, Meta.
- Comisión mixta de la biomasa forestal de Navarra, Gobierno de Navarra. (Febrero de 2015). Combustibles de Biomasa , Tipos y Caracteristicas. Navarra.
- De Motor. (13 de Diciembre de 2017). *www.DEMotor.Net*. Obtenido de <https://demotor.net/motor-stirling>
- Energia Solar . (Marzo de 2018). *Solar - Energia*. Obtenido de Solar - Energia: <https://solar-energia.net/definiciones/motor-stirling.html>
- FOCER. (2002). *Manuales Sobre Energia Renovable*. San Jose, Costa Rica: SAn Jose.
- Gobernacion del Meta. (2011). *CARACTERIZACIÓN MUNICIPIO DE FUENTE DE ORO*. Obtenido de <https://www.meta.gov.co/web/sites/default/files/adjuntos/Ficha%20Municipal%202011%20-%20FUENTE%20DE%20ORO.pdf>
- Gobernacion del Meta. (2011). *www.meta.gov.co*. Obtenido de <https://www.meta.gov.co/web/sites/default/files/adjuntos/Ficha%20Municipal%202011%20-%20FUENTE%20DE%20ORO.pdf>
- Humberto Escalante Hernandez , Janneth Orduz Prada, Henry Josue Zapata Lesmes, Martha Duarte Ortega. (2008). Atlas del Potencial Energetico de la Biomasa Residual en Colombia.
- Leandro Marco, Evelyn Goldstein y Balbina Griffa. (s.f.). *GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE BIOMASA, EXPERIENCIAS Y ACTUALIDAD EN ARGENTINA*. San Martin, Argentina.

Lupe, E. F. (2014). *Estudio Técnico – Económico para la implantación de una planta de Generación de Energía Eléctrica a partir de Biomasa en Andalucía*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Luz Dary BAquero Moreno, C. A. (Enero de 2000). *Alcaldia Fuente de Oro*. Obtenido de www.micolombiadigital.gov.co:
http://fuentedeorometa.micolombiadigital.gov.co/sites/fuentedeorometa/content/files/000163/8107_veredas-fuentedeoromodel.pdf

Morales, R. R. (08 de Octubre de 1996). El Potencial del Ariari. *El Tiempo*.

Morales, R. R. (08 de Octubre de 1996). EL POTENCIAL DEL ARIARI. *El Tiempo - Archivo*.

NativEnergy. (24 de Octubre de 2018). *Nativ Energy - a Public BENefict Corporation*. Obtenido de <https://nativeenergy.com/for-individuals/calculators/#Household>

Naturgy. (2018). *Empresa Eficiente*. Obtenido de <http://www.empresaeiciente.com/blog/que-es-la-biomasa-caracteristicas-y-aplicaciones/>

Perez, M. (17 de Enero de 2017). *EFEVerde*. Obtenido de <https://www.efeverde.com/noticias/81913/>

Santos Castillo. (20 de Mayo de 2013). *www.yuotube.com*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=D7iye7abipk>

Twenergy. (2018). *Twenergy*. Obtenido de <https://twenergy.com/energia/energia-electrica>

Unidad de Planeacion Minero Energetica UPME - Subdireccion de Planeacion Energetica. (2012). *Energias Renovables: Descripcion, Tecnologias y Usos Finales*. Bogota, D.C, - Colombia: Union Temporal ICONTEC - AENE.

10. Anexos

Anexo 1: Foto Estudiantes Tec. Sistemas Agropecuarios Ecológicos en capacitación



Fuente: Estudiantes INEAN Recibiendo Capacitación Autor: Jhenny Ortiz

Anexo 2: Foto Estudiantes Tec. Sistemas Agropecuarios Ecológicos en capacitación II.



Fuente: Estudiantes INEAN Recibiendo Capacitación Autor: Jhenny Ortiz

Anexo 3: foto Estudiantes Tec. Sistemas Agropecuarios Ecologicos en capacitación III



Fuente: Estudiantes INEAN Recibiendo Capacitación Autor: Jhenny Ortiz

Anexo 4: foto Estudiantes Tec. Sistemas Agropecuarios Ecologicos en capacitación



Fuente: Estudiantes INEAN Recibiendo Capacitación Autor: Jhenny Ortiz

Anexo 5. Entrada Vereda Pto. Nuevo Fuentedeoro



Fuente: Entrada Puerto Nuevo Autor: Jhenny Ortiz

Anexo 6. Prototipo 1 Fallido



Fuente: Primer prototipo Autor: Jhenny Ortiz

Anexo 7. Prototipo 2 Funcional.



Fuente: Prototipo Autor: Jhenny Ortiz